



Février 2018

REF. No.: WHO/NHM/FOS/RAM/18.1

Département Sécurité sanitaire des aliments et zoonoses

Les aflatoxines

Les aflatoxines représentent un danger sanitaire grave pour les humains et le bétail

Les aflatoxines sont des substances toxiques produites par certains types de champignons (moisissures) présents naturellement partout dans le monde ; elles peuvent contaminer les cultures alimentaires et constituent une menace grave pour les humains et le bétail.

Elles sont aussi un fardeau économique important en étant à l'origine de 25 % ou plus des destructions de cultures alimentaires dans le monde chaque année.

Les humains sont exposés la plupart du temps par le biais de noix ou de graines

Deux espèces étroitement apparentées de champignons sont les principales responsables de la production d'aflatoxines ayant un impact important sur la santé publique: *Aspergillus flavus* et *A. parasiticus*. Dans des conditions favorables, qui se rencontrent habituellement dans les régions tropicales et subtropicales, notamment une température élevée et une forte humidité, ces moisissures, qui se développent normalement sur les végétaux morts ou en décomposition, peuvent envahir les cultures alimentaires.

Le stress dû à la sécheresse, les dommages causés par les insectes ou les mauvaises conditions de stockage peuvent aussi contribuer à l'apparition plus fréquente de ces moisissures, y compris dans les régions tempérées.

Plusieurs types d'aflatoxines (14 ou plus) sont présentes dans la nature, mais quatre – les aflatoxines B₁, B₂, G₁ et G₂ sont particulièrement dangereuses pour les êtres humains et les animaux car on les retrouve dans toutes les grandes cultures alimentaires ; néanmoins l'exposition humaine provient essentiellement des noix, des graines ou de leurs produits dérivés contaminés. De plus, l'aflatoxine M₁ (AFM₁) un produit de métabolisation de l'aflatoxine B₁ (AFB₁), peut aussi se retrouver dans le lait dans les zones de forte exposition aux aflatoxines. Par la suite, les humains peuvent être exposés à cette aflatoxine par le biais du lait et des produits laitiers, y compris le lait maternel, notamment dans les régions où les animaux sont nourris avec des graines de piètre qualité.

Les cultures alimentaires peuvent être contaminées avant comme après la récolte. La contamination par des aflatoxines avant la récolte est assez limitée pour le maïs, les graines de coton, les arachides et les noix. Après la récolte, cette contamination peut affecter diverses autres cultures comme le café, le riz et les épices. Le stockage dans des conditions inappropriées favorisant la croissance des

moisissures (environnements de conservation chauds et humides) peut typiquement conduire à des niveaux de contamination bien plus élevés que ceux observés dans les champs.

L'exposition par le biais de l'alimentation est très variable

Des estimations nationales de l'exposition alimentaire aux aflatoxines font apparaître des différences entre pays développés et en développement. Dans les premiers, les expositions alimentaires moyennes aux aflatoxines sont généralement inférieures à 1 ng/kg de poids corporel et par jour [un nanogramme correspond à un milliardième (1×10^{-9}) de gramme], tandis que pour certains pays d'Afrique subsaharienne, ces estimations dépassent 100 ng/kg de poids corporel et par jour, mais reposent souvent sur des données très limitées. L'exposition alimentaire à l'AFM₁ a rarement été estimée à plus de 1 ng/kg de poids corporel et par jour, quel que soit le pays (bien que des valeurs allant jusqu'à 6,5 et 8,8 ng/kg de poids corporel et par jour aient été signalées chez des jeunes enfants et des nourrissons).



Noix contaminées par des aflatoxines

Une exposition à long terme peut avoir des conséquences graves sur la santé

Une exposition de longue durée ou chronique à des aflatoxines peut avoir notamment les conséquences sanitaires ci-après.

- ◆ Les aflatoxines sont potentiellement cancérogènes et peuvent affecter l'ensemble des systèmes organiques, en particulier le foie et les reins ; elles peuvent provoquer des cancers du foie et ont été associées à d'autres types de cancer – l'AFB₁ est connue pour être cancérogène chez l'homme ; la capacité de cette aflatoxine à provoquer un cancer du foie est significativement accrue en présence d'une infection par le virus de l'hépatite B (VHB).
- ◆ Les aflatoxines sont mutagènes dans des bactéries (elles affectent l'ADN), génotoxiques et ont la capacité de provoquer des anomalies congénitales chez les enfants.
- ◆ Les enfants pourraient subir à cause d'elles des retards de croissance, même si les données à ce sujet doivent encore être confirmées car d'autres facteurs contribuent aussi au fléchissement de la croissance comme le faible statut socioéconomique, les diarrhées chroniques, les maladies infectieuses ou la malnutrition).
- ◆ Les aflatoxines ont un effet immunosuppresseur, elles peuvent donc réduire la résistance aux agents infectieux (VIH ou tuberculose, par exemple).

Un empoisonnement aigu peut être fatal

En cas d'exposition à des doses importantes, les aflatoxines entraînent un empoisonnement aigu (aflatoxicose) qui peut être fatal, généralement par le biais d'une atteinte hépatique. Des flambées d'insuffisances hépatiques aiguës (ictère, léthargie, nausées, décès), identifiées comme des aflatoxicoses, sont observées parmi les populations humaines depuis les années 1960. Les décès les plus récemment attribués aux aflatoxines ont été signalés pendant l'été 2016 en République Unie de Tanzanie. Les adultes sont plus tolérants à une exposition aiguë que les enfants. On soupçonne la consommation d'aliments contenant des concentrations d'aflatoxines supérieures ou égales à 1 mg/kg d'entraîner des aflatoxicoses. D'après les flambées survenues dans le passé, on a estimé que la consommation, sur une période d'une à trois semaines d'une dose d'AFB₁ comprise entre 20 et 120 µg/kg de poids corporel et par jour [un microgramme correspond à un milliardième (1×10^{-9}) de kilogramme], exerçait une action toxique aiguë et était potentiellement létale.

Chez les animaux, les aflatoxines entraînent divers effets indésirables

Chez les poulets, les aflatoxines induisent des lésions hépatiques, