



PROGRAMME MIXTE FAO/OMS SUR LES NORMES ALIMENTAIRES

COMITÉ DU CODEX SUR LES CONTAMINANTS DANS LES ALIMENTS

Septième session

Moscou, Fédération de Russie, 8-12 avril 2013

DOCUMENT DE DISCUSSION SUR LES AFLATOXINES DANS LES CÉRÉALES

Afin d'assister le Comité à progresser dans ses travaux sur la contamination des céréales par les aflatoxines, les membres et observateurs du Codex sont invités à consulter les conclusions et les recommandations à la page 8.

## GÉNÉRALITÉS

1. À la vingt-troisième session du Comité sur les additifs alimentaires et les contaminants dans les aliments (CCFAC) (1991), une limite maximale (LM) de 10 µg/kg d'aflatoxines totales (B1 + B2 + G1 + G2) a été proposée pour tous les aliments. Cependant, faute de parvenir à un consensus sur ce sujet parmi les membres des pays, l'élaboration d'une LM pour les aflatoxines dans les aliments a été interrompue et le Comité a décidé d'examiner le problème sur la base de chaque produit.<sup>1</sup>
2. À la sixième session du Comité sur les contaminants dans les aliments (CCCF) (2012), le Comité est convenu de préparer un document de discussion sur les aflatoxines dans les céréales par le biais d'un groupe de travail électronique dirigé par le Brésil et co-présidé par les États-Unis d'Amérique pour examen et discussion à la prochaine session en vue d'identifier les mesures possibles ou les nouveaux travaux sur la question. Le Comité est par ailleurs convenu d'entreprendre de nouveaux travaux sur l'élaboration d'un appendice sur la gestion des aflatoxines et de l'ochratoxine A dans le sorgho au Code d'usages en matière de prévention et réduction de la contamination des céréales par les mycotoxines (CAC/RCP 51-2003).<sup>2</sup>
3. Le présent document ne contient pas de données sur les aliments transformés.

## INTRODUCTION

4. Les aflatoxines (AF) sont considérées comme le groupe le plus important de mycotoxines dans la filière alimentaire mondiale et sont essentiellement produites par *Aspergillus flavus* et *Aspergillus parasiticus*. Les AF B1, B2, G1 et G2 sont les quatre principales AF naturellement produites, B et G renvoyant aux couleurs fluorescentes bleue et verte (green) produites sous rayons ultraviolets (Pitt et Hocking, 2009).
5. *A. flavus* est généralement présent dans la plupart des aliments produits dans les pays tropicaux, avec une affinité spéciale pour le maïs, les arachides et les graines de coton. D'une façon générale, *A. flavus* ne produit que les aflatoxines B et est pourtant considéré comme la source principale d'AF. *A. parasiticus* produit à la fois les aflatoxines B et G et est généralement isolé dans les arachides, et rarement trouvé dans d'autres aliments (Frisvad et al., 2006). Les conditions optimales pour la production des AF par ces deux espèces sont 33°C et 0,99 a<sub>w</sub> (Sanchis et Magan, 2004). Les AF pourraient être produites par les champignons avant et/ou après la récolte des céréales, sous l'influence de plusieurs facteurs environnementaux comme la température, l'humidité relative, la détérioration due aux insectes, la sécheresse et le stress des végétaux (Miraglia et al., 2009).

## ASPECTS TOXICOLOGIQUES

6. À sa quarante-neuvième réunion (1998), le comité mixte FAO/OMS d'experts des additifs alimentaires (JECFA) a évalué les données toxicologiques des AF (B1, B2, G1 et G2) et a évalué l'exposition alimentaire humaine aux AF (FAO/OMS, 1998). Le JECFA a examiné une toute une série d'études, à la fois sur les animaux et sur les humains, et a conclu que les AF sont cancérigènes dans le foie humain, AFB1 étant la plus active d'entre elles. Aucune dose journalière admissible n'a été proposée vu que ces substances sont des cancérigènes génotoxiques.

<sup>1</sup> ALINORM 92/12A, par. 118.

<sup>2</sup> REP12/CF, par. 175.

7. Les risques liés à l'exposition des AF ont été évalués au moyen des estimations de l'activité dans le cancer du foie humain dérivées d'études épidémiologiques et toxicologiques. L'activité des AF a été définie par le JECFA comme 30 fois plus élevée dans les porteurs du virus de l'hépatite B (HBsAg<sup>+</sup>; environ 0,3 cancers/an/100000 individus) que dans les non porteurs du virus de l'hépatite B (HBsAg<sup>-</sup>; environ 0,01 cancers/an/100000 individus). Par conséquent, la réduction de l'ingestion des AF dans les populations à forte prévalence de porteurs de l'hépatite B produira un impact plus important sur la réduction des taux de cancer hépatique que dans les populations à faible prévalence de porteurs.

8. À sa soixante-quatrième réunion, le JECFA (FAO/OMS, 2005) a décidé que l'évaluation des substances qui sont à la fois génotoxiques et cancérigènes, comme les AF, devrait être fondée sur l'estimation des marges d'exposition (MOE). La marge d'exposition est définie par le rapport entre le seuil toxicologique (comme la limite inférieure de la dose repère BMDL<sup>3</sup>) et l'ingestion. Une marge d'exposition inférieure à 10000 peut indiquer un problème de santé publique (AES, 2005).

## MÉTHODES D'ANALYSE

9. Il existe une série de méthodes pour analyser les AF et chacune d'entre elles devrait fournir des résultats fiables et reproductibles. Les méthodes généralement utilisées pour l'analyse des AF reposent sur trois étapes principales: l'extraction, le nettoyage et la détection (Brera et al., 2008). En général, les échantillons sont extraits à l'aide d'un mélange d'eau et de solvants organiques comme l'acétonitrile, le méthanol ou l'acétone (Reiter et al., 2009). Le nettoyage des échantillons est principalement pratiqué en colonnes multifonctionnelles (Fu et al., 2008; Garrido et al., 2012) ou d'immuno-affinité (Daniel et al., 2011; Mazaheri, 2009; Mohammadi et al., 2012).

10. Les méthodes de détection et de quantification comprennent la chromatographie sur couche mince (TLC) (Hussain et al., 2011; Moreno et al., 2009) et la chromatographie liquide à haute performance (HPLC) avec fluorescence (Almeida et al., 2012; Bansal et al., 2011; Ghali et al., 2010) ou les détecteurs de spectrométrie de masse (Martos et al., 2010; Oueslati et al., 2012; Soleimany et al., 2012). Les analyses à l'aide des détecteurs de fluorescence (FD) nécessitent généralement la dérivation en pré/postcolonne pour accentuer l'intensité de la fluorescence d'AFB1 et AFG1, accroissant ainsi la sensibilité (Bakirdere et al., 2012). L'acide trifluoroacétique (TFA) est communément utilisé pour dériver les extraits d'aflatoxines avant l'injection dans le système HPLC (Giray et al., 2007; Shah et al., 2010), alors que les traitements de dérivation en postcolonne les plus fréquemment utilisés sont électrochimiques avec Kobracell (Almeida et al., 2012; Reiter et al., 2010) et photochimiques avec PHRED (Lutfullah et Hussain, 2012; Rahmani et al., 2010).

11. L'utilisation des détecteurs ultraviolet (UV) est moins courante, mais elle existe (Binder et al., 2007; Fu et al., 2008). Le dosage avec immuno-adsorbant lié à une enzyme, ELISA, est une option pratique pour déterminer les aflatoxines et a été largement utilisé (Aydin et al., 2011; Karami-Osboo et al., 2012; Sun et al., 2011). Les limites de quantification des méthodes varient considérablement, selon l'aflatoxine analysée et la méthode choisie, allant de 0,01 µg/kg (HPLC-FD) (Almeida et al., 2012) à 4,0 µg/kg (TLC) (Rocha et al., 2009). Les méthodes LC-MS/MS ont des limites de quantification (LOQ) allant de 0,5 µg/kg (Soleimany et al., 2012) à 2,0 µg/kg (Oueslati et al., 2012).

## ASPECTS AGRICOLES, TECHNOLOGIQUES ET COMMERCIAUX

12. L'élimination complète des mycotoxines de la filière alimentaire est impossible. Le Code d'usages en matière de prévention et réduction de la contamination des céréales par les mycotoxines (CAC/RCP 51-2003) a été établi pour tenter de combattre et contrôler la contamination par les mycotoxines dans le monde entier. Le Code souligne l'importance de la mise en œuvre des bonnes pratiques agricoles (BPA) et des bonnes pratiques de fabrication (BPF) par les producteurs, outre l'adoption du système de gestion complémentaire, les principes HACCP – de l'analyse des risques – points critiques pour leur maîtrise.

13. Le Code d'usages contient les recommandations visant à réduire la présence des mycotoxines dans les céréales. Il est recommandé de maintenir la culture dans le cycle des rotations, d'éliminer les têtes et les tiges des grains précédents qui serviraient de substrats aux champignons producteurs de mycotoxines, d'établir le pH adéquat dans le sol et la nutrition végétale permettant d'éviter le stress des plants, de cultiver des variétés de graines développées pour résister aux champignons et aux insectes et d'éviter l'exposition à des températures élevées et le stress dû à la sécheresse. A la pré-récolte, la principale mesure serait de minimiser la détérioration due aux insectes et l'infection fongique à l'aide d'insecticides et de fongicides, le cas échéant. Il est très important de récolter le grain contenant une faible teneur en humidité en évitant les dommages mécaniques aux grains et le contact avec le sol. Les installations de séchage et d'entreposage devraient être propres, sèches et sans insectes. Les grains devraient être séchés dès que possible (généralement jusqu'à moins de 15 pour cent d'humidité) et nettoyé pour éliminer les grains endommagés.

### Autres approches de prévention de la contamination des grains de céréales par les aflatoxines

14. L'utilisation d'isolats atoxigènes d'*A. flavus* pour réduire la concentration en AF dans la culture en supprimant les producteurs d'AF est envisagée comme méthode prometteuse du contrôle des AF (Abbas, et al., 2011; Atehnkeng, et al., 2008). Probst et al. (2011) ont isolé des souches atoxigènes d'*A. flavus* à partir de maïs produit au Kenya et analysé le potentiel de réduction des concentrations en AF dans les grains de maïs co-inoculés avec des souches fortement toxigènes. Ils ont observé la réduction de jusqu'à 80,0 pour cent dans la concentration en AF. Une autre approche du contrôle biologique de la contamination par les AF dans le maïs a été évaluée par Accinelli et al. (2012). Les auteurs ont appliqué des granules bioplastiques inoculés avec des souches atoxigènes d'*A. flavus* à la surface du sol cultivé en maïs, réalisant une réduction de la contamination par les AF de 59 à 92 pour cent.

<sup>3</sup> Limite inférieure de l'intervalle de confiance de la dose repère.

15. Giorni et al. (2008) ont analysé le potentiel de l'utilisation d'atmosphères modifiées (25,0–75,0 pour cent de CO<sub>2</sub>) pour contrer le développement d'*A. flavus* et la production de l'aflatoxine B1 dans le grain de maïs après récolte. Les populations d'*A. flavus* étaient considérablement inférieures avec 25 et 75 pour cent de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère et tous les traitements au CO<sub>2</sub> ont réussi à réduire la production des toxines (de 57,0 à 98,0 pour cent).

