

## FORMATION CONTINUE – ARTICLE DE SYNTHÈSE

## La contamination de la filière laitière par les mycotoxines : un risque pour la santé publique en Afrique subsaharienne

Ruppel P.<sup>1</sup>, Delfosse Ph.<sup>2</sup>, Hornick J.-L.<sup>3</sup>

1. Département des denrées alimentaires, Faculté de Médecine Vétérinaire, B43b, Université de Liège, 4000 Liège, Belgique
2. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, BP 12.404 Niamey, Niger
3. Service de Nutrition Animale, Faculté de Médecine Vétérinaire, B43a, Université de Liège, 4000 Liège, Belgique

Correspondance : Dr P. Ruppel

Tél : +32 (0)4/366 40 40 – Fax : +32 (0)4/366 40 44 – patrick.ruppel@student.ulg.ac.be

**RESUME :** Les mycotoxines sont des métabolites toxiques synthétisés par certaines moisissures qui se développent sur divers produits agricoles. En Afrique subsaharienne, l'évolution des pratiques de rationnement en élevage laitier accroît le risque de contamination du bétail et du passage des mycotoxines dans la chaîne alimentaire humaine. Les principales mycotoxines connues incriminées dans la contamination de la filière laitière sont les aflatoxines. L'aflatoxine B est biotransformée en différents métabolites dont l'aflatoxine M qui est excrétée dans le lait. Les procédés de conservation (stérilisation, pasteurisation, lyophilisation, etc.) ne détruisent pas ou peu les mycotoxines. Le meilleur moyen d'éviter la contamination reste la prévention et le contrôle des ingrédients composant la ration du bétail. L'étude du transfert des mycotoxines et de leur évolution (synthèse, dégradation, dilution ou concentration) au cours du processus de transformation du lait et de ses sous-produits est très peu documentée et doit être une priorité pour le monde scientifique.

### INTRODUCTION

Les mycotoxines sont des métabolites secondaires toxiques excrétés par certaines moisissures (principalement hyphomycètes) qui se développent sur divers produits agricoles dans des conditions environnementales particulières (Peraica *et al.*, 1999; Yiannikouris et Jouany, 2002). Il s'agit de petites molécules peu solubles dans l'eau, difficilement métabolisées par les organismes vivants. Elles sont très stables à l'acidité et à la chaleur (Harris et Staples, 1992). Cette stabilité rend leur élimination difficile et, par conséquent, la décontamination des denrées alimentaires très problématique. Ces toxines représentent un danger pour la santé publique, soit directement lorsqu'elles sont présentes dans l'alimentation humaine, soit de manière indirecte lorsqu'elles contaminent la chaîne alimentaire via l'alimentation du bétail

(Sinha et Bhatnagar, 1998; Dragacci, 2002). Selon la *Food and Agricultural Organization of the United Nation* (FAO), plus de 25 % des récoltes mondiales sont contaminées par des mycotoxines. Dans les pays industrialisés, des normes strictes sur les produits importés ont été adoptées (Blanc, 2003). En raison de ces mesures, les produits plus contaminés risquent d'être orientés vers les marchés où la législation est moins contraignante (Bhat et Vasanthi, 1999).

Les conditions climatiques en Afrique subsaharienne sont favorables à la croissance des moisissures. L'augmentation des transports internationaux de denrées alimentaires et l'intensification des méthodes culturales induisent un risque accru de contaminations croisées par les mycotoxines (Bennett et Klich, 2003). Les nouveaux produits incorporés dans l'alimentation animale, la constitution

de stocks et les modifications des pratiques de rationnement du bétail accroissent le risque de contamination du bétail et du passage des mycotoxines dans la chaîne alimentaire humaine (Agence française de sécurité sanitaire des aliments, 2000; Food and Agricultural Organisation of the United Nation, 2000).

