

commission du codex alimentarius



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

ORGANISATION
MONDIALE
DE LA SANTÉ



F

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

Point 14 (b) de l'ordre du jour

CX/CF 07/1/18
Janvier 2007

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

Première session
Beijing, Chine, 16 - 20 Avril 2007

DOCUMENT DE TRAVAIL SUR L'OCHRATOXINE A DANS LE CAFE

Les gouvernements et les organisations internationales sont invités à soumettre leurs observations sur le présent document **au plus tard le 1er mars 2007**, de préférence par courrier électronique, à l'attention de Mme Tanja Åkesson, Secrétariat néerlandais auprès du Comité du Codex sur les contaminants dans les aliments, télécopie: +31 70 3786141 ;courriel: info@codexalimentarius.nl et d'en adresser une copie au Secrétaire de la Commission du Codex Alimentarius, Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires, viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italie (télécopie: + 39 06 5705 4593; courriel: Codex@fao.org).

HISTORIQUE

1. Le Comité du Codex sur les additifs alimentaires et les contaminants, lors de sa 38^{ème} Session, est convenu d'établir un groupe de travail électronique dirigé par le Brésil afin de préparer un document de travail sur l'occurrence de l'ochratoxine A (OTA) dans le café pour examen lors de la première session du Comité du Codex sur les contaminants dans les aliments (voir ALINORM 06/29/12 para.145). Le Brésil, le Canada, La Communauté européenne, la France, le Ghana, L'Indonésie, La Suisse, le Royaume-Uni, l'Uganda ainsi que l'IFT ont participé au groupe de travail électronique et ont préparé ce document.

INTRODUCTION

2. L'OTA est une mycotoxine qui peut être trouvée dans différentes sources comme les céréales, le vin, le jus de raisin, le vin sec à base de fruits, la bière, le café, le cacao et les épices. Les céréales et les produits à base de céréales (farine, son, céréales du petit-déjeuner, pain, pâtes, biscuits, barres de céréales et autres) représentent la source principale de l'exposition alimentaire, à la fois pour les adultes et les enfants. Pour ce dernier groupe, très vulnérable à cause de leur consommation alimentaire en relation à leur poids corporel, le jus de raisin et le raisin peuvent constituer une source d'exposition additionnelle. En outre, Les produits mentionnés antérieurement, le vin, la bière, le cacao et le café peuvent constituer d'autres sources d'exposition. (CX/FAC 06/38/26).
3. L'OTA est produite dans les aliments par les champignons suivants: *Penicillium verrucosum* et les espèces *Aspergillus* telles que *A. ochraceus*, *A. westerdijkiae*, *A. carbonarius* et *A. niger*. Ils occupent des niches écologiques diverses, affectent différents produits, et ont une fréquence d'occurrence différente dans différentes régions géographiques (WHO, 2002).

4. Une étude effectuée au Brésil a étudié la répartition de l'OTA produisant des champignons et leur capacité à produire la toxine dans 872 isolats. L'espèce la plus commune trouvée était l'*Aspergillus niger* (549 isolats), mais seulement 3% des isolats produisait de l'OTA. *A. De l'ochraceus* a également été trouvé principalement (269 isolats), avec un taux de 75% étant capable de produire de l'OTA. *A. Du carbonarius* a été trouvé (54 isolats) dans seulement une région, qui a un climat chaud, et seulement dans les fèves issues du parc de séchage ou issues de l'entreposage. Toutefois 77% étaient capables de produire de l'OTA (PITT, 2001).
5. Il existe deux espèces principales de café, avec différentes variétés, responsables de la production et du commerce du produit à l'échelle mondiale: Le *Coffea arabica* (le café arabica), qui peut croître à une altitude de 600-2000m et à une température moyenne de 18° – 22.5°C, dans les climats tropicaux humides et le *Coffea canephora* (café robusta), qui peut croître à une altitude en-dessous de 600m et à une température moyenne entre 22° et 26°C, également sous climat tropical humide.
6. Selon le FAOSTAT (2006) le café constitue l'une des marchandises les plus importantes et de la plus grande valeur, produit dans 78 pays autour du monde, par 20 à 25 millions de familles (la plupart d'entre elles étant des petits fermiers). Il représente pour beaucoup de pays en développement la part majeure de leurs exportations totales. Dix-neuf de ces pays étaient responsables de 90.08% de la production mondiale totale. (ANNEXE). On estime que les pays exportateurs recevront à peu près 15% des US\$55 milliards estimés par an pour le marché total de la vente au détail.
7. Ce document de travail considère différents aspects en rapport à la contamination du café par l'OTA: évaluation toxicologique, échantillonnage et méthodes analytiques, données d'occurrence, ingestion estimée, et mesures pour la prévention et la réduction de la contamination par l'OTA du café.

STRUCTURE CHIMIQUE

8. L'ochratoxine A est constituée d'une fraction de dihydroisocoumarin dérivée de polyketide relié à la phénylalanine par le groupe carboxy-12. A cause de sa structure chimique (Figure 1), elle est soluble dans la plupart des solvants organiques tels que les alcools, les cétones, le benzène, et le chloroforme, mais il n'est pas vraiment soluble dans l'eau et il est insoluble dans les éthers de pétrole et les hydrocarbures saturés. Il se dégrade dans un milieu alcalin. L'OTA est également stable au degré de chaleur utilisé dans la cuisson ordinaire et il est nécessaire d'utiliser des températures au-dessus de 250°C pour plusieurs minutes afin de réduire sa concentration. Elle est détectable par fluorescence bleu-vert dans la lampe à ultraviolet.

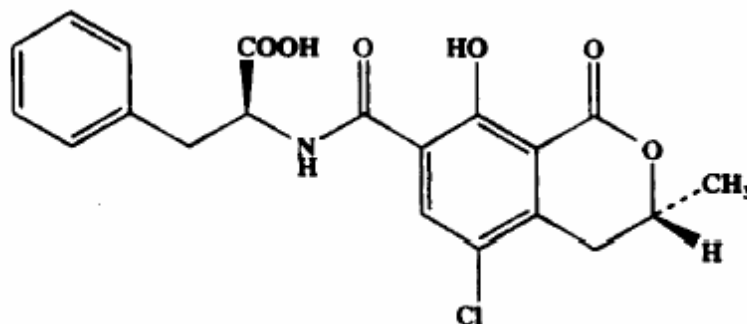


Figure 1. Structure chimique de l'ochratoxine A.

EVALUATION TOXICOLOGIQUE

9. La toxicité de l'OTA a été examinée par L'agence internationale de recherche sur le cancer (IARC), qui a répertorié l'OTA en tant qu'un éventuel carcinogène humain (groupe 2B), et par le comité mixte d'experts FAO/OMS sur les additifs alimentaires (JECFA).
10. Le rein est considéré comme étant l'organe le plus affecté par l'OTA, dont les propriétés néphrotoxiques et carcinogènes ont constitué le point d'attention majeur de l'évaluation de sécurité effectuée par des organismes scientifiques. En outre l'OTA a également des propriétés tératogènes, immunotoxiques et éventuellement des propriétés neurotoxiques.

