

## Les contaminants du café

Noël Durand  
Dominique Gueule  
Gérard Fourny

Cirad  
UMR 95 Qualisud  
TA B-95/16  
73, rue Jean-François Breton  
34398 Montpellier cedex 5  
France  
<noel.durand@cirad.fr>  
<dominique.gueule@cirad.fr>  
<gerard.fourny@cirad.fr>

### Résumé

Les problèmes récents de santé publique concernant les filières agroalimentaires ont amené les autorités sanitaires à une vigilance accrue concernant la présence de contaminants dans les produits de consommation courante. Par voie de conséquence, des réglementations ont été mises en place (règlements CE 1881/2006 et 149/2008 de la Commission européenne). Le café, qui constitue l'une des boissons les plus consommées au monde, n'échappe pas à ces dispositions. Les sources de contaminants du café sont nombreuses : ce sont d'une part les pesticides utilisés pendant la culture et le stockage et d'autre part les mycotoxines et/ou les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) issus des processus de séchage et de torréfaction. Les pesticides sont utilisés dans l'agriculture moderne afin de réduire les attaques de ravageurs et l'impact des maladies sur les cultures. Néanmoins, les teneurs en résidus de ces produits dans les cafés verts restent relativement faibles à l'issue des traitements agronomiques. Le risque maximal de contamination se situe au niveau du transport et du stockage. Les mycotoxines sont des substances chimiques toxiques produites par certaines moisissures qui se développent sur les denrées alimentaires. L'ochratoxine A (OTA) est la principale mycotoxine rencontrée dans le café. L'OTA est un métabolite secondaire produit par plusieurs espèces toxigènes d'*Aspergillus* et de *Penicillium*. Elle présente des propriétés néphrotoxiques, carcinogènes, immunodépressives et tératogéniques. La présence d'OTA dans les fèves de café peut être reliée aux conditions environnementales et aux conditions de traitement post-récolte. Les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans le café peuvent avoir une origine exogène (contamination lors du séchage) ou endogène (formation lors de la torréfaction). Ce sont des composés à caractère toxique et carcinogène. Pour chaque famille de contaminants, l'état des connaissances, la réglementation et les moyens efficaces pour limiter leur teneur sont discutés.

**Mots clés :** café ; contaminants ; hydrocarbures aromatiques polycycliques ; ochratoxine pesticides.

**Thèmes :** pathologie ; productions végétales ; qualité et sécurité des produits.

### Abstract

#### Contaminants in coffee

The recent public health issues affecting food chains have prompted health authorities to increase their vigilance concerning the presence of contaminants in staple foods. This change in position has led to the introduction of regulations (Regulations (EC) No. 1881/2006 and 149/2008 of the European Commission). Coffee, being one of the most widely consumed beverages in the world, is no exception and is now subjected to these provisions. The known origins of coffee contamination are: on one hand, pesticides used during culture and storage and, on the other hand, mycotoxins and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) that arise from processes of drying and roasting. Pesticides are used in modern agriculture to reduce the impact of pests and diseases in crops. Nevertheless, pesticide residues in green coffee remain relatively limited during agricultural treatments. The maximum risk of contamination occurs during transportation and storage. Mycotoxins are toxic chemicals produced by certain fungi that grow on foodstuffs. Ochratoxin A (OTA) is the main mycotoxin found in coffee. It is a secondary metabolite produced by several toxigenic species of *Aspergillus* and *Penicillium*. It has been shown to have

Tirés à part : N. Durand

Pour citer cet article : Durand N, Gueule D, Fourny G, 2012. Les contaminants du café. *Cah Agric* 21 : 192-6. doi : 10.1684/agr.2012.0551

doi: 10.1684/agr.2012.0551

nephrotoxic, carcinogenic, teratogenic and immunosuppressive effects. The presence of OTA in coffee beans may be linked to environmental conditions and to post-harvest processing conditions. The polycyclic aromatic hydrocarbons found in coffee may be exogenous (contamination during drying) or endogenous (formation during roasting). PAHs are toxic and/or carcinogenic compounds. For each family of contaminants, the current knowledge, regulations and effective ways of limiting their contents are discussed.