Les mycotoxines produisent divers effets néfastes sur la santé. En cas de forte contamination, elles peuvent donner lieu à une symptomatologie aiguë conduisant à la mort. En général, le danger est plus pernicieux et résulte d'une exposition chronique à de faibles doses (Peraica *et al.*, 1999; Dragacci, 2002). Les symptômes sont variés en fonction de l'espèce de mycotoxine incriminée. Ils vont des troubles de la fertilité aux pneumopathies en passant par la néphro-, la neuro- et l'hépatotoxicose. De manière plus subtile, certaines myco-

Tableau 1 : principales mycotoxines incriminées dans la filière laitière en Afrique de l'Ouest

Mycotoxine	Moisissure	Substrat	Conditions de prolifération	Conséquences de l'ingestion
Fumonisine B <sub>1</sub>	<i>Fusarium verticillioides</i> et d'autres espèces moins communes	Maïs, sorgho	Climats tempérés et tropicaux Péri-récolte et/ou préstockage	Suspectée par l'agence internationale de recherche sur le cancer d'être cancérogène chez l'homme. Non métabolisée, passe faiblement dans le lait mais présente dans la viande et les abats.
Aflatoxines	<i>Aspergillus flavus</i> et <i>Aspergillus parasiticus</i>	Maïs, coton, fruits secs, céréales, arachides et autres oléagineux	Chaleur humide, zone tropicale, échauffement en stockage	Aflatoxine B1 et associations naturelles d'aflatoxines identifiées par l'agence internationale de recherche sur le cancer comme cancérigènes chez l'homme. Effets potentialisés en cas de malnutrition et/ou d'hépatite.

toxines ont un effet immunodépresseur marqué. Elles affaiblissent le bétail et augmentent le risque de contamination de la chaîne alimentaire lorsque l'animal est porteur de zoonoses (Dragacci, 2002).

Cette revue de la littérature scientifique se propose de faire le point des connaissances actuelles sur les mycotoxines incriminées dans la filière laitière en Afrique subsaharienne, sur leur présence dans l'alimentation du bétail et sur le risque que cela représente pour la santé publique.

### CROISSANCE DES MOISSURES ET PRODUCTION DE MYCOTOXINES

Les moisissures sont des champignons filamenteux qui se développent sur une large gamme de produits entrant dans la ration alimentaire des ruminants. Les principaux substrats sur lesquels elles prolifèrent sont les cultures oléagineuses, protéagineuses et céréalières mais on les retrouve également dans les fourrages comme la luzerne ou la fétuque ainsi que dans le café, le cacao, le riz, la bière et le vin. Les principaux genres de champignons producteurs de mycotoxines sont *Aspergillus*, *Fusarium* et *Penicillium*. Parmi ces moisissures, seules certaines espèces et parfois, certaines souches au sein d'une espèce, sont

capables d'excréter des mycotoxines (Yiannikouris et Jouany, 2002 ; Bennett et Klich, 2003). Parmi les différentes mycotoxines rencontrées dans les conditions tropicales, deux types susceptibles de contaminer le lait sont fréquemment identifiées dans l'alimentation du cheptel bovin subsaharien, il s'agit des aflatoxines produites par *Aspergillus flavus* et *A. parasiticus* et des fumonisines principalement excrétées par *Fusarium verticillioides* (tableau I).

La prolifération des moisissures et la synthèse des mycotoxines peuvent avoir lieu avant ou après la récolte, durant l'entreposage, le transport ou la transformation du produit (Food and Agricultural Organisation of the United Nation, 1997 ; Pfohl-Leskowicz, 1999). Il s'agit d'un phénomène d'une grande complexité qui dépend d'une combinaison des facteurs température et humidité ainsi que de l'oxygénation au niveau du substrat. Les stress thermique, hydrique (e.g. sécheresse) et physique (e.g. lésions causées par les insectes) favorisent la contamination par les moisissures et la synthèse de mycotoxines (Harris et Staples, 1992 ; Dowd, 1998 ; Yiannikouris et Jouany, 2002). Ces conditions sont fréquemment rencontrées en Afrique subsaharienne. L'invasion des épis de maïs par *A. flavus* est surtout observée dans une atmosphère chaude et humide (i.e.

