



Prévention et Réduction de la Contamination des Produits de Consommation Humaine et Animale

Première édition



Organisation
mondiale de la Santé



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

Prévention et réduction de la contamination des produits de consommation humaine et animale

Première édition

ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ

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

Rome, 2012

Photo de couverture: ©Robert Bell | ©Jeremy Weate | Fotolia

Les appellations employées dans ce produit d'information et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) ni de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) aucune prise de position quant au statut juridique ou au stade de développement des pays, territoires, villes ou zones ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites. La mention de sociétés déterminées ou de produits de fabricants, qu'ils soient ou non brevetés, n'entraîne, de la part de la FAO ou de l'OMS, aucune approbation ou recommandation desdits produits de préférence à d'autres de nature analogue qui ne sont pas cités. La FAO et l'OMS ont pris toutes les dispositions voulues pour vérifier les informations contenues dans la présente publication. Toutefois, le matériel publié est distribué sans aucune sorte de garantie explicite ou implicite. La responsabilité quant à l'interprétation et à l'utilisation du matériel incombe au lecteur. En aucun cas, ni la FAO ni l'OMS ne sauraient être tenues responsables des préjudices subis du fait de son utilisation.

Les opinions exprimées dans ce produit d'information sont celles du/des auteur(s) et ne reflètent pas nécessairement celles de la FAO ou de l'OMS.

ISBN 978-92-5-207119-8

Tous droits réservés. La FAO et l'OMS encouragent la reproduction et la diffusion des informations figurant dans ce produit d'information. Les utilisations à des fins non commerciales seront autorisées à titre gracieux sur demande, à condition que la source des informations soit clairement indiquée. La reproduction pour la revente ou à d'autres fins commerciales, y compris à des fins didactiques, pourra être soumise à des frais. Les demandes d'autorisation et toute autre requête concernant les droits et les licences sont à adresser par courriel à l'adresse copyright@fao.org ou au Chef de la Sous-Division des politiques et de l'appui en matière de publications, Bureau de l'échange des connaissances, de la recherche et de la vulgarisation, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italie.

© FAO et OMS 2012

COMMISSION DU CODEX ALIMENTARIUS

La Commission du Codex Alimentarius est un organisme intergouvernemental de plus de 180 membres, établi par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et l'Organisation mondiale de la santé (OMS).

Le **C O D E X A L I M E N T A R I U S** est le résultat du travail de la Commission: un recueil de normes alimentaires, lignes directrices, codes d'usages dans le but de protéger la santé des consommateurs et garantir des pratiques loyales dans le commerce alimentaire.

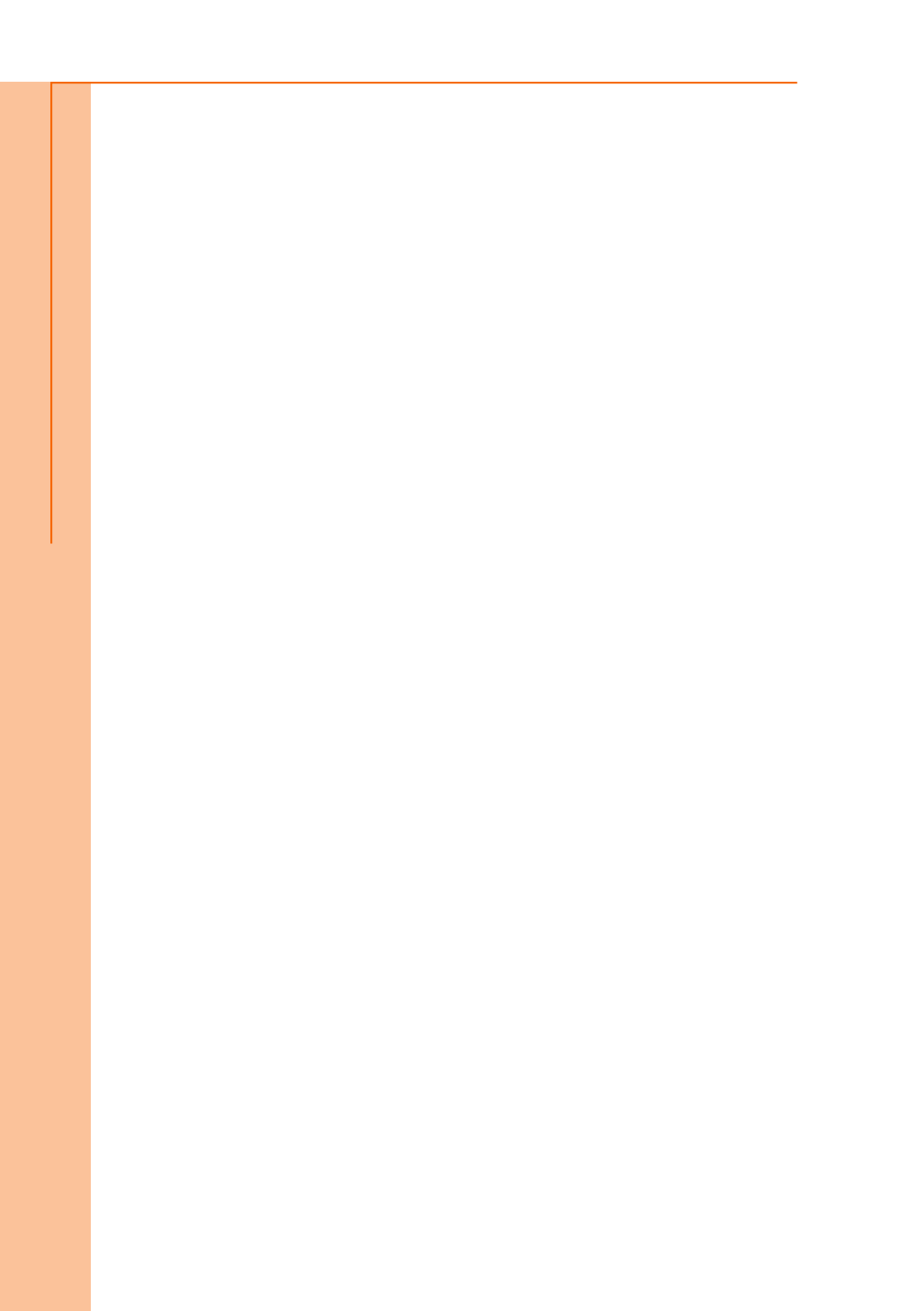
PRÉVENTION ET RÉDUCTION DE LA CONTAMINATION DES PRODUITS DE CONSOMMATION HUMAINE ET ANIMALE

Première édition

Cette première édition contient tous les codes d'usages relatifs à la prévention et à la réduction des contaminants (à savoir mycotoxines, métaux lourds et substances chimiques) dans les produits de consommation humaine et/ou animale adoptés par la Commission du Codex Alimentarius jusqu'en 2011.

Pour plus de renseignements sur ces textes ou sur tout autre aspect de la Commission du Codex Alimentarius, s'adresser au:

Secrétaire
Commission du Codex Alimentarius
Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires
Viale delle Terme di Caracalla
00153 Rome, Italie
Télécopie: +39 0657054593
Courrier électronique: codex@fao.org
<http://www.codexalimentarius.org>



PRÉFACE	iii
<i>Code d'usages pour la prévention/réduction de la contamination par les mycotoxines</i>	
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)	1
Réduction en aflatoxine B ₁ dans les matières premières et les aliments d'appoint destinés au bétail laitier (CAC/RCP 45-1997)	16
Prévention et réduction de la contamination des fruits à coque par les aflatoxines (CAC/RCP 59-2005)	21
Prévention et réduction de la contamination des arachides par les aflatoxines (CAC/RCP 55-2004)	37
Prévention et réduction de la contamination par les aflatoxines des figes sèches (CAC/RCP 65-2008)	50
Prévention et réduction de la contamination par l'ochratoxine A du vin (CAC/RCP 63-2007)	63
Prévention et réduction de la contamination par l'ochratoxine A du café (CAC/RCP 69-2009)	69
Prévention et réduction de la contamination par la patuline du jus de pomme et du jus de pomme utilisé comme ingrédient dans la fabrication d'autres boissons (CAC/RCP 50-2003)	90
<i>Code d'usages pour la prévention/réduction de la contamination par les métaux lourds</i>	
Prévention et réduction de la contamination des aliments par le plomb (CAC/RCP 56-2004)	99
Prévention et réduction de la contamination des aliments en conserve par l'étain inorganique (CAC/RCP 60-2005)	108
<i>Code d'usages pour la prévention/réduction de la contamination par des substances chimiques</i>	
Mesures prises à la source pour réduire la contamination chimique des aliments (CAC/RCP 49-2001)	126
Réduction de l'acrylamide dans les aliments (CAC/RCP 67-2009)	129
Prévention et 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)	142
Prévention et réduction de la contamination des distillats de fruits à noyau par le carbamate d'éthyle (CAC/RCP 70-2011)	162
Réduction des teneurs en 3-monochloropropane-1,2diol (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)	169
Réduction de la contamination des aliments par les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) issus des processus de fumage et de séchage direct (CAC/RCP 68-2009)	177

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

1. Il est impossible à l'heure actuelle d'éliminer totalement les mycotoxines des produits contaminés. L'élaboration et l'acceptation d'un Code d'usages général par le Codex fournira à tous les pays les mêmes conseils à prendre en considération quand ils essaient de contrôler et gérer la contamination par diverses mycotoxines. Afin que ce Code d'usages soit utile, les producteurs de chaque pays devront examiner les principes généraux qui y sont énoncés, en tenant compte des cultures, du climat et des pratiques agricoles locaux, avant de tenter d'appliquer les dispositions du Code. Il est important que les producteurs réalisent que les bonnes pratiques agricoles (BPA) représentent la première ligne de défense contre la contamination des céréales par les mycotoxines, suivie par la mise en œuvre de bonnes pratiques de fabrication (BPF) durant la manutention, l'entreposage, la transformation et la distribution des céréales destinées à l'alimentation humaine et animale.
2. Les recommandations pour la réduction des mycotoxines dans les céréales sont divisées en deux parties: les méthodes recommandées fondées sur les Bonnes pratiques agricoles (BPA) et les Bonnes pratiques de fabrication (BPF); un système de gestion complémentaire à examiner dans l'avenir est celui des principes HACCP: Analyse des risques – Points critiques pour leur maîtrise.
3. Ce Code d'usages général contient des principes généraux pour la réduction de diverses mycotoxines dans les céréales qui devraient être sanctionnés par les autorités nationales. Ces dernières devraient apprendre aux producteurs à tenir compte des facteurs environnementaux qui favorisent l'infection, le développement et la production de toxines dans les cultures céréalières sur l'exploitation. Il faudrait mettre l'accent sur le fait que la stratégie à suivre au moment des semis, avant et après la récolte pour une culture particulière dépendra des conditions climatiques de l'année donnée, en tenant compte des cultures locales et des modes de production traditionnels d'un pays ou d'une région donnés. Il est nécessaire de mettre au point des pochettes d'essai rapides, accessibles et précises et des plans d'échantillonnage associés qui permettront de

tester des expéditions de céréales sans perturber inutilement les opérations. Des méthodes devraient être mises en place pour manipuler correctement moyennant la séparation, le reconditionnement, le retrait ou le déroutement des cultures céréalières qui peuvent constituer une menace pour la santé humaine et/ou animale. Les autorités nationales devraient soutenir la recherche sur des méthodes et techniques propres à empêcher la contamination fongique en champ et durant la récolte et l'entreposage.

I. MÉTHODES RECOMMANDÉES FONDÉES SUR LES BONNES PRATIQUES AGRICOLES (BPA) ET LES BONNES PRATIQUES DE FABRICATION (BPF)

Semis

4. Envisager la mise en place et le maintien d'un plan de rotation des cultures afin d'éviter de planter le même produit dans un champ durant deux années consécutives. Le blé et le maïs sont particulièrement sensibles à l'espèce *Fusarium* et ne devraient pas être utilisés en rotation l'un après l'autre. Des végétaux comme les pommes de terre, d'autres légumes, le trèfle et la luzerne qui ne sont pas des hôtes de l'espèce *Fusarium* devraient être cultivés en rotation pour réduire l'inoculum en champ.
5. Quand cela est possible et pratique, préparer un lit de semences pour les nouvelles cultures en labourant dessous ou en détruisant ou en enlevant les vieilles têtes à semences, les tiges et autres débris qui pourraient avoir servi ou pourraient servir comme substrats pour le développement de champignons producteurs de mycotoxines. Dans les zones qui sont exposées à l'érosion, des systèmes de culture sans labour peuvent être requis à des fins de conservation des sols.
6. Utiliser les résultats des analyses pédologiques afin de déterminer s'il est nécessaire d'appliquer des fertilisants et/ou des amendements afin d'assurer un pH approprié des sols et une bonne nutrition des plantes, de façon à éviter à ces dernières le stress, notamment pendant la période de développement des semences.
7. Utiliser, quand il en existe, des variétés de semences sélectionnées pour leur résistance aux moisissures et aux insectes parasites. Seules les variétés de semences dont l'emploi est recommandé dans une zone particulière d'un pays devraient être plantées dans cette zone.

8. Dans la mesure du possible, procéder aux semis de façon à éviter les températures élevées et la sécheresse pendant la période correspondant au développement ou à la maturation des semences.
9. Eviter les plantations trop rapprochées en respectant les espacements recommandés entre les rangées et entre les plants pour les espèces ou variétés cultivées. L'information concernant l'espacement peut être fournie par les producteurs de semences.

Avant la récolte

10. Réduire au minimum les dégâts causés par les insectes et par les infections fongiques au voisinage de la culture, grâce à l'application d'insecticides et de fongicides agréés et à d'autres pratiques appropriées dans le cadre d'un programme de lutte intégrée contre les ravageurs.
11. Lutter contre les mauvaises herbes à l'aide de méthodes mécaniques ou en appliquant des herbicides agréés et grâce à d'autres pratiques sûres et appropriées.
12. Eviter de provoquer des dégâts mécaniques aux plantes pendant le cycle de culture.
13. Si on pratique l'irrigation, s'assurer que l'eau est répartie de façon régulière et que chaque plante en reçoit une quantité suffisante. L'irrigation est une méthode valable pour réduire le stress causé aux plantes dans certaines conditions de croissance. Les précipitations excessives durant l'anthèse (floraison) favorisent la dissémination et l'infection par *Fusarium* spp.; aussi faudrait-il éviter d'irriguer durant l'anthèse et durant le mûrissement des végétaux, en particulier pour le blé, l'avoine, l'orge et le seigle.
14. Procéder à la récolte lorsque la teneur en eau des plantes est faible et qu'elles sont arrivées à pleine maturité, à moins qu'en laissant les cultures parvenir à leur pleine maturité, on risque de leur faire subir des conditions extrêmes de chaleur, de précipitations ou de sécheresse. Retarder la récolte de céréales déjà contaminées par l'espèce *Fusarium* peut causer une augmentation sensible de la teneur en mycotoxines de la culture.
15. Avant la récolte, s'assurer que tout l'équipement qui servira à la récolte et à l'entreposage des cultures, est fonctionnel. Un inconvénient durant cette période critique peut nuire à la qualité des grains et renforcer la formation de mycotoxines. Préparer les pièces de rechange dans l'exploitation de manière à

ne pas perdre de temps pour les réparations. Vérifier que l'équipement nécessaire pour mesurer la teneur en eau est disponible et étalonné.

Récolte

16. Les conteneurs (par exemple, wagons, camions) à utiliser pour la collecte et le transport des grains récoltés du champ jusqu'aux installations de séchage, et aux installations d'entreposage après le séchage, devraient être propres, secs et non infestés par des insectes, exempts de moisissures visibles avant l'utilisation et la réutilisation.
17. Dans la mesure du possible, on évitera de causer des dégâts mécaniques aux grains et le contact avec le sol durant l'opération de récolte. Des mesures seront prises pour minimiser la diffusion des têtes à semences, des balles, des tiges infectées et des débris sur le sol où les spores peuvent inoculer la récolte suivante.
18. Durant l'opération de récolte, il est nécessaire de déterminer la teneur en eau en divers points de chaque charge de céréales récoltées, étant donné que la teneur en eau peut varier considérablement dans le même champ.
19. Immédiatement après la récolte, déterminer la teneur en eau des céréales; le cas échéant, les faire sécher jusqu'au taux d'humidité recommandé pour l'entreposage. Les échantillons prélevés pour mesurer la teneur en eau devraient être représentatifs du lot autant que possible. Pour réduire la variation de la teneur en eau dans le lot, on peut transférer les céréales jusqu'à une autre installation (ou silo) après le séchage.
20. Il faudrait faire sécher les céréales de manière à réduire les dégâts au minimum et à maintenir des taux d'humidité plus bas que ceux requis pour favoriser la prolifération fongique durant l'entreposage (généralement moins de 15%). Cela est nécessaire pour empêcher le développement ultérieur d'un certain nombre d'espèces de champignons qui peuvent être présents sur des céréales fraîches, en particulier l'espèce *Fusarium*.
21. Il faut nettoyer les céréales récemment récoltées afin d'enlever les grains endommagés et d'autres matières étrangères. Les grains contaminés mais sans symptôme ne peuvent être enlevés par des méthodes de nettoyage standard. Certains procédés de nettoyage, comme par exemple les tables de gravité, permettent d'éliminer quelques grains contaminés. Il faut tenter de mettre au point des méthodes pratiques pour séparer les grains contaminés mais sans symptôme de ceux qui ne sont pas contaminés.

Entreposage

22. Eviter d'empiler ou d'entasser des produits récemment récoltés pendant plus de quelques heures avant le séchage ou le battage, afin d'amoindrir les risques de prolifération fongique. Le séchage au soleil de certains produits dans un milieu très humide peut entraîner une infection par les moisissures. Aérer les denrées par une ventilation forcée.
23. Il faut s'assurer que les installations d'entreposage comprennent des structures sèches, bien ventilées qui fournissent une protection contre les pluies, un drainage des eaux souterraines, une protection contre l'entrée des rongeurs et des oiseaux, et des fluctuations minimales de température.
24. Il faut faire sécher les céréales jusqu'à des teneurs en eau sûres et les faire refroidir aussi vite que possible après la récolte. Réduire au minimum la quantité de matières étrangères et de grains endommagés dans les céréales entreposées. Se reporter au paragraphe (29) pour évaluer l'utilisation de pesticides agréés.
25. Si nécessaire, on surveillera le niveau de mycotoxines dans les céréales lorsqu'elles arrivent à l'entrepôt et lorsqu'elles en sortent, à l'aide de plans d'échantillonnage et d'essai appropriés.
26. Pour les denrées ensachées, s'assurer que les sacs sont propres et secs et les empiler sur des palettes ou intercaler une couche imperméable à l'eau entre les sacs et le sol.
27. Aérer si possible les céréales en faisant circuler de l'air dans la zone d'entreposage pour maintenir une température appropriée et uniforme dans toute cette zone. Contrôler régulièrement la teneur en eau et la température dans les céréales stockées durant l'entreposage.
28. Mesurer la température des céréales entreposées à des intervalles déterminés pendant l'entreposage. Une hausse de température de 2-3 °C peut indiquer un développement microbien et/ou une infestation par les insectes. Séparer les parties apparemment infectées des céréales et envoyer des échantillons pour l'analyse. Ensuite, abaisser la température des céréales restantes et aérer. Eviter d'utiliser des céréales contaminées pour la production d'aliments destinés à la consommation humaine ou animale.
29. Utiliser de bonnes méthodes d'entretien afin de réduire au minimum la présence d'insectes et la formation de moisissures dans les entrepôts. On

utilisera notamment des insecticides et des fongicides agréés appropriés ou d'autres méthodes adaptées. On prendra bien soin de choisir des produits chimiques qui n'influeront pas sur les céréales ni les endommageront, en tenant compte de l'utilisation finale prévue des céréales, et de les utiliser dans les quantités prescrites.

30. L'utilisation d'un agent de conservation agréé et approprié (par exemple des acides organiques tels que l'acide propionique) peut s'avérer utile dans la mesure où ces acides suppriment efficacement les moisissures et préviennent l'apparition de mycotoxines dans les céréales destinées uniquement à l'alimentation animale. Les sels des acides sont habituellement plus efficaces pour l'entreposage à long terme. Il faudra faire preuve de prudence car ces composés peuvent agir négativement sur le goût et l'odeur des céréales.
31. Documenter les méthodes de récolte et d'entreposage appliquées chaque saison en prenant note des mesures (par exemple température, teneur en eau et humidité) et de tout déroutement ou changement par rapport aux pratiques traditionnelles. Ces informations pourraient être très utiles pour expliquer la (les) cause(s) de la formation de moisissures et de mycotoxines durant une campagne particulière et permettraient d'éviter de répéter les mêmes erreurs par la suite.

Transport depuis l'entreposage

32. Les conteneurs pour le transport devraient être secs et exempts de moisissures visibles, d'insectes et de toute matière contaminée. Selon les besoins, ils devraient être nettoyés et désinfectés avant et après l'emploi et être appropriés à la destination prévue. L'emploi de fumigants et d'herbicides pourrait être utile. Au moment du déchargement, il faudra vider le conteneur de tout son contenu et le nettoyer dans les règles.
33. On protégera les expéditions de céréales de tout surcroît d'humidité en utilisant des conteneurs couverts ou étanches ou des bâches. On évitera les fluctuations de température et les mesures qui pourraient provoquer une condensation à la surface des graines, ce qui pourrait conduire à la formation d'humidité localisée et favoriser l'apparition de moisissures et de mycotoxines.
34. Eviter la pénétration d'insectes, d'oiseaux et de rongeurs durant le transport en utilisant des conteneurs expressément conçus à cet effet et des traitements chimiques à action répulsive s'ils sont approuvés pour l'utilisation finale prévue des céréales.

II. UN SYSTÈME DE GESTION COMPLÉMENTAIRE À ENVISAGER À L'AVENIR

35. Le système de l'analyse des risques – Points critiques pour leur maîtrise (HACCP) est un système de gestion de la sécurité sanitaire des aliments qui sert à identifier et à maîtriser les risques durant la production et la transformation. Les principes généraux du système HACCP ont été décrits dans plusieurs documents.^{1,2}
36. Le principe HACCP est un système de gestion intégrée universel. Lorsqu'il est correctement mis en œuvre, ce système devrait déboucher sur une réduction du niveau des mycotoxines dans de nombreuses céréales. L'utilisation des principes HACCP comme système de gestion de la sécurité sanitaire des aliments présente de nombreux avantages par rapport à d'autres types de contrôle de la gestion dans certains secteurs de l'industrie alimentaire. Au niveau de l'exploitation, en particulier en champ, de nombreux facteurs qui influent sur la contamination des céréales par les mycotoxines sont liés à l'environnement, par exemple le temps et les insectes, et il est difficile, voire impossible de les maîtriser. En d'autres termes, les points critiques pour la maîtrise souvent n'existent pas en champ. Toutefois, après la récolte, on peut identifier ces points pour détecter les mycotoxines produites par les champignons durant l'entreposage. Par exemple, un point critique pour la maîtrise pourrait être au terme de l'opération de séchage et une limite critique pourrait être la teneur en eau/activité de l'eau.
37. Il est recommandé d'orienter les ressources de manière à ce qu'elles encouragent les Bonnes pratiques agricoles (BPA) avant la récolte et les bonnes pratiques de fabrication (BPF) durant la transformation et la distribution de divers produits. Un système HACCP devrait être fondé sur des BPA et BPF rationnelles.
38. Il est également recommandé de se reporter à l'Appendice du document Codex CAC/RCP 1-1969, Rév.4 (2003) "Système d'analyse des risques – Points critiques pour leur maîtrise (HACCP) et Directives concernant son application", avant d'envisager d'appliquer le système HACCP.

¹ FAO. 1995. Application des principes du système de l'analyse des risques – Points critiques pour leur maîtrise (HACCP) dans le contrôle des produits alimentaires. Étude FAO Alimentation et nutrition n° 58. Rome.

² ILSI, 1997. A simple guide to understanding and applying the hazard analysis critical control point concept, ILSI Europe Concise Monograph series. 2nd edition, ILSI Europe, Brussels.

39. Il faudrait également étudier le manuel HACCP pour le contrôle des mycotoxines publié récemment par la FAO/AIEA.³
40. A la troisième Conférence internationale sur les mycotoxines, qui a eu lieu en Tunisie en mars 1999, il a été recommandé en général d'incorporer dans les programmes de lutte intégrée contre les mycotoxines les principes HACCP pour la maîtrise des risques associés à la contamination par les mycotoxines des aliments destinés à la consommation humaine et animale.⁴ La mise en œuvre des principes HACCP minimisera la contamination par les mycotoxines moyennant l'application de mesures préventives autant que possible dans la production, la manutention, l'entreposage et la transformation de chaque culture céréalière.

³ FAO/AIEA Training and Reference Centre for Food and Pesticide Control, 2001. Manual on the Application of the HACCP System in Mycotoxin Prevention and Control. Etude FAO Alimentation et Nutrition No. 73, Rome

⁴ FAO. Prévenir la contamination par les mycotoxines. Alimentation, nutrition et agriculture No. 23, 1999. Division alimentation et nutrition, FAO, Rome.

APPENDICE 1

PRÉVENTION ET RÉDUCTION DE LA CONTAMINATION DES CÉRÉALES PAR LA ZÉARALÉNONE

MÉTHODES RECOMMANDÉES FONDÉES SUR LES BONNES PRATIQUES AGRICOLES (BPA) ET LES BONNES PRATIQUES DE FABRICATION (BPF)

1. Les bonnes pratiques agricoles comprennent des méthodes pour réduire l'infection par *Fusarium* et la contamination par la zéaralénone des céréales en champ et pendant les semis, la récolte, l'entreposage, le transport et la transformation.

Semis

2. Se reporter aux paragraphes 4 à 9 dans le Code d'usages général.

Avant le récolte

3. Se reporter aux paragraphes 10 à 15 dans le Code d'usages general.
4. Il faudra surveiller avant la récolte l'apparition de l'infection des épis de céréales par *Fusarium* durant la floraison, en procédant à un échantillonnage et en déterminant le degré d'infection par des méthodes microbiologiques standard. On déterminera également la teneur en mycotoxines dans des échantillons représentatifs prélevés avant la récolte. L'utilisation de la plante cultivée devrait être fondée sur la prévalence d'infection et la teneur en mycotoxines des grains.

Récolte

5. Se reporter aux paragraphes 16 à 21 du Code d'usages général.

Entreposage

6. Se reporter aux paragraphes 22 à 31 du Code d'usages général.

Transport depuis l'entreposage

7. Se reporter aux paragraphes 32 à 34 du Code d'usages général.

Transformation

8. Les petits grains ratatinés peuvent contenir plus de zéaralénone que les grains normaux sains. Le vannage des grains au moment de la récolte ou par la suite permettra d'éliminer les grains ratatinés.

**Système de gestion de la zéaralénone fondée sur le système d'analyse
des risques – points critiques pour leur maîtrise (HACCP)**

9. Se reporter aux paragraphes 35 à 40 du Code d'usages général.

APPENDICE 2

PRÉVENTION ET RÉDUCTION DE LA CONTAMINATION DES CÉRÉALES PAR LES FUMONISINES

MÉTHODES RECOMMANDÉES FONDÉES SUR LES BONNES PRATIQUES AGRICOLES (BPA) ET LES BONNES PRATIQUES DE FABRICATION (BPF)

1. Les bonnes pratiques agricoles comprennent des méthodes pour réduire l'infection par *Fusarium* et la contamination par les fumonisines des céréales pendant les semis, la récolte, l'entreposage, le transport et la transformation.

Semis

2. Se reporter aux paragraphes 4 à 9 du Code d'usages général.

Avant le récolte

3. Se reporter aux paragraphes 10 à 15 du Code d'usages général.

Récolte

4. Se reporter aux paragraphes 16 à 21 du Code d'usages général.
5. Il faudra prévoir avec discernement le moment de la récolte du maïs. Il a été démontré que le maïs qui s'est développé et a été récolté durant les mois chauds peut avoir une teneur en fumonisines beaucoup plus élevée que le maïs qui s'est développé et a été récolté durant les mois plus froids de l'année.

Entreposage

6. Se reporter aux paragraphes 22 à 31 du Code d'usages général.

Transport depuis l'entrepot

7. Se reporter aux paragraphes 32 à 34 du Code d'usages général.

Système de gestion des fumonisines fondée sur le système de l'analyse des risques – points critiques pour leur maîtrise (HACCP)

8. Se reporter aux paragraphes 35 à 40 du Code général concernant le système HACCP.

APPENDICE 3

PRÉVENTION ET RÉDUCTION DE LA CONTAMINATION DES CÉRÉALES PAR L'OCHRATOXINE A

MÉTHODES RECOMMANDÉES FONDÉES SUR LES BONNES PRATIQUES AGRICOLLES (BPA) ET LES BONNES PRATIQUES DE FABRICATION (BPF)

1. Les bonnes pratiques agricoles comprennent des méthodes pour réduire l'infection par les champignons et la contamination par l'ochratoxine A des céréales pendant la récolte, l'entreposage, le transport et la transformation.

Semis

2. Se reporter aux paragraphes 4 à 9 du Code d'usages général.

Avant la récolte

3. Se reporter aux paragraphes 10 à 15 du Code d'usages général.
4. Certains facteurs durant la période qui précède la récolte peuvent avoir une incidence sur les concentrations d'ochratoxine A dans les grains récoltés, notamment les dégâts dus au gel, la présence de champignons concurrents, des précipitations excessives et le stress dû à la sécheresse.

Récolte

5. Se reporter aux paragraphes 16 à 21 du projet de Code d'usages général.

Conservation

6. Il faudrait faire sécher les grains autant que faire se peut avant la récolte en fonction du milieu ambiant et de l'état des cultures. S'il est impossible de récolter les grains lorsque l'activité de l'eau est inférieure à 0,70, les faire sécher jusqu'à ce que leur teneur en eau corresponde à une activité de l'eau de moins de 0,70 (teneur en eau inférieure à 14% dans les petits grains) aussi rapidement que possible. Pour éviter la formation d'ochratoxine A, commencer le séchage immédiatement après la récolte et utiliser à cet effet de préférence de l'air chaud. Dans les régions tempérées, lorsqu'un entreposage intermédiaire ou tampon est nécessaire en raison de la faible capacité de séchage, s'assurer que la teneur en eau est inférieure à 16%, que la durée du stockage tampon est de moins de 10 jours et que la température est inférieure à 20 °C.

Entreposage

7. Se reporter aux paragraphes 22 à 31 du projet de Code d'usages général.

Transport

8. Se reporter aux paragraphes 32 à 34 du projet de Code d'usages général.

Système de gestion de l'ochratoxine a fondé sur le système de l'analyse des risques – points critiques pour leur maîtrise (HACCP)

9. Se reporter aux paragraphes 35 à 40 du Code d'usages général.

APPENDICE 4

PRÉVENTION ET RÉDUCTION DE LA CONTAMINATION DES CÉRÉALES PAR LES TRICHOTHÉCÈNES

MÉTHODES RECOMMANDÉES FONDÉES SUR LES BONNES PRATIQUES AGRICOLES (BPA) ET LES BONNES PRATIQUES DE FABRICATION (BPF)

1. Les bonnes pratiques agricoles comprennent des méthodes pour réduire l'infection par *Fusarium* et la contamination par les trichothécènes des céréales pendant les semis, la récolte, l'entreposage, le transport et la transformation.

Semis

2. Se reporter aux paragraphes 4 à 9 du Code d'usages général.

Avant la récolte

3. Se référer aux paragraphes 10 à 15 du Code d'usages général.
4. Il ne faut pas laisser les grains mûrs sur le champ pendant longtemps, en particulier par temps froid et humide. En général, les toxines T-2 et HT-2 ne sont pas présentes dans les grains au moment de la récolte, mais peuvent apparaître dans les grains endommagés par l'eau dans le champ ou dans les grains qui deviennent humides au moment de la récolte ou durant l'entreposage.
5. Se reporter au paragraphe 4 de l'appendice 1.
6. Les céréaliculteurs devraient maintenir des relations étroites avec les groupes de négociants en céréales locaux. Ces groupes devraient être d'importantes sources d'information et de conseils en ce qui concerne le choix de produits phytosanitaires, de cultivars et de souches appropriés qui prendront en compte ceux résistants à *Fusarium* et sont disponibles sur place.

Récolte

7. Se reporter aux paragraphes 16 à 21 du Code d'usages général.

Entreposage

8. Se reporter aux paragraphes 22 à 31 du Code d'usages général.

9. Il faudra tenir compte du fait que les grains de céréales peuvent être contaminés par plus d'une mycotoxine de trichothécènes et leurs dérivés; des méthodes de triage simples et rapides devraient donc être disponibles pour l'analyse de plusieurs trichothécènes. La zéaralénone, qui n'est pas un trichothécène, est occasionnellement présente dans des céréales contaminées par DON et d'autres trichothécènes.

Transport depuis l'entreposage

10. Se reporter aux paragraphes 32 à 34 du Code d'usages général.

Système de gestion des trichothécènes fondé sur le système de l'analyse des risques - points critiques pour leur maîtrise (HACCP)

11. Se reporter aux paragraphes 35 à 40 du Code d'usages général.

CODE D'USAGES POUR LA RÉDUCTION EN AFLATOXINE B₁ DANS LES MATIÈRES PREMIÈRES ET LES ALIMENTS D'APPOINT DESTINÉS AU BÉTAIL LAITIER

CAC/RCP 45-1997

1. HISTORIQUE

- 1.1 La contamination des aliments du bétail par l'aflatoxine B₁, souvent due à de mauvaises conditions d'entreposage, peut poser de très graves problèmes. Cette contamination peut également survenir avant la récolte et être aggravée par les conditions d'entreposage. De bonnes pratiques culturales, l'emploi de variétés de semences sélectionnées pour leur résistance aux moisissures infectant les semences et aux insectes ravageurs, ainsi que l'application de pesticides agréés appropriés constituent des mesures raisonnables de prévention pour lutter contre la contamination en plein champ. Toutefois, les conditions créées par l'environnement et/ou les pratiques agricoles traditionnelles peuvent mettre en échec ces mesures de prévention.
- 1.2 La réduction de la contamination par l'aflatoxine B₁ en plein champ et après la récolte devrait faire partie intégrante de la production d'aliments du bétail, notamment lorsqu'ils sont destinés à l'exportation, en raison des opérations supplémentaires de manutention et de transport requises pour acheminer le produit jusqu'à sa destination finale. Les moyens les plus efficaces pour prévenir l'infection par les moisissures et la production d'aflatoxine B₁ consistent à sécher et à entreposer correctement les aliments du bétail avant leur transport. Les problèmes créés par un excès d'humidité sont considérablement aggravés par de mauvaises techniques de manutention après récolte.
- 1.3 Les recherches effectuées sur le sort biologique de l'aflatoxine B₁ (AFB₁) chez les vaches en lactation ont démontré que les résidus se transmettent au lait sous la forme du métabolite M₁ (AFM₁). Bien que l'AFM₁ soit considéré comme moins cancérogène que l'AFB₁, d'au moins un ordre de grandeur, sa présence dans les produits laitiers devrait être maintenue aux plus faibles niveaux possibles. La quantité d'AFB₁ ingérée quotidiennement qui est transférée dans le lait se situe dans une fourchette de 0,17 à 3,3 pour cent.
- 1.4 Pour assurer le niveau le plus faible possible d'AFM₁ dans le lait, il faut surveiller les résidus d'AFB₁ dans la ration alimentaire quotidienne d'une vache en lactation.

- 1.5 Il n'existe pas à ce jour de traitement officiel de décontamination largement accepté pour réduire les niveaux d'aflatoxine B₁ dans les aliments du bétail contaminés. Le traitement à l'ammoniaque, qui semble être la méthode la plus pratique de décontamination des produits agricoles, est autorisé de façon restrictive à l'échelle régionale (État, pays) dans des conditions spécifiées (type de produit, quantité, animal). En outre, des recherches préliminaires donnent à penser que l'adjonction d'aluminosilicate de sodium calcium hydraté (agent antiagglomérant/liant) aux aliments du bétail contaminés par les aflatoxines peut avoir pour effet de réduire sensiblement les résidus d'AFM₁ dans le lait selon la concentration initiale d'AFB₁ dans l'aliment pour animal.

2. PRATIQUES RECOMMANDÉES

2.1 Production agricole

- 2.1.1 Préparer un lit de semences pour les nouvelles cultures en détruisant ou en enlevant les têtes ou fruits à semences (comme les épis de maïs, les arachides, etc.) des cultures susceptibles d'être infectées par l'aflatoxine.
- 2.1.2 Pratiquer si possible des analyses pédologiques afin de déterminer les besoins des sols en fertilisants et appliquer des engrais et d'autres éléments fertilisants, afin d'assurer un pH approprié des sols et une bonne nutrition des plantes de façon à éviter à ces dernières les stress, notamment pendant la période de développement des semences.
- 2.1.3 Utiliser, quand il en existe, des variétés de semences sélectionnées pour leur résistance aux moisissures et testées en plein champ pour leur résistance à *Aspergillus flavus*.
- 2.1.4 Dans la mesure du possible, procéder aux semis et à la récolte de façon à éviter les températures élevées et la sécheresse pendant la période correspondant au développement ou à la maturation des semences.
- 2.1.5 Réduire au minimum les dégâts causés par les insectes et par les infections fongiques, grâce à l'application d'insecticides et de fongicides agréés et à d'autres pratiques appropriées, dans le cadre d'un programme de lutte intégrée contre les ravageurs.
- 2.1.6 Utiliser de bonnes pratiques agronomiques, y compris des mesures visant à réduire le stress des plantes. On pourra notamment: éviter des plantations trop rapprochées en respectant lors des semis les espacements

recommandées pour telle espèce ou variété; conserver l'environnement exempt de mauvaises herbes en appliquant des herbicides agréés et grâce à d'autres pratiques culturales appropriées; éliminer les vecteurs fongiques au voisinage des cultures; pratiquer la rotation des cultures.

2.1.7 Éviter de provoquer des dégâts mécaniques aux cultures pendant le cycle de culture.

2.1.8 L'irrigation est un moyen commode de réduire le stress des plantes dans certaines situations. Si on pratique l'irrigation, s'assurer que l'eau est répartie de façon régulière et que chaque plante en reçoit une quantité suffisante.

2.2 Récolte

2.2.1 Procéder à la récolte lorsque les plantes sont parvenues à pleine maturité, à moins qu'en laissant les cultures parvenir à leur pleine maturité, on risque de leur faire subir des conditions extrêmes de chaleur, de précipitations ou de sécheresse.

2.2.2 Dans la mesure du possible, éviter de provoquer des dégâts mécaniques pendant la récolte.

2.2.3 Le cas échéant, faire sécher la récolte aussi rapidement que possible jusqu'à l'obtention d'une teneur en eau minimale.

2.2.4 Si la récolte s'effectue dans des conditions très humides, procéder immédiatement au séchage.

2.2.5 Éviter d'empiler ou d'entasser des produits récemment récoltés pendant plus de quelques heures avant le séchage ou le battage afin de diminuer les risques d'apparition de moisissures.

2.2.6 En cas de séchage en plein air, assurer une protection efficace contre la pluie.

2.3 Entreposage

2.3.1 Assurer une bonne hygiène des structures d'entreposage, des wagons, élévateurs et autres conteneurs, afin de s'assurer que les cultures entreposées ne seront pas contaminées. De bonnes conditions de stockage supposent des locaux secs, bien ventilés et abrités de la pluie, sans risque d'infiltration d'eau par le sol.

- 2.3.2 Pour les produits conditionnés en sacs, s'assurer que les sacs sont propres et secs et les poser sur des palettes ou intercaler une feuille étanche entre les sacs et le sol.
- 2.3.3 S'assurer que les récoltes entreposées sont exemptes de moisissures et d'insectes et ont été suffisamment séchées (idéalement, les cultures devraient être séchées jusqu'à l'obtention d'une teneur en eau équilibrée avec une humidité relative de 70 pour cent).
- 2.3.4 Prévenir les attaques par les insectes en appliquant des insecticides agréés.
- 2.3.5 Faire en sorte que les entrepôts soient exempts d'insectes et de moisissures grâce à un bon entretien ou à l'application de fumigants agréés.
- 2.3.6 Empêcher la pénétration des rongeurs et des oiseaux.
- 2.3.7 Entreposer à une température aussi basse que possible. Chaque fois que possible, aérer les produits entreposés en vrac en organisant une circulation continue de l'air dans le conteneur afin de maintenir une température et une humidité appropriées.
- 2.3.8 L'utilisation d'un agent de conservation autorisé, tel qu'un acide organique comme l'acide propionique, peut s'avérer utile dans la mesure où ces acides suppriment efficacement les moisissures et préviennent l'apparition des mycotoxines. Si l'on utilise des acides organiques, il est important que les quantités ajoutées soient suffisantes pour prévenir l'apparition de moisissures et soient compatibles avec l'utilisation finale des produits.

2.4 Transport

- 2.4.1 S'assurer que les conteneurs et les véhicules servant au transport sont exempts de moisissures, d'insectes et de tous matériaux contaminés en procédant à un nettoyage consciencieux avant usage ou entre deux usages. Une désinfestation périodique à l'aide de fumigants ou d'autres pesticides agréés peut s'avérer utile.
- 2.4.2 Protéger les livraisons de l'humidité par des moyens appropriés, notamment conteneurs étanches, bâches, etc. On veillera, lorsqu'on utilise des bâches, à éviter que les produits ne transpirent, ce qui pourrait entraîner la formation d'humidité localisée et un effet d'échauffement, qui sont les conditions essentielles de l'apparition des moisissures.

2.4.3 Éviter la pénétration d'insectes et de rongeurs pendant le transport en utilisant des conteneurs expressément conçus à cet effet ou en appliquant des traitements chimiques à action répulsive contre les insectes et les rongeurs.

2.5 Production d'aliments pour animaux et procédures à suivre pour les aliments du bétail contaminés par l'AFB₁

2.5.1 S'assurer que le matériel industriel est conservé propre, exempt de poussières et de dépôts d'aliments.

2.5.2 Utiliser un programme approprié d'échantillonnage et d'analyse afin de détecter la présence éventuelle d'AFB₁ dans les livraisons importées ou destinées à l'exportation. Comme les concentrations d'AFB₁ dans les livraisons peuvent être extrêmement hétérogènes, se reporter aux recommandations de la FAO pour les plans d'échantillonnage. Modifier la fréquence de l'échantillonnage et des analyses en fonction des conditions propices à la formation d'aflatoxine B₁, de la source régionale du produit et de l'expérience acquise pendant la saison en cours.

2.5.3 En cas de détection d'aflatoxine B₁, envisager une ou plusieurs des options ci-après. Dans tous les cas, s'assurer que la teneur en aflatoxine B₁ de l'aliment fini est adaptée à l'utilisation prévue (c'est-à-dire à la maturité et à l'espèce de l'animal ainsi alimenté) et conforme aux codes et directives nationaux ou aux conseils de vétérinaires qualifiés.

2.5.3.1 Envisager de limiter les aliments contaminés par l'AFB₁ à un pourcentage de la ration quotidienne, de manière que la quantité d'AFB₁ ingérée chaque jour n'entraîne pas de résidus importants d'AFM₁ dans le lait.

2.5.3.2 S'il n'est pas possible de limiter la quantité d'aliments contaminés ingérés, administrer les aliments fortement contaminés aux seuls animaux qui ne sont pas en période de lactation.

CODE D'USAGES POUR LA PRÉVENTION ET LA RÉDUCTION DE LA CONTAMINATION DES FRUITS À COQUE PAR LES AFLATOXINES

CAC/RCP 59-2005

INTRODUCTION

1. L'élaboration et l'acceptation par le Codex d'un Code d'usages pour les fruits à coque permettront de disposer de directives uniformisées dont les pays pourront tenir compte dans leurs efforts pour contrôler et gérer la contamination de ces fruits par diverses mycotoxines, notamment les aflatoxines. Afin que ce Code d'usages soit utile, les producteurs et transformateurs de chaque pays devront examiner les principes généraux qui y sont énoncés, en tenant compte des pratiques agricoles et extractivistes¹ associées à la production de fruits à coque dans leur région, avant de tenter d'en appliquer les dispositions. Il est important que les producteurs et les extractivistes comprennent que les bonnes pratiques agricoles (BPA) représentent la première ligne de défense contre la contamination des fruits à coque par les aflatoxines, suivie par la mise en oeuvre de bonnes pratiques de fabrication (BPF), de bonnes pratiques extractivistes et de bonnes pratiques d'entreposage lors de la manutention, de la transformation, de l'entreposage et de la distribution des fruits à coque destinés à la consommation humaine. Seul un contrôle effectif à tous les stades, de la production à la transformation, peut garantir une qualité supérieure pour le produit final. Il est toutefois impossible à l'heure actuelle d'éliminer totalement les produits contaminés par des mycotoxines, y compris les fruits à coque.
2. Le présent Code d'usages s'applique à toutes les variétés de fruits à coque d'importance commerciale et internationale, y compris les amandes (*Prunus amygdalus*), les noix du Brésil (*Bertholletia excelsa*), les anacardes (*Anacardium occidentale*), les noisettes (*Corylus* spp.), les noix de Macadamia (*Macadamia* spp.), les noix de pécan (*Carya* spp.), les pignons (*Pinus* spp.), les châtaignes (*Castanea* spp.), les pistaches (*Pistacia* spp.) et les noix (*Juglans* spp.). Il énonce des principes généraux pour la réduction des aflatoxines dans les fruits à coque qui devraient être sanctionnés par les autorités nationales. Ces dernières devraient apprendre aux producteurs, aux extractivistes, aux transporteurs, aux responsables d'entrepôt et autres opérateurs de la chaîne de production, à

¹ Extractivisme (noix du Brésil): processus de collecte et, principalement, de manipulation des noix du Brésil dans la forêt amazonienne, où les bertholléties (arbres produisant les noix du Brésil) poussent dans leur environnement naturel.

tenir compte des mesures pratiques et des facteurs environnementaux qui favorisent l'infection et la prolifération dans les fruits à coque de champignons responsables de la production d'aflatoxines dans les vergers et dans les forêts (zones d'extractivisme). Il convient de mettre l'accent sur le fait que les stratégies à suivre, aussi bien au moment de la plantation qu'avant et après la récolte, pour un type de fruit à coque spécifique, dépendent des conditions climatiques de l'année et des pratiques traditionnelles de production, de récolte et de transformation suivies dans le pays ou dans la région. En ce qui concerne les noix du Brésil, les conditions spécifiques des activités extractivistes doivent être prises en compte. Les autorités nationales devraient également soutenir la recherche portant sur des méthodes et des techniques propres à empêcher la contamination fongique dans les vergers et en forêt et au stade de la récolte, de la transformation et de l'entreposage des fruits à coque. La connaissance de l'écologie d'*Aspergillus flavus/parasiticus* en relation avec les fruits à coque en constitue un élément essentiel.

3. Les champignons *Aspergillus* sont des moisissures hyalines opportunistes à prolifération rapide, généralement présentes dans le sol et dans les matières en décomposition. Leurs colonies sont d'ordinaire de couleur jaune, vert-jaune, brune ou verte; d'aspect granuleux, velouté ou duveteux; et présentent un bord périphérique blanc et un contour net.
4. Les espèces *Aspergillus* productrices d'aflatoxines, et donc cause de contamination des aliments par les aflatoxines, sont ubiquistes dans les régions du monde au climat chaud et humide. *Aspergillus flavus/A. parasiticus* ne peuvent se développer ni produire d'aflatoxines lorsque l'activité de l'eau est inférieure à 0,70, l'humidité relative inférieure à 70 pour cent et la température inférieure à 10 °C. Dans des conditions de stress, par exemple en cas de sécheresse ou d'infestation d'insectes, la contamination par les aflatoxines est susceptible d'être élevée. Des conditions d'entreposage inappropriées peuvent également entraîner une contamination en aflatoxines après la récolte. En règle générale, des conditions chaudes et humides favorisent la prolifération de moisissures sur les aliments entreposés et des niveaux élevés d'aflatoxines.
5. Les procédures mises en œuvre en vue de réduire ou d'empêcher la production d'aflatoxines sont notamment les suivantes: 1) utiliser dans la mesure du possible des variétés résistantes, 2) réduire autant que possible la présence d'insectes et autres ravageurs dans les vergers pendant la période de croissance, 3) réduire autant que possible les dommages physiques aux fruits pendant la récolte et le transport et 4) veiller à ce que les fruits soient convenablement

nettoyés, séchés et étiquetés au moment de leur stockage dans une installation équipée de systèmes de contrôle de la température et de l'humidité.

1. CHAMP D'APPLICATION

6. Le présent document est destiné à donner des indications à toutes les personnes intervenant dans la production de fruits à coque faisant l'objet d'un commerce international pour la consommation humaine. Tous les fruits à coque devraient être préparés et manipulés conformément aux principes généraux et usages en matière d'hygiène qui sont exposés dans les sections pertinentes du Code d'usages en matière d'hygiène pour les fruits à coque², et du Principes généraux d'hygiène alimentaire³, applicable à tous les aliments destinés à la consommation humaine. Ces codes d'usages énoncent les mesures qui devraient être appliquées par toutes les personnes chargées de garantir que les aliments sont sans danger et propres à la consommation humaine.

2. MÉTHODES RECOMMANDÉES FONDÉES SUR LES BONNES PRATIQUES AGRICOLES (BPA), LES BONNES PRATIQUES DE FABRICATION (BPF) ET LES BONNES PRATIQUES D'ENTREPOSAGE (BPE)

2.1 Critères régissant la sélection de l'emplacement des vergers ou des sites de récolte

7. Les producteurs devraient obtenir des renseignements de caractère général concernant l'emplacement potentiel du verger afin de déterminer: 1) si la composition du sol convient effectivement à la variété d'arbre envisagée, 2) si le drainage des eaux souterraines est adéquat, 3) s'il existe des facteurs environnementaux inhérents au site (tels que contaminants et polluants apportés par le vent, le sol et la poussière) qui pourraient avoir une incidence négative sur la sécurité sanitaire des aliments destinés à la consommation humaine et 4) s'il existe une source d'eau propre à l'irrigation et à d'autres fins.
8. Les champs avoisinants ne devraient pas être utilisés pour la culture de plantes dont il est prouvé qu'elles sont facilement infectées par *A. flavus/parasiticus* (par exemple, le maïs) et constituant de ce fait une source d'infection (spores disséminées par le vent, les insectes, etc.). Il conviendra également d'éviter les plantes porteuses d'insectes attaquant les amandes des fruits, et donc susceptibles de jouer le rôle de vecteur dans le processus d'infection.

² Code d'usages en matière d'hygiène pour les fruits à coque, CAC/RCP 6-1972.