11. Lors de sa 56^{ème} réunion en février 2002, le JECFA a considéré que les nouvelles données soulevaient d'autres questions à propos des mécanismes par lesquels l'OTA provoque un effet de néphrotoxicité et une cancérogénicité rénale ainsi que sur l'interdépendance de ces effets. Le mécanisme par lequel l'OTA provoque la cancérogénicité est inconnu, bien qu'à la fois des modes d'action génotoxiques et non-génotoxiques ont été proposés. Le JECFA a noté que des études pour résoudre ces problèmes sont en cours et il a recommandé l'examen des résultats lorsqu'ils seront disponibles. Le JECFA a retenu la dose hebdomadaire tolérable provisoire (PTWI) établie antérieurement de 100ng/kg du poids corporel, dans l'attente des résultats de ces études (WHO, 2002).
12. Le groupe scientifique EFSA sur les contaminants dans la chaîne alimentaire a établi 120 ng/kg poids corporel comme étant la dose hebdomadaire tolérable (TWI) pour l'OTA (EFSA, 2006).
13. Dans la liste prioritaire des additifs alimentaires, des contaminants et les substances toxiques apparaissant naturellement, proposée par le CCFAC pour évaluation par le JECFA, l'OTA est répertoriée comme étant de haute priorité, adressant une réévaluation toxicologique, une évaluation d'exposition (avec un examen spécial des pays en voie de développement) et les effets de la transformation sur les limites résiduelles dans les aliments (ALINORM 05/28/12).

METHODES D'ANALYSE ET D'ECHANTILLONNAGE

Echantillonnage

14. La nature aléatoire de la contamination fongique des substances brutes (comme le café) et par conséquent la distribution irrégulière de la contamination par l'OTA en découlant signifie que l'échantillonnage constitue une problématique (EFSA, 2002).
15. La variance totale peut être estimée et divisée en échantillonnage, préparation d'un échantillon et écarts analytiques. L'échantillon, la taille du sous-échantillon, la taille de la particule et le type du moulin influencent l'incertitude associée à la mesure du vrai niveau de la contamination totale.
16. Ces relations peuvent être exprimées en utilisant l'écart estimé pour la taille de l'échantillon, la taille du sous-échantillon et le nombre d'analyses pour la concentration spécifique d'OTA ainsi que cela est décrit ci-dessous:
 - Ecart échantillonnage :

$$S^2(s) = (1/ns) 1.35C^{1.09}$$
 où: ns = taille de l'échantillon (kg)
 C = estimation de la concentration d'OTA mesurée en µg/Kg
 - Ecart sous-échantillonnage :

$$S^2(ss) = (25/nss) 0.27C^{1.46}$$
 où: nss = taille du sous-échantillonnage (g)
 - Effet du changement du nombre d'aliquotes:

$$S^2(a) = (1/na) 0.01 C^{1.61}$$
 où: na = nombre d'aliquotes quantifiées

Le total écart estimé :

$$S^2(t) = S^2(s) + S^2(ss) + S^2(a)$$
 (Vargas et al., 2004)
17. Selon Vargas (2005), la distribution logarithmico-normale devrait être sélectionnée pour modéliser les résultats du test de l'échantillon d'OTA parce que celui-ci a donné le meilleur ajustement.
18. Il n'est pas possible de désigner la méthode d'échantillonnage sans déterminer le risque acceptable pour les consommateurs et les producteurs et la limite maximale résiduelle.

Méthodes analytiques

19. Plusieurs méthodes analytiques pour la détermination de l'OTA dans les céréales (maïs, orge, blé et seigle) et des produits dérivés (son de blé et produits à base de farine complète), et les boissons (vin, bière, et café) ont été formellement validées dans des études collectives.

20. On utilisera des méthodes critères qui comportent une série de critères de performance auxquels la méthode d'analyse utilisée doit être conforme. Ce type d'approche présente l'avantage de ne pas obliger à fournir de détails spécifiques sur la méthode utilisée et permet donc de profiter des progrès de la méthodologie sans avoir à réexaminer ou à modifier la méthode spécifiée. Les critères de performance établis pour les méthodes devraient comprendre tous les paramètres que chaque laboratoire doit respecter tels que le seuil de détection, le coefficient de variation de répétabilité, le coefficient de la variation de la reproductibilité et le taux de récupération nécessaires pour diverses restrictions statutaires (Tableau 1). En adoptant cette approche, les laboratoires seraient libres d'utiliser la méthode d'analyse convenant le mieux à leurs installations. Les méthodes d'analyse qui sont acceptées par les chimistes à l'échelon international (par exemple, les méthodes AOAC) peuvent être utilisées. Ces méthodes sont en permanence l'objet d'un suivi et d'une mise à jour en fonction des progrès technologiques (CX/FAC 06/38/18).
21. Les critères de performance pour les méthodes d'analyse établie par la CE sont indiqués dans le tableau 1

Tableau 1- Critère de performance pour l'OTA (EC N° 401/2006)

Limite µg/kg	RSD _f	RSD _R	Récupération
< 1	≤ 40	≤ 60	50 to 120
1-10	≤ 20	≤ 30	70 to 110

La fidélité RSD_f peut être calculée comme 0.66 fois la fidélité RSD_R à la concentration souhaitée.

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

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

où :

- RSD_R est l'écart-type relatif calculé à partir des résultats donnés dans des conditions de reproductibilité [(sR/ X) x 100]
- C est le taux de concentration (c'est-à-dire. 1= 100g/100g; 0.001 = 1,000 mg/kg)

L'OCCURRENCE DE L'OTA DANS LE CAFE

22. Des études dans le monde entier ont confirmé la présence de l'OTA dans le café brut, le café torréfié et le café soluble commercialisés. L'échantillonnage étendu du café brut de toutes les origines, et les deux types de café (Arabica, Robusta) a montré que la contamination par l'OTA peut être plus fréquente dans certaines aires, mais que les pays non producteurs sont entièrement exempts de contamination (Taniwaki, 2006).
23. L'occurrence naturelle d'OTA dans les grains de café vert et torréfié a été examinée dans les études suivantes. Des informations complémentaires comprenant l'origine géographique des échantillons analysés apparaissent dans les tableaux 2, 3 et 4 (Taniwaki, 2006).

Grains de café vert

24. La présence d'OTA en tant que contaminant dans les grains de café vert a été signalée pour la première fois par Levi et al. (1974) à des teneurs se situant entre 20 à 360 µg/Kg dans 22 des 335 échantillons, avec une limite de détection de 20 µg/kg.
25. Plus tard, en examinant différentes données de sociétés de café, Levi (1980) a signalé que l'OTA n'avait pas été trouvée dans 502 cargaisons commerciales de café vert entrant dans le port de Trieste (Italie). Par ailleurs, aux Etats-Unis l'OTA a été détecté dans 2 des 201 échantillons de café vert à des teneurs de 24 et 96 µg/kg.
26. Il a été trouvé par Norton et al. (1982) une concentration d'OTA se situant entre <10 à 200 µg/kg dans 9 des 31 échantillons de café vert.