durant la saison des pluies) alors que le stress hydrique, fréquent en région sahélienne en fin de cycle de culture, favorise l'infection des gousses d'arachide au champ (International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, 1988). Cependant les conditions favorables à la prolifération des moisissures ne coïncident pas forcément avec celles de la toxicogénèse. C'est ainsi que le traitement des céréales par un fongicide réduit la croissance des moisissures tandis que le stress causé sur la moisissure par le traitement fongicide peut stimuler la synthèse des toxines (Whitlow, 2001). Les espèces du genre *Aspergillus* contaminent de nombreuses cultures et une grande variété de fruits secs. *A. flavus* se retrouve plus fréquemment sur le maïs et le coton tandis que *A. parasiticus* est plus spécifique de l'arachide. Il s'agit d'un champignon qui prolifère à des températures élevées et qui supporte une activité hydrique relativement faible. Il est considéré comme « champignon d'entreposage » bien que la contamination débute fréquemment dans les champs (figure 1) (Whitlow et Hagler, 2002). Dans des conditions de croissances optimales, *Aspergillus* est capable de produire une quantité biologiquement significative de toxines en l'espace de quelques jours.

Les espèces du genre *Fusarium* contaminent également diverses

cultures dont principalement le maïs, le blé, le mil et le sorgho ainsi que des plantes ligneuses. *F. verticillioides* est l'espèce la plus rencontrée en région tropicale. Il s'agit d'un champignon cellulolytique opportuniste qui se développe préférentiellement sur des plantes sénescents ou ayant subi un stress. Bien que la prolifération des moisissures et l'excrétion des mycotoxines puissent avoir lieu durant l'entreposage, *Fusarium* nécessite une activité hydrique plus élevée que les *Aspergillus*. Il est plutôt considéré comme un « champignon des champs » qui secrète sa toxine lorsque les conditions deviennent défavorables pour la plante (Whitlow, 2001 ; Whitlow et Hagler, 2002).

## TOXICITÉ

L'ingestion d'aliments contaminés par les mycotoxines est la principale source de contamination de l'homme et des animaux bien que la voie respiratoire ou cutanée soit également rencontrée (Peraica *et al.*, 1999).

Au sein d'une même espèce animale, la susceptibilité aux mycotoxines peut fortement varier d'un individu à l'autre en fonction de la race, de l'état physiologique ou du stress auquel il est soumis (Sinha et Bhatnagar, 1998). De même, les différentes mycotoxines induisent des symptômes différents. L'effet synergique de plusieurs mycotoxines et leur interaction avec d'autres maladies sont encore mal

documentés. Cette méconnaissance rend les résultats d'études en laboratoire sur mycotoxines purifiées parfois contradictoires aux résultats du terrain (Whitlow, 2001). En effet, il est rare qu'un produit de culture soit contaminé par un seul type de mycotoxine. En outre, la fabrication d'un aliment pour bétail intègre des ingrédients de diverses origines susceptibles d'être contaminés par différentes mycotoxines (Yiannikouris et Jouany, 2002).

*Aspergillus flavus* synthétise les aflatoxines B1 (AFB1) et B2 (AFB2) tandis que *A. parasiticus* excrète, en plus, les aflatoxines G1 (AFG1) et G2 (AFG2). Chez la vache laitière, les AFB sont partiellement métabolisées au niveau hépatique en dérivés 4-hydroxy, avant d'être excrétées dans le lait dans des proportions variant de 1 à 3%. Les dérivés des AFB1 et B2 sont communément appelés aflatoxine M1 (AFM1) et M2 (AFM2).

Les aflatoxines interagissent avec l'ADN génomique en inhibant la synthèse protéique. Cela se répercute au niveau de la synthèse d'enzymes clés impliquées dans des réactions métaboliques essentielles. C'est ainsi que l'on observe un effet immunosuppresseur, des troubles de la coagulation, une diminution de la digestion de graisses et de la cellulose ainsi que de la nécrose et de la stéatose hépatique (Leblanc et Saint-Hilaire, 2002).