³ Principes généraux d'hygiène alimentaire, CAC/RCP 1-1969.

9. Si les fruits à coque sont produits près de champs cultivés, le cueilleur devrait s'assurer de l'absence de facteurs environnementaux inhérents à ce site (tels que contaminants et polluants apportés par le vent, le sol et la poussière) qui pourraient avoir une incidence sur la sécurité sanitaire des fruits à coque.

2.2 Plantation

10. Lors de la définition de la structure d'un verger, des informations concernant l'espacement des plants pourront être demandées aux sélectionneurs des plantes ou au personnel agricole. Un espacement adéquat doit pouvoir assurer à la fois le passage des camions et du matériel de pulvérisation et la ventilation du verger, afin de limiter la prolifération des champignons.
11. Lorsque cela est possible, le terrain devrait être préparé avant la plantation, en détruisant ou enlevant tous les débris qui pourraient avoir servi ou seraient susceptibles de servir de substrats pour le développement de champignons producteurs de mycotoxines. S'il s'agit de zones vulnérables à l'érosion, des pratiques de labourage zéro peuvent être nécessaires pour la conservation des sols.
12. Avant de planter, les producteurs devraient consulter les services responsables de la sélection des plantes ou les pépiniéristes pour vérifier la disponibilité d'espèces résistantes aux différents facteurs (comme le gel, les maladies microbiennes et fongiques) pouvant avoir une incidence sur la sécurité sanitaire et la qualité des fruits à coque produits dans le verger.
13. Les producteurs devraient connaître les Bonnes pratiques agricoles concernant l'emploi d'engrais formulés, de fumier et autres biosolides pouvant servir à améliorer l'état nutritionnel du sol, sans pour autant accroître les risques d'origine microbienne ou fongique dans le verger.
14. Les producteurs devraient consulter les responsables au niveau local ou national, afin de déterminer quels insectes et autres ravageurs courants dans leur région peuvent attaquer les arbres en les exposant aux infections fongiques susceptibles de produire des aflatoxines.
15. Les producteurs devraient prendre les précautions voulues, afin que les déchets d'origine humaine ou animale soient éliminés de manière à ne pas constituer un danger pour la santé ou l'hygiène publique, et être extrêmement attentifs à protéger les produits de toute contamination par ces déchets.

2.3 Avant la récolte

16. Durant les périodes de végétation, les voies d'accès proches des vergers devraient être régulièrement arrosées ou mazoutées, afin de réduire le plus possible la prolifération d'acariens due à un milieu poussiéreux. Les pratiques culturales susceptibles de disséminer *Aspergillus flavus*/*A. parasiticus* et autres spores fongiques présentes dans le sol jusqu'aux parties aériennes des arbres devraient être évitées à proximité du verger.
17. Les pesticides dont l'application aux fruits à coque est autorisée, y compris les insecticides, les fongicides, les herbicides, les acaricides et les nématocides, devraient être utilisés pour réduire autant que possible les dégâts causés par les insectes, les infections fongiques et autres ravageurs dans le verger et dans les zones avoisinantes. Des registres précis de toutes les applications de pesticides devraient être tenus.
18. Des systèmes d'irrigation devraient être mis en place pour réduire autant que possible les conditions de stress des arbres dans les régions où les températures sont élevées et les précipitations très faibles pendant la période de végétation, mais il convient d'éviter tout contact de l'eau d'irrigation avec les fruits et le feuillage.
19. L'eau utilisée pour l'irrigation et à d'autres fins (par exemple pour la préparation de pulvérisations de pesticides) devrait être de qualité propre à l'usage prévu, conformément à la législation de chaque pays.
20. Le matériel et l'équipement prévus pour la récolte, l'entreposage et le transport ne devraient pas constituer de risques pour la santé. Avant la récolte, il convient de les inspecter pour vérifier leur propreté et leur bon état de marche, afin d'éviter la contamination des fruits à coque par le sol et d'autres risques potentiels.
21. Les associations commerciales, ainsi que les autorités locales et nationales, devraient informer les producteurs des risques associés à la contamination des fruits à coque par les aflatoxines et des méthodes de récolte sûres permettant de réduire le risque de contamination par les champignons, les microbes et les ravageurs.
22. Les personnes qui participeront à la récolte des fruits à coque devraient avoir reçu une formation concernant l'hygiène personnelle et les pratiques sanitaires à mettre en oeuvre dans les installations de transformation tout au long de la période de récolte.

2.4 Récolte

23. La récolte des fruits à coque devrait commencer le plus rapidement possible après la maturation, afin de limiter le plus possible les maladies causées par des attaques fongiques et des infestations d'insectes. Certaines variétés de fruits à coque sont contaminées sur l'arbre par les aflatoxines du fait de l'infestation par les insectes et de l'ouverture de l'écaille; une récolte précoce diminue donc le risque de contamination, l'enveloppe extérieure ayant ainsi plus de chance de rester intacte pour protéger la coque sous-jacente des insectes et des spores fongiques. Le terrain sous les arbres devrait être débarrassé de tous débris ou matières en décomposition dans lequel *A. flavus* ou *A. parasiticus* pourraient se nicher.
24. Les fruits à coque, récoltés par secouage des arbres, devraient en principe être recueillis à l'aide de ramasseuses mécaniques munies de collecteurs, ou bien dans une sorte de drap ou de bâche de protection afin d'éviter qu'ils ne tombent sur le sol. Dans les régions où certaines variétés de fruits à coque sont généralement récoltées en secouant l'arbre ou en laissant les fruits mûrs tomber d'eux-mêmes au sol pour ensuite les ramasser mécaniquement ou à la main, le verger ne devrait pas être utilisé pour y faire paître ou y garder du bétail ou autres animaux. Si le terrain a été destiné à cet usage, il devrait être travaillé immédiatement avant la récolte (passage à la herse à disques ou au cultivateur rotatif, retournement du sol d'une manière quelconque ou autres méthodes), afin de réduire les risques de contamination fécale des fruits à coque. En outre, des procédures devraient être mises en place pour assurer leur ramassage le plus rapidement possible afin de réduire l'exposition aux spores de *Aspergillus flavus*/*A. parasiticus* qui peuvent être plus denses dans l'air près du sol et associées aux débris végétaux.
25. Une fois récoltés, les fruits à coque devraient être triés pour éliminer les noix endommagées, pourries, vides et rances et toute matière étrangère, puis transportés dans les plus brefs délais jusqu'à une installation de transformation (pour décorticage immédiat) dans des conteneurs (camions, transporteurs, etc.) propres, secs, protégés contre l'humidité et exempts d'insectes et de moisissures apparentes. Les fortes humidités qui favorisent la prolifération de moisissures et le développement de mycotoxines devraient être évitées dans toute la mesure du possible. Le matériel utilisé pour le transport devrait être d'un matériau et d'une conception qui permettent un nettoyage approfondi et un parfait entretien pour ne pas constituer une source de contamination pour les fruits à coque. Si les fruits ne peuvent être transférés immédiatement dans une installation de transformation, il convient de les stocker temporairement

de façon à les tenir au sec et à l'abri de la pluie, des insectes, des rongeurs, des oiseaux et du drainage des eaux souterraines.

2.5 Après la récolte

26. Les fruits à coque restant sur les arbres après la récolte devraient être éliminés pendant les mois d'hiver, afin de diminuer les colonies hivernantes de diverses populations d'insectes.
27. Les arbres devraient être taillés et, le cas échéant, traités avec des pesticides appropriés avant chaque période de végétation.
28. Le sol du verger ou de la forêt devrait être débarrassé des détritits et débris provenant des opérations de récolte, afin de réduire la colonisation de champignons *Aspergillus* dans le verger ou dans la forêt.
29. Les conteneurs, l'équipement et le matériel utilisés lors des opérations de récolte devraient être nettoyés et rangés dans un emplacement propre, afin de limiter autant que possible toute contamination fortuite par des champignons, produits chimiques, engrais ou substances toxiques.
30. Les procédures de récolte et d'entreposage appliquées chaque année devraient être notées et accompagnées de mesures (température, teneur en eau, humidité ambiante, etc.), avec indication de tout écart ou variation par rapport aux pratiques habituelles. Ces renseignements peuvent être utiles pour expliquer les causes de la formation de moisissures et de mycotoxines au cours d'une campagne agricole donnée et permettre ainsi d'éviter de répéter les mêmes erreurs par la suite.

2.6 Transformation

31. À tous les stades de la transformation des fruits à coque, le personnel intervenant devrait maintenir un niveau de propreté corporelle élevé, porter des vêtements de protection appropriés et avoir reçu une formation concernant l'hygiène alimentaire et les procédures générales d'assainissement, adaptée aux opérations dont il est chargé au sein de l'installation de transformation. Un système devrait être mis en place afin de garantir que l'ensemble du personnel est informé de toutes les précautions nécessaires pour réduire le risque de contamination par les aflatoxines au cours des opérations de transformation.
32. Les zones de réception et d'entreposage des matières premières devraient être matériellement séparées de celles où se déroulent la préparation et le

conditionnement du produit final, de façon à éviter toute contamination du produit fini. Le décorticage des fruits à coque devrait avoir lieu dans un lieu séparé par des cloisons de la principale zone de transformation du site. Il faudrait veiller à ne pas introduire d'air chargé de poussières dans d'autres secteurs de l'installation par le biais d'un système d'aération ou d'autres ouvertures.

33. Les transformateurs devraient établir des procédures de contrôle de qualité, de traçabilité/de traçage des produits et de sécurité sanitaire satisfaisantes à toutes les étapes du processus de transformation, afin d'éviter une contamination croisée par les aflatoxines entre les différents lots de fruits à coque lors de la transformation.
34. Le décorticage des fruits à coque devrait commencer le plus rapidement possible après la récolte. Si un bref délai d'attente est prévu, les fruits à coque devraient être entreposés dans des conditions assurant leur protection contre les insectes, les acariens, la vermine, les animaux domestiques, les champignons, les produits chimiques ou les contaminants microbiologiques, les débris et la poussière. Si l'on prévoit un temps d'attente plus long, les fruits en coque devraient être conservés en milieu conditionné, afin d'empêcher la production d'aflatoxines. Le cas échéant, des fumigations appropriées pourraient être effectuées pour lutter contre les insectes.
35. Les fruits décortiqués devraient être séchés le plus rapidement possible; le taux de séchage et l'intensité thermique devraient être déterminés en fonction de l'utilisation prévue du ou des produits finis. La teneur en eau des fruits à coque devrait être ramenée, par le séchage, à un niveau considéré comme sûr qui correspond à une activité de l'eau (A_w) inférieure à 0,70 à 25 °C. *Aspergillus flavus*/*A. parasiticus* ne peuvent se développer ni produire d'aflatoxines lorsque l'activité de l'eau est inférieure à 0,70. Le risque de contamination augmente lorsque les noix décortiquées sèchent au soleil du fait de la formation de moisissures et/ou des dégâts causés par les ravageurs.
36. La teneur en eau devrait être contrôlée après le séchage, par prélèvement d'échantillons aussi représentatifs que possible du lot. Il faudra veiller à ce que le matériel requis pour mesurer la teneur en eau soit étalonné.
37. Des séchoirs mécaniques devraient être disponibles et utilisés pour réduire les risques de propagation de la contamination par les aflatoxines dans les régions où l'on fait généralement usage de la vapeur ou de solutions aqueuses pour faciliter le décorticage et la séparation des fruits défectueux;

l'eau utilisée devrait être de qualité propre à l'usage prévu et ne devrait jamais être recyclée.

38. Le personnel et le matériel utilisés dans les zones de décortilage, de sélection, de préparation, de séchage et d'entreposage d'une installation de transformation ne devraient pas pénétrer dans les autres secteurs du site, de façon à réduire les risques de contamination. Les déchets devraient être fréquemment évacués des zones de travail durant les opérations; à cet effet, il convient de prévoir des réceptacles adéquats pour les déchets.
39. Différentes techniques de triage visuelles (manuelles) ou électroniques devraient être employées pour éliminer les matières étrangères et les fruits présentant des défauts. Les fruits à coque ne devraient pas être destinés à la transformation s'ils ne sont pas manifestement exempts de toute contamination fécale, infestations, décomposition et autres défauts. Des précautions particulières doivent être prises pour rejeter les fruits endommagés par les insectes ou ouverts précocement, car ils présentent un risque élevé de contamination par les aflatoxines.
40. En ce qui concerne les variétés de fruits à coque qui font normalement l'objet d'un traitement préliminaire en milieu humide (vapeur ou eau de qualité potable) pour éviter de briser les amandes lors du décortilage, la teneur en eau devrait être ramenée immédiatement après cette opération à un niveau qui ne favorise pas la prolifération des champignons en faisant circuler rapidement de l'air sec parmi les noix décortiquées.
41. Les produits finis (à l'état brut, décortiqués ou en coque, en vrac ou prêts à la consommation) devraient avoir une teneur en eau appropriée et être conditionnés de façon à pouvoir conserver leur qualité dans des conditions normales de transport et d'entreposage sans détérioration importante du fait de la décomposition, de la moisissure ou de transformations enzymatiques.
42. Il est souhaitable que chaque site de production ait accès à des installations de contrôle de la qualité. L'étendue et la nature de ces vérifications varient selon les différents produits et en fonction des besoins de la direction. Certaines procédures de dépistage ou d'analyse devraient être utilisées pour déterminer la concentration en aflatoxines et la teneur préférable en eau avant que les produits ne sortent de l'installation.

2.7 Transport des fruits transformés vers leur lieu de stockage

43. Les conteneurs utilisés pour le transport devraient être propres, secs et exempts de moisissures visibles, d'insectes et de toute matière contaminée. Ils devraient être solides et pouvoir faire l'objet d'une mauvaise manipulation sans pour autant se casser ou se perforer, et être hermétiquement fermés pour éviter l'introduction de poussières, de spores fongiques, d'insectes ou de toute matière étrangère.
44. Les fruits à coque devraient être transférés le plus rapidement possible des conteneurs de transport à l'installation d'entreposage. Si des lots ou des sous-lots différents sont transportés conjointement, ils doivent être séparés physiquement de façon à rester identifiables individuellement. Les lots doivent être marqués de manière indélébile par un numéro d'identification permettant de remonter jusqu'aux documents d'accompagnement (le numéro d'identification du lot doit correspondre au numéro d'identification mentionné sur les documents d'accompagnement).

2.8 Entreposage

45. L'entreposage devrait être effectué dans des locaux propres et secs (si possible avec une humidité relative inférieure à 70 pour cent) et bien ventilés, qui assurent une protection contre la pluie, les rongeurs et les oiseaux, le drainage des eaux souterraines, et des fluctuations de température et d'humidité minimales. Si possible, la température devrait être maintenue entre 0 °C et 10 °C, afin de limiter au maximum la prolifération de champignons pendant l'entreposage.
46. De bonnes pratiques d'entreposage devraient être adoptées afin de réduire autant que possible les concentrations d'insectes et de champignons dans les installations de stockage. Il peut notamment s'agir d'utiliser des insecticides et des fongicides homologués ou d'autres méthodes appropriées. Les fruits à coque emballés dans des sacs devraient être placés sur des palettes installées de façon à permettre une bonne ventilation.
47. L'activité de l'eau, qui varie selon la teneur en eau et la température, devrait être soigneusement contrôlée durant l'entreposage. *Aspergillus flavus*/A. *parasiticus* ne peuvent se développer ni produire d'aflatoxines lorsque celle-ci est inférieure à 0,7.
48. Il convient d'envisager la fumigation des fruits à coque destinés à l'exportation au moment de leur sortie de l'entrepôt, afin d'éliminer les

ravageurs qui pourraient avoir fait leur apparition pendant le stockage et pour empêcher une infestation pendant l'expédition.

3. CONDITIONS PARTICULIÈRES POUR CERTAINES ESPÈCES DE FRUITS À COQUE

3.1 Pistaches

49. Les pistaches sont exposées aux spores fongiques en suspension dans l'atmosphère aussi bien sur le terrain que pendant la récolte ou au cours de la transformation. Lorsque les fruits sont encore sur l'arbre, il arrive que l'enveloppe externe se fende lorsque l'écaille s'ouvre (éclatement précoce) et qu'elle soit endommagée par le vent, les insectes ou autres ravageurs. Si l'écaille est attaquée par des insectes ou autres ravageurs, il est alors possible que des spores d'*Aspergillus* atteignent l'amande interne et y prolifèrent, produisant des aflatoxines.

50. Pendant la période de végétation, les producteurs devraient irriguer les cultures avec soin et au moment voulu, pour limiter l'ouverture précoce de l'enveloppe externe et réduire ainsi les risques de contamination par les aflatoxines. Les pistaches mûres devraient être récoltées rapidement de façon à réduire les possibilités de contamination puisque l'enveloppe externe aura ainsi de plus grandes chances de rester intacte. Les pistaches devraient être livrées directement au site de production pour le décorticage et le séchage dans les 24 heures suivant la récolte, pour éviter la coloration de l'écaille.

3.2 Noix du Brésil

51. Les mesures relatives à la prévention et à la réduction de la contamination des noix du Brésil par les aflatoxines sont jointes au présent Code d'usages sous forme d'annexe distincte, étant donné les conditions particulières liées à la cueillette et à la transformation de ce type de noix.

4. UN SYSTÈME DE GESTION COMPLÉMENTAIRE À ENVISAGER

52. L'Analyse des risques – points critiques pour leur maîtrise (HACCP) est un système de gestion de la sécurité sanitaire des aliments qui permet d'identifier et de maîtriser les risques au niveau de la production et de la transformation. Les principes généraux du système HACCP ont déjà été définis dans d'autres documents.^{4,5}

⁴ FAO. 1995. Application des principes du Système de l'analyse des risques – Points critiques pour leur maîtrise (HACCP) dans le contrôle des produits alimentaires. FAO Alimentation et Nutrition N° 58, Rome.

⁵ ILSI, 1997. A simple guide to understanding and applying the hazard analysis critical control point concept, ILSI Europe Concise Monograph Series, 2nd edition, ILSI Europe, Bruxelles.

53. Le HACCP est un système de gestion intégré et global. S'il est appliqué correctement dans l'industrie des fruits à coque, ce système devrait permettre de réduire les concentrations d'aflatoxines observées dans ces fruits. Le système HACCP utilisé comme moyen de gestion de la sécurité sanitaire des aliments présente de nombreux avantages par rapport à d'autres systèmes de contrôle employés dans certains secteurs de l'industrie alimentaire. Dans les vergers, bon nombre des facteurs qui ont une incidence sur la contamination des fruits à coque par les aflatoxines sont liés à l'environnement, comme les conditions climatiques et les insectes, et sont difficiles, voire impossibles à maîtriser. Après la récolte, des points critiques pour la maîtrise peuvent être déterminés pour les aflatoxines produites par les champignons durant le stockage. Par exemple, un point critique pourrait se situer à la fin du processus de séchage et une limite critique serait la teneur en eau ou l'activité de l'eau.
54. Les bonnes pratiques agricoles (BPA), les bonnes pratiques de fabrication (BPF) et les bonnes pratiques d'entreposage (BPE) sont autant de programmes à mettre en place avant d'essayer d'établir et d'appliquer un système HACCP. Un manuel sur l'application du système HACCP pour la prévention et le contrôle des mycotoxines, comprenant un plan mis au point pour lutter contre les aflatoxines dans les pistaches en Asie du Sud-Ouest⁶, a été récemment publié. Il est recommandé aux producteurs, aux transformateurs de fruits à coque et autres intervenants du secteur d'examiner ce plan, dont les concepts devraient pouvoir s'appliquer à tous les fruits à coque.
55. Lors de la troisième Conférence internationale sur les mycotoxines, qui s'est tenue en Tunisie en mars 1999, l'une des recommandations générales a été que les programmes intégrés de contrôle des mycotoxines devraient incorporer les principes HACCP dans le contrôle des risques associés à la contamination par les mycotoxines des produits destinés à l'alimentation humaine et animale⁷. L'application de ces principes permettra de limiter au maximum la contamination par les aflatoxines, grâce à la mise en oeuvre de contrôles préventifs, dans la mesure du possible, au stade de la production, de la manipulation, de l'entreposage et de la transformation de chaque récolte de fruits à coque. Tous les pays n'ayant pas les compétences techniques ni l'expérience nécessaires pour mettre en place des systèmes efficaces de gestion

⁶ FAO/IAEA training and reference center for food and pesticide control, 2002. Manuel sur l'application du Système de l'analyse des risques – Points critiques pour leur maîtrise (HACCP) pour la prévention et le contrôle des mycotoxines, FAO Alimentation et Nutrition N° 73, Rome.

⁷ FAO. Prévention des mycotoxines et décontamination. Alimentation, Nutrition et Agriculture N°. 23, 1999. Division de l'alimentation et de la nutrition, FAO, Rome.

intégrée des mycotoxines, l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) a accordé un degré de priorité élevé à la mise à disposition, aux pays en développement, de spécialistes de la formation chargés de l'approche HACCP et de son application.

ANNEXE

MESURES SUPPLÉMENTAIRES RELATIVES À LA PRÉVENTION ET À LA RÉDUCTION DE LA CONTAMINATION DES NOIX DU BRÉSIL PAR LES AFLATOXINES

INTRODUCTION

1. L'élaboration et l'acceptation d'une annexe au code d'usages pour la prévention et la réduction de la contamination des fruits à coque par les aflatoxines permettront de disposer de directives uniformisées dont les pays producteurs pourront tenir compte dans leurs efforts pour maîtriser et gérer la contamination par les aflatoxines des noix du Brésil. Afin que ces mesures soient effectives, il sera nécessaire pour les ramasseurs, les agents de transformation, et les autres membres de la production d'appliquer les principes généraux établis par le Codex, tout en prenant en compte le fait que la noix du Brésil (*Bertholletia excelsa*) n'est pas cultivée. Cette espèce existe partout dans la région amazonienne, toutefois les concentrations les plus larges d'arbres se trouvent en Amazonie brésilienne.
2. Cette annexe s'applique uniquement aux noix du Brésil, étant donné les conditions très spécifiques rattachées à leur récolte et leur transformation.

USAGES RECOMMANDÉS REPOSANT SUR DE BONNES PRATIQUES EXTRACTIVISTES (BPE)

Avant-récolte

3. Les extractivistes devraient nettoyer le terrain sous les arbres à coque du Brésil, en éliminant les débris de cosques et de noix de la récolte antérieure. Les cosques substantielles de la saison de récolte antérieure ne devraient jamais être mélangées avec les cosques de la saison de récolte en cours étant donné qu'elles représentent une source potentielle de contamination par l'*Aspergillus*.

Récolte

4. La récolte devrait avoir lieu continuellement dès que les cosques sont tombées des arbres. Un certain retard dans la récolte est escompté car durant la saison de récolte les cosques restantes peuvent tomber, constituant un risque pour les vies des ramasseurs.

5. Les cosses devraient être triées, afin de retirer celles qui sont abîmées, et constituées en piles, en couches fines, pour une période courte (de préférence moins de cinq jours).

Pré-récolte

6. Les cosses devraient être ouvertes le plus rapidement possible après la récolte, et les noix ôtées et séparées des cosses et placées sur un sol propre et sec ou une bâche en plastique en bon état, afin d'éviter un contact avec le sol. Durant l'ouverture des cosses on devrait avoir soin d'abîmer les noix le moins possible. Les noix devraient être triées afin de retirer celles qui sont abîmées ou vides.
7. Le transport initial des noix, de la forêt à une installation d'entreposage devrait avoir lieu dans les meilleurs délais, en utilisant des conteneurs qui sont propres, secs et protégés contre la pluie et les insectes, de la façon la plus large possible.
8. Afin d'éviter la formation d'aflatoxines les noix devraient être séchées à un niveau d'humidité fiable correspondant à une activité de l'eau en dessous de 0,70 de préférence dans les 10 jours à partir de la récolte. Le séchage au soleil n'est généralement pas suffisant pour atteindre un niveau d'humidité fiable à cause de l'humidité relativement élevée dans l'environnement de la forêt tropicale. Cette recommandation est particulièrement importante lors de la production de noix du Brésil qui sont commercialisées comme "en coque", là où il est difficile de distinguer les noix contaminées des noix saines sans casser la noix. Les noix devraient être protégées contre la pluie et les insectes nuisibles, tels que les oiseaux, rongeurs et insectes et toute autre source de contamination.
9. Après le séchage, les noix devraient être placées dans une installation d'entreposage dont le plancher se situe au moins à 50 cm au dessus du niveau du sol; protégées contre la pluie et les insectes nuisibles et qui autorise une bonne circulation de l'air. À des fins d'identification et de traçabilité, les noix, en vrac ou dans des sacs, de différentes origines et/ou récoltées des jours différents devraient être manipulées et conservées traitées de préférence séparément jusqu'à la transformation définitive et l'emballage.
10. Durant le transport des noix, en vrac ou en sacs, de la première installation d'entreposage, soit vers un emplacement intermédiaire soit vers une installation de transformation, doit s'effectuer séparément des autres marchandises, dans des conteneurs qui sont propres, secs et protégés contre

l'humidité et exempts d'insectes et du développement apparent de moisissures. Le matériel utilisé pour le transport des noix devrait être d'un matériau qui autorise un nettoyage et un entretien minutieux de sorte à ne pas constituer une source potentielle de contamination pour les noix du Brésil.

11. Si les noix sont entreposées dans un emplacement intermédiaire, avant d'atteindre l'installation de transformation, les installations de stockage devraient avoir les caractéristiques suivantes:
- a) protection contre la pluie et les insectes nuisibles;
 - b) sol lavable et imperméable;
 - c) drainage des eaux souterraines;
 - d) bonne circulation de l'air;
 - e) surface suffisante et cloisonnements corrects autorisant la séparation des lots.

Cet entreposage intermédiaire est uniquement recommandé si la teneur en humidité des noix correspond à une activité de l'eau en dessous de 0,70. Sinon aucun entreposage intermédiaire n'est conseillé, spécialement pour les noix que l'on espère commercialiser en coque.

RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES

12. Les États nationaux et les gouvernements locaux ainsi que les organisations non gouvernementales – ONG, les associations et coopératives commerciales devraient fournir aux agents intervenant dans la chaîne de production des noix du Brésil une formation de base et des informations à jour sur les dangers associés à la contamination par les aflatoxines pour les noix du Brésil.
13. Les personnes locales (extractivistes) impliqués dans la collecte des noix du Brésil devraient régulièrement recevoir une formation sur l'hygiène personnelle et les pratiques sanitaires à mettre en oeuvre à toutes les étapes de la production y compris durant l'avant-récolte, la récolte, la pré-récolte et la transformation.
14. Il est recommandé que tout développement ultérieur et validation du système de contrôle de la qualité utilisé dans la plupart des usines de transformation en contrôlant le pourcentage de mauvaises noix dans les lots entrants, soient entrepris. Cette méthode peut être utilisée comme un outil pour décider si un lot peut être commercialisé en tant que «noix en coque» ou devrait être écalé et trié afin d'éliminer les mauvaises noix.

CODE D'USAGES POUR LA PRÉVENTION ET LA RÉDUCTION DE LA CONTAMINATION DES ARACHIDES PAR LES AFLATOXINES

CAC/RCP 55-2004

1. CHAMP D'APPLICATION

1. Le présent document a été établi à l'intention de toutes les parties intéressées produisant et manipulant des arachides destinées à la consommation humaine et faisant l'objet d'un commerce international. Toutes les arachides devraient être préparées et manipulées conformément aux Principes généraux d'hygiène alimentaire¹, qui concerne tous les aliments préparés pour la consommation humaine. Ces codes d'usages indiquent les mesures qui devraient être prises par toutes les personnes chargées de garantir que les aliments sont sains et propres à la consommation humaine.

2. DÉFINITIONS

2. **Coques vides:** arachides (cacahuètes) non décortiquées dont le poids est excessivement léger sous l'effet de graves dégâts imputables à des facteurs physiologiques, à des moisissures, à des insectes ou à d'autres causes; elles peuvent être éliminées, par exemple, par vannage pneumatique.
3. **Séchage:** dessiccation des arachides (cacahuètes) non décortiquées jusqu'à l'obtention d'un taux d'humidité sans danger.
4. **Arachides (cacahuètes) de plantation:** arachides (cacahuètes) non décortiquées telles qu'elles arrivent de l'exploitation, une fois séparées des fanes par un procédé manuel ou mécanique.
5. **Pourcentage d'eau libre inoffensif:** pourcentage d'eau libre des arachides (cacahuètes) non décortiquées susceptible de prévenir la croissance des micro-organismes, que l'on rencontre normalement pendant la récolte, le traitement et l'entreposage des graines.
6. Par pourcentage d'eau libre, on entend le quotient de la tension de vapeur d'eau du produit divisé par la tension de vapeur de l'eau pure à la même température.

¹ Principes généraux d'hygiène alimentaire (CAC/RCP 1-1969).

Un pourcentage d'eau libre supérieur à 0,70 à 25 degrés Celsius (77 degrés Fahrenheit) n'est pas sûr en ce qui concerne le développement d'*Aspergillus flavus* et d'*Aspergillus parasiticus* et la production possible d'aflatoxines.

3. RECOMMANDATIONS FONDÉES SUR LES BONNES PRATIQUES AGRICOLES (BPA)

3.1 Avant la récolte

7. Pour être efficace, le contrôle de la contamination des arachides par les aflatoxines avant la récolte doit tenir compte de tous les facteurs environnementaux et agronomiques variés qui influent sur l'infection des gousses et des graines par les champignons producteurs d'aflatoxines et sur la production d'aflatoxines. Ces facteurs peuvent varier considérablement d'un endroit à l'autre et d'une saison à l'autre au même endroit. Certains environnements favorisent particulièrement l'infection fongique et la contamination subséquente des arachides par les aflatoxines, et dans de tels cas, il faudrait juger si la plante devrait ou non être cultivée dans ces endroits. Néanmoins, il devrait être possible en général de mettre en place des pratiques agricoles pouvant réduire la contamination des arachides par les aflatoxines.
8. La culture continue des arachides sur la même terre peut conduire à la constitution de nombreuses populations d'*A. flavus/parasiticus* dans le sol, ce qui augmentera la probabilité d'infection et de contamination par les aflatoxines. Quelques études ont été menées sur l'effet de la rotation des cultures sur la contamination par les aflatoxines. En milieu semi-aride, les populations d'*Aspergillus* peuvent être très nombreuses et dans ce cas, les rotations des cultures peuvent influencer sur l'activité fongique. Dans certaines régions, les systèmes de culture comportent diverses pratiques culturales et de fertilisation, qui individuellement ou prises ensemble peuvent affecter la survie ou la formation de populations de champignons toxiques. Il a été démontré que les arachides cultivées sur divers types de sol peuvent afficher des niveaux très différents d'infection par les moisissures. Les sols légers, par exemple, favorisent la prolifération rapide des champignons, en particulier en milieu sec. Les sols plus lourds ont une capacité de rétention de l'eau plus élevée et il est donc moins probable que la sécheresse se produise, sécheresse qui peut être en partie responsable des niveaux inférieurs à la moyenne de contamination par les aflatoxines des arachides cultivées sur ces sols.
9. Dans les zones qui sont exposées à l'érosion, des systèmes de culture sans labour peuvent être requis à des fins de conservation des sols.

10. Utiliser les résultats des analyses pédologiques afin de déterminer s'il est nécessaire d'appliquer des fertilisants et/ou des amendements afin d'assurer un pH approprié des sols et une bonne nutrition des plantes, de façon à éviter à ces dernières le stress, notamment pendant la période de développement des semences durant laquelle les arachides sont plus sensibles à l'infection fongique.
11. Le choix de la variété d'arachide a son importance, il faudra donc que les cultivateurs consultent les autorités responsables de la sélection végétale ou les services de vulgarisation agricole compétents pour déterminer si les cultivars d'arachide ont été adaptés à leur région, et la disponibilité de variétés résistantes à des facteurs tels que les attaques d'insectes, l'infection fongique et le développement microbien qui peuvent avoir un impact sur la sécurité sanitaire et la qualité des arachides. Il faudrait choisir un cultivar qui est adapté à une saison de croissance particulière et qui mûrit à la fin de la saison des pluies de sorte que le séchage du champ après la récolte puisse être effectué dans des conditions favorables. On évitera qu'une variété puisse souffrir de la sécheresse durant la maturation des gousses, on fera en sorte de ne pas faire la récolte pendant la sécheresse et on utilisera des cultivars à cycle court qui mûrissent avant la fin des pluies.
12. On recommande d'irriguer, dans la mesure du possible, pour lutter contre les températures élevées et la sécheresse.
13. L'irrigation visant à assurer une humidité du sol suffisante durant les 4 à 6 dernières semaines du développement des arachides devrait réduire au minimum la contamination des arachides par les aflatoxines avant la récolte. Il faudra donc pratiquer une culture complètement irriguée ou appliquer une irrigation supplémentaire à une culture pluviale. Si l'on pratique l'irrigation, s'assurer que l'eau est répartie de façon régulière et que chaque plante en reçoit en quantité suffisante.
14. L'eau utilisée pour l'irrigation et à d'autres fins (par exemple, pour la préparation de pulvérisations d'insecticides) devrait être de qualité appropriée pour les usages visés.
15. Éviter les plantations trop rapprochées en respectant les espacements recommandés entre les rangées et entre les plants pour les espèces ou variétés cultivées. Une plantation optimale devrait être établie en tenant compte du fait qu'une population trop nombreuse peut conduire à un stress

dû à la sécheresse là où les précipitations peuvent être inférieures à l'optimum requis durant une saison de croissance.

16. Le développement excessif des mauvaises herbes peut épuiser l'eau disponible dans le sol. Une lutte efficace contre les mauvaises herbes à l'aide d'herbicides homologués ou des façons culturales sont donc conseillées. On prendra soin de ne pas endommager les gousses durant ces opérations.
17. Les pratiques agricoles et les méthodes de protection des cultures qui diminuent l'incidence des insectes, des mites et des nématodes dans le sol devraient aider à réduire la contamination par les aflatoxines. Réduire au minimum les dégâts causés par les insectes et par les infections fongiques au voisinage de la culture, grâce à l'application d'insecticides et de fongicides agréés et à d'autres pratiques appropriées dans le cadre d'un programme de lutte intégrée contre les ravageurs. Les producteurs devraient consulter les autorités locales ou nationales pour déterminer si les insectes et autres ravageurs souvent présents dans la région peuvent attaquer les arachides, les rendant ainsi plus vulnérables aux infections fongiques qui favorisent la production d'aflatoxines.
18. Aucun fongicide, ni aucune combinaison de fongicides, ni aucun autre traitement chimique ne semblent avoir été adoptés pour lutter contre l'infection par *Aspergillus flavus*/A. *parasiticus* et la contamination subséquente des arachides avant la récolte par les aflatoxines. Les résultats des études sur l'application de fongicides sur des arachides fraîchement récoltées ou mis en tas sont équivoques.

3.2 Récolte

19. Les associations commerciales ainsi que les autorités locales et nationales devraient informer les producteurs des risques associés à la contamination des arachides par les aflatoxines et sur la manière d'appliquer des procédés de récolte sûrs pour réduire le risque de contamination par les champignons, les microbes et les ravageurs. Le personnel qui participera à la récolte des arachides devrait être bien formé en matière de pratiques sanitaires et d'hygiène personnelle qui doivent être mises en oeuvre pendant toute la saison de la récolte.
20. S'assurer que tout l'équipement qui servira à la récolte et à l'entreposage des cultures est fonctionnel. Une panne durant cette période critique peut nuire à la qualité des arachides et renforcer la formation d'aflatoxines. Stocker des

pièces de rechange sur l'exploitation de manière à ne pas perdre de temps pour les réparations.

21. Procéder à la récolte des arachides lorsqu'elles sont arrivées à pleine maturité, à moins qu'en laissant les cultures parvenir à pleine maturité, on risque de leur faire subir des conditions extrêmes de chaleur, car les nombres excessifs de gousses trop mûres ou très immatures à la récolte peut se refléter dans des concentrations élevées d'aflatoxines dans le produit. Retarder la récolte des arachides déjà contaminées peut causer une augmentation sensible de la teneur en aflatoxines de la culture. Un système par lequel les conditions de croissance de la culture sont suivies (température du sol et précipitations) peut être très utile.
22. Les plantes individuelles qui ne survivent pas aux attaques de ravageurs, d'agents pathogènes, tels que *Sclerotium rolfsii* ou *Fusarium* spp. et des maladies comme la rosette, ou d'insectes, comme les termites, les perce-oreilles et les faux taupins qui s'attaquent aux gousses, devraient être récoltées séparément car leurs fruits risquent de contenir des aflatoxines.
23. Si les arachides ont été irriguées, il faudra prendre soin de récolter séparément celles qui n'ont pas été atteintes par les systèmes d'irrigation, pour éviter de mélanger les arachides exemptes d'aflatoxines avec celles qui pourraient être contaminées.
24. On évitera autant que possible d'endommager les gousses au moment de la récolte car cela pourrait conduire à une infection rapide par *A. flavus*/*A. parasiticus*. Il faudra manipuler les arachides avec le plus grand soin et s'efforcer de réduire au minimum les dommages physiques à tous les stades des opérations de récolte et de transport.
25. Après la récolte, les gousses devraient être exposées de façon telle que leur dessiccation soit aussi rapide que possible. Ce résultat peut être obtenu en retournant les fanes de manière à orienter les gousses vers le haut, ce qui les maintient loin du sol et exposées au soleil et au vent. Le séchage devrait permettre d'obtenir le plus rapidement possible un pourcentage d'eau libre inoffensif de manière à empêcher la croissance des micro-organismes, notamment des moisissures qui produisent les aflatoxines. Toutefois, un séchage trop rapide peut causer un détachement de la peau et des saveurs atypiques dans les amandes. Lorsque la dessiccation est effectuée au moyen d'un apport thermique supplémentaire, il faudrait éviter une chaleur excessive, qui risque de compromettre la qualité générale du produit, par

exemple d'entraîner l'éclatement de certaines amandes après le décortiquage. Il faudrait maintenir un strict contrôle sur les lots d'arachides de plantation au moyen de tests destinés à vérifier la teneur en eau et le pourcentage d'eau libre.

26. Il faudrait faire sécher les arachides de manière à réduire les dégâts au minimum et à maintenir des taux d'humidité plus bas que ceux requis pour favoriser la prolifération fongique durant l'entreposage (généralement moins de 10 pour cent). Cela est nécessaire pour empêcher le développement ultérieur d'un certain nombre d'espèces de champignons dans les arachides.
27. Il faut nettoyer les arachides fraîchement récoltées afin d'enlever les amandes endommagées et d'autres matières étrangères. Certains appareils de nettoyage, comme les séparateurs densimétriques ou les pousseurs pneumatiques pour éliminer les gousses excessivement légères et des grilles à fissures pour éliminer les amandes mal décortiquées, permettront d'enlever quelques amandes infectées.

3.3 Transport

28. Les amandes devraient être transférées dans un entrepôt approprié, ou dans l'aire de transformation pour un traitement immédiat dès que possible après la récolte ou le séchage.
29. Les conteneurs (par exemple, wagons, camions) à utiliser pour la collecte et le transport des arachides récoltées du champ jusqu'aux installations de séchage, et aux installations d'entreposage après le séchage, devraient être propres, secs et non infestés par des insectes, exempts de moisissures visibles avant l'utilisation et la réutilisation.
30. Les conteneurs pour le transport devraient être secs et exempts de moisissures visibles, d'insectes et de toute matière contaminée. Selon les besoins, ils devraient être nettoyés et désinfectés avant et après l'emploi et être appropriés à la destination prévue. L'emploi de fumigants et d'herbicides pourrait être utile. Au moment du déchargement, il faudrait vider le conteneur de tout son contenu et le nettoyer dans les règles.
31. On protégera les expéditions d'arachides de tout surcroît d'humidité en utilisant des conteneurs couverts ou étanches ou des bâches. On évitera les fluctuations de température et les mesures qui pourraient provoquer une condensation à la surface des arachides, ce qui pourrait conduire à la

formation d'humidité localisée et favoriser l'apparition de moisissures et d'aflatoxines.

32. Il faudrait trier les arachides de plantation pour contrôler la contamination par les aflatoxines afin de les séparer plus soigneusement pour un entreposage correct. Les charges exemptes d'aflatoxines doivent être séparées des charges faiblement contaminées par les aflatoxines et destinées à subir un traitement ultérieur et un nettoyage, et des charges qui sont fortement contaminées.
33. Éviter la pénétration d'insectes, d'oiseaux et de rongeurs durant le transport en utilisant des conteneurs expressément conçus à cet effet et des traitements chimiques à action répulsive s'ils sont approuvés pour l'utilisation finale prévue des arachides.

3.4 Séparation des lots contaminés par les aflatoxines

34. La répartition des aflatoxines dans les arachides a fait l'objet d'études approfondies qui montrent que le triage visant à déterminer la qualité permet d'éliminer une grande partie des arachides contaminées récoltées. La répartition des aflatoxines étant très hétérogène dans un lot d'arachides, le plan d'échantillonnage utilisé joue un rôle critique.

3.5 Entreposage

35. L'entreposage des arachides après la récolte est la phase qui peut contribuer le plus au problème des aflatoxines dans les arachides. Il s'agit avant tout d'empêcher la formation de moisissures dans les arachides à cause de la condensation ou des brèches dans l'entrepôt.
36. Un entrepôt correctement ventilé muni d'un bon toit, de préférence avec des parois latérales et un sol en ciment sont requis afin que les arachides ne redeviennent pas humides. Il faut s'assurer que les installations d'entreposage comprennent des structures sèches, bien ventilées qui fournissent une protection contre les pluies, un drainage des eaux souterraines, une protection contre l'entrée des insectes, des rongeurs et des oiseaux, et des fluctuations minimales de températures. Peindre les toits des entrepôts en blanc réduit la charge solaire par comparaison à du matériel galvanisé. Le concept de toit double consistant à installer un nouveau toit sur un toit existant défectueux en laissant un espace aéré entre les deux toits, s'est révélé efficace pour contrôler la condensation dans l'entrepôt.

37. Le pourcentage d'eau libre, qui varie avec la teneur en eau et la température, devrait être soigneusement contrôlé durant l'entreposage.
38. En chargeant uniformément l'entrepôt, on permettra à la chaleur ou à l'humidité excessives de s'échapper et on réduira les zones favorisant une infestation par les insectes. Empiler les arachides peut causer une formation de chaleur et une accumulation d'humidité avec pour résultat la formation de moisissures et la contamination par les aflatoxines.
39. La prévention de l'augmentation des aflatoxines durant l'entreposage et le transport dépend du maintien d'une faible teneur en eau, de la température dans le milieu ambiant et des conditions d'hygiène. *Aspergillus flavus/A. parasiticus* ne peuvent se développer ni produire des aflatoxines lorsque le pourcentage d'eau libre est inférieur à 0,7; l'humidité relative devrait être maintenue à moins de 70 pour cent et les températures entre 0 et 10 °C. sont optimales pour réduire au minimum la détérioration et le développement fongique durant un entreposage de longue durée.
40. On surveillera le niveau d'aflatoxines dans les arachides lorsqu'elles arrivent à l'entrepôt et lorsqu'elles en sortent, à l'aide de plans d'échantillonnage et d'essai appropriés.
41. Pour les arachides ensachées, s'assurer que les sacs sont propres et secs et les empiler sur des palettes ou intercaler une couche imperméable à l'eau entre les sacs et le sol.
42. Entreposer à la température plus basse possible en fonction des conditions ambiantes, mais éviter les températures proches du point de congélation. Aérer si possible les arachides en faisant circuler de l'air dans la zone d'entreposage pour maintenir une température appropriée et uniforme dans toute cette zone.
43. Mesurer la température des arachides entreposées à des intervalles déterminés pendant l'entreposage. Une hausse de température peut indiquer un développement microbien et/ou une infestation par les insectes. Contrôler visuellement les arachides afin de dépister la formation de moisissures. Séparer les parties apparemment infectées des arachides et envoyer des échantillons pour l'analyse. Ensuite, abaisser la température des arachides restantes et aérer. Éviter d'utiliser des arachides contaminées pour la production d'aliments destinés à la consommation humaine ou animale.

44. Utiliser de bonnes méthodes d'entretien afin de réduire au minimum la présence d'insectes et la formation de moisissures dans les entrepôts. On utilisera notamment des pièges appropriés et des insecticides, des fongicides et des fumigants agréés. On prendra bien soin de choisir des produits chimiques qui n'influeront pas sur les arachides ni les endommageront.
45. Documenter les méthodes de récolte et d'entreposage appliquées chaque saison en prenant note des mesures (par exemple température, eau et humidité) et de tout écart ou changement par rapport aux pratiques traditionnelles. Ces informations pourraient être très utiles pour expliquer les causes de la formation de moisissures et d'aflatoxines durant une campagne particulière et permettraient d'éviter de répéter les mêmes erreurs par la suite.

4. BONNES PRATIQUES DE FABRICATION (BPF)

4.1 Réception et décortiquage

46. L'acheteur d'un lot destiné à l'usine de décortiquage, qu'elle soit située dans l'exploitation ou dans un point de traite périphérique, devrait contrôler la qualité des lots d'arachides qui lui sont offerts et aider les fournisseurs à éliminer les usages défectueux. Les acheteurs devraient encourager les fournisseurs d'arachides de plantation à observer les bonnes pratiques de production décrites dans le présent document.
47. Les arachides de plantation qui sont réceptionnées à l'usine de décortiquage devraient être inspectées à leur arrivée. Il serait opportun de connaître l'origine et l'historique de chaque lot d'arachides. Le véhicule de transport devrait être examiné. Si le véhicule n'est pas entièrement fermé, on veillera à ce qu'il soit muni d'une bâche pour le protéger de la pluie ou de toute autre forme d'humidité. On devrait observer l'apparence générale des arachides pendant l'opération de déchargement. Si elles sont humides au toucher, elles ne devraient PAS être mélangées avec les arachides en vrac dans un magasin avec les produits de bonne qualité. Le véhicule devrait être isolé jusqu'à ce que l'on prenne une décision au sujet de sa cargaison d'arachides. Si possible, on prélèvera un échantillon de chaque lot, on mettra de côté les amandes sans coque et on décortiquera les autres pour procéder à des observations en vue du classement des produits avant que la décision d'acceptation soit prise.

48. Les spécifications pour l'achat d'arachides destinées à subir un traitement ultérieur devraient comprendre une concentration maximale pour les aflatoxines fondée sur des méthodes d'analyse appropriées et un plan d'échantillonnage correct.
49. Des précautions spéciales devraient être prises pour rejeter les arachides présentant des signes de détérioration par les insectes ou de moisissure, étant donné qu'elles pourraient contenir des aflatoxines. Les résultats des tests pour la détection des aflatoxines devraient être connus avant de procéder au traitement des lots d'arachides fraîches. Tout lot d'arachides fraîches affichant une teneur inacceptable en aflatoxines, qui ne peut être ramenée aux niveaux autorisés à l'aide du matériel de triage disponible, devrait être écarté.
50. Le responsable de la transformation des arachides doit s'assurer que le fournisseur d'arachides décortiquées est capable de contrôler correctement ses propres opérations pour s'assurer que le produit fini ne dépasse pas la limite maximale fixée pour les aflatoxines.
51. On examinera toutes les amandes sans coque, endommagées et trop petites pour y déceler la présence éventuelle de moisissures. Si aucune moisissure extérieure n'apparaît, on fendra les amandes pour découvrir des moisissures cachées. La présence de moisissures en quantités excessives ou de moisissures du type *A. flavus* justifie un test chimique de détection des aflatoxines ou un rejet du lot.

4.2 Triage

52. Le triage est l'ultime étape permettant de rejeter les amandes défectueuses. Les tables de triage devraient être bien éclairées, chargées sur une seule épaisseur et fonctionner à une vitesse et avec l'effectif de personnel permettant d'assurer l'élimination des matières étrangères et des amandes défectueuses. Le réglage des trieuses devrait être effectué aussi souvent que possible en fonction de normes choisies pour garantir une telle élimination. Ce réglage devrait être vérifié fréquemment et régulièrement.
53. Pour éliminer efficacement les arachides contaminées par la moisissure, le triage devrait être effectué avant et après la décoloration et la torréfaction. Lorsque la séparation des cotylédons fait partie du processus de transformation, les amandes qui résistent à cette séparation devraient être éliminées. On devrait vérifier l'efficacité des techniques de triage en procédant à des analyses périodiques pour déceler la présence d'aflatoxines dans l'arachide triée, dans le produit fini ou dans les deux. Cette opération

devrait être effectuée assez fréquemment pour avoir la certitude que le produit est parfaitement acceptable.

54. Les amandes défectueuses (moisies, décolorées, rances, avariées, ridées, endommagées par les insectes ou de toute autre façon) devraient être ensachées séparément et identifiées par une marque indiquant que le produit est impropre à la consommation humaine. Les conteneurs d'arachides défectueuses devraient être retirés du local de traitement aussitôt que possible. Les substances qui présentent un danger de contamination par les aflatoxines ou qui sont elles-mêmes contaminées, devraient être converties à des usages non alimentaires.
55. Les arachides rejetées lors du triage devraient être détruites ou mises à l'écart des produits comestibles. Si elles doivent être utilisées pour le concassage, elles devraient être ensachées séparément et identifiées par une marque indiquant qu'elles sont impropres sous cette forme à la consommation humaine directe.

4.3 Décoloration

56. La décoloration, utilisée en même temps que des tables de gravité et un triage manuel ou électronique, est très efficace pour éliminer les amandes contaminées par les aflatoxines. Le triage des couleurs, associé à la décoloration, réduit la contamination par les aflatoxines jusqu'à 90 pour cent.

4.4 Emballage et entreposage du produit fini

57. Les arachides devraient être emballées dans des sacs de jute de couleur claire, des boîtes en carton ou des sacs en polypropylène. Si l'on utilise du jute, s'assurer que les sacs ne sont pas traités avec des huiles à base d'hydrocarbure minéral. Tous les sacs et toutes les boîtes en carton devraient être identifiés par lots pour faciliter la traçabilité du produit avant d'être transférés dans des installations d'entreposage contrôlées, ou transportés.
58. Les arachides devraient être emmagasinées et transportées dans des conditions de nature à assurer la parfaite protection du récipient et du produit qu'il contient. Les véhicules de transport devraient être propres et secs, à l'épreuve des intempéries, exempts de vermine et fermés hermétiquement pour éviter que l'eau, les rongeurs ou les insectes n'atteignent les arachides. On devrait charger, conserver et décharger celles-ci de manière à les protéger de l'eau et des avaries. Il est recommandé d'utiliser des véhicules réfrigérés pour effectuer le transport quand les conditions climatiques l'exigent. Il faudrait prendre extrêmement soin d'éviter la condensation au moment de décharger les

arachides entreposées en chambre froide ou dans un véhicule réfrigéré. Par temps chaud et humide, il faudrait ramener les arachides à la température ambiante avant de les exposer à l'air libre. Cette adaptation thermique peut exiger un ou deux jours. Les arachides qui ont été répandues sur le sol sont exposées à la contamination et ne devraient pas être utilisées comme produit comestible.

