



Défis en matière de sécurité alimentaire : l'exemple de l'aflatoxine

Rose W. Njeru, Agro-Innovations International, Nairobi, Kenya

Introduction

Les aflatoxines sont des toxines naturelles (CODEX, 2013) toxiques pour les êtres humains et les animaux (Van Egmond *et al.*, 2007). L'intoxication se produit principalement par la consommation de produits végétaux et animaux contaminés, mais aussi par inhalation et absorption cutanée (Wagacha et Muthomi, 2008). Ces toxines sont produites par certaines espèces de champignons *Aspergillus* (moisissures), qui sont largement répandues (Hedayati *et al.*, 2004). On les trouve principalement dans les céréales, les graines oléagineuses, les épices et les noix. Dans des conditions propices de haute température et d'humidité, courantes dans les régions tropicales et subtropicales (Thompson et Henke, 2000), ces champignons produisent au moins 16 toxines apparentées. Il en existe quatre principales (B1, B2, G1 et G2), B1 étant la plus fréquente et la plus toxique (Hedayati *et al.*, 2004). Si les animaux consomment des aliments contaminés par l'aflatoxine B1, cette dernière se décompose en une toxine plus puissante (M1), qui contamine les produits d'origine animale tels que les œufs, la viande et le lait (Kangethe et Langat, 2009 ; Demirhan et Yentür, 2014). Les aflatoxines sont résistantes à la chaleur et ont été détectées dans le lait pasteurisé, le fromage, le beurre d'arachide, les boissons alcoolisées traditionnelles africaines à base de céréales et les aliments **pour nourrissons et al.**, 2004 ; Muthomi *et al.*, 2012 ; Kengethe et Langat, 2009 ; Offifah et Adesiyun, 2007).

Les aflatoxines représentent des défis majeurs pour les systèmes mondiaux de sécurité alimentaire, la santé, la nutrition et les économies, car elles sont produites tant au cours de la production agricole, de la récolte, du transport, du stockage que de la transformation des aliments (Murphy *et al.*, 2006). L'exposition à des niveaux élevés d'aflatoxine entraîne la mort par insuffisance hépatique (Chao *et al.*, 1991), le cas le plus dévastateur étant survenu au Kenya en 2004 (Lewis *et al.*, 2005). L'exposition prolongée à de faibles niveaux (intoxication chronique) est suspectée de provoquer le cancer du foie (MRC, 2001), un retard de croissance et le kwashiorkor (malnutrition protéique) chez les enfants (Okoth et Ohingo, 2004) ainsi qu'une baisse de la capacité à lutter contre l'invasion par d'autres agents pathogènes. Les pertes économiques sont énormes, notamment en raison de la charge financière que représentent les soins de santé, l'élimination des denrées alimentaires et aliments pour animaux contaminés, la baisse de productivité et les entraves au commerce. Les Centres américains pour le

contrôle et la prévention des maladies (Centers for Disease Control, CDC) estiment que plus de

Encadré 1 : Le plus grave cas d'intoxication par aflatoxines recensé dans le monde s'est produit au Kenya en 2004. Selon les déclarations des établissements médicaux locaux, 317 personnes ont dû être hospitalisées et 125 personnes en sont décédées. Cette intoxication a été attribuée à la consommation de maïs indigène stocké dans un environnement humide (CDC, 2004 ; Lewis *et al.*, 2005).

4,5 milliards de personnes dans les pays en développement sont exposées de façon chronique à des toxines produites par divers champignons, mais principalement aux aflatoxines dans leur alimentation (CDC, 2004). Ces toxines sont considérées par la FDA (Food and Drug Administration, États-Unis) et d'autres organismes de réglementation comme des contaminants inévitables des aliments. Le but est donc de minimiser la contamination dans les denrées alimentaires et les aliments pour animaux grâce à l'application de normes et au respect de la législation. La teneur résiduelle maximale en aflatoxines autorisée dans l'alimentation humaine est comprise entre 4 et 30 µg/kg, selon le pays concerné (FDA, 2004), excepté pour la traite. Pour réduire au maximum la contamination, on recommande l'application de bonnes pratiques de culture et de fabrication, mais, si on ne fait pas preuve de suffisamment d'attention et de prudence, le risque subsiste.