**Key words:** coffee; contaminants; ochratoxins; polycyclic aromatic hydrocarbons; pesticides.

**Subjects:** pathology; product quality and security; vegetal productions.

La qualité sanitaire des produits alimentaires est une préoccupation majeure des consommateurs. Cependant, des substances chimiques susceptibles de nuire à la santé humaine sont parfois présentes à des doses susceptibles d'entraîner des problèmes de santé. Leur origine peut être multiple. Leur présence peut être liée aux modes de culture et de transformation du produit (utilisation d'intrants, techniques inadaptées pour l'élaboration du produit fini) ou « fortuite » lorsqu'il s'agit de contaminations résultant d'une pollution externe.

Les réglementations adoptées par l'Union européenne concernant les limites maximales de substances toxiques (LMR = limite maximale en résidus) et le contrôle chimique de la présence de ces substances demeurent les seules garanties de la mise en consommation des produits sains issus de l'agriculture sur le marché européen. En 2010, la production mondiale de café atteignait 134,8 millions de sacs, soit environ 8,1 millions de tonnes (60 kg/sac)<sup>1</sup>. Le café est soumis à des réglementations fixant la teneur en résidus de produits non spécifiques, tels que les pesticides utilisés dans l'agriculture mondiale et les mycotoxines, et de produits plus spécifiques liés à son mode de préparation, tels les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) apparaissant au cours de la cuisson des aliments.

## Les résidus de pesticides

Le terme pesticide est un terme générique qui rassemble les insectici-

des, les fongicides, les herbicides et les parasitocides. Dans le café, la présence de pesticides peut être induite au champ, au moment de l'exportation ou au cours du stockage. Le caféier est soumis à des attaques par des maladies et des ravageurs dont la gravité est accentuée par les conditions climatiques tropicales et entraîne une baisse de rendement et une détérioration de la qualité. Les principales maladies (Wintgens, 2009) de cette espèce sont d'origine cryptogamique (rouille orangée, anthracnose des baies) et sont plus fréquentes sur le *Coffea arabica* que sur le *C. canephora*. Les ravageurs sont généralement des insectes qui s'attaquent aux différents organes : aux feuilles (les criquets *Zonocerus variegatus*), aux fruits (les scolytes *Hypothenemus Hampei*), au tronc (les termites *Termitidae*), aux racines (les cochenilles *Planococcus fungicola*).

Une grande partie de la production mondiale de café (70 %) provient de petits producteurs vivant pour la plupart dans des pays en développement. Pour ces exploitants, l'usage des pesticides est excessivement limité étant donné leur coût élevé. On peut considérer qu'une grande partie du café produit dans ces petites exploitations est « biologique » par défaut. L'usage des pesticides au champ comme par exemple, l'endosulfan contre le scolyte, l'aldrin contre les termites *Termitidae*, est plutôt réservé aux grandes exploitations soucieuses de garder des rendements compatibles avec la rentabilisation de la culture. Ces molécules, jugées trop dangereuses pour la santé, sont interdites d'utilisation en France sur d'autres types de cultures. De plus, l'usinage du café (décorticage en particulier) favorise l'élimination des résidus de pesticides ; le produit étant concentré sur les couches externes du grain de café.

Par conséquent, dans l'état actuel des choses, les résidus de pesticides provenant des traitements pré-récoltes<sup>2</sup> apparaissent négligeables. D'après Brussa (2006), tous les échantillons analysés sont conformes à la réglementation européenne<sup>2</sup> ; seules quelques traces de lindane et de chloropyrifos ont pu être détectées dans le café vert.