5. SYSTÈME DE GESTION COMPLÉMENTAIRE À ENVISAGER POUR L'AVENIR

59. Le Système d'analyse des risques – points critiques pour leur maîtrise (HACCP) est un système intégré de gestion de la sécurité sanitaire des aliments qui sert à identifier et à maîtriser les risques durant la production et la transformation. Les principes généraux du HACCP sont décrits dans plusieurs documents.
60. Lorsqu'il est correctement mis en oeuvre, ce système devrait déboucher sur une réduction du niveau des aflatoxines dans les arachides. L'utilisation des principes HACCP comme système de gestion de la sécurité sanitaire des aliments présente de nombreux avantages par rapport à d'autres types de contrôle de la gestion dans certains secteurs de l'industrie alimentaire. Au niveau de l'exploitation, de nombreux facteurs qui influent sur la contamination des arachides par les aflatoxines sont liés à l'environnement, par exemple le temps et les insectes, et il est difficile, voire impossible, de les maîtriser. Il convient de prêter une attention particulière à la population fongique du sol, à la santé des semences, au déficit hydrique du sol aux stades de la formation et de la maturité de la gousse et aux pluies pendant la récolte. Les points de contrôle critiques sont souvent absents avant la récolte. Ils peuvent toutefois être identifiés après la récolte pour détecter les aflatoxines produites par les champignons durant le séchage et l'entreposage. Par exemple, un point critique pour la maîtrise pourrait être au terme de l'opération de séchage et une limite critique pourrait être la teneur en eau et le pourcentage d'eau libre.
61. Il est recommandé d'orienter les ressources de manière à ce qu'elles encouragent les Bonnes pratiques agricoles (BPA) avant la récolte et durant le séchage et l'entreposage et les Bonnes pratiques de fabrication (BPF) durant la transformation et la distribution de divers produits. Un système HACCP devrait être fondé sur des BPA et BPF rationnelles.

62. Il faut intégrer dans les programmes de lutte intégrée contre les aflatoxines les principes HACCP pour la maîtrise des risques associés à la contamination par les mycotoxines des aliments destinés à la consommation humaine ou animale. La mise en oeuvre des principes HACCP réduira la contamination des arachides par les aflatoxines moyennant l'application de mesures préventives autant que possible aux stades de la production, de la manutention, de l'entreposage et de la transformation de chaque récolte d'arachides.

CODE D'USAGES POUR LA PRÉVENTION ET LA RÉDUCTION DE LA CONTAMINATION PAR LES AFLATOXINES DES FIGUES SÈCHES

CAC/RCP 65-2008

INTRODUCTION

1. L'élaboration et l'acceptation par le Codex d'un Code d'usages pour les figues sèches fourniront des orientations harmonisées permettant à tous les pays de contrôler et de gérer la contamination par les diverses mycotoxines, en particulier par les aflatoxines. Ceci est d'une grande importance afin d'assurer la protection contre la contamination par les aflatoxines à la fois dans les pays producteurs et les pays importateurs. Toutes les figues sèches doivent faire l'objet d'une préparation et d'une manutention conformes aux Principes généraux d'hygiène alimentaire¹ et au Code relatif aux règles d'hygiène pour les fruits secs² qui s'appliquent à tous les aliments préparés pour la consommation humaine et en particulier les fruits secs. Il est important que les producteurs réalisent que les Bonnes Pratiques Agricoles (BPA) représentent la première ligne de défense contre la contamination des figues sèches par les aflatoxines, suivies par la mise en oeuvre des Bonnes Pratiques de Fabrication (BPF) et des Bonnes Pratiques d'Entreposage (BPE) pendant la manutention, la transformation, l'entreposage et la distribution des figues sèches destinées à la consommation humaine. Ce n'est que par le contrôle efficace à toutes les étapes de la production et du traitement, depuis la maturation sur l'arbre en passant par la récolte, le séchage, la manutention, l'emballage, l'entreposage, le transport et la distribution, qu'il est possible d'assurer la qualité et la sécurité du produit final. Cependant, la prévention totale de la contamination par les mycotoxines des produits, dont les figues sèches, a été très difficile à réaliser.
2. Le présent Code d'usages s'applique aux figues sèches (*Ficus carica* L.) d'intérêt commercial et international qui sont destinées à la consommation humaine. Il contient les principes généraux relatifs à la réduction des aflatoxines dans les figues sèches qui doivent être relayés par les autorités nationales. Les autorités nationales devraient sensibiliser les producteurs, les transporteurs, les gardiens d'entrepôts et autres agents de la chaîne de production aux pratiques et aux facteurs environnementaux qui favorisent les infections et le développement

¹ Principes généraux d'hygiène alimentaire (CAC/RCP 1-1969).

² Code des règles d'hygiène pour les fruits secs pour les fruits secs (CAC/RCP 3-1969).

des champignons dans les figues sèches et conduisent à la formation d'aflatoxines dans les vergers. Il est important de souligner que les stratégies relatives à la plantation, à la pré-récolte, à la récolte et après récolte pour une récolte particulière de figues dépendent des conditions climatiques de l'année, de la production locale, des pratiques de récolte et de transformation appliquées dans un pays ou une région donnés.

3. Les autorités nationales devraient soutenir la recherche sur les méthodes et les techniques nécessaires à la prévention de la contamination fongique dans le verger et durant la récolte, la transformation et l'entreposage des figues sèches. Une partie importante de celle-ci devrait porter sur la compréhension de l'écologie des espèces de *Aspergillus* en association avec les figues sèches.
4. Les mycotoxines, en particulier les aflatoxines sont des métabolites secondaires produits par des champignons filamenteux qui se trouvent dans le sol, l'air et toutes les parties de la plante et qui peuvent être toxiques pour l'homme et les animaux par l'intermédiaire de la consommation d'aliments pour l'homme et de la nourriture animale contaminés qui pénètrent dans la chaîne alimentaire. Il existe un certain nombre de types d'aflatoxines, en particulier l'aflatoxine B₁ qui a montré posséder des effets toxiques c'est-à-dire qu'elle peut provoquer un cancer en réagissant avec le matériel génétique. Les aflatoxines sont produites par des espèces de moisissure qui croissent dans des conditions climatiques de chaleur et d'humidité. Les aflatoxines se trouvent essentiellement dans des produits alimentaires importés de pays tropicaux et subtropicaux en particulier dans les cacahouètes (arachides) et les autres noix comestibles et leurs produits, les fruits secs, les épices et le maïs. Le lait et les produits laitiers peuvent également être contaminés par l'aflatoxine M₁ en raison de la consommation par les ruminants de nourriture animale contaminée par les aflatoxines.
5. Les champignons aflatoxigènes se propagent sur les figues durant la croissance, la maturation et le séchage du fruit mais se développent en particulier durant la phase de maturation et de surmaturation. La formation des aflatoxines dans les figues sèches est principalement due à la contamination par les espèces d'*Aspergillus* et en particulier l'*A. flavus* et l'*A. parasiticus*. La présence et la prolifération de tels champignons dans les vergers de figuiers sont influencés par des facteurs environnementaux et climatiques, par la présence d'insectes, (la lutte contre les insectes dans un verger est rattachée aux mesures de protection appliquées aux plantes et pourrait être prise en compte dans les pratiques culturales mais compte tenu de son importance, elle peut être considérée comme un facteur à part entière), les pratiques culturales, la gestion du sol et la sensibilité des variétés de figues.

6. Les espèces d'*Aspergillus* produisant des aflatoxines et par conséquent la contamination des aliments par les aflatoxines est omniprésente dans les régions du monde ayant des climats humides et chauds. Les *A. flavus*/*A. parasiticus* ne peuvent pas croître ou produire des aflatoxines à des activités d'eau inférieures à 0,7; une humidité relative inférieure à 70% et à des températures inférieures à 10 °C. Dans des conditions de stress telles que la sécheresse ou l'infestation d'insectes, la contamination par les aflatoxines est susceptible d'être élevée. Des conditions d'entreposage incorrectes peuvent également conduire à une contamination par les aflatoxines après la récolte des cultures. Généralement, les conditions climatiques humides et chaudes favorisent la croissance des moisissures dans les aliments stockés, ce qui peut conduire à des niveaux élevés d'aflatoxines.
7. L'application des mesures préventives suivantes est recommandée dans les régions productrices de figes sèches afin de réduire les risques de contamination par l'aflatoxine par l'application de bonnes pratiques:
 - a) Information sur les risques de contamination.
Assurez-vous que les autorités régionales/nationales ainsi que les organisations d'agriculteurs:
 - Prélèvent des échantillons représentatifs des figes sèches pour analyse afin de déterminer le niveau et la fréquence de la contamination par l'aflatoxine; l'échantillonnage devrait refléter les différences entre les zones de production, la période de l'année et les différentes étapes de la production à la consommation.
 - Associent cette information aux facteurs de risques régionaux y compris les données météorologiques, les pratiques culturales et proposent des mesures de gestion des risques.
 - Communiquent ces informations aux agriculteurs et aux autres opérateurs tout au long de la chaîne. Emploient l'étiquetage pour informer les consommateurs et les commerçants sur les conditions d'entreposage.
 - b) Formation des producteurs.
Assurez-vous de la formation des producteurs en ce qui concerne:
 - Le risque lié aux moisissures et aux mycotoxines.
 - Les conditions favorisant les champignons aflatoxinogènes et la période d'infection.
 - La connaissance des mesures préventives à appliquer aux vergers de figes.
 - Les techniques de contrôle des nuisibles.

- c) La formation des transporteurs, des gardiens des entrepôts ainsi que des autres opérateurs de la chaîne de production.

Assurez-vous de la formation relative aux pratiques et aux facteurs environnementaux qui promeuvent l'infection et la croissance des champignons dans les figes sèches pouvant conduire, après la récolte, à une production secondaire d'aflatoxines au cours des étapes de la manutention et du traitement. Outre ces mesures, toutes les applications devraient être documentées.

- d) Encourager la recherche apparentée.

8. Dans le développement de programmes de formation ou lors de la compilation d'informations sur les risques, il devrait être insisté sur le fait que les stratégies relatives à la plantation, la pré récolte, la récolte et l'après-récolte pour une récolte donnée de figes dépendent des conditions climatiques de l'année, de la production locale, des pratiques de récolte et de traitement suivies dans un pays ou une région particulière.

1. CHAMP D'APPLICATION

9. Le présent document est destiné à fournir des orientations à toutes les parties intéressées produisant et manutentionnant des figes sèches qui font l'objet du commerce international pour la consommation humaine. Toutes les figes sèches doivent être préparées et manutentionnées conformément au Code d'usages international recommandé – aux Principes généraux d'hygiène alimentaire et au Code international recommandé relatifs aux règles d'hygiène pour les fruits secs, qui sont pertinents pour tous les aliments préparés pour la consommation humaine. Ce Code d'usages indique les mesures qui devraient être appliquées par toutes les personnes qui ont la responsabilité d'assurer une alimentation sûre et propre à la consommation humaine.
10. La fige se distingue des autres fruits potentiellement vulnérables à la contamination par les aflatoxines en raison de son processus de formation du fruit et de ses caractéristiques. Sa sensibilité accrue est liée à sa peau juteuse et charnue, à la présence d'une cavité à l'intérieur du fruit ainsi qu'à sa composition, riche en sucres. Par conséquent les champignons toxigènes peuvent se développer et les aflatoxines se former sur la surface extérieure ou à l'intérieur de la cavité même si la peau n'est pas endommagée. Les périodes critiques pour la formation des aflatoxines dans les figes sèches commencent lors de la maturation des figes sur l'arbre, se poursuit pendant la période de sur-maturation quand elles perdent leur eau, qu'elles se ratatinent et qu'elles

tombent sur le sol et jusqu'à ce qu'elles soient tout à fait sèches sur les claies de séchage. La croissance des champignons et la formation de toxines peuvent se produire sur la peau et/ou dans la cavité du fruit. Certains insectes nuisibles comme les nitidules des fruits secs (*Carpophilus* spp.) ou des drosophiles (*Drosophila* spp.) qui sont actifs au moment de la maturation du fruit peuvent jouer le rôle de vecteurs en transférant les champignons aflatoxinogènes vers la cavité du fruit.

11. L'objectif principal est d'obtenir une plante saine et un produit de bonne qualité en appliquant les techniques agricoles nécessaires à la prévention et à la réduction de la formation des aflatoxines.

2. DÉFINITION

12. **Figue**, *Ficus carica* L., en tant qu'arbre dioïque a des formes mâles et femelles qui supporte deux à trois cycles de fruits par an.
13. **Caprification** est un procédé utilisé pour faciliter la nouaison des figues femelles d'une certaine variété de figues. Les "*profichi*" (ilek) fruits des figues mâles qui contiennent les guêpes (*Blastophaga psenes* L.) et les grains de pollen sont soit suspendus soit placés dans les figuiers femelles pour polliniser et fertiliser les fruits de la récolte principale et de la seconde récolte (iyilop) des fruits. La période à laquelle le pollen tombe des fleurs mâles dans les fruits mâles devrait coïncider avec la maturation des fleurs femelles en figues femelles.
14. **Ostiole** ou **œil** est l'ouverture située à l'extrémité opposée au fruit qui peut, si elle est ouverte fournir une entrée aux vecteurs, les nitidules des fruits secs (*Carpophilus* spp.) ou les drosophiles (*Drosophila* spp.) pour la dissémination des champignons aflatoxigènes.

3. PRATIQUES RECOMMANDÉES FONDÉES SUR DES BONNES PRATIQUES AGRICOLES (BPA), DES BONNES PRATIQUES DE FABRICATION (BPF) ET DES BONNES PRATIQUES D'ENTREPOSAGE (BPE)

3.1 Sélection du lieu et établissement d'un verger (plantation)

15. Les figuiers poussent en climat subtropical et tempéré doux et ils ont une période de dormance courte qui restreint la croissance des figues à des températures basses en hiver plutôt que l'été avec des températures élevées. Les températures basses juste après l'apparition des bourgeons au printemps et en octobre novembre avant que les pousses ne durcissent peuvent

endommager les arbres. Les températures de gel en hiver peuvent affecter l'hivernage des guêpes des figues dans les fruits mâles et créer des problèmes dans la nouaison.

16. Aussi, les températures élevées et les conditions arides rencontrées au printemps et en été peuvent accroître les brûlures dues au soleil, résulter en une chute précoce naturelle des feuilles si cela est grave, provoquer des problèmes substantiels de qualité et déclencher la formation des aflatoxines.
17. Les diverses variétés de figues peuvent avoir des tendances différentes à se fendre ou à se déchirer mais l'humidité relative élevée et les précipitations pendant la maturation et la période de séchage doivent être prises en compte avant de planter un verger. L'humidité élevée et les précipitations peuvent accroître les fentes près de l'ostiole, le développement des champignons et la baisse de la qualité.
18. Les figuiers peuvent être cultivés dans une grande variété de sols, qu'ils soient sablonneux, argileux ou limoneux. Une profondeur de sol d'au moins 1 à 2 m accélère la croissance des figuiers qui possèdent des racines fibreuses et peu profondes. Le pH idéal doit être de l'ordre de 6,0 à 7,8. Les propriétés chimiques (comme le pH) et physiques du sol du verger peuvent influencer l'absorption des nutriments végétaux et par conséquent la qualité et la résistance des figues sèches; il est donc nécessaire d'analyser le sol avant de planter le verger.
19. Le niveau de la nappe phréatique ne doit pas être un facteur limitant. Les possibilités d'irrigation constituent un atout afin de triompher du stress de la sécheresse.
20. Les vergers devraient être établis avec des arbres sains provenant de pépinières exempts d'insectes et de maladies. Un espacement adéquat, qui est généralement de 8 m à 10 m, devrait séparer les rangs et d'arbres et les arbres pour permettre l'utilisation de la machinerie et de l'équipement nécessaires. Avant de planter, il est nécessaire de déterminer l'utilisation future des fruits (frais, séchés ou les deux). Les autres espèces présentes dans le verger devraient également être examinées. Les espèces qui sont sensibles à la contamination par les aflatoxines comme le maïs ne devraient pas être cultivées à proximité des vergers de figuiers. Les résidus des cultures précédentes et toutes autres matières étrangères doivent être nettoyées et si nécessaire, le champ peut être mis en jachère pendant les quelques années suivantes.

3.2 Gestion du verger

21. Les activités telles que la caprification, le labourage, la fertilisation, l'irrigation et la protection végétale doivent être exercées en temps opportun et dans une approche préventive, dans le cadre des «bonnes pratiques agricoles».
22. Les pratiques de culture, à la fois dans le verger et dans les environs, qui peuvent disséminer *A. flavus*/*A. parasiticus*, et les autres spores fongiques dans le sol et vers les parties aériennes des arbres devraient être évitées. Le sol ainsi que les fruits et les autres parties de la plante dans les vergers de figues peuvent être riches en champignons toxigènes. Les pratiques de travail du sol doivent être interrompues un mois avant la récolte. Durant les saisons de pousse, les routes à proximité des vergers devraient être arrosées ou huilées de façon périodique afin de minimiser les épidémies d'acariens disséminés par les poussières. Le matériel et les équipements ne devraient pas endommager les figuiers ou provoquer une contamination croisée par des organismes nuisibles et/ou des maladies.
23. Les figuiers doivent être légèrement élagués et toutes les branches et les autres parties des plantes doivent être enlevées du verger afin d'éviter toute contamination ultérieure. L'incorporation directe de ces parties dans le sol doit être évitée. Après une analyse du sol et des feuillages, basée sur la proposition d'experts, un compostage peut être recommandé préalablement à l'incorporation des matières organiques.
24. La fertilisation affecte la composition du fruit et les conditions de stress peuvent stimuler la formation de toxines. De plus, un excès d'azote est connu pour augmenter la teneur en humidité ce qui peut allonger la période de séchage. Les applications d'engrais doivent être fondées sur l'analyse du sol et des plantes et toutes les recommandations doivent être faites par un organisme habilité.
25. Un programme de gestion intégré des organismes nuisibles doit être appliqué et les fruits et les légumes qui favorisent l'infestation par des nitidules des fruits secs ou des drosophiles devraient être retirés des vergers de figuiers étant donné que ces organismes nuisibles sont des vecteurs pour la transmission de champignons en particulier dans la cavité du fruit. Les pesticides autorisés pour être utilisés sur les figues, y compris les insecticides, les fongicides, les herbicides, les acaricides et les nématicides devraient être utilisés afin de minimiser les dommages qui peuvent être causés par les insectes, les infections fongiques et les autres organismes nuisibles dans le verger et les aires adjacentes. Des registres précis de toutes les applications de pesticide devraient être conservés.

26. L'irrigation devrait être appliquée dans des régions ou durant des périodes où les températures sont élevées et/ou lorsque les précipitations sont inadéquates durant la période de croissance afin de minimiser le stress de l'arbre. Toutefois on devrait empêcher l'eau d'irrigation de rentrer en contact avec les figes et le feuillage.
27. L'eau utilisée pour l'irrigation et à d'autres fins (par ex. préparation de bombes de pesticide) devrait être conforme à l'utilisation prévue et respecter la législation de chaque pays et/ou pays d'importation.

3.3 Caprifications

28. Les caprificues (fruits de la fige mâle) sont une variété importante de figes nécessaires pour la nouaison. Les caprificues doivent être sains, exemptes de champignons et doivent posséder une abondance de grains de pollens vivants et de guêpes (*Blastophaga psenes* L.). Pendant la pollinisation des figes femelles par les guêpes des figes, qui passent leur cycle de vie dans les caprificues, le *Fusarium*, *Aspergillus* spp et les autres champignons peuvent être transportés de la fige femelle à la fige mâle par l'intermédiaire de ces guêpes. Comme les arbres mâles sont la source principale de ces champignons, les arbres mâles ne sont généralement pas cultivés dans les vergers de figuiers femelles. Il est important d'utiliser des caprificues propres, les caprificues pourries et ramollies doivent être éliminées avant la caprification. Du fait que les caprificues, qui sont autorisées à rester sur l'arbre et/ou dans le verger, peuvent être porteuses d'autres maladies fongiques et/ou d'animaux nuisibles, elles doivent être ramassées et détruites après la caprification à l'extérieur du verger. Pour faciliter leur élimination, il est recommandé de les placer dans des filets ou dans des sacs.

3.4 Pré-récolte

29. L'ensemble des équipements et de la machinerie, qui est utilisé pour la récolte, l'entreposage et le transport des récoltes ne devrait pas constituer un risque pour la santé. Avant la récolte, tous les équipements et la machinerie devraient être inspectés afin de s'assurer qu'ils sont propres et dans un bon état de fonctionnement afin d'éviter la contamination des figes avec le sol et d'autres risques potentiels.
30. Les associations commerciales, ainsi que les autorités locales et nationales devraient prendre en main la conduite du développement de directives simples et informer les agriculteurs des risques associés à la contamination par les aflatoxines des figes et les informer sur la façon d'employer des procédures de récolte permettant de réduire les risques de contamination par les champignons, les microbes et les organismes nuisibles.

31. Le personnel qui sera impliqué dans la récolte des figues devrait être formé sur l'hygiène personnelle et les pratiques sanitaires qui doivent être mises en place dans les installations de transformation lors de la saison de récolte.

3.5 Récolte

32. La récolte des figues sèches est différente de la récolte des figues à consommer fraîches. Les figues destinées à être séchées ne sont pas récoltées quand elles sont mûres, elles restent sur l'arbre pour la surmaturation. Une fois qu'elles ont perdu leur eau, qu'elles sont partiellement sèches et qu'elles se ratatinent, une couche d'abscission se forme et les figues se détachent naturellement de l'arbre et tombent sur le sol. La période de formation des aflatoxines la plus critique commence au début de la maturation, se poursuit pendant qu'elles se ratatinent jusqu'au séchage total. Les figues doivent être ramassées sur le sol tous les jours pour réduire la formation d'aflatoxine et les autres pertes dues aux maladies et aux animaux nuisibles. Par ailleurs, les contenants servant à la collecte doivent être adaptés, prévenir les dommages mécaniques et doivent être exempts de toutes sources fongiques et nettoyés.
33. La récolte des figues sèches doit être faite à intervalles réguliers et courts, afin de minimiser le contact avec le sol et les risques de contamination qui s'en suivent. La récolte fréquente permet également de diminuer l'infestation due notamment aux nitidules des fruits secs (*Carpophilus* spp.) et aux teignes du figuier (*Ephestia cautella* Walk. et *Plodia interpunctella* Hübner).
34. Quand la différence de température entre le jour et la nuit est forte, l'apparition de rosée peut déclencher la formation des aflatoxines. Ceci est important car les surfaces humides qui favorisent le développement des champignons peuvent se former même après le stade de séchage complet du fruit.

3.6 Séchage

35. La surface et la durée du séchage sont deux facteurs importants de la formation des aflatoxines. Les figues partiellement sèches et ratatinées, tombées au pied de l'arbre, dont le taux d'humidité est de l'ordre de 30 à 50%, sont plus vulnérables aux dommages physiques que les figues complètement sèches dont le taux d'humidité est de 20 à 22%. Il est donc nécessaire de pratiquer une bonne gestion du sol qui réduise la taille des particules et lisse la surface avant la récolte pour réduire les risques de dégradation.
36. Les figues peuvent être séchées artificiellement dans des séchoirs ou au soleil au moyen de l'énergie solaire. Dans les séchoirs artificiels, les figues sèchent plus rapidement et les produits obtenus sont plus sains et moins endommagés

par les nuisibles. De bonnes pratiques de séchage peuvent aider à la prévention de la formation des aflatoxines. Le séchage au soleil est rentable et écologique mais toutefois peut avoir pour conséquence l'augmentation de la probabilité de la contamination par les aflatoxines.

37. Les fruits ne doivent pas être placés en contact direct avec le sol ou avec d'autres végétaux. Les claies de séchage doivent être placées en couche unique dans les parties ensoleillées du verger où l'air circule. Les claies de séchage doivent être couvertes afin de protéger les figues de la pluie et éviter ou prévenir les risques d'infestation par les teignes du figuier qui pondent leurs oeufs dans la soirée. Les claies de séchage placées 10-15 cm au-dessus du sol devraient être utilisées de préférence lors du séchage au soleil étant donné que les fruits peuvent bénéficier de la chaleur à la surface du sol et qu'elles sont bien aérées. Elles peuvent sécher rapidement et la contamination des fruits par des matières étrangères et des sources d'infection telles que les particules du sol ou des parties de plantes sont éliminées.
38. Les figues qui sont sèches, avec une humidité de $\leq 24\%$ et une activité de l'eau $\leq 0,65$, devraient être retirées des claies. Les figues complètement séchées doivent être retirées des claies de préférence le matin avant que la température des fruits monte et que les fruits ramollissent mais après que la rosée se soit évaporée. Les claies doivent être contrôlées à intervalles courts pour collecter les figues complètement sèches. Les figues sèches collectées sur les claies de séchage doivent être traitées pour prévenir les ravageurs de stockage avec une méthode autorisée dans la législation de chaque pays, pour l'emploi destiné.
39. Les figues de basse qualité sont mises à l'écart, elles présentent des risques de contamination et doivent être séchées et entreposées séparément pour éviter la contamination croisée. Le personnel qui est chargé de la récolte ou qui travaille dans les lieux d'entreposage doit être formé à cet effet afin d'assurer le respect de ces critères.

3.7 Transport

Si le transport est requis les dispositions suivantes s'appliquent:

40. Lors du transport des figues sèches entre l'exploitation agricole et le lieu de transformation, la qualité des figues ne doit pas être affectée de façon néfaste. Les figues sèches ne doivent pas être transportées avec des produits à risque d'odeur forte ou qui présentent le risque d'une contamination croisée. Pendant le transport il est nécessaire d'éviter les augmentations du taux d'humidité et de la température.

41. Les figues sèches doivent être transportées dans des contenants adaptés vers un lieu d'entreposage adapté ou directement à l'usine de transformation le plus vite possible après la récolte ou le séchage. À tous les stades du transport, il est préférable d'utiliser des boîtes ou des caisses à claire-voie autorisant une aération plutôt que des sacs. Les contenants utilisés pendant le transport doivent être propres, secs, et exempts de toute moisissure visible, d'insectes ou autre source de contamination. Les contenants doivent être suffisamment solides pour supporter la manutention nécessaire sans se rompre ou se trouer, et ils doivent être fermés hermétiquement pour prévenir tout accès de la poussière, des spores fongiques, des insectes ou autre matière étrangère. Les véhicules (par ex. les remorques, les camions) utilisés pour collecter et transporter les figues sèches de l'exploitation aux installations de séchage ou d'entreposage, doivent être propres, secs, et exempts de toute moisissure visible, d'insectes ou autre source de contamination, avant leur utilisation et leur re-utilisation et être adaptés à la cargaison prévue.
42. Au moment du déchargement, le container de transport doit être entièrement vidé de tous les chargements et nettoyé comme il convient pour éviter la contamination des autres chargements.

3.8 Entreposage

43. Les figues doivent être nettoyées correctement, séchées et étiquetées lorsqu'elles sont placées dans une installation de stockage équipée de moyens permettant des contrôles de température et de moisissure. La durée de conservation des figues sèches peut être prolongée si elles sont séchées jusqu'à atteindre une valeur de l'activité de l'eau à laquelle les moisissures, les levures et les bactéries ne peuvent pas se développer (activité d'eau < 0,65). Dans les cas où il se produit à nouveau des augmentations de température et du taux d'humidité, une formation secondaire d'aflatoxines risque de se produire. C'est à cause de cela que le contact direct des contenants de figues sèches avec le sol ou avec les murs n'est pas recommandé. Dans les salles d'entreposage, on place une palette sous les contenants pour éviter le contact direct.
44. Les salles d'entreposage doivent être éloignées des sources de contamination comme les figues moisies ou les abris pour les animaux s'il y en a dans l'exploitation, et les figues ne doivent pas être entreposées à proximité de matériel dégageant une odeur particulière. Toutes les précautions doivent être prises pour éloigner les insectes, les oiseaux et autres problèmes similaires, en particulier dans les conditions d'entreposage à la ferme.

45. Les figues de basse qualité qui ne sont pas destinées à la consommation humaine directe devraient être entreposées séparément de celles destinées à la consommation humaine. Les salles d'entreposage doivent être désinfectées avec les désinfectants appropriés. Les zones de clivages ou les cavités doivent être réparées, les fenêtres doivent être équipées de moustiquaires. Les murs doivent être blanchis à la chaux et nettoyés tous les ans. Les salles d'entreposage doivent être sombres, fraîches et propres.
46. Les conditions optimales d'entreposage pour les figues sèches sont des températures variant entre 5 et 10 °C et une humidité relative inférieure à 65%. Par conséquent un entreposage au froid est recommandé.

3.9 Traitement

47. Les figues sèches sont fumigées, entreposées, dimensionnées, lavées, nettoyées, classifiées et emballées dans des unités de transformation. Parmi ces processus, le retrait des figues contaminées par les aflatoxines, l'entreposage et le matériel d'emballage peuvent exercer un impact majeur sur les niveaux d'aflatoxines des produits finis. Les figues transformées doivent être traitées afin de prévenir les ravageurs de stockage avec une méthode autorisée par la législation de chaque pays pour cette utilisation.
48. Les lots de figues sèches entrant dans l'usine de traitement doivent être échantillonnés et analysés selon un dépistage initial pour la qualité de la teneur en humidité et le taux de fluorescence jaune verdâtre brillante (BGYF) des figues. Les figues sèches contaminées avec des aflatoxines peuvent avoir une corrélation avec la fluorescence jaune verdâtre brillante sous la lampe à ultraviolet à longues ondes (360 nm). Le BGYF peut apparaître sur l'extérieur de la peau mais aussi à l'intérieur de la cavité du fruit; le taux étant dépendant des caractéristiques du fruit et de la prévalence des vecteurs. Les figues sèches sont examinées sous la lampe à ultraviolet à longues ondes et celles qui sont fluorescentes sont retirées afin d'obtenir une teneur moins élevée en aflatoxine du lot. Les conditions de travail telles que la durée du travail, les pauses, l'aération et la propreté de la pièce, devraient fournir au travailleur une certaine sécurité et assurer la sécurité du produit.
49. Les figues contaminées doivent être séparées, étiquetées et ensuite détruites d'une façon appropriée afin d'empêcher leur entrée dans la chaîne alimentaire et tout risque ultérieur de pollution environnementale.

50. La teneur en humidité et le niveau d'activité de l'eau des figes sèches doivent être en dessous du niveau critique (la teneur en humidité peut être établie à 24% et une activité de l'eau de moins de 0,65). Des niveaux plus élevés peuvent déclencher la croissance des champignons et la formation de toxines. Des niveaux d'activité de l'eau plus élevés peuvent déclencher la formation secondaire d'aflatoxines dans des aires d'entreposage de température élevée dans l'établissement de transformation ou au niveau de la vente en particulier dans le matériel d'emballage hermétique à l'humidité.
51. Les figes sèches sont lavées si cela est requis par l'acheteur. La température de l'eau et la durée du lavage devraient être adaptées à la teneur en humidité des figes afin d'éviter une élévation de la teneur en humidité initiale des fruits à des niveaux critiques. Dans le cas où les niveaux d'humidité et de l'activité de l'eau ont augmenté, une deuxième étape de séchage devrait être intégrée dans le processus. L'eau devrait avoir les spécificités de l'eau potable.
52. De bonnes pratiques d'entreposage doivent être appliquées dans l'établissement de transformation et jusqu'à ce que le produit arrive au consommateur. (voir section 3.8).
53. L'ensemble de l'équipement, machinerie ainsi que l'infrastructure dans l'établissement de transformation ne devraient pas constituer un danger pour la santé, et de bonnes conditions de travail devraient être fournies afin d'éviter la contamination des figes.
54. Ces recommandations sont fondées sur les connaissances actuelles et peuvent être mises à jour conformément aux recherches poursuivies. Les mesures préventives sont essentiellement appliquées dans les vergers de figuiers et les précautions ou les traitements appliqués à l'étape de la transformation constituent uniquement des mesures correctives permettant de prévenir toute formation d'aflatoxines.

CODE D'USAGES POUR LA PRÉVENTION ET LA RÉDUCTION DE LA CONTAMINATION PAR L'OCHRATOXINE A DU VIN

CAC/RCP 63-2007

1. PRÉAMBULE

Les mycotoxines, en particulier l'ochratoxine A (OTA), sont des métabolites secondaires produits par des champignons filamenteux qui sont présents dans le sol et sur les matières organiques et qui de là, se répandent et se développent sur les raisins pendant la phase de maturation des baies.

La formation d'OTA sur le raisin est due principalement à la contamination des baies par certaines espèces de moisissures, et certaines souches appartenant essentiellement aux genres *Aspergillus* (en particulier aux souches *A. carbonarius* et dans une moindre mesure *A. niger*).

La présence et la diffusion de tels champignons dans les vignobles sont influencées par des facteurs environnementaux et climatiques, des conditions d'humectation nocturne du raisin, de la forme des grappes, de la sensibilité des variétés de vignes, du niveau d'aération des grappes, de l'état sanitaire des raisins, et des blessures des baies qui sont les principaux points d'entrée des champignons ochratoxinogènes.

2. PRATIQUES DE CULTURES DANS LE VIGNOBLE

Il est recommandé d'appliquer, dans les régions viticoles où les conditions climatiques sont favorables à la formation d'OTA sur les produits de la vigne, toutes les mesures préventives suivantes en vue de réduire les risques endémiques favorisant l'apparition des maladies de la vigne les plus nuisibles:

2.1 Informations du risque au niveau régional

- Assurer que les autorités régionales et les organisations des producteurs:
 - analysent et identifient les espèces et souches de champignons toxigènes présentes dans leur région;
 - mettent en relation cette information avec les facteurs de risque régional incluant les données météorologiques et les pratiques culturales et proposent une gestion appropriée;
 - communiquent cette information aux producteurs.

2.2 Formation des producteurs

- Assurer la formation du producteur au niveau:
 - des risques concernant les moisissures et les mycotoxines;
 - de l'identification des champignons ochratoxinogènes ou la présence de moisissure de contamination, en particulier la fumagine et la période d'infection;
 - de la connaissance des mesures préventives à appliquer au vignoble et à la cave.

2.3 Implantation du vignoble

- Privilégier l'implantation de la vigne dans les zones bien aérées en évitant les situations les plus humides.
- Constituer des parcelles avec une disposition de plantation et une architecture de végétation (système de palissage) adéquates pour:
 - faciliter les opérations culturales,
 - éviter le contact direct des grappes de raisin avec le sol,
 - assurer une bonne protection phytosanitaire,
 - limiter les risques de brûlure du soleil sur les grappes,
 - favoriser une maturation uniforme du raisin.

2.4 Matériel végétal

- Choisir des porte-greffes vigoureux et des variétés moins sensibles au développement de moisissures et de pourritures du raisin.
- Choisir, dans la variété, les clones ou les biotypes les mieux adaptés aux conditions pédoclimatiques des zones spécifiques de culture et les moins sensibles au développement de moisissures et de pourritures, soit souvent ceux qui se caractérisent par des grappes peu compactes.
- Constituer des parcelles homogènes (variétés, clones) pour faciliter les opérations culturales, assurer une meilleure protection phytosanitaire et obtenir une maturation uniforme du raisin.

2.5 Techniques culturales

- Appliquer des techniques agronomiques visant à favoriser les équilibres feuilles/fruits des vignes et à réduire les excès de vigueur, en particulier en évitant l'apport inapproprié de fumure azotée.
- Favoriser la couverture herbeuse ou organique du sol et éviter les travaux du sol entre le début de la phase de maturation des raisins et la vendange, en vue limiter la projection de particules de terre et des champignons associés sur le raisin.
- Favoriser une disposition ordonnée des grappes en évitant leur entassement.

- Si des apports d'eau sont nécessaires, faire des irrigations les plus régulières possibles, en vue d'éviter l'éclatement des baies et l'apparition des fissures de la pellicule, sources de pénétration et de développement des moisissures, surtout dans les régions chaudes.
- Eviter d'utiliser le marc contenant des champignons toxigènes comme engrais dans les vignobles.

2.6 Parasites et contrôle des maladies

- Effectuer un effeuillage de la zone des grappes, tout en tenant compte de la nécessité de limiter les risques de brûlure de soleil. Cette opération doit permettre d'aérer au maximum les grappes. Elle est particulièrement nécessaire en conditions climatiques chaudes et humides durant la maturation du raisin.
- Éviter les lésions sur les baies et les altérations de la pellicule causées par les maladies, insectes, phytotoxicités et brûlures du soleil.
- Enlever les baies flétries/desséchées.
- Appliquer des plans de protection de la vigne visant à assurer la maîtrise des maladies cryptogamiques dangereuses pour la qualité du raisin (oïdium, pourriture acide).
- Prévenir les attaques des tordeuses de la vigne, des cochenilles et des cicadelles pruineuses qui favorisent le développement de moisissures sur les baies endommagées; la lutte contre ces ravageurs doit être réalisée en suivant leur biologie et les risques d'épidémie; en conditions de risque d'attaque élevé, les traitements doivent être effectués préventivement en utilisant des produits spécifiques et en tenant compte des avertissements des services régionaux de protection des végétaux.
- Appliquer des programmes appropriés et reconnus de protection contre les pourritures et les moisissures du raisin en employant la méthode appropriée afin d'éviter la résistance des champignons; des traitements adaptés sont recommandés dans toutes les situations favorables au développement des espèces produisant des toxines.

3. INTERVENTIONS À LA VENDANGE

Seule une vendange saine assure une qualité et une sécurité optimales des produits vitivinicoles. En conséquence, seule une vendange saine peut être destinée à la consommation humaine sans risque de perte de qualité et sans problème de sécurité alimentaire pour les consommateurs.

La date de vendange doit être fixée en tenant compte du degré de maturité du raisin, de son niveau sanitaire, des évolutions climatiques prévisibles et du risque endémique. Dans les zones à risque d'OTA élevé, il est recommandé d'avancer la date des vendanges.

Lorsque le raisin est contaminé de manière généralisée par les moisissures:

- il ne peut pas être utilisé, ni pour l'élaboration de moût concentré, ni de vin;
- son utilisation doit être limitée à la distillation.

3.1 Production de raisins passerillés pour la production des vins

Pour la production destinée à l'obtention de raisins passerillés destinée à l'élaboration de vins (vin doux), les actions suivantes sont recommandées:

- Assurer l'hygiène des récipients destinés à la récolte et/ou au séchage des raisins.
- Utiliser seulement les raisins non endommagés par des insectes et non contaminés par des moisissures.
- Trier les raisins en éliminant les grains endommagés et contaminés.
- Disposer les raisins à sécher ou à passeriller en une seule couche, en évitant la superposition des grappes.
- Favoriser le séchage progressif et uniforme de toutes les parties de la grappe.
- Prendre les mesures nécessaires pour éviter le développement des drosophyles.
- Pour les conditions particulières de séchage en plein air, il est recommandé d'effectuer le séchage dans des conditions bien ventilées et de couvrir les raisins pendant la nuit pour éviter la condensation de l'humidité.

3.2 Production de grappes de raisins

Les actions suivantes sont recommandées lorsque la vendange est modérément contaminée avec des moisissures toxigènes et destinée à la production de vin:

- Les raisins endommagés par des insectes et par des moisissures ou contaminés par des particules de terre doivent être éliminés avant vendange ou à la vendange selon la technique de récolte choisie.
- Les raisins doivent être triés, afin d'écarter les grappes ou parties de grappe endommagées. Il est important d'éliminer les moisissures noires.
- Le raisin récolté doit être transporté le plus rapidement possible en cave de manière à éviter les attentes prolongées surtout dans le cas de raisins avec une forte proportion de jus.

- Il est important de bien nettoyer les récipients après chaque transport de raisin, surtout dans le cas de vendanges pendant lesquelles des récipients ont été utilisés pour récolter les grappes qui sont susceptibles d'être pourries.

4. INTERVENTIONS À LA CAVE

Dans les conditions où il existe un risque de contamination par l'OTA, il est recommandé de déterminer la teneur en OTA dans les moûts destinés à la vinification.

4.1 Opérations et traitements pré-fermentaires

- Éviter la macération pelliculaire en cas de vendanges à risque élevé d'OTA ou, tout au plus, pratiquer une macération courte.
- Dans le cas de contamination significative de raisins rouges, évaluer la possibilité de réaliser une vinification en rosé.
- Adapter le taux de pressurage à l'état sanitaire du raisin; en cas de contamination, effectuer des pressées rapides avec de faibles pressions et de petits volumes; éviter les pressoirs continus.
- Dans le cas de raisins contaminés, éviter l'utilisation d'enzymes pectolytiques pour les opérations de débourbage ou de macération. La clarification rapide par filtration du moût, centrifugation et flottation est préférable.
- Éviter les traitements de chauffage de l'après-vendange et les macérations agressives et prolongées.
- En cas de contamination par l'OTA, il est préférable de traiter les raisins et les moûts avec des doses de charbon œnologique les plus faibles et efficaces possibles, afin d'éviter de possibles pertes de composants aromatiques et polyphénoliques lorsque le traitement est effectué sur le vin.

4.2 Opérations fermentaires

- Réaliser autant que possible les fermentations et les élevages dans des récipients à parois lisses pour éviter les sources de contamination liées aux fermentations ou élevages antérieurs et pour faciliter le nettoyage.
- Le séchage des levures vivantes ou des levures mortes peut favoriser la diminution de la teneur en OTA.
- Pour les fermentations alcooliques ou malolactiques, utiliser les levures ou bactéries qui peuvent avoir des propriétés adsorbantes pour l'OTA; s'assurer que ces caractéristiques soient garanties par le fournisseur tout

en sachant que l'utilisation de ces produits ne permet qu'une diminution partielle de l'OTA.

- Il est conseillé de décuver, le plus rapidement possible, après les opérations fermentaires.

4.3 Opérations d'élevage et de clarification

- L'élevage sur lies peut aider à diminuer le taux d'OTA. Les risques que cette technique peut comporter sur la qualité organoleptique des vins doivent être évalués.
- Les produits de clarification actuels (colles organiques et inorganiques) ont des niveaux d'efficacité très variable sur la réduction de la teneur en OTA:
 - Le charbon œnologique est le plus efficace.
 - Certaines celluloses et gels de silice associés au collage à la gélatine ne permettent qu'une réduction partielle.

Avant toute utilisation:

- se renseigner sur l'efficacité du produit utilisé et sur la technologie d'application,
- réaliser des essais à différentes doses pour connaître les répercussions sensorielles et établir la dose d'application.

5. CONDITIONS GÉNÉRALES POUR LES OUTILS EN CONTACT AVEC LES ALIMENTS

Les outils en contact avec les aliments utilisés durant la récolte, le transport et la production ne devraient pas entraîner la migration du contaminant ou la contamination croisée qui pourrait représenter un danger pour la santé humaine.

6. CONCLUSION

Les présentes recommandations sont basées sur les connaissances actuelles et pourront être mise à jour en fonction des résultats des recherches qui se poursuivent.

Les mesures préventives sont essentiellement effectuées au vignoble et les mesures à la cave sont uniquement correctives.

CODE D'USAGES POUR LA PRÉVENTION ET LA RÉDUCTION DE LA CONTAMINATION PAR L'OCHRATOXINE A DU CAFÉ

CAC/RCP 69-2009

1. INTRODUCTION

1. L'Ochratoxine A (OTA) est un métabolite fongique toxique répertorié comme un éventuel agent carcinogène humain (groupe 2B). L'OTA est produit par des champignons Genre *Aspergillus* et *Penicillium*. Dans le café, seules les espèces du genre *Aspergillus*, en particulier *A. ochraceus* et les espèces associées (*A. westerdijkiae* et *steynii*) produisent l' OTA. *A. niger* et les espèces associées ainsi que *A. carbonarius* sont parfois impliquées. L'OTA est produite lorsque les conditions de l'activité en eau, de nutrition et de température requises pour la croissance et la biosynthèse sont réunies
2. Les principales variétés de café marchand produites et commercialisées sont: *Coffea arabica* (arabica coffee) et *Coffea canephora* (café robusta).
3. Après la récolte le café est trié, séché (en cerises ou en grains), entreposé et commercialisé. Le taux d'humidité des doit être réduit à un niveau maximum de 12,5 pour cent afin de prévenir la production d'OTA.

2. DÉFINITIONS (BASÉES SUR ISO 3509)

Parties du café fruit, non séchées (figure 1)

Cerise du café: fruit entier du caféier, fraîche ou sèche.

Grain, grain frais: endosperme (graine) du fruit du café. Il y a généralement deux grains par fruit.

Endocarpe: nom scientifique de la 'parche'. Il s'agit d'une membrane coriace qui 'engluie' les fèves lorsqu'elles sont fraîches mais qui est éliminé au cours du séchage.

Endosperme: nom scientifique désignant les tissus qui alimentent l'embryon pendant la germination. Le grain se compose de l'endosperme et de l'embryon, c'est à dire des tissus qui sont à l'intérieur du fruit en développement et qui constitueront les grains de café. L'endosperme remplit le tégument à fur et à mesure de la maturation de la cerise.

Epicarpe ou Exocarpe: nom scientifique désignant la pellicule externe du fruit, couche monocellulaire recouverte d'une substance cireuse protégeant le fruit.

Flottaison (ou flotteurs) café: cerise de café de basse densité flottant à la surface de l'eau.

Mésocarpe: couche intermédiaire de tissus située entre l'épicarpe et l'endocarpe (parche) composée essentiellement d'un mucilage de pectine très collant et de pulpe.

Mucilage: nom commun décrivant la fine couche située entre la pulpe et la parche à l'intérieur d'une cerise de café. Le mucilage recouvre encore les grains après le dépulpage. Absent lorsque les cerises sont immatures ou surmatures.

Grains nus ou endosperme: le café en parche qui a été en partie ou entièrement débarrassé de sa parche durant le dépulpage et/ou lavage.

Pulpe: partie de la cerise de café composée de l'exocarpe externe et la plus grande partie du mésocarpe interne (tissu mucilagineux).

Parties du fruit du café (séchées)

Grain en parche: grain de café incorporé entièrement ou partiellement dans sa parche (endocarpe, pergamine).

Grain de café: terme commercial pour désigner la graine sèche de la plante de café.

Défauts: nom générique désignant les particules indésirables mais souvent présentes qui peuvent inclure divers types de grains, ou parties de grain, des tissus du fruit et de matières étrangères souvent présentes dans les lots de grains de café vert et les grains de café torréfié. De nombreux termes spécifiques et divers sont utilisés, selon le pays producteur, pour décrire les défauts. Les grains défectueux résultent en général d'un traitement inadéquat, d'attaques d'insectes ou de mauvaises conditions météorologiques. On attribue généralement une valeur pondérale aux défauts afin d'aider à trier et à classer les lots de café, conformément aux divers systèmes nationaux et internationaux.

Café naturel, cerise de café sèche, cacao: fruit sec du caféier, comprenant ses enveloppes externes et un ou plusieurs grains.

Grain de café vert: la graine sèche de la plante de café, séparée des tissus non alimentaires du fruit.

Cosse, parche sèche: endocarpe sèche du fruit du café.

Coque, pulpe de cerise sèche: enveloppes assemblées externes (péricarpe) du fruit de café sec.

Parche ou endocarpe: l'endocarpe du fruit du café située entre la partie pulpeuse (pulpe) et la pellicule. Il s'agit d'une pellicule fine, friable comme du papier couvrant le côté gauche des grains traités par voie humide après dépulpage et fermentation, retirée durant déparchage.

Pellicule, tégument sec, périsperme de graine sèche: couche du grain de café. Son apparence est généralement argentée ou cuivrée.

Café lavé ou nettoyé: le grain vert traité sec dont la pellicule a été retirée par un moyen mécanique en présence d'eau.

Procédés

Dissociation de la cerise: variation du traitement par voie sèche dans lequel les cerises sont cassées à l'aide d'une machine et le fruit et les graines sont maintenus ensemble en masse.

Glanage (ou balayage): fruit du café qui repose sur le sol sous les buissons du caféier, et qui s'est détaché durant la cueillette ou abscisé durant le développement.

Sélection: opération technologique destinée à éliminer les matières étrangères (par ex. les cailloux, brindilles, feuilles) et de trier les cerises de café selon la taille, densité et le degré de maturité.

Processus de séchage: Traitement consistant à sécher les cerises de café, soit à la lumière du jour soit dans les machines de séchage pour donner du café en coque. Ceci est normalement suivi par un retrait mécanique du péricarpe sec (coque) afin de produire du café vert "naturel".

Décorticage: retrait mécanique des coques (péricarpe) des cerises de café sèches.

Traitement par voie humide: traitement des cerises de café consistant dans le retrait mécanique de l'exocarpe (pulpe) en présence de l'eau, suivi alternativement par

- soit débarrasser le mucilage (mésocarpe) par fermentation ou par d'autres méthodes, suivi par le lavage pour donner du café à parche, ou
- séchage direct des fèves dépulpées dans leur parche mucilagineuse, suivi par l'écilage pour produire du café vert "semi-lavé". Le retrait du mucilage est généralement suivi par le séchage et l'écilage pour produire du café vert "lavé".

Dépulpage: opération technologique utilisée dans le traitement par voie humide consistant, à l'aide d'une machine, à enlever et à séparer autant que possible la pulpe (exocarpe) du mucilage (mésocarpe). Une partie du mésocarpe mucilagineux continue généralement à adhérer à la parche (endocarpe).

Procédé de fermentation: traitement destiné à assimiler la mésocarpe mucilagineuse adhérent à la parche du café dépulpe, autorisant son élimination par lavage. Le processus de fermentation peut être remplacé par un système mécanique de démulilage pour retirer le mucilage par friction.

Lavage: opération technologique destinée à retirer par l'eau toutes les traces de la mésocarpe mucilagineuse de la surface de la parche.

Séchage de la parche de café: opération technologique destinée à réduire la teneur en humidité de la parche à un niveau qui autorise le décorticage dans des conditions techniques satisfaisantes et qui ne seront pas préjudiciable à l'entreposage ultérieur du café.

Décorticage: retrait de l'endocarpe séché de la parche du café afin de produire du café vert.

Polissage: opération technologique afin de retirer la pellicule résiduelle (périsperme) du café vert par des moyens purement mécaniques.

Triage: opération technologique destinée à retirer les matières étrangères, fragments de café et les grains défectueux du café vert.