### OCCURRENCE DANS LES ALIMENTS

16. L'occurrence mondiale des AF dans les céréales comme le maïs, le riz, le sorgho et le blé a été évaluée dans des études publiées portant sur des échantillons prélevés entre 2000 et 2012 et le résumé des résultats obtenus dans chaque étude figurent dans l'Appendice 1. Les données sur les aflatoxines dans ces denrées ont été regroupées par continent et ont été résumées dans le Tableau 1. Les moyennes des échantillons positifs ainsi que la moyenne mondiale, par denrée et par continent, ont été obtenues à l'aide de la moyenne pondérée des données prises dans la documentation. Compte tenu de l'hétérogénéité des données publiées, quelques hypothèses ont dû être posées afin de permettre le regroupement des données recueillies dans la documentation.

17. Le maïs représentait 57,2 pour cent des échantillons analysés dans le monde, alors que le riz, le sorgho et le blé ont contribué environ 15,0 pour cent chacun. De tous les échantillons analysés dans les études (16490), 35,9 pour cent étaient positifs pour au moins une aflatoxine. Le sorgho avait l'incidence la plus élevée d'échantillons positifs (70,7 pour cent), suivi du riz (53,7 pour cent), du blé (36,3 pour cent) et du maïs (23,2 pour cent). Les échantillons de sorgho avaient par ailleurs le niveau d'aflatoxine moyen le plus élevé parmi les grains analysés (122,6 µg/kg). Les niveaux d'aflatoxines dans les données analysées allaient de 0,002 à 48000 µg/kg, avec le niveau le plus élevé dans une étude qui a aussi analysé des échantillons pendant les flambées d'aflatoxicose au Kenya. La limite supérieure de la moyenne totale de tous les échantillons analysés était de 23,4 µg/kg (Tableau 1).

18. Parmi les 2193 échantillons de maïs contaminé analysés dans les études (Tableau 1), 34,5 pour cent provenaient d'Afrique. Les échantillons contaminés de riz, de sorgho et de blé venaient pour la plupart d'Asie (78,5, 82,4 et 82,3 pour cent des échantillons positifs, respectivement). Les échantillons d'Asie avaient l'incidence la plus élevée d'échantillons positifs pour toutes les céréales (Figure 1). L'incidence la plus faible de contamination a été observée dans des échantillons américains, aucun échantillon n'étant signalé positif pour le blé (Figure 1).

**Tableau 1 – Occurrence mondiale des aflatoxines dans les céréales.**

	N <sup>a</sup>	Échantillons positifs/ analysés (%)	Échantillons positifs (µg/kg)		Moyenne totale (µg/kg) <sup>b</sup>
			Moyenne ± SD	Fourchette	Limite inférieure <sup>c</sup> – supérieure <sup>d</sup>
<b>Maïs</b>	<b>36</b>	<b>2193/9431 (23,2)</b>	<b>23,8 ± 39,3</b>	<b>0,01–48000</b>	<b>5,5–6,5</b>
Afrique	13	756/2219 (34,1)	15,9 ± 11,1	0,01–48000	5,4–5,8
Amériques <sup>e</sup>	9	494/4666 (10,6)	27,3 ± 13,6	0,1–1393	2,9–4,5
Asie	11	645/1068 (60,3)	36,3 ± 71,4	0,1–888,3	21,9–22,2
Europe <sup>f</sup>	5	298/1478 (20,2)	20,4 <sup>g</sup> ± 8,9	0,01–820	2,3–2,6
<b>Riz<sup>h</sup></b>	<b>26</b>	<b>1471/2738 (53,7)</b>	<b>87,9 ± 34,8</b>	<b>0,002–371,9</b>	<b>47,2–47,4</b>
Afrique	5	45/78 (57,7)	41,1 ± 35,4	1,5–371,9	23,7–23,8
Amériques	6	200/589 (34,0)	4,0 ± 17,0	0,002–158,1	1,4–1,9
Asie	13	1155/1890 (61,1)	109,1 ± 43,8	0,01–308	66,7–66,7
Europe	2	71/181 (39,2)	8,9 ± 6,2	0,05–21,4	3,5–3,9
<b>Sorgho</b>	<b>11</b>	<b>1428/2019 (70,7)</b>	<b>122,6 ± 65,1</b>	<b>0,01–263,9</b>	<b>86,7–86,9</b>
Afrique	8	248/393 (63,1)	81,4 ± 68,0	0,34–1164	51,4–51,6
Asie	2	1176/1616 (72,8)	131,7 ± 89,8	0,01–263,9	95,8–96,0
Europe	1	4/10 (40,0)	20,0	NR	8,0–8,3
<b>Blé</b>	<b>15</b>	<b>836/2302 (36,3)</b>	<b>18,9 ± 41,8</b>	<b>0,1–643,5</b>	<b>6,8–8,1</b>
Afrique	6	66/206 (32,0)	10,0 ± 6,6	0,21–37,4	3,2–3,6
Amériques	1	0/40 (0,0)	-	-	ND–5,0
Asie	6	688/1711 (40,2)	14,5 ± 5,6	0,1–606	5,8–7,3
Europe	3	82/345 (23,8)	62,7 ± 103,3	10,4–643,5	14,9–15,3
<b>Total</b>	<b>64</b>	<b>5928/16490 (35,9)</b>	<b>62,8 ± 43,6</b>	<b>0,002–48000</b>	<b>22,6–23,4</b>

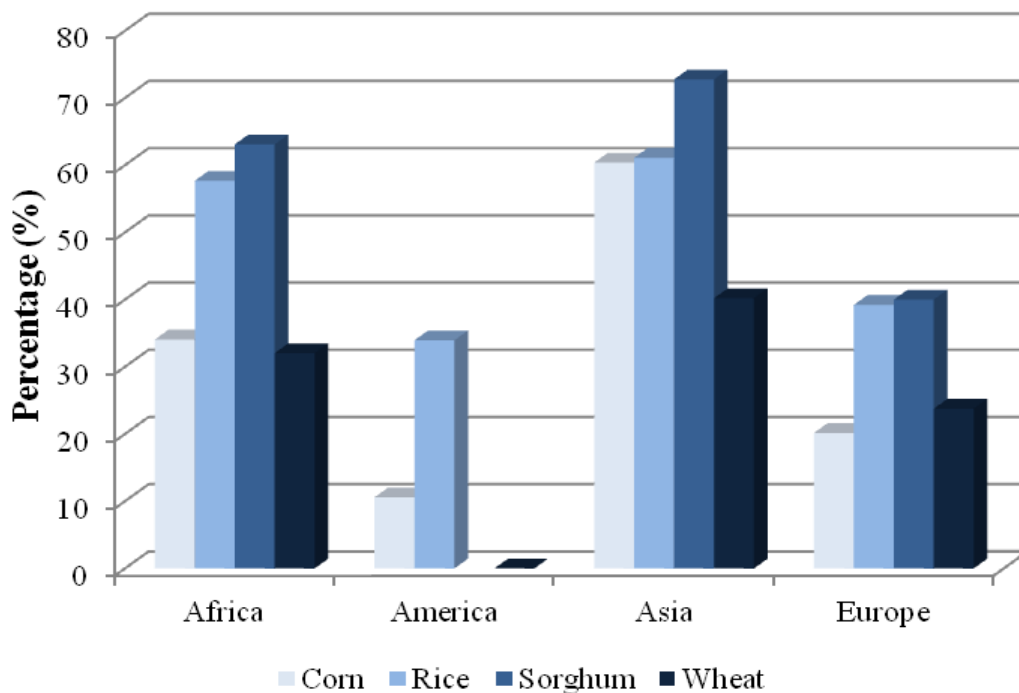
<sup>a</sup> Nombre d'études publiées dans la documentation; <sup>b</sup> moyenne de tous les échantillons; <sup>c</sup> échantillons inférieurs à la LOD ou la LOQ ont été considérés à zéro; <sup>d</sup> échantillons inférieurs à la LOD ou la LOQ ont été considérés à LOD 0,5 ou LOQ 0,5; <sup>e</sup> comprend les données de suivi du secrétariat américain aux produits alimentaires et pharmaceutiques; <sup>f</sup> comprend les données de suivi recueillies par l'EFSA (2007); <sup>g</sup> la moyenne des échantillons positifs n'était pas disponible dans le rapport de l'EFSA; <sup>h</sup> principalement du riz recueilli sur le marché, mais certaines études peuvent inclure des échantillons de riz non décortiqué.

Afrique: comprend les échantillons d'Algérie, du Bénin, du Togo, de Côte d'Ivoire, d'Égypte, du Kenya, de Malawi, du Maroc, du Nigéria, de Tanzanie, de Tunisie, d'Ouganda et de Zambie;

Amériques: comprend les échantillons d'Argentine, du Brésil, du Canada et des États-Unis;

Asie: comprend les échantillons de Chine, d'Inde, d'Iran, du Japon, de Corée, de Malaisie, du Pakistan, du Qatar et du Viet Nam;

Europe: comprend les échantillons d'Autriche, de Belgique, de Chypre, de la République tchèque, du Danemark, d'Estonie, de Finlande, de France, d'Allemagne, de Grèce, de Hongrie, d'Irlande, d'Italie, de Lettonie, du Luxembourg, de Serbie, de Slovaquie, de Slovénie, d'Espagne, de Suède, du Royaume-Uni et de Turquie.



**Figure 1** – Incidence des AF dans les échantillons de céréales analysés dans chaque continent, entre 2000 et 2012

(Figure 1 not translated)

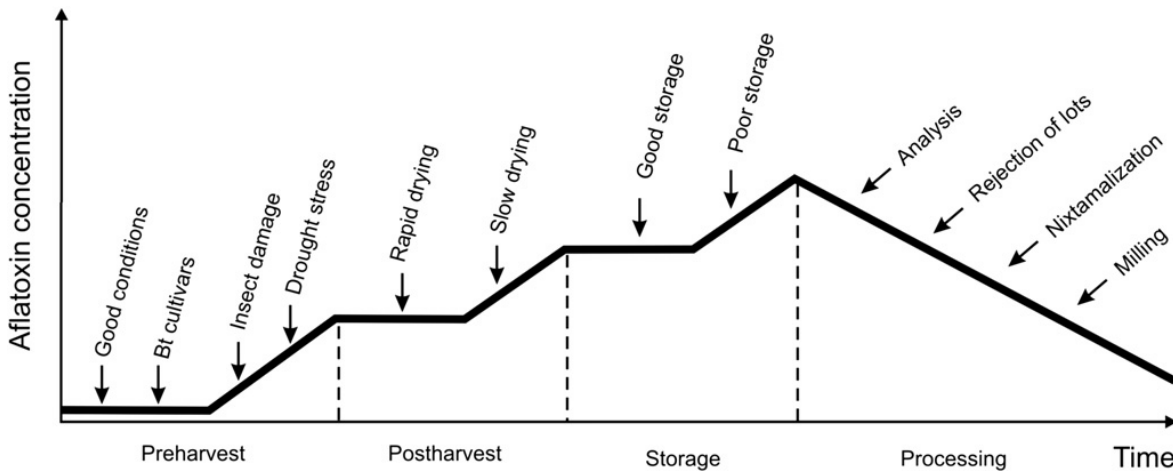
(E) Percentage = (F) Pourcentage

(E) Africa/America/Asia/Europe = (F) Afrique/Amérique/Asie/Europe

(E) Corn/Rice/Sorghum/Wheat = (F) Maïs/Riz/Sorgho/Blé

## STABILITÉ PENDANT LA TRANSFORMATION

19. Les AF sont des substances relativement stables qui ne sont pas complètement détruites par la plupart des processus de transformation des aliments et, par conséquent, les aliments à base de céréales prêts pour la consommation risquent d'être encore contaminés. Le triage, le nettoyage, le broyage et la transformation thermique (cuisson, cuisson au four, la torréfaction, le floconnage, l'extrusion) peuvent réduire la teneur en AF dans les produits alimentaires. La Figure 2 illustre l'évolution dans le temps de la formation et de la réduction des AF dans le maïs conformément à l'Objectif de sécurité sanitaire des aliments (Pitt et al, 2013).