Le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) de l'Office Mondiale pour la Santé (OMS) classe l'aflatoxine dans le groupe I, car il existe des preuves suffisantes de la cancérogénicité de ses molécules chez l'homme et l'animal. De nombreuses études épidémiologiques et les tests de génotoxicité ont confirmé le rôle déterminant des aflatoxines, en particulier AFB1 et dans une moindre mesure AFM1, dans l'induction du cancer hépatique. Des études plus poussées sont en cours pour en déterminer plus précisément les mécanismes d'action. Le risque de cancer

lié aux aflatoxines peut être accru jusqu'à 60 fois en présence du virus de l'hépatite B et en cas de malnutrition (Herman, 1999 ; Leblanc et Saint-Hilaire, 2002). Cela laisse supposer une sensibilité particulière des couches les plus pauvres des populations (Peraica *et al.*, 1999).

*Fusarium verticillioides* synthétise la fumonisine B1 B2 et B3 (FB1, FB2 et FB3). Le mécanisme d'action de cette toxine n'est pas encore élucidé et plusieurs hypothèses coexistent. L'une d'elles est fondée sur la similitude entre la structure de la fumonisine et celle de la sphingosine, un composant des sphingolipides. On suppose que la toxicité des fumonisines résulte du blocage de la synthèse des sphingolipides. L'élévation du taux de base de sphingolipides dans la cellule pourrait conduire à son intoxication. La modification des complexes sphingolipidiques pourrait également déstabiliser les membres et perturber les mécanismes de reconnaissance cellulaire (Leblanc et Saint-Hilaire, 2002).

La sensibilité à la fumonisine est très variable en fonction des espèces et des individus. Cette mycotoxine est responsable de leucoencéphalomalacie chez les chevaux, d'œdème pulmonaire chez le porc et de lésions hépatiques chez toutes espèces. Les fumonisines se sont également révélées cancérogènes chez le rat et la souris. Des études épidémiologiques ont associés FB<sub>1</sub> à des cancers de l'œsophage chez l'homme en Chine et en Afrique du Sud. La FB<sub>1</sub> est classée dans le groupe II<sub>b</sub> par le CIRC car il existe des preuves presque suffisantes de cancérogénicité chez l'homme et/ou des preuves suffisantes chez l'animal. Bien que les bovins semblent relativement résistants aux fumonisines, la vache laitière est plus sensible à cette toxine en raison du métabolisme important que nécessite la production lactée (Yiannikouris et Jouany, 2002).

## LA CONTAMINATION DE LA CHAÎNE ALIMENTAIRE HUMAINE

La quantité de mycotoxines présente dans l'alimentation est certainement largement sous-estimée en Afrique. De nombreuses mycotoxines ne sont pas identifiées. Les conditions de prolifération, la toxicité et les synergies d'actions entre différentes myco-



Figure 1. Contamination d'une gousse d'arachide par *Aspergillus flavus* (avec l'aimable autorisation de Mr Delfosse)

toxines ou avec d'autres pathogènes sont très peu documentées (Scott, 1984). En outre, le coût des analyses permettant de détecter ces contaminants est peu accessible pour les pays pauvres. Cependant, une récente étude menée en Afrique de l'Ouest, conjointement par l'*International Institute for Tropical Agriculture* (IITA), l'Université de Leeds, et la *London School of Hygiene and Tropical Medicine*, a démontré une corrélation positive entre le retard de croissance pondérale et la concentration sanguine en aflatoxine chez les enfants sevrés (Gong *et al.*, 2002). Ces observations justifient clairement le besoin de développer des stratégies limitant l'exposition des populations subsaharienne, et plus particulièrement les enfants, aux produits agricoles contaminés par cette toxine.

Dans le cas précis de la contamination indirecte de la chaîne alimentaire humaine *via* l'alimentation du bétail, il importe d'envisager l'ensemble de la filière: de la fabrication des aliments distribués au bétail jusqu'aux produits finis: la viande, le lait et les produits laitiers.

La contamination de l'aliment distribué au bétail sera conditionnée par une série d'éléments. Il s'agit des sous-produits composant la ration, de leur condition de culture, de récolte et de conservation. Les composants entrant dans la ration détermineront le complexe de mycotoxines ingéré par l'animal. Le processus de fabrication et les conditions de stockage de l'aliment seront autant de facteurs influençant la synthèse des mycotoxines (Scott, 1984; Yiannikouris et Jouany, 2002).