Torréfaction: traitement thermique qui produit des modifications chimiques et physiques fondamentales dans la structure et la composition de café vert, provoquant la noirceur des grains et le développement de l'arôme caractéristique du café torréfié.

3. TRAITEMENT DES CERISES DE CAFÉ

4. Les cerises de café sont transformées selon deux systèmes de base (Figures 2 et 3): a) le procédé à sec qui produit ce qu'on appelle un café naturel ou des cerises de café séchées (la graine est dans le fruit entier) et b) le procédé par voie humide qui génère un café appelé le café en parche ou la graine est dans le tégument interne ou endocarpe.
5. Dans le procédé à sec du café naturel, le fruit entier est soit directement séché au soleil sur des tables ou des terrasses en ciment ou en brique ou même en asphalte soit séché en utilisant une combinaison de soleil et de séchage mécanique (en particulier dans des fermes plus avancées technologiquement).
6. Dans le traitement par voie humide, les parties du fruit sont séparées mécaniquement, donnant la pulpe en tant que sous-produit et la parche en tant que produit principal. Ce dernier est enrobé de mucilage qui peut être éliminé par fermentation et puis lavé ou éliminé directement par la machine sans fermentation. Après le retrait ou le non retrait du mucilage, la parche est généralement séchée au soleil sur une aire de séchage ou sur des tables suspendues avec de nombreuses variations et innovations technologiques à cette procédure de base. Ici aussi les séchages au soleil et mécanique peuvent être associés et utilisés ensemble.
7. Après le traitement, le café séché pourra être stocké, séparé des tissus du fruit par décortilage et subira triage (classement), calibrage, polissage, nettoyage et mise en sac avant sa commercialisation.
8. La torréfaction du café peut enlever un pourcentage très significatif d'OTA. Selon le processus de torréfaction, la destruction peut atteindre 65 à 100 pour cent.
9. Quoique ce code d'usages se focalise sur la réduction de la contamination par l'OTA, qui constitue la question principale relative à la sécurité sanitaire dans la production de grains de café vert, les programmes de l'industrie

doivent aussi gérer d'autres dangers potentiels associés à la production, au traitement et la manutention du café.

4. PRATIQUES RECOMMANDÉES

4.1 Avant-récolte

10. Il n'est pas totalement certain que les champignons producteurs de l'OTA puissent infecter les fruits du café déjà dans la plante et que l'infection soit assez développée pour produire de l'OTA au moment de la récolte. Si l'infection apparaît dans les plantes, elle peut impliquer deux différentes voies de contamination: soit à travers les fleurs, sans signe visible soit par invasion d'insectes tel que le scolite du caféier (CBB) (*Hypothenemus hampei*), qui peuvent transporter des spores dans les fruits, en faisant une perforation dans la cerise et un ou plusieurs tunnels dans le grain, laissant des signes visibles d'infection.
11. Les pratiques recommandées pour réduire le développement et la charge de spores des champignons produisant de l'OTA dans les plantes, et les grains de café sont:
- a) Conservez la vigueur des plantes de café, à travers l'emploi régulier de bonnes pratiques agricoles (GAP) au bon moment, telles que le désherbage, le recépage, la fumure minérale, la lutte contre les maladies et les ravageurs, l'irrigation.
 - b) Ne pas utiliser une irrigation par aspersion durant la période de floraison. Ceci pourrait augmenter les taux normaux de dispersion des spores et augmenter la chance d'infection des grains par les champignons producteurs d'OTA.
 - c) Utiliser les pièges (tels que les pièges d'alcool) pour le contrôle *Hypothenemus hampei* avant la récolte et encourager la pratique de la lutte contre les ravageurs (IPM).
 - d) Évitez la présence de déchets organiques non compostés issus du café ou toute autre source, dans ou autour de la plantation. Les semences de café et les produits qui y sont associés peuvent favoriser la prolifération de l'OTA en produisant les champignons.

4.2 Récolte

12. La méthode de récolte choisie sur une ferme donnée est fonction des exigences requises par la méthode de traitement, des facteurs économiques et de la disponibilité de la main d'oeuvre.
13. Quatre méthodes principales de la récolte sont connues: (i) la récolte en un seul passage où toutes les branches portant des cerises sont récoltées en une seule

fois; (ii) la récolte en plusieurs passages où seulement les branches portant essentiellement des cerises mûres sont récoltées; (iii) la récolte à plusieurs passages, très sélective et entièrement manuelle ('*finger picking*') consistant à cueillir uniquement les cerises mûres et (iv) la récolte mécanique utilisant différents types de machines pour récolter tous les fruits en une seule fois.

14. Outre ces systèmes principaux de base, des procédés supplémentaires peuvent être utilisées, telles qu'une 'récolte rapide' afin de ramasser les fruits mûrs prématurément ou la récolte (glanage ou balayage) des cerises qui sont tombées sur le sol ou qui ont été laissées sur les plantes durant la récolte. En général, les cerises qui tombent sur le sol ne devraient pas être ramassées, en particulier dans des conditions humides étant donné qu'une croissance fongique peut apparaître, ce qui peut conduire à une contamination à l'OTA. Toutefois un contact bref avec le sol ne pose pas de problème mais peut le devenir si le contact avec le sol perdure. Dans des climats frais ou humides, seule la collecte sur le sol ayant lieu le même jour devrait être considérée comme acceptable. S'il est nécessaire de ramasser les grains qui sont tombés au sol, ceux-ci devraient être entreposés séparément jusqu'à ce qu'ils soient transformés afin d'éviter le risque de contamination du reste de la récolte. On devrait s'assurer que toutes les cerises tombées qui sont ramassées sont soumises rapidement aux phases de traitement et de séchage étant donné que ces produits alimentaires pourraient avoir une croissance fongique probablement plus élevée.
15. La récolte devrait débuter dès qu'il y a suffisamment de cerises mûres pour que celles-ci soient économiquement viables. Lorsque le moment pour commencer la récolte est précisé, les activités suivantes devraient d'abord être menées:
 - a) Enlever les mauvaises herbes, ramasser les cerises tombées et nettoyer la proximité des arbres avant la récolte.
 - b) Là où c'est possible, placer des paillassons, des toiles ou des bâches sous les arbres pour prévenir la contamination par les vieilles cerises tombées.
 - c) S'assurer qu'il existe des dispositions adéquates pour l'entreposage subséquent et la transformation de la récolte de sorte que les conditions favorables à la croissance de moisissure ou d'autres dommages soient évitées.
16. Les cerises devraient être traitées aussi rapidement que possible après la récolte. Le rythme de la récolte, l'exécution du traitement et la disponibilité de la main d'oeuvre doivent coïncider avec la progression du séchage.

17. Le café à traiter doit être uniforme et il faut donc éviter de faire des mélanges par ex. café humide et café sec lors du traitement par voie sèche; café pulvable et non pulvable lors du traitement par voie humide. Avant la transformation des cerises de basse qualité (par ex. fruits pas mûrs ou trop mûrs, ou fruits qui ont la maladie de l'antracnose des drupes) devraient être retirés. Ceci peut être fait soit par triage visuel, ou via la séparation de l'eau. On devrait s'assurer que tout matériel qui doit être arrangé est disposé d'une façon appropriée.

4.3 Post-récolte

18. La sénescence et les modifications débutent dès que le fruit du café est détaché de la plante. La période post-récolte est caractérisée par une phase initiale, transitionnelle et finale.
19. La phase initiale ou la phase à forte humidité débute dès la récolte. Le produit est ensuite dans un état instable et la détérioration peut être contrôlée par les micro-organismes en compétition, la restriction de l'oxygène et la réduction de la durée de cet état critique. Dans le procédé par voie humide, la phase de forte humidité peut être prolongée et contrôlée à travers la fermentation, mais il est souhaitable de réduire cette durée.
20. La phase transitionnelle est la moins stable et la plus difficile à prévoir lorsque l'altération peut seulement être contrôlée par la limite de temps. Les micro-organismes mésophiliques et xérophiliques provoquant l'autolyse ont suffisamment d'eau pour croître mais non pas leurs rivaux hydrophiliques. Le retournement ou le malaxage du café est essentiel afin de promouvoir un séchage uniforme. Lorsque la récolte coïncide avec une période pluvieuse ou de haute humidité, des mesures afin d'optimiser le séchage doivent être adoptées.
21. La dernière phase, ou phase à faible humidité commence durant la dernière période de séchage et se poursuit jusqu'à la torréfaction. Le produit est stable et le contrôle consiste à éviter la réintroduction ou la redistribution d'eau dans le lot de café. A un certain moment durant le séchage, il n'y a plus de croissance quand le produit atteint la phase d'humidité basse.

4.4 Traitement par voie sèche

22. Dans le système de procédé à sec (Figure 2) l'ensemble des fruits récoltés est séché. Bien que représentant un procédé simple en comparaison au traitement par voie humide, un bon produit fini peut uniquement être obtenu à travers l'application de bonnes pratiques ainsi qu'une gestion correcte.

23. Une option utilisée dans les régions où la période de la récolte coïncide avec les conditions climatiques arides, est que le fruit de café peut sécher sur l'arbre. Cette méthode est la résultante d'un niveau de présence faible des cerises immatures, ce qui assure des fruits fiables et de bonne qualité et moins coûteux que la méthode de récolte traditionnelle, vu qu'elle permet une récolte en un seul passage.
24. Quand cela est possible, les cerises fraîchement récoltées doivent être séchées le même jour de la récolte. Dans certains cas, les cerises sont gardées dans des sacs ou mis en tas pendant une semaine entière. Cette pratique conduit à des températures élevées et à une fermentation rapide, différente de celle obtenue dans le procédé par voie humide. Elle est à l'origine de la perte de la qualité des cerises et accroît les risques de contamination à l'OTA.
25. Préalablement au séchage, le fruit récolté devrait être trié afin d'extraire les cerises immatures et les cerises trop mûres, ainsi que les cerises abîmées par CBD (scolytes des cerises du café). Le tri peut s'effectuer soit visuellement ou en combinaison avec la flottation aquatique.

4.5 Traitement par voie humide

26. Le traitement par voie humide ou lavage (Figure 3) nécessite une matière première composée seulement de cerises arrivées à maturité qui ont été récoltées de façon sélective ou qui ont été séparées à l'aide d'une machine dans le procédé lui-même. Les cerises vertes immatures et les fruits secs sont retirés dans un séparateur d'eau. Le mucilage a été retiré, soit par fermentation, mécaniquement ou en utilisant des produits chimiques.
27. Dans le processus de fermentation, le mucilage se décompose par la fermentation des grains dans l'eau à une température ambiante (en utilisant des microorganismes) en 12 à 36 heures. Le processus de fermentation doit être contrôlé avec précaution afin de s'assurer que le café n'acquiert pas d'arômes (aigres) indésirables. Après que la fermentation a été achevée, les grains de café sont lavés dans des réservoirs d'eau propre ou dans des machines de lavage spéciales.
28. Après le passage à travers des séparateurs de lavage et avant le retrait de la pulpe, la séparation des cerises vertes immatures des cerises mûres peut être exécutée en utilisant des différences dans la pression, dans un séparateur de cerises vertes. Les cerises douces, mûres passent à travers les trous du tamis. Les

cerises dures, immatures, qui ne peuvent pas passer à travers les trous, vont au bord du cylindre là où un contrepoids contrôle leur écoulement.

29. Facteurs qui doivent être contrôlés comme suit:

- a) Tout équipement qu'il soit devrait être entretenu régulièrement afin de réduire la possibilité de pannes qui pourraient retarder le traitement et compromettre la qualité ainsi que la fiabilité du café.
 - a.1) Avant le début de la saison de la récolte: nettoyez, montez et lubrifiez l'équipement de traitement; inspectez l'installation et effectuez des tests antérieurement afin d'avoir suffisamment de temps pour les réparations si un problème apparaissait.
 - a.2) À la fin de la saison de la récolte: nettoyez, réparez, lubrifiez et protégez de l'eau. Contrôlez les surfaces de dépulpage afin de vous assurer qu'elles ne sont pas usées.
- b) Donnez un rôle/une formation corrects aux travailleurs et définissez leurs responsabilités. En outre, définissez les critères de qualité et d'acceptabilité, les procédures de contrôle et les fréquences, ainsi que les mesures correctives pour chaque élément clef du procédé en ce qui concerne:
 - b.1) Les cerises – proportion acceptable maximale de cerises immatures ou trop mures/les cerises sèches sur l'arbre.
 - b.2) Pulpage – définissez la proportion acceptable de cerises non dépulées et de fèves abîmées; les coûts avantages afin d'augmenter l'uniformité de la taille des cerises et l'efficacité du retrait de la peau. L'efficacité de l'opération peut être améliorée à partir des diverses estimations du contrôle et de la qualité ainsi que la sécurité du produit.
- c) Qualité de l'eau – il vaut mieux utiliser de l'eau propre¹ pour les opérations de traitement étant donné que l'eau de mauvaise qualité peut conduire à des conditions favorables à la production de l'OTA.
- d) La fermentation doit être aussi brève que possible (12 à 36 heures) afin d'éliminer le mucilage et afin de pouvoir laver les grains. Les procédures de contrôle et les fréquences devraient être établies ainsi que le type et le taux d' inoculum (dans la cerise à venir) ainsi que de la température ambiante.
- e) Les mouches à fruit devraient être contrôlées étant donné que leur trop grand nombre peut déséquilibrer la fermentation.
- f) Les cerises de café secondaires, qui peuvent être définies comme des produits écartés par triage ou autres procédures et qui sont renvoyés pour transformation, devraient avoir un programme de contrôle spécifique; de bonnes pratiques de séchage devraient être appliquées à celles-ci, comme la disponibilité d'installations de séchage séparées.

- g) Les protocoles de lavage devraient être implantés et les critères définis et implantés (par ex. en mesurant la quantité de grains cassés, ébréchés et nus, et les objets sans rapport avec le café ainsi que la quantité d'eau utilisée).

4.6 Séchage des grains de café triés et traités

- 30. Le but principal de l'opération de séchage est de diminuer de façon efficace la teneur en eau élevée des cerises justes récoltées à un niveau fiable afin d'avoir un produit d'une qualité stable, fiable et bonne.
- 31. Dans cette section seront abordés à la fois les processus de séchage et d'humidité. La plus grande partie du café produit est séché en utilisant directement le séchage au soleil.
- 32. Dans le processus de séchage au soleil, le produit est étalé sur des surfaces telles que terrasses en ciment ou en brique, des bâches, feuille plastique, nattes en bambou et en chanvre, tables recouvertes de grillage métallique ou filets de pêche.
- 33. Le processus de séchage peut être divisé en trois étapes. Dans chaque étape, les champignons produisant de l'OTA peuvent avoir moins ou plus de chance de se développer.
- 34. Lors de la première étape, il existe une diminution légère de la teneur en moisissure, période de latence d'une durée de un à trois jours pour le café cerise et d'une journée ou moins pour le café en parche. Le taux d'humidité élevé ($a_w > 0,95$) fournit des conditions inappropriées pour le développement de champignons produisant de l'OTA.
- 35. La seconde étape est celle de la perte maximale de la teneur en moisissure à la fois du café cerise et du café en parche, dans des conditions similaires durant la même période de temps. Ceci dépend principalement des conditions de séchage et deuxièmement de la technologie du parc de séchage. A cette étape, les champignons produisant de l'OTA trouvent les conditions les plus favorables pour se développer et par conséquent il est nécessaire de mettre en œuvre des mesures de précaution telles que recommandées au paragraphe 38.
- 36. À la troisième étape, le café cerise et le café en parche sont beaucoup plus secs en comparaison des deux étapes antérieures. Il existe une lente petite diminution dans la teneur en humidité. Les conditions existantes lors de cette

étape ne favorisent pas le développement de champignons produisant de l'OTA.

37. Des conditions favorables doivent être réunies pendant une période de temps suffisante pour que les champignons producteurs d'OTA puissent se développer et produire la toxine. Le niveau d'eau disponible est le facteur le plus important à considérer. A un niveau d'eau élevé ($a_w > 0,95$), les champignons producteurs d'OTA ne peuvent pas se développer car les champignons hydrophiles à croissance rapide et les mycoses se développent d'abord. A un niveau plus bas d'eau ($a_w < 0,80$), les champignons producteurs d'OTA peuvent être présents mais ne pas produire de toxines, et à une a_w en dessous de 0,78-0,76 ils ne pourront probablement pas se développer. Par conséquent le point le plus important est de contrôler la durée pendant laquelle le café reste dans l'aire de séchage, dans les conditions d'activité de l'eau propice au développement des organismes producteurs d'OTA (a_w 0,8 – 0,95). Selon les résultats expérimentaux, cinq jours ou moins dans l'aire de séchage sont suffisants et efficaces pour éviter l'accumulation d'OTA. En général, un a_w maximum de 0,67 à 0,70 et une teneur en humidité inférieure à 12,5 pour cent sont suffisants pour protéger le café en parche de la détérioration par les champignons.

38. Les mesures recommandées afin de sécher efficacement les fèves de café sont:

- a) L'aire de séchage doit se situer à l'écart des sources de contamination comme les zones poussiéreuses et recevoir le maximum d'exposition au soleil et de circulation d'air durant la plus grande partie de la journée afin d'accélérer le séchage des fèves. Les aires à l'ombre ainsi que les zones basses devraient être évitées.
- b) La surface pour l'aire de séchage devrait être choisie selon le climat de la région, les coûts et la qualité du produit séché, étant donné que tous les types de surface présentent des avantages et des inconvénients. Le sol dénudé n'est pas approprié aux zones pluvieuses. Les bâches en plastique s'humidifient sous la couche de café, autorisant le développement de moisissures. Dans les régions humides ou pluvieuses, le café devra être couvert puis étalé à nouveau, après que la surface ait séchée. S'il s'agit de café en parche, qui doit être séché, il exige des surfaces facilement nettoyables et drainables afin d'éviter la cueillette de substances altérageuses.
- c) Le rythme et la durée totale de la récolte doivent être basés sur l'aire disponible de l'aire de séchage et la durée moyenne nécessaire pour le séchage, en tenant en compte à la fois du bon et du mauvais temps.
- d) Les mesures pratiques suivantes devraient être intégrées dans le processus de séchage:

- d.1) Sécher le café uniquement en couches minces, 3 à 5 cm de profondeur qui est équivalente à 25 à 35 kg/m² du café en parche frais ou du café cerise. Dans certains cas (par ex. une faible humidité de l'air, une bonne circulation de l'air et une intensité adéquate du soleil, les couches peuvent être plus épaisses.
- d.2) Retourner la couche de café constamment durant la journée afin d'autoriser un séchage plus rapide, afin de réduire le risque de développement de moisissure et aider à produire un produit de meilleure qualité.
- d.3) Autoriser une ventilation appropriée du café humide durant la nuit afin d'éviter la condensation. Après une journée de séchage pour le séchage de la parche et de trois jours pour la cerise de café, le café peut être empilé et couvert la nuit ou durant un temps pluvieux pour éviter une re-humidification.
- d.4) Ne pas mélanger différents types de café dont la cueillette a eu lieu durant différentes journées. Utilisez une identification spécifique pour chacun d'entre eux afin d'identifier chaque type de café et le jour de la cueillette.
- d.5) Protégez l'aire de surface des animaux qui peuvent être une source de contamination biologique pour le séchage du café.
- d.6) Contrôler régulièrement les CBB et autres populations d'organismes nuisibles en employant un programme de gestion de la peste intégrée dans l'aire de séchage.
- d.7) Contrôler le processus de séchage régulièrement (< 12,5% pour la fois la parche et la cerise de café). Commencez à prendre des échantillons de différents points de chaque lot, deux ou trois jours avant qu'il soit complètement sec et continuez à le réévaluez chaque jour jusqu'à ce qu'il atteigne la teneur en humidité désirée. Les mesures instrumentales devraient être adoptées au niveau du champ. Les mesures de teneur en humidité devraient être calibrées selon la méthode ISO 6673.
- d.8) Évitez la nouvelle humidification des fèves parce qu'elle favorise la croissance rapide des fongiques et la possibilité de production d'OTA.
- e) Fournir une formation claire et simple aux travailleurs de l'aire de séchage, y compris l'utilisation adéquate du matériel de mesure de l'humidité.
- f) Réparer, nettoyez et conservez le matériel dans une aire d'entreposage propre jusqu'à la prochaine saison. Le matériel de mesure de l'humidité doit être régulièrement calibré une fois par an avant la récolte selon la méthode ISO 6673.

39. Les séchoirs mécaniques sont généralement utilisés en complément du séchage solaire, mais dans certaines régions il joue un rôle majeur dans le processus de

séchage. Deux paramètres permettent de contrôler les séchoirs mécaniques: la durée et la température d'entrée de la durée de séchage. Les problèmes les plus communs lors du séchage mécanique sont le séchage excessif provoquant la perte de poids et par conséquent la perte de revenus. L'autre problème existant concerne les fèves noires dérivées de fèves immatures soumises à une température excessive d'entrée, diminuant la qualité du produit.

4.7 Entreposage, transport et commerce

40. Les lots de cerises sèches identifiées correctement ou le café en parche sec devraient être stockés au niveau de la ferme ou dans des entrepôts en dehors de la ferme, en vrac ou dans des sacs propres dans des conditions appropriées de stockage.
41. La manutention du café varie beaucoup d'un pays producteur à l'autre, que ce soit au niveau de la commercialisation locale en relation avec la structure de la filière de commercialisation ou de la façon d'exécuter les fonctions. Ces fonctions comprennent: post nettoyage, le tri, le calibrage selon la taille des classes, la nouvelle mise en sac, le nouveau séchage parfois, le stockage et le transport. Ces opérations sont destinées à ajouter de la valeur au produit commercialisé, avant que celui-ci soit vendu et envoyé pour torréfaction.
42. Durant toute cette période il faut également protéger le café contre la reprise d'humidité, la détérioration et la contamination croisée. En cas d'entreposage de longue durée, il faudra tenir compte de l'humidité. Le café continuera à sécher en cas d'humidité relative en dessous de 60 pour cent mais si l'humidité relative est supérieure à 80 pour cent le café commence à absorber de l'eau. L'humidité dans l'entrepôt peut provenir de murs et de sols humides, pluie (des courants de dérive ou à travers de fuites), air parasite, et en mélangeant du café sec à du café humide. Des équipements d'entreposage adaptés, l'emploi de bonnes pratiques d'entreposage ainsi que le contrôle régulier constituent des mesures qui peuvent empêcher ou réduire les problèmes.
43. Dans le café de basse qualité, on a observé que les défauts basés sur le noircissement et l'acidité contenaient les niveaux les plus élevés d'OTA. Des niveaux bas de tolérance pour de tels défauts dans les grains verts triés sont nécessaires et les grains défectueux ne devraient pas être autorisés pour remélange ou torréfaction en café propre ou vendus directement à des torréfacteurs à café à moins qu'un plan d'échantillonnage représentatif et une analyse directe de l'OTA aient indiqué qu'ils étaient acceptables.

44. Le café peut être transporté des aires de production par différents moyens de transport jusqu'aux points de commercialisation. Le point d'inquiétude principal ici est d'éviter que le café ne reprenne l'humidité suite à des changements climatiques entre les différentes régions, en prenant les mesures de contrôle nécessaires.
45. Dans la chaîne de production, le marché local est la partie la plus sensible aux changements requis. Dans ce cas, les autorités, par le biais de mécanismes régis ou non par la réglementation, peuvent renforcer et influencer ces pratiques afin de garantir que les producteurs gèrent leurs opérations de manière à garantir la sécurité sanitaire de leur produit.
46. Les intervenants devraient adopter des procédures afin de protéger le café dans chaque partie de la chaîne, en n'acceptant pas le café suspect et en évitant les pratiques qui pourraient générer ou accroître un problème. Le café sec doit être protégé d'une éventuelle reprise d'humidité, qu'elle soit due à un contact avec de l'eau liquide, à un mélange avec des lots de café humide, à l'absorption d'air ambiant humide ou à une redistribution de l'eau dans le lot. La quantité de grains défectueux associés à des niveaux élevés d'OTA devrait être réduite à des niveaux acceptables. Il faut également protéger le café contre la contamination par d'autres matières.
- a) Les opérateurs devraient établir des critères d'hygiène de base et définir une méthode d'évaluation rapide (y compris une méthode d'échantillonnage avec des sous échantillons représentatifs du lot d'arrivée pour la détermination de la teneur en humidité, la quantité de défaut, l'évaluation de la qualité physique générale ainsi que les signes visuels ou olfactifs de la présence de moisissures).
 - b) Le design ainsi que la structure de l'entrepôt devraient être adaptés afin de maintenir la conservation à sec ainsi que l'uniformité du café entreposé.
 - b.1) Les caractéristiques souhaitables sont: un sol en ciment avec une isolation des murs contre l'humidité; non soumis au risque d'inondation; des conduites d'eau localisées correctement afin d'éviter le café humide en cas de problèmes de plomberie; des fenêtres et un toit étanches ainsi qu'un plafond haut pour permettre une bonne circulation de l'air.
 - b.2) Le café stocké ne doit pas être exposé directement au soleil ou situé près d'une source de chaleur, ce qui pourrait provoquer des écarts de température et la migration de l'eau.
 - c) Les installations de stockage doivent être conçues de manière à optimiser l'organisation pour éviter toute contamination croisée, la réintroduction d'humidité ainsi que pour faciliter la réception, la vente et les opérations

destinées à ajouter de la valeur au café. La qualité du produit doit être maintenue jusqu'à la vente à l'intervenant suivant de la chaîne de commercialisation. Les recommandations principales ici sont:

- c.1) L'état du produit à la réception ainsi que l'âge des stocks reçus devraient être notés.
- c.2) Les sacs doivent être placés sur des palettes et à distance des murs, afin de permettre une bonne circulation de l'air.
- c.3) Des programmes de nettoyage et d'entretien doivent être mis en place pour veiller à ce que les équipements locaux de stockage soient régulièrement inspectés, nettoyés et entretenus.
- c.4) La présence de charançons du café devrait être contrôlée dans l'entrepôt en employant la lutte intégrée contre les organismes nuisibles.
- c.5) De nombreuses opérations et exploitations doivent séparer les types de café. Il leur faut donc prévoir des installations de stockage et un système d'étiquetage adapté. Les produits non alimentaires ne devraient pas être entreposés avec le café étant donné que ceux-ci pourraient être à l'origine d'une contamination ou d'odeurs désagréables dans le produit.
- d) Le nettoyage et le triage du café ne devraient pas abîmer physiquement le café, ce qui le rendrait plus sensible à la contamination/détérioration et ne devrait pas introduire non plus une nouvelle contamination et elle devrait assurer la réduction de matières indésirables à des niveaux acceptables prédéterminés.
 - d.1) Assurez-vous que les locaux et l'équipement sont inspectés régulièrement, entretenus et nettoyés à travers l'implantation des programmes de nettoyage et d'entretien.
 - d.2) Lorsque le stockage est associé au nettoyage et au tri dans les mêmes locaux, il faut faire attention afin d'éviter la contamination du café, une fois conditionné, par la poussière ou par des matières étrangères (par ex. à travers l'emploi de murs de séparation ou des ventilateurs d'extraction).
 - d.3) Retirez les grains défectueux de la production de la récolte principale, qui doivent être éliminés ou triés avant d'être inclus dans la chaîne d'alimentation alimentaire. Il n'existe pas de répartition uniforme des défauts dans les classes de grains séparés du café en vrac et l'on a constaté que les grains défectueux ainsi que les coques (considérées également comme un défaut) contiennent parfois des niveaux d'OTA plus élevés que les grains sains. Les autorités devraient fournir des recommandations claires aux intervenants fondées sur des études complémentaires relatives à la contamination par l'OTA des grains défectueux.
- e) Le transport du café requiert également l'adoption de pratiques afin d'éviter la reprise d'humidité, le maintien d'une température aussi

uniforme que possible et afin d'empêcher la contamination par d'autres matières. Les exigences principales sont:

- e.1) Lors du chargement et du déchargement du café, les aires doivent être protégées de la pluie;
- e.2) Avant la réception d'une nouvelle cargaison, les véhicules doivent être nettoyés des résidus de la cargaison antérieure;
- e.3) Les véhicules doivent avoir un plancher, des parois latérales et un plafond (dans les véhicules fermés) contrôlés pour la présence de points où les gaz d'échappement et l'eau provenant de la pluie peuvent s'infiltrer dans la cargaison de café. Les toiles et les bâches en plastique utilisées pour recouvrir la cargaison doivent être aussi régulièrement contrôlées afin d'être propres et sans trous. Les véhicules devraient être aussi régulièrement entretenus afin d'être gardés en bonne condition;
- e.4) Des fournisseurs de service de transport fiable, qui adoptent les bonnes pratiques de transport recommandées devraient être sélectionnés par les opérateurs.

4.8 Transport maritime

47. Le café est transporté depuis les pays producteurs vers les pays consommateurs, en général dans des conteneurs d'une capacité de 18 à 22 tonnes, selon un chargement en sac ou en vrac. Les fluctuations de température, durant la durée du transport peuvent provoquer la condensation de l'eau restante (également présente dans les fèves bien séchées) ainsi qu'une réhumidification locale. La redistribution de l'eau conduit au développement de champignons avec l'éventuelle production d'OTA. Les pratiques recommandées durant le transport au port sont:

- a) Procéder au chargement et au déchargement du café dans un endroit couvert afin de le protéger de la pluie.
- b) Vérifier que les lots de café sont uniformément secs et que le taux d'humidité est inférieur à 12,5 pour cent de matière humide exempts de matières étrangères et respectant les niveaux établis de grains défectueux.
- c) Inspecter les conteneurs, avant le chargement, pour vérifier qu'ils soient propres, secs et sans dommage structurel qui soient susceptibles de laisser l'eau s'infiltrer.
- d) Les sacs doivent être bien empilés de manière à ce que les piles soient décalées pour se soutenir mutuellement et de manière à ne pas créer de colonnes verticales vides (cheminées). Il est recommandé de recouvrir la rangée du haut de matériaux qui puissent absorber la condensation tels que le gel de silice ou le carton et qui protègent contre la croissance des champignons qui entraîne la production d'OTA. Pour le café en vrac, il est recommandé d'utiliser une doublure en plastique scellable (par

exemple, un grand sac qui permet l'aération) et le café ne devrait pas toucher le couvercle du conteneur.

- e) Lors d'un transport par navire, choisir un local approprié, à l'abri des intempéries afin d'éviter les situations indésirables telles que celles mentionnées ci-dessus qui peuvent conduire à une contamination par l'OTA.
- f) Conserver les trous d'aération dans les conteneurs libres.
- g) Éviter le rangement non protégé sur le pont (couche supérieure) et ranger à distance des chaudières et réservoirs chauds ou donjons.
- h) Le niveau de teneur d'humidité ne devrait pas excéder 12,5 pour cent quel que soit l'endroit, du point où le café quitte l'aire de chargement au point où le café est déchargé, entreposé et/ou soumis à d'autres procédures de traitement comme la torréfaction.

Figure 1. Cerise de café

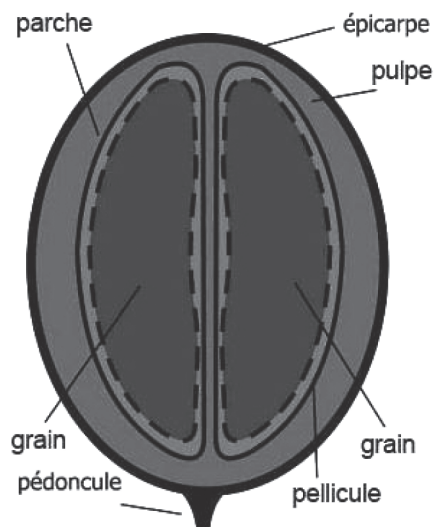


Figure 2. Flux du traitement par voie sèche

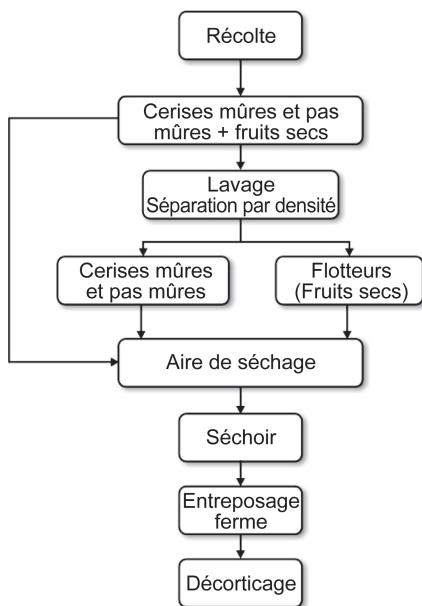
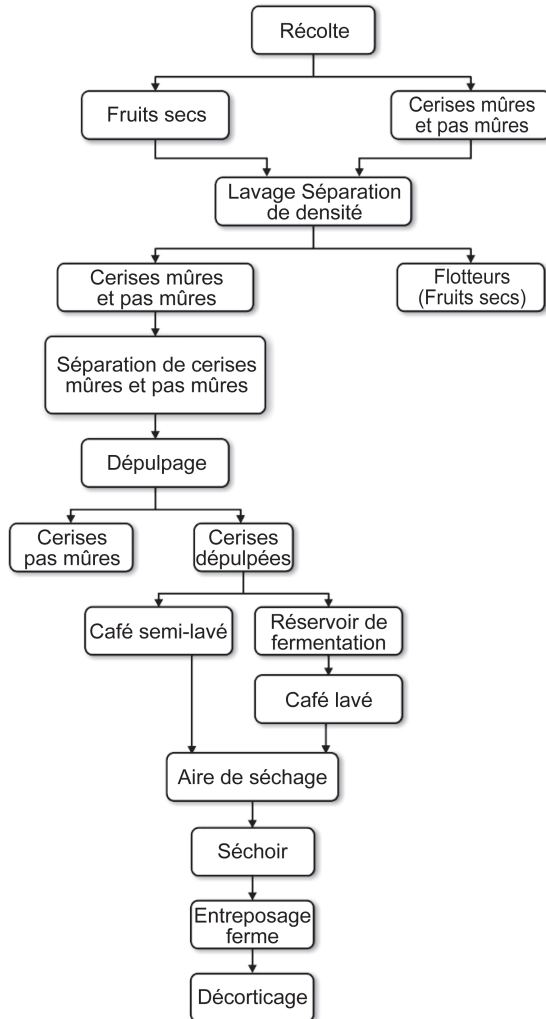


Figure 3. Flux du traitement par voie humide

CODE D'USAGES POUR LA PRÉVENTION ET RÉDUCTION DE LA CONTAMINATION PAR LA PATULINE DU JUS DE POMME ET DU JUS DE POMME UTILISÉ COMME INGRÉDIENT DANS LA FABRICATION D'AUTRES BOISSONS

CAC/RCP 50-2003

INTRODUCTION

1. La patuline est un métabolite secondaire issu d'un certain nombre d'espèces fongiques des genres *Penicillium*, *Aspergillus* et *Byssoschlamys*, dont *Penicillium expansum* est probablement l'espèce la plus fréquente. La patuline a été détectée comme contaminant dans de nombreux fruits, légumes, céréales et autres denrées alimentaires; toutefois, les principales sources de contamination sont les pommes et les produits dérivés.
2. La fermentation alcoolique des jus de fruits détruisant la patuline, les produits fermentés comme le cidre et le poiré ne contiennent pas de patuline. On a toutefois constaté la présence de patuline dans le cidre de pomme lorsque du jus de pomme a été ajouté après la fermentation. L'acide ascorbique provoque sans doute la disparition de la patuline du jus de pomme, bien que les conditions optimales d'inactivation n'aient pas encore été pleinement établies. La patuline est relativement stable quelle que soit la température, notamment en cas de pH acide. Des traitements à court terme et à température élevée (150 °C) permettraient de réduire d'environ 20 pour cent les concentrations de patuline. Toutefois, le traitement thermique ne suffit pas à lui seul à garantir un produit exempt de patuline.
3. Le caractère cancérigène de la patuline n'est pas prouvé. Toutefois, on sait qu'elle a des effets immunotoxiques et neurotoxiques chez les animaux. L'IARC a conclu qu'il n'était pas possible d'évaluer le caractère cancérigène de la patuline chez les humains et que les tests sur les animaux ne donnaient pas de preuves suffisantes. La patuline a été évaluée par le JECFA en 1990 et réévaluée en 1995. Cette dernière évaluation tenait compte du fait que l'essentiel de la patuline ingérée par les rats est éliminée dans les 48 heures et 98 pour cent dans les sept jours qui suivent. Une étude sur les effets combinés de la patuline sur la reproduction, sa toxicité à long terme et son caractère cancérigène indique qu'une ingestion de 43 µg/kg de poids corporel par jour est sans effet. Sur la base de ces travaux et en appliquant un coefficient de sécurité de 100, le JECFA a fixé une dose journalière tolérable maximale provisoire de 0,4 µg/kg de poids corporel.

4. La patuline se trouve essentiellement dans les fruits présentant des moisissures, bien que la présence de moisissures n'entraîne pas nécessairement la présence de patuline, mais indique seulement un risque. Dans certains cas, l'apparition de moisissures internes peut résulter de l'invasion d'insectes ou d'autres types d'invasion de tissus sains par ailleurs et produire de la patuline dans un fruit apparemment intact. Toutefois, la patuline peut aussi se trouver dans un fruit présentant des traces de meurtrissures après stockage en atmosphère contrôlée et exposition aux conditions ambiantes, avec ou sans pourriture du cœur. Le rinçage du fruit ou le prélèvement des tissus moisis immédiatement avant le pressage n'enlève pas nécessairement toute la patuline présente dans le fruit, puisque celle-ci peut s'être diffusée dans des tissus apparemment sains. Il semble que le fait de laver les pommes dans une solution d'ozone contribue sensiblement à éliminer la patuline au stade de la transformation.
5. Si les spores de bien des moisissures capables de produire de la patuline sont présentes sur le fruit quand il est encore sur l'arbre, elles ne se développent en général sur le fruit qu'une fois celui-ci cueilli. Toutefois, l'apparition de moisissures et la production de patuline peuvent avoir lieu à l'étape précédant la cueillette, si le fruit est infecté par une maladie ou endommagé par des insectes ou si des fruits tombés sont ramassés pour la transformation. L'état du fruit à la cueillette, la façon dont le fruit est traité par la suite (notamment durant le stockage) et la mesure dans laquelle les conditions de stockage empêchent l'apparition de moisissures déterminent la probabilité d'une contamination par la patuline du jus et d'autres produits préparés à partir de fruits frais stockés.
6. Les recommandations visant à réduire la contamination par la patuline du jus de pomme et formulées dans le présent document sont réparties en deux groupes:
 - I) Pratiques recommandées sur la base des bonnes pratiques agricoles (BPA).
 - II) Pratiques recommandées sur la base des bonnes pratiques de fabrication (BPF).

I. PRATIQUES RECOMMANDÉES SUR LA BASE DES BPA

Avant la récolte

7. Pendant la période de dormance, couper, enlever et détruire tous les bois malades et les fruits momifiés.

8. Émonder les arbres en suivant les bonnes pratiques commerciales, de façon à obtenir un arbre dont la forme permettra à l'air de circuler autour et à la lumière de pénétrer. Ceci permet également de bien traiter toute la surface.
9. Des mesures peuvent être prises pour détruire les parasites et lutter contre les maladies qui provoquent directement la pourriture du fruit ou permettent à des moisissures génératrices de patuline de pénétrer dans le fruit. Ces ennemis incluent le chancre (*Botrytis* spp et *Nectria* spp), la teigne du pommier, la tordeuse térébrante du fruit, la mouche d'hiver, la tordeuse du pommier, la blastobase, l'hoplocampe et la tenthrède.
10. Un temps humide au moment de la chute des pétales et de la cueillette accroît le risque de pourriture et il convient d'envisager des mesures appropriées, telles que l'application de fongicide, pour prévenir la germination des spores et l'apparition de champignons.
11. Les pommes de mauvaise composition minérale sont davantage susceptibles de présenter des troubles physiologiques dans l'entrepôt et sont donc plus sensibles à certains types de pourriture notamment par *Gloeosporium* spp et de pourritures secondaires comme le *Penicillium*. Les expéditions de pommes destinées au marché des fruits frais qui ne répondent pas aux normes recommandées, en matière de minéraux (10), d'après l'analyse des fruits, ne devraient pas être entreposées à long terme, c'est-à-dire pendant plus de 3 à 4 mois.
12. Lorsque la teneur en minéraux des fruits destinés au marché des fruits frais ne se situe pas dans la fourchette optimale, il suffit de renforcer la teneur en calcium et en phosphore du fruit, et en particulier le ratio calcium/potassium grâce à l'emploi contrôlé d'engrais, pour améliorer la structure cellulaire et réduire les risques de pourrissement.
13. Des registres des taux de pourriture doivent être tenus chaque année pour chaque verger, étant donné que les données historiques sont le meilleur indicateur pour l'instant des risques de pourriture et, par conséquent, de la nécessité d'appliquer des fongicides et de la durée de conservation du fruit.

Récolte et transport des fruits

14. Les pommes destinées à la transformation peuvent être classées en deux catégories:

a) Fruits cueillis mécaniquement

15. Les fruits cueillis mécaniquement proviennent d'un arbre qui a été secoué de façon que les fruits tombent sur le sol avant d'être récoltés mécaniquement.
16. Les fruits doivent être manipulés le plus doucement possible et tout doit être fait pour réduire les dégâts physiques à tous les stades des procédures de récolte et de transport.
17. Avant de secouer les arbres, les fruits déjà tombés doivent être enlevés de façon que seuls des fruits frais et/ou sains soient ramassés.
18. Les fruits ainsi recueillis doivent être transportés jusqu'à l'usine de transformation dans les trois jours.
19. Tous les conteneurs utilisés pour le transport des fruits récoltés doivent être propres, secs et débarrassés de tous débris.

b) Fruits destinés au marché des fruits frais

20. Les fruits provenant de vergers ayant traditionnellement des taux de pourriture élevés devraient être récoltés séparément et ne devraient normalement pas être entreposés.
21. En principe, tous les fruits doivent être cueillis par temps sec, lorsque le fruit est mûr, et placés dans des pallox ou d'autres conteneurs (caisses) propres adaptés au transport jusqu'à l'entrepôt. Les pallox ou caisses doivent être nettoyés, en principe par jet d'eau propre ou de préférence en utilisant de l'eau et du savon, et les débris de fruits et de feuilles doivent être enlevés. Les pallox et caisses nettoyés devraient être séchés avant emploi. Il convient d'éviter l'exposition du fruit à la pluie.
22. Une supervision et une formation appropriées doivent être assurées pour garantir de bonnes pratiques de ramassage.
23. Tous les fruits dont la peau est endommagée, ou dont la chair est exposée, ainsi que les fruits malades, doivent être rejetés dans le verger au moment de la cueillette et les meurtrissures doivent être limitées au minimum.
24. Tous les fruits contaminés au sol, par exemple les fruits éclaboussés de pluie ou les fruits déjà tombés, doivent être rejetés avant l'entreposage.

25. La présence de feuilles ou de brindilles parmi les fruits cueillis doit être soigneusement évitée.
26. Les fruits doivent être placés dans un entrepôt froid dans les 18 heures qui suivent la cueillette et refroidis à des températures recommandées (voir tableau 1) dans un délai de 3 à 4 jours après la cueillette.
27. Au cours du transport et du stockage, il convient d'éviter la contamination par le sol.
28. Il convient d'éviter au cours de la manipulation et du transport des pallox ou des caisses dans le verger et, entre le verger et l'entrepôt, toute contamination du conteneur et des fruits par le sol et de limiter au minimum les dommages physiques tels que les meurtrissures.
29. Une fois cueilli, le fruit ne doit pas être laissé toute la nuit dans le verger, mais doit être placé sur une surface ferme, de préférence couverte.

Manipulation après récolte et entreposage des fruits destinés au marché des fruits frais

30. Tous les fruits, qu'ils soient destinés au marché des fruits frais ou à une transformation ultérieure, doivent être manipulés aussi doucement que possible et tout doit être fait pour réduire au minimum les dégâts physiques tels que les meurtrissures à tous les stades de la manipulation après récolte et avant pressage.
31. Les producteurs de pommes et les producteurs de jus ne disposant pas d'installations de stockage contrôlées doivent s'assurer que les fruits destinés à la fabrication de jus sont pressés dès que possible après cueillette.
32. En cas d'entreposage en atmosphère contrôlée, vérifier que les entrepôts sont étanches au gaz, le cas échéant, et que tout le matériel de suivi a été testé avant le début de la cueillette. Les entrepôts doivent être réfrigérés avant d'être utilisés.
33. Le cas échéant, des traitements fongicides seront appliqués conformément aux conditions d'emploi autorisées.
34. Les pommes entreposées devraient être examinées régulièrement, au moins une fois par mois, pour vérifier le degré de pourriture; un registre des taux de pourriture doit être tenu d'une année sur l'autre. Les procédures

d'échantillonnage doivent réduire le plus possible le risque de changements atmosphériques dans l'entrepôt (voir par. 37).

35. Des échantillons aléatoires des fruits seront placés dans des conteneurs adaptés (filets, par exemple) situés près des hublots d'inspection afin de permettre le suivi de l'état des fruits au cours de la période de stockage (voir par. 36). Les échantillons seront examinés pour détecter d'éventuelles pourritures et déterminer l'état général des fruits et leur durée de conservation, au moins une fois par mois. Des intervalles plus courts peuvent être recommandés pour les entrepôts où les conditions de stockage des fruits ne sont pas optimales et/ou si le fruit a une durée de conservation prévisible inférieure à 3 mois à cause de mauvaises conditions de croissance et/ou de récolte.
36. Lorsque les échantillons indiquent qu'il existe des problèmes, il convient de prendre les mesures appropriées pour retirer le fruit avant que les dégâts ne se propagent.
37. Les moisissures apparaissent normalement dans un environnement tiède. Le refroidissement rapide et le maintien de conditions atmosphériques propices améliorent l'état du fruit. En principe, le fruit doit être stocké et refroidi à moins de 5 °C dans les 3 à 4 jours et à des températures optimales dans les 2 jours qui suivent. Des conditions d'atmosphère contrôlée doivent être établies dans les 7 à 10 jours à partir du stockage et des taux d'oxygène ultra-faibles (inférieurs à 1,8 pour cent d'oxygène) doivent être instaurés dans les 7 jours qui suivent.

Tri après stockage des fruits destinés au marché des fruits frais ou à la fabrication de jus

38. Tous les fruits pourris, même sur une surface limitée, doivent être éliminés dans toute la mesure possible et les fruits sains doivent être conservés dans un conteneur propre.
39. Lorsque les conteneurs sont retirés de l'entrepôt pour qu'un tri puisse être effectué entre les fruits qui seront vendus au détail et ceux qui serviront à la fabrication de jus, les conteneurs dans lesquels sont rassemblés ces derniers doivent être marqués et de nouveau stockés au froid dans les 12 heures qui suivent le tri. Le temps pendant lequel les fruits sont à température ambiante doit être limité au minimum. En principe, les fruits destinés à la fabrication de jus devraient être conservés à moins de 5 °C pendant tout le temps qui s'écoule entre le retrait de l'entrepôt et la fabrication du jus et utilisés dès que possible.

40. Les fruits envoyés à l'usine de fabrication de jus de fruit devraient être utilisés dès que possible et dans les délais de conservation recommandés pour les fruits provenant du même entrepôt. Toute meurtrissure favorise la formation de patuline, d'où la nécessité de préserver les fruits des meurtrissures, en particulier s'ils doivent être stockés pendant plus de 24 heures à température ambiante avant la fabrication du jus.

II. PRATIQUES RECOMMANDÉES SUR LA BASE DES BPF

Transport, contrôle et pressage du fruit

Fruits récoltés mécaniquement et fruits destinés au marché des produits frais

a) fruits destinés au marché des produits frais

41. Les fruits stockés devraient être transportés de l'entrepôt réfrigéré à l'usine le plus rapidement possible (idéalement en moins de 24 heures, à moins d'être dans un entreposage frigorifique).
42. Les variétés à calice ouvert sont particulièrement exposées à la pourriture du cœur. Ces variétés doivent faire l'objet de contrôles réguliers immédiatement avant le pressage pour détecter d'éventuelles pourritures internes. Un échantillon aléatoire approprié devrait être prélevé dans chacun des lots de fruits. Chaque pomme doit ensuite être coupée en deux à l'équateur et examinée pour détecter des signes de croissance mycélienne. Si la fréquence des pourritures du cœur dépasse un niveau convenu, le lot tout entier devrait être retiré. Il appartient au transformateur de spécifier la proportion maximale de fruit pouvant présenter des signes de pourriture, compte tenu de la capacité de l'usine à supprimer les fruits en état de pourriture au cours de l'inspection préalable à la transformation. Si cette proportion est dépassée, c'est l'ensemble du lot qui doit être rejeté.
43. À peine arrivés à l'usine, les fruits doivent subir un contrôle de qualité, notamment pour détecter d'éventuelles moisissures internes ou externes (voir par. 44).

b) fruits récoltés mécaniquement et fruits destinés au marché des produits frais

44. En cours de transformation et avant le pressage, les fruits devraient être triés avec soin afin d'enlever tout fruit présentant des moisissures visibles (vérification aléatoire et de routine sur fruits coupés comme indiqué au paragraphe 42) et lavés avec de l'eau potable ou traitée de manière appropriée.

45. Les presses à jus et tout le matériel doivent être lavés et aseptisés conformément aux "meilleures" pratiques industrielles. Les presses à jus et tous les autres appareils seront lavés au jet d'eau et aseptisés par application d'un produit adapté, suivie d'un autre rinçage à l'eau froide potable. Dans certaines usines qui fonctionnent presque continuellement, cette opération devrait de préférence être réalisée une fois par jour ou par quart de travail.
46. Après le pressage, des échantillons de jus devraient être prélevés pour analyse. Un échantillon représentatif devrait être analysé pour y détecter la présence éventuelle de patuline selon des méthodes appropriées dans un laboratoire homologué à cet effet.
47. Le jus devrait être réfrigéré à moins de 5 °C et maintenu à cette température jusqu'à la concentration, le conditionnement ou la pasteurisation.
48. Le jus ne devrait être conditionné qu'une fois connus les résultats de l'analyse de la patuline confirmant que cette substance est présente dans des proportions inférieures à la limite maximale convenue. Les spécifications concernant l'achat de jus de pomme devraient stipuler une limite appropriée de patuline sous réserve de confirmation par le destinataire.