Encadré 2 : Les pratiques avant récolte permettant de minimiser la contamination par les aflatoxines impliquent l'utilisation de bonnes pratiques agricoles, parmi lesquelles : L'élimination appropriée des restes des cultures précédentes, la rotation des cultures, la culture d'une variété tolérante (le cas échéant), la plantation en temps opportun, la bonne densité de plantation, la bonne fertilité des sols, la prévention du stress hydrique, la lutte contre les nuisibles et les mauvaises herbes et la récolte en temps opportun.

Risque de contamination par les aflatoxines au champ ; variétés résistantes à la maladie

La moisissure *Aspergillus* produit une structure dormante coriace (sclérote), qui lui permet de survivre dans le sol, dans les produits mis au rebut ainsi que dans les résidus végétaux. En l'absence de rotation des cultures, le champignon est capable d'infecter les cultures en maturation (Jaime-Garcia et Cotty, 2004 ; Olanya *et al.*, 1997). Les plantes sont plus sujettes à l'attaque des *Aspergillus* lorsqu'elles sont cultivées dans des conditions sous-optimales, comme, par exemple, en cas de stress hydrique, de faible fertilité des sols et d'infestation par des nuisibles et mauvaises herbes (Holbrook *et al.*, 2004 ; Wagacha et Muthomi, 2008). La récolte en temps opportun et le battage réduisent la contamination par les aflatoxines (Rachaputi *et al.*, 2002), mais certains agriculteurs retardent la récolte en raison des contraintes de travail. De plus, si les agriculteurs cultivent des variétés sujettes à l'attaque des *Aspergillus* et que des pluies hors saison tombent pendant la récolte, le risque de contamination est élevé. Il est essentiel de réduire la contamination des cultures au champ, car le développement des champignons et la production d'aflatoxines se poursuivent à un rythme encore plus rapide lors des étapes post-récolte et de stockage (Alakonya *et al.*, 2009).

L'une des stratégies les plus prometteuses à long terme en matière de lutte contre les aflatoxines est le développement de variétés résistantes. Des sources de résistance aux aflatoxines ont été identifiées et introduites dans les programmes publics et privés de sélection végétale (Wagacha et Muthomi, 2008). Par ailleurs, deux lignées de maïs résistantes aux aflatoxines ont été identifiées, mais peu voire aucun des cultivars disponibles dans le commerce présentent des niveaux suffisants de résistance aux champignons producteurs d'aflatoxines. Aux États-Unis, des mesures de lutte biologique impliquant l'ajout de souches d'*Aspergillus* non toxigènes au sol pour supplanter les souches d'*Aspergillus* toxigènes sont appliquées afin de réduire la contamination des arachides et du maïs (Dorner et Cole, 2002). Cependant, ces produits de lutte biologique ne peuvent pas être utilisés dans d'autres pays car, pour être efficace, la souche non toxigène doit provenir des sols dans lesquels elle sera utilisée (Yin *et al.*, 2008). En Afrique, des expériences de lutte biologique contre les aflatoxines utilisant des souches locales sont en cours au Kenya et au Nigeria, mais à un stade plus avancé dans ce dernier pays, où les cultivateurs de maïs sont parvenus à réduire d'environ 80 % la contamination par les aflatoxines (IITA, 2010). En outre, la commercialisation du produit nécessitera un partenariat public-privé pour la production de masse, le marketing et la distribution.

Contamination des produits lors de la manutention post-récolte

Les techniques de manutention post-récolte utilisées peuvent contribuer à la contamination, car les cultures restent exposées au risque de contamination même après la récolte. Par exemple, si elles entrent en contact direct avec le sol battu à coups de bâton, le champignon producteur d'aflatoxines s'infiltre dans les fissures qui se sont formées. En outre, la plupart des petits agriculteurs utilisent le

Encadré 3 : Les pratiques de manutention post-récolte visant à minimiser la contamination des produits par les aflatoxines consistent à : éviter le contact direct du produit avec le sol ; utiliser une technologie appropriée et limiter les dommages ; procéder à un séchage rapide au bon taux d'humidité ; utiliser des matériaux d'emballage et un mode de transport appropriés ; lutter contre les nuisibles ; stocker le produit dans des sacs hermétiques dans des entrepôts bien aérés ; nettoyer les entrepôts avant de charger de nouveaux produits.