27. Cantafora et al. (1983) ont signalé de l'OTA dans 9 des 40 échantillons commerciaux de café vert à des teneurs de 0.5 à 23 µg/kg et Tsubouchi et al. (1985) a signalé des niveaux de 9.9 à 46.0 µg/kg dans 4 des 22 échantillons.
28. Micco et al. (1989) ont découvert des teneurs en OTA de 0.2 à 15.0 µg/kg dans 17 des 29 échantillons de café vert. Studer-Rohr et al. (1995) a détecté dans 13 des 25 échantillons des niveaux allant de 1.2 à 56.0 µg/kg.
29. Des données issues de MAFF (1996) ont indiqué l'existence d'OTA dans 110 des 291 échantillons de café vert de *Coffea arabica* et *C. canephora*, importés par le Royaume-Uni issus de 27 pays différents. Les teneurs les plus élevées dans *C. arabica* et *C. canephora* étaient respectivement de 9 et de 27.3 µg/kg.
30. L'OTA a été détectée à des teneurs se situant entre 0.1 et 17.4 µg/kg (Nakajima et al., 1997) et de 0.1 à 4.6 µg/Kg (Trucksess et al., 1999).
31. Romani et al. (2000) ont indiqué que 106 des 162 échantillons de café vert étaient positifs à l'OTA avec des teneurs se situant entre 0.1 à 48 µg/kg.
32. Leoni et al. (2001) ont détecté de l'OTA dans 27 des 132 échantillons de café vert, collectionnés dans des points de vente, avec des teneurs allant de 0.7 à 47.8 µg/kg.
33. Des données rassemblées par les Pays membres de l'Union européenne sur l'occurrence de l'OTA dans 1704 des échantillons de café vert ont montré que 36% des échantillons étaient positifs à l'OTA et que la teneur moyenne était 3.6 µg/kg. (Miraglia et Brera, 2002).
34. Taniwaki et al. (2003) ont indiqué que la teneur moyenne en OTA dans 135 échantillons des cerises mûres issues des cerisiers, les cerises trop mûres des cerisiers, les cerises trop mûres du sol, le parc de séchage et l'entreposage était respectivement de 0.1, < 0.2, 1.6, 2.1 et de 3.3 µg/kg. Bien que les teneurs en OTA variaient largement, seulement 9 des 135 échantillons excédaient 5 µg/kg, avec 1 échantillon de café de qualité médiocre excédant 100 µg/kg.
35. Batista et al. (2003) ont signalé que 22% des 40 échantillons de café vert étaient contaminés par l'OTA à des teneurs allant de 0.47 à 4.82 µg/kg avec une contamination moyenne de 2.45 µg/kg.
36. Martins et al. (2003) ont analysé 60 échantillons de café vert, dont 20 (33.3%) étaient contaminés avec des teneurs de 0.2 à 7.3 µg/kg, avec une contamination moyenne de 2.38 µg/kg.
37. Yani (2004) a indiqué une contamination par l'OTA dans les grains de café vert collectés chez des fermiers, le district et les secteurs de régence en Indonésie. Douze (40%), 8 (53.3%), et 5 (33%) des 30, 45, et 15 échantillons étaient contaminés par l'OTA à des teneurs allant de 0.092 à 3.736 µg/kg (moyenne de 0.70 µg/kg); 0.083 – 0.751 µg/kg (moyenne de 0.30 µg/kg) et 0.162 – 1.027 µg/kg (moyenne de 0.38 µg/kg) respectivement chez les fermiers, dans les districts de collecte et de régence.
38. Gollücke et al. (2004) ont indiqué l'occurrence d'OTA dans 37 échantillons de café vert à des teneurs variant de <0.16 à 6.24 µg/kg (moyenne de 3.20 µg/kg). Cinq échantillons ont été séparés pour les grains sains et les grains viciés. Les grains sains ont montré des teneurs allant de 0.22 à 0.80 µg/kg (moyenne de 0.46 µg/kg) et les grains viciés de 0.42 à 17.46 µg/kg (moyenne de 4.52 µg/kg).
39. Pardo et al. (2004) ont détecté de l'OTA dans l'ensemble des 57 échantillons de café vert issus de différentes origines. La contamination moyenne était de 6.7 µg/kg, variant de 1.3 à 31.5 µg/kg. Les teneurs en OTA dans les échantillons de café Arabica et Robusta n'étaient pas différentes de façon significative.
40. Moraes et al. (2006) ont analysé 30 échantillons de café vert et ont trouvé des teneurs d'OTA allant de <1 à 133.7 µg/kg, avec une contamination moyenne de 14.7 µg/kg.

Tableau 2. Incidence de l'ochratoxine A (OTA) dans le café vert mondialement

Zaïre	N° positifs/ échantillons	N° Marge de variation de l'OTA (µg/kg)	Type de café	Référence
Angola	0/4	< 20 ^a	N.S. ^b	Levi et al. (1974)
Brésil	3/7	Trace – 360	“	“
Colombie	17/139	Trace – 50	“	“
Cameroun	0/1	< 20 ^a	“	“
Côte d'ivoire	1/12	Trace	“	“
Uganda	1/ 2	Trace	“	“
Inconnu	7/102	Trace	“	“
Inconnu	0/502	N.D. ^c	“	Levi (1980)
Inconnu	2/201	N.D. ^c – 96	“	“
Brésil	10/14	0.2 – 3.7	Arabica	Micco et al. (1989)
Cameroun	3/3	Traces – 2.2	Robusta	“
Colombie	1/ 2	3.3	Arabica	“
Costa Rica	1/ 2	Traces	Arabica	“
Côte d'ivoire	1/2	1.3	Robusta	“
Kenya	0/2	< 0.01 ^a	Arabica	“
México	1/ 2	1.4	Arabica	“
Zaïre	2/2	8.4 – 15.0	Robusta	“
Brésil	3/5	2.0 – 7.4	N.S. ^b	Studer-Rhor et al. (1995)
Colombie	3/5	1.2 – 9.8	“	“
Amérique centrale	0/1	< 0.5 ^a	N.S. ^b	Studer-Rhor et al. (1995)
Costa Rica	0/1	< 0.5 ^a	“	“
Guatemala	0/1	< 0.5 ^a	“	“
Côte d'ivoire	2/2	9.9 – 56.0	“	“

^aCorrespond à la limite de détection de la méthode; ^b Non spécifié; ^c Non détecté (limite non spécifiée).

Tableau 2. Incidence de l'ochratoxine A (OTA) dans le café vert mondialement.