Conditionnement et transformation finale du jus

49. Les moisissures susceptibles de produire de la patuline peuvent apparaître en même temps que d'autres moisissures et levures, notamment dans les jus qui ne sont pas fabriqués à partir de concentrés. Il est essentiel de prévenir l'apparition de ces organismes durant le transport et le stockage pour éviter toute dégradation de la qualité du produit, ainsi que la production de patuline.
50. Si le jus doit être conservé pendant un certain temps avant son utilisation, la température doit de préférence être ramenée à 5 °C ou moins, afin de réduire le développement microbien.
51. La plupart des jus subissent un traitement thermique qui détruit les enzymes et les organismes responsables de la dégradation de la qualité. Il faut bien reconnaître que si ces procédés détruisent en général les spores fongiques et le mycélium végétatif, ils ne détruisent pas la patuline déjà présente.

Évaluation de la qualité du jus

52. Les spécifications concernant l'achat du jus de pomme ou de concentrés de jus de pomme devraient stipuler une limite maximale pour la patuline fondée sur une méthode d'analyse appropriée.
53. Il faudrait élaborer un plan d'échantillonnage prévoyant l'échantillonnage aléatoire du produit afin de garantir que le produit fini se situe en deçà de la limite maximale fixée pour la patuline.
54. Le conditionneur doit s'assurer que le fournisseur de jus est capable de contrôler correctement ses propres opérations et que les recommandations ci-dessus sont appliquées.
55. L'évaluation de la qualité du jus de pomme par le conditionneur portera sur la teneur en degrés Brix l'acidité, l'arôme, la couleur, la turbidité, etc. La qualité microbiologique devrait être soigneusement contrôlée, car elle n'indique pas seulement le niveau de risque causé par d'éventuels organismes générant de la patuline, mais aussi le degré d'hygiène des stades précédents du cycle de production.
56. D'autres vérifications doivent avoir lieu sur le produit conditionné pour s'assurer qu'aucune dégradation ne s'est produite lors du conditionnement.

Tableau 1: Températures recommandées pour l'entreposage des pommes dans l'air

Variété	Température		Variété	Température	
	°C	°F		°C	°F
Bramley	3,0-4,0	37-39	Idared	3,0-4,0	38-39
Cox's orange pippin	3,0-3,5	37-38	Jonagold	0,0-0,5	32-33
Discovery	1,5-2,0	35-36	Red delicious	0,0-1,0	32-34
Egremont	3,0-3,5	37-38	Spartan	0,0-0,5	32-33
Golden delicious	1,5-2,0	35-36	Worcester	0,0-1,0	32-34
Crispin	1,5-2,0	35-36			

CODE D'USAGES POUR LA PRÉVENTION ET LA RÉDUCTION DE LA CONTAMINATION DES ALIMENTS PAR LE PLOMB

CAC/RCP 56-2004

INTRODUCTION

1. Le plomb est un métal lourd toxique aux multiples utilisations industrielles, mais qui ne présente aucun avantage nutritionnel connu. Les effets toxiques du plomb dans les aliments ont été examinés à plusieurs reprises par le Comité mixte FAO/OMS d'experts des additifs alimentaires (JECFA). L'exposition chronique au plomb à des concentrations relativement faibles peut causer des dommages aux reins, au foie, à l'appareil génital et aux systèmes cardiovasculaire, immunitaire, hématopoïétique, nerveux et gastro-intestinal. L'exposition de brève durée à des concentrations élevées de plomb peut entraîner des troubles de l'appareil gastro-intestinal, l'anémie, l'encéphalopathie et la mort. L'effet le plus critique de l'exposition à de faibles niveaux de plomb est le ralentissement du développement cognitif et intellectuel des enfants.
2. L'exposition au plomb peut avoir lieu par le biais des aliments et de l'eau, ainsi que sur le lieu de travail, durant les loisirs et par l'exposition au sol et à l'air contaminés par le plomb.
3. Les sources de contamination des aliments par le plomb sont nombreuses et incluent l'air et le sol. Le plomb atmosphérique provenant de la pollution industrielle ou de l'essence au plomb peut contaminer les aliments en formant un dépôt sur les plantes cultivées. Le plomb présent dans le sol provenant de matériel militaire contenant du plomb stocké sur d'anciens sites de munitions, et de munitions utilisées dans les stands de tir et les champs de tir militaires, les dépôts atmosphériques, ou l'application inappropriée de pesticides, d'engrais ou de boues d'épuration peuvent contaminer les plantes cultivées par ingestion ou par le biais de dépôts de terre à la surface des plantes. Les plantes et les sols contaminés sont à leur tour une source de contamination du bétail.
4. L'eau est aussi une source de contamination des aliments par le plomb. Les sources d'eaux de surface peuvent être contaminées par les eaux de ruissellement (drainage), les dépôts atmosphériques et, au niveau local, les pertes de plomb des balles de plomb ou des hameçons. Les eaux de surface contaminées sont une source potentielle de contamination des animaux se nourrissant en milieu aquatique. Pour l'eau de boisson et l'eau pour la préparation des aliments, l'utilisation de tuyaux en plomb ou de pièces de

fixation contenant du plomb dans les réseaux de distribution d'eau est une source très importante de contamination.

5. La contamination des aliments par le plomb peut aussi être due à la transformation, la manutention et l'emballage des denrées alimentaires. Les sources de plomb dans les zones réservées à la transformation des aliments comprennent la peinture au plomb et le matériel contenant du plomb, comme les tuyaux ou les machines soudés au plomb. Dans l'aire réservée à l'emballage, les boîtes de conserve soudées au plomb ont été identifiées comme une source très importante de contamination des aliments par le plomb. D'autres articles d'emballage qui sont des sources potentielles de contamination par le plomb comprennent les sacs de plastique et les papiers d'emballage colorés, les conteneurs en carton qui renferment du plomb ou sont colorés avec des colorants contenant du plomb, les capsules de bouchage en plomb sur les bouteilles de vin et les céramiques couvertes d'un glaçage plombifère, le cristal de plomb ou les récipients métalliques contenant du plomb utilisés pour emballer ou conserver des denrées alimentaires.
6. Des mesures ont été prises partout dans le monde pour réduire l'exposition d'origine alimentaire au plomb. On a tenté en particulier d'appliquer des normes pour des teneurs acceptables en plomb dans les aliments et les additifs alimentaires, de mettre un terme à l'utilisation des boîtes de conserve soudées au plomb, en particulier pour les aliments destinés aux nourrissons; de contrôler les concentrations de plomb dans l'eau; de réduire les pertes des ustensiles métalliques contenant du plomb et de limiter leur emploi à des fins décoratives et de déterminer les sources supplémentaires de contamination par le plomb des aliments ou des compléments alimentaires et d'y apporter des solutions. Bien que ne visant pas spécialement les aliments, les mesures prises pour réduire les sources environnementales de plomb, y compris les restrictions aux émissions industrielles et l'emploi réduit de l'essence au plomb, ont aussi contribué à faire baisser les concentrations de plomb dans les aliments.
7. Le Codex, une organisation intergouvernementale, et de nombreux pays ont établi des normes pour des concentrations acceptables de plomb dans divers aliments. Le plomb étant très répandu dans le monde industriel moderne, de faibles concentrations de plomb dans les aliments peuvent être inévitables. Toutefois, en suivant de bonnes pratiques agricoles et de bonnes pratiques de fabrication, on réduira au minimum la contamination des aliments par le plomb. Étant donné que de nombreuses interventions utiles pour réduire le plomb dépendent des actions des consommateurs, on a également inclus dans

le présent code une section contenant des suggestions pour aider les consommateurs à modifier leurs habitudes.

I. RECOMMANDATIONS FONDÉES SUR LES BONNES PRATIQUES AGRICOLES (BPA) ET LES BONNES PRATIQUES DE FABRICATION (BPF)

1.1 Agriculture

8. L'essence au plomb contribue pour une grande part au plomb atmosphérique. Les autorités nationales devraient envisager de réduire ou d'éliminer l'utilisation de l'essence au plomb dans les zones agricoles.
9. Les terres agricoles situées près des installations industrielles, des routes et des dépôts de matériel militaire, des stands de tir et des champs de tir militaires peuvent avoir des concentrations en plomb plus élevées que des terres plus isolées. Les terres situées à proximité de bâtiments dont la peinture extérieure a vieilli peuvent aussi afficher de fortes concentrations en plomb, ce qui préoccupe particulièrement lorsqu'ils sont situés près de fermes d'élevage ou de petits jardins. Chaque fois que possible, les agriculteurs devraient tester les niveaux de plomb dans les sols qui sont proches de sources de plomb ou qui pourraient avoir une teneur en plomb élevée, afin de déterminer si les concentrations de plomb dépassent les recommandations faites par les autorités locales pour la plantation.
10. Les agriculteurs devraient éviter d'utiliser des terres qui ont été traitées avec des pesticides à l'arséniate de plomb, par exemple d'anciens vergers, pour cultiver des plantes qui peuvent accumuler du plomb à l'intérieur (comme les carottes et autres plantes-racines) ou à leur surface (tels que les légumes-feuilles).
11. Les agriculteurs devraient éviter de cultiver des plantes sur des terres qui ont été traitées avec des boues d'épuration dont la teneur en plomb dépasse les limites maximales acceptables établies par les autorités nationales.
12. Les légumes-feuilles sont plus exposés que les légumes sans feuilles ou les plantes-racines au dépôt du plomb atmosphérique. Les céréales absorbent également le plomb présent dans l'air à un taux non négligeable. Dans les zones où les niveaux de plomb atmosphérique sont plus élevés, les agriculteurs devraient envisager de choisir des plantes qui sont moins vulnérables aux dépôts transportés par l'atmosphère.

13. Il est conseillé aux agriculteurs d'éviter d'utiliser des composés qui contiennent du plomb (tel que le pesticide à l'arséniate de plomb) ou qui peuvent être contaminés par le plomb (par exemple, un fongicide à base de cuivre ou un engrais phosphaté préparé de façon erronée) dans les zones agricoles.
14. On a constaté que les séchoirs à essence au plomb contaminent les cultures mises à sécher. Les agriculteurs et les entreprises agro-alimentaires devraient éviter d'utiliser des séchoirs ou d'autres machines fonctionnant à l'essence au plomb pour traiter les plantes récoltées.
15. Il faut protéger les cultures de la contamination par le plomb (par exemple, l'exposition au plomb atmosphérique, la terre, la poussière) durant le transport jusqu'aux installations de transformation.
16. Les particuliers qui possèdent un jardin et les jardiniers-maraîchers devraient aussi prendre des mesures pour réduire la contamination par le plomb, par exemple éviter de planter près des routes et des bâtiments peints avec de la peinture au plomb. Si les jardins sont situés dans une zone qui pourrait avoir des teneurs en plomb élevées, il faudrait analyser le sol avant de planter. Les bonnes pratiques de jardinage pour les sols ayant des teneurs en plomb légèrement élevées comprennent le mélange de matières organiques dans le sol, l'amélioration du pH du sol dans le but de réduire l'absorption du plomb par les plantes, le choix de plantes moins sensibles à la contamination par le plomb, et l'utilisation de plants repiqués pour réduire les dépôts par contact de terre sur les plantes. Certaines teneurs en plomb sont considérées trop élevées pour le jardinage. Il est alors possible de construire des planches de jardin avec de la terre sans plomb. Les jardiniers devraient consulter les services agricoles locaux, le cas échéant, pour des conseils sur les teneurs en plomb trop élevées pour le jardinage et sur la manière de jardiner en toute sécurité sur des sols contaminés par le plomb.
17. Il faudrait protéger les eaux d'irrigation des sources de contamination par le plomb et contrôler les teneurs en plomb pour empêcher ou réduire la contamination des cultures par le plomb. Par exemple, l'eau de puits utilisée pour l'irrigation devrait être correctement protégée pour prévenir la contamination et régulièrement surveillée.
18. Les autorités locales et nationales devraient informer les agriculteurs des pratiques appropriées pour prévenir la contamination des terres agricoles par le plomb.

1.2 Eau de boisson

19. Les autorités nationales devraient envisager d'établir des teneurs en plomb acceptables ou des techniques de traitement appropriées pour contrôler les concentrations de plomb dans l'eau de boisson. L'OMS a établi une valeur indicative pour des concentrations maximales de plomb dans l'eau de boisson de 0,010 mg/l.
20. Les administrateurs des réseaux de distribution d'eau contenant des concentrations élevées de plomb devraient examiner les techniques de traitement, par exemple en augmentant le pH des eaux acides, pour minimiser la corrosion et réduire les pertes de plomb dans le réseau de distribution.
21. Lorsqu'il convient, les administrateurs des réseaux de distribution d'eau devraient envisager de remplacer les tuyaux en plomb posant problème et d'autres pièces de fixation contenant du plomb.

1.3 Ingrédients alimentaires et transformation

22. Les autorités nationales devraient envisager d'établir des normes limitant la quantité de plomb autorisée dans les aliments et les ingrédients alimentaires, y compris les aliments traditionnels de leur pays. Sinon, il faudrait surveiller certains aliments et aliments d'appoint pour s'assurer que les teneurs en plomb ne dépassent pas les niveaux naturels normaux.
23. Les industriels de l'agroalimentaire devraient choisir des aliments et des ingrédients alimentaires, y compris des ingrédients utilisés comme aliments d'appoint qui ont les plus faibles concentrations de plomb. Ils devraient également vérifier si la terre utilisée pour les cultures a été traitée avec des pesticides ou des boues d'épuration contenant du plomb.
24. Durant la transformation, il faudrait éliminer le maximum de plomb à la surface des plantes, par exemple en lavant soigneusement les légumes, en particulier les légumes-feuilles; en enlevant les feuilles externes des légumes-feuilles, et en épluchant les légumes-racines, le cas échéant (les particuliers qui jardinent devraient également appliquer ces mesures si le sol contient de grandes quantités de plomb).
25. Les industriels de l'agroalimentaire devraient s'assurer que l'eau fournie pour la transformation des aliments soit conforme aux limites maximales pour le plomb établies par les autorités nationales ou locales.

26. Les industriels de l'agroalimentaire devraient examiner les tuyaux à l'intérieur des usines afin de s'assurer que les vieux tuyaux n'ajoutent pas de plomb aux réserves d'eau à l'intérieur de l'usine. Ces tuyaux peuvent non seulement être soudés au plomb mais aussi comprendre des pièces de fixation en laiton.
27. Les industriels de l'agroalimentaire devraient utiliser des métaux de qualité alimentaire pour toutes les surfaces métalliques qui entrent en contact avec des aliments ou des boissons.
28. Les industriels de l'agroalimentaire ne devraient pas utiliser de soudure au plomb pour réparer le matériel cassé dans les usines de transformation des aliments. Il ne faudrait pas non plus remplacer le matériel de qualité non alimentaire qui peut être présent dans l'usine par du matériel de qualité alimentaire cassé.
29. Les industriels de l'agroalimentaire devraient s'assurer que les décollements de peinture au plomb ne deviennent pas une source de contamination dans les installations de transformation. S'ils décident d'assainir, ils doivent également s'assurer que des méthodes de nettoyage appropriées sont suivies pour prévenir une dispersion ultérieure de peinture au plomb et de poussière contenant du plomb, qui pourraient constituer un danger encore plus grand.
30. Les industriels de l'agroalimentaire devraient de temps à autre tester les matières premières réceptionnées et les produits finis pour détecter la présence de plomb afin de vérifier que les mesures de contrôle fonctionnent efficacement.

1.4 Production et utilisation des matériaux d'emballage et d'entreposage

31. Pour assurer une protection maximale contre la contamination par le plomb, les industriels de l'agroalimentaire ne devraient pas utiliser de boîtes de conserve soudées au plomb. D'autres solutions sont proposées dans l'Étude FAO 36: Alimentation et nutrition, "Guidelines for can manufacturers and food canners. Prevention of metal contamination of canned foods," ainsi que dans la monographie du JECFA n° 622. Ces solutions comprennent l'emploi de boîtes à deux pièces (qui n'ont pas de soudures latérales) et non à trois pièces, en utilisant des brasures sans plomb (étain) et d'autres types de récipients par exemple en verre.

32. Lorsqu'il n'est pas possible d'éviter d'utiliser des boîtes soudées au plomb, des méthodes pour réduire l'exposition au plomb sont examinées à fond dans l'Étude FAO n° 36 Alimentation et nutrition. Durant la fabrication des boîtes de conserve, du plomb peut s'échapper de la surface de la soudure elle-même, et de la poussière ou des projections de soudure peuvent se déposer à l'intérieur des boîtes. Les méthodes pour réduire les projections et la formation de poussière consistent notamment à éviter l'emploi d'un flux excessif, à contrôler les échappements sur l'aire de travail pour réduire au minimum les dépôts de poussière, à contrôler la température du corps des boîtes et de la soudure, le laquage après soudage de la surface interne ou des agrafes latérales internes des boîtes, à éliminer minutieusement l'excès de soudure des boîtes finies et à laver les boîtes avant l'emploi. Pour une description détaillée des bonnes méthodes de fabrication des boîtes de conserve soudées au plomb, se reporter au document de la FAO précité.
33. Le fer blanc utilisé pour les boîtes d'aliments en conserve doit satisfaire aux normes internationales concernant la teneur maximale en plomb acceptable. ASTM International a fixé une concentration maximale de 0,010 pour cent de plomb pour «le fer blanc de qualité A».
34. Les colorants au plomb ou les encres d'imprimerie à base de plomb ne devraient pas être utilisés pour les emballages, par exemple pour les papiers de bonbons aux couleurs brillantes. Même si ces emballages n'entrent pas en contact direct avec les aliments, les enfants pourraient être tentés de mettre ces papiers aux couleurs vives dans leur bouche.
35. Les sacs ou les boîtes de plastique dont l'extérieur est recouvert de colorants au plomb ou d'encres d'imprimerie à base de plomb ne devraient pas être utilisés pour emballer des produits alimentaires. La manipulation de ces articles durant la cuisson ou le réemploi par les consommateurs pour y conserver d'autres produits alimentaires peut causer une contamination par le plomb.
36. Il faut éviter d'emballer des aliments pour la vente dans des céramiques traditionnelles couvertes d'un glaçage plombifère car des quantités importantes de plomb peuvent passer dans les aliments.
37. Les capsules de bouchage en plomb ne devraient pas être utilisées sur les bouteilles de vin du fait que des résidus peuvent rester autour du goulot de la bouteille, de sorte que le vin sera contaminé en le versant.

- 38. Les autorités nationales devraient envisager d'établir des normes pour les pertes de plomb à partir des ustensiles en céramique, le cristal de plomb, et d'autres articles contenant du plomb qui pourraient être utilisés pour la conservation ou la préparation d'aliments par les consommateurs.
- 39. Les céramiques décoratives qui peuvent perdre des quantités inacceptables de plomb devraient être clairement étiquetées comme étant impropres à contenir des aliments.
- 40. Les producteurs d'articles en céramique devraient utiliser des méthodes de fabrication et des mesures de contrôle de la qualité qui réduisent au minimum les pertes de plomb.

1.5 Conseils aux consommateurs

- 41. Les autorités locales et nationales devraient envisager d'apprendre aux consommateurs les méthodes appropriées pour réduire la contamination par le plomb dans les jardins et les maisons.
- 42. Les consommateurs devraient éviter de conserver des aliments, en particulier les aliments acides ou les aliments pour les nourrissons et les enfants, dans des ustensiles en céramique décorative, en cristal de plomb ou dans d'autres récipients qui peuvent perdre du plomb. On évitera de conserver des aliments dans des boîtes de conserve soudées au plomb ouvertes ou dans des sacs et des récipients colorés au plomb réutilisés. Les consommateurs devront éviter d'utiliser fréquemment des chopes en céramique pour consommer des boissons chaudes comme le café ou le thé, à moins qu'ils ne soient certains que les chopes ont été faites avec un glaçage plombifère à bonne température ou ne contenant pas de plomb.
- 43. Les consommateurs devraient laver fruits et légumes avec soin pour enlever la poussière ou la terre qui peuvent contenir du plomb; se laver les mains avant de préparer les aliments permettra aussi de se débarrasser de la poussière ou de la terre pouvant contenir du plomb.
- 44. Lorsque le plomb dans les réseaux de distribution d'eau est un problème, les consommateurs devraient laisser couler l'eau avant de l'utiliser pour permettre au plomb corrodé des tuyaux de sortir du système, notamment s'ils préparent des aliments destinés à des nourrissons ou à des enfants. On ne devrait pas utiliser l'eau chaude du robinet pour la cuisson ou la préparation des aliments.

1.6 Aliments particuliers

45. La craie de calebasse, aussi connue sous d'autres noms comme Argila, La Croia, Calabarstone, Ebumba, Mabele, Nzu et Ulo, est consommée par certaines femmes comme aliment traditionnel pour soulager la nausée de début de grossesse. La concentration de plomb dans ce produit est souvent élevée (supérieure à 10 mg/kg) et peut avoir un impact sur la santé du fœtus. S'il n'est pas possible d'abaisser la concentration de plomb dans ce type de produits, il vaut mieux ne pas le consommer du tout.

CODE D'USAGES POUR LA PRÉVENTION ET LA RÉDUCTION DE LA CONTAMINATION DES ALIMENTS EN CONSERVE PAR L'ÉTAIN INORGANIQUE

CAC/RCP 60-2005

INTRODUCTION

Historique de l'emploi de l'étain

1. L'étain est un alliage doux, blanc et lustré d'un poids atomique de 118,7 et le symbole chimique Sn provient de son nom latin, Stannum. Il possède une température de fusion relativement basse (231,9 °C) et il est hautement résistant à la corrosion, ce qui en fait un élément idéal pour le revêtement de protection des métaux. Plus de 50 pour cent de la production mondiale d'étain est utilisée pour la métallisation de l'acier ou d'autres métaux.
2. Près de 15 millions de tonnes de fer blanc sont produites actuellement chaque année par des méthodes de production rapides et hautement sophistiquées. Ces méthodes permettent de contrôler l'épaisseur de l'acier et les masses de revêtement de l'étain à l'intérieur desquelles les tolérances extrêmement fines requises par les procédés modernes de fabrication des boîtes comme le soudage rapide.

L'étain utilise pour le conditionnement des aliments en conserve

3. L'étain sert à protéger la base en acier contre la corrosion, que celle-ci soit externe (conditions aérobies) ou interne, lorsqu'elle entre en contact avec les aliments (conditions anaérobies). Dans les conditions anaérobies que l'on s'attend à rencontrer dans une boîte de conserve de fabrication ordinaire à l'intérieur, l'étain réagit normalement comme une anode sacrificielle et se dissout très lentement en protégeant la base en acier contre la corrosion et en créant un environnement réduit dans la boîte. C'est le mécanisme qui a offert à la boîte en fer blanc nu sa longévité et ses réussites tangibles quant à la fourniture d'aliments conformes aux règles de salubrité, toute l'année durant, permettant un stockage sûr pour de longues périodes.
4. Le développement ultérieur des revêtements de boîtes (verniss) a permis de conditionner de façon satisfaisante plusieurs types de produits alimentaires. Par exemple, certains aliments fortement pigmentés (betteraves, baies) voient leurs couleurs blanchies par la dissolution de l'étain et les revêtements

offrent la meilleure protection contre le contact avec l'étain. Un petit nombre de produits alimentaires (la choucroute par exemple) ont un mécanisme de corrosion différent. L'étain ne s'y comporte pas de façon sacrificielle et il peut apparaître une corrosion directe à la base d'acier. Ces produits devraient également bénéficier d'une protection supplémentaire venant d'un système de vernis interne.

5. Les emplois de l'étain ont considérablement évolué au fil des ans. L'être humain a été cependant exposé à l'étain pendant des siècles, à travers sa nourriture, sans avoir souffert d'effets négatifs à long terme connus. On ne dispose que de données partielles sur les effets toxicologiques de l'étain non organique présent dans les aliments en boîtes et résultant de la dissolution du revêtement en étain. Le risque potentiel majeur couru par certains individus du fait d'une ingestion aiguë semble être une irritation gastrique.
6. D'où le désir exprimé de concert et dans le monde entier par les industries de la conserve et les organes de réglementation, que des mesures soient adoptées pour réduire au minimum les limites de l'étain dans les aliments en boîtes de conserve tout en continuant à l'autoriser pour les utilisations fonctionnelles des boîtes en fer blanc nu, dans le respect des bonnes pratiques de fabrication.

Implications technologiques et commerciales

7. Le conditionnement métallique est confronté à la forte concurrence du verre et des matières plastiques. Malgré des innovations comme le système à ouverture facile, la croissance des emballages métalliques reste inférieure à la croissance moyenne de la part de marché occupée par les produits d'emballage.
8. La meilleure solution pour éviter ou réduire le désétamage des boîtes au contact d'aliments agressifs est de les revêtir d'un vernis intérieur. L'utilisation de vernis a permis d'étendre l'utilisation des boîtes à d'autres produits, y compris des produits hautement agressifs.
9. L'épaisseur du revêtement influe grandement sur les performances des boîtes de conserves vernies. Le conditionnement de produits non agressifs comme les abricots ou les haricots nécessite une épaisseur de 4-6 μm alors que le concentré de tomates demande des couches de 8-12 μm pour empêcher l'interaction entre la boîte et son contenu.
10. Il faut de l'adhérence si l'on veut empêcher les réactions entre la boîte et son contenu. On teste à l'heure actuelle l'adhérence en effectuant un essai de pelage qui consiste à mesurer la force nécessaire pour soulever du métal un

vernis de revêtement sec. Bien que ce test identifie facilement les films inaptes à l'utilisation, rien ne garantit que ceux ayant réussi le test donneront des résultats satisfaisants à long terme, dès qu'ils seront en contact avec des aliments particuliers.

11. D'un point de vue toxicologique, de mauvaises pratiques de fabrication et/ou un entreposage prolongé ou incorrect pourraient conduire à une contamination significative des aliments en conserves, à cause de la dissolution de l'étain.
12. Bien que le vernissage des boîtes réduise considérablement le risque de corrosion du fer blanc, l'utilisation de revêtements à base de vernis n'est pas toujours pratiquement réalisable ou économique.
13. On pourrait argumenter que «étant donné que les boîtes à revêtement sont facilement disponibles, pourquoi ne pas les utiliser pour tous les aliments en conserve et ainsi empêcher toute absorption d'étain?». Il existe cependant des raisons techniques et commerciales très solides pour justifier le conditionnement de certains produits dans des boîtes nues.

Goût et couleur

14. On sait depuis longtemps que la dissolution de l'étain permet de garder aux aliments comme les asperges, fruits clairs, jus de fruits clairs et produits à base de tomates, les caractéristiques de goût et couleur souhaités. On est convaincu que la présence de l'étain crée une atmosphère réductrice dans la boîte, empêchant ainsi des changements indésirables par oxydation des produits qui, sinon, présenteraient des taches brunes et des goûts inacceptables. Une telle perte de qualité affecterait gravement leurs possibilités de commercialisation et de vente qui, à leur tour, auraient des conséquences significatives pour le secteur des boîtes de conserve et ses fournisseurs.
15. Il est intéressant de noter que ce concept fonctionne aussi inversement – certains aliments fortement pigmentés, comme des betteraves et des baies acidifiées, doivent toujours être conditionnées dans des boîtes à revêtement complet non seulement parce qu'elles provoquent une réaction agressive au contact de l'étain, mais aussi parce que la dissolution de l'étain crée un gros problème de blanchiment de la couleur.

Facteurs de corrosion

16. La plupart des produits que l'on conditionne normalement dans des boîtes nues sont des produits à acidité relativement élevée. En plus des

considérations organoleptiques, le fait de conditionner ces produits dans des boîtes à revêtement devrait aboutir à un changement du mécanisme de corrosion. Des produits plus agressifs, en particulier à base de tomates, auraient plus fortement tendance à provoquer une corrosion sous le film ou un décollement et une corrosion perforante de la base d'acier, ce qui pourrait provoquer par la suite des perforations.

17. La teneur en étain dépend d'un grand nombre de facteurs souvent liés à des variations naturelles ou apparaissant pour certains dans la boîte après le contrôle du fabricant:

Mécanismes de corrosion

18. En ce qui concerne la surface en fer blanc interne des boîtes, il existe quatre mécanismes de corrosion principaux:

- i) désétamage normal;
- ii) désétamage rapide;
- iii) désétamage partiel;
- iv) corrosion par piqûres.

19. **Le désétamage normal** est une corrosion lente du revêtement en étain, et il forme un procédé essentiel pour offrir une protection électrochimique à toutes les zones exposées de l'acier de base des boîtes nues. Ce procédé conduit, à l'origine, à l'usinage du fer blanc et beaucoup plus tard, au désétamage de la surface. Normalement, l'usinage devrait apparaître de façon uniforme sur la surface interne mouillée de la boîte; au cours du premier mois environ, la surface polie devrait se couvrir de cristaux individuels d'étain visibles à l'oeil nu. Des zones de désétamage grises ne devraient pas être évidentes dans des boîtes entreposées depuis moins de 18 mois à 2 ans. Dans des conditions de désétamage normales, l'étain est anodique à l'acier et offre une protection anodique complète. L'étain dissout entre dans des complexes non obstruant avec des éléments servant à la formation du produit. L'hydrogène est oxydé par des dépolariseurs ou se diffuse à travers le mur d'acier. Cette situation corrosive caractérise certains produits citriques, des produits à base de fruits à noyau et la plupart des produits à basse teneur en acide.

20. **Le désétamage rapide** est causé par l'utilisation de fer dont la masse de revêtement à l'étain est trop légère, ou par un produit intrinsèquement trop corrosif ou bien contenant des accélérateurs corrosifs. Alors que l'étain est suffisamment anodique pour protéger l'acier, le flux électrochimique est élevé, ce qui aboutit souvent à une évolution d'hydrogène et une ruine précoce du

produit. Le nitrate présent dans les produits dont la valeur pH est inférieure à 6 a été impliqué dans des incidents de désétamage rapide. Il s'agit d'un type de mécanisme de désétamage rapide, l'autre étant une «attaque directe de l'étain». Lors du désétamage il n'y a pas de formation d'hydrogène ni de modification du vide dans la boîte. On peut citer à ce titre des agents dépolarisants comme les nitrates, l'oxygène et les sulphites. Certains colorants azoïques, anthocyanes, phosphates et l'acide déhydroascorbique ont également été impliqués dans le désétamage rapide.

21. **Le désétamage partiel** et la corrosion par piqûres sont deux formes de corrosion rares. L'étain est anodique à l'acier mais des anodes localisées se multiplient sur l'acier exposé, causant la dissolution du fer (piqûres). Il se produit une ruine précoce causée par la dilatation de l'hydrogène ou par la perforation à l'endroit des piqûres. Ce mode de corrosion apparaît lorsqu'on utilise du fer blanc de qualité inférieure ou certains produits posant des problèmes comme les prunes ou le nectar de poires.

22. **La corrosion par piqûres** apparaît lorsque le fer blanc normal, couple étain/fer, est inversé et que le fer devient anodique à l'étain. Le fer blanc à forte teneur en arsenic peut entraîner une corrosion par piqûre lorsque les produits en boîte contiennent des accélérateurs de corrosion. L'absorption préférentielle d'une substance protectrice sur la surface de l'étain, comme c'est le cas dans la choucroute, entraîne des piqûres. Les produits formulés avec des acides acétique ou phosphorique ont aussi subi des altérations dues aux piqûres. Les perforations et les dilatations d'hydrogène apparaissent dans ce type de produits en moins d'un an. Les produits contenant des résidus de cuivre et de nickel peuvent favoriser la corrosion par piqûres. Les produits contenant des protéines et des acides aminés associés produisent des composés de soufre pendant le chauffage, y compris des mercaptans, des ions de sulfure et des ions d'hydrosulfate qui réagissent facilement à l'étain et couvrent la surface de fines couches de sulfures d'étain. Les films de sulfure d'étain réduisent la passivité de la surface en fer blanc et peuvent favoriser la corrosion par piqûres de la base d'acier.

Inhibiteurs de corrosion

23. On entend par **passivation** le traitement chimique appliqué après le dépôt d'étain qui stabilise les caractéristiques de surface du fer blanc en contrôlant la formation et la croissance du bioxyde d'étain; deux niveaux de passivation sont généralement disponibles – la chromatation cathodique (CDC) représente le niveau supérieur et le traitement habituellement appliqué.

Chimie alimentaire

24. L'influence la plus manifeste de la corrosion interne des boîtes en fer blanc nu est la chimie créée sur le produit alimentaire. Il serait bon de noter que les fruits, légumes et tomates varient naturellement de façon significative de valeur pH, de type et de concentration d'acide par exemple. Ces variations proviennent de la variété, de la maturité, du moment, de l'endroit et des conditions de la récolte, de la composition chimique du sol et des pratiques agricoles. La conserverie peut difficilement contrôler ces éléments qui, au bout du compte, peuvent avoir un impact sur la limite d'absorption d'étain du produit.

Accélérateurs de corrosion

25. La présence d'espèces chimiques capables d'accepter les électrons va augmenter la vitesse de corrosion. Quelques produits peuvent contenir des «dépolarisants» qui vont accélérer la dissolution de l'étain. Un bon contrôle du processus assuré par les conserveries aide à réduire au minimum la présence de d'oxygène et celle d'agents oxydants, comme les nitrates et les sulfites, pouvant accélérer la dissolution de l'étain.

Température d'entreposage

26. La durée et la température de l'entreposage des boîtes, faisant suite au conditionnement, représentent un autre facteur influençant les concentrations d'étain. L'absorption d'étain va augmenter au fil du temps et la plupart des produits présentent des vitesses de réaction de premier ordre lorsque la vitesse de dissolution double à chaque fois que la température monte de 10 °C.

1. CHAMP D'APPLICATION

27. Alors qu'il existe d'autres sources d'exposition à l'étain chez l'homme, la voie la plus communément suivie est celle de l'ingestion d'étain inorganique présent dans les aliments en conserves.

28. Ce code d'usages se rapporte strictement à la migration de l'étain inorganique dans les aliments, partant du revêtement en étain interne nu (par exemple non vernis) des boîtes en fer blanc.

29. Ce code d'usages n'est pas destiné à s'appliquer à l'exposition à l'étain issue de toute autre source et est spécifique à l'étain inorganique.

30. Ce code d'usages se rapporte à des produits en conserve destinés à l'alimentation de l'homme, fabriqués thermiquement (y compris des jus de fruits et de légumes) et conditionnés dans des boîtes en fer blanc nu. On considère que cette description concerne à la fois:
- i) les produits avec un traitement thermique nécessitant un remplissage à chaud;
 - ii) les produits nécessitant un remplissage à chaud ou à froid et produits distillés.
31. Les produits secs et les produits 100 pour cent oléagineux ne sont pas compris parce qu'il ne s'y passe pas de migration d'étain.

2. USAGES RECOMMANDÉS POUR RÉDUIRE AU MINIMUM L'ABSORPTION DE L'ÉTAIN PAR LES ALIMENTS CONDITIONNÉS DANS DES BOÎTES EN FER BLANC NU

32. De nombreux facteurs peuvent jouer sur le degré d'absorption d'étain des produits conditionnés dans des boîtes en fer blanc nu. Certains sont insignifiants et d'autres, habituellement spécifiques à la chimie de la préparation, peuvent avoir un effet majeur sur la corrosion interne de la boîte et la dissolution de l'étain du produit. Les recommandations énumérées ci-dessous reposent sur la volonté d'identifier tous ces facteurs, aussi insignifiants soient-ils, et de suggérer des domaines particuliers nécessitant une surveillance ou d'autres sortes de contrôles.
33. En résumé, les facteurs qui ont été identifiés peuvent être regroupés comme suit:
- i) choix de la masse de revêtement en étain et du niveau de passivation;
 - ii) dommage subi par le revêtement en étain ou passivation;
 - iii) type de produit alimentaire, valeur pH et teneur en acide;
 - iv) présence dans les ingrédients crus d'accélérateurs de corrosion tels que les nitrates;
 - v) présence dans les aliments de composés du soufre;
 - vi) présence d'oxygène dans la boîte operculée;
 - vii) durée et températures de la transformation;
 - viii) délais et températures d'entreposage;
 - ix) humidité de l'entreposage.

2.1 Fabricant d'emballages

2.1.1 Fournisseur de fer blanc

34. Le consommateur devrait indiquer l'utilisation finale du fer blanc lors de la commande. Le fournisseur de fer blanc devrait être suffisamment compétent pour faire en sorte que les spécifications conviennent à l'utilisation finale déclarée et il devrait informer le consommateur de problèmes éventuels (par exemple le niveau de passivation ou la masse de revêtement à l'étain voulue).
35. Le fabricant de fer blanc devrait mettre en place des procédures de qualité pour garantir que chaque commande de fer blanc est conforme à la norme requise (par exemple, ASTM; ISO etc.). Des masses de revêtement d'étain ou des limites de passivation incorrectes pourraient déboucher sur une corrosion anormale et accroître les concentrations d'étain des produits. De basses concentrations d'huile peuvent conduire à un dommage abrasif du revêtement à l'étain pendant le transport et la fabrication des boîtes.

2.1.2 Producteur de boîtes

36. Les fabricants de boîtes ne devraient agréer que les fournisseurs de fer blanc ayant montré qu'ils étaient aptes à se conformer aux exigences de normes et de passation de commandes.
37. Le fabricant de boîte devait avoir les compétences nécessaires pour assurer que les spécifications de commande du consommateur (passivation et masse du revêtement de l'étain) conviennent à l'utilisation finale et devrait informer le consommateur de toute inquiétude.
38. Le fabricant de boîte devrait aider le consommateur à déterminer la spécification adaptée à tout nouveau produit ou tout changement de recette. De tels changements devraient être testés pour faire en sorte que les absorptions d'étain du produit ne soient pas excessives.
39. Les réglages de machine nécessaires en cas de travail des métaux (par exemple, machine à baguetter) devraient être effectués de façon à réduire au minimum l'altération du revêtement d'étain.
40. Si une agrafe latérale était appliquée à une boîte trois pièces, cela éviterait une chaleur excessive produite lors du durcissement de l'agrafe.

2.2 Conserverie

2.2.1 Matières premières

41. La conserverie devrait collaborer avec le fournisseur de boîtes pour faire en sorte de fournir une boîte convenablement spécifiée et convenant à toute application donnée. Des procédures devraient être mises en place pour garantir la fourniture de boîtes conformes au cahier des charges.
42. La conserverie devrait consulter le fournisseur de boîtes afin de déterminer la bonne spécification relative à la boîte et convenant à tout nouveau produit ou changement de formule d'un produit existant. Il est extrêmement important de tester les conserves de façon à acquérir la maîtrise de l'ensemble du mécanisme de la corrosion, comme l'absorption d'étain par le produit et l'aptitude générale du cahier des charges du produit.
43. En ce qui concerne l'absorption probable d'étain, les conserveries devraient être informées de la durée limite de stockage de tous leurs produits. Il faut constater que la chimie des fruits et les légumes en particulier, peut connaître une variation significative, en fonction de la variété, de la maturité, moment/endroit/conditions de la récolte, de la composition chimique du sol et des pratiques agricoles. La conserverie peut difficilement contrôler ces éléments qui, au bout du compte, peuvent influencer sur la concentration d'étain absorbée par le produit.
44. Des procédures de qualité devraient être mises en place pour faire en sorte que les lots de produits respectent la description de la recette.
45. Il faudrait accorder une attention particulière à la valeur pH de l'aliment et à l'adjonction d'acides alimentaires. Il faudrait reconnaître que la corrosion dépend de la valeur pH et qu'une trop grande chute de la valeur pH peut occasionner un changement important dans le comportement corrosif et l'absorption d'étain. Différents acides alimentaires (par exemple, citrique, malique, fumarique et acétique) agissent différemment en ce qui concerne la corrosion interne et tout changement d'ingrédient, tout passage d'un acide à un autre, devrait être testé minutieusement. L'acide acétique est particulièrement agressif au contact de l'étain.
46. La présence d'espèces chimiques capables d'accepter les électrons va augmenter la vitesse de la réaction corrosive. Le nitrate est un accélérateur de corrosion et sa présence provoque un désétamage rapide, même à basse concentration (1mg de NO_3^- va donner près de 8 mg de Sn^{2+}). Dans une boîte de 400g, 10mg de NO_3^- va rapidement réagir pour donner approximativement

80 mg de Sn^{2+} ou bien, en d'autres termes, une concentration d'étain dans le produit de 200 ppm. Sur une période d'un an environ, 100 ppm de nitrate aura complètement désétamé une boîte n° 303 avec un revêtement intérieur d'un poids de 11,2 g/m². L'emploi fanatique d'engrais et certains fruits et légumes peuvent causer l'accumulation de fortes concentrations de nitrates (par exemple, tomates et ananas). Lorsqu'il est probable que les nitrates posent un problème, il est essentiel que le producteur d'aliments en conserves et ses fournisseurs disposent d'un système de mesures garantissant que les fruits, légumes et autres ingrédients, peuvent être utilisés en conserverie.

47. Il est établi également que les résidus de soufre causent des problèmes de corrosion dans les boîtes en fer blanc nu. L'origine de ces résidus peut être agricole, ou liée à des agents de blanchiment ou de conservation utilisés dans certains ingrédients. Le producteur d'aliments en conserves et ses fournisseurs devraient alors faire les tests nécessaires pour s'assurer que les matières premières conviennent à l'utilisation prévue.
48. Certains aliments, en particulier la viande et le poisson qui sont riches en protéines et, dans une moindre mesure, les légumes (par exemple, les pois, haricots, le maïs etc.) contiennent par nature des composés de soufre. Ceux-ci peuvent réagir avec une surface en fer blanc nu et donner une coloration violette noire de sulfure d'étain. Bien que la coloration ne présente aucun danger, elle peut amener un changement de la passivation de la surface en fer blanc, altérant éventuellement à son tour, la vitesse d'absorption de l'étain. Les zones où apparaissent les taches colorées peuvent aussi se situer dans des zones de contrainte telles que les nervures des boîtes; les points de contact avec un produit solide dans un milieu liquide; headspace/zone de transition de la ligne de produits. Alors qu'une augmentation généralisée de la passivation aurait de fortes chances de ralentir l'absorption d'étain, les zones localisées de coloration pourraient avoir un effet délétère, surtout en présence d'un accélérateur de corrosion comme l'oxygène. Le degré de coloration sulfurée est également influencé par la valeur pH, la durée et la température de la transformation et la présence de certains cations. Les ions Al^{3+} , Fe^{3+} et Fe^{2+} , trouvés dans certaines eaux potables traitées, agissent comme des catalyseurs pour la dégradation des composés de soufre apparus naturellement. Par la suite, la présence de ces ions accroît la vitesse et l'ampleur de la coloration par les sulfures. Il est clair que les conserveries devraient avoir une connaissance approfondie de leurs produits, des variations qui pourraient apparaître dans les matières premières et leur transformation, de l'éventail d'effets que ces variations pourraient produire à

l'intérieur de la boîte. Cette connaissance devrait servir mettre en place les contrôles nécessaires et à déterminer un approvisionnement solide.

49. Il faudrait conserver une documentation détaillée sur toutes les matières premières provenant de tous les fournisseurs, en particulier si l'on change de fournisseur ou si les matières premières viennent d'une autre source ou d'un autre endroit. Dans le cas improbable d'une concentration élevée d'étain dans les produits, la documentation permettrait de retracer tout changement particulier et de prendre les mesures qui s'imposent.

50. La qualité de l'eau devrait être surveillée car certains systèmes d'alimentation en eau pourraient contenir des accélérateurs de corrosion comme les nitrates.

2.2.2 Transformation

51. Le producteur d'aliments en conserve devrait prendre toutes les mesures nécessaires pour éliminer l'oxygène de la boîte, avant sa fermeture et faire en sorte de créer un vide approprié dans la boîte. L'oxygène est un accélérateur de corrosion dont la présence dans une boîte après fermeture peut conduire à une dissolution précoce de l'étain, surtout depuis la zone d'espace vide. L'oxygène peut se trouver dans les interstices du produit. Un échappement de vapeur et une haute température de remplissage contribueront à la faire disparaître. Réduire au minimum l'espace vide, alors qu'on l'autorise toujours pour favoriser l'expansion du produit, contribue aussi à éliminer l'oxygène. Une autre méthode de contrôle revient à fermer les boîtes sous vide. L'injection de vapeur dans le headspace doit être cohérente et contrôlée. Il faut éviter qu'il y ait des arrêts de ligne ou des retards entre le remplissage et la fermeture.

52. La fermeture sous vide est la principale méthode utilisée pour ôter l'oxygène, l'échappement de vapeur étant moins courant.

53. Les augmentations de température accélèrent les réactions chimiques telles que la corrosion. Les conserveries devraient comprendre que si le processus de transformation dure trop longtemps et si la température est élevée, cela peut provoquer un accroissement de l'absorption d'étain.

54. Il faudrait éviter de mauvaises conditions de refroidissement et de séchage car cela revient à garder une grande quantité de boîtes, beaucoup trop longtemps à une température élevée. Les boîtes devraient être refroidies à 35-40 °C. Les boîtes refroidies à une température inférieure risquent de ne pas sécher correctement, ce qui pourrait entraîner une rouille extérieure. Les

boîtes qui ne sont pas refroidies comme il convient peuvent être sujettes à une altération par des bactéries thermophiles ou les produits peuvent subir une perte de qualité.

2.2.3 Entreposage des produits finis

55. La corrosion interne de la boîte dépend, comme toute réaction chimique, de la température. Généralement, chaque fois que la température augmente de 10 °C, la vitesse de réaction double. La concentration d'étain absorbé que l'on s'attend à trouver dans une boîte stockée à une température élevée (40 °C) devrait être sensiblement plus élevée que celle d'une boîte stockée à une température inférieure (10 °C) pendant la même période. Lorsque les producteurs de conserves d'aliments fixent les durées maximales d'entreposage, ils devraient prendre en considération l'endroit où se trouvent les zones de stockage de leurs produits finis. Par exemple: Quelle est la température maximale probable? Certaines zones subissent-elles plus que d'autres la chaleur du soleil? Combien de jours par an les températures sont-elles relativement élevées? Etc.

56. Il est nécessaire de contrôler les stocks pour s'assurer que des produits en conserve aux dates de production antérieures seront utilisés les premiers.

57. L'entreposage devrait être effectué dans des conditions permettant le contrôle de la température. Des écarts importants de température peuvent provoquer la formation de condensation sur la paroi extérieure des boîtes qui risquent alors de rouiller.

2.2.4 Autres considérations

58. La détérioration des boîtes devrait être réduite au minimum car elle risque de provoquer le désétamage de certaines zones. C'est pourquoi il est préférable d'utiliser la codification par jet d'encre plutôt qu'une machine à marquer.

2.3 Transport et entreposage des marchandises

59. Se reporter aux paragraphes 56 et 57, section 2.2.3 Entreposage des produits finis.

60. Les températures enregistrées pendant le transport doivent être prises en compte lorsque les aliments en conserve risquent de rester à de telles températures pour des durées indéterminées (par exemple, transport maritime). Au cas où les températures devaient rester élevées pendant le transport ou à la destination finale, alors il serait préférable, dans la mesure du possible, d'exporter un stock dont la date de production est plus récente.

2.4 Détaillant

61. Le détaillant devrait veiller à la rotation de ses stocks afin d'assurer un approvisionnement des rayons par séquences de dates de production.

2.5 Consommateur

62. Le consommateur devrait choisir un endroit pas trop exposé à la chaleur pour entreposer ses conserves d'aliments. Les placards devraient être éloignés des fours et des appareils de chauffage et de préférence, ne pas être exposés aux rayons du soleil.

63. Les aliments ou le jus non utilisés et laissés dans des boîtes en fer blanc nu peuvent rapidement accumuler de l'étain au contact de l'air. Il est préférable de les transférer immédiatement dans un récipient en plastique ou en verre propre et de les mettre au réfrigérateur.

GLOSSAIRE

64. Ce glossaire définit les principaux termes techniques employés dans le code précédent et se rapporte particulièrement au fer blanc, à la fabrication des boîtes et aux conserveries.

<i>Accélérateur de corrosion</i>	Substances chimiques capables d'accepter les électrons qui vont accroître la vitesse de la réaction corrosive.
<i>Acides alimentaires</i>	Acides organiques, présents naturellement dans les aliments, particulièrement dans les fruits et les légumes; ils servent aussi à transporter les arômes et à modifier l'indice pH des aliments.
<i>Aérobie</i>	Présence d'oxygène.
<i>Anaérobie</i>	Absence d'oxygène.
<i>Anode sacrificielle</i>	Fait référence à un métal qui se dissout lentement dans une réaction de corrosion et, de ce fait, protège un second métal contre la corrosion (par exemple, l'étain qui réagit comme une anode sacrificielle afin de protéger le couple de base d'acier); voir aussi Mécanisme de corrosion .
<i>BA</i>	Voir Recuit .
<i>Bande latérale</i>	Mince bande de vernis destinée à protéger la soudure du corps de la boîte contre la corrosion.
<i>Base d'acier</i>	Bande en acier doux à bas carbone à laquelle on a appliqué un revêtement d'étain électrolytiquement.
<i>Boîtes simples</i>	Boîtes fabriquées à partir de fer blanc nu.
<i>CA</i>	Voir Recuit .
<i>Codage par jet d'encre</i>	Utilisation d'un jet d'encre pour imprimer un code de produit ou une date de production sur un fond de boîte.
<i>Colorations par les sulfures</i>	Lorsque des composés de soufre, naturellement présents dans les aliments réagissent avec une surface de fer blanc nu pour former un mordant pourpre-noir de sulfures d'étain.

<i>Corrosion</i>	Action chimique de dissolution de la surface d'un métal (par exemple, l'étain dans le véhicule alimentaire).
<i>Corrosion intérieure</i>	Corrosion se formant à l'intérieur d'une boîte de conserve (voir Corrosion).
<i>Désétamage</i>	Descriptif du processus de corrosion au cours duquel le revêtement en étain nu, intérieur est lentement dissous par le véhicule alimentaire; un désétamage rapide est attribué à une dissolution de l'étain anormalement rapide, causée par la présence d'accélérateurs de corrosion.
<i>Désétamage rapide</i>	Voir Désétamage .
<i>Distillation</i>	Méthode de chauffage des boîtes, généralement sous pression, afin de créer des températures qui, à l'intérieur de la boîte, dépassent largement les 100 °C ce qui permet d'atteindre la stérilité commerciale dans un laps de temps raccourci; les cornues sont, en fait, de très grosses cocottes-minute.
<i>Durée de conservation</i>	La durée de vie escomptée et acceptable de tout aliment en conserve.
<i>Échappement de la vapeur</i>	Faisant passer les boîtes remplies dans un tunnel de vapeur, avant le sertissage, pour aider à éliminer l'oxygène du produit et de l'headspace.
<i>Électrolyte</i>	Substance qui se dissocie en ions lorsqu'elle est dissoute dans un véhicule approprié; d'où l'utilisation d'un électrolyte riche en étain dans la fabrication du fer blanc (voir Électrotypie); l'aliment en contact avec une boîte nue à l'intérieur peut également être décrit comme un électrolyte.
<i>Électro-métallisation</i>	Voir Électrotypie .
<i>Électrotypie</i>	Métallisation par l'étain d'une bande d'acier continue à partir d'un électrolyte riche en étain afin de produire un fer blanc électrolytique.
<i>Environnement</i>	Voir Environnement réducteur .