Une autre source possible de contamination est l'utilisation de pesticides au moment de l'exportation et au cours du stockage. Des fumigations (bromure de méthyl, basamid) sont réalisées sur le café vert afin d'éviter des proliférations d'insectes au cours de ces deux phases (Wintgens, 2009). Une étude a été réalisée au Japon, entre juin 2006 et mars 2008, sur les résidus de pesticides dans les cafés verts importés (Ishiwaki *et al.*, 2008). Les résultats ont révélé que parmi les 1 866 échantillons provenant des principaux producteurs d'Amérique latine, d'Asie et d'Afrique, 0,3 % avaient des teneurs en résidus supérieures à la limite fixée par la législation japonaise (DDT et thiabendazole). L'étude indique également que les traces de pesticides avaient totalement disparu après torréfaction.

Enfin, une source non négligeable de contamination par des pesticides est due à l'utilisation de sacs de jute usagés pour l'emballage du café vert. Des concentrations en pesticides retrouvées dans la toile de jute des sacs peuvent être jusqu'à 100 fois plus fortes que celles dans le café vert contenu dans ces sacs.

Les études consacrées au sujet sont rares, mais il semble que la contamination du café vert par les pesticides

<sup>2</sup> European Commission (EC), 2012. [http://ec.europa.eu/sanco\\_pesticides/public/index.cfm?event=commodity.resultat](http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/public/index.cfm?event=commodity.resultat)

<sup>1</sup> ICO, International Coffee Organization, 2011. <http://dev.ico.org/documents/cmr-0111-f.pdf>

soit pour l'instant un phénomène accidentel et aléatoire.

## L'ochratoxine A

L'ochratoxine A (OTA) est un métabolite secondaire produit par plusieurs espèces toxigènes d'*Aspergillus* et de *Penicillium*. Il a été montré que l'OTA présente des propriétés néphrotoxiques, carcinogènes, immunodépressives et tératogéniques (Pfohl-Leszkowicz et Manderville, 2007).

Dans le café, comme dans toutes les denrées alimentaires, le risque de développement de moisissures existe (Pitt, 2000). Les genres *Aspergillus*, *Penicillium* et *Fusarium* ont été fréquemment détectés à différents stades depuis la récolte jusqu'au stockage. Mais la source la plus importante de toxine est attribuée à trois espèces : *A. niger* (seulement 3 % des souches isolées sont productrices d'OTA), *A. carbonarius* (77 % sont productrices d'OTA) et *A. ochraceus* (75 % sont productrices d'OTA) (Bucheli et Taniwaki, 2002). La Commission européenne a fixé à 5 µg/kg la teneur maximale en OTA dans le café torréfié (règlements de la Commission européenne (CE) No 1881/2006 et 149/2008).

La présence d'OTA dans les fèves de café a été mise en relation avec les conditions de récolte, les conditions de traitement post-récolte (Suarez-Quiroz *et al.*, 2004a), en particulier au cours du traitement par voie sèche, et les conditions de stockage et de transport.

Une enquête récente a permis de mesurer le taux de contamination en OTA de cafés torréfiés (Tozlovanu et Pfohl-Leszkowicz, 2010). Elle a montré que 27 % des échantillons avaient une teneur en OTA inférieure à 0,5 µg/kg, 33 % entre 0,5 et 1 µg/kg, 37 % entre 1 et 3 µg/kg et un seul échantillon était au-dessus de la limite fixée par la réglementation européenne. Mais Mounjouepou *et al.* (2007) ont trouvé jusqu'à 20 µg/kg.

L'ochratoxine peut provenir de la contamination au champ de la cerise par des moisissures toxigènes, la toxigenèse intervenant avant ou après la récolte et dans ce cas au cours du traitement post-récolte. Cependant, on ne peut pas exclure la possibilité que la contamination par l'OTA se produise lors du transport et du

stockage, s'ils sont réalisés dans de mauvaises conditions. L'humidité, la température et la nature du substrat jouent un rôle important dans le développement des souches productrices d'OTA (Suarez-Quiroz *et al.*, 2004b) et sur leur toxigenèse. Durant le stockage, les facteurs influençant le développement des moisissures toxigènes sont l'activité de l'eau ( $A_w$ ) et la température. Les paramètres optimaux pour le développement des moisissures ochratoxinogènes sont une  $A_w$  de 0.95 et une température de 30°C (Suarez-Quiroz *et al.*, 2004b).