séchage au soleil, ce qui expose le produit aux aléas météorologiques. Par conséquent, le séchage prolongé et le fait de ne pas atteindre la teneur en humidité souhaitée (par exemple moins de 10 % pour les arachides et moins de 15,5 % pour le maïs) constituent des conditions propices à la croissance fongique et à la prolifération des aflatoxines (Bhat et Visanthi, 2003). À la ferme, l'élimination physique des grains décolorés et moisissus peut réduire la contamination, mais, étant donné que le produit contaminé peut sembler normal et ne présenter aucun signe d'infection fongique, le seul moyen précis pour confirmer la contamination par les aflatoxines est d'effectuer un test de contrôle qualité afin de déterminer l'absence ou la présence de la toxine (Muthomi *et al.*, 2012). Toutefois, pour la plupart des petits producteurs, il est difficile de se procurer des kits de test rapide bon marché à effectuer sur le terrain. En outre, les petits exploitants ne disposent généralement pas d'informations précises sur les facteurs favorisant la prolifération des aflatoxines ni sur leurs effets sur la santé humaine et animale (Kangethe et Langat, 2009). Par

conséquent, les grains contaminés sont parfois transformés en aliments de substitution destinés à la consommation humaine ou utilisés pour nourrir les animaux (Alakonya *et al.*, 2009 ; Nikander *et al.*, 1991). En outre, même les produits bien séchés peuvent être contaminés par les spores en suspension dans l'atmosphère et se charger d'humidité si les matériaux d'emballage et le mode de transport ne sont pas appropriés. Ainsi, les agriculteurs, les négociants et les transformateurs doivent avoir accès à une formation et à des équipements adéquats de transformation et de contrôle qualité, de sorte à pouvoir mettre en place les mesures nécessaires pour réduire au maximum le développement des champignons et la prolifération des aflatoxines lors de la manipulation des denrées alimentaires et aliments pour animaux (Bhat et Vasanthi, 2003).

Risque de contamination pendant le stockage

Le problème de la prolifération des aflatoxines peut se poser même pendant le stockage. Toutefois, les champignons ne se développent pas dans un environnement à faible teneur en oxygène (Wagacha et Muthomi, 2008), et la contamination peut être réduite par l'utilisation de sacs étanches à l'air et à l'humidité. On constate une utilisation limitée de tels sacs dans certains pays d'Afrique car ils coûtent plus cher que les sacs classiques. L'infestation par des nuisibles, en particulier les insectes, peut elle aussi engendrer une augmentation de la teneur en humidité et de la température, créant ainsi des conditions propices à la croissance fongique (St. Leger *et al.*, 2000). Il est donc important de lutter contre les

nuisibles. En outre, certains producteurs ne disposent pas d'entrepôts adaptés et les sacs contenant les produits peuvent entrer en contact direct avec le sol, où la température et la condensation sont relativement élevées. Ces conditions favorisent la prolifération des aflatoxines. Tous les grains et les produits dérivés, comme les aliments pour animaux, doivent être entreposés au sec. Il existe une stratégie efficace de lutte contre les aflatoxines pour les arachides, qui est déjà utilisée en Haïti et qui est encouragée par le CTA (encadré 4). Cette mesure de contrôle peut être adoptée dans d'autres pays, d'autres régions, et aussi pour d'autres cultures et pour d'autres pays.

Encadré 4 : La lutte contre les aflatoxines dans les arachides comprend (a) lors de la phase de production : la rotation des cultures ; l'utilisation de semences de haute qualité de variétés à maturation précoce résistantes à la sécheresse et aux maladies ; la plantation en temps opportun sur des sols fertiles ; la lutte contre les nuisibles et les maladies ; et (b) lors de la phase de récolte / post-récolte : la récolte en temps opportun ; la prévention de la détérioration mécanique des gousses ; le séchage rapide et le battage suivis de l'utilisation immédiate de bâches ; le séchage des arachides à un taux inférieur à 10 % d'humidité ; le tri pour éliminer les noix abîmées, pas mûres ou pourries ; l'emballage dans des sacs propres perméables à l'air et le stockage des arachides non écossées aussi longtemps que possible dans des entrepôts frais et bien aérés, associés à la lutte contre les nuisibles (les feuilles de margousier séchées sont efficaces pour lutter contre les insectes) ; la réalisation de tests d'humidité pendant la commercialisation ; l'utilisation de simples bandelettes réactives à écoulement latéral pour aflatoxines ; l'assurance de traçabilité du produit ; la sensibilisation sur les aflatoxines dans toute la chaîne de valeur et la promotion de l'échange d'informations (Top 20 des innovations du CTA : lutte contre les aflatoxines).