<i>Environnement réducteur</i>	Conditions escomptées à l'intérieur d'une boîte de conserve nue finie, protégeant les contenus contre les réactions oxydatives comme un changement de couleur.
<i>Essai de durée de conservation</i>	Voir Essais d'emballage .
<i>Essais d'emballage</i>	Stockage et échantillonnage régulier d'aliments en conserve à des conditions de température contrôlées afin de déterminer les caractéristiques de corrosion intérieure et la durée de conservation potentielle.
<i>Fer blanc</i>	Voir Fer blanc électrolytique .
<i>Fer blanc DR</i>	Fer blanc «doublement réduit» lorsqu'on utilise un second laminage pour réduire l'épaisseur de l'acier afin de fabriquer un produit plus mince mais plus résistant.
<i>Fer blanc électrolytique</i>	Bande en acier doux à bas carbone dont le fond et le couvercle sont revêtus d'un dépôt électrolytique d'étain; l'étain déposé est un étain allié et libre et il a une surface passivée ainsi qu'un revêtement d'huile.
<i>Fer blanc nu</i>	Fer blanc brillant sans aucun vernis de revêtement supplémentaire.
<i>Fer blanc vernis</i>	Voir Vernis .
<i>Gravure</i>	Utilisation d'une matrice pour estamper un code de produit ou pour graver une date dans un fond de boîte.
<i>Headspace</i>	Espace restant au sommet de la boîte après remplissage et sertissage, permettant la dilatation du produit pendant le processus thermique.
<i>Ion</i>	Atome ou molécule chargés électriquement (positif ou négatif) formés par la perte ou le gain d'un ou de plusieurs électrons ou par la dissolution d'un électrolyte dans un solvant.
<i>Ligne de produits</i>	Niveau ou hauteur maximum de produit dans la boîte; le headspace est au-dessus de la ligne de produits.

<i>Masse de revêtement en étain</i>	Masse d'étain exprimée en g/m ² , appliquée à chaque côté de la base d'acier; les masses de revêtement standard varient généralement de 2,8 à 11,2 g/m ² avec une différentielle de 2,8 g/m ² ; la masse de revêtement intérieur en étain des boîtes nues est généralement soit de 8,4 soit de 11,2 g/m ² .
<i>Mécanisme de corrosion</i>	Chimie particulière à toute réaction corrosive; spécialement pour le fer blanc lorsque deux métaux (étain et fer) sont associés et lorsque l'un des deux ou tous deux ont la potentialité de se dissoudre.
<i>Migration de l'étain</i>	Voir Corrosion et Désétamage .
<i>Nervures, moulure</i>	Ondulations de la paroi de la boîte destinées à renforcer le corps de la boîte.
<i>Recuit</i>	Processus de chauffage utilisé dans la fabrication du fer blanc destiné à adoucir la bande en acier après laminage à froid et à lui donner la dureté requise; le processus peut s'effectuer soit en continu (recuit en continu ou CA) soit par lots (recuit par lots ou BA).
<i>Remplissage à chaud et maintien</i>	Processus par lequel un produit alimentaire à haute acidité (généralement un jus ou un liquide) est rempli à haute température, le fond est serti et les boîtes sont maintenues pour un laps de temps avant refroidissement; la stérilité commerciale est obtenue sans production par cornue.
<i>Remplisseuse</i>	Machine utilisée pour remplir automatiquement une boîte avec le poids ou le volume d'aliments désirés.
<i>Revêtement de boîte</i>	Voir Vernis .
<i>Revêtement en étain</i>	Voir Fer blanc électrolytique .
<i>Revêtements</i>	Voir Vernis .

<i>Rotation des stocks</i>	Méthode pour faire en sorte que les produits en boîte les plus anciens soient identifiés, disparaissent les premiers des entrepôts et apparaissent les premiers dans les rayons des détaillants.
<i>Sertissage sous vide</i>	Lors du sertissage du couvercle, appliquer un vide à la chambre de fermeture du sertisseur de boîte lors du sertissage du couvercle.
<i>Sertisseur</i>	Machine servant à fixer hermétiquement un couvercle sur la boîte.
<i>Température de remplissage</i>	Température à laquelle l'aliment est versé dans la boîte.
<i>Température de traitement</i>	Voir Temps de traitement .
<i>Temps de traitement</i>	Le temps calculé à une température particulière (température de traitement) auquel un format spécifique de boîte et un produit alimentaire doivent être chauffés pour atteindre la stérilité commerciale.
<i>Traitement thermique</i>	Utilisation de tout procédé de chaleur pour obtenir la stérilité commerciale des boîtes remplies (voir aussi Remplissage à chaud et maintien et Distillation).
<i>Transformation dans des cornues</i>	Voir Distillation .
<i>Valeur, pH</i>	Mesure de l'acidité.
<i>Vernis</i>	Enduits organiques inertes utilisés pour donner une protection supplémentaire au fer blanc; appliqués généralement sous forme liquide et «durcis» à de hautes températures.

CODE D'USAGES CONCERNANT LES MESURES PRISES À LA SOURCE POUR RÉDUIRE LA CONTAMINATION CHIMIQUE DES ALIMENTS

CAC/RCP 49-2001

1. Ce document traite des principales sources de substances chimiques présentes dans l'environnement qui, du fait qu'elles peuvent contaminer les aliments et constituer un danger pour la santé humaine, ont été examinées par le CCFAC et la Commission du Codex Alimentarius à des fins de réglementation. Outre les contaminants environnementaux, les aliments peuvent contenir des substances chimiques utilisées comme pesticides, médicaments vétérinaires, additifs alimentaires ou auxiliaires technologiques. Toutefois, ces substances étant étudiées ailleurs dans le système du Codex, elles ne sont pas incluses ici, ni les mycotoxines ni les toxines naturelles.
2. Ce document vise principalement à faire prendre davantage conscience des sources de contamination chimique des produits destinés à l'alimentation humaine ou animale, et des mesures prises à la source pour empêcher cette contamination. Cela signifie que les mesures recommandées dans ce document pourraient ne pas relever directement des autorités chargées du contrôle des aliments ni du Codex.
3. Les autorités nationales chargées du contrôle des denrées alimentaires devraient informer les autorités nationales et les organisations internationales compétentes, des problèmes réels ou potentiels de contamination des aliments et les encourager à prendre les mesures préventives appropriées. Cela devrait entraîner une baisse des niveaux de contamination chimique et pourrait rendre moins nécessaire, à long terme, d'établir et de maintenir des limites maximales Codex pour les substances chimiques dans les aliments.
4. Différentes méthodes peuvent être utilisées pour s'assurer que les concentrations de contaminants chimiques dans les denrées alimentaires sont aussi faibles que raisonnablement possible d'atteindre et ne dépassent jamais les limites maximales considérées comme acceptables/tolérables du point de vue sanitaire. Ces méthodes consistent essentiellement en a) mesures visant à supprimer ou à maîtriser la source de contamination, b) mesures visant à réduire les concentrations de contaminants, et c) mesures visant à identifier et à séparer les aliments contaminés des aliments propres à la consommation humaine. L'aliment contaminé est ensuite rejeté en tant qu'aliment, à moins

qu'il ne puisse être soumis à un nouveau traitement qui le rende propre à la consommation humaine. Ces diverses méthodes peuvent parfois être associées: c'est le cas, par exemple, des émissions provenant d'une source précédemment incontrôlée ayant entraîné une pollution de l'environnement par une substance persistante comme les PCB ou le mercure. Lorsque des eaux de pêche ou des terres agricoles ont été fortement polluées par des émissions locales, il peut être nécessaire de condamner les zones concernées, c'est-à-dire d'interdire la vente de denrées alimentaires provenant des zones polluées et de déconseiller la consommation de tels aliments.

5. Le contrôle des produits finis ne sera jamais assez étendu pour garantir des niveaux de contaminants inférieurs aux limites maximales établies. La plupart du temps, les contaminants chimiques ne peuvent être retirés des denrées alimentaires et il n'existe aucun moyen de rendre un lot contaminé propre à la consommation humaine. La méthode qui consiste à maîtriser, voire à supprimer la contamination des aliments à la source, autrement dit la méthode préventive, a l'avantage d'être habituellement plus efficace pour réduire ou supprimer le risque d'effets toxiques, exige moins de ressources pour contrôler les aliments et évite d'avoir à rejeter des aliments contaminés.
6. Les opérations liées à la production, à la transformation et à la préparation des aliments devraient être analysées en vue d'identifier les dangers et d'évaluer les risques associés. Ceci devrait permettre d'identifier des points critiques pour la maîtrise des risques et de mettre au point un système pour surveiller la production à ces points (système d'analyse des risques: points critiques pour leur maîtrise ou HACCP). Il est important d'exercer une surveillance attentive de toute la chaîne production-transformation et distribution, dans la mesure où l'innocuité et la qualité de l'aliment à d'autres égards ne peuvent pas être assurées par une inspection à l'extrémité de la chaîne.
7. La pollution de l'air, de l'eau et des terres arables peut entraîner la contamination des cultures vivrières et fourragères, des animaux destinés à l'alimentation humaine et des eaux de surface et souterraines utilisées comme sources d'eau de boisson ou d'eau pour la production et la transformation des aliments. Les autorités nationales et les organisations internationales concernées devraient être informées des problèmes réels ou potentiels de contamination des aliments et encouragées à prendre des mesures afin de:
 - contrôler les émissions de polluants par l'industrie (industries chimiques, extraction minière, industries métallurgiques et fabrication du papier), et celles provenant d'essais d'armement;

- contrôler les émissions dues à la production d'énergie (y compris les usines nucléaires) et aux moyens de transport;
- contrôler l'évacuation des déchets domestiques et industriels, solides et liquides, y compris les décharges terrestres, l'évacuation des eaux d'égout et l'incinération des ordures municipales;
- contrôler la production, la vente, l'utilisation et l'évacuation de certaines substances rémanentes toxiques comme les composés d'organohalogènes (PCB, ignifuges bromés, etc.) et les composés de plomb, de cadmium et de mercure;
- s'assurer qu'avant d'être introduites sur le marché, et plus particulièrement si elles risquent d'être lâchées dans l'environnement en quantités importantes, les nouvelles substances chimiques ont été soumises à des tests appropriés afin de vérifier leur acceptabilité du point de vue sanitaire et écologique;
- remplacer les substances rémanentes toxiques par des produits plus acceptables sur les plans sanitaire et écologique.

CODE D'USAGES POUR LA RÉDUCTION DE L'ACRYLAMIDE DANS LES ALIMENTS

CAC/RCP 67-2009

INTRODUCTION

1. L'inquiétude récente au sujet de la présence d'acrylamide dans les aliments date de 2002. Des scientifiques suédois ont signalé que des quantités d'acrylamide pouvant s'évaluer en mg/kg se forment dans les aliments riches en hydrates de carbone lorsqu'ils sont cuits à haute température, par ex. frites cuites au four, rôtis, grillé (pain) et grillés. Ces résultats ont rapidement été confirmés par d'autres chercheurs; à la suite de quoi des efforts internationaux importants ont été déployés pour rechercher les principales sources d'exposition alimentaire, évaluer les risques sanitaires connexes et élaborer des stratégies de gestion des risques. Les détails concernant ces initiatives de recherche mondiale sont disponibles auprès du réseau d'information sur l'acrylamide de la FAO et de l'OMS (<http://www.acrylamide-food.org/>) et de la banque de données européenne des activités liées à l'acrylamide¹ présent dans les aliments (http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/contaminants/acrylamide_en.htm). Il a été également travaillé sur les études relatives à la réduction de l'acrylamide qui sont rapportées en anglais dans la Boîte d'outils de la de la CIAA «Acrylamide Tool Box» et à http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/contaminants/acrylamide_en.htm et http://www.ciaa.be/asp/documents/brochures_form.asp?doc_id=65.
2. La formation de l'acrylamide dans les aliments est principalement liée à la réaction de l'asparagine (un acide aminé) avec les sucres réducteurs (notamment le glucose et le fructose) dans le cadre de la réaction de Maillard; elle peut aussi être liée aux réactions produites en présence de l'amino-3 propionamide. La formation de l'acrylamide a lieu essentiellement dans des conditions de températures élevées (généralement supérieures à 120 °C) et d'humidité faible.
3. Le Comité mixte FAO/OMS d'experts sur les additifs alimentaires (JECFA) a entrepris une analyse approfondie des données relatives à l'occurrence de l'acrylamide dans 24 pays, situés pour la plupart en Europe et en Amérique

¹ Une base de données contenant des informations sur les projets et les activités se rapportant à l'acrylamide dans les Etats membres de l'Union européenne.

du Nord. Il a conclu que les groupes d'aliments qui y contribuent de façon importante sont les frites², les chips³, le café, les biscuits⁴/ les pâtisseries, le pain et les petits pains/le pain grillé. L'étendue dans laquelle l'acrylamide est présente dans l'ensemble de l'alimentation reste incertaine.

CHAMP D'APPLICATION

4. Ce Code d'usages est destiné à fournir aux autorités nationales et locales, aux fabricants et autres organismes pertinents des directives pour empêcher et réduire la formation d'acrylamide dans les produits à base de pommes de terre et les produits à base de céréales. La directive couvre trois stratégies (là où l'information est disponible) pour la diminution de la formation de l'acrylamide dans des produits spécifiques:
- i) Matières premières;
 - ii) Contrôle / addition d'autres ingrédients; et
 - iii) La transformation et le traitement thermique des aliments.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES ET CONTRAINTES LIÉES À L'ÉLABORATION DES MESURES DE PRÉVENTION

5. Les mesures axées sur la réduction des concentrations d'acrylamide ne peuvent pas être prises isolément des autres considérations. Des précautions sont nécessaires pour éviter de porter atteinte à l'innocuité chimique et microbiologique des aliments. Les qualités nutritionnelles des produits doivent également rester intactes, ainsi que leurs propriétés organoleptiques et l'acceptabilité ultérieure des consommateurs. Cela signifie que toutes les stratégies de minimisation doivent être évaluées en observant leurs bénéfices et tout effet nocif éventuel. Par exemple:
- i) Lorsque des mesures préventives pour l'acrylamide sont examinées, des contrôles devraient être effectués afin de s'assurer que ces mesures ne vont pas engendrer une augmentation d'autres procédés de contaminants. Ceux-ci comprennent les N-nitrosamines, les hydrocarbures polycycliques aromatiques, les chloropropanols, le carbamate d'éthyle, le furanne, les aminés hétérocycliques aromatiques ainsi que les pyrolysates d'acide aminé.

² Produits à base de pommes de terre grossièrement tranchées et frites (appelés "French fries" dans certaines régions dont l'Amérique du Nord, ou "chips" au Royaume-Uni).

³ Produits de grignotage à base de pommes de terre finement tranchées et frites (comprend les produits appelés "potato chips" dans certaines régions dont l'Amérique du Nord).

⁴ Produits de boulangerie à base de céréales (appelés "cookies" dans certaines régions dont l'Amérique du Nord).

- ii) Les mesures de prévention liées à l'acrylamide de doivent pas porter atteinte à la stabilité microbiologique du produit final. En particulier, il est important de prêter attention à la teneur en humidité du produit final.
 - iii) Des précautions doivent être prises afin d'éviter des changements préjudiciables aux propriétés organoleptiques du produit final. La formation de l'acrylamide est intimement associée à la génération des caractéristiques de couleur, de saveur et d'arôme des produits cuits. Les changements proposés au niveau des conditions de cuisson, ou même des matières premières et des autres ingrédients doivent être évalués du point de vue de l'acceptabilité du produit final par le consommateur.
6. Les éventuels nouveaux additifs et auxiliaires technologiques, comme l'asparaginase, devront être soumis à une évaluation de sécurité officielle et faire l'objet d'une démonstration d'efficacité à l'usage avant l'approbation réglementaire. Certaines sociétés produisent actuellement de l'asparaginase pour l'emploi dans les produits alimentaires et certains pays l'ont approuvé en tant qu'auxiliaire technologique.
7. Il devrait être noté que l'étendue de la formation de l'acrylamide peut être assez variable par exemple dans la fabrication par lots dans la même usine de fabrication ou entre des usines de fabrication qui utilisent le même procédé, les mêmes ingrédients et les mêmes formules.
8. Les fabricants doivent d'être conscients du fait que la variabilité dans les matières premières entrantes ainsi que les appareils de chauffe peu contrôlés peuvent compliquer les essais des stratégies de mitigation en occultant les niveaux d'acrylamide.

PRATIQUES RECOMMANDÉES À L'INDUSTRIE POUR LA PRODUCTION DES PRODUITS À BASE DE POMMES DE TERRE (PAR EXEMPLE FRITES, CHIPS, SNACKS À BASE DE POMMES DE TERRE)

Les mesures de diminution débattues dans les sections suivantes ne sont pas répertoriées dans un ordre de priorité. Il est recommandé que toutes les mesures de réduction soient testées afin d'identifier celles qui seraient les mieux adaptées à votre propre produit.

Étape de la production	Mesures de réduction
Matières premières	Sélectionner des cultivars de pomme de terre avec des teneurs en sucres réducteurs aussi faibles que cela est raisonnablement réalisable en tenant compte de la variabilité régionale et saisonnière. Tester les livraisons d'arrivée des pommes de terre pour les niveaux de sucres réducteurs ou faire un test de friture (viser une couleur dorée claire).
	Éviter l'utilisation de pommes de terre entreposées à moins de 6 °C. Contrôler les conditions d'entreposage de la ferme à l'usine et en cas de temps froid, protéger les pommes de terre de l'air froid. Éviter de laisser les livraisons de pomme de terre à l'extérieur (sans protection) dans des conditions climatiques de temps glacial pendant de longues périodes, par ex. la nuit. Les pommes de terre qui ont été entreposées à des températures basses devraient être reconditionnées pendant quelques semaines à des températures plus élevées (par ex. 12–15 °C).
Contrôle / addition d'autres ingrédients	Dans le cas de produits de grignotage à base de pommes de terre produits à partir de pâtes, remplacer si possible une partie de pomme de terre par d'autres ingrédients avec une teneur plus basse en sucres réducteurs/asparagine, par ex. la farine de riz. Éviter l'ajout de sucres réducteurs (par ex. comme un agent de brunissage, support d'épices ou enrobage).
	Il a été montré que l'ajout d'asparaginase dans certains cas réduisait l'asparagine et par conséquent l'acrylamide dans les produits à base de pâte de pommes de terre.
	Le traitement des frites avec le pyrophosphate de sodium et le traitement des produits à base de pommes de terre avec des cations divalents et trivalents par ex. les sels de calcium avant le traitement peut contribuer à la réduction de l'acrylamide.
Transformation et traitement thermique des aliments	Frites: Blanchir les rondelles de pommes de terre dans l'eau afin de diminuer les niveaux de sucres réducteurs avant la cuisson. L'abaissement du pH avec l'addition de pyrophosphate de sodium acide durant les dernières étapes de blanchiment peut réduire plus avant les niveaux. Coupez des rondelles plus épaisses; il a été démontré que des rondelles de 14x14mm ont des niveaux d'acrylamide plus bas que les rondelles coupées finement (8x8mm). Si cela est adapté, pré frire les frites.
	Chips: Optimiser le temps, la température et les installations de cuisson afin de produire un produit croustillant avec une couleur jaune dorée. Si disponible, prendre en considération la friture sous vide pour transformer les pommes de terre avec un niveau élevé de sucres réducteurs. Un refroidissement rapide est recommandé si la technique de la friture instantanée est employée. Réaliser un triage optique électronique afin de retirer les chips foncées.

MATIÈRES PREMIÈRES

9. Un certain nombre de facteurs influencent la réduction des niveaux de sucre tels que:
 - i) Les conditions climatiques et le taux d'utilisation des engrais – Ces facteurs sont connus pour influencer les niveaux de sucres réducteurs. Toutefois aucune information spécifique sur les mesures de réduction applicables aux fabricants sont disponibles actuellement.
 - ii) Cultivar – Sélectionnez les cultivars avec des teneurs réduites en sucre aussi faibles que cela est raisonnablement réalisable en prenant en compte la variabilité régionale et saisonnière pour des procédés de cuisson à haute température tels que la friture et la cuisson au four.
 - iii) Température d'entreposage et durée – Contrôle des conditions d'entreposage de la ferme à l'usine; Une température de >6 °C a été reconnue comme constituant une bonne pratique pour l'entreposage à long terme pour le traitement. Pour la friture, la cuisson et la cuisson au four, évitez l'emploi de pommes de terre qui ont été soumises durant l'entreposage à des températures excessivement basses (à ou en dessous de 4–6 °C) qui provoquent l'accumulation de sucres. En cas de temps froid, protégez les pommes de terre de l'air froid. Evitez de laissez les livraisons de pommes de terre à l'extérieur (sans protection) la nuit dans des conditions de temps glacial. Certains cultivars sont moins disposés que d'autres à produire des sucres à basse température. L'information sur certains cultivars est contenue dans une base de données disponible dans la Base de données européenne sur les pommes de terre cultivées ainsi qu'auprès du Bureau fédéral allemand des variétés végétales.
 - iv) Température de reconditionnement et durée – Les pommes de terre qui ont été entreposées à des températures basses devraient être reconditionnées pendant quelques semaines à des températures plus élevées (par ex. 12–15 °C). La décision de reconditionner les pommes de terre devrait être effectuée sur la base des résultats du test de friture.
 - v) Taille du tubercule/tubercules immatures – Les tubercules immatures ont des niveaux de sucres réducteurs plus élevés et produisent des produits frits plus foncés avec des niveaux d'acrylamide potentiellement plus élevés. La présence de tubercules immatures devrait être évitée en sélectionnant, triant ou calibrant les pommes de terre à une certaine étape avant le traitement.
10. Il est souvent essentiel d'utiliser un inhibiteur de germination dans les entrepôts où les températures sont supérieures à 6 °C, bien que les réglementations régionales dans certains cas n'autorisent pas l'utilisation des inhibiteurs de germination.

11. Les fabricants de pommes de terres frites ainsi que de chips devraient, lorsque cela est possible, filtrer les lots entrants en mesurant la teneur en sucres réducteurs ou en évaluant la couleur d'un échantillon frit. En particulier les pommes de terre frites qui ont été entreposées à de basses températures pour de longues périodes. Lors de l'utilisation de cultivars avec des teneurs en sucres réducteurs non suffisantes, le reconditionnement et le blanchiment avant les processus de cuisson à température élevée et la friture sous vide pour la chauffe peuvent diminuer le niveau de l'acrylamide.

CONTRÔLE/AJOUT D'AUTRES INGRÉDIENTS

12. En ce qui concerne les produits de grignotage à base de pommes de terre, reconstitués ou formés, fabriqués à partir de pâtes de pomme de terre, d'autres ingrédients à plus faible teneur en sucres réducteurs et en asparagine peuvent parfois être utilisés dans certains produits pour remplacer partiellement la pomme de terre par ex. la farine de riz.
13. L'ajout de l'enzyme asparaginase permet de réduire la teneur en asparagine et, de ce fait, de réduire les niveaux d'acrylamide dans les produits à base de pommes de terre fabriqués à partir de pâtes de pommes de terre. L'asparaginase est mieux adaptée aux produits alimentaires fabriqués à partir de matériaux liquides ou en bouillie. Dans la pratique l'asparaginase peut réduire de façon fonctionnelle l'acrylamide dans les chips préfabriquées, toutefois la quantité d'asparagines dans le produit de pomme de terre brut est généralement si élevé qu'afin d'accomplir une diminution significative de l'acrylamide une large quantité d'asparaginase doit être ajoutée. Ceci peut empêcher l'emploi de l'enzyme pour certains produits de pomme de terre.
14. Le traitement à l'aide d'autres réactifs, comme par exemple le pyrophosphate de sodium et les sels de calcium avant l'étape de la friture permet également, comme il a été démontré, de réduire la formation d'acrylamide. Les additifs devraient être employés conformément à la législation nationale ou internationale.
15. L'emploi de sucres réducteurs en tant qu'agent de brunissage, support d'épices ou enrobage devrait être évité lorsque cela est possible parce qu'ils peuvent provoquer la formation de niveaux significatifs d'acrylamide.

TRANSFORMATION ET TRAITEMENT THERMIQUE DES ALIMENTS

16. La réduction de la surface de contact peut être employée par exemple dans les frites en coupant les pommes de terre en rondelles plus épaisses; il a été démontré que des rondelles de 14x14mm contiennent des niveaux d'acrylamide plus bas que les rondelles coupées fines (8x8mm) et que le retrait des fines (les petits fragments de pommes de terre) avant ou après la friture réduit les niveaux d'acrylamide dans les pommes de terre frites ou rôties.
17. Les traitements de lavage, blanchiment ou d'étuvage permettent de lixivier l'asparagine/les sucres réducteurs réactifs de la surface de la pomme de terre avant l'étape de la cuisson. Différents réactifs pour baisser le pH peuvent également être ajoutés durant les dernières étapes du blanchiment pour réduire plus avant les niveaux de l'acrylamide, celles-ci comprennent le traitement des pommes de terre frites avec du pyrophosphate acide de sodium, le traitement avec des sels de calcium et les sels d'un certain nombre d'autres cations divalents et trivalents (cette méthode a prouvé pouvoir diminuer la formation d'acrylamide dans les frites fabriquées à partir de pâte de pommes de terre) ainsi que le blanchiment dans une solution de chlorure de sodium (bien que cette méthode peut augmenter l'exposition diététique au sodium).
 - i) Le trempage ou le blanchiment des pommes de terre a montré réduire les niveaux d'acrylamide mais peut également avoir un effet néfaste sur la saveur et la texture du produit final. Le blanchiment peut aussi conduire à la lixiviation de la vitamine C et de minéraux des pommes de terre. Une étape de blanchiment avant la friture/cuisson peut diminuer la teneur en graisses du produit final, mais il existe des informations contradictoires sur ce sujet.
 - ii) Le blanchiment peut aussi être inapplicable pour certains produits, par exemple les chips, car il peut provoquer une ingestion d'humidité inacceptable, conduisant à une perte de consistance/ croustillance ou un dommage microbiologique possible.
18. Les concentrations d'acrylamide dans les chips peuvent être réduites en contrôlant l'apport thermique. La friture sous vide offre la possibilité de réduire les concentrations d'acrylamide dans les chips fabriquées à partir de pommes de terre dont la teneur en sucres est élevée. Le refroidissement rapide des chips soumises à la friture instantanée peut aussi réduire les concentrations d'acrylamide dans le produit final. L'utilisation du triage optique électronique pour éliminer les chips brunies se révèle être un moyen efficace de réduire l'acrylamide. La cuisson partielle ainsi que les traitements à vapeur sèche utilisés pour faire des chips à faible teneur en matières grasses peuvent diminuer également l'acrylamide.

19. Des réductions considérables de la teneur en acrylamide contenue dans les frites peuvent être réalisées en fixant la température au début de la friture à un maximum de 170–175 °C et en les cuisant juste avant leur consommation jusqu'à ce qu'elles atteignent une couleur jaune doré au lieu de brun dorée. Selon la puissance de chauffe de la friture, la quantité de pommes de terre immergée dans l'huile devrait viser à donner une température de friture réelle débutant à environ 140 °C et s'achevant à 160 °C. Une diminution plus importante et durable de la température après addition de la pomme de terre augmentera l'ingestion de graisses et une température finale plus élevée résultera en une formation excessive d'acrylamide.
20. Les fabricants de frites préfabriquées devraient s'assurer que les instructions de cuisson inscrites sur l'emballage soient compatibles avec la nécessité de minimiser la formation d'acrylamide. Quand la friture est l'une des options inscrites sur l'emballage des frites «prêtes à cuire au four», la température de friture recommandée ne devrait pas dépasser 175 °C. Les instructions de cuisson devraient aussi indiquer que les consommateurs doivent diminuer le temps de cuisson pour des quantités plus faibles et qu'ils devraient faire cuire les frites jusqu'à obtenir une couleur jaune dorée.
21. Certaines frites «au four» ou produits préfabriqués à base de pommes de terre sont conçus pour un entreposage dans des conditions de réfrigération plutôt que de congélation. L'entreposage à ces températures peut entraîner l'accumulation des sucres liée à la basse température à cause de l'activité de l'amylase résiduelle, qui engendre la formation de sucres réducteurs issus de l'amidon. Si cela était le cas, le blanchiment doit être adapté (durée plus longue et/ou température plus élevée) afin de désactiver complètement l'activité de l'amylase.

PRATIQUES RECOMMANDÉES À L'INDUSTRIE POUR LA PRODUCTION DES PRODUITS À BASE DE CÉRÉALES (PAR EXEMPLE PAIN, BISCUITS/PRODUITS DE BOULANGERIE, CÉRÉALES POUR PETIT-DÉJEUNER)

Les mesures d'atténuation présentées dans les sections suivantes ne sont pas répertoriées dans un ordre de priorité. Il est recommandé que toutes les mesures de réduction soient testées afin d'identifier celles qui seraient les plus adaptées à votre produit.

Étape de la production	Mesures de réduction
Matières premières	Les sols pauvres en soufre devraient être évités, ou fertilisés de manière adéquate. Une fertilisation excessive en azote devrait être évitée.
Contrôle / ajout d'autres ingrédients	Général: Examiner le type de farine à utiliser. Les farines à extraction élevée contiennent moins d'asparagine de façon significative que les farines complètes. Toutefois, la réduction de la teneur en farine complète réduira les bénéfices nutritionnels du produit final. Examiner la possibilité de remplacer partiellement la farine de blé par de la farine de riz.
	Biscuits/produits de boulangeries: Lorsque des agents de levage contenant de l'ammonium sont utilisés, prendre en considération leur remplacement par d'autres agents de levage, par exemple le potassium et le sodium contenant des agents de levage. Dans la production de pain d'épice remplacer le fructose par le glucose. Il a été montré que l'ajout d'asparaginase réduit l'asparagine et par conséquent l'acrylamide dans les produits à base de pâte dure de blé tels que les biscuits et les craquelins.
	Pain: Évitez l'utilisation de sucres réducteurs dans la recette. L'ajout de sels de calcium, par exemple le carbonate de calcium peut réduire la formation d'acrylamide.
	Céréales de petit-déjeuner: Minimisez les sucres réducteurs dans la phase de cuisson. Examinez la contribution d'autres inclusions par exemple les noix grillées, les fruits secs et s'ils sont nécessaires lorsqu'ils sont sous une forme qui peut ajouter de façon significative le niveau d'acrylamide.
Transformation et traitement thermique des aliments	Général: Ne pas surcuire.
	Pain: Adapter le profil durée température du processus de cuisson, par exemple en diminuant les températures des étapes finales lorsque le produit atteint une phase d'humidité faible. Allonger les durées de fermentation des pâtes à pain.
	Pain grillé suédois: Contrôler la teneur finale en humidité. Dans le pain grillé suédois non fermenté, contrôlez la température de traitement ainsi que la vitesse du four.
	Céréales de petit déjeuner: Ne pas surcuire ou surgriller. Contrôler l'action de griller afin d'obtenir une couleur uniforme pour le produit.

MATIÈRES PREMIÈRES

22. D'une façon générale, la teneur en asparagine peut varier de 75 à 2200 mg/kg dans le blé, de 50 à 1400 mg/kg dans l'avoine, de 70 à 3000 mg/kg dans le maïs, de 319 à 880 mg/kg dans le seigle et de 15 à 25 mg/kg dans le riz. Ces variations laissent entrevoir la possibilité de réduire l'acrylamide en exploitant la variabilité de la teneur en asparagine dans le groupe des cultivars. Toutefois, comme pour les pommes de terre, ces méthodes risquent d'entraîner des délais considérables, et les autres facteurs, comme le rendement et la résistance aux infections fongiques (formation de mycotoxine dans les champs), devraient être pris en considération.
23. L'insuffisance de la teneur en sulfure dans le sol peut occasionner l'augmentation des taux d'asparagine dans le blé et l'orge. Par conséquent, il y aurait lieu d'éviter les sols pauvres en sulfure, ou de les fertiliser. Une teneur élevée en azote dans les sols peut résulter en une teneur élevée d'asparagines dans les céréales et une fertilisation excessive de l'azote devrait être évitée.
24. Dans les produits à base de céréales mélangées, il y a peut-être un cadre pour réduire la proportion de la source prédominante d'acrylamide en incorporant des céréales avec une teneur basse d'asparagine. Par exemple, cette stratégie pourrait inclure le remplacement du seigle et du blé par le riz. Toutefois les implications nutritionnelles et organoleptiques doivent être examinées.

CONTRÔLE /AJOUT D'AUTRES INGRÉDIENTS

25. Une réflexion devrait être engagée sur le type de farines utilisées dans les produits. Les farines à extraction élevée contiennent de façon significative moins d'asparagine que les farines complètes. Un remplacement partiel de la farine de blé par la farine de riz a montré une réduction de l'acrylamide dans les petits biscuits sucrés et le pain d'épices. Toutefois la diminution de la teneur de la farine complète réduira les effets des bénéfices nutritionnels du produit final. Les types de farines varient dans leur teneur en asparagine et le choix devrait être équilibré entre la valeur nutritionnelle et la minimisation de la formation d'acrylamide.
26. Il a été montré que la présence de bicarbonate d'ammonium augmente le rendement potentiel d'acrylamide issu d'un produit de boulangerie. Par conséquent, les fabricants doivent examiner si les agents de levage contenant de l'ammonium peuvent être réduits. Les additifs devraient être employés

conformément à la législation nationale ou internationale appropriée. Le remplacement de levains utilisés commercialement comprend:

- i) Le bicarbonate de sodium + acidulants;
- ii) Le diphosphate de sodium, bicarbonate de sodium et acides organiques;
- iii) Le bicarbonate de potassium + bitartrate de potassium;
- iv) Le bicarbonate de sodium + pyrophosphate de sodium acide (SAPP).
- v) Le remplacement des agents de levage contenant de l'ammonium par ceux qui contiennent du sodium risque d'augmenter l'exposition par voie alimentaire au sodium et risque de produire aussi un effet indésirable sur les propriétés physiques du pain d'épice et sur les propriétés organoleptiques des biscuits. La combinaison du bicarbonate de soude et des acides organiques, par ex. l'acide tartarique et l'acide citrique, peut donner au produit un aspect qui aurait moins de gonflant. La quantité d'acides organiques ajoutée doit être limitée en raison du goût acide qui pourrait se développer et des gaz qui seraient libérés trop rapidement dans la pâte.
- vi) De plus grandes quantités d'acrylamide sont formées si le sucre réducteur est le fructose plutôt que le glucose. Des études commerciales ont montré que le retrait de sources de fructose ou le remplacement par le glucose dans les ingrédients du produit (sirops de sucre, miel) constituaient des facteurs de réussite dans la réduction de la formation d'acrylamide. Si le sirop de glucose (connu aussi sous le nom de sirop de maïs en Amérique du Nord) est nécessaire, le niveau de fructose dans ce sirop devrait être aussi bas que possible. Le remplacement de sucres réducteurs par le sucrose est une autre manière efficace de diminuer de façon significative l'acrylamide dans les produits de boulangerie et pâtisserie, si le brunissage est moins important.

27. Il a été démontré que l'ajout de l'asparaginase réduit l'asparagine et par conséquent l'acrylamide dans les produits à base de pâte dure de blé, tels que les biscuits et les craquelins.

28. Des précautions seront également nécessaires quant à l'usage des sucres réducteurs dans la fabrication des céréales pour le petit déjeuner. Quand ces sucres sont utilisés, ils sont généralement ajoutés après la cuisson au four, auquel cas il n'y aura pas formation d'acrylamide. En revanche, l'ajout des sucres réducteurs avant la cuisson constitue une source de formation d'acrylamide qu'il est possible d'éviter.

29. D'autres ingrédients secondaires peuvent aussi avoir une influence. On a pu observer un accroissement de la formation d'acrylamide avec certaines recettes qui utilisent des ingrédients comme le gingembre, le miel et la cardamome dans la fabrication des biscuits. Inversement, la muscade a

provoqué dans certains cas une diminution de l'acrylamide. Pour réduire les taux d'acrylamide présent dans les produits finaux, les fabricants pourraient étudier l'effet d'épices différentes dans leurs propres recettes.

30. La retransformation (la pratique de réutilisation des résidus) entraîne dans certains cas, mais pas dans tous, l'augmentation des concentrations d'acrylamide. Les fabricants devraient envisager d'étudier les procédés de fabrication relatifs à chaque produit pour déterminer quand la retransformation peut être un moyen de réduire les taux d'acrylamide dans leurs produits.

TRANSFORMATION ET TRAITEMENT THERMIQUE DES ALIMENTS

31. La fermentation à la levure des pâtes à pain à base de farine de blé réduit la teneur en asparagine libre. En deux heures, la fermentation utilise la majorité de l'asparagine présente dans les modèles de pâte à base de farine de blé; les périodes plus courtes sont moins efficaces, tout comme la fermentation du levain.
32. La formation d'acrylamide peut être diminuée en modifiant le profil durée-température du processus de cuisson, notamment en réduisant la température dans les étapes finales, quand le produit atteint la phase de vulnérabilité cruciale de faible humidité. Compenser en augmentant la température dans les premiers stades de la cuisson au four ne devrait pas entraîner une forte augmentation de l'acrylamide, car le taux d'humidité à ce stade devrait être suffisamment élevé pour prévenir la formation d'acrylamide. Le contrôle alerte des températures du four ainsi que des profils durée-température de cuisson peut réduire efficacement les concentrations d'acrylamide. Ces principes ont été appliqués avec succès à la fois sur un modèle de biscuit, et sur des pains grillés suédois non fermentés.

CAFÉ

33. Aucune mesure commerciale relative à la réduction de l'acrylamide dans le café est actuellement valable.
34. Des études ont également montré que les concentrations d'acrylamide déclinent lors de l'entreposage dans le café en poudre entreposé dans des contenants fermés pendant des durées prolongées et des travaux sont en cours pour identifier les mécanismes sous-jacents qui pourront fournir des possibilités de réduction futures. Cependant, tout changement intervenant dans le profil de la torréfaction, ou l'utilisation délibérée de l'entreposage

prolongé dans le but de réduire les concentrations d'acrylamide auront probablement un impact considérable sur les propriétés organoleptiques du produit et son acceptabilité par les consommateurs.

PRATIQUES DES CONSOMMATEURS

35. Les autorités nationales et locales devraient aussi envisager de conseiller aux consommateurs nationaux d'éviter de surchauffer les produits à base de pommes de terre et de céréales quand ils utilisent des méthodes de cuisson à haute température. L'information devrait inclure les recommandations concernant la cuisson des frites et des pommes de terre au four jusqu'à une couleur jaune doré au lieu de brun doré, tout en s'assurant que l'aliment est suffisamment cuit. De même, il pourrait être conseillé aux consommateurs de griller le pain et les produits similaires jusqu'à la couleur brun clair.
36. Les autorités nationales et locales devraient aussi envisager d'inciter les consommateurs à ne pas entreposer les pommes de terre destinées à la cuisson à température élevée dans des conditions de froid et/ou de réfrigération.
37. Quand l'industrie concernée s'emploie à fournir aux consommateurs des conseils de cuisson appropriée et des instructions relatives à la manutention, cela peut aider à atténuer la formation d'acrylamide dans le produit.

CODE D'USAGES POUR LA PRÉVENTION ET 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

INTRODUCTION

Remarques générales

1. Les dioxines, qui incluent les dibenzodioxines polychlorées (PCDD/PCDF), en même temps que les biphényles polychlorés (PCB) de type dioxine, sont omniprésentes dans l'environnement. Bien que leur comportement toxicologique et chimique présente certaines similitudes, leurs sources sont différentes.
2. Les sources actuelles de contamination de l'alimentation par les dioxines et les PCB de type dioxine incluent à la fois les nouvelles émissions et la remise en mouvement des dépôts dans l'environnement. Les nouvelles émissions suivent essentiellement la voie de l'atmosphère. Les dioxines et PCB de type dioxine se décomposent très lentement dans l'environnement et y restent pendant de longues périodes de temps. Autrement dit, l'exposition actuelle est en grande partie due à des émissions de dioxine et de PCB de type dioxine qui ont eu lieu dans le passé.
3. Les PCB de type dioxine font partie intégrante des PCB qui ont été produits volontairement et en quantités considérables entre les années 30 et 70 et utilisés dans une gamme étendue d'applications. Ils sont encore employés dans des systèmes clos existants et se trouvent dans des matières solides, par exemple, dans les matériels d'obturation et les condensateurs. On sait que certains PCB commercialisés sont contaminés par les PCDF et pourraient donc être considérés comme une source potentielle de contamination.
4. Aujourd'hui, les émissions de PCB de type dioxine proviennent principalement de fuites, de déperdition accidentelles et de rejets illicites, ainsi que d'émissions dans l'atmosphère dues à des processus thermiques. La migration de matériaux d'étanchéité et d'autres matières anciennes sont d'importance mineure. La remise en mouvement de PCB de type dioxine provenant de réservoirs de l'environnement est analogue à celle des dioxines.

5. Les dioxines sont essentiellement formées et émises comme des sous-produits indésirables d'un certain nombre d'activités humaines, dont des processus industriels (par exemple, production de substances chimiques, industrie métallurgique) et des processus de combustion (incinérateurs de déchets). Les accidents dans les usines chimiques peuvent provoquer des émissions importantes et la contamination de zones locales. Les autres sources de dioxines sont les chaudières domestiques et le brûlage de déchets agricoles et ménagers. Des processus naturels comme les éruptions volcaniques et les incendies forestiers peuvent aussi produire des dioxines.
6. Les dioxines rejetées dans l'atmosphère peuvent se déposer sur les cultures locales et sur le sol et contaminer les denrées alimentaires et les aliments pour animaux, mais aussi se répandre par le transport atmosphérique à longue distance. La quantité de dépôts varie selon la proximité de la source de dioxine, l'espèce végétale, les conditions atmosphériques et d'autres conditions particulières (par exemple, altitude, latitude, température).
7. Les sources de dioxines dans le sol incluent le dépôt des dioxines atmosphériques, l'application de boues d'épuration contaminées sur les terres agricoles, l'inondation des pâturages avec des boues contaminées ainsi que l'utilisation antérieure de pesticides (comme l'acide (trichloro-2,4,5 phénoxy) acétique) et d'engrais contaminés (comme certains composts). D'autres sources de dioxines présentes dans le sol peuvent être naturelles (comme l'argile figuline).
8. Les dioxines et les PCB de type dioxine sont difficilement solubles dans l'eau. Toutefois, ils sont adsorbés sur les particules minérales ou organiques en suspension dans l'eau. La surface des océans, des lacs et des rivières est exposée à la diffusion par l'air de ces composés, qui sont donc concentrés tout au long de la chaîne alimentaire aquatique. L'entrée d'eaux usées ou d'effluents contaminés du fait de certains processus, tels que le blanchiment de la pâte à papier ou la transformation de métaux, peut provoquer une forte contamination des eaux et des sédiments des zones maritimes littorales, des lacs et des cours d'eau.
9. L'absorption chez les poissons se fait par les branchies et par l'alimentation. Les poissons accumulent des dioxines et des PCB de type dioxine dans les tissus adipeux et le foie. Les espèces démersales qui vivent et se nourrissent près des fonds marins sont davantage exposées aux sédiments contaminés que les poissons pélagiques. Toutefois, les teneurs en dioxines et PCB de type dioxine des poissons qui vivent au fond ne sont pas toujours plus élevées que

celles des poissons pélagiques et varient selon la taille, l'alimentation et les caractères physiologiques. En général, les concentrations de dioxines et de PCB de type dioxine sont liées à l'âge du poisson.

10. Les aliments d'origine animale sont la principale voie de l'exposition humaine aux dioxines et aux PCB de type dioxine, avec 80 à 90% de l'exposition totale due à la contamination des graisses animales dans les poissons, la viande et les produits laitiers. La charge de dioxines et de PCB peut être liée à la contamination de l'environnement local et à la contamination des aliments pour animaux (par ex., huile de poisson et farine de poisson) ou encore à certains processus de production (séchage artificiel, par ex.).
11. Le Comité mixte FAO/OMS d'experts des additifs alimentaires (JECFA) et le Comité scientifique pour les aliments (CSA) de l'Union européenne ont calculé des doses admissibles et les ont comparées aux calculs de l'ingestion alimentaire. Ils ont conclu que pour une partie importante de la population l'ingestion excède la dose admissible de dioxines et de PCB.
12. Des mesures de contrôle au niveau des aliments pour animaux (additifs alimentaires compris) sont donc nécessaires pour réduire la contamination des denrées alimentaires. Elles peuvent impliquer l'élaboration de conseils en matière de bonnes pratiques agricoles, de bonnes pratiques d'alimentation animale et de bonnes pratiques de fabrication et l'adoption de mesures visant à réduire les concentrations de dioxines et de PCB, telles que:
 - Identification des zones agricoles où la contamination par les dioxines/PCB a augmenté du fait d'émissions locales, d'accidents ou du rejet illicite de matières contaminées et surveillance des aliments et ingrédients d'aliments pour animaux provenant de ces zones.
 - Fixation de valeurs conseillées pour les sols et recommandation pour des utilisations agricoles spécifiques (limitation du pâturage ou utilisation de techniques culturales adaptées).
 - Identification des aliments pour animaux ou des ingrédients de ces aliments susceptibles d'être contaminés.
 - Contrôle de la conformité à des valeurs nationales limites ou conseillées, si elles existent, et élimination progressive ou décontamination (raffinage de l'huile de poisson, par ex.) des aliments pour animaux ou des ingrédients de ces aliments non conformes.
 - Identification et contrôle des processus de fabrication des aliments pour animaux critiques (par exemple, séchage artificiel par chauffage direct).

13. Des mesures analogues devraient, le cas échéant, être envisagées pour réduire les dioxines et les PCB de type dioxine dans les denrées alimentaires destinées à l'alimentation humaine.

Mesures prises à la source

14. La réduction des sources de dioxines et de PCB de type dioxine est une condition essentielle pour réduire encore la contamination. La réduction des émissions à la source des dioxines devrait être axée sur la réduction de la formation de dioxines dans les processus thermiques, ainsi que sur l'application de techniques de destruction. Les mesures prises pour réduire les sources d'émissions de PCB de type dioxine devraient viser à réduire les pertes provenant d'équipements existants, la prévention des accidents et un contrôle plus efficace de l'élimination des huiles et des déchets contenant des PCB de type dioxine.
15. La Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants (Convention POP) est un traité mondial visant à protéger la santé humaine et l'environnement des polluants organiques persistants, dont les dioxines et les PCB de type dioxine.
16. La Partie II de l'Annexe C de la Convention POP décrit les catégories suivantes de sources industrielles qui ont un potentiel relativement élevé de production et de rejet de dioxines et de PCB de type dioxine dans l'environnement. Les mesures doivent en premier lieu viser à la réduction et, si possible, à l'élimination de ces sources:
 - a) Les incinérateurs de déchets, y compris les co-incinérateurs de déchets municipaux, dangereux ou médicaux, ou de boues d'épuration;
 - b) Le brûlage de déchets dangereux dans des fours en ciment;
 - c) La production de pâte utilisant le chlore élémentaire ou des substances chimiques générant du chlore élémentaire, pour le blanchiment;
 - d) Les procédés thermiques suivants dans l'industrie métallurgique: production secondaire de cuivre; installation de frittage dans l'industrie métallurgique; production secondaire de l'aluminium; production secondaire du zinc.
17. La Partie III de l'Annexe C cite également les catégories de source suivantes, qui peuvent, accidentellement, produire et rejeter dans l'environnement des dioxines et PCB de type dioxine.
 - a) La combustion à ciel ouvert de déchets, y compris dans les décharges.
 - b) Les procédés thermiques dans l'industrie métallurgique non mentionnés à la Partie II, Annexe C.
 - c) Les sources de combustion résidentielles.

- d) La combustion de combustibles fossiles dans les chaudières de centrales et les chaudières industrielles.
- e) Les installations de brûlage de bois et de combustibles issus de la biomasse.
- f) Les procédés spécifiques de production de substances chimiques entraînant des rejets de polluants organiques persistants produits involontairement, notamment la production de chlorophénols et de chloranile.
- g) Les fours crématoires.
- h) Les véhicules à moteur, notamment ceux utilisant de l'essence au plomb.
- i) La destruction de carcasses d'animaux par brûlage ou incinération.
- j) Les teintures des textiles ou du cuir (au chloranile) et la finition (extraction alcaline).
- k) Les installations de broyage des épaves de véhicules.
- l) Le chauffage lent des câbles en cuivre.
- m) Les déchets des raffineries de pétrole.

18. Les gouvernements et les autorités nationales devraient envisager d'adopter des technologies réduisant la formation et l'émission de dioxines et de PCB de type dioxine par ces sources lorsqu'elles mettent au point leur stratégie de réduction des dioxines et PCB de type dioxine.

Champ d'application

19. Le présent code d'usages est axé sur les mesures (par exemple, bonnes pratiques agricoles, bonnes pratiques de fabrication, bonnes pratiques d'entreposage, bonnes pratiques d'alimentation animale et bonnes pratiques de laboratoire) que les autorités nationales, les agriculteurs et les industriels de l'alimentation humaine ou animale peuvent prendre pour prévenir ou réduire la contamination des denrées alimentaires par les dioxines et les PCB de type dioxine.

20. Le présent code d'usages s'applique à la production et à l'utilisation de toutes matières destinées à l'alimentation animale (y compris le pâturage, en libre parcours, éventuellement, la production fourragère et l'aquaculture) ou humaine, à tous les niveaux, qu'elles soient produites à l'échelle industrielle ou sur l'exploitation.

21. La limitation et la réduction au niveau mondial des dioxines et des PCB de sources industrielles et environnementales pouvant ne pas entrer dans le cadre du mandat du CCFAC, ces mesures ne seront pas prises en considération dans le présent Code d'usages.