Les niveaux de contamination du café vert par l'OTA varient en fonction des différentes régions d'origine (tableau 1 ; Romani *et al.*, 2000). Cette différence est attribuée aux conditions climatiques de chaque région et aux traitements post-récolte utilisés. En général, tous les cafés lavés (voie humide), notamment ceux provenant d'Amérique centrale et du Sud ont une faible teneur en OTA. Des taux plus élevés ont été observés pour des cafés robusta et arabica non lavés (voie sèche), généralement en provenance des pays d'Afrique et d'Asie.

De plus, le lien, entre la contamination des fèves par l'OTA et la qualité des cerises, ainsi que leur état sanitaire au moment de la récolte, a pu être mis en évidence. En particulier, les cerises présentant des défauts d'origine agronomique (tableau 2) pourraient être les principales sources de la contamination par l'OTA (Duris *et al.*, 2010).

Dans certains pays producteurs, les fèves endommagées par l'antracnose des baies (CBD) sont sans aucun doute à l'origine des teneurs élevées qu'on peut trouver dans les lots de qualité inférieure. Les fèves endommagées par les insectes (scolyte, antestia, mouche

des fruits) pourraient certainement jouer un rôle dans la contamination du café. Le triage des fèves endommagées (défauts agronomiques) permet, dans ces cas, de réduire fortement la contamination en OTA.

La torréfaction est un traitement thermique qui peut également avoir une incidence sur la teneur en OTA. Les études sur l'impact de la torréfaction ont montré des niveaux de réduction allant de 0-12 % à 90-100 % (Amezqueta *et al.*, 2009). L'effet sur le taux de contamination par l'OTA du café vert a été étudié pour deux techniques de torréfaction à différents degrés de torréfaction (figure 1 ; Castellanos-Onorio *et al.*, 2011). La teneur en OTA a été réduite de 90 % avec une torréfaction de type tambour (chauffage indirect en discontinu) et de 63 % avec une torréfaction de type lit fluidisé (chauffage direct en continu dans un courant d'air chaud), avec une vitesse de dégradation supérieure avec le torréfacteur de type tambour. Cette étude a fourni d'importantes informations sur la stabilité thermique de l'OTA dans les traitements post-récolte du café. On peut constater que, pour les torréfactions de type européen (moyenne à foncée), la dégradation se situe entre 60 et 90 % pour la torréfaction de type tambour, et entre 25 et 63 % pour la torréfaction de type lit fluidisé. Toutefois, la disparition de l'OTA s'accompagne de l'apparition de produits néoformés dont l'identification et l'évaluation toxicologique doivent faire l'objet de prochaines études.

La prévention des risques de contamination du café par les ochratoxines (OTA) est un enjeu majeur pour l'ensemble des opérateurs de la filière.

**Tableau 1. Niveaux de contamination du café vert par l'ochratoxine A (OTA) en fonction de l'origine.**

Table 1. Green coffee OTA contamination range in relation with the origin.

Zone	% échantillons contaminés	% échantillons contaminés ≥ 3 µg/kg	Gamme de contaminations (µg/kg)
Afrique	90	58,3	0,5 à 48
Amérique centrale et du Sud	32	3,3	0,1 à 7,7
Asie	61	11,1	0,2 à 4,9

**Tableau 2. Teneur en ochratoxine A (OTA) sur café vert en fonction des défauts.**

Table 2. Green coffee OTA level in relation with coffee defaults.