Origine	N° positifs/ échantillons	N° Marge de variation de l'OTA ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Type de café	Référence
Kenya	0/3	< 0.5 ^a	“	“
Nouvelle Guinée	0/1	< 0.5 ^a	“	“
Tanzanie	1/1	2.2	“	“
Zaïre	1/1	17.3	“	“
Inconnu	2/4	2.2 – 11.8	“	“
Amérique, Afrique, 31/153 Papua Nouvelle Guinée		0.2 – 9.0	Arabica	MAFF, 1996
Amérique, Afrique, 55/75 Asie		0.2 – 27.3	Robusta	“
Inconnu	24/63	0.2 – 7.7	N.S. ^b	“
Yémen	7/10	0.7 – 17.4	Arabica	Nakajima et al. (1997)
Tanzanie	5/9	0.1 – 7.2	Arabica	“
Indonésie	2/9	0.2 – 1.0	Robusta	“
Ethiopie	0/1	< 0.1 ^a	Arabica	“
Amérique centrale	0/6	< 0.1 ^a	Arabica	“
Amérique du Sud	0/12	< 0.1 ^a	Arabica	“
Afrique de l'Est	42/33	0.2 – 62.0	N.S. ^b	Heilmann et al. (1999)
Afrique de l'Ouest	9/9	0.3 – 5.0	“	“
Asie	20/29	0.2 – 4.9	“	“
Amérique centrale	6/15	0.2 – 0.8	“	“
Amérique du Sud	5/17	0.2 – 1.0	“	“
Amérique du Sud	9/19	0.1 – 4.9	N.S. ^b	Trucksess et al. (1999)
Afrique	76/84	0.5 – 48.0	N.S. ^b	Romani et al. (2000)
Amérique latine	19/60	0.1 – 7.7	“	“
Asie	11/18	0.2 – 4.9	“	“
Brésil	27/132	0.7 – 47.8	Arabica	Leoni et al. (2001)
Inconnu	374/1704	0.2 – 80.0	N.S. ^b	EU (2002)
Brésil	9/135	< 0.2 – 100	Arabica	Taniwaki et al. (2003)
Brésil	5/40	0.4 – 4.82	Arabica	Batista et al. (2003)
Brésil	20/60	0.2 – 7.3	Arabica	Martins et al. (2003)
Brésil	22/54	0.3 – 160	Arabica	Moraes & Luchese (2003)
Indonésie	25/60	N.D. ^c – 3.7	Robusta	Yani, 2004
Brésil	17/37	0.2 – 6.2	Arabica	Gollücke et al. (2004)
Afrique	12/12	2.4 – 23.3	Robusta	Pardo et al. (2004)
Amérique	31/31	1.3 – 27.7	Arabica	“
Asie	14/14	1.6 – 31.5	Arabica Robusta	and “
Brésil	15/30	< 1 – 133.7	Arabica	Moraes et al. (2006)

^aCorrespond à la limite de détection de la méthode; ^b Non spécifié; ^c Non détecté (limite non spécifiée).

Café torréfié et soluble

41. La présence d'OTA dans les grains de café torréfiés commercialisés a été indiquée pour la première fois dans cinq des 68 échantillons à des teneurs variant de 3.2 à 17.0 µg/kg par Tsubouchi et al. (1985), en tant que résultat de l'introduction d'une méthode HPLC pour la détermination de l'OTA dans les grains de café et les produits à base de café.
42. On a détecté de l'OTA dans 16 des 40 boissons café analysées préparées à partir d'échantillons de café torréfié. Les teneurs de contamination variaient de 1.0 à 7.8 µg/kg (Studer-Rohr et al., 1994a, 1994b). Dans ces études, une destruction partielle d'OTA a été obtenue après la torréfaction.
43. La présence d'OTA dans 20 des 30 échantillons de café torréfié commercialisés a été décrite par Koch et al. (1996) à des teneurs variant de 0.3 à 7.5 µg/kg.
44. Pittet et al. (1996) ont recensé 116 échantillons de café soluble de différents pays et de différents fabricants. Les teneurs de contamination variaient de <0.2 à 15.9 µg/kg. Les teneurs les plus élevées d'OTA ont été détectées parmi les échantillons de café soluble adultérés avec des coques de café et/ou du café en parches (moyenne du niveau de contamination: 5.9 µg/kg). Par comparaison, les concentrations d'OTA dans les échantillons de café pur soluble étaient sensiblement plus basses avec un niveau de contamination moyen de 1.1 µg/kg.
45. Patel et al. (1997) ont détecté de l'OTA dans 17 des 20 échantillons de café torréfié variant de 0.2 à 2.1 µg/kg.
46. Trucksess et al. (1999) ont détecté de l'OTA dans 9 des 13 échantillons de café moulu torréfié aux USA. Les niveaux de contamination variaient de 0.1 à 1.2 µg/kg et la moyenne était de 0.41 µg/kg.
47. Van der Stegen et al. (1997) ont analysé 633 échantillons de produits à base de café. Les teneurs d'OTA dans le café torréfié variaient de <0.5 à 8.2 µg/kg, avec une moyenne de 0.8 µg/kg. Des 149 échantillons de café soluble seuls quatre excédaient 10 µg/kg, avec une moyenne de 1.3 µg/kg.
48. De l'OTA a été détectée par Jorgensen (1998) dans l'ensemble des 11 échantillons de grains de café torréfiés à des teneurs variant de 0.1 à 3.20 µg/kg, avec une moyenne de 0.51 µg/kg.
49. L'occurrence de l'OTA a été détectée par Prado et al. (2000) dans le café soluble et les échantillons de café moulu torréfié. Les échantillons de café moulu soluble et torréfié ont indiqué des teneurs variant respectivement de 0.31 à 1.78 µg/kg (moyenne de 0.73 µg/kg) et de 0.99 à 5.87 µg/kg (moyenne de 1.75 µg/Kg).
50. Dans une étude effectuée par Fazenkas et al. (2002), dans 50 échantillons de café commercialisé, 66% étaient contaminés avec de l'OTA variant de 0.17 à 1.3 µg/kg, avec une moyenne de 0.57 µg/kg.
51. Lin et al. (2005) ont analysé 51 échantillons de café détectant de l'OTA dans 13 (25%) de ceux-ci avec une contamination variant de <0.1 à 0.5 µg/kg.
52. Les données rassemblées par les Etats membres de l'Union européenne sur l'existence d'OTA dans 1184 échantillons transformés de café ont indiqué que 46% des échantillons étaient positifs et la teneur moyenne était de 1.1 µg/kg. (Miraglia et Brera, 2002).
53. Moraes et al. (2006) ont analysé 33 échantillons de café torréfié du marché, y compris des marques à faibles coûts et ont trouvé de l'OTA variant de < 1 à 13 µg/kg avec une moyenne de 1.49 µg/kg.

Table 3. Incidence de l'ochratoxine A (OTA) dans le café torréfié commercialisé mondialement.

Pays du commerce de détail	N° positifs/ échantillons	N° Marge variation l'OTA (µg/kg)	de Référence de
Japon	5/68	3.2 – 17.0	Tsubouchi et al. (1988)
Royaume-Uni	17/20	0.2 – 2.1	Patel et al. (1997)
Europe	?/484	< 0.5 ^a – 8.2	Van der Stegen et al. (1997)
Danemark	11/11	0.1 – 3.2	Jorgensen (1998)
Espagne	29/29	0.22 – 5.64	Burdespal e Legarda (1998)
Etats-Unis	9/13	0.1 – 1.2	Trucksess et al. (1999)
Brésil	23/34	0.3 – 6.5	Leoni et al. (2000)
Brésil	41/47	0.99 – 5.87	Prado et al. (2000)
Allemagne	22/67	0.3 – 3.3	Wolff (2000)
Allemagne	273/490	0.21 – 12.1	Otteneder & Majerus (2001)
Canada	42/71	0.1 – 2.3	Lombaert et al. (2002)
Hongrie	33/50	0.17 – 1.3	Fazekas et al. (2002)
Brésil	17/33	< 1 – 13.2	Moraes et al. (2006)

^aCorrespond à la limite de détection de la méthode.

Tableau 4. Incidence de l'ochratoxine A (OTA) dans le café soluble commercialisé mondialement.

Pays du commerce au détail	N° positifs/ échantillons	N° Marge variation l'OTA (µg/kg)	de Référence de
Australie	7/22	0.2 – 4.0	Pittet et al. (1996)
Etats-Unis	3/6	1.5 – 2.1	“
Allemagne	5/9	0.3 – 2.2	“
Royaume-Uni	64/80	0.1 – 8.0	Patel at al. (1997)
Europe	?/149	< 0.5 ^a – 27.2	Van der Stegen et al. (1997)
Espagne	9/9	0.19 – 1.08	Burdaspal e Legarda (1998)
Brésil	8/10	0.31 – 1.78	Prado et al. (2000)
Brésil	16/16	0.5 – 5.1	Leoni et al. (2000)
Allemagne	23/52	0.3 – 9.5	Wolff (2000)
Allemagne	12/41	0.28 – 4.8	Otteneder & Majerus (2001)
Canada	20/30	0.1 – 3.1	Lombaert et al. (2002)

^aCorrespond à la limite de détection de la méthode.

FACTEURS AFFECTANT LA PRÉSENCE DE L'OTA DANS LE CAFE

54. Depuis qu'il est identifié que la présence de l'OTA dans les grains de café est due à la contamination par un petit nombre d'espèces de champignons, généralement *A. ochraceus*, *A. westerdijkiae*, *A. niger* et *A. carbonarius* (Urbano et al., 2001a; Taniwaki et al., 2003; Batista et al., 2003; Suarez-Quiroz et al., 2004), les pratiques qui restreignent le développement des champignons à travers la chaîne de production doivent être adoptées afin d'éviter la présence d'OTA et afin de préserver la qualité finale du café.
55. Des analyses mycologiques des fèves de cerise collectées des arbres n'ont pas démontré la présence de ces champignons ochratoxigéniques, indiquant que la contamination par l'OTA du café vert est un problème postérieur à la récolte. Les principales sources de ces champignons semblent provenir du sol, de l'équipement et des surfaces d'aires de séchage (Taniwaki et al. 2003).
56. Lorsqu'on a affaire à de la sur maturité les fruits sèchent généralement sur l'arbre et puis tombent par terre. Si ces fèves de cerises restent pour une longue période sur le sol, une augmentation d'infection avec des espèces ochratoxigéniques peut apparaître. Si des fèves infectées sont mélangées à des fèves saines, la contamination de champignons s'étendra (Taniwaki et al., 2003).
57. L'influence de la procédure relative à la récolte, du mûrissement du fruit et du processus de séchage sur les risques de contamination a été évaluée. On en a conclu que le glanage du café et le séchage du café directement sur le la terre nue formaient les sources les plus élevées de contamination (Moraes and Luchese, 2003).
58. La teneur en moisissure et l'activité de l'eau (a_w) sont les facteurs les plus importants qui influencent la formation de moisissure. Afin d'éviter le développement de champignons toxigéniques dans le café, l'activité de l'eau devrait être maintenue sous contrôle de l'après-récolte au processus final (Palacios-Cabrera et al, 2004).
59. Le séchage des grains de café à 11-12% en teneur en humidité, qui correspond à une activité de l'eau de 0.60, évite la formation de moisissure et subséquemment la production d'OTA. Les études de laboratoire ont montré que la limite de l'activité de l'eau pour la formation de *A. ochraceus* et *A. niger* est respectivement de 0.79 et de 0.77 (Palacios-Cabrera et al, 2004).
60. Différents climats et système de production impliquent différents risques pour le développement d'OTA produisant de la moisissure. Dans les plantations ombragées, le sol reste relativement humide même s'il y a une saison sèche. Dans certaines régions la période de récolte (s'étendant en général sur trois mois) coïncide avec une saison des pluies ou des conditions humides. Ces scénarios constituent le plus grand risque pour les fruits de café tombants de devenir grossièrement contaminés. Dans les systèmes de production sans ombre, où la récolte est conduite dans une saison sèche, le risque est réduit. (FAO, 2005).
61. La torréfaction du café peut enlever un pourcentage très significatif d'OTA, comme cela est indiqué dans le tableau 5. Toutefois des données conflictuelles en ce qui concerne l'influence de la torréfaction, la mouture et la préparation de la boisson sur la teneur résiduelle en OTA sont présentes dans la littérature.

Tableau 5. Effet de la torréfaction sur la réduction de l'ochratoxine A (OTA).

N°. des échantillons	Origine toxine	Condition de torréfaction	% de réduction	Références
4	Inoculation ^a	200°C/10-20 min	0 – 12	Tsubouchi et al. (1988)
2	Naturel ^b	5 – 6 min/torréfaction noire	90 – 100	Micco et al. (1989)
3	Naturel ^b	252°C/100-190 seg	14 – 62	Studer-Rohr et al. (1995)
2	Inoculation ^a	252°C/100-190 seg	2 – 28	“
6	Naturel ^b	223°C / 14 min	84	Blanc et al. (1998)
3	Inoculation ^a	200°C/10 min (torréfaction moyenne)	22.5	Urbano et al. (2001b)
3	“	200°C/15 min (torréfaction moyenne)	48.1	“
3	“	210°C/10 min (moyenne noire)	39.2	“
3	“	210°C/15 min (moyenne noire)	65.6	“
3	“	220°C/10 min (noire)	88.4	“
3	“	220°C/15 min (noire)	93.9	“

^a Grains de café inoculés avec des spores toxigéniques d'*Aspergillus ochraceus*; ^b grains naturellement contaminés. SOURCE: (Taniwaki, 2006).

EXPOSITION ALIMENTAIRE

62. L'exposition aux mycotoxines a été associée à l'observation des effets indésirables chez les humains et chez le bétail. Les problèmes de santé relatifs à l'exposition alimentaire aux mycotoxines dépendent: des teneurs de mycotoxines dans les aliments tels qu'ils sont consommés, de la quantité d'aliments consommés, du poids corporel et de l'état physiologique de l'individu, ainsi que de la biodisponibilité et de la toxicité de la combinaison chimique pour les humains. D'autres facteurs alimentaires peuvent augmenter ou diminuer la toxicité. (Kuiper-Goodman, 1994).
63. Dans son évaluation de l'OTA en 2001, le JECFA a calculé l'exposition humaine à l'OTA à partir de différentes sources. L'approche suivie a résulté dans une ingestion moyenne totale d'OTA d'environ 45 ng/kg poids corporel par semaine, en partant d'un poids corporel de 60 kg. Les céréales et le vin contribuaient pour 25 et 10 ng/kg du pc par semaine, respectivement à l'ingestion moyenne, tandis que le jus de raisin et le café contribuaient chacun pour 2-3 ng/kg du p.c. par semaine. D'autres produits alimentaires (les fruits secs, la bière, le thé, le lait, le cacao, la volaille et les légumes secs) contribuaient pour moins de 1 ng/kg p.c. par semaine (WHO, 2002).
64. Dans l'évaluation de l'exposition à l'OTA, indiquée dans l'exposé de principe préparé par la Suède pour la 31^{ème} session du CCFAC, les valeurs moyennes utilisées pour le café étaient celles provenant de pays avec un taux de consommation élevé. Dans ce calcul, le café représentait 12% de l'ingestion totale et 8.6 ou 3.6% de la dose journalière tolérable (TDI) établie respectivement par le groupe Nordic ou le JECFA (CX/FAC99/14).
65. En 2002, une évaluation de l'ingestion alimentaire d'OTA par la population de l'Union européenne a été publiée. Le café représentait 10% de l'ingestion totale, tandis que les céréales et les produits à base de céréales contribuaient pour la plus grande part (50 %) à la moyenne européenne totale de l'exposition humaine à l'OTA. Pour la population globale, l'ingestion d'OTA à partir du café variait de 0.06 à 0.42 ng/kg p.c./jour. Dans la plupart des pays aucune différence accusée n'a été trouvée dans les valeurs d'ingestion alimentaire parmi les groupes de la population (Miraglia et Brera, 2002).