L'aflatoxine B est biotransformée au niveau du foie par le cytochrome p450 en différents métabolites dont AFM<sub>1</sub> qui est excrété dans la fraction caséine du lait et dans l'urine (Calvet *et al.*, 1966). La fumonisine B<sub>1</sub> n'est pas métabolisée. Elle est faiblement excrétée dans le lait mais persiste dans la viande et les abats (Leblanc et Saint-Hilaire, 2002).

La synthèse, la dégradation, la dilution ou la concentration des mycotoxines au cours du processus de traitement des viandes et de transformation et conservation du lait et de ses sous-produits sont très peu documentés (Scott, 1984; Lopez *et al.*, 2003).

## DÉCONTAMINATION ET PRÉVENTION

Un procédé de décontamination des aliments du bétail doit être efficace sans les rendre impropres à la consommation. Il doit être simple d'utilisation et peu coûteux car la décontamination peut concerner des quantités importantes. Le processus est d'autant plus difficile à appliquer que la contamination est souvent très hétérogène. Il n'existe pas de méthode universelle qui puisse convenir pour traiter l'ensemble des mycotoxines. Les procédés de conservation (stérilisation, pasteurisation, lyophilisation, congélation, etc.) ne détruisent pas ou peu les mycotoxines (Harris et Staples, 1992).

Les méthodes de détoxification connues à ce jour sont d'ordre:

- physique: lavage, séchage, tri et séparation des poussières, des coques ou des peaux qui sont le lieu essentiel de la contamination (Yiannikouris et Jouany, 2002);
- chimique: traitement à l'ammoniac sous pression, addition de propionate, ou de tout autre inhibiteur de moisissures (Yiannikouris et Jouany, 2002);
- microbiologique: ajout de certaines bactéries capables de se lier et de détoxifier les mycotoxines (D'Souza et Brackett, 2002; Oatley *et al.*, 2000; Pierides *et al.*, 2002)

La combinaison de plusieurs traitements renforce l'efficacité de chacun des procédés mais ne permet pas la décontamination totale du produit (Whitlow, 2001).

Le meilleur moyen d'éviter la contamination de l'aliment du bétail reste la prévention et le contrôle des ingrédients composant la ration (Yiannikouris et Jouany, 2002). Certaines pratiques culturelles et une meilleure gestion des stocks d'aliments permettent de réduire le risque de prolifération des mycotoxines (Harris et Staples, 1992), comme par exemple:

- pratiquer la rotation des cultures pour réduire la persistance des moisissures d'une année à l'autre;
- prévenir les dommages causés par les insectes car les moisissures envahissent plus facilement les végétaux endommagés;
- entreposer les récoltes dans des endroits secs et veiller à une bonne ventilation des stocks;

- éliminer les particules fines et les poussières des ingrédients composant la ration du bétail car les mycotoxines sont souvent concentrées à ce niveau.

## CONCLUSION

En Afrique subsaharienne, la contamination de la chaîne alimentaire humaine par les mycotoxines et l'accroissement du danger en cas de malnutrition et/ou d'infection concomitante par l'hépatite B, représentent un risque d'autant plus important que ces pays n'ont pas les moyens de mettre en évidence ces toxines (Sinha et Bhatnagar, 1998; Herman, 1999; Peraica *et al.*, 1999; Leblanc et Saint-Hilaire, 2002).

L'étude du transfert des mycotoxines et de leur évolution tout le long de la chaîne alimentaire doit être une priorité pour le monde scientifique. Une approche préventive, de type *Hazard Analysis and Critical Control Point* (HACCP) de la filière laitière devrait permettre de proposer aux pays subsahariens une méthode efficace et peu onéreuse de maîtrise de ce danger majeur pour la santé humaine (Park *et al.*, 1999; Food and Agricultural Organization of the United Nation, 2000; Blanc, 2001).

## REMERCIEMENTS

Cette revue de la littérature scientifique a été réalisée dans le cadre du projet «Appui aux Petits Producteurs de Lait de Niamey». Ce projet est cofinancé par la *Direction Générale de la Coopération au Développement de Belgique* et mis en œuvre par *Vétérinaires Sans Frontières - Belgium*.