Types de fèves	Écart de triage (environ 15 % d'un lot de café)			Voie sèche		
	% poids/lot	OTA µg/kg	% de contribution à la contamination totale	% poids/lot	OTA µg/kg	% de contribution à la contamination totale
Noires	1,8	2,4	0,4	7,6	1,6	1,1
Infectées	11,4	71,3	90,4	20,6	37,5	57,7
Fermentées	0,7	5	0,3	1,7	291,6	38,0
Piqûres insectes	0,5	46,2	7,5	1,2	9	0,9
Défauts	14,4	5,2	98,6	31,2	9,77	97,9
Saines	85,6	0,2	1,4	68,8	0,4	2,1

La mise en place d'une réglementation (règlements de la Commission européenne (CE) No 1881/2006 et 149/2008) fixant des teneurs limites en OTA dans le café torréfié (5 µg/kg max) a eu des conséquences importantes pour les pays producteurs : perte de parts de marché pour certains pays, baisse des prix d'achat aux producteurs. La multitude des facteurs

contribuant aux conditions de toxigenèse des moisissures rend des mesures de prévention difficiles à définir et surtout à faire appliquer. Cependant, les principales dispositions pouvant limiter la contamination en OTA sont aujourd'hui plus ou moins connues : protection contre les parasites qui affectent la protection naturelle du café (par exemple les

scolytes et le CBD), triage des grains, bonnes pratiques de post-récolte et de stockage (séchage rapide du café).

## Hydrocarbures aromatiques polycycliques

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) constituent une large classe de composés organiques formés à haute température par la combustion incomplète ou la pyrolyse de matières organiques, et par un certain nombre de procédés industriels. Certains de ces composés, tels que le benzo[a]pyrène, sont cancérigènes et mutagènes, et seraient impliqués dans plusieurs cancers chez l'homme. Il existe une réglementation (règlements de la Commission européenne (CE) No 1881/2006) pour limiter la teneur en HAP dans certains aliments. Actuellement les teneurs maximales admises sont de 5 µg/kg sur les viandes fumées et 2 µg/kg sur les huiles et graisses. Des études complémentaires sont en cours pour définir une limite sur le café torréfié. Les HAP dans le café peuvent avoir deux origines : l'une exogène (principalement une contamination des grains de café vert lors du séchage), l'autre endogène (formation dans le grain lors de la torréfaction). Jusqu'à 13 HAP différents ont été identifiés (Orecchio *et al.*, 2009).