PRATIQUES RECOMMANDÉES SUR LA BASE DES BONNES PRATIQUES AGRICOLES (BPA), DES BONNES PRATIQUES DE FABRICATION (BPF), DES BONNES PRATIQUES D'ENTREPOSAGE (BPE), DES BONNES PRATIQUES D'ALIMENTATION ANIMALE (BPAA) ET DES BONNES PRATIQUES DE LABORATOIRE (BPL)

Mesures de contrôle dans le cadre de la chaîne alimentaire

Air, sol, eau

22. Afin de réduire la contamination par les dioxines et les PCB de type dioxine dans l'air, les autorités nationales chargées de l'alimentation devraient envisager de recommander à leurs homologues chargées de la pollution atmosphérique des mesures visant à prévenir le brûlage incontrôlé des déchets, y compris dans les décharges et dans les cours, et l'emploi de bois traité au PCB dans les chaudières domestiques.
23. Les mesures de contrôle visant à prévenir ou à réduire la contamination de l'environnement par les dioxines et les PCB de type dioxine sont importantes. Afin de réduire l'éventuelle contamination des produits d'alimentation humaine ou animale, les terres agricoles où la contamination par les dioxines et les PCB de type dioxine atteint des niveaux inacceptables du fait d'émissions locales, d'accidents ou du rejet illicite de matières contaminées devraient être identifiées.
24. La production agricole dans ces zones contaminées devrait être évitée ou soumise à des restrictions lorsqu'un transfert de dioxines et de PCB de type dioxine dans des produits d'alimentation humaine ou animale est prévisible. Les sols contaminés devraient, si possible, être traités ou détoxifiés ou encore enlevés et stockés dans des conditions écologiquement rationnelles.
25. L'épandage de boues d'épuration contaminées par les dioxines et les PCB de type dioxine peut entraîner l'adhérence de contaminants à la végétation et accroître l'exposition du bétail. En conséquence, les boues d'épuration utilisées en agriculture devraient être analysées périodiquement. En outre, les boues d'épuration devraient être traitées, le cas échéant, pour les rendre inertes ou les détoxifier. Les directives nationales devraient être appliquées, le cas échéant.
26. Le bétail, le gibier et les volailles exposés à un sol contaminé peuvent accumuler des dioxines et des PCB de type dioxine par la consommation de sols ou de plantes contaminées. Ces zones devraient être identifiées et contrôlées. Si nécessaire, la production devrait être soumise à des restrictions dans ces zones.

27. Il faudra de nombreuses années avant que les mesures de réduction prises à la source réduisent sur les niveaux de contamination des populations naturelles de poisson étant donné que les dioxines et PCB de type dioxine ont une longue demi-vie dans l'environnement. Pour réduire l'exposition aux dioxines et aux PCB de type dioxine, il faudrait identifier les zones très contaminées (cours d'eau, lacs) et les espèces de poisson concernées et contrôler la pêche et, si nécessaire, la limiter.

Aliments pour animaux

28. Chez l'homme, l'ingestion par le régime alimentaire de dioxines et de PCB de type dioxine est due pour l'essentiel au dépôt de ces substances dans les éléments lipidiques des denrées alimentaires d'origine animale (par exemple, volailles, poissons, œufs, viande et lait). Chez les animaux en lactation, les dioxines et les PCB de type dioxine sont en partie excrétés avec la matière grasse du lait, et chez les poules pondeuses elles sont concentrées dans les matières grasses du jaune de l'œuf. Afin de réduire ce transfert, des mesures de contrôle au niveau des aliments pour animaux et de leurs ingrédients devraient être envisagées. Des mesures ayant pour but de réduire la concentration de dioxines et de PCB de type dioxine dans les aliments pour animaux auraient un effet immédiat sur les concentrations de contaminants dans les aliments dérivés d'animaux, y compris les poissons d'élevage. Ces mesures devraient comprendre l'élaboration de codes de bonnes pratiques agricoles, bonnes pratiques d'alimentation animale (voir bonnes pratiques de fabrication, bonnes pratiques d'entreposage, et d'autres mesures de contrôle, comme par exemple principes du type HACCP), qui peuvent réduire les teneurs en dioxines et en PCB de type dioxine. Ces mesures peuvent inclure:

- identification des zones de l'écosystème de production fourragère pouvant être contaminées;
- identification de l'origine des aliments des animaux ou des ingrédients fréquemment contaminés;
- surveillance du respect des teneurs indicatives ou maximales fixées au niveau national, le cas échéant. Les autorités nationales compétentes devraient examiner les produits en infraction avec les limites fixées afin de déterminer s'il y a lieu de les exclure de l'alimentation.

29. Les autorités nationales compétentes devraient prélever périodiquement des échantillons et analyser, à l'aide de méthodes reconnues sur le plan international, les aliments pour animaux et leurs ingrédients jugés suspects pour vérifier les concentrations de dioxines et de PCB de type dioxine. Ces informations permettront de prendre les mesures nécessaires pour réduire le plus possible les concentrations de dioxines et de PCB de type dioxine et de

rechercher d'autres aliments et ingrédients d'aliments pour animaux si nécessaire.

30. L'acheteur et l'utilisateur devraient veiller aux points suivants:

- origine des aliments et des ingrédients d'aliments pour animaux afin de s'assurer que les installations de production, les processus de production et les programmes d'assurance de qualité (par exemple, HACCP) des producteurs et/ou entreprises sont certifiés (principes du type HACCP);
- documents d'accompagnement attestant la conformité aux teneurs indicatives ou maximales fixées au niveau national, le cas échéant.

Aliments pour animaux d'origine animale

31. Compte tenu de la position de leurs précurseurs dans la chaîne alimentaire, les aliments pour animaux d'origine animale présentent un risque plus élevé de contamination par les dioxines et les PCB de type dioxine que les aliments pour animaux d'origine végétale. Il faudrait donc éviter que ces contaminants n'entrent dans la chaîne alimentaire par le biais des aliments d'origine animale donnés aux animaux destinés à l'alimentation humaine. La teneur en dioxines et PCB de type dioxine des aliments pour animaux d'origine animale devrait être contrôlée, s'il y a lieu.

32. L'accumulation de dioxines et de PCB de type dioxine dans les tissus adipeux du bétail, avec le risque de dépassement des teneurs maximales ou indicatives nationales, lorsqu'elles existent, pour la viande, le lait et leurs produits dérivés, devrait être évitée. En conséquence, les aliments pour animaux d'origine animale dont la teneur en dioxines ou PCB de type dioxine excède les teneurs maximales ou indicatives nationales, lorsqu'elles existent, ou qui contiennent des concentrations élevées de ces substances ne devraient pas être donnés aux animaux d'élevage à moins que la matière grasse n'ait été enlevée.

33. Lorsque de l'huile de poisson et d'autres produits dérivés du poisson, du lait et des substituts du lait et des graisses animales sont destinés à être utilisés dans les aliments pour animaux, il faudrait en contrôler dans la mesure possible la teneur en dioxines et PCB de type dioxine. Si des teneurs maximales ou indicatives ont été fixées sur le plan national, le fabricant devrait garantir que ses aliments pour animaux sont conformes à ces dispositions.

Aliments pour animaux d'origine végétale

34. Lorsque des sources potentielles de dioxines et PCB de type dioxine se trouvent à proximité des champs, il faudrait veiller à ce que ces zones soient contrôlées, s'il y a lieu.
35. Il faudrait, le cas échéant, contrôler la contamination éventuelle des sites de culture irrigués avec de l'eau ou traités avec des boues d'épuration ou du compost municipal pouvant contenir des concentrations élevées de dioxines et de PCB de type dioxine.
36. Le traitement antérieur des cultures avec des herbicides du type acide phénoxyalcanoïque chloré ou des produits chlorés comme le pentachlorophénol doit être considéré comme une source potentielle de contamination par les dioxines. La surveillance de la teneur en dioxine des sols ainsi que des plantes fourragères provenant des sites traités peut fournir les renseignements nécessaires pour permettre aux autorités nationales compétentes de prendre, s'il y a lieu, les mesures de gestion appropriées pour éviter le transfert des dioxines (et des PCB de type dioxine) dans la chaîne alimentaire.
37. En général, les graines oléagineuses et les huiles végétales sont peu contaminées par les dioxines et les PCB de type dioxine. Il en va de même d'autres sous-produits de la transformation des graines oléagineuses (par exemple, les tourteaux d'oléagineux) utilisés comme ingrédients d'aliments pour animaux. Toutefois, certains sous-produits du raffinage des huiles (par exemple, les distillats d'acide gras) peuvent contenir des niveaux élevés de dioxine et de PCB de type dioxine et devraient donc être analysés, le cas échéant, s'ils sont utilisés dans l'alimentation animale.

Transformation des produits d'alimentation humaine ou animale

Procédés de séchage

38. Le séchage artificiel des aliments des animaux, des denrées alimentaires et de leurs ingrédients et le chauffage des serres nécessitent la circulation de gaz chauffés, soit un mélange air-gaz de combustion (séchage direct ou chauffage) soit uniquement de l'air chaud (séchage indirect ou chauffage). En conséquence, seuls des combustibles ne générant pas de dioxines, de composés de type dioxine ni d'autres contaminants nocifs en quantités inacceptables doivent être utilisés. Les aliments pour animaux, les denrées alimentaires et leurs ingrédients qui sont séchés ou soumis à de l'air chaud devraient être contrôlés le cas échéant pour assurer que les procédés de séchage ou de chauffage ne créent pas de concentrations élevées de dioxines ou de PCB de type dioxine.

39. La qualité du fourrage vert commercial est fonction des matières premières et du procédé de séchage choisis. L'acheteur devrait envisager de demander au fabricant ou au fournisseur un certificat attestant que les produits séchés ont été obtenus conformément aux bonnes pratiques de fabrication, notamment en ce qui concerne le choix du combustible et sont conformes, le cas échéant, aux concentrations indicatives ou maximales établies sur le plan national.

Fumage

40. Selon les techniques employées, le fumage peut être une étape critique de la transformation risquant d'accroître la concentration de dioxines dans les denrées alimentaires, en particulier si la surface des produits est très noire avec des particules de suies. Le fabricant devrait contrôler ces produits, le cas échéant.

Meunerie/rejet des fractions contaminées

41. Sur les terres agricoles proches de sources d'émission de dioxines et de PCB de type dioxine, les dioxines et PCB de type dioxine en suspension dans l'air qui se déposent sur toutes les parties des céréales, ainsi que les fractions de poussière qui adhèrent aux récoltes sur pied sont généralement éliminées pendant la mouture et avant le broyage final. Si elle existe, la plus grande partie de la contamination liée à la particule est éliminée dans la glissière de chargement avec la poussière résiduelle. Les autres contaminations externes sont considérablement réduites pendant l'aspiration et le tamisage. Certaines fractions de céréales, notamment la poussière, peuvent présenter des concentrations élevées de dioxines et de PCB de type dioxine et devraient faire, le cas échéant, l'objet de contrôles. S'il s'avère que la contamination est élevée, ces fractions ne devraient pas être utilisées pour la fabrication de denrées alimentaires, ou d'aliments pour animaux, mais être traitées comme des déchets.

Substances ajoutées aux denrées alimentaires et aux aliments des animaux

Minéraux et oligo-éléments

42. Les minéraux et les oligo-éléments sont d'origine naturelle. Cependant, l'expérience montre que des dioxines géogéniques peuvent être présentes dans certains sédiments préhistoriques. La concentration de dioxines dans les minéraux et les oligo-éléments ajoutés aux denrées alimentaires et aux aliments pour animaux devraient donc être régulièrement contrôlée.
43. Les produits ou sous-produits minéraux régénérés provenant de certains procédés industriels peuvent contenir des concentrations élevées de dioxines et de PCB de type dioxine. Les utilisateurs de ce type d'ingrédients des

aliments pour animaux devraient s'assurer que ces concentrations ne dépassent pas les limites indicatives ou maximales fixées à l'échelon national en demandant au fabricant ou au fournisseur un certificat à cet effet.

44. Il faudrait être attentif aux minéraux utilisés comme liants ou antiagglomérants (par exemple, bentonite, montmorillonite, argile kaolinique) utilisées dans les processus de raffinage des huiles, et comme vecteurs (par exemple, carbonate de calcium) employés comme ingrédients dans les aliments des animaux. Afin d'assurer que ces substances ne contiennent pas de minéraux avec des quantités importantes (ou excédant les limites maximales ou indicatives fixées à l'échelon national, le cas échéant) de dioxines et de PCB de type dioxine, le distributeur devrait fournir un certificat approprié à l'utilisateur de ces ingrédients.
45. L'enrichissement des aliments pour animaux destinés à l'alimentation humaine avec des oligo-éléments (cuivre ou zinc) est fonction de l'espèce, de l'âge et de la performance. Les minéraux, y compris les oligo-éléments, qui sont des sous-produits ou co-produits de l'industrie métallurgique peuvent présenter des concentrations de dioxines. Ces produits devraient être régulièrement contrôlés.

Ingrédients

46. Les fabricants de denrées alimentaires et d'aliments pour animaux devraient s'assurer que tous les ingrédients utilisés présentent des concentrations minimales de dioxines et de PCB de type dioxine afin de réduire les possibilités de contamination et de respecter les teneurs indicatives ou maximales fixées au plan national, le cas échéant.

Récolte, transport, entreposage des aliments des animaux et des denrées alimentaires

47. Dans la mesure possible, la récolte des produits destinés à l'alimentation humaine ou animale devrait se faire dans des conditions assurant une contamination minimale par les dioxines et les PCB de type dioxine. En particulier, dans les zones risquant d'être contaminées, on peut à cette fin réduire le plus possible les dépôts de sol sur les produits pendant la récolte en utilisant des techniques et des outils appropriés conformément aux bonnes pratiques agricoles. Les racines et les tubercules cultivés dans des sols contaminés devraient être lavés afin de réduire la contamination par le sol et, dans ce cas, être suffisamment séchés avant l'entreposage ou être entreposés en utilisant des techniques (comme l'ensilage) visant à éviter la formation de moisissures.

48. Après une inondation, il faudrait contrôler la présence de dioxines et de PCB de type dioxine dans les produits récoltés qui sont destinés à l'alimentation humaine ou animale, s'il apparaît que l'eau d'inondation risque d'avoir été contaminée par ces substances.
49. Afin d'éviter la contamination croisée, le transport de produits destinés à l'alimentation humaine ou animale ne devrait être effectué que dans des véhicules (y compris navires) ou dans des conteneurs qui ne sont pas contaminés par les dioxines et les PCB de type dioxine. Les peintures utilisées pour les conteneurs de stockage des denrées alimentaires ou des aliments des animaux devraient être exemptes de dioxines et de PCB de type dioxine.
50. Les sites de stockage des produits destinés à l'alimentation humaine ou animale ne devraient pas être contaminés par les dioxines et les PCB de type dioxine. Le traitement des surfaces (murs, planchers) avec des peintures à base de goudron peut provoquer un transfert de dioxines et de PCB de type dioxine dans ces denrées alimentaires et les aliments des animaux. Les surfaces qui ont été au contact de fumées et de suies provenant de feux présentent toujours un risque de contamination par les dioxines et les PCB de type dioxine. Ces sites devraient être contrôlés pour s'assurer qu'il n'y a pas de contamination avant d'être utilisés pour l'entreposage de denrées alimentaires ou d'aliments pour animaux.

Problèmes particuliers concernant l'élevage (bâtiments)

51. Les animaux destinés à l'alimentation humaine peuvent être exposés aux dioxines et aux PCB de type dioxine qui se trouvent dans certains bois traités utilisés dans les bâtiments, le matériel agricole et les matériaux utilisés pour les litières. Afin de réduire l'exposition, il faudrait réduire le plus possible le contact des animaux avec le bois traité contenant des dioxines et des PCB de type dioxine. En outre, la sciure provenant de bois traité contenant des dioxines et des PCB de type dioxine ne devrait pas être utilisée pour les litières.
52. Du fait de la contamination de certains sols, les œufs de poules élevées en plein air ou en liberté (élevage biologique) peuvent avoir des concentrations plus fortes de dioxines et de PCB de type dioxine que ceux de poules élevées en cage et devraient être contrôlés, s'il y a lieu.
53. Il faudrait être attentif aux bâtiments anciens, car les matériaux de construction ou les vernis peuvent contenir des dioxines et des PCB de type dioxine PCB. En cas d'incendie, des mesures devraient être prises pour éviter

la contamination des aliments pour animaux et de la filière de production par les dioxines et BCP de type dioxine.

54. Dans les bâtiments sans revêtement de sol, les animaux en général absorbent des particules de sol. En cas d'indications de recrudescence de dioxines et PCB de type dioxine, la contamination du sol devrait être contrôlée selon que de besoin. Si nécessaire le sol devrait être changé.
55. Le bois traité au pentachlorophénol utilisé dans les installations pour animaux est responsable de la contamination de la viande de bœuf par les dioxines. Les bois (par exemple, travées de voies ferrées, poteaux) traités avec des substances chimiques comme le pentachlorophénol ou autres matériaux impropres ne devraient pas être utilisés comme piquets de clôture pour les animaux en libre parcours ou conduites d'alimentation. Les râteliers à foin ne devraient pas être fabriqués avec ce type de bois traité. La préservation du bois avec des huiles usagées devrait aussi être évitée.

Contrôle

56. Les agriculteurs et les fabricants de produits destinés à l'alimentation humaine ou animale sont les principaux responsables de la sécurité sanitaire des aliments qu'ils produisent. Des contrôles pourraient avoir lieu dans le cadre d'un programme de sécurité sanitaire des denrées alimentaires (bonnes pratiques de fabrication, programmes de sécurité sanitaire sur l'exploitation, programmes HACCP, etc.). La nécessité d'effectuer de tels contrôles est mentionnée à diverses reprises dans d'autres sections du Code. Les autorités compétentes devraient vérifier que les agriculteurs et les agents du secteur agro-alimentaire s'acquittent de cette responsabilité en appliquant des systèmes de contrôle et de surveillance à divers points de la filière alimentaire, du stade de la production primaire à celui de la vente au détail. Les autorités compétentes devraient aussi mettre en place leurs propres programmes de surveillance.
57. Les analyses pour la détermination des dioxines étant relativement chères par rapport à celles applicables à d'autres contaminants chimiques, des vérifications périodiques devraient être effectuées, dans toute la mesure possible, au moins par les fabricants industriels de denrées alimentaires ou d'aliments pour animaux, à la fois sur les matières premières à leur arrivée et sur les produits finis; les données devraient être conservées (voir par. 66). La fréquence de l'échantillonnage devrait tenir compte des résultats de l'analyse précédente (par société et/ou par série de résultats des industries du même secteur). En cas d'indications de concentrations élevées de dioxines et de PCB

de type dioxine, les agriculteurs et les autres producteurs devraient être informés de la contamination et la source devrait être identifiée.

58. Les opérateurs de la filière alimentaire et les autorités nationales compétentes devraient organiser des programmes de surveillance des contaminations dues à l'environnement, à des accidents ou à des rejets illicites afin d'obtenir des informations supplémentaires sur la contamination des denrées alimentaires et des aliments pour animaux. Les produits ou les ingrédients risquant d'être contaminés ou présentant une forte contamination devraient être surveillés plus activement. Les programmes de surveillance pourront inclure les principales espèces halieutiques utilisées pour la consommation humaine ou animale si l'on sait qu'elles présentent des concentrations élevées de dioxines BCP de type dioxine.

Échantillonnage, méthodes d'analyse, communication de données et laboratoires

59. On trouvera des informations sur les prescriptions en matière d'analyse et de qualification des laboratoires dans différentes publications. Ces recommandations et conclusions sont à la base de l'évaluation par le JECFA et d'autres. Par ailleurs, le Comité du Codex sur les méthodes d'analyse et d'échantillonnage examine à l'heure actuelle les méthodes d'analyse des dioxines et des PCB de type dioxine.

60. Les méthodes traditionnelles d'analyse des dioxines et PCB de type dioxine font appel à la spectrométrie de masse à haute résolution, technique longue et coûteuse. Mais des techniques de biodosage ont été mises au point comme méthodes de dépistage de grande capacité qui peuvent être moins coûteuses que les méthodes traditionnelles. Toutefois, le coût des analyses demeure un obstacle à la collecte de données, de sorte que la priorité en matière de recherche devrait être accordée à l'élaboration de méthodes d'analyse moins coûteuses pour la détection des dioxines et des PCB de type dioxine.

Échantillonnage

61. L'échantillonnage en vue de l'analyse des dioxines et PCB de type dioxine comporte des aspects importants, à savoir: collecter des échantillons représentatifs, éviter la contamination croisée et la détérioration des échantillons et pourvoir à l'identification et à la traçabilité des échantillons. Toutes les informations pertinentes sur l'échantillonnage, la préparation et la description de l'échantillon (par exemple, période d'échantillonnage, origine géographique, espèce de poisson, teneur en graisse, taille du poisson) devraient être enregistrées afin de fournir des indications précieuses.

Méthodes d'analyse et communication des données

62. Des méthodes d'analyse ne devraient être appliquées que si elles répondent à un minimum d'exigences. Si des concentrations maximales fixées au niveau national sont disponibles, la limite de quantification de la méthode d'analyse devrait être de l'ordre de un cinquième du niveau considéré. En ce qui concerne le contrôle des tendances temporelles de la contamination de fond, la limite de quantification de la méthode d'analyse devrait être nettement inférieure à la moyenne des fourchettes de fond actuelles pour les différentes matrices.
63. L'efficacité d'une méthode d'analyse devrait être démontrée dans une plage autour du niveau considéré, par exemple 0,5 fois, 1 fois et 2 fois le niveau de limite maximale, avec un coefficient de variation acceptable pour les analyses répétées. L'écart entre l'estimation haute et l'estimation basse (voir par. suivant) ne doit pas dépasser 20 pour cent pour les denrées alimentaires et les aliments pour animaux dont la contamination par les dioxines est d'environ 1 pg. WHO-PCDD/PCDF-TEQ/g de graisse. Si nécessaire, un autre calcul sur la base du poids frais ou de la matière sèche pourrait être envisagé.
64. Sauf pour les techniques de biodosage, la concentration totale en dioxines et en PCB de type dioxine dans un échantillon donné devrait être indiquée en tant qu'estimation haute, estimation intermédiaire et estimation basse en multipliant chaque congénère par le facteur d'équivalence toxique (TEF) correspondant de l'OMS et ensuite en les additionnant pour obtenir la concentration totale exprimée en équivalence toxique (TEQ). Les trois valeurs différentes de TEQ devraient être calculées compte tenu de l'affectation d'une valeur nulle (estimation basse), moitié de la limite de quantification (estimation intermédiaire), ou limite de quantification (estimation haute) à chaque congénère de dioxine et de PCB de dioxine non quantifié.
65. Selon le type d'échantillon, le rapport présentant les résultats de l'analyse devrait aussi inclure la teneur en lipides et en matière sèche de l'échantillon ainsi que la méthode utilisée pour l'extraction des lipides ou pour la détermination de la matière sèches. Le rapport inclura également une description spécifique de la procédure utilisée pour déterminer le niveau de quantification (LOQ).
66. Une méthode analytique de dépistage dont la validité a été démontrée et est largement reconnue et dotée d'une grande capacité pourrait être utilisée pour sélectionner les échantillons présentant une teneur significative en dioxines et PCB de type dioxine. Les méthodes de dépistage devraient avoir

un taux de résultats faux-négatifs inférieur à 1 pour cent dans la fourchette considérée pertinente d'une matrice particulière. L'utilisation d'étalons internes de dioxines ou de PCB de type dioxine marqués au ^{13}C permet un contrôle spécifique des pertes éventuelles d'analytes dans chaque échantillon. On évite de cette façon, les résultats faux-négatifs et l'utilisation ou la commercialisation qui pourrait en découler de denrées alimentaires ou d'aliments pour animaux contaminés. Pour les méthodes de confirmation, l'utilisation de ces étalons internes est impérative. Pour les méthodes de dépistage sans contrôle des pertes durant la procédure analytique, les informations sur la correction des pertes de composés et la variabilité possible des résultats devraient être données. Les teneurs en dioxines et en PCB de type dioxine dans les échantillons positifs (au dessus du niveau considéré) doivent être déterminées par une méthode de confirmation.

Laboratoires

67. Les laboratoires intervenant dans l'analyse des dioxines et des PCB de type dioxine utilisant des méthodes analytiques de dépistage et de confirmation devraient être accrédités par un organisme reconnu opérant conformément au Guide ISO/CEI 58: 1993 ou disposer de programmes d'assurance de qualité portant sur tous les éléments critiques des organismes d'homologation afin de garantir qu'ils appliquent l'assurance de qualité des analyses. Les laboratoires homologués devraient suivre la norme ISO/CEI/17025:1999 «Prescriptions générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais» ou d'autres normes équivalentes.
68. La participation régulière aux études interlaboratoires ou aux tests de compétence pour la détermination des dioxines et des PCB de type dioxine dans les matrices pertinentes des aliments pour animaux et des denrées alimentaires est fortement recommandée, conformément à la norme ISOCEI/17025: 1999.

GESTION EN MATIÈRE DE QUALITÉ ET FORMATION

69. Les bonnes pratiques agricoles, les bonnes pratiques de fabrication, les bonnes pratiques d'entreposage, les bonnes pratiques d'alimentation animale et les bonnes pratiques de laboratoire sont des systèmes précieux pour réduire encore la contamination de la filière alimentaire par les dioxines et les PCB de type dioxine. À cet égard, les agriculteurs et les fabricants de denrées alimentaires et d'aliments pour animaux devraient envisager de donner une formation à leurs collaborateurs sur la manière de prévenir la contamination en appliquant des mesures de contrôle.

APPENDICE

GLOSSAIRE

(aux fins du présent Code d'usages)

Termes	Explication
antiagglomérant	substance qui réduit la tendance que peuvent avoir les particules d'une denrée alimentaire ou d'un aliment pour animaux à adhérer les uns aux autres.
liant	substance qui augmente la tendance que peuvent avoir les particules d'une denrée alimentaire ou d'un aliment pour animaux à adhérer les uns aux autres.
coefficient de variation	paramètre statistiques exprimant: 100 fois l'écart-type d'un ensemble de valeurs/valeur moyenne d'un ensemble.
méthode analytique de confirmation	méthode d'analyse avec des paramètres de haute qualité capable de confirmer des résultats analytiques obtenus par des méthodes de dépistage avec des paramètres de qualité inférieure.
congénère	l'un de deux ou plusieurs composés du même groupe de classification.
dioxines (PCDD/PCDF)	Incluent 7 dibenzodioxines polychlorées (PCDD) et 10 dibenzofurannes polychlorés (PCDF) ayant une activité de type dioxine et appartenant à un groupe de substances organiques persistantes et lipophiles. Selon le niveau de chloration (1-8 atomes de chlore) et les modes de substitution, on distingue 75 PCDD différents et 135 PCDF différents («congénères»), respectivement.
PCB de type dioxine	Incluent 12 biphényles polychlorés PCB non-ortho et mono-ortho substitués ayant des propriétés toxiques (activité de type dioxine) semblables à celles des dioxines (25).
poisson gras	poisson dont la teneur en graisse est supérieure à 5 pour cent dans le tissu musculaire.

Termes	Explication
poisson	animal vertébré à sang froid comprenant les Pisces, les Elasmobranches et les Cyclostomes. Aux fins du présent code d'usages, les mollusques et les crustacées sont également inclus (41).
Aliments pour animaux	toute substance composée d'un ou plusieurs ingrédients, transformée, semi transformée ou brute destinée à l'alimentation directe des animaux dont les produits sont destinés à la consommation humaine (27).
denrée alimentaire	toute substance transformée, semi-transformée ou brute destinée à la consommation humaine directe inclut boisson, pâte à mâcher et toute substance utilisée pour la fabrication, la préparation ou la transformation de la "denrée" mais exclut les produits cosmétiques, le tabac et les substances utilisés comme médicament uniquement.
ingrédient d'aliments pour animaux ou de denrées alimentaires	élément ou constituant de toute combinaison ou de tout mélange destiné à l'alimentation humaine ou animale, avec ou sans valeur nutritionnelle dans le régime alimentaire, y compris les additifs. Les ingrédients peuvent être d'origine végétale, animale ou aquatique ou être d'autres substances organiques ou inorganiques.
teneurs indicatives	concentrations maximales non réglementaires, mais recommandées.
HACCP	analyse des risques - points critiques pour leur maîtrise. Le système HACCP (<i>Hazard Analysis Critical Control Point</i>) est un système qui identifie, évalue et maîtrise les dangers importants pour la sécurité sanitaire des aliments.
limite de quantification (LQ) (valable uniquement pour les dioxines et les PCB de type dioxine)	la limite de quantification d'un congénère est la concentration d'un analyte dans l'extrait d'un échantillon qui produit une réponse instrumentale à deux isomères à contrôler avec un rapport signal/bruit de 3:1 pour le signal le moins sensible et application des prescriptions de base comme, par exemple, temps de rétention, rapport isotopique conformément à la procédure de détermination décrite dans la méthode EPA 1613, révision B (38, 54).

Termes	Explication
concentrations maximales	concentrations maximales réglementaires pour les contaminants.
minéraux	Matières inorganiques utilisées dans des aliments pour animaux et des denrées alimentaires, à fins nutritionnelles ou comme auxiliaires technologiques.
PCB	polychlorobiphényles appartenant au groupe des hydrocarbures chlorés, qui sont formés par chloration directe du biphényle. En fonction du nombre d'atomes de chlore (1-10) et de leur position sur les deux cycles, 209 composés («congénères») différents sont théoriquement possibles (25).
espèces de poissons pélagiques	espèces de poissons vivant en eau libre (par exemple, océan, lac) sans contact avec les sédiments.
polluant organique persistant (POP)	substance chimique qui persiste dans l'environnement, s'accumule biologiquement par le biais de la chaîne alimentaire, et peut avoir des effets nocifs pour la santé humaine et l'environnement.
Convention de Stockholm (Convention POP)	la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants est un traité mondial pour la protection de la santé humaine et de l'environnement contre les polluants organiques persistants (POP), dont les dioxines et les PCB de type dioxine, entré en vigueur le 17 mai 2004. En appliquant la Convention de Stockholm les gouvernements prendront des mesures pour éliminer ou réduire les émissions de POP dans l'environnement.
méthode analytique de dépistage	méthode d'analyse avec des paramètres de qualité inférieure pour sélectionner des échantillons présentant une teneur significative d'un analyte.
oligo-éléments	éléments chimiques essentiels pour la nutrition des plantes, des animaux et/ou des humains en faibles quantités.
équivalence toxique (TEQ)	valeur relative calculée en multipliant la concentration d'un congénère par le facteur d'équivalence toxique (TEF).

Termes	Explication
WHO- -TEQ	valeur TEQ pour les dioxines et PCB de type dioxine établie par l'OMS sur la base de facteurs d'équivalence toxique établis (TEF) (37).
facteur d'équivalence toxique (TEF)	estimations de la toxicité des composés de type dioxine par rapport à la toxicité de la 2,3,7,8-tétrachloro-dibenzo-p-dioxine (TCDD), à laquelle est affecté un TEF de 1,0.

CODE D'USAGES POUR LA PRÉVENTION ET LA RÉDUCTION DE LA CONTAMINATION DES DISTILLATS DE FRUITS À NOYAU PAR LE CARBAMATE D'ÉTHYLE

CAC/RCP 70-2011

1. INTRODUCTION

1. Le carbamate d'éthyle est un composé naturellement présent dans les aliments fermentés et les boissons alcoolisées comme le pain, le yaourt, les sauces, le vin, la bière et particulièrement dans les distillats de fruits à noyau, notamment ceux qui sont à base de cerises, de prunes, de mirabelles et d'abricots.
2. Le carbamate d'éthyle se forme à partir de diverses substances inhérentes aux aliments et aux boissons, y compris le cyanure d'hydrogène (ou acide hydrocyanique), l'urée, la citrulline, et autres composés du N-carbamyle. Le cyanate est probablement l'ultime précurseur dans la plupart des cas, il réagit avec l'éthanol pour former le carbamate d'éthyle. Par conséquent les mesures de réduction du carbamate d'éthyle devront viser l'acide hydrocyanique et les autres précurseurs du carbamate d'éthyle.
3. Le carbamate d'éthyle est génotoxique, c'est un cancérogène multisite chez les animaux et probablement cancérogène chez les humains.
4. Les distillats de fruits à noyau, en particulier, contiennent du carbamate d'éthyle en concentrations plusieurs fois supérieures à celles contenues dans les autres aliments et boissons fermentées. Dans les distillats de fruits à noyau, le carbamate d'éthyle se forme à partir des glycosides cyanogéniques qui sont des composants naturels du noyau. Lorsque les fruits sont broyés, il arrive que les noyaux soient endommagés et les glycosides cyanogéniques contenus dans le noyau entrent en contact avec les enzymes dans le broyat. Les glycosides cyanogéniques se décomposent alors en acide hydrocyanique/cyanure. L'acide hydrocyanique peut aussi provenir des noyaux entiers lors d'un entreposage prolongé du broyat fermenté. Pendant le processus de distillation, l'acide hydrocyanique peut s'enrichir dans toutes les fractions. Le cyanure dans les distillats s'oxyde en cyanate, qui réagit avec l'éthanol pour former le carbamate d'éthyle. Certaines conditions environnementales comme l'exposition à la lumière, les températures élevées et la présence d'ions cuivre favorisent la formation du carbamate d'éthyle dans le distillat.

5. Bien qu'aucune corrélation étroite n'ait encore été établie entre le niveau d'acide hydrocyanique et le carbamate d'éthyle, il est clair que dans certaines conditions, des concentrations élevées d'acide hydrocyanique entraînent des niveaux plus élevés de carbamate d'éthyle. L'augmentation potentielle de la formation du carbamate d'éthyle a été associée à des niveaux égaux ou supérieurs à 1 mg/l d'acide hydrocyanique dans le distillat final. Sur la base d'expériences pratiques, on peut supposer qu'à partir d'1 mg d'acide hydrocyanique, il peut potentiellement se former jusqu'à 0,4 mg d'éthyle de carbamate dans un mélange non équimolaire.

2. CHAMP D'APPLICATION ET DÉFINITIONS

6. Le présent Code d'usages a pour but de fournir aux autorités nationales et locales, aux fabricants et autres organismes concernés une orientation axée sur la prévention et/ou la réduction de la formation du carbamate d'éthyle dans les distillats de fruits à noyau. La formation du carbamate d'éthyle dans les autres boissons alcoolisées et dans les aliments n'est pas couverte par le présent Code.
7. Les définitions ci-après s'appliquent au présent Code:
- a) **Fruit à noyau** signifie, aux fins du présent Code d'usages, le fruit comestible d'arbres appartenant au genre *Prunus* de la famille de la rose (*Rosaceae*), à savoir la cerise, la prune, la pêche et l'abricot.
 - b) **Distillats** signifie, aux fins du présent Code d'usages, les produits riches en alcool obtenus grâce au processus de distillation et prêts à la consommation.
 - c) **Distillats de fruits à noyau** signifie, aux fins du présent Code d'usages, les distillats destinés à la consommation obtenus grâce à la distillation:
 - du broyat obtenu par fermentation des fruits à noyau écrasés;
 - du marc de fruits à noyau fermenté;
 - du broyat obtenu par fermentation et/ou macération des fruits à noyau écrasés et/ou entiers dans l'alcool éthylique ou dans des boissons alcoolisées.

3. REMARQUES GÉNÉRALES

8. Le présent Code couvre toutes les mesures possibles qui se sont avérées efficaces en matière de prévention et/ou réduction des niveaux élevés de carbamate d'éthyle dans les distillats de fruits à noyau. Lorsque le Code est appliqué à des distillats de fruits à noyau précis, les mesures devront être soigneusement choisies du point de vue de leurs avantages et de leur faisabilité. Par ailleurs, les mesures devront être mises en œuvre conformément à la législation et aux normes nationales et internationales pertinentes.

9. Il est reconnu qu'il existe des mesures technologiques raisonnablement applicables – les bonnes pratiques de fabrication (BPF) – qui peuvent être prises pour prévenir et réduire de façon significative les niveaux élevés de carbamate d'éthyle dans les distillats de fruits à noyau. La réduction du carbamate d'éthyle peut être obtenue par le biais de deux approches différentes: la première, en diminuant la concentration des principales substances précurseurs (par ex., l'acide hydrocyanique et les cyanures); la seconde, en diminuant la tendance de ces substances à réagir pour former le cyanate.

4. PROCESSUS DE PRODUCTION TYPE

10. Le processus de production des distillats de fruits à noyau se compose de la préparation du broyat à partir des fruits à noyau entiers ou de leur marc en tant qu'ingrédients, suivie de la fermentation et de la distillation. Le processus comprend généralement les étapes suivantes:
- a) préparer le broyat en écrasant les fruits entiers mûrs pour les eaux-de-vie de fruits à noyau ou en utilisant le marc de fruits à noyau pour les eaux-de-vie de marc de fruits à noyau;
 - b) fermenter le broyat dans des cuves d'acier inoxydable ou tout autre contenant approprié pour la fermentation;
 - c) dans le cas où le processus de la macération est utilisé, le broyat est préparé en macérant les fruits écrasés ou entiers dans l'alcool éthylique ou dans des boissons alcoolisées et entreposé pendant un certain temps sans fermentation;
 - d) transférer le broyat fermenté dans l'appareil à distiller, généralement en cuivre;
 - e) chauffer le broyat fermenté en employant la méthode de chauffage appropriée pour que l'alcool s'évapore lentement;
 - f) refroidir les vapeurs d'alcool dans une colonne appropriée (par ex., en acier inoxydable), dans laquelle elles se condensent et sont recueillies;
 - g) séparer les trois différentes fractions de l'alcool: les «têtes», les «cœurs» et les «queues»;
 - h) diluer jusqu'à l'obtention du degré d'alcool final.
11. Pendant la distillation, les têtes s'écoulent les premières. Les constituants dont la température d'ébullition est basse, par ex., l'acétate d'éthyle et l'acétaldéhyde font partie des têtes. Cette fraction est généralement impropre à la consommation et doit être éliminée.

12. Durant l'écoulement de la fraction intermédiaire de la distillation (les «cœurs»), le principal alcool présent dans toutes les eaux-de-vie, l'alcool éthylique (éthanol) est distillé. Cette fraction de la distillation, dans laquelle la teneur en gaz volatils autres que l'éthanol est la plus faible et où les arômes de fruits les plus purs sont présents, est toujours recueillie.
13. Les «queues» de la distillation contiennent l'acide acétique et les huiles de fusel faciles à identifier pour leur arôme végétal et vinaigré désagréable. Elles sont également éliminées mais elles peuvent être redistillées car elles contiennent invariablement de l'éthanol.

5. PRATIQUES RECOMMANDÉES SUR LA BASE DES BONNES PRATIQUES DE FABRICATION (BPF)

5.1 Matières premières et préparation du broyat de fruits

14. Les matières premières et la préparation du broyat de fruits doivent être telles qu'elles éviteront la formation de l'acide hydrocyanique, précurseur du carbamate d'éthyle.
15. Les fruits à noyau seront généralement de première qualité, sans dommage mécanique ni altération microbiologique car les fruits endommagés ou altérés risquent de contenir davantage de cyanure libre.
16. Les fruits seront de préférence dénoyautés.
17. Si les fruits ne sont pas dénoyautés et/ou si des résidus de fruits (marc) sont utilisés dans la préparation du broyat, ils seront écrasés délicatement afin d'éviter de broyer les noyaux. Si possible, les noyaux seront retirés du broyat.

5.2 Fermentation

18. Certaines préparations à base de levure destinées à la production des boissons alcoolisées seront ajoutées au broyat de fruits, conformément aux instructions des fabricants à l'attention des utilisateurs, pour une fermentation rapide et «propre».
19. Les fruits fermentés broyés seront manipulés avec une hygiène parfaite, et l'exposition à la lumière devra être minimisée. Les broyats de fruits fermentés contenant des noyaux devront être entreposés le moins longtemps possible avant la distillation car l'acide hydrocyanique peut également se former à partir des noyaux entiers en cas d'entreposage prolongé.

20. Si le broyat est préparé en macérant les fruits à noyau dans des boissons alcoolisées ou dans l'alcool d'éthyle, les fruits à noyau devront être retirés dès que l'arôme du fruit à noyau est adéquatement extrait.

5.3 Matériel de distillation

21. Le matériel de distillation et le processus de distillation seront tels que l'acide hydrocyanique ne sera pas transféré dans le distillat.
- a) L'utilisation d'un alambic en cuivre limitera le transfert des précurseurs de formation du carbamate d'éthyle dans le distillat.
 - b) Le matériel de distillation devra de préférence inclure des appareils de rinçage automatique et des convertisseurs catalytiques en cuivre. Les appareils de rinçage automatique assureront la propreté des alambics en cuivre alors que les convertisseurs catalytiques en cuivre fixeront l'acide hydrocyanique avant qu'il ne passe dans le distillat.
 - c) Les appareils de rinçage automatique ne sont pas nécessaires dans le cas de la distillation discontinue. Le matériel de distillation sera nettoyé selon des procédures systématiques et minutieuses.
 - d) Quand les convertisseurs catalytiques ou autres séparateurs de cyanure conçus à cet effet ne sont pas disponibles, des préparations à base de chlorure de cuivre (I) peuvent être ajoutées au broyat fermenté avant la distillation. Ces préparations à base de chlorure de cuivre (I) ont pour but de fixer les ions acide hydrocyanique avant qu'ils ne passent dans le distillat. Les ions cuivre (II) sont sans effet et ne devront pas être utilisés.
22. Alors que les ions-cuivre peuvent inhiber la formation des précurseurs du carbamate d'éthyle dans le broyat et dans l'alambic, ils favorisent la formation du carbamate d'éthyle dans le distillat. Par conséquent, l'utilisation d'un condensateur en acier inoxydable à la fin de la distillation au lieu d'un condensateur en cuivre limitera la présence de cuivre dans le distillat et réduira le taux de formation du carbamate d'éthyle.

5.4 Processus de distillation

23. Les noyaux contenus dans le broyat fermenté ne devront pas être aspirés dans l'appareil de distillation.
24. La distillation sera effectuée de telle sorte que l'alcool s'évapore lentement et de façon contrôlée (par ex., en utilisant de la vapeur au lieu d'une flamme directe comme source de chaleur).
25. Les premières fractions du distillat, qu'on appelle les « têtes », devront être écartées avec soin.

26. La fraction intermédiaire, qu'on appelle les «cœurs», devra ensuite être recueillie et entreposée dans l'obscurité. Quand la teneur en alcool du distillat atteint 50% du volume dans le récepteur, ce sont alors les «queues» qui seront recueillies afin que le carbamate d'éthyle qui s'y serait formé soit capté dans la fraction des queues.
27. Certains fabricants redistilleront les queues recueillies séparément qui contiennent probablement du carbamate d'éthyle. Si les queues font l'objet d'une redistillation, elles devront être redistillées séparément. Cependant, pour la réduction de la concentration du carbamate d'éthyle, il est préférable d'éliminer les queues.

5.5 Contrôles du distillat, redistillation et entreposage

5.5.1 Acide hydrocyanique

28. Le contrôle de l'acide hydrocyanique peut servir de test simple pour identifier le carbamate d'éthyle dans les distillats. Par conséquent, les distillats devront être contrôlés régulièrement pour déterminer les niveaux d'acide hydrocyanique qu'ils contiennent. La détermination pourra être effectuée à l'aide des tests appropriés dont les kits de contrôle rapide des niveaux d'acide hydrocyanique.
29. Si la concentration d'acide hydrocyanique dans le distillat dépasse le niveau de 1 mg/l, il est recommandé de procéder à une redistillation à l'aide de convertisseurs catalytiques ou de préparations à base de cuivre.
30. Les distillats devront être entreposés dans des bouteilles étanches à la lumière (ou qui filtrent les ultraviolets) ou enfermées dans des boîtes et à des températures peu élevées.

5.5.2 Carbamate d'éthyle

31. Le contrôle du carbamate d'éthyle est recommandé pour les distillats dans lesquels le composé s'est déjà formé (par ex., les distillats dont la provenance est inconnue, les distillats dont les niveaux d'acide hydrocyanique sont élevés, ou qui ont été entreposés à la lumière ou à températures élevées).
32. La distillation supplémentaire est un moyen efficace de réduire le carbamate d'éthyle dans les distillats.

6. RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES

33. Les gouvernements nationaux, d'états et locaux ainsi que les organisations non gouvernementales (les ONG, les associations commerciales et les coopératives) devraient fournir leur propre formation de base et tenir à jour l'information sur la réduction du carbamate d'éthyle dans les distillats de fruits à noyau.
34. La préparation non industrielle et à petite échelle de ces boissons devrait s'appuyer sur les recommandations spécifiques conformes aux bonnes pratiques de fabrication et sur l'orientation donnée pour la prévention et la réduction du carbamate d'éthyle dans les distillats de fruits à noyau. Tout particulièrement, cette information devrait être mise à la disposition des petits producteurs de distillats de fruits à noyau.

CODE D'USAGES POUR LA RÉDUCTION DES TENEURS EN 3-MONOCHLOROPROPANE-1,2DIOL (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

INTRODUCTION

1. Le 3-monochloropropane-1,2-diol (3-MCPD) appartient à la gamme des substances chimiques connues sous le nom de chloropropanols. Ces substances sont des contaminants qui se forment pendant la transformation et la fabrication de certains aliments et ingrédients. Elles ont été initialement découvertes dans les protéines végétales hydrolysées par voie acide (PVHA), dans les années 80. La recherche qui a suivi dans les années 90 a révélé qu'elles sont présentes dans les sauces de soja où les PVHA sont utilisées comme ingrédients.
2. Les PVHA sont obtenues par hydrolyse à l'acide chlorhydrique de diverses matières végétales et animales protéiques. Leur utilisation est très courante en tant qu'exhausteurs d'arôme et ingrédients dans les produits alimentaires salés transformés et les plats précuisinés. Généralement, la teneur dans les aliments est de l'ordre de 0,1 à 20%.
3. L'occurrence des chloropropanols dans les PVHA est due à leur formation pendant l'étape d'hydrolyse à l'acide chlorhydrique au cours du processus de fabrication. Dans l'étape d'hydrolyse, l'acide réagit avec les lipides et les phospholipides résiduels présents dans la matière première, entraînant la formation des chloropropanols. L'expérience dans l'industrie montre que la formation des chloropropanols ne peut pas être évitée par l'utilisation de sources de protéines délipidées.
4. Outre la formation des chloropropanols pendant la fabrication des PVHA utilisées comme ingrédients, les chloropropanols peuvent aussi se former dans les sauces de soja, et les condiments connexes quand le processus de fabrication de la sauce elle-même comprend le traitement à l'acide chlorhydrique de la farine de soja. Comme pour les PVHA, le mode de formation est aussi lié à l'hydrolyse acide des lipides et des phospholipides résiduels.

5. Plusieurs techniques peuvent être employées pour la fabrication des sauces de soja. Généralement, les produits fabriqués exclusivement par le biais de la fermentation ne contiennent pas de chloropropanols, ou, s'ils sont présents, il ne s'agit que de quantités négligeables. Ce sont les produits qui utilisent les PVHA comme ingrédients qui contiennent les chloropropanols. Les sauces de soja, et autres produits connexes, qui sont soumis au traitement acide pendant la fabrication peuvent aussi contenir des chloropropanols.
6. Généralement, le 3-MCPD est le chloropropanol le plus répandu dans les aliments qui contiennent des PVHA. Il est présent sous la forme d'un mélange racémique d'isomères (R) et (S) dans les hydrolysats de protéine. Les autres chloropropanols pouvant être présents, bien que généralement, en quantité moindre, sont le 2-monochloropropane-1,3-diol (2-MCPD), le 1,3-dichloro-2-propanol (1,3-DCP) et le 2,3-dichloro-1-propanol (2,3-DCP).
7. La présence des chloropropanols dans les aliments est un sujet d'inquiétude en raison de leurs propriétés toxicologiques. Le Comité mixte FAO/OMS d'experts des additifs alimentaires (JECFA) a examiné les 3-MCPD et 1,3-DCP en juin 2001 et a attribué une dose journalière maximale tolérable provisoire (DJMTP) pour le 3-MCPD de 2 µg/kg de poids corporel/jour. Le Comité a réévalué les chloropropanols en juin 2006 et a décidé de maintenir la DJMTP établie précédemment. Lors de l'évaluation du 3-MCPD, le Comité a observé que la diminution des teneurs en 3-MCPD dans la sauce de soja et les produits connexes fabriqués avec des PVHA pourrait réduire considérablement l'ingestion de ce contaminant par les consommateurs de ces condiments.
8. Les différents marchés régionaux demandent des produits aux qualités organoleptiques différentes pour satisfaire les goûts régionaux spécifiques. Les méthodes individuelles et leurs combinaisons, énoncées ci-après dans le présent document, visant à minimiser les teneurs en 3-MCPD produiront des effets différents sur les qualités organoleptiques du produit final et à ce titre, les fabricants devront tenir compte de ces effets dans la sélection de la stratégie visant à réduire la formation de 3-MCPD. Bien qu'il soit techniquement possible de diminuer les teneurs en 3-MCPD jusqu'en dessous de 0,1 mg/kg, les qualités organoleptiques de ces produits peuvent être affectées négativement car l'arôme et le goût (umami) sont directement liés à la qualité des PVHA. Cela est particulièrement vrai pour les produits à base de PVHA vieilliss.

9. Les fabricants ont mis en œuvre des mesures de réduction des teneurs en chloropropanols dans les PVHA et les produits connexes. Les détails concernant les procédures générales utilisées pour fabriquer les PVHA ayant des teneurs faibles en chloropropanols sont énoncées dans la section suivante. Certains fabricants ont entrepris de reformuler leurs produits au début des années 90 de sorte que les effets des changements des propriétés organoleptiques qui ont été observés lors de l'application des méthodes de fabrication améliorées puissent être minimisés. Les autres procédés de fabrication ont résulté en des produits contenant des teneurs plus basses en chloropropanols tout en minimisant les effets sur les propriétés organoleptiques. Il y a lieu de signaler que la mise en œuvre des procédés de fabrication visant à diminuer le 3-MCPD dans les PVHA est techniquement difficile et très coûteuse, et nécessite souvent du matériel nouveau. Il pourra être aussi nécessaire de reformuler les recettes des aliments transformés dont la fabrication fait appel aux PVHA.
10. Les chloropropanols ont également été détectés dans une série d'autres aliments qui ne sont pas soumis à l'hydrolyse acide pendant la fabrication. Ces aliments comprennent les fruits et les légumes transformés, les céréales et les produits de boulangerie, les viandes transformées, le poisson fumé et la bière.

CHAMP D'APPLICATION

11. L'objectif de ce Code d'usages est de décrire et de diffuser les meilleures pratiques pour réduire les teneurs en 3-MCPD dans la fabrication des PVHA et des sauces de soja et leurs condiments connexes dont la production implique l'hydrolyse acide. Les ingrédients alimentaires produits utilisant des méthodes qui n'impliquent pas l'hydrolyse acide de protéines végétales ne sont pas couverts par ce Code d'usages.