**Figure 2.** L'évolution dans le temps de la formation et de la réduction des AF dans le maïs, conformément à l'Objectif de sécurité sanitaire des aliments (Pitt et al., 2013)

(Figure 2 is not translated)

(E) Aflatoxin concentration = (F) Concentration en aflatoxines

(E) Time = (F) Temps

(E) Pre-harvest - Good conditions/Bt cultivars/Insect damage/Drought stress = (F) Pré-récolte - Bonnes conditions/ Cultivars Bt/Dommages dus aux insectes/ Stress dû à la sécheresse

(E) Postharvest - Rapid drying/Slow drying = (F) Après récolte - séchage rapide/ séchage lent

(E) Storage - Good storage/Poor storage = (F) Entreposage - Entreposage adéquat/ Entreposage insalubre

(E) Processing - Analysis/Rejection of lots/Nixtamalization/Milling = (F) Transformation - Analyse/Rejet des lots/Nixtamalisation/Broyage

20. Le triage et le nettoyage éliminent généralement les parties contaminées des céréales, réduisant la concentration en AF. Johansson et al. (2006) ont démontré que les AF sont concentrées dans les composantes de qualité médiocre du maïs décortiqué. Près de 60 pour cent de la masse des AF a été détectée dans les grains de maïs endommagés (DM), les grains de maïs brisés et les matières étrangères (BCFM), représentant seulement 5 pour cent de la masse totale. Cette étude a par ailleurs noté une corrélation (0,964) entre la masse des AF dans les composantes DM et BCFM associées avec la concentration en AF dans le lot, indiquant sa valeur potentielle en tant que méthode de sélection pour prédire les AF dans les lots de maïs en vrac.

21. Pearson et al. (2004) ont testé une trieuse à double longueur d'ondes ultra-rapide pour éliminer le maïs contaminé par les AF. La réduction de la teneur en AF a atteint 82 pour cent dans les échantillons de maïs jaune qui contenaient initialement un niveau d'AF supérieur à 10 µg/kg, et 38 pour cent dans les échantillons contaminés par moins de 10 µg/kg. La même approche a été appliquée au maïs blanc, réduisant de 46 pour cent la teneur en AF dans le premier triage et de 88 pour cent après le re-triage (Pearson et al., 2010).

22. Il en est de même avec le broyage, où les AF peuvent être redistribuées et concentrées dans certaines fractions. Siwela et al. (2005) a montré que la concentration en AF dans la semoule de maïs était réduite d'approximativement 92 pour cent après le décortiquage des grains de maïs. Pendant la production du riz poli (après le décortiquage et le blanchiment), une réduction des AF de 92 à 97 pour cent de la concentration initiale du grain brut a été observée par Castells et al. (2007).

23. Plusieurs études ont porté sur la répartition des AF lors du processus du broyage humide du maïs (CRA, 2011). Ces études ont démontré que les AF sont principalement détectées dans la phase aqueuse du processus, en raison de leur solubilité relativement élevée dans la fraction de l'eau. Par conséquent, l'amidon, fraction couramment utilisée comme aliment, est essentiellement exempt d'aflatoxines.

24. La répartition des AF dans les fractions de maïs broyé à sec a été évaluée par Castells et al. (2008). Les auteurs ont trouvé des niveaux d'AF plus élevés dans les couches externes des grains, alors que les produits transformés dérivés de la partie interne du grain, comme la semoule de maïs ou le gruau en flocons, avaient des niveaux de mycotoxines réduits. Pietri et al. (2009) ont observé des réductions de 8,0 pour cent (dans un lot de maïs contaminé à 5 µg/kg) et de 57,0 pour cent (dans un lot contaminé à 120 µg/kg) des niveaux d'AF après les étapes du nettoyage. L'élimination ultérieure du son et du germe a engendré une nouvelle réduction des niveaux de contamination dans les produits destinés à la consommation humaine. Dans les deux documents, les parties les plus contaminées étaient celles destinées généralement à la production des aliments pour animaux.

25. Hwang et Lee (2006) ont évalué la réduction de la contamination par AFB1 du blé après le lavage (10 à 30 min) et le chauffage de blé sec et humide dans un four à des températures diverses (50 à 200°C) pendant des périodes de durée différente (30 à 90 min). La réduction d'AFB1 dans tous les échantillons de blé était proportionnelle au temps de lavage (accrue avec la durée prolongée), allant de 41,0 à 62,0 pour cent. La concentration en AFB1 a diminué avec la hausse de la température, la réduction la plus significative ayant eu lieu à des températures supérieures à 100°C. Les réductions en chauffage humide étaient entre 40,0 et 47,0 pour cent (100°C/30 min), jusqu'à 20 pour cent supérieures à celles observées dans des conditions sèches.

26. L'effet de la cuisson (ordinaire ou sous pression) sur les niveaux d'AFB1 dans le riz poli a été analysé par Park et Kim (2006). Le processus ordinaire a réduit les niveaux d'AF de 31,0 à 36,0 pour cent, alors que dans le riz cuit sous pression, la réduction des AF a été considérablement supérieure (78,0 à 88,0 pour cent). Le test de mutagénicité Ames a montré des réductions de la toxicité due aux aflatoxines injectées de 19,0 à 29,0 pour cent pour le riz de cuisson ordinaire et de 68,0 à 78,0 pour cent pour le riz cuit sous pression. Hussain et Luttfullah (2009) ont observé la réduction d'AFB1 la plus élevée dans le riz cuit dans un excédent d'eau (87,5 pour cent), suivi du riz de cuisson ordinaire (82,5 pour cent) et au four micro-ondes (77,6 pour cent).

27. La désactivation des AF par la cuisson-extrusion de la farine de maïs a été évaluée par Cazzaniga et al. (2001). Les effets de l'humidité, de la température d'extrusion et de l'ajout de métabisulfite de sodium ont été évalués. La réduction d'AFB1 dans la farine de maïs allait de 10,0 pour cent à 25,0 pour cent, avec la réduction la plus élevée quand l'additif est ajouté. L'extrusion de la semoule de riz a montré des réductions plus élevées de la teneur en AF, allant de 51,0 pour cent à 95,0 pour cent, selon les AF et les conditions d'extrusion (teneur en humidité initiale, température du récipient et temps de résidence) (Castells et al., 2006).

28. La réduction de la teneur en AFB1 dans le processus de nixtamalisation et d'extrusion du maïs pendant la production des tortillas a été analysée par Elias-Orozco et al. (2002). Le processus traditionnel de nixtamalisation a réduit les niveaux d'AFB1 de 94,0 pour cent et le processus d'extrusion de 46,0 pour cent. Cependant, quand l'extrusion est associée au traitement à l'hydroxyde de calcium, les réductions d'AFB1 ont atteint 85,0 pour cent.

29. Pérez-Flores et al. (2011) ont évalué l'effet du chauffage en four micro-ondes lors de la cuisson en milieu alcalin (hydroxyde de calcium) de maïs contaminé par les AF (B1 + B2) pendant la production des tortillas. Le processus modifié de fabrication des tortillas a entraîné une diminution de 68,0 à 84,0 pour cent de la teneur en AF et, après acidification de l'extrait (comme cela se produit pendant la digestion), une augmentation de jusqu'à 3,0 pour cent de la teneur en AF dans les tortillas a été observée.

30. Il est important de signaler que la réduction des niveaux d'AF suite à la transformation des aliments ne signifie pas nécessairement une baisse de la toxicité des substances, étant donné qu'elles n'ont peut-être pas été détruites, mais qu'elles peuvent être liées à la matrice de l'aliment ou peuvent avoir été modifiées en un produit de dégradation inconnu (Park et Kim, 2006). Par conséquent, il est essentiel de réaliser des tests pour déterminer la toxicité et l'activité biologique des substances restantes ainsi que de développer des méthodologies analytiques capables de détecter ces produits liés et modifiés.

## EXPOSITION HUMAINE ET ÉVALUATION DES RISQUES

31. L'exposition aux AF a été estimée à l'aide du niveau de la limite supérieure de la moyenne totale de la contamination dans les grains de céréales (Tableau 1) et des régimes alimentaires par module de consommation de GEMS/aliments (OMS, 2006) (Figure 3). Pour chaque denrée, le niveau de la moyenne supérieure totale observé en Afrique a été utilisé pour estimer l'exposition pour les modules A, C, I et J, dans les Amériques pour les modules H, K et M, en Asie pour les modules G et L et en Europe pour les modules B, D, E et F (Tableau 2). Par ailleurs, l'évaluation de l'exposition a été conduite en utilisant le même niveau de la moyenne supérieure totale pour tous les modules dans les calculs (Tableau 3). Le poids corporel était de 60 kg pour tous les modules à l'exception de G et de L (55 kg). Dans tous les scénarios, le risque présenté par l'exposition aux AF a été caractérisé en calculant la marge d'exposition (MOE), à l'aide d'une BMDL<sub>10</sub> de 170 ng/kg pc/jour (EFSA, 2007).

32. Dans la première estimation (Tableau 2), les ingestions les plus faibles ont été observées dans les modules H, K et M (21,8-31,0 ng/kg pc/jour) et les plus élevées ont été observées dans les modules G et L (Asie; 511,3 et 506,6 ng/kg pc/jour, respectivement), principalement dues à la consommation de riz (environ 90 pour cent de l'ingestion totale).

33. Les ingestions observées dans les modules H provenaient principalement de la consommation de maïs (72,3 pour cent). Le sorgho représentait 72 pour cent de l'ingestion totale dans le module J et le blé de 72,2 à 98,0 pour cent de l'ingestion totale dans les modules B, D, E, F et M.

34. La MOE variait entre 0,3 (module G et L) et 7,8 (module K) et les valeurs estimées pour tous les modules ont révélé un risque sanitaire (MOE inférieure à 10000) (EFSA, 2005).

35. A l'aide de la même moyenne totale pour chaque culture dans tous les modules (Tableau 3), l'exposition alimentaire totale estimée aux AF variait entre 40,0 ng/kg pc/jour (module F) et 369,9 ng/kg pc/jour (module G) et la MOE entre 0,5 (module G et L) et 4,2 (module F). Le riz a contribué à plus de 80 pour cent de l'ingestion des AF dans les modules G, K et L, le sorgho représentait la contribution la plus élevée dans le module J (69,7 pour cent) et le blé l'ingestion la plus élevée dans les modules B, D, E, F et M (de 43,5 à 73,0 pour cent).

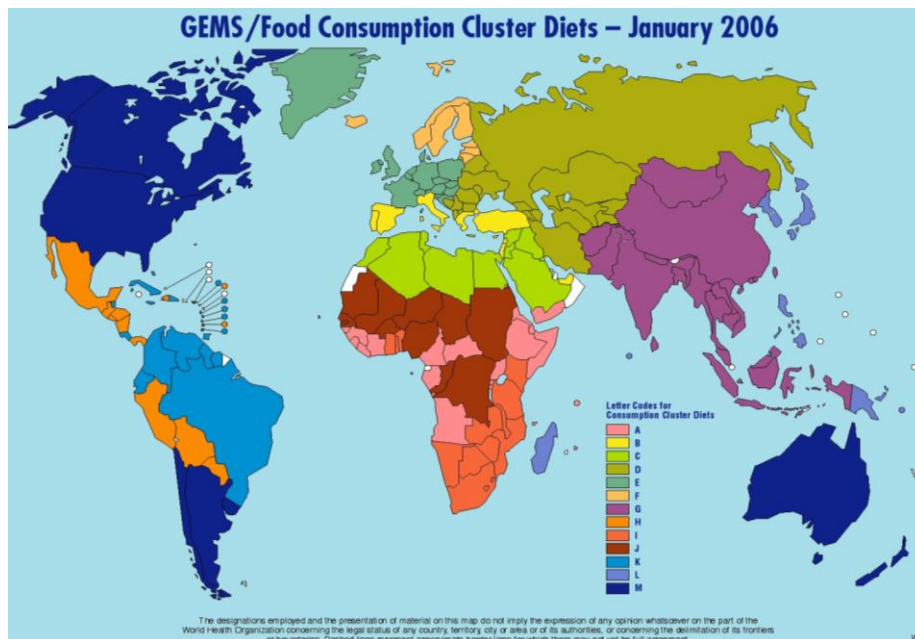


Figure 3. GEMS/régimes alimentaires par module de consommation

Tableau 2 – Ingestion d'AF (limite supérieure) liée à la consommation de maïs, de riz, de sorgho et de blé pour chaque module de GEMS/aliments (ng/kg pc/jour).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Maïs	8,0	6,4	13,1	1,4	1,4	0,3	14,4	22,4	24,0	5,5	4,7	24,0	6,4
Riz	36,1	2,1	37,5	2,2	0,8	0,8	470,8	2,0	15,1	29,5	7,5	476,3	1,1
Sorgho	31,7	0,0	8,8	0,0	0,0	0,0	17,1	0,0	16,0	96,6	0,0	5,8	0,0
Blé	5,3	101,1	25,6	99,5	60,3	55,1	22,9	6,6	4,1	2,5	9,5	13,7	19,5
<b>Total</b>	<b>81,1</b>	<b>109,5</b>	<b>85,0</b>	<b>103,0</b>	<b>62,5</b>	<b>56,2</b>	<b>511,3</b>	<b>31,0</b>	<b>59,1</b>	<b>134,1</b>	<b>21,8</b>	<b>505,6</b>	<b>27,0</b>
<b>MOE<sup>a</sup></b>	<b>2,1</b>	<b>1,6</b>	<b>2,0</b>	<b>1,6</b>	<b>2,7</b>	<b>3,0</b>	<b>0,3</b>	<b>5,5</b>	<b>2,9</b>	<b>1,3</b>	<b>7,8</b>	<b>0,3</b>	<b>6,3</b>

<sup>a</sup>BMDL10=170 ng/kg pc/jour (EFSA, 2007).

Tableau 3 – Ingestion d'AF (limite supérieure) liée à la consommation de maïs, de riz, de sorgho et de blé pour chaque module de GEMS/aliments (ng/kg pc/jour), à l'aide de la même moyenne totale pour tous les modules.

	Af (µg/kg) <sup>a</sup>	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Maïs	6,5	9,0	16,1	14,7	3,4	3,6	0,8	4,2	32,3	26,9	6,2	6,8	6,9	9,3
Riz	47,4	71,9	25,0	74,7	26,2	10,0	10,0	324,8	50,8	30,0	58,7	188,3	328,6	27,3
Sorgho	86,9	53,4	0,0	14,8	0,0	0,0	0,0	15,5	28,8	26,9	162,6	0,1	5,2	4,3
Blé	8,1	11,9	53,5	57,6	52,7	31,9	29,2	25,5	10,7	9,2	5,6	15,4	15,2	31,6
<b>Total</b>	<b>23,4</b>	<b>146,2</b>	<b>94,5</b>	<b>161,8</b>	<b>82,4</b>	<b>45,5</b>	<b>40,0</b>	<b>369,9</b>	<b>122,6</b>	<b>93,0</b>	<b>233,2</b>	<b>210,7</b>	<b>356,0</b>	<b>72,6</b>
<b>MOE<sup>a</sup></b>	<b>-</b>	<b>1,2</b>	<b>1,8</b>	<b>1,1</b>	<b>2,1</b>	<b>3,7</b>	<b>4,2</b>	<b>0,5</b>	<b>1,4</b>	<b>1,8</b>	<b>0,7</b>	<b>0,8</b>	<b>0,5</b>	<b>2,3</b>

<sup>a</sup>échantillons inférieurs à la LOD/LOQ ont été considérés à la LOQ/LOQ de 0,5; <sup>b</sup>BMDL10=170 ng/kg pc/jour (EFSA, 2007).

## CONSIDÉRATIONS RELATIVES À LA GESTION DES RISQUES ET PRÉOCCUPATIONS EN MATIÈRE DE SANTÉ PUBLIQUE

36. Dans la communauté européenne, la limite maximale pour les AF (AFB1+AFB2+AFG1+AFG2) est de 4 µg/kg pour toutes les céréales et les produits dérivés des céréales, de 10 µg/kg pour le maïs qui sera soumis à des traitements physiques avant la consommation humaine et pour les aliments transformés à base de céréales et les aliments pour nourrissons il n'y a qu'une limite de 0,1 µg/kg pour AFB1 (EC, 2006). Aux États-Unis, il y a une limite générale pour les AF de 20 µg/kg pour tous les aliments (USFDA, 2000). Au Brésil, les limites maximales pour les AF ont été établies pour les céréales et leurs produits dérivés (5 µg/kg, le maïs excepté), pour les aliments transformés à base de céréales et les préparations pour nourrissons (1 µg/kg) et pour le maïs et ses produits (20 µg/kg) (ANVISA, 2011).

### CONCLUSIONS

- a) Le Code d'usages en matière de prévention et réduction de la contamination des céréales par les mycotoxines, adopté par la Commission du Codex Alimentarius en 2003, contient des recommandations diverses pour réduire la présence des mycotoxines dans les céréales. Des recherches plus récentes concernant la réduction des AF dans les cultures ont été menées dans des conditions de laboratoire. Cependant, ces études peuvent être considérées d'une application limitée dans une situation de terrain.
- b) Le présent document examine l'information contenue dans 64 documents scientifiques publiés, le rapport de l'EFSA et le rapport de la FDA fourni par la délégation américaine concernant la présence des AF dans les échantillons de grains de céréales (maïs, riz, sorgho et blé) de 48 pays (pour la période entre 2000 et 2012). A partir de 16490 échantillons analysés dans ces études, 35,9 pour cent contenaient au moins une AF. Le sorgho était la céréale contenant la plus forte incidence d'échantillons positifs (70,7 pour cent) et le maïs avait la plus faible incidence (23,2 pour cent). Les échantillons provenant des pays asiatiques avaient la plus forte incidence d'échantillons positifs pour toutes les céréales.
- c) La transformation des céréales peut réduire la teneur en AF dans les produits qui entrent sur le marché ou qui sont utilisés directement pour la consommation humaine. Le triage et le nettoyage généralement éliminent les parties les plus contaminées. Des niveaux plus élevés d'AF sont observés dans les couches externes du grain de maïs et les produits transformés comme la semoule de maïs et le gruau en flocons ont des niveaux diminués de mycotoxines. Le décorticage et le polissage du riz peuvent réduire la teneur en AF de près de 90 pour cent et la cuisson du riz poli peut réduire la contamination de plus de 30 pour cent.
- d) Les évaluations de l'exposition pour les 13 régimes alimentaires par modules de consommation de GEMS/aliments dans différents scénarios de contamination par les AF ont été menées à l'aide des données évaluées dans le présent document. Les ingestions d'AF les plus élevées ont été observées dans les modules G et L (pays asiatiques), environ 90 pour cent provenant de la consommation du riz. Dans tous les scénarios et modules, la MOE était inférieure à 10, indiquant un problème possible de santé publique.
- e) Les résultats présentés dans ce document ont montré que les grains de céréales sont contaminés par les AF et que l'exposition la plus élevée est enregistrée dans les populations pour lesquelles le riz ou le sorgho sont des composantes importantes du régime alimentaire. Cependant, ces résultats reposent sur les données de contamination prises pour la plupart dans la documentation, et pour les utiliser le mieux possible, certaines hypothèses ont dû être posées en raison des restrictions liées aux données fournies.
- f) Afin d'évaluer plus sainement la situation actuelle concernant la contamination des grains de céréales par les AF, les niveaux d'exposition et l'impact sur la santé humaine, il serait nécessaire d'obtenir des données brutes sur les grains de céréales (riz, maïs, sorgho, blé, seigle, avoine et orge) et les produits transformés en provenance des différentes parties du monde.

### RECOMMANDATIONS

1. Le Comité devrait demander au JECFA d'évaluer les effets des diverses LM sur l'exposition aux AF, et le risque lié à la consommation de céréales et de produits à base de céréales contaminés par les AF.
2. Les pays membres sont encouragés à soumettre des données brutes pour permettre l'évaluation par le JECFA de la contamination par les AF du riz, du maïs, du sorgho, du blé, du seigle, de l'avoine et de l'orge. Ces données devraient être soumises sous forme d'un ensemble complet de données avec les résultats des échantillons individuels et non sous forme de données résumées ou globales.