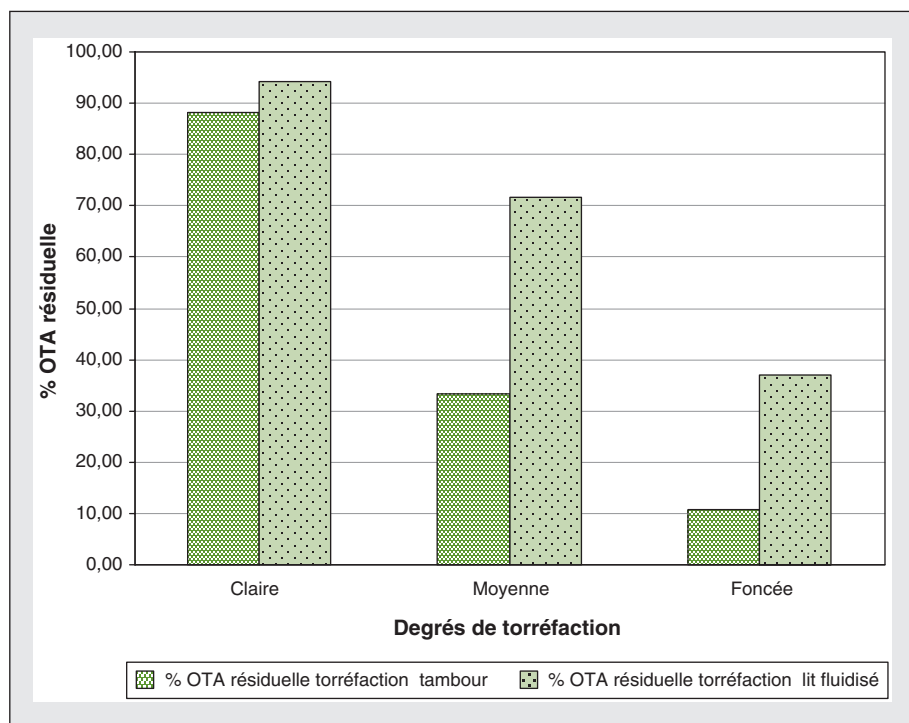


Figure 1. Effet de la torréfaction à l'aide de deux types de torréfacteurs sur la réduction en ochratoxine A (OTA) du café vert.

Figure 1. Effect of roasting on OTA reduction in coffee beans using two types of roaster.

La pollution environnante est l'une des principales causes de contamination exogène du café durant les étapes de séchage et de stockage (European Commission, 2002). Notamment, lorsqu'il est séché aux abords de routes, la pollution provient essentiellement des gaz d'échappement des véhicules. L'autre source de contamination provient des systèmes de séchage par combustion. Ainsi, un séchoir artificiel mal entretenu ou bien mal régulé engendre une contamination.

La contamination endogène du café se produit pendant sa torréfaction. Elle est étroitement liée aux paramètres de torréfaction et plus précisément à la durée et à la température (Houessou *et al.*, 2007). Ainsi, les concentrations les plus importantes sont engendrées par des torréfactions longues et à hautes températures. Actuellement, toutes les législations européennes sur les HAP sont fixées sur le benzo[a]pyrène car il est considéré comme le plus cancérigène et mutagène. Sur le café torréfié, des analyses ont montré que la contamination en benzo[a]pyrène est souvent inférieure à 2 µg/kg pour les torréfactions moyennes qui sont de loin les plus courantes ; par contre, ce seuil est dépassé pour les torréfactions foncées ou brûlées (Maier *et al.*, 1991).

Finalement, la présence de HAP dans le café torréfié est de fait assez limitée (Houessou *et al.*, 2007) et notamment celle du benzo[a]pyrène. De plus, cette contamination est encore plus basse dans le café boisson, en raison de leur faible solubilité dans l'eau (Houessou *et al.*, 2005). Pour réduire la contamination du café, il faut limiter le séchage des fèves en bord de route, vérifier le bon fonctionnement des séchoirs artificiels, éviter toute surtorréfaction et avoir une bonne ventilation du torréfacteur.

## Conclusion

La présence de contaminants dans les aliments est depuis quelques années

l'objet d'une surveillance spécifique afin de garantir aux consommateurs des aliments sains ne devant pas nuire à leur santé. Le café, qui est une denrée fortement consommée dans les états du nord, n'échappe pas à cette règle.

Bien que produit dans des filières agricoles peu contrôlées, pour la plus grande partie de sa production, le café ne fait pas partie des produits à risque. Néanmoins, des informations sont données par les services de vulgarisation des pays producteurs pour éviter toute dérive. Les moyens efficaces pour limiter les contaminants (OTA, HAP ou pesticides) se résument à l'utilisation de bonnes pratiques agricoles associées à un traitement post-récolte de qualité. La torréfaction, étape finale du traitement du café, joue un rôle essentiel comme facteur de réduction des contaminations par l'OTA et les pesticides. Malgré son rôle sur l'augmentation possible de la contamination par les HAP, une torréfaction moyenne de type « européen » semble être un bon compromis entre source et réduction des contaminants. ■