USAGES RECOMMANDÉS CONFORMES AUX BONNES PRATIQUES DE FABRICATION (BPF)

PVHA

12. Le procédé de fabrication des PVHA varie selon les propriétés organoleptiques recherchées dans le produit final. L'origine de la matière première, la molarité de l'acide, la température de la réaction, la durée de la réaction et d'autres facteurs affectent tous les propriétés organoleptiques du produit final. Il est possible de donner une description globale du processus de fabrication des PVHA (voir figure dans l'Appendice). Les matières premières d'origine végétale les plus couramment utilisées dans la fabrication des PVHA comprennent les graines oléagineuses dégraissées (soja et arachides), et les protéines de maïs, de

blé, de caséine, de levure et de riz. Ces matières sont hydrolysées à l'acide chlorhydrique de moins 4 M à 9 M, à une température allant de 70 °C à 135 °C pendant un maximum de 8 heures, bien que parfois, des durées allant jusqu'à 20 à 35 heures aient été signalées, à des pressions généralement supérieures à la pression atmosphérique. Après refroidissement, l'hydrolysate est neutralisé avec du carbonate de sodium ou de l'hydroxyde de sodium pour obtenir un pH de 5 à 9, à une température allant de 90 à 100 °C pendant 90 à 180 minutes et l'acide chlorhydrique est ensuite ajouté au mélange pour obtenir un pH entre 4,8 et 5,2. L'hydrolysate est filtré pour éliminer les fragments de glucides insolubles (humine), puis décoloré ou raffiné. Un traitement au charbon actif peut être utilisé pour éliminer les constituants aromatiques et colorés, selon la spécification requise. Après une filtration supplémentaire, les PVHA peuvent, selon l'application prévue, être enrichies à l'aide de constituants aromatisants supplémentaires. Par la suite, le produit peut être entreposé à l'état liquide avec 30 à 50% de matière sèche (correspondant à 2 à 3% d'azote total), ou bien il peut être déshydraté sous vide, atomisé ou évaporé et entreposé à l'état solide (97 à 98% de matière sèche).

Méthodes pouvant être utilisées pour diminuer les teneurs en 3-MCPD dans les PVHA

13. Trois approches principales peuvent être adoptées pour minimiser la concentration de 3-MCPD dans le produit final. La première concerne le contrôle minutieux de l'étape de l'hydrolyse acide; la seconde, la neutralisation ultérieure pour minimiser la formation de 3-MCPD; et la troisième, l'utilisation de l'acide sulfurique à la place de l'acide chlorhydrique dans l'étape de l'hydrolyse. Ces méthodes peuvent réduire les teneurs en 3-MCPD dans les PVHA.

14. Les fabricants doivent examiner les trois options ci-après et décider quelles sont celles qui sont le mieux adaptées à leur méthode de production des PVHA. Les trois approches sont décrites dans les prochains paragraphes, et accompagnées d'exemples précis. Ces approches sont basées sur des informations limitées appartenant au domaine public; par conséquent, il n'a pas été possible de fournir un compte rendu détaillé de la fabrication des PVHA contenant une faible teneur en 3-MCPD. L'information ci-après tient lieu de conseil d'ordre général; à l'échelon national, les fabricants devront adapter les mesures à leurs propres procédés de production.

15. Pour ce qui est de la première stratégie, la température et la durée de chauffage de l'étape de l'hydrolyse acide doivent être contrôlées simultanément et une attention particulière doit être accordée aux conditions de réaction dans l'étape suivante de la neutralisation. Généralement, la

réaction d'hydrolyse commence à une température qui se situe entre 60 et 95 °C pendant un maximum de 150 minutes. La température de la réaction est ensuite augmentée progressivement jusqu'à ce que la température atteigne 103-110 °C. Quand la température maximale est atteinte, elle doit être maintenue pendant 2 à 35 heures et l'hydrolysate obtenu doit ensuite être refroidi pendant 3 heures, neutralisé et filtré. Le contrôle adéquat de l'étape de l'hydrolyse acide permet de réduire les teneurs en 3-MCPD contenu dans l'hydrolysate à moins de 10 mg/kg.

16. Le 3-MCPD qui est formé pendant l'étape de l'hydrolyse acide peut être éliminé à l'aide d'une hydrolyse alcaline secondaire. Ce traitement alcalin est essentiellement une prolongation du processus de neutralisation qui fait suite à l'hydrolyse acide du matériau de départ; il entraîne la dégradation des chloropropanols présents dans l'hydrolysate. Le traitement alcalin peut avoir lieu avant ou après la filtration de l'hydrolysate, bien qu'il soit préférable de procéder au traitement alcalin avant la filtration de sorte que le résidu soit aussi exempt de 3-MCPD. La protéine hydrolysée est traitée avec un alcalin autorisé dans les aliments comme l'hydroxyde de potassium, l'hydroxyde de sodium, l'hydroxyde d'ammonium ou le carbonate de sodium pour augmenter le pH entre 8 et 13. Ce mélange est ensuite chauffé à une température comprise entre 110 à 140 °C pendant un maximum de 5 minutes, ou il peut subir un traitement thermique à une température comprise entre 60 à 100 °C pendant 90 à 900 minutes. Généralement, les traitements alcalins dans lesquels les pH et les températures sont élevés nécessitent des durées plus courtes. Après refroidissement, le pH de l'hydrolysate obtenu devrait être alcalin (théoriquement supérieur au pH8 à 25 °C); si le pH est inférieur, le traitement n'a probablement pas fait son effet et des mesures correctives doivent être prises. Après le traitement alcalin, le pH de la protéine hydrolysée est rectifié pour obtenir un pH de 4,8 à 5,5 à l'aide d'un acide adéquat (par ex. l'acide chlorhydrique) à une température de 10 à 50 °C. L'hydrolysate peut alors être filtré pour éliminer tout résidu insoluble et le produit final est obtenu. L'utilisation du traitement alcalin dans la fabrication des PVHA a montré qu'il engendre un produit final dont les teneurs en 3-MCPD sont inférieures à 1 mg/kg. Il y a lieu de signaler qu'un traitement alcalin trop fort diminuera les qualités organoleptiques du produit final; par conséquent, il est conseillé de commencer le traitement alcalin avec un hydrolysate contenant une faible teneur en 3-MCPD, qui peut être obtenu suite au contrôle minutieux de l'étape de l'hydrolyse acide. Naturellement, il est important d'être vigilant quant à la recontamination possible si l'hydrolyse alcaline secondaire est utilisée dans le but de diminuer davantage la teneur en 3-MCPD des PVHA produites par contrôle minutieux de l'étape de l'hydrolyse acide. L'hydrolysate traité à l'alcalin

(dont la teneur en 3-MCPD est faible) doit être tenu à l'écart du matériel (par ex. les cuves à réaction, les tuyaux, les pompes et les filtres-presses) utilisé lors de l'étape initiale de l'hydrolyse acide.

17. Il est possible de fabriquer des PVHA en utilisant de l'acide sulfurique, éliminant ainsi la présence des ions chlorure qui entraîne la formation de 3-MCPD. La farine de soja et l'acide sulfurique sont mélangés ensemble pendant 8 heures à une pression de 10 psi. L'hydrolysate obtenu est neutralisé et le produit final est filtré et lavé. Les propriétés organoleptiques inférieures des PVHA obtenues avec l'acide sulfurique sont améliorées en ajoutant au produit final des aromatisants, par ex. le glutamate monosodique, le caramel, l'inosinate disodique, le guanylate disodique et l'acide lactique).

Sauces de soja et produits connexes

18. Un certain nombre de procédés de fabrication différents sont employés dans la production des sauces de soja et la méthode utilisée aura un impact sur la présence de 3-MCPD dans le produit.

Sauces de soja produites par la fermentation

19. Les sauces de soja qui sont produites uniquement par la fermentation contiennent des teneurs en 3-MCPD non quantifiables, ou, dans des cas très rares, extrêmement faibles. Le soja (entier ou dégraissé) et les autres graines de céréales comme le blé sont les principaux ingrédients utilisés dans la production des sauces de soja de fermentation naturelle. Au début du processus, ces matières sont précuites, mélangées et inoculées avec *Aspergillus oryzae* et/ou *Aspergillus sojae*. Après l'incubation de 1 à 3 jours, à 25-30 °C, l'eau salée est ajoutée et le mélange est fermenté et vieilli à une température inférieure à 40 °C pendant au moins 90 jours. La sauce de soja de courte fermentation est produite de la même façon si ce n'est que la fermentation à l'eau salée/la période de vieillissement ont lieu à 40 °C ou plus, et que le processus s'accomplit dans les 90 jours.

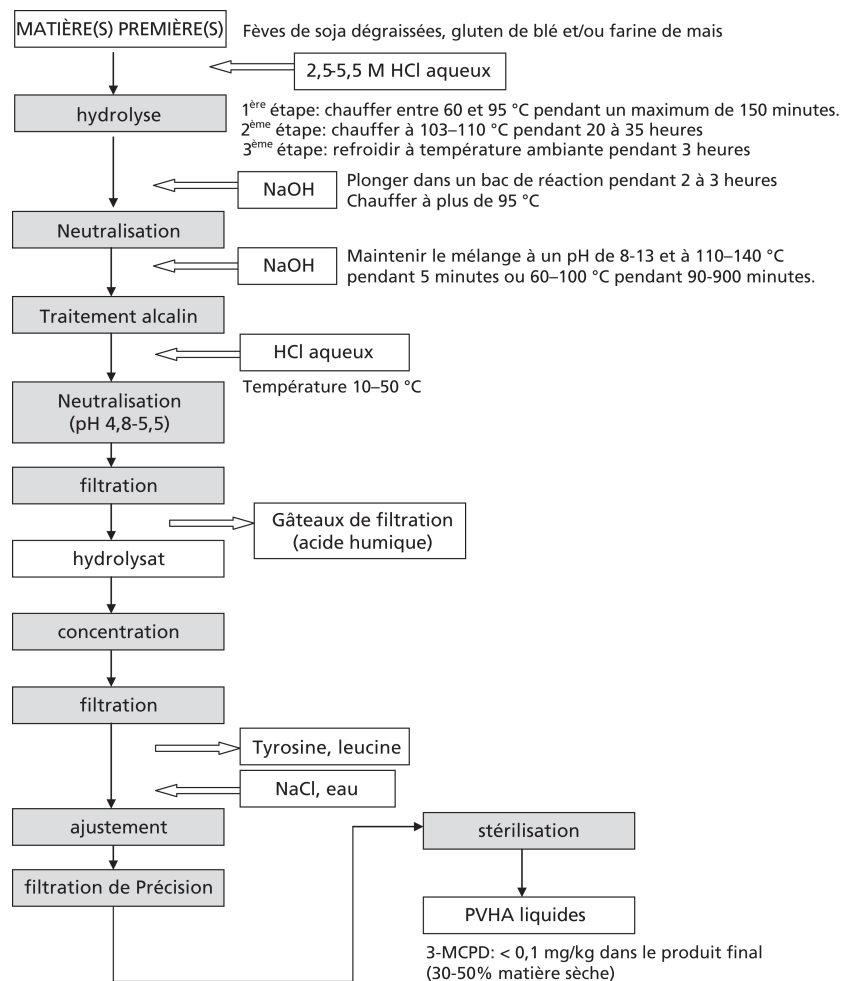
Les sauces de soja dont la fabrication comporte une étape de traitement acide

20. Sinon, les sauces de soja peuvent être fabriquées à partir des PVHA et autres ingrédients comme le sucre et le sel. Ces produits peuvent contenir du 3-MCPD et les mesures de prévention de son occurrence sont décrites plus haut pour les PVHA. L'application de ces procédés engendrera des produits dont les teneurs en 3-MCPD seront faibles.

21. Une autre technique de fabrication consiste à mélanger des sauces de soja fermentées avec celles qui dérivent des PVHA. La fabrication de certains produits comporte une période de vieillissement après avoir procédé au mélange. Ces produits (couramment connus comme sauces de soja mi-chimiques) peuvent aussi contenir du 3-MCPD et les mesures appropriées pour minimiser sa présence dans les PVHA sont décrites plus haut.

APPENDICE

PROCÉDÉ DE FABRICATION DES PVHA À L'ÉCHELLE COMMERCIALE



CODE D'USAGES POUR LA RÉDUCTION DE LA CONTAMINATION DES ALIMENTS PAR LES HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP) ISSUS DES PROCESSUS DE FUMAGE ET DE SÉCHAGE DIRECT

CAC/RCP 68-2009

INTRODUCTION

1. De nombreux contaminants chimiques se forment pendant la combustion du combustible dans les processus à la fois de fumage et de séchage par convection. Ceux-ci sont, entre autres, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les dioxines, le formaldéhyde, les oxydes d'azote et de soufre (liés à la formation par exemple, des nitrosamines). Par ailleurs, on trouve aussi des métaux lourds dans les gaz de combustion. Le type et la quantité de contaminants dépendent du combustible utilisé, de la température et d'autres éventuels paramètres.
2. Des centaines de HAP individuels peuvent se former et se libérer à la suite de la combustion incomplète ou de la pyrolyse de matière organique, pendant les processus industriels ou autres activités de l'homme, y compris la transformation et la préparation des aliments. En raison de leur mode de formation, les HAP sont très répandus dans l'environnement et entrent par conséquent dans la chaîne alimentaire, notamment par l'air et par le sol. Les HAP peuvent aussi être présents dans les matières premières par suite de contamination environnementale par l'air en se déposant sur les cultures, par les sols contaminés et le transfert de l'eau chez les invertébrés d'eau douce et marins. La préparation des aliments, industrielle ou domestique, comme le fumage, le séchage, la torréfaction, la cuisson au four, les grillades ou les fritures, sont reconnues comme des sources importantes de la contamination alimentaire. La présence des HAP dans les huiles végétales peut aussi provenir des processus de fumage et de séchage utilisés pour sécher les graines oléagineuses avant extraction de l'huile.
3. La contamination des aliments par les HAP d'origine environnementale doit être contrôlée par des mesures prises à la source comme le filtrage de la fumée provenant des industries concernées (par exemple, travaux de ciment, incinérateur et métallurgie) et la réduction des émissions des HAP provenant des automobiles. Les bonnes pratiques, y compris le choix de terres

agricoles/eaux de pêche appropriées, pourraient également contribuer à réduire la contamination environnementale des matières premières par les HAP. Cependant, cette contribution à la réduction de l'ingestion des HAP due à l'aliment final n'est pas traitée dans le présent Code d'usages.

4. Les processus comme le fumage et le séchage par convection présentent une grande variété de textures et de saveurs et, par conséquent, un choix plus large pour les consommateurs. Les nombreux types d'aliments fumés et séchés sont des produits alimentaires hautement appréciés, pour lesquels ces processus ont permis de prolonger la durée d'entreposage et la qualité et d'obtenir la saveur et la texture requise par les consommateurs. La prolongation de la durée de conservation peut également affecter la valeur nutritionnelle des denrées alimentaires, comme la teneur en vitamines.
5. Les principaux contributeurs à l'ingestion des HAP sont les céréales et les produits à base de céréales (en raison de la forte consommation dans les régimes alimentaires) et les graisses et huiles végétales (en raison des concentrations plus élevées de HAP dans cette catégorie d'aliments). Généralement, malgré leur concentration d'ordinaire plus élevée de HAP, les poisons et les viandes fumées et les aliments grillés au charbon de bois ne contribuent pas de façon significative, notamment parce qu'ils sont des composantes moins importantes du régime alimentaire. Cependant, ils apportent des contributions plus grandes qui entrent des ingestions plus élevées de HAP dans les pays où ces aliments constituent une part importante du régime alimentaire.
6. Selon son opinion sur les HAP, le JECFA a recommandé que des efforts soient faits pour réduire la contamination par les HAP pendant les processus de séchage et de fumage, par exemple, en remplaçant le séchage par convection (où la fumée se produit dans la chambre de fumage, traditionnellement dans les fumoirs) par le séchage indirect.

OBJECTIFS

7. Le présent Code d'usages a pour but de fournir une orientation aux autorités nationales et aux industriels visant à prévenir et à réduire la contamination des aliments par les HAP lors des procédés industriels de fumage et de séchage par convection. A cet effet, le Code d'usages identifie les points importants à considérer et formule les recommandations correspondantes. Les processus de fumage et de séchage sont utilisés autant dans l'industrie que dans les ménages. Les consommateurs qui pratiquent le fumage des aliments utilisent

généralement le procédé direct, alors que pour le séchage, ils utilisent soit le séchage par convection (direct), soit indirect, par exemple, au soleil ou dans un four micro-onde. Le Code d'usages et les recommandations peuvent aussi servir de base à l'information destinée aux consommateurs.

8. Le Code d'usages reconnaît les bienfaits du fumage et du séchage y compris la disponibilité des produits alimentaires fumés traditionnels, la prévention de la dégradation et de la contamination et croissance microbologique et le potentiel de diminuer les risques posés à la santé humaine par les HAP qui se forment dans les aliments pendant la transformation.

CHAMP D'APPLICATION

9. Le champ d'application du présent Code d'usages est la contamination par les HAP pendant les processus industriels de fumage, direct et indirect, et de séchage par convection.
10. Le Code d'usages ne couvre pas la contamination des aliments par les HAP qui proviennent de
 - a) L'utilisation d'herbes aromatiques et d'épices pendant le fumage¹;
 - b) Le séchage indirect;
 - c) Les autres procédés de transformation alimentaire, y compris les grillades au charbon de bois et autres types de préparation à domicile ou chez les traiteurs; et
 - d) La contamination environnementale des matières premières.
11. Le présent Code d'usages ne couvre que la contamination par les HAP. Il est cependant nécessaire de signaler que les conditions qui favorisent la réduction d'un contaminant peuvent entraîner la hausse des concentrations des autres contaminants ou la baisse de la norme microbologique des produits concernés. L'interaction possible entre les concentrations des contaminants tels que les HAP, les aminés hétérocycliques et les nitrosamines n'est pas toujours bien comprise, mais ces contaminants peuvent poser des problèmes de sécurité alimentaire soit en tant que tels soit suite à la réaction avec les composants de l'aliment. C'est le cas de la réaction de l'oxyde

¹ Dans le processus de fumage, le combustible utilisé est généralement des espèces de bois variées, dans certains cas avec des herbes aromatiques et des épices, par exemple, les baies de genièvre, pour donner des caractéristiques d'arôme. Ces herbes aromatiques et épices peuvent être une source potentielle de contamination par les HAP. Par contre, un grand nombre de types différents d'herbes et épices peuvent être utilisées, mais généralement seulement en quantités plus faibles et la connaissance relative à l'influence de ces herbes et épices est limitée. Leur utilisation n'est par conséquent pas examinée dans le présent Code d'usages.

d'azote avec les composants de l'aliment, qui entraîne la formation des nitrosamines. Il est nécessaire de souligner que tout conseil donné dans le but de minimiser les HAP ne doit pas entraîner l'augmentation des risques pour la santé humaine suite à la hausse des autres contaminants ou la réduction de la sécurité microbiologique.

DÉFINITIONS

12. Un contaminant est défini comme étant toute substance qui n'est pas intentionnellement ajoutée à la denrée alimentaire, 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 ou du stockage de ladite denrée, 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.
13. Le séchage par convection renvoie à deux types de processus de séchage: l'un est un processus de séchage dans lequel le gaz de combustion est utilisé directement comme gaz de séchage en contact avec les aliments et l'autre est le séchage solaire.
14. Le séchage solaire est un processus de séchage par convection dans lequel le soleil et le vent sont utilisés pour sécher dans des conditions ouvertes à l'environnement.
15. Le séchage indirect est un processus de séchage dans lequel les gaz de combustion n'entrent pas en contact direct avec les aliments, dans lequel l'air chaud est chauffé par le biais d'un échangeur de chaleur, par l'électricité ou d'autres moyens.
16. HACCP: Un système qui définit, évalue et maîtrise les dangers qui menacent la salubrité des aliments.
17. *Matières végétales, autres* couvre les types de combustibles autres que les bois utilisés pour le fumage et le séchage, comme la bagasse, la rafle de maïs et la coque et l'enveloppe de la noix de coco.

18. Les *hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)* sont un groupe de contaminants qui constituent une grande catégorie de composés organiques contenant deux ou plusieurs cycles aromatiques accolés constitués d'atomes de carbone et d'hydrogène.
19. La *pyrolyse* est la décomposition chimique des matières organiques par la chaleur en l'absence d'oxygène ou autres réactifs, éventuellement à l'exception de la vapeur.
20. La *fumée* consiste en particules liquides et solides suspendues dans une phase gazeuse. Les particules de fumée, dont la taille est généralement de 0,2-0,4 µm (ou aussi petite que 0,05 à 1 µm, sont estimées constituer 90 pour cent de son poids global. La composition chimique de la fumée est complexe et plus de 300 composants ont été identifiés.
21. Les *condenses de fumée* sont des produits obtenus par la dégradation thermique contrôlée du bois dans une quantité limitée d'oxygène (pyrolyse), la condensation ultérieure des vapeurs de fumée qui en résultent et le fractionnement des produits liquides obtenus.
22. Le *fumage* des aliments est un procédé utilisé comme méthode de préservation pour prolonger la durée de conservation des aliments grâce aux composants de la fumée qui inhibent la croissance de certains microorganismes. Le processus de fumage est par ailleurs utilisé pour obtenir les caractéristiques de goût et d'apparence propres aux aliments fumés.
23. Le *fumage direct* est un processus de fumage, dans lequel la fumée est produite dans la chambre où l'aliment est transformé.
24. Le *fumage indirect* est un processus qui fait intervenir des générateurs de fumée, et la fumée est produite dans une chambre, à l'écart de l'endroit où l'aliment est fumé. La fumée est, si possible, nettoyée selon divers procédés, par exemple, à l'aide d'un filtre à eau ou d'un condenseur de goudron avant d'être envoyée dans la chambre de fumage.

PRINCIPES GÉNÉRAUX VISANT À RÉDUIRE LA CONTAMINATION DES ALIMENTS PAR LES HAP

25. Le producteur alimentaire doit être sensibilisé aux conditions dans lesquelles des niveaux supérieurs de HAP sont engendrés et, là où c'est possible, il doit contrôler ces conditions pour minimiser leur formation. Pour ce faire,

l'analyse des points importants à considérer dans les processus utilisés dans la production alimentaire par fumage ou séchage par convection doit être effectuée.

26. La première étape de l'analyse est d'identifier les points importants à considérer. Les points importants possibles à considérer sont énoncés plus tard dans le code.
27. Le producteur doit évaluer les points importants identifiés à examiner comme:
- a) Les sources possibles des HAP provenant de l'environnement et du processus;
 - b) Les effets possibles sur la santé des consommateurs;
 - c) La contrôlabilité; et
 - b) Les mesures possibles de réduction de la contamination par les HAP.
28. Le producteur prendra les mesures appropriées pour contrôler les points importants identifiés visant à réduire les HAP, sur la base des résultats de l'analyse et autres facteurs légitimes d'importance pour la protection de la santé humaine et les activités économiques, comme
- a) L'état microbiologique du produit et les risques possibles liés aux autres contaminants;
 - b) Les propriétés organoleptiques et la qualité du produit final (la méthode idéale serait celle qui ne produirait aucun effet indésirable sur l'apparence, l'odeur, le goût ou les propriétés nutritionnelles du produit); et
 - c) La faisabilité et l'efficacité des contrôles (coût, disponibilité industrielle, risques professionnels).
29. Le producteur fera le suivi des effets des méthodes appliqués et les reverra le cas échéant.

ÉVALUATION DE LA CONFORMITÉ À LA LÉGISLATION EN VIGUEUR

30. L'aliment transformé devra être conforme aux normes et à la législation nationale ou internationale en vigueur, y compris les critères généraux de protection des consommateurs. Par ailleurs, les aliments devront être produits en conformité avec les Codes d'usages Codex ou nationaux correspondants. Certains d'entre eux peuvent contenir des informations supplémentaires sur le séchage et le fumage, qui devraient être également prises en compte.

OBSERVATIONS GÉNÉRALES SUR LES PROCESSUS DE FUMAGE ET DE SÉCHAGE PAR CONVECTION

31. La formation des HAP lors des processus de fumage et de séchage dépend d'un certain nombre de variables, dont:
- a) Le combustible (bois, diesel, gaz, déchets liquides/solides et autres combustibles);
 - b) La méthode de fumage ou de séchage (par convection ou indirect);
 - c) Le procédé de production de la fumée par rapport à la température de pyrolyse et du courant d'air dans le cas d'un générateur de fumée (friction, feu couvant, plaques thermostatées) ou par rapport aux autres méthodes comme le fumage direct ou la fumée régénérée par atomisation de condensé de fumée (fumée liquide);
 - d) La distance entre l'aliment et la source de chaleur;
 - e) La position de l'aliment par rapport à la source de chaleur;
 - f) La teneur en graisses de l'aliment et l'effet de la transformation sur cette teneur;
 - g) La durée du fumage et du séchage par convection;
 - h) La température pendant le fumage et le séchage par convection;
 - i) La propreté et l'entretien du matériel;
 - j) Le modèle de la chambre de fumage et le matériel utilisé pour assurer le mélange fumée/air (qui influence la densité de la fumée dans la chambre de fumage).
32. D'une façon générale, les changements apportés aux techniques de transformation peuvent dans certains cas réduire la quantité des HAP qui se forment pendant la transformation. Les processus de séchage indirect ou de fumage entraînent des teneurs en HAP inférieures à celles du séchage ou du fumage directs. Par ailleurs, l'emploi de condensé de fumée, d'une sélection de combustible comme certaines espèces de bois et en réglant la durée et la température de la transformation influencent la formation des HAP. L'ajout de charbon actif à l'huile de noix de coco en dosage adéquate pendant le processus de raffinage peut totalement éliminer la contamination par les HAP.
33. L'application du système HACCP conformément aux principes et aux étapes recommandées par le Codex comme l'une des options visant à réduire les HAP.

FUMAGE

34. Les techniques de fumage sont utilisées depuis des siècles comme méthode de conservation de la viande et du poisson. La fumée s'imprègne dans les aliments hyperprotéinés avec des composantes aromatiques, ce qui donne de la saveur et de la couleur à l'aliment et qui joue aussi un rôle bactériostatique et antioxydant.

Combustible utilisé pour le fumage

35. Pour fumer les aliments, le bois est généralement le combustible utilisé, mais d'autres types de combustibles comme la bagasse (de la canne à sucre), la rafle de maïs et la coque de noix de coco peuvent potentiellement être utilisés. Le combustible utilisé est un point important à examiner en matière de contaminants potentiels des aliments, par exemple, la contamination des aliments par les HAP varie selon que le bois ou la paille sont utilisés. La contamination par les HAP due aux oléagineux est plus élevée quand on utilise la coque de la noix de coco par rapport à l'enveloppe en raison de la teneur en lignine plus élevée dans la coque.

36. Les espèces de bois utilisées ont une influence sur la formation des HAP. Cependant, il n'a pas été possible de trouver des références généralement acceptées sur l'utilisation des espèces de bois ou autres matières végétales. Il est par conséquent recommandé d'étudier individuellement les espèces de bois et autres matières végétales utilisées dans le processus de fumage soient évaluées par rapport à la formation des HAP avant leur utilisation. Par ailleurs, le bois à utiliser dans le processus de fumage devrait ne pas être résineux de préférence.

37. L'utilisation des combustibles autres que le bois et autres matières végétales pour le fumage est à déconseiller. Les combustibles comme par exemple, le diesel, le caoutchouc comme les pneus ou les huiles usagées ne doivent, d'une façon générale, pas être utilisés, même en tant que composant partiel, car ils peuvent entraîner une augmentation considérable des niveaux de HAP. Les bois traités aux produits chimiques pour la conservation, l'imperméabilité, l'ignifugation etc. ne doivent pas être utilisés. Ces traitements peuvent entraîner l'altération de l'aliment ainsi que l'introduction d'autres contaminants par exemple, la dioxine issue des bois traités au pentachlorophénol (PCP).

Aliments fumés

38. La position de l'aliment dans la chambre de fumage et la distance entre l'aliment et la source de chaleur est un point important du processus de fumage. Comme les HAP sont liés aux particules, une distance plus grande entre la source de fumée et l'aliment à fumer peut réduire la teneur en HAP dans l'aliment.
39. Pendant le fumage direct, les graisses alimentaires qui s'égouttent sur la source de fumée, par exemple, sur le bois incandescent, peuvent augmenter la teneur en HAP de la fumée et par suite, de l'aliment fumé. Afin d'éviter une augmentation de la teneur en HAP due aux graisses qui s'égouttent dans le feu ouvert, des plaques de métal perforées peuvent être installées entre l'aliment à fumer et la source de chaleur.
40. La qualité microbiologique du produit alimentaire final doit être évaluée pour assurer qu'il n'y a pas de croissance potentielle d'agents pathogènes pendant la transformation et dans le produit final.
41. Les propriétés organoleptiques des produits finis sont leur caractéristique essentielle. Les changements apportés aux méthodes utilisées ne donneront pas nécessairement des produits acceptables du point de vue organoleptique.

Transformation

42. On reconnaît généralement quatre types de processus de fumage: le feu couvant, les plaques thermostatées, les processus de friction et le fumage par condensés de fumée. Le processus par friction produit la fumée par pyrolyse de la sciure de bois, de copeaux de bois ou de bûches de bois, respectivement. Les condensés de fumée peuvent être utilisés en exposant l'aliment à la fumée qui est reproduite ou régénérée en atomisant les condensés de fumée (fumée liquide) dans la chambre de fumage.
43. La fumée est produite par pyrolyse du combustible à une température d'environ 300-450 °C dans la zone incandescente. Pour produire de la fumée pour fumer les aliments, il faut éviter les flammes, y compris en réglant le passage de l'air.
44. Les différences entre les processus de fumage peuvent entraîner des niveaux fortement variables de HAP dans le produit alimentaire final. Le choix de la technologie de transformation est très important pour la concentration finale des HAP. Identifier les paramètres critiques de la formation des HAP dans un processus donné peut être potentiellement utile au contrôle des

niveaux de HAP. Le fumage direct exige moins de matériel que le fumage indirect mais peut entraîner des niveaux supérieurs de HAP dans le produit alimentaire final.

45. Remplacer le fumage direct par le fumage indirect peut réduire de façon significative la contamination des aliments fumés. Dans les fours industriels modernes, un générateur de fumée externe se déclenche automatiquement dans des conditions déterminées pour nettoyer la fumée et régler son débit quand elle entre en contact avec l'aliment. Dans les entreprises plus traditionnelles ou de plus petite échelle, il se peut cependant qu'il n'y ait pas cette option.
46. Les processus de fumage se divisent généralement en trois groupes selon la température utilisée dans la chambre de fumage pendant le processus:
- a) *Le fumage à froid* avec des températures allant de 18 à 25 °C. Utilisé pour, par exemple, certaines espèces de poissons et les saucissons du type salami;
 - b) *Le fumage à température moyenne* avec des températures de l'ordre de 30 à 40 °C. Utilisé pour, par exemple, certaines espèces de poissons, le bacon et la longe de porc;
 - c) *Le fumage à chaud* est le fumage associé à la chaleur résultant de températures allant de 70 à 90 °C. Utilisé pour, par exemple, certaines espèces de poissons, et les saucisses du type saucisses de Francfort.
47. Le choix du générateur utilisé doit être basé sur l'évaluation de la réduction possible de la teneur en HAP dans l'aliment final et, si possible, prévoir le lavage de la fumée après sa sortie du générateur et avant son entrée dans la chambre de fumage. On obtient de bons résultats en installant des écrans déflecteurs à la sortie du générateur de fumée, munis d'un dispositif pour décanter le goudron. Une méthode plus efficace est de contrôler la température de la pyrolyse et de décanter la phase lourde à l'aide d'un dispositif de refroidissement muni d'un écran déflecteur. Les antécédents et données scientifiques qui illustrent l'influence exacte de l'utilisation des différents types de combustible, de la durée, de la température etc. sont limités et des examens précis sont nécessaires dans le cadre de l'analyse des risques aux points de contrôle importants de chaque processus. Par ailleurs, d'autres méthodes, comme l'utilisation de longs tuyaux dans le matériel peuvent réduire les HAP.

48. Comme les HAP sont liés aux particules, un filtre peut être utilisé pour éliminer les matières particulaires de la fumée. Cela devrait réduire la contamination potentielle par les HAP.
49. La quantité d'oxygène doit être adéquate pour assurer la combustion partielle/incomplète du combustible. L'excès d'oxygène augmente la température dans la zone incandescente et accroît la formation des HAP. Le manque d'oxygène peut favoriser la formation de davantage de HAP dans la fumée, ainsi que produire du monoxyde de carbone, qui présente des risques pour le personnel.
50. La température est importante pour la combustion partielle/incomplète du combustible. La composition de la fumée dépend de la température, qui doit être réglée de façon à minimiser la formation des HAP. Certes, davantage de données sont nécessaires pour établir quelles températures sont à recommander.
51. En principe, la durée du fumage doit être la plus courte possible pour minimiser l'exposition de la surface des aliments à la fumée contenant les HAP. Cependant, dans le cas du fumage à chaud, quand le produit doit en même temps être cuit, il est essentiel de prévoir une durée suffisante pour que la cuisson du produit soit complète. Dans le cas où la fumée chaude est la seule source de chaleur (fumeurs traditionnels), la chambre de fumage doit être chauffée avant que les produits à fumer soient introduits. La durée du fumage n'est pas un paramètre important tant que la source de la fumée est bien contrôlée. Par ailleurs, les durées de fumage moins longues peuvent avoir un impact sur l'innocuité des aliments et la durée de conservation. Il est clair que les mesures préventives ne peuvent pas être prises indépendamment des autres considérations et il est vital qu'elles n'affectent pas négativement les propriétés sensorielles et l'acceptation du produit par le consommateur. En outre, la stabilité microbiologique et les propriétés nutritionnelles doivent demeurer inchangées et il est nécessaire de veiller à assurer que d'autres contaminants ne sont pas introduits par inadvertance.
52. Les condensés de fumée étant produits à partir de fumée qui est soumise au fractionnement et à la purification, les produits obtenus par fumage à la fumée condensée contiennent généralement des niveaux inférieurs de HAP que les produits fumés avec la fumée fraîchement produite.

Traitement après fumage

53. Il y a trois types de nettoyage à utiliser soit pendant la transformation ou en tant que traitement après fumage:

- a) Le nettoyage de la fumée avant son entrée dans la chambre de fumage. Pour ce faire, on procède au lavage (épuration), à l'aide d'un condenseur de goudron, par refroidissement ou filtrage. Le but est d'éliminer les HAP liés aux particules de fumée;
- b) Le traitement après fumage concerne le nettoyage du produit fumé. Dans ce cas, le rinçage du produit ou l'immersion dans l'eau élimine la suie et les particules contenant les HAP à la surface de l'aliment. Ce type de nettoyage n'est pas applicable à tous les types de produits, par exemple, le poisson et les produits de la pêche fumés;
- c) Le brossage de la surface même du produit fumé. En cas d'aliment fume solide, par exemple, le bonito séché fume (à savoir *katsuobushi*, aliment japonais traditionnel), cela peut réduire la teneur en HAP dans le produit final.

54. Si possible, le lavage et le refroidissement à l'eau de la fumée doivent être utilisés pour réduire la teneur en HAP dans l'aliment final. Le refroidissement à l'eau est déjà utilisé dans l'industrie de la viande, et ce type de lavage après transformation du produit peut éliminer les particules contenant les HAP présentes à la surface du produit.

55. Le lavage du produit n'est pas praticable sur les produits halieutiques car il entraîne la baisse de la qualité organoleptique et l'augmentation du risque microbiologique. Les produits halieutiques sont généralement fumés en entier, tel le poisson avec sa peau, et si la peau n'est pas consommée, une partie de la contamination par les HAP s'élimine avec la peau. Il est donc recommandé de fumer le poisson en priorité avec la peau et de l'enlever avant la consommation.

POINTS IMPORTANTS À CONSIDÉRER ET RECOMMANDATIONS EN MATIÈRE DE FUMAGE

56. La teneur en HAP des aliments fumés peut être minimisée en identifiant et en évaluant, et en prenant les mesures appropriées. Un système HACCP peut être appliqué.

57. Combustible:

- a) Le type et la composition du bois utilisé pour fumer les aliments, y compris l'âge et la teneur en lignine du bois utilisé. En général, il convient d'éviter d'utiliser le bois des conifères qui contient des teneurs en lignine élevées;

- b) Surveiller la teneur en eau du combustible. La baisse de la teneur en eau peut entraîner la combustion rapide du combustible et des niveaux de HAP plus élevés;
- c) Quand des espèces de bois individuelles et d'autres types de matières végétales comme la bagasse (de la canne à sucre), la rafle de maïs et la coque et l'enveloppe de la noix de coco sont utilisées, leur emploi devrait être évalué au regard de la contamination par les HAP;
- d) Ne pas utiliser le bois traité aux produits chimiques;
- e) Utilisation de combustibles autres que le bois et les matières végétales: ne pas utiliser le diesel, les déchets, notamment les pneus en caoutchouc, les huiles usagées qui peuvent déjà contenir des teneurs élevées en HAP;
- f) L'effet produit sur le goût dans le produit final.

58. Fumée produite et utilisée dans le processus:

- a) La composition de la fumée dépend par exemple, du type de bois ou autre matières végétales, de la quantité d'oxygène présent et de la température de la pyrolyse et éventuellement de la durée pendant laquelle la matière végétale brûle;
- b) Le modèle de la chambre de fumage et du matériel utilisé pour le mélange fumée/air (par exemple, la longueur du tuyau dans le matériel);
- c) Le filtrage ou le refroidissement de la fumée quand c'est possible;
- d) Le lavage de la fumée entre le générateur de fumée et la chambre de fumage quand c'est possible;
- e) Installer des déflecteurs placés après le générateur de fumée, munis d'un dispositif permettant de décanter le goudron, si possible;

59. Aliments fumés:

- a) La position de l'aliment dans la chambre de fumage et la distance entre l'aliment et la source de chaleur;
- b) Les propriétés chimiques et la composition de l'aliment, par exemple, la teneur en graisse de l'aliment à fumer;
- c) Les dépôts de particules de fumée en surface et la surface propre à la consommation humaine. Pour le poisson, la recommandation est de fumer en priorité le poisson avec la peau;
- d) La qualité microbiologique après la transformation;
- e) Les propriétés organoleptiques de l'aliment final.

60. Processus de fumage:

- a) Déterminer s'il s'agit du processus de fumage direct ou indirect. Remplacer le fumage direct par le fumage indirect quand c'est possible;
- b) Évaluation préalable des générateurs de fumée en tenant compte de la teneur finale en HAP de la fumée;
- c) Réglage du débit de l'air pour éviter les températures trop élevées dans la zone incandescente pendant la production de la fumée;

- d) Choix approprié de la chambre de fumage et du dispositif de traitement du mélange air/fumée;
- e) Accessibilité de l'oxygène pendant le processus de fumage;
- f) Durée du fumage: réduire la durée pendant laquelle l'aliment est en contact avec la fumée. Il sera nécessaire de tenir compte des conséquences sur la salubrité microbiologique et la qualité de l'aliment;
- g) Températures: température dans la zone incandescente (à l'étape de la production de la fumée) et température de la fumée dans la chambre de fumage;
- h) Afin d'éviter une augmentation de la teneur en HAP due aux graisses qui s'égouttent dans le feu ouvert, des plaques de métal perforées peuvent être installées entre l'aliment à fumer et la source de chaleur;
- i) Méthode de nettoyage et programme appliqué à l'unité de transformation;
- j) En option à l'utilisation de fumée fraîchement produite, les fabricants peuvent envisager de fumer à l'aide de fumée régénérée à partir de condensés de fumée, comme la pulvérisation, l'immersion, l'injection ou le trempage.

61. Processus après fumage:

Le nettoyage du produit fumé même. Dans pareil cas, la suie et les particules contenant les HAP à la surface de l'aliment sont éliminées par rinçage du produit ou immersion dans l'eau. Ce type de nettoyage ne sera pas possible à appliquer à tous les types de produits, par exemple, les produits halieutiques fumés. Par ailleurs, le lavage peut diminuer la qualité organoleptique et augmenter le risque microbiologique.

SÉCHAGE PAR CONVECTION

62. Une des plus anciennes méthodes de conservation des aliments est le séchage par convection car il exige moins de matériel que le séchage indirect. Le séchage par convection réduit suffisamment l'activité de l'eau pour retarder ou prévenir la croissance bactérienne. Le séchage par convection des aliments peut avoir lieu au soleil et au vent ou à l'aide de gaz de combustion chauds. L'eau est généralement éliminée par évaporation et la formation d'une couche extérieure dure empêche les micro-organismes d'entrer dans l'aliment.

CONSIDÉRATIONS RELATIVES À L'ÉLABORATION DE MESURES PRÉVENTIVES POUR RÉDUIRE LA TENEUR EN HAP DANS LES ALIMENTS SÉCHÉS

Cette section est divisée en séchage par convection à l'aide a) du soleil ou du vent, b) d'autres combustibles.

Séchage solaire

63. Au cours du séchage par la chaleur solaire, la source potentielle des HAP est l'environnement, la contamination provenant du sol et de la poussière et/ou de la combustion liée aux industries et à la circulation ainsi qu'aux incendies de forêts et aux éruptions volcaniques.
64. Le séchage solaire des aliments a l'avantage d'utiliser l'énergie libre du soleil ou du vent. Cependant, les bienfaits d'un plus grand contrôle sur l'environnement et la durée du séchage, le séchage plus rapide et moins de contamination par les particules de poussière, d'herbe et d'insectes, associé à la demande du consommateur axée sur un produit plus propre et moins contaminé rend le séchage artificiel (la déshydratation) plus intéressant.
65. Un inconvénient important du séchage solaire est l'exposition des aliments à l'environnement, par exemple, l'exposition aux mauvaises conditions météorologiques et aux agents de contamination. Les intempéries, sur lesquelles le producteur n'a aucun contrôle, affectent fortement le taux de séchage. La contamination des aliments séchés par des matières étrangères est préoccupante. Les aliments séchés au soleil sont exposés à la contamination par la poussière portée par le vent, les semences, les insectes, les rongeurs et les excréments d'oiseaux.
66. Le séchage des récoltes ne doit pas être pratiqué près des sources de combustion industrielle de gaz, comme les routes à circulation dense, les incinérateurs, les centrales à charbon, les travaux de cimenterie etc., ou à proximité immédiate de routes à circulation intense. Il est probable que la contamination liée au séchage dans ces endroits pose un problème spécial pour les denrées où la surface exposée est grande comme les épices. Cependant, des séchoirs couverts protègent dans une certaine mesure les récoltes des sources de contamination industrielle.

Processus de séchage par convection autre que le séchage solaire

67. Le processus de séchage doit commencer aussitôt que possible après réception des produits pour éviter toute détérioration non nécessaire.

Combustible utilisé dans le séchage par convection autre que le séchage solaire

68. Différents types de combustibles sont utilisés pour le séchage par convection, par exemple, le gaz naturel, la tourbe et les huiles minérales. Pour certains aliments, l'effet de choix du combustible sur le goût peut être un point important à considérer lors de la sélection du combustible. Dans tous les cas, les combustibles comme le diesel, le caoutchouc, les pneus ou les huiles usagées ne doivent pas être utilisés, même en tant que composante partielle, car ils peuvent engendrer les niveaux de HAP considérablement élevés.

Gas de combustion

69. Le séchage à l'aide de gaz de combustion multiplie la contamination par 3 à 10 fois; l'utilisation du coke comme combustible a entraîné une contamination bien moindre que l'utilisation d'huile. Le contact direct des graines oléagineuses ou des céréales avec les effluents de combustion pendant les processus de séchage a entraîné la formation des HAP et doit, par conséquent, être évité, et le JECFA recommande que le contact des aliments avec les gaz de combustion soit minimisé.

Aliments séchés

70. Un grand nombre d'aliments comme la viande et de nombreux fruits sont généralement séchés. Le séchage est par ailleurs la méthode normale de conservation des céréales.

71. La contamination des céréales et des huiles végétales (y compris l'huile de résidus d'olives) par les HAP a généralement lieu au cours des processus technologiques comme le séchage direct au feu, où les effluents de combustion entrent en contact avec l'aliment. Le contact direct des graines oléagineuses ou des céréales avec les effluents de la combustion ont résulté en une accumulation des HAP et devrait par conséquent être évité.

Processus de séchage par convection

72. Les déshydrateurs sont utiles pour les grands espaces de séchage et les grands producteurs. La déshydratation permet de maintenir un cycle de production régulier réduit les coûts de la main d'œuvre et est une assurance contre les conditions météorologiques non propices au séchage solaire. Un système composé du séchage solaire initial suivi d'une déshydratation finale peut présenter des avantages considérables sans perte de la qualité.

73. Les pratiques et les applications courantes du séchage par convection/chauffage direct consistent à éliminer l'eau (et/ou les solvants, les produits chimiques) ajoutés, maintenus ou produits pendant la transformation. Lors du séchage par convection, l'air chaud est envoyé directement sur les denrées alimentaires et les effluents de combustion entrent par conséquent directement en contact avec l'aliment. Un exemple de la contamination par les HAP due au séchage par convection est la contamination des huiles végétales (y compris l'huile de résidus d'olives) dans lesquelles l'huile a été contaminée par les HAP pendant le processus technologique. Un autre exemple peut être le séchage des graines oléagineuses avant l'extraction de l'huile.
74. Le séchage continu, dans lequel les céréales traversent l'espace de séchage de façon continue, est une méthode répandue pour le séchage des graines. Cette technique peut être utilisée pour sécher les céréales alimentaires. La chaleur directe atteint généralement des températures allant jusqu'à 120 °C pour les produits de consommation animale. Pour les aliments de consommation humaine, on utilise la chaleur indirecte (génération de chaleur externe) et des températures allant de 65 à 80 °C (pain, malt etc.). La durée dans chacun des deux types de séchage est de 30 minutes à 1 heure, selon la teneur initiale en humidité des céréales.
75. La déshydratation procure une forme d'assurance contre les intempéries qui peuvent pénaliser le séchage traditionnel au soleil et à l'ombre. Le contrôle précis des conditions de séchage (température, humidité relative et circulation de l'air) qui sont essentielles à l'efficacité de la déshydratation est réalisé. Un grand nombre de fruits, légumes, herbes aromatiques, viande et poisson à l'état frais peuvent être séchés.
76. Une température trop élevée (celle qui entraîne la brûlure visible du produit) peut entraîner la formation des HAP. Quand un système comprenant un brûleur est utilisé, la température du brûleur doit être suffisante pour permettre la combustion complète du combustible, car la combustion incomplète peut entraîner la formation de HAP dans les gaz de séchage. L'homogénéité adéquate de la température de l'air est importante pour éviter la surchauffe.
77. La durée du séchage doit être aussi courte que possible afin de diminuer le plus possible le temps d'exposition de l'aliment aux gaz potentiellement contaminants.

78. L'utilisation du charbon actif est nécessaire pour raffiner l'huile, pour réduire la teneur en HAP après le séchage par convection. Un système de suivi pour la teneur en HAP doit être établi et des étapes supplémentaires de raffinage (au charbon actif) doivent être utilisées quand la teneur en HAP dans l'aliment est inacceptable.
79. S'assurer que la combustion complète du combustible a eu lieu en surveillant le CO dans les gaz, en vérifiant l'accumulation de suie sur le brûleur (s'il y a lieu) , et en vérifiant le réglage du brûleur et de la température du feu.
80. Comme les processus de séchage peuvent être une source potentielle de HAP dans les céréales et les graines oléagineuses, il est également nécessaire de contrôler les teneurs en HAP dans les cultures après récolte, en tenant compte tout particulièrement de la source de la contamination, car ces produits peuvent avoir un impact considérable sur l'ingestion des HAP d'origine alimentaire. Le JECFA recommande d'éviter de sécher les graines au feu et cherchent de nouvelles techniques de séchage.
81. De nombreux facteurs, y compris le coût du matériel et la disponibilité des sources d'énergie, conduisent souvent à sécher des aliments similaires par des moyens très différents.
82. Remplacer le séchage direct (par convection) par le séchage indirect peut réduire considérablement la contamination des aliments séchés. Le JECFA a recommandé que le séchage par convection soit remplacé par le séchage indirect.

POINTS IMPORTANTS À CONSIDÉRER ET RECOMMANDATIONS CONCERNANT LE SÉCHAGE PAR CONVECTION AUTRES QUE LE SÉCHAGE SOLAIRE

83. La teneur en HAP des aliments séchés par convection peut être minimisée en remplaçant le séchage par convection par le séchage indirect, si possible, ou en identifiant et en évaluant les points importants à considérer mentionnés ci-après, et en prenant les mesures appropriée. Un système HACCP peut être appliqué.
84. Combustible:
- a) Le type et la composition du combustible utilisé pour sécher les aliments affectent la teneur en HAP;

- b) Ne pas utiliser les bois traités aux produits chimiques, par exemple, le bois préservé, le bois peint;
- c) Surveiller la teneur en eau du bois. Une teneur en eau plus basse dans le bois peut entraîner la combustion rapide du combustible et des niveaux plus élevés de HAP;
- d) Éviter d'utiliser les combustibles comme le diesel, les déchets, notamment les pneus en caoutchouc, les résidus d'olives et les huiles usagées qui contiennent déjà des niveaux élevés de HAP;
- e) L'effet produit sur le goût du produit final.

85. Processus de séchage:

- a) La température de l'air doit être optimale;
- b) Réduire la durée pendant laquelle l'aliment est en contact avec les gaz de combustion;
- c) Utiliser du charbon actif pour le raffinage de l'huile;
- d) Éviter de sécher les oléagineux au-dessus du feu;
- e) Éviter le contact direct des oléagineux ou des céréales avec les produits de combustion;
- f) Veiller à la propreté et à l'entretien du matériel (notamment les séchoirs).

Prévention et Réduction de la Contamination des Produits de Consommation Humaine et Animale

Première édition

Cette première édition contient tous les codes d'usages relatifs à la prévention et à la réduction des contaminants (à savoir mycotoxines, métaux lourds et substances chimiques) dans les produits de consommation humaine et/ou animale adoptés par la Commission du Codex Alimentarius jusqu'en 2011.

La Commission du Codex Alimentarius est un organisme intergouvernemental de plus de 180 membres, établi par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et l'Organisation mondiale de la santé (OMS).

Le **C O D E X A L I M E N T A R I U S** est le résultat du travail de la Commission: un recueil de normes alimentaires, lignes directrices, codes d'usages dans le but de protéger la santé des consommateurs et garantir des pratiques loyales dans le commerce alimentaire.

ISBN 978-92-5-207119-8 ISSN 1020-2560



9 789252 071198

I2556F/1/12.11