Conclusions

1. Le champignon producteur d'aflatoxines peut contaminer le produit à tous les stades de la chaîne de valeur, que ce soit au champ, pendant la récolte, le transport, le stockage ou pendant la transformation en aliments destinés à la consommation humaine ou animale.
2. Pour enrayer la contamination par les aflatoxines, il faut que les agriculteurs puissent acquérir des connaissances et des compétences sur la façon de produire des produits à faible teneur en aflatoxines. Il faut aussi que des technologies de transformation et des mesures de contrôle qualité rentables soient disponibles, que les négociants, les commerçants et les transformateurs soient bien informés sur la façon de réduire la contamination pendant le transport et le stockage, et que la surveillance de la contamination par les aflatoxines et les installations de test des aflatoxines soient renforcées.
3. L'utilisation de bonnes pratiques de culture et de fabrication nécessite un environnement institutionnel et politique favorable. Ainsi, il est nécessaire : (a) de disposer de cadres réglementaires solides et de garantir le respect des normes en vigueur, (b) d'encourager la recherche pour déterminer avec certitude les principaux éléments déclencheurs dans les chaînes de valeur des produits de base pour appuyer les interventions, de développer des capacités de dépistage rapide, simple et abordable des aflatoxines et de développer des variétés améliorées résistantes, des utilisations alternatives et des méthodes sûres d'élimination de la production contaminée, et (c) de renforcer les capacités des agriculteurs et d'améliorer leur accès à des installations adaptées de transformation, de dépistage des aflatoxines et de stockage.

Bibliographie

Alakonya, A.E., Monda, E.O. et Ajanga, S. 2009. Fumonisin B1 and Aflatoxin B1 levels in Kenya maize. *Journal of Plant Pathology*, 91 (2), 459-464.

Bhat, R.V. et Vasanthi, S. 2003. Mycotoxin food safety risks in developing countries. *Food Safety in Food Security and Food Trade. Vision 2020 for Food, Agriculture and Environment, Focus 10, Brief 3 of 17*, p. 1-2.

Centers for Disease Control and Prevention (CDC). 2004. Outbreak of aflatoxin poisoning - Eastern and Central provinces, Kenya, January-July, 2004

<http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm5334a4.htm>. Consulté 13 septembre 2014.

Chao, T.C., Maxwell, S.M. et Wong, S.Y. 1991. An outbreak of aflatoxicosis and boric acid poisoning in Malaysia: a clinicopathological study. *Journal of Pathology*, 164, 225-233.

CODEX, 2013. CODEX 193-1995. CODEX general standards for contaminants and toxins in food and feed.

http://www.codexalimentarius.org/input/download/standards/17/CXS_193e.pdf. Consulté le 13 septembre 2014.

Demirhan, B. et Yentür, G. 2014. Investigation of aflatoxin M1 levels in infant follow-on milks and infant formulas sold in the markets of Ankara, Turkey. *Journal of Dairy Science*, 97, 3328-3331.

Dorner, J.W. et Cole, R.J. 2002. Effect of application of nontoxigenic strain of *Aspergillus flavus* and *A. parasiticus* on subsequent aflatoxin contamination of peanuts in storage. *Journal of Stored Products Research*, 38, 329-339.

Dwivedi, P.D., Rastogi, S., Khanna, S.K. et Mukul, D. 2004. Detection of aflatoxin M1 in milk and infant milk products from Indian markets by ELISA. *Food Control* 15, 287-290.

Food and Drug Administration (FDA). 2004. Compliance guidance manual. <http://www.cfsan.fda.gov>. Consulté le 13 septembre 2014.

Hedayati, M.T., Mohseni-Bandpi, A. et Moradi, S. 2004. A survey on the pathogenic fungi in soil samples of pitted plants from Sari hospitals, Iran. *Journal of Hospital Infections*, 58, 59-62.

Holbrook, C.C., Guo, B.Z., Wilson, D.M. et Kvien, C. 2004. Effect of drought tolerance on preharvest aflatoxin contamination in peanut. *Proceedings of the 4th International Crop Science Congress Brisbane, Australia*, 26 Sep-1 Oct 2004.