## Contamination of dairy products by mycotoxins: a public health risk for sub-Saharan Africa.

### SUMMARY

Mycotoxins are toxic metabolites produced by some fungi developing on several agricultural commodities. In sub-Saharan Africa, the recent changes in feeding practices increase the

risk of contamination for dairy cattle and subsequently the passage of mycotoxins in the food chain. Aflatoxins are the major mycotoxins known to enter into milk and many milk-based foods. The naturally occurring aflatoxin B is (bio-) transformed by mammals into various metabolites including the aflatoxin M

excreted in milk. Food processing aiming at long term food storage (sterilization, pasteurisation, freeze-drying...) do not alter, or only slightly, the toxicity of aflatoxins. The best option to reduce milk contamination is to prevent the introduction of contaminated feed in the dairy cattle diet. Very little information is available on

the flux and modifications of mycotoxins (synthesis, alteration, dilution or concentration) during the processing of milk and milk-based products. Therefore this field of research is given a high priority by the scientific community.

## BIBLIOGRAPHIE

- AGENCE FRANCAISE DE SECURITE SANITAIRE DES ALIMENTS Rapport du groupe de travail «alimentation animale et sécurité sanitaire des aliments», Paris, France, juillet 2000. Agence française de sécurité sanitaire des aliments: Maisons-Alfort, 2000, 179 p.
- BENNETT J.W., KLICH M. Mycotoxins. *Clin. Microbiol. Rev.*, 2003, **16**, 497-516.
- BHAT R.V., VASANTHI S. Contamination de l'alimentation humaine et animale par les mycotoxines. In: Troisième conférence internationale mixte FAO/OMS/PNUE sur les mycotoxines, Tunis, Tunisie, 3-6 mars 1999. Food and Agricultural Organization of the United Nation: Rome, 1999, 22 p.
- BLANC M. Législation communautaire sur les aflatoxines: incidences sur le commerce de l'arachide de bouche et de la pistache. [en ligne] (sans date) Adresse URL: <http://www.fao.org/DOCREP/003/Y0600M/y0600m03.htm>. Consulté le 12/01/05.
- BLANC M. Nouvelles exigences en matière de sécurité sanitaire dans le commerce international des produits agricoles et agroalimentaires: incidence pour les pays d'Afrique exportateurs de produits oléagineux. *Ol. Corps Gras Lipides*, 2001, **8**, 246-250.
- CALVET H., BOUDERGUES R., DISCACCIATI E., CLICHE M. Note préliminaire sur les effets expérimentaux de l'aflatoxine chez les bovins tropicaux. Effets de l'aflatoxine sur la vache laitière et sur le jeune nourri à la mamelle. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 1966, **19**, 545-565.
- D'SOUZA D.H., BRACKETT R.E. The influence of divalent cations and chelators on aflatoxin B<sub>1</sub>: degradation by *Flavobacterium aurantiacum*. *J. Food Prot.*, 2002, **63**, 102-105.
- DOWD P.F. Involvement of arthropods in the establishment of mycotoxigenic fungi under field conditions. In: Sinha K.K., Bhatnagar D. (Eds.), *Mycotoxins in Agriculture and Food Safety*. Marcel Dekker: New York, 1998, 307-350.
- DRAGACCI S. Risques potentiels liés à la présence de mycotoxines dans les plantes. [en ligne] (2002) Adresse URL: <http://www.afssa.fr/ftp/colloques/ogm1/04.pdf>. Consulté le 12/01/2005.
- FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATION Agriculture food and nutrition for Africa: a resource book for teachers of agriculture. Food and Agricultural Organization of the United Nation: Rome, 1997, 135 p.
- FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATION L'innocuité et la qualité des aliments, telles qu'affectées par les aliments pour animaux. In: Vingt-deuxième conférence régionale de la FAO pour l'Europe, Porto, Portugal, 24-28 juillet 2000, [en ligne] (sans date) Adresse URL: <http://www.fao.org/docrep/meeting/X7320F.htm> Consulté le 12/01/2005.
- GONG Y. Y., CARDWELL K., HOUNSA A., EGAL S., TURNER P. C., HALL A. J., WILD C. P. Dietary aflatoxin exposure and impaired growth in young children from Benin and Togo: cross sectional study. *Br. Med. J.*, 2002, **325**, 20-21.
- HARRIS B., STAPLES C.R. The Problems of Mycotoxins in Dairy Cattle Rations. 1992. [en ligne] (juin 1992) Adresse URL: [http://edis.ifas.ufl.edu/BODY\\_DS152](http://edis.ifas.ufl.edu/BODY_DS152) Consulté le 14/02/2003.
- HERMAN J.L. Analyse des risques liés aux mycotoxines effectuée par le comité mixte FAO/OMS d'experts des additifs alimentaires. In: Troisième conférence internationale mixte FAO/OMS/PNUE sur les mycotoxines, Tunis, Tunisie, 3-6 mars 1999. Food and Agricultural Organization of the United Nation, Rome, 1999, 8 p.
- INTERNATIONAL CROPS RESEARCH INSTITUTE FOR THE SEMI-ARID TROPICS Rapport sommaire et recommandations du colloque international sur la contamination des arachides par les aflatoxines, 6-9 Octobre 1987. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics: Patancheru, 1988, 12 p.
- LEBLANC M-C., SAINT-HILAIRE M. Doit-on s'inquiéter du pouvoir cancérigène des mycotoxines chez l'humain? Projet d'intégration en microbiologie BIO600. Université de Sherbrooke: Sherbrooke, 2002, 67 p.
- LOPEZ C.E., RAMOS L.L., RAMADAN S.S., BULACIO L.C. Presence of aflatoxin M1 in milk for human consumption in Argentina. *Food Control*, 2003, **14**, 31-34.
- OATLEY J.T., RARICK M.D., LINZ J.E., JI G.E. Binding of Aflatoxin B<sub>1</sub> to Bifidobacteria in vitro. *J. Food Prot.*, 2000, **63**, 1133-1136.