**BIBLIOGRAPHIE**

- Abbas, H.K., Zablutowicz, R.M., Horn, B.W., Phillips, N.A., Johnson, B.J., Jin, X. and Abel, C.A. 2011. Comparison of major biocontrol strains of non-aflatoxigenic *Aspergillus flavus* for the reduction of aflatoxins and cyclopiazonic acid in maize, *Food Additives & Contaminants: Part A*, 28:2, 198-208
- Atehnkeng, J., Ojiambo, P.S., Ikotun, T., Sikora, R.A., Cotty, P.J. and Bandyopadhyay, R. 2008. Evaluation of atoxigenic isolates of *Aspergillus flavus* as potential biocontrol agents for aflatoxin in maize, *Food Additives & Contaminants: Part A*, 25:10, 1264-1271.
- Abbas, H.K., Cartwright, R.D., Xie, W.P., Shier, W.T., 2006. Aflatoxin and fumonisin contamination of corn (maize, *Zea mays*) hybrids in Arkansas. *Crop Protection* 25.
- Abbas, H.K., Zablutowicz, R.M., Horn, B.W., Phillips, N.A., Johnson, B.J., Jin, X., Abel, C.A., 2011. Comparison of major biocontrol strains of non-aflatoxigenic *Aspergillus flavus* for the reduction of aflatoxins and cyclopiazonic acid in maize. *Food Additives and Contaminants Part a-Chemistry Analysis Control Exposure & Risk Assessment* 28.
- Abdulkadar, A.H.W., Al-Ali, A.A., Al-Kildi, A.M., Al-Jedah, J.H., 2004. Mycotoxins in food products available in Qatar. *Food Control* 15.
- Accinelli, C., Mencarelli, M., Sacca, M.L., Vicari, A., Abbas, H.K., 2012. Managing and monitoring of *Aspergillus flavus* in corn using bioplastic-based formulations. *Crop Protection* 32, 30-35.
- Ahsan, S., Bhatti, I.A., Asi, M.R., Bhatti, H.N., Sheikh, M.A., 2010. Occurrence of Aflatoxins in Maize Grains from Central Areas of Punjab, Pakistan. *International Journal of Agriculture and Biology* 12.
- Almeida, M.I., Almeida, N.G., Carvalho, K.L., Gonçalves, G.A., Silva, C.N., Santos, E.A., Garcia, J.C., Vargas, E.A., 2012. Co-occurrence of aflatoxins B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub> and G<sub>2</sub>, ochratoxin A, zearalenone, deoxynivalenol, and citreoviridin in rice in Brazil. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess* 29, 694-703.
- Alptekin, Y., Duman, A.D., Akkaya, M.R., 2009. Identification of Fungal Genus and Detection of Aflatoxin Level in Second Crop Corn Grain. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 8.
- ANVISA, 2011. Brazilian Sanitary Surveillance Agency: Resolução n° 7, de 18 de fevereiro de 2011.
- Atehnkeng, J., Ojiambo, P.S., Ikotun, T., Sikora, R.A., Cotty, P.J., Bandyopadhyay, R., 2008. Evaluation of atoxigenic isolates of *Aspergillus flavus* as potential biocontrol agents for aflatoxin in maize. *Food Additives and Contaminants Part a-Chemistry Analysis Control Exposure & Risk Assessment* 25.
- AAydin, A., Aksu, H., Gunsen, U., 2011. Mycotoxin levels and incidence of mould in Turkish rice. *Environmental Monitoring and Assessment* 178, 271-280.
- Ayejuyo, O.O., Olowu, R.A., Agbaje, T.O., Atamenwan, M., Osundiya, M.O., 2011. Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) of aflatoxin B<sub>1</sub> in groundnut and cereal grains in Lagos, Nigeria. *Research Journal of Chemical Sciences* 1, 5.
- Bakirdere, S., Bora, S., Bakirdere, E.G., Aydin, F., Arslan, Y., Komesli, O.T., Aydin, I., Yildirim, E., 2012. Aflatoxin species: their health effects and determination methods in different foodstuffs. *Central European Journal of Chemistry* 10, 675-685.
- Bandyopadhyay, R., Kumar, M., Leslie, J.F., 2007. Relative severity of aflatoxin contamination of cereal crops in West Africa. *Food Addit Contam* 24, 1109-1114.
- Bankole, S.A., Mabekoje, O.O., 2004. Occurrence of aflatoxins and fumonisins in preharvest maize from south-western Nigeria. *Food Addit Contam* 21, 251-255.
- Bansal, J., Pantazopoulos, P., Tam, J., Cavlovic, P., Kwong, K., Turcotte, A.M., Lau, B.P.Y., Scott, P.M., 2011. Surveys of rice sold in Canada for aflatoxins, ochratoxin A and fumonisins. *Food Additives and Contaminants Part a-Chemistry Analysis Control Exposure & Risk Assessment* 28, 767-774.
- Binder, E.M., Tan, L.M., Chin, L.J., Handl, J., Richard, J., 2007. Worldwide occurrence of mycotoxins in commodities, feeds and feed ingredients. *Animal Feed Science and Technology* 137.
- Brera, C., De Santis, B., Debegnach, F., Miraglia, M., 2008. Mycotoxins. In: Barceló, D. (Ed.) *Comprehensive Analytical Chemistry*, vol. 51. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, p. 821.
- Broggi, L., Pacin, A., Gasparovic, A., Sacchi, C., Rothermel, A., Gallay, A., Resnik, S., 2007. Natural occurrence of aflatoxins, deoxynivalenol, fumonisins and zearalenone in maize from Entre Ríos Province, Argentina. *Mycotoxin Research* 23, 59-64.
- Bruns, H.A., Abbas, H.K., Mascagni Jr, H.J., Cartwright, R.D. Allen, F., 2007. Evaluations of short-season corn hybrids in the mid-south USA. *Crop Management*.
- CRA, 2011. Corn Refiners Association–Mycotoxins. *Food Safety Information papers*, p.15.
- Castells, M., Marin, S., Sanchis, V., Ramos, A.J., 2006. Reduction of aflatoxins by extrusion-cooking of rice meal. *Journal of Food Science* 71.
- Castells, M., Marin, S., Sanchis, V., Ramos, A.J., 2008. Distribution of fumonisins and aflatoxins in corn fractions during industrial cornflake processing. *International Journal of Food Microbiology* 123.
- Castells, M., Ramos, A.J., Sanchis, V., Marin, S., 2007. Distribution of total aflatoxins in milled fractions of hulled rice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55.
- Cazzaniga, D., Basilico, J.C., Gonzalez, R.J., Torres, R.L., de Greef, D.M., 2001. Mycotoxins inactivation by extrusion cooking of corn flour. *Letters in Applied Microbiology* 33.

- Covarelli, L., Beccari, G., Salvi, S., 2011. Infection by mycotoxigenic fungal species and mycotoxin contamination of maize grain in Umbria, central Italy. *Food Chem Toxicol* 49, 2365-2369.
- Daniel, J.H., Lewis, L.W., Redwood, Y.A., Kieszak, S., Breiman, R.F., Flanders, W.D., Bell, C., Mwhia, J., Ogana, G., Likimani, S., Straetemans, M., McGeehin, M.A., 2011. Comprehensive assessment of maize aflatoxin levels in Eastern Kenya, 2005-2007. *Environ Health Perspect* 119, 1794-1799.
- de Carvalho, R.A., Batista, L.R., Prado, G., de Oliveira, B.R., da Silva, D.M., 2010. Incidence of toxigenic fungi and aflatoxins in rice. *Ciencia E Agrotecnologia* 34.
- Dors, G.C., Bierhals, V.d.S., Badiale-Furlong, E., 2011. Parboiled rice: chemical composition and the occurrence of mycotoxins. *Ciencia E Tecnologia De Alimentos* 31.
- EC, 2006. Commission regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006-Setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. *Official Journal of the European Union*.
- EFSA, 2005. Opinion of the scientific committee on a request from EFSA related to a harmonized approach for risk assessment of substances which are both genotoxic and carcinogenic., vol. 282. *The EFSA Journal*, p. 31.
- EFSA, 2007. Opinion of the scientific panel on contaminants in the food chain on a request from the commission related to the potential increase of consumer health risk by a possible increase of the existing maximum levels for aflatoxins in almonds, hazelnuts and pistachios and derived products. *The EFSA Journal*, vol. 446, p. 127.
- Egal, S., Hounsa, A., Gong, Y.Y., Turner, P.C., Wild, C.P., Hall, A.J., Hell, K., Cardwell, K.F., 2005. Dietary exposure to aflatoxin from maize and groundnut in young children from Benin and Togo, West Africa. *Int J Food Microbiol* 104, 215-224.
- Elias-Orozco, R., Castellanos-Nava, A., Gaytan-Martinez, M., Figueroa-Cardenas, J.D., Loarca-Pina, G., 2002. Comparison of nixtamalization and extrusion processes for a reduction in aflatoxin content. *Food Additives and Contaminants* 19.
- FAO/WHO, 1998. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives-Evaluation of certain food additives and contaminants: forty-ninth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. vol. 40. *WHO Food Additives Series*, p. 73.
- FAO/WHO, 2005. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives-Evaluation of certain food contaminants: sixty-fourth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. vol. 930. *WHO technical report series*, Rome, Italy, p. 100.
- Frisvad, J.C., Thrane, U., Samson, R.A., Pitt, J.I., 2006. Important mycotoxins and the fungi which produce them. In: Hocking, A.D., Pitt, J.I., Samson, R.A., Thrane, U. (Eds.) *Advances in Experimental Medicine and Biology-Advances in Food mycology*, vol. 571. Springer Science + Business Media, New York.
- Fu, Z., Huang, X., Min, S., 2008. Rapid determination of aflatoxins in corn and peanuts. *J Chromatogr A* 1209, 271-274.
- Gao, X., Yin, S., Zhang, H., Han, C., Zhao, X., Ji, R., 2011. [Aflatoxin contamination of corn samples collected from six regions of China]. *Wei Sheng Yan Jiu* 40, 46-49.
- Garrido, C.E., Hernandez Pezzani, C., Pacin, A., 2012. Mycotoxins occurrence in Argentina's maize (*Zea mays* L.), from 1999 to 2010. *Food Control* 25.
- Ghali, R., Belouaer, I., Hdiri, S., Ghorbel, H., Maaroufi, K., Hedilli, A., 2009. Simultaneous HPLC determination of aflatoxins B1, B2, G1 and G2 in Tunisian sorghum and pistachios. *Journal of Food Composition and Analysis* 22.
- Ghali, R., Hmaissia-Khlifa, K., Ghorbel, H., Maaroufi, K., Hedili, A., 2008. Incidence of aflatoxins, ochratoxin A and zearalenone in tunisian foods. *Food Control* 19.
- Ghali, R., Khlifa, K.H., Ghorbel, H., Maaroufi, K., Hedilli, A., 2010. Aflatoxin determination in commonly consumed foods in Tunisia. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 90, 2347-2351.
- Ghiasian, S.A., Shephard, G.S., Yazdanpanah, H., 2011. Natural Occurrence of Aflatoxins from Maize in Iran. *Mycopathologia* 172.
- Giorni, P., Battilani, P., Pietri, A., Magan, N., 2008. Effect of a(w) and CO2 level on *Aspergillus flavus* growth and aflatoxin production in high moist-Lire maize post-harvest. *International Journal of Food Microbiology* 122, 109-113.
- Giray, B., Girgin, G., Engin, A.B., Aydin, S., Sahin, G., 2007. Aflatoxin levels in wheat samples consumed in some regions of Turkey. *Food Control* 18.
- Hussain, A., Ali, J., Shafqatullah, 2011. Studies on Contamination Level of Aflatoxins in Pakistani Rice. *Journal of the Chemical Society of Pakistan* 33.
- Hussain, A., Luttfullah, G., 2009. Reduction of Aflatoxin-B-1 and Ochratoxin-A levels in Polished Basmati Rice (*Oryza sativa* Linn.) by Different Cooking Methods. *Journal of the Chemical Society of Pakistan* 31.
- Hussaini, A.M., Timothy, A.G., Olufunmilayo, H.A., Ezekiel, A.S., Godwin, H.O., 2009. Fungi and some mycotoxins found in mouldy sorghum in Niger State, Nigeria. *World Journal of Agricultural Sciences* 5, 13.
- Hwang, J.H., Lee, K.G., 2006. Reduction of aflatoxin B-1 contamination in wheat by various cooking treatments. *Food Chemistry* 98.
- Jacic-Dimic, D., Nestic, K., Petrovic, M., 2009. Contamination of cereals with aflatoxins, metabolites of fungi *Aspergillus flavus*. *Biotechnology in Animal Husbandry* 25, 6.
- Johansson, A.S., Whitaker, T.B., Hagler, W.M., Bowman, D.T., Slate, A.B., Payne, G., 2006. Predicting aflatoxin and fumonisin in shelled corn lots sing poor-quality grade components. *Journal of Aoac International* 89.

- Kaaya, A.N., Kyamuhangire, W., 2006. The effect of storage time and agroecological zone on mould incidence and aflatoxin contamination of maize from traders in Uganda. *Int J Food Microbiol* 110, 217-223.
- Karami-Osboo, R., Mirabolfathy, M., Kamran, R., Shetab-Boushehri, M., Sarkari, S., 2012. Aflatoxin B1 in maize harvested over 3 years in Iran. *Food Control* 23.
- Khatoon, S., Hanif, N.Q., Tahira, I., Sultana, N., Sultana, K., Ayub, N., 2012. Natural occurrence of aflatoxins, zearalenone and trichothecenes in maize grown in Pakistan. *Pakistan Journal of Botany* 44.
- Kimanya, M.E., De Meulenaer, B., Tiisekwa, B., Ndomondo-Sigonda, M., Devlieghere, F., Van Camp, J., Kolsteren, P., 2008. Co-occurrence of fumonisins with aflatoxins in home-stored maize for human consumption in rural villages of Tanzania. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess* 25, 1353-1364.
- Liu, Z., Gao, J., Yu, J., 2006. Aflatoxins in stored maize and rice grains in Liaoning Province, China. *Journal of Stored Products Research* 42.
- Lutfullah, G., Hussain, A., 2012. Studies on contamination level of aflatoxins in some cereals and beans of Pakistan. *Food Control* 23, 32-36.
- Makun, H.A., Dutton, M.F., Njobeh, P.B., Mwanza, M., Kabiru, A.Y., 2011. Natural multi-occurrence of mycotoxins in rice from Niger State, Nigeria. *Mycotoxin Res* 27, 97-104.
- Martos, P.A., Thompson, W., Diaz, G.J., 2010. Multiresidue mycotoxin analysis in wheat, barley, oats, rye and maize grain by high-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *World Mycotoxin Journal* 3, 205-223.
- Matumba, L., Monjerezi, M., Khonga, E.B., Lakudzala, D.D., 2011. Aflatoxins in sorghum, sorghum malt and traditional opaque beer in southern Malawi. *Food Control* 22.
- Mazaheri, M., 2009. Determination of aflatoxins in imported rice to Iran. *Food Chem Toxicol* 47, 2064-2066.
- Miraglia, M., Marvin, H.J.P., Kleter, G.A., Battilani, P., Brera, C., Coni, E., Cubadda, F., Croci, L., De Santis, B., Dekkers, S., Filippi, L., Hutjes, R.W.A., Noordam, M.Y., Pisante, M., Piva, G., Prandini, A., Toti, L., van den Born, G.J., Vespermann, A., 2009. Climate change and food safety: An emerging issue with special focus on Europe. *Food and Chemical Toxicology* 47, 1009-1021.
- Mohammadi, M., Mohebbi, G.H., Hajeb, P., Akbarzadeh, S., Shojaei, I., 2012. Aflatoxins in rice imported to Bushehr, a southern port of Iran. *American-Eurasian Journal of Toxicological Sciences*, vol. 4, pp. 31-35.
- Moreno, E.C., Garcia, G.T., Ono, M.A., Vizoni, E., Kawamura, O., Hirooka, E.Y., Sataque Ono, E.Y., 2009. Co-occurrence of mycotoxins in corn samples from the Northern region of Parana State, Brazil. *Food Chemistry* 116.
- Mukanga, M., Derera, J., Tongoona, P., Laing, M.D., 2010. A survey of pre-harvest ear rot diseases of maize and associated mycotoxins in south and central Zambia. *International Journal of Food Microbiology* 141.
- Muthomi, J.W., Ndung'u, J.K., Gathumbi, J.K., Mutitu, E.W., Wagacha, J.M., 2008. The occurrence of *Fusarium* species and mycotoxins in Kenyan wheat. *Crop Protection* 27.
- Mwihia, J.T., Straetmans, M., Ibrahim, A., Njau, J., Muhenje, O., Guracha, A., Gikundi, S., Mutonga, D., Tetteh, C., Likimani, S., Breiman, R.F., Njenga, K., Lewis, L., 2008. Aflatoxin levels in locally grown maize from Makeni District, Kenya. *East Afr Med J* 85, 311-317.
- Nguyen, M.T., Tozovanu, M., Tran, T.L., Pfohl-Leszkwicz, A., 2007. Occurrence of aflatoxin B1, citrinin and ochratoxin A in rice in five provinces of the central region of Vietnam. *Food Chemistry* 105.
- Nogaim, Q.A., Amra, H.A., Bakr, A.A., 2011. Natural occurrence of mycotoxins in corn grains and some corn products. *Pakistan Journal of Life and Social Sciences* 9, 6.
- Nunes, I.L., Magagnin, G., Bertolin, T.E., Furlong, E.B., 2003. Rice commercialized in southern Brazil: micotoxicological and microscopic aspects. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 23, 5.
- Oliveira, T.R., Barana, A.C., Jaccound-Filho, D.d.S., Neto, F.F., 2010. Contamination evaluation for total aflatoxins and zearalenone in varieties of Landraces Maize (*Zea mays* L.) through ELISA immunoenzymatic method. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial* 4, 5.
- Oruc, H.H., Cengiz, M., Kalkanli, O., 2006. Comparison of aflatoxin and fumonisin levels in maize grown in Turkey and imported from the USA. *Animal Feed Science and Technology* 128.
- Oueslati, S., Romero-González, R., Lasram, S., Frenich, A.G., Vidal, J.L., 2012. Multi-mycotoxin determination in cereals and derived products marketed in Tunisia using ultra-high performance liquid chromatography coupled to triple quadrupole mass spectrometry. *Food Chem Toxicol* 50, 2376-2381.
- Park, J.W., Kim, E.K., Kim, Y.B., 2004. Estimation of the daily exposure of Koreans to aflatoxin B1 through food consumption. *Food Addit Contam* 21, 70-75.
- Park, J.W., Kim, Y.B., 2006. Effect of pressure cooking on aflatoxin B-1 in rice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54.
- Pearson, T.C., Wicklow, D.T., Brabec, D.L., 2010. Characteristics and sorting of white food corn contaminated with mycotoxins. *Applied Engineering in Agriculture* 26.
- Pearson, T.C., Wicklow, D.T., Pasikatan, M.C., 2004. Reduction of aflatoxin and fumonisin contamination in yellow corn by high-speed dual-wavelength sorting. *Cereal Chemistry* 81.
- Perez-Flores, G.C., Moreno-Martinez, E., Mendez-Albores, A., 2011. Effect of Microwave Heating during Alkaline-Cooking of Aflatoxin Contaminated Maize. *Journal of Food Science* 76.

- Pietri, A., Zanetti, M., Bertuzzi, T., 2009. Distribution of aflatoxins and fumonisins in dry-milled maize fractions. *Food Additives and Contaminants Part a-Chemistry Analysis Control Exposure & Risk Assessment* 26.
- Pitt, J.I., Hocking, A.D., 2009. *Fungi and Food Spoilage*. Springer Science + Business Media, New York.
- Probst, C., Bandyopadhyay, R., Price, L.E., Cotty, P.J., 2011. Identification of Atoxigenic *Aspergillus flavus* Isolates to Reduce Aflatoxin Contamination of Maize in Kenya. *Plant Disease* 95, 212-218.
- Rahmani, A., Jinap, S., Soleimany, F., 2010. Validation of the procedure for the simultaneous determination of aflatoxins ochratoxin A and zearalenone in cereals using HPLC-FLD. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess* 27, 1683-1693.
- Ratnavathi, C.V., Komala, V.V., Kumar, B.S.V., Das, I.K., Patil, J.V., 2012. Natural occurrence of aflatoxin B1 in sorghum grown in different geographical regions of India. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 92.
- Reddy, K.R.N., Baharuddin, S., 2010. A preliminary study on the occurrence of *Aspergillus* spp. and aflatoxin B1 in imported wheat and barley in Penang, Malaysia. *Mycotoxin Research* 26, 5.
- Reddy, K.R.N., Reddy, C.S., Muralidharan, K., 2009. Detection of *Aspergillus* spp. and aflatoxin B-1 in rice in India. *Food Microbiology* 26.
- Reiter, E., Zentek, J., Razzazi, E., 2009. Review on sample preparation strategies and methods used for the analysis of aflatoxins in food and feed. *Molecular Nutrition & Food Research* 53, 508-524.
- Reiter, E.V., Vouk, F., Boehm, J., Razzazi-Fazeli, E., 2010. Aflatoxins in rice-A limited survey of products marketed in Austria. *Food Control* 21.
- Riba, A., Bouras, N., Mokrane, S., Mathieu, F., Lebrihi, A., Sabaou, N., 2010. *Aspergillus* section Flavi and aflatoxins in Algerian wheat and derived products. *Food Chem Toxicol* 48, 2772-2777.
- Rocha, L.O., Nakai, V.K., Braghini, R., Reis, T.A., Kobashigawa, E., Corrêa, B., 2009. Mycoflora and co-occurrence of fumonisins and aflatoxins in freshly harvested corn in different regions of Brazil. *Int J Mol Sci* 10, 5090-5103.
- Sanchis, V., Magan, N., 2004. Environmental conditions affecting mycotoxins. In: Magan, N., Olsen, M. (Eds.) *Mycotoxins in food-Detection and control*. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England, p. 471.
- Sangare-Tigori, B., Moukha, S., Kouadio, H.J., Betbeder, A.M., Dano, D.S., Creppy, E.E., 2006. Co-occurrence of aflatoxin B1, fumonisin B1, ochratoxin A and zearalenone in cereals and peanuts from Côte d'Ivoire. *Food Addit Contam* 23, 1000-1007.
- Shah, H.U., Simpson, T.J., Alam, S., Khattak, K.F., Perveen, S., 2010. Mould incidence and mycotoxin contamination in maize kernels from Swat Valley, North West Frontier Province of Pakistan. *Food and Chemical Toxicology* 48.
- Siwela, A.H., Siwela, M., Matindi, G., Dube, S., Nziramasanga, N., 2005. Decontamination of aflatoxin-contaminated maize by dehulling. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 85.
- Soleimany, F., Jinap, S., Faridah, A., Khatib, A., 2012. A UPLC-MS/MS for simultaneous determination of aflatoxins, ochratoxin A, zearalenone, DON, fumonisins, T-2 toxin and HT-2 toxin, in cereals. *Food Control* 25, 647-653.
- Sugita-Konishi, Y., Nakajima, M., Tabata, S., Ishikuro, E., Tanaka, T., Norizuki, H., Itoh, Y., Aoyama, K., Fujita, K., Kai, S., Kumagi, S., 2006. Occurrence of aflatoxins, ochratoxin A, and fumonisins in retail foods in Japan. *J Food Prot* 69, 1365-1370.
- Sun, G., Wang, S., Hu, X., Su, J., Zhang, Y., Xie, Y., Zhang, H., Tang, L., Wang, J.S., 2011. Co-contamination of aflatoxin B1 and fumonisin B1 in food and human dietary exposure in three areas of China. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess* 28, 461-470.
- Toteja, G.S., Mukherjee, A., Diwakar, S., Singh, P., Saxena, B.N., Sinha, K.K., Sinha, A.K., Kumar, N., Nagaraja, K.V., Bai, G., Prasad, C.A.K., Vanchinathan, S., Roy, R., Parkar, S., 2006. Aflatoxin B-1 contamination in wheat grain samples collected from different geographical regions of India: A multicenter study. *Journal of Food Protection* 69.
- USFDA, 2000. U.S. Food and Drug Administration-Guidance for Industry: Action levels for poisonous or deleterious substances in human food and animal feed.
- WHO, 2006. *Global Environment Monitoring System-Food Contamination Monitoring and Assessment Programme GEMS/Food Cluster Diets*. World Health Organization Map Production: Public Health Information and Geographic Information Systems (GIS). World Health Organization.
- Zinedine, A., Brera, C., Elakhdari, S., Catano, C., Debegnach, F., Angelini, S., De Santis, B., Faid, M., Benlemlih, M., Minardi, V., Miraglia, M., 2006. Natural occurrence of mycotoxins in cereals and spices commercialized in Morocco. *Food Control* 17.

## APPENDICE 1

Pays	Mycotoxines analysées	Aliment	Échantillons positifs/analysés	Moyenne, µg/kg (fourchette)	Méthode	LOD/LOQ	Référence
Algérie	AFB1	Blé	28/45	NR <sup>a</sup> (0,21-37,42)	HPLC-FD	LOD=0,005	Riba et al., 2010
Argentine	AFT	Maïs	264/3192 <sup>b</sup>	0,3–17,8 (NR-711)	TLC HPLC-FD (quantification)	LOD=0,2-0,3 LOQ=1,0	Garrido et al., 2012
Argentine	AFT	Maïs	14/31	4,9–6,4 <sup>c</sup> (ND-22,4)	TLC	LOD=0,2-0,3 LOQ=0,4-0,5	Broggi et al., 2007
Autriche	AFT	Riz	15/81	NR (0,45-11,36) <sup>a</sup>	HPLC-FD	LOD=0,1-0,16 LOQ=0,44-0,6	Reiter et al., 2010
Bénin et Togo	AFB1	Maïs	43/502	7,6–27,7 (NR)	Densitomètre à fluorescence	NR <sup>d</sup>	Egal et al., 2005
Brésil	AFT	Riz	75/166	9,09 (0,01-158,14)	IAC HPLC-FD	LOQ=0,01-0,03	Almeida et al., 2012
Brésil	AFB1 AFB2	Maïs	21/200 7/200	29,12 (2,0-1393) 2,81 (5,6-55,7)	TLC	LOQ=2 LOQ=4	Rocha et al., 2009
Brésil	AFT	Riz	0/56	ND	TLC	LOD=2,5	Nunes et al., 2003
Brésil	AFB1	Riz	2/32	42,8 (11,53-74,0)	TLC	LOD=2,6	Dors et al., 2011
Brésil	AFT	Riz	1/36	1,2 (ND-1,2)	HPLC-FD	LOD=0,02–0,05 LOQ=0,05-0,16	de Carvalho et al., 2010
Brazil	AFT	Maïs	24/300	23,4–40,0 <sup>c</sup> (ND-56,0)	TLC	LOD=4,0	Moreno et al., 2009
Brésil	AFT	Maïs	7/10	1,8 (1,0-2,6)	ELISA	LOD=1,0	Oliveira et al., 2010
Canada	AFB1 AFB2	Riz	99/199 23/100	0,34–0,39 <sup>c</sup> (0,002-7,1) 0,08 (0,02-0,63)	IAC HPLC-FD LC-MS/MS (confirmation)	LOD=0,002 LOQ=0,05	Bansal et al., 2011
Canada	AFT	Blé Maïs	0/40 0/15	ND	LC-MS/MS	LOD=1,0-4,0	Martos et al., 2010
Chine	AFT	Maïs	211/279	44,04 (0,2-888,3)	HPLC	NR <sup>d</sup>	Gao et al., 2011
Chine	AFB1	Maïs Riz	108/108 29/29	1,3–13,5 <sup>c</sup> (0,4-136,8) 0,56(0,1-1,4)	ELISA IAC/HPLC– UV/FD (confirmation)	LOD=0,1	Sun et al., 2011
Chine	AFT	Maïs	4/18	AFB1: 2,41 AFB2: 0,68 AFG1: 1,72 AFG2: 0,86 (NR)	Mycosep UPLC-UV	LOD=0,19-0,32 LOQ=0,63-1,07	Fu et al., 2008
Chine	AFT	Maïs Riz	71/73 36/37	0,99 (NR) 0,88 (NR)	HPLC-FD	LOD=0,0074-0,1	Liu et al., 2006
Côte d'Ivoire	AFB1	Maïs Riz	10/10 10/10	(<1,5-20) <sup>a</sup> (<1,5-10) <sup>a</sup>	ELISA	NR <sup>d</sup>	Sangare-Tigori et al., 2006
Égypte	AFT	Maïs	8/80	9,85 (7,5-11,6)	TLC	NR <sup>d</sup>	Nogaim et al.,

Pays	Mycotoxines analysées	Aliment	Échantillons positifs/analysés	Moyenne, µg/kg (fourchette)	Méthode	LOD/LOQ	Référence
							2011
Inde	AFB1	Sorgho	1173/1606	NR (0,01–264,0) <sup>a</sup>	ELISA	NR <sup>d</sup>	Ratnavathi et al., 2012
Inde	AFB1	Riz	814/1200	NR (0,1-308) <sup>a</sup>	ELISA	LOD=0,02	Reddy et al., 2009
Inde	AFB1	Blé	664/1646	11,0-32,0 <sup>c</sup> (ND-606)	TLC	LOD=5,0	Toteja et al., 2006
Iran	AFT	Riz	59/71	2,09 (NR)	HPLC-FD	LOD=0,07-0,4	Mazaheri, 2009
Iran	AFB1	Maïs	146/373	0,5–214,4 <sup>c</sup> (NR)	ELISA	LOD=1	Karami-Osboo et al., 2012
Iran	AFT	Riz	117/152	0,67 (0,15-4,27)	HPLC-FD	LOD=0,07-0,1	Mohammadi et al., 2012
Iran	AFT	Maïs	17/51	22,17 <sup>c</sup> (0,1-316,9)	HPLC-FD	LOD=0,1	Ghiasian et al., 2011
Italie	AFT	Maïs	36/36	26,3 1,7-820,0	ELISA	LOD=1,7	Covarelli et al., 2011
Japon	AFT	Maïs Riz	0/10 0/53	ND	HPLC-FD	LOQ=0,1	Sugita-Konishi et al., 2006
Kenya	AFT	Maïs	100/716	9,1 (1,0-48,000)	IAC Fluoromètre	LOD=0,01	Daniel et al., 2011
Kenya	AFT	Maïs	104/104	<20 <sup>a</sup> (NR)	IAC Fluoromètre	NR <sup>d</sup>	Mwihia et al., 2008)
Kenya	AFB1	Blé	23/50	1,7–2,2 <sup>c</sup> (ND-7,0)	ELISA	NR <sup>d</sup>	Muthomi et al., 2008
Corée	AFB1	Riz	5/88	4,8 (2,1-7,7)	ELISA HPLC-FD (confirmation)	LOD: 0,1	Park et al., 2004
Malawi	AFT	Sorgho	2/13	(1,7-3,0) <sup>a</sup>	Fluorom+tre	LOD=1,0	Matumba et al., 2011
Malaisie	AFT	Riz Blé	11/31 2/6	1,02 (0,01-3,83) NR (0,1-5,93) <sup>a</sup>	IAC HPLC-FD	LOD=0,0037- 0,0125	Rahmani et al., 2010
Malaisie	AFT	Riz Blé	10/40 15/20	NR (0,15-4,42) <sup>a</sup> NR (0,2-3,2) <sup>a</sup>	UPLC-MS/MS	LOD=0,06-0,45 LOQ=0,5-1,0	Soleimany et al., 2012
Malaisie	AFB1	Blé	3/15	1,14 (0,42-1,89)	ELISA	LOD=0,02 LOQ=4	Reddy et Baharuddin, 2010
Maroc	AFT	Blé	0/20	ND	HPLC-FD	LOD=0,35 LOQ=0,7	Zinedine et al., 2006
Nigéria	AFT	Maïs	19/103	28 (3-138)	TLC	NR <sup>d</sup>	Bankole et Mabekeje, 2004
Nigéria	AFT	Riz	21/21	82,5 (27,7-371,9)	HPLC/DAD	LOD=0,01-0,06	Makun et al., 2011
Nigéria	AFT	Maïs Sorgho	23/23 40/40	36,0 (1,1-480,0) 8,8 (1,6-90,0)	ELISA	LOD=1,0	Bandyopadhyay et al., 2007
Nigéria	AFB1	Sorgho	93/168	199,51 (0-1164)	TLC	NR <sup>d</sup>	Hussaini et al., 2009

Pays	Mycotoxines analysées	Aliment	Échantillons positifs/analysés	Moyenne, µg/kg (fourchette)	Méthode	LOD/LOQ	Référence
Nigéria	AFB1	Blé Maïs Sorgho Riz	2/11 7/18 3/10 12/20	(4,25-5,17) <sup>c</sup> (2,51-3,94) <sup>c</sup> (5,20-6,25) <sup>c</sup> (4,16-7,25) <sup>c</sup>	ELISA	NR <sup>d</sup>	Ayejuyo et al., 2011
Pakistan	AFB1	Maïs	30/36	18,68 (ND-30,96)	HPLC-FD	NR <sup>d</sup>	Shah et al., 2010)
Pakistan	AFT	Riz Blé Maïs Sorgho	8/40 4/20 6/15 3/10	4,5 <sup>c</sup> (1,5-10,8) 6,6 (1,8-15,5) 10,4 (3,0-18,5) 5,0 (2,0-9,4)	HPLC-FD	LOD=0,5-1,0	Lutfullah et Hussain, 2012
Pakistan	AFT	Riz	28/40	4,9 (1,5-13,9)	TLC	LOD=0,5-1,0	Hussain et al., 2011
Pakistan	AFT	Maïs	34/40	56,7 <sup>c</sup> NR	HPLC-FD	NR <sup>d</sup>	Ahsan et al., 2010)
Pakistan	AFT	Maïs	18/65	241,0 NR	TLC	LOQ=0,5-1,0	Khatoon et al., 2012
Qatar	AFT	Riz Blé	3/9 0/4	(0,14-0,24) <sup>a</sup> ND	HPLC-FD	LOD=0,1	Abdulkadar et al., 2004
Serbie	AFT	Maïs Blé Sorgho	81/443 58/304 4/10	20,0 (ND-50,0) <sup>a</sup>	ELISA	NR <sup>d</sup>	Jakic-Dimic et al., 2009
Tanzanie	AFT	Maïs	22/120	24,0 <sup>e</sup> (1,0-158,0)	IAC HPLC-FD	LOD=0,07-0,6	Kimanya et al., 2008
Tunisie	AFT	Sorgho Blé	3/3 9/34	71,3 (27,4-116,7) 6,6 (5,2-8,7)	SLE UHPLC-MS/MS	LOD=0,4 LOQ: 1,0	Oueslati et al., 2012
Tunisie	AFT	Riz Maïs Blé Sorgho	0/11 1/17 4/46 36/49	ND 0,42 (0,15-18,6) <sup>a</sup> (0,4-25,8) <sup>a</sup>	HPLC/FD	LOD=0,02-0,05 LOQ=0,05-0,1	Ghali et al., 2010
Tunisie	AFT	Sorgho Maïs Riz	13/17 9/21 2/16	22,3 (1,7-67) 7,6 (2,9-12,5) 4,7 (2-7,5)	ELISA	LOD=0,05	Ghali et al., 2008
Tunisie	AFT	Sorgho	58/93	9,9 (0,34-54,5)	HPLC-FD	LOD=0,025-0,05	Ghali et al., 2009
Turquie	AFT	Riz	56/100	NR (0,05-21,4) <sup>a</sup>	ELISA	LOD=0,05	Aydin et al., 2011
Turquie	AFT	Blé	24/41	166,0 (10,4-643,5)	HPLC-FD	LOD=0,01-0,02	Giray et al., 2007
Turquie	AFT	Maïs	26/26	8,2 <sup>c</sup> (0,01-32,3)	ELISA	NR <sup>d</sup>	Oruc et al., 2006
Turquie	AFT	Maïs	19/30	27,8 (0,62-116,7)	HPLC-FD	NR <sup>d</sup>	Alptekin et al., 2009
Ouganda	AFT	Maïs	296/390	19,5 <sup>c</sup> (0-50)	IAC Fluoromètre	LOD=0	Kaaya et Kyamuhangire, 2006
États-Unis	AFT	Maïs	69/72	25,6	NR	NR	Bruns et al., 2006
États-Unis	AFT	Maïs	18/18	6,5	HPLC-FD	LOD=0,5	Abbas et al., 2006
Viet Nam	AFB1	Riz	35/100	3,31 (ND-29,8)	HPLC-FD	LOD=0,07 LOD=0,22	Nguyen et al., 2007

Pays	Mycotoxines analysées	Aliment	Échantillons positifs/analysés	Moyenne, µg/kg (fourchette)	Méthode	LOD/LOQ	Référence
Zambie	AFT	Maïs	114/114	2,7 (0,01–10,0)	ELISA	LOD=1,0	Mukanga et al., 2010

NR=non signalé; ND=non détecté; <sup>a</sup> la moyenne de l'intervalle est utilisée; <sup>b</sup> les échantillons prélevés en 1999 ont été retirés; <sup>c</sup> la moyenne pondérée a été calculée avec les données disponibles; <sup>d</sup> les LOD/LOQ d'une méthodologie similaire ont été utilisées; <sup>e</sup> la médiane a été utilisée.



**APPENDICE 2: Liste des participants**

Président

Brazil

Professor Eloisa Dutra Caldas  
 University of Brasilia  
 College of Health Sciences  
 Campus Universitário Darci Ribeiro  
 70910-970 Brasilia  
 BRAZIL  
 Tel: +556133073671  
 Fax: +556133073670  
 E-mail: [eloisa@unb.br](mailto:eloisa@unb.br)

Vice-Président

United States

Nega Beru

Director, Office of Food Safety  
 Center for Food Safety and Applied Nutrition  
 U.S. Food and Drug Administration  
 5100 Paint Branch Parkway  
 College Park, MD 20740  
 Tel: 1240 403 2021  
 E-mail: [nega.beru@fda.hhs.gov](mailto:nega.beru@fda.hhs.gov)

**ARGENTINE**E-mail: [codex@minagri.gob.ar](mailto:codex@minagri.gob.ar)**AUTRICHE****Ms DI Elke Rauscher-Gabernig**

Austrian Agency for Health and Food Safety Division Data  
 Statistics and Risk Assessment  
 Spargelfeldstr. 191 A-1220 Vienna, Austria  
 E-mail: [elke.rauscher-gabernig@ages.at](mailto:elke.rauscher-gabernig@ages.at)

**BRÉSIL****Ms Ligia Lindner SCHREINER**

Specialist on Regulation and Health Surveillance  
 National Health Surveillance Agency  
 General Office of Food  
 SIA Trecho 5 Area Especial 57 Bloco D-2 Andar  
 71205-050 Brasilia  
 BRAZIL  
 Tel: +556134625399  
 Fax: +556134625313  
 E-mail: [ligia.schreiner@anvisa.gov.br](mailto:ligia.schreiner@anvisa.gov.br)

**Ms Patrícia Diniz**

University of Brasilia  
 College of Health Sciences  
 Campus Universitário Darci Ribeiro  
 70910-970 Brasilia  
 BRAZIL  
 Tel: +556133073671

**CANADA**

Carla Hilts  
 Chemical Health Hazard Assessment  
 Division Bureau of Chemical Safety  
 Food Directorate Health Products and Food Branch Health  
 E-mail: [carla.hilts@hc-sc.gc.ca](mailto:carla.hilts@hc-sc.gc.ca)

**COLOMBIE**

Giovanny Cifuentes Rodriguez  
 Consultor  
 Ministerio de Salud y Protección Social  
 Cra 13 # 32-76-tel 57 1 3305000 ext 1255 cel. 3005589037.  
 Bogotá, Colombia.  
 E-mail: [gcifuentes@minsalud.gov.co](mailto:gcifuentes@minsalud.gov.co); [giomega2000@yahoo.com](mailto:giomega2000@yahoo.com)

**Yuly Andrea Gamboa**

Bacterióloga  
 Unidad de Evaluación de Riesgos en Alimentos  
 Instituto Nacional de Salud-UIERIA-INS  
 Av. Calle 26 No. 51-20,  
 Tel: 05712207700 ext. 1295/6  
 Bogotá, Colombia  
 Ygamboa

**COSTA RICA****Adriana Murillo Williams**E-mail: [Adriana.murillowilliams@ucr.ac.cr](mailto:Adriana.murillowilliams@ucr.ac.cr)**María Elena Aguilar Solano**E-mail: [maguilar@ministeriodesalud.go.cr](mailto:maguilar@ministeriodesalud.go.cr)**Rosario Rodriguez**E-mail: [rrodriguez@meic.go.cr](mailto:rrodriguez@meic.go.cr)**CUBA****Miguel García**E-mail: [miguelgarcia@infomed.sld.cu](mailto:miguelgarcia@infomed.sld.cu)**RÉPUBLIQUE DOMINICAINE**

Matilde Vásquez  
 Nutrición  
 Ministerio de Salud Pública (MSP)  
 República Dominicana.  
 Tel: Direct++ 809-541-0382. OtherTel: +809-541-3121, ext. 2382  
 Fax: 809-547-2946  
 E-mail: [codexsespas@yahoo.com](mailto:codexsespas@yahoo.com); [codexsespas@gmail.com](mailto:codexsespas@gmail.com);

**UNION EUROPÉENNE****Mr Frans VERSTRAETE**

European Commission  
Health and Consumers Directorate-General  
Tel: +32-2-295 63 59  
E-mail: frans.verstraete@ec.europa.eu; codex@ec.europa.eu

**GRÈCE****Dr. Zoe Mousia**

Head of Unit of Processed Food  
Department of Enterprises Control  
Central Service  
Hellenic Food Authority (EFET)  
124 Kifisias Ave  
115 26, ATHENS  
GREECE  
Tel: +30 210 6971 602  
Fax: +30 210 6971 501  
E-mail: zmousia@efet.gr

**JAPON****Dr Takashi SUZUKI**

Deputy Director  
Standards and Evaluation Division,  
Department of Food Safety,  
Ministry of Health, Labour and Welfare  
1-2-2 Kasumigaseki, Chiyoda-ku Tokyo 100-8916, Japan  
E-mail: codexj@mhlw.go.jp

**Ms. Keiko AKIMOTO**

Associate Director  
Plant Products Safety Division  
Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries  
1-2-1 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8950, Japan  
E-mail: keiko\_akimoto@nm.maff.go.jp

**Ms. Mikiko HAYASHI**

Section Chief  
Animal Product Safety Division  
Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries  
1-2-1 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8950, Japan  
E-mail: mikiko\_hayashi@nm.maff.go.jp, codex\_maff@nm.maff.go.jp

**Mr Wataru IIZUKA**

Assistant Director  
Standards and Evaluation Division,  
Department of Food Safety,  
Ministry of Health, Labour and Welfare  
1-2-2 Kasumigaseki, Chiyoda-ku Tokyo 100-8916, Japan  
E-mail: codexj@mhlw.go.jp

**Mr Ryo IWASE**

Section Chief  
Standards and Evaluation Division,  
Department of Food Safety,  
Ministry of Health, Labour and Welfare  
1-2-2 Kasumigaseki, Chiyoda-ku Tokyo 100-8916, Japan  
E-mail: codexj@mhlw.go.jp

**Dr Yoshiko SUGITA-KONISHI**

Director  
Division of microbiology  
National Institute of Health Sciences  
1-18-1 Kamiyoga, Setagaya-ku, Tokyo 158-8501, Japan  
E-mail: ykonishi@nihs.go.jp

**Dr Tomoya YOSHINARI**

Researcher  
Division of microbiology  
National Institute of Health Sciences  
1-18-1 Kamiyoga, Setagaya-ku, Tokyo 158-8501, Japan  
E-mail: t-yoshinari@nihs.go.jp

**MALAISIE****Ms. Fauziah Arshad Deputy Director**

Standard and Codex Branch  
Food Safety and Quality Division Ministry of Health Malaysia  
Tel: +603 8885 0794  
E-mail: fauziaharshad@moh.gov.my

**Ms. Raizawanis Abdul Rahman**

Senior Assistant Director  
Contaminant Section  
Food Safety and Quality Division Ministry of Health Malaysia  
Tel: +603 8885 0783  
E-mail: raizawanis@moh.gov.my; ccp\_malaysia@moh.gov.my

**MALAWI****Professor Vincent Saka**

Bunda College of Agriculture  
P O Box 219  
Lilongwe  
Tel: + (265) 01277222  
Fax: + (265) 01277363  
Cell: + (265) 0888832042  
E-mail: vwsaka@yahoo.com

**NIGÉRIA****Dr. A. Adegboye**

E-mail: codex@sononline.org; mgeorge@sononline.org.

**Dr. Abimbola Adegboye**

National Agency for Food and Drug Administration and Control  
E-mail: Adegboye.a@nafdac.gov.ng; bimbostica@yahoo.com

**SOUDAN****GAAFAR IBRAHIM**

CO-CHAIR NATIONAL CODEX COMMITTEE  
SUDANESE STANDARD & METROLOGY ORGANIZATION  
E-mail: Gaafaribrahim80@yahoo.com

**ÉTATS-UNIS****Dr. Kathleen D'Ovidio**

Center for Food Safety and Applied Nutrition  
U.S. Food and Drug Administration  
5100 Paint Branch Parkway  
College Park, MD 20740  
Tel: 1240 402 1529  
E-mail: Kathleen.D'Ovidio@fda.hhs.gov

**Dr. Henry Kim**

Center for Food Safety and Applied Nutrition  
U.S. Food and Drug Administration  
5100 Paint Branch Parkway  
College Park, MD 20740  
Tel: 1240 402 2023  
E-mail: Henry.Kim@fda.hhs.gov

**VIET NAM****Mrs. Nguyen Thi Minh Ha**

Deputy of Director-Vietnam Codex Office  
E-mail: nguyen\_thi\_minh\_ha@yahoo.com

**Mr. Ha Minh Thanh**

Plant Protection Research Institute  
E-mail: thanhhanipp@yahoo.com

**Mrs. Luong Hong Nga**

Hanoi Hanoi University of Science and Technology  
E-mail: luonghongnga@yahoo.com

**Mr. Nguyen Van Thang**

Fiel Crops Research Institute  
E-mail: Thanglrdc@gmail.com

**Mr. Le Son Ha**

Plant Protection Department  
E-mail: lesonhappd@yahoo.com

**ICGMA (Conseil international des associations des fabricants de produits d'épicerie)**

Maia M. Jack, Ph.D.  
ICGMA Head Delegate to CCCF  
Director, Science Policy-Chemical Safety  
1350 I Street, NW, Suite 300, Washington, D.C  
E-mail: mjack@gmaonline.org

**ISDI (Fédération internationale des industries des aliments diététiques)**

Mr. Xavier Lavigne  
Secretary General  
E-mail: xavierlavigne@isdi.org