66. Une enquête alimentaire globale conduite en France a montré que l'ingestion moyenne d'OTA estimée de la population française se montait à 2.2 ng/kg de poids corporel par jour pour les adultes âgés de 15 ans ou plus, de 4.1 ng/kg de poids corporel par jour pour les enfants âgés de 3 à 14 ans. La 95ème exposition centile était de 3.6 ng/kg de poids corporel par jour pour les adultes et de 7.8 ng/kg de poids corporel par jour pour les enfants. Le groupe alimentaire ayant contribué le plus (>70 %) à l'exposition pour les deux groupes de population se composait des céréales et des produits à base de céréales. Les produits à base de raisins (les raisins secs, le raisin de table, le jus et le vin), le café, les noix et les graines oléagineuses contribuaient pour moins de 5 % à l'exposition globale.

PREVENTION DE L'OTA DANS LE CAFE

67. Certains projets d'étude ont été menés pour définir les facteurs afférents à la formation d'OTA dans le café. L'initiative la plus récente et la plus large provenait des gouvernements des pays producteurs, en collaboration avec le FAO, l'Organisation Internationale du Café (ICO) et l'Industrie Européenne du Café, et a résulté dans le projet "Enrichissement de la qualité du café à travers la prévention de la formation de moisissure".
68. Les règles de bonne pratique de fabrication peuvent être utilisées à tous les niveaux de la production du café afin de réduire la contamination d'OTA, comme suit:
69. Pendant la cueillette, le sol situé au pied des caféiers devrait être recouvert d'une bâche propre ou d'une toile plastifiée de façon à éviter que les cerises fraîchement cueillies ne touchent le sol, un matériau étranger ou des cerises déjà tombées pendant la saison des récoltes. Ces dernières peuvent être fortement contaminées par des spores fongiques, formant un risque élevé d'OTA. Les cerises blettes ne devraient pas non plus être mélangées à celles fraîchement cueillies.
70. Après la cueillette, les cerises fraîches devraient être transformées sans tarder, de préférence le même jour, par un procédé à sec ou par voie humide.
71. Les installations de transformation devraient être situées dans une zone sèche où la propreté de l'équipement et des installations est soignée en permanence. Les produits obtenus après la transformation (les coques et la pulpe) doivent être déposés dans un endroit séparé et compostés avant d'être utilisés dans le verger.
72. Les matériaux à risque ou indésirables tels que les coques, les flotteurs, les cerises non-décortiquées ou les fèves moisies, devraient être séparés des cerises de bonne qualité.
73. L'eau utilisée dans le processus par voie humide doit être de bonne qualité.
74. L'équipement utilisé doit être correctement nettoyé après usage.
75. Le séchage doit être opéré le plus vite possible, pour empêcher la croissance des champignons et la production d'OTA. Les cerises et les fèves doivent être: séchées sur des surfaces propres; disposées en couches de séchage d'une épaisseur maximale de 4 cm; protégées pour éviter qu'elles ne se réhumidifient et il faut les remuer en permanence pour leur permettre de sécher uniformément et d'atteindre une teneur en humidité maximale et sans risques de 12.5%.
76. Pour le stockage et le transport, il ne faudrait utiliser que des sacs propres pour emballer le café sec.
77. Les sacs ne doivent être transportés, chargés et déchargés que par temps sec ou dans un environnement protégé pour éviter qu'ils ne se réhumidifient.
78. Les entrepôts doivent être: protégés de la pluie, bien ventilés, avoir un sol, des murs et un plafond isolés contre l'humidité. Le café vert sec doit être stocké dans des sacs secs ou des conteneurs; doit être disposé sur des palettes, au-dessus du niveau du sol et espacé des murs.

CONCLUSIONS & RECOMMANDATIONS:

79. Le document de base actuel sur l'OTA dans le café entraîne les vastes conclusions et recommandations suivantes pour étude à la 1^{ère} Session du Comité du Codex sur les Contaminants dans les aliments:
- I Il est recommandé de fixer un Code Codex d'usage pour la prévention et la réduction de l'OTA dans le café, basé sur les normes de prévention de formation de moisissure dans le café émises par l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO).
 - II Pour garantir la prise en compte de toutes les conditions climatiques et agricoles, il est opportun que l'ensemble des pays producteurs de café prennent part à l'élaboration au projet de Code Codex de projet de norme d'application.
 - III Il faudrait évaluer la nécessité de limiter la teneur d'OTA dans le café à un maximum, après le développement de la norme d'application, en tenant compte des critères suivants:
 - Il existe une différence importante entre le niveau de contamination en OTA dans le café vert, torréfié et soluble.
 - Il existe d'importantes variantes de réduction de l'OTA, en fonction du processus technologique auquel le café est soumis.
 - Il est nécessaire de disposer de données fiables sur l'exposition du monde entier et l'occurrence après la mise en place de la norme d'application.

REFERENCES

1. A. Pittet, *Revue Med. Vet.* 149 479, 1998.
2. Batista, L R., Chalfoun, S M, Prado, G, Schwan, R F, Wheals, A E. 2003. Toxigenic fungi associated with processed (green) coffee beans (*Coffea arabica* L.) *International Journal of Food Microbiology* 85 (2003) 293– 300
3. Commission Regulation (EC) 466/2001 of 8 march 2001 (Official Journal of European Communities, L77, 16.3.2001, p. 1) as amended by Commission Regulation (EC) N° 123/2005 of 26 January 2005 (Official Journal of European Communities, L25, 28.1.2005, p. 3-5).
3. Bresch, H., Urbanek, M., Hell, K. Ochratoxin A in coffee, tea and beer. *Ach. Lebensmittelhyg.* 51, 89–94., 2000.
4. Cantafora, A., Grossi, M., Miraglia, M., Benelli, L. Determination of ochratoxin A in coffee beans using reversed-phase high performance liquid chromatography. *La Rivista della Societa Italiana di Scienza dell'Alimentazione* 12, 103–108, 1983.
5. CODEX. ALINORM, 05/28/12, Appendix XXIX
6. Committee on Food Additives (JECFA), Safety Evaluation of certain Mycotoxins in Food, Food and Agriculture Organization, Rome, 2001, 281.
7. Commission Regulation (EC) N° 401/2006-23/2/2006- laying down the methods of sampling and analysis for the official control of the levels of mycotoxins in foodstuffs.
8. CX/FAC 99/14
9. Declaration on Ochratoxin A by coffee producing countries within ICO. 16 February 2006. <http://www.ico.org/documents/eb3909e.pdf>
10. D.B.Pitt, J.I.Plestina, R.Shepard, G.Solfrizzo, M.Verger, P.J.P.Walker, in: Joint FAO/WHO Expert
11. [ESFA - www.efsa.eu.int](http://www.efsa.eu.int) - The EFSA Journal (2006) 365, 1 - 56 - www.efsa.eu.int Page 1 of Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a Request from the Commission Related to Ochratoxin a in Food. Report on tasks for scientific co-operation "Assessment of dietary intake of Ochratoxin A by the population of EU Member States", January 2002. http://europa.eu.int/comm/food/food/chemicalsafety/contaminants/task_3-2-7_en.pdf
12. FAO (Food and Agriculture Organization). Worldwide Regulations for Mycotoxins in food and feed in 2003. A compendium. FAO Food and Nutrition Paper. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 2004
13. FAO (Food and Agriculture Organization. Good Hygiene Practices along the coffee chain: a training resource for coffee producing countries. Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2005.
14. Fazenkas B., Tar, A. K, Zomborszky-Ková M. Ochratoxin A contamination of cereal grains and coffee in Hungary in the year 2001 *Acta Veterinaria Hungarica*. Volume 50, Number 2:177–188, 2002.
15. FAOSTAT 2006. [http:// faostat.fao.org](http://faostat.fao.org)
16. [Fujii S](#), [Ribeiro RM](#), [Scholz MB](#), [Ono EY](#), [Prete CE](#), [Itano EN](#), [Ueno Y](#), [Kawamura O](#), [Hirooka EY](#). Reliable indirect competitive ELISA used for a survey of ochratoxin A in green coffee from the North of Parana State, Brésil. [Food Addit Contam.](#), 9:902-909, 2006.
17. Gollücke, A. P. B.,Taniwaki, M. H., Tavares, D. Q, 2004. Survey on Ochratoxin A in Brésilian Green Coffee Destined for Exports. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 24(4): 641-645, 2004.
18. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Some Naturrally occurring Substances: Food Items and Constituents, Heterocyclic Aromatic Amines and Mycotoxins, Vol 56, International Agency for Research on cancer, Lyon, 489-521, 1993.
19. Jorgensen, K. Survey of pork, poultry, coffee, beer and pulses for ochratoxin A. *Food Addit. Contam.*, 15(5), 550-554, 1998.
20. K.Jorgensen, *Food Addit.Contam.*15, 550, 1998.
21. Koch, M.; Steinmeyer, S.; Tiebach, R.; Weber, R.; Weyerstahl, P. Bestimmung von Ochratoxin A in Ro`stkaffee. (Determination of ochratoxin A in roasted coffee.) *Dtsch. Lebensm.- Rundsch.* 2, 48-51, 1996.
22. Kuiper-Goodman, T. Prevention of Human Mycotoxicoses Through Risk Assessment and Risk Management. In: *Mycotoxins in grains – Compounds other than aflatoxins*. J.D.Miller and H.L.Trenholm (eds), 439-469, 1994.
23. Leoni, L. A. B., Valente Soares, L. M., and Oliveira, P. L. C. Ochratoxin A in Brésilian roasted and instant coffees, *Food Addit. Contam.*, 17:867-870, 2000.

24. Leoni, L.A.B.; Furlani, R.P.Z.; Valente Soares, L.M.; Oliveira, P.L.C. Ochratoxin A in Brésilian Green Coffee. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*. Campinas, v. 21, n. 1, p.105-107, 2001.
25. Levi, C.P., Trenk, H.L., Mohr, H.K., 1974. Study of the occurrence of ochratoxin A in green coffee beans. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists* 57, 866– 870.
26. Levi, C. P. Mycotoxins in coffee. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 63, 1282-1285, 1980.
27. [Lin LC](#), [Chen PC](#), [Fu YM](#), [Shih DY](#)C. Ochratoxin A contamination in coffees, cereals, red wines and beers in Taiwan. *Journal of Food and Drug Analysis* 13 (1): 84-92, 2005.
28. Martins, M. L., Martins, H. M., Gimeno, A. Incidence of microflora and of ochratoxin A in green coffee beans (*Coffea arabica*). *Food Additives & Contaminants* , 20 (12): 1127 – 1131. 2003
29. Micco, M., Grossi, M., Miraglia, M., Brera, C.. A study of the contamination by ochratoxin A of green and roasted coffee beans. *Food Additives and Contaminants* 6, 333– 339, 1989.
30. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (MAFF). Surveillance of ochratoxin A in green (unroasted) coffee beans. *Food Surveillance Information Sheet* 80. 1996.
31. Miraglia, M.; Brera, C. Report on tasks for scientific co-operation “Assessment of dietary intake of Ochratoxin A by the population of EU Members States”, January 2002. http://europa.eu.int/comm/food/food/chemicalsafety/contaminants/task_3_2_7en.pdf
32. Moraes, M.H.P., Luchese, R.H. Ochratoxin A on Green Coffee: Influence of Harvest and Drying Processing Procedures *J. Agric. Food Chem.*, 51, 5824-5828. 2003.
33. Moraes, M.H.P.; Santos, R.B.; Cavalcante, J.P. Micotoxinas e Legislação. Proceedings of Simpósio Brasileiro de Vigilância Sanitária, 3 – SIMBRAVISA. Florianópolis, Brasil. nov. 2006.
34. Nakajima, M., Tsubouchi, H., Miyabe, M., Ueno, Y.. Survey of aflatoxin B1 and ochratoxin A in commercial green coffee beans by high-performance liquid chromatography linked with immunoaffinity chromatography. *Food and Agricultural Immunology*. 9, 77– 83, 1997.
35. Norton, D. M.; Toule, G. M.; Cooper, S. J.; Partington, S. R.; Chapman, W. B. The Surveillance of Mycotoxins in Human Food. In *Proceedings, Fourth Meeting on Mycotoxins in Animal Disease*; Pepin, G. A., Patterson, D. S. P., Gray, D. E., Eds.; Ministry of Agriculture, Fisheries and Food: Alnwick, Northumberland. 77-81. 1982.
36. Palacios-Cabrera, H.; Taniwaki, M.H.; Menezes, H.C. & Iamanaka, B.T. The production of ochratoxin A by *Aspergillus ochraceus* in raw coffee at different equilibrium relative humidity and under alternating temperatures. *Food Control* 15 (7): 531-535. 2004.
37. Pardo, E.; Marim, S.; Ramos, A. J.; Sanchis, V. Occurrence of Ochratoxigenic Fungi and Ochratoxin A in Green Coffee from Different Origins. *Food Sci Tech Int*, 10(1):0045–5. 2004.
38. Patel, S.; Hazel, C.M.; Winterton, A.G.M.; Gleadle, A.E. Survey of ochratoxin A in UK retail coffees. *Food Addit. Contam.* 14 (3). 217-222, 1997.
39. Pittet, A., Tornare, D., Huggett, A., Viani, R. Liquid chromatographic determination of ochratoxin A in pure and adulterated soluble coffee using an immunoaffinity column cleanup procedure. *J. Agric. Food Chem.* 44, 3564–3569, 1996.
40. Prado, G., Oliveira, M.S., Abrantes, F M, Santos, L.G., Thaís Veloso, T., Barroso, R.E.S. 2000. Incidência de Ocratoxina A em Café Torrado e Moído em Café Solúvel Consumido na Cidade de Belo Horizonte, MG *Cienc. Tecnol Aliment. Campinas*. 20 (2), 2000.
41. OTA risk management: Guidelines for green coffee buying. Rev 1 – 1 March 2005. <http://www.ecf-coffee.org/files/GuidelinesGreenCoffeeBuyingDef110105.pdf>
42. R. Battaglia, T. Hatzold, R. Kroes, *Food Addit, Contam.* 13 (1), 1996.
43. Romani, S., Sacchetti, G., López, C.C., Pinnavaia, G.G., Rosa, M.D. Screening on the occurrence of ochratoxin A in green coffee beans of different origins and types. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48, 3616–3619. 2000.
44. Studer-Rohr, I.; Dietrich, D. R.; Schlatter, J.; Schlatter, Ch. Ochratoxin A im Kaffee: Neue Erkenntnisse und Toxikologie (Ochratoxin A in coffee: new evidence and toxicology). *Lebensm. Technol.*, 27, 435-441, 1994a
45. Studer-Rohr, I.; Dietrich, D. R.; Schlatter, J.; Schlatter, Ch. Ochratoxin A and Coffee. *Mitt. Geb. Lebensmittelunters. Hyg.* 85, 719-727, 1994b.
46. Studer-Rohr, I.; Dietrich, D. R.; Schlatter, J.; Schlatter, Ch. The Occurrence of Ochratoxin A in Coffee. *Food Chem. Toxicol.*, 33, 341-355, 1995.
47. Taniwaki M.H. An update on ochratoxigenic fungi and ochratoxin A in coffee. In: *Advances in Food Mycology*. Hocking, A.D., Pitt, J.I., Samson, R.A. and Thrane, U. (eds). Springer, New York, 189-202, 2006.