- PARK D.L., NJAPAU H., BOUTRIF E. Minimiser les risques associés aux mycotoxines à l'aide du concept HACCP. In: Troisième conférence internationale mixte FAO/OMS/PNUE sur les mycotoxines, Tunis, Tunisie, 3-6 mars 1999. Food and Agricultural Organization of the United Nation: Rome, 1999, 22 p.
- PERAICA M., RADIC B., LUCIC A., PAVLOVIC M. Toxic effects of mycotoxins in humans. *Bull. World Health Organ.*, 1999, **77**, 754-766.
- PFOHL-LESZKOWICZ A. Les mycotoxines dans l'alimentation, Evaluation et gestion du risque. Lavoisier, collection Tec&Doc : Paris, 1999, 478 p.
- PIERIDES M., EL-NEZAMI H., PELTONEN K., SALMINEN S., AHOKAS J. Ability of dairy strains of lactic acid bacteria to bind Aflatoxin M<sub>1</sub> in a food model. *J. Food Prot.*, 2002, **63**, 645-650.
- SCOTT P.M. Effect of food processing on mycotoxins. *J. Food Prot.*, 1984, **47**, 489-499.
- SINHA K.K., BHATNAGAR D. Mycotoxins in Agriculture and Food Safety. Marcel Dekker: New York, 1998, 520 p.
- WITHLOW L.W. La contamination des aliments par les mycotoxines: un facteur de stress additionnel pour les bovins laitiers. [en ligne] (sans date) Adresse URL: [http://www.agrireseau.qc.ca/bovinslaitiers/Documents/2001\\_Whitlow.pdf](http://www.agrireseau.qc.ca/bovinslaitiers/Documents/2001_Whitlow.pdf). Consulté le 12/01/2005.
- WITHLOW L.W., HAGLER W.M. Mycotoxins in feeds. *Feedstuffs*, 2002, **74**, 1-10.
- YIANNIKOURIS A., JOUANY J-P. Les mycotoxines dans les aliments des ruminants, leur devenir et leurs effets chez l'animal. *Prod. Anim.*, 2002, **15**, 3-16.