## Références

- Amezqueta S, Gonzalez-Penas E, Murillo-Arbizu M, Lopez de Cerain A, 2009. Ochratoxin A decontamination: A review. *Food Control* 20 : 326-33.
- Brussa D, Petracco M, 2006. *Safety control of pesticides in raw coffee*. 21st International Conference on coffee Science, 11-15 September, 2006, Montpellier, France. [http://www.asic-cafe.org/pdf/abstract/PF456\\_2006.pdf](http://www.asic-cafe.org/pdf/abstract/PF456_2006.pdf)
- Bucheli P, Taniwaki MH, 2002. Review research on the origin, and on the impact of post harvest handling and manufacturing on the presence of ochratoxin A in coffee. *Food Additives and Contaminants* 19 : 655-65.
- Castellanos-Onorio O, Gonzalez Rios O, Guyot B, Guiraud JP, Galindo Schorr S, Durand N, *et al.*, 2011. Effect of two different roasting techniques on the ochratoxin A reduction in coffee beans (*Coffea arabica*). *Food Control* 22 : 1184-8.
- Duris D, Mburu JK, Durand N, Clarke R, Frank JM, Guyot B, 2010. Ochratoxin A contamination of coffee batches from Kenya in relation to cultivation methods and post-harvest processing treatments. *Food Additives and Contaminants* 27 : 836-41.
- European Commission (EC), 2002. *Scientific Committee on Food. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons - Occurrence in foods, dietary exposure and health effects*. SCF/CS/CNTM/PAH/29 ADD1 Final.
- Houessou JK, Benac C, Delteil C, Camel V, 2005. Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in coffee brew using solid-phase extraction. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53 : 871-9.
- Houessou JK, Maloug S, Leveque AS, Delteil C, Heyd B, Camel V, 2007. Effect of roasting conditions on the polycyclic aromatic hydrocarbon content in ground arabica coffee and coffee brew. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55 : 9719-26.
- Ishiwaki T, Yamaishi E, Hamada A, 2008. *Residual pesticides in coffee*. 22nd International Conference on coffee Science, 14-19 September, 2008, Campinas, SP-Brazil.
- Orecchio S, Ciotti VP, Culotta L, 2009. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in coffee brew samples : Analytical method by GC-MS, profile, levels and sources. *Food and Chemical Toxicology* 47 : 819-26.
- Maier HG, 1991. Teneur en composés cancérigènes du café en grains. *Café Cacao Thé* 35 : 133-42.
- Mounjouenpou P, Durand N, Guyot B, Guiraud JP, 2007. Effect of operating conditions on ochratoxin A extraction from roasted coffee. *Food Additives and Contaminants* 24 : 730-4.
- Pfohl-Leszakowicz A, Manderville RA, 2007. Ochratoxin A: An overview on toxicity and carcinogenicity in animals and humans. *Molecular Nutrition & Food Research* 51 : 61-99.
- Pitt JI, 2000. Toxigenic fungi and mycotoxins. *British Medical Bulletin* 56 : 184-92.
- Romani S, Sacchetti G, Lopez C, Pinavia G, Rosa M, 2000. Screening on the occurrence of ochratoxin A in green coffee beans of different origins and types. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48 : 3616-9.
- Suarez-Quiroz M, Gonzalez-Rios O, Barel M, Guyot B, Schorr-Galindo S, Guiraud JP, 2004a. Study of ochratoxin A-producing strains in coffee processing. *International Journal of Food Science and Technology* 39 : 501-7.
- Suárez-Quiroz M, González-Rios O, Barel M, Guyot B, Schorr-Galindo S, Guiraud JP, 2004b. Effect of chemical and environmental factors on *Aspergillus ochraceus* growth and toxigenesis in green coffee. *Food Microbiology* 21 : 629-34.
- Tozlovanu M, Pfohl-Leszakowicz A, 2010. Ochratoxin A in roasted coffee from french supermarkets and transfer in coffee beverages: comparison of analysis methods. *Toxins* 2 : 1928-42.
- Wintgens JN, 2009. *Coffee: growing, processing, sustainable production*. 2nd edition revised. Weinheim (Allemagne) : Wiley-VCH Verlag.