48. Taniwaki, M.H.; Pitt, J.I.; Teixeira, A.A. & Iamanaka, B.T. The source of ochratoxin A in Brésilian coffee and its formation in relation to processing methods. *International Journal of Food Microbiology*, 82, 173-179, 2003.
49. Trucksess, M.W., Giler, J, Young, K., White, K.D and Page, S.W. Determination and survey of ochratoxin A in wheat, barley and coffee – 1997. *J.Assoc.Off.Anal.Chem.Int.*82: 85-89, 1999.
50. Tsubouchi, H., Yamamoto, K., Hisada, K., Sakabe, A., A survey of occurrence of mycotoxins and toxigenic fungi in imported green coffee beans. *Proceedings of the Japanese Association of Mycotoxicology* 19, 16–21, 1985.
51. Tsubouchi, H., Terada, H., Yamamoto, K., Hisada, K., and Sakabe, Y. Ochratoxin A found in commercial roast coffee, *J. Agric. Food Chem.*, 36:540-542, 1988.
52. Trucksess, M.W., Giler, J., Young, K., White, K.D., Page, S.W., 1999. Determination and survey of ochratoxin A in wheat, barley, and coffee. *Journal of AOAC International* 82.,85– 89.1997
53. Urbano, G.R.; Taniwaki, M.H.; Leitão, M.F.F. & Vicentini, M.C.. Occurrence of ochratoxin A producing fungi in raw Brésilian Coffee. *Journal of Food Protection*, 64. 1226-1230. 2001a.
54. Urbano, G.R.; Leitão, M.F.F.; Vicentini, M.C. & Taniwaki, M.H. Preliminary studies on destruction of ochratoxin A in coffee during roasting. *Proceedings of the 19th International Scientific Colloquium on Coffee, Trieste- Italy, May 14 – 18th 2001. CD room 5p, 2001b.*
55. VAN DER Stegen, G. ; Jorissen, U.; Pittet, A.; Saccon, M.; Stiner, W.; Vincenzi, M.; Winkler, M.; Zapp, J.; Sschlatter, C. Screening of European coffee final products for occurrence of ochratoxin A (OTA). *Food Addit. Contam.*, 14(3), 211-216, 1997.
56. WHO Technical Report Series 906 Evaluation of Certain Mycotoxins in Food, 2002.
57. Yani, A. Serangan cendawan pascapanen dan kontaminasi okratoksin pada biji kopi di tingkat petani dan pedagang pengumpul di Propinsi Bengkulu [Fungal infection and ochratoxin contamination in green coffee beans collected from farmers and collectors in Bengkulu province]. Thesis. Postgraduate Study. Bogor Agricultural University, Bogor, 2004.

ANNEXE

Pays producteurs de la totalité du café vert (années 2000 à 2004) (source: FAOSTAT)

Production de café vert, (Mt)	2000	2001	2002	2003	2004	Total
Brésil	1,903,562	1,819,569	2,649,610	1,996,850	2,475,780	10,845,371
Vietnam	802,500	840,600	699,500	793,700	834,600	3,970,900
Colombie	636,000	656,160	690,840	694,080	663,660	3,340,740
Indonésie	625,009	575,160	698,589	702,274	702,274	3,303,306
México	338,170	302,996	313,027	310,861	310,861	1,575,915
Indie	292,000	301,000	301,000	275,000	275,000	1,444,000
Guatemala	312,060	275,700	221,820	244,200	216,600	1,270,380
Ethiopie	229,980	228,000	225,360	221,580	259,980	1,164,900
Côte d'Ivoire	336,273	209,000	182,001	140,027	159,769	1,027,070
Honduras	193,309	205,545	182,160	152,040	178,140	911,194
Uganda	143,475	197,410	189,000	150,871	186,000	866,756
Perou	158,283	159,936	178,285	169,548	176,137	842,189
Costa Rica	161,395	150,289	140,874	132,259	126,000	710,817
Equateur	138,030	164,790	79,149	82,720	83,000	547,689
Philippines	107,557	112,271	107,080	106,388	100,911	534,207
El Salvador	114,087	112,201	91,513	91,513	78,510	487,824
Vénézuéla	78,440	91,877	76,946	64,265	65,559	377,087
Papua Nouvelle Guinée	83,000	62,500	66,000	69,000	60,000	340,500
Nicaragua	82,206	66,799	60,235	59,659	70,909	339,808

Selon les données du FAOSTAT, Il existe 78 producteurs de café vert, en examinant les années 2000 à 2004. Parmi ces 78 producteurs, 19 étaient responsables de 90,08% de la production totale mondiale de café vert. Les 59 pays restants, nommés ci-dessous, étaient responsables des autres 9,92% de la production totale mondiale de café vert.

- **Afrique**- S.Tome et Príncipe, Gabon, Bénin, Comores, Angola, République du Congo, Ghana, Mozambique, Libéria, Nigéria, Guinée équatoriale, Zimbabwe, Zambie, Malawi, République centrafricaine, Togo, Sierra Leone, Guinée, Rwanda, Burundi, Cameroun, Tanzanie, République démocratique du Congo, Madagascar, Kenya
- **Amérique** - Suriname, Guadeloupe, Martinique, Belize, Guyane, St. Vincent/Grenadines, Trinidad Tobago, Dominique, Jamaïque, Paraguay, Etats-Unis d'Amérique, Puerto Rico, Panama, Cuba, Bolivie, Haïti, République dominicaine
- **Asie** - Népal, Cambodge, Myanmar, Sri Lanka, Yémen, Timor-Leste, Chine, Malaisie, Laos, Thaïlande
- **Océanie** – Iles Cook, Samoa, Vanuatu, Tonga, Iles Fiji, Polynésie française, Nouvelle Calédonie