IITA. 2010. Making Kenyan maize safe from deadly aflatoxins. 05 June 2010. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria. http://old.iita.org/cms/details/news_details.aspx. Consulté le 13 septembre 2014.

Jaime-Garcia, R. et Cotty, P.J. 2004. *Aspergillus flavus* in soils and corn cobs in South Texas: Implications for management of aflatoxins in corn-cotton rotations. *Plant Disease*, 88, 1366-1371.

Kang'ethe, E.K. et Lang'at, A.K. 2009. Aflatoxin B1 and M1 contamination of animal feeds and milk from urban centers in Kenya. *African Health Science*, 9 (4), 218-226.

Lewis, L., Onsongo, M., Njapau, H., Schurz-Rogers, H., Luber, G., Kieszak, S. *et al.* The Kenya Aflatoxicosis Investigation Group. 2005. Aflatoxin contamination of commercial maize products during an outbreak of acute aflatoxicosis in Eastern and Central Kenya. *Environmental Health Perspectives*, 113, 1763-1767.

Medical Research Council (MRC). 2001. Aflatoxin in peanut butter. *Science in Africa*. <http://www.sciencein africa.com/health/aflatoxin-peanut-butter-mrc-policy-brief>. Consulté le 13 septembre 2014.

Murphy, P.A., Hendrich, S. et Bryant, C.M. 2006. Food mycotoxins: an update. *Journal of Food Science*, 71 (5), 51-65.

Muthomi, J.W., Mureithi, B.K., Chemining'wa, G.N., Gathumbi, J.K. et Mutit, E.W. 2012. *Aspergillus* species and Aflatoxin b1 in soil, maize grain and flour samples from semi-arid and humid regions of Kenya. *International Journal of AgriScience*, 2 (1), 22-34.

Nikander, P., Seppala, T., Kilonzo, G.P., Hutten, P., Saarnen, L., Kilima, E. *et al.* 1991. Ingredients and contamination of traditional alcoholic beverages in Tanzania. *Transactions of Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 85, 133-135.

Offifah, N. et Adesiyun, A. 2007 Occurrence of aflatoxin in peanuts, milk and animal feed in Trinidad. *Journal of Food Protection*, 70 (3), 771-775.

Olanya, O.M., Hoyos, G.M., Tiffany, L.H. et McGee, D.C. 1997. Waste corn as a point source of inoculum for *Aspergillus flavus* in corn agroecosystem. *Plant Disease*, 81, 576-581.

Okoth, S.A. et Ohingo, M. 2004. Dietary aflatoxin exposure and impaired growth in young children from Kisumu, Kenya: Cross sectional study. *African Journal of Health Sciences*, 11, 43-54.

Rachaputi, N.R., Wright, G.C. et Kroschi, S. 2002. Management practices to minimise pre-harvest aflatoxin contamination in Australian groundnuts. *Austrian Journal of Experimental Agriculture*, 42, 595-605.

St. Leger, R.J., Screen, S.E. et Shams-Pirzadeh, B. 2000. Lack of host specialization in *Aspergillus flavus*. *Applied and Environmental Microbiology*, 66, 320-324.

Thomson, C. et Henke, S.E. 2000. Effects of climate and type of storage container on aflatoxin production in corn and its associated risks to wildlife species. *Journal of Wildlife Diseases*, 36, 172-179.

Van Egmond, H.P., Ronald, C.S. et Marco, A. J. 2007. Regulations relating to mycotoxins in food. Perspectives in a global and European context. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 389, 147-157.

Wagacha, J.M. et Muthomi, J.W. 2008. Mycotoxin problem in Africa: Current status, implications to food safety and health and possible management strategies. *International Journal of Food Microbiology*, 124, 1-12.

Yin, Y., Yan, L., Jiang, J. et Ma, Z. 2008. Biological control of aflatoxin contamination of crops. *Journal of Zhejiang University Science*, 9 (10), 787-792.

Publié par le CTA, <http://knowledge.cta.int/>

Rédactrice en chef : J.A. Francis, CTA

Citation : CTA 2014. <http://knowledge.cta.int/fr>, "auteur" consulté le "date."

Copyright CTA 2014. Les articles et documents publiés sur *Connaissances pour le développement* <http://knowledge.cta.int/fr> peuvent être reproduits librement, à condition que le nom des auteurs et la source soient clairement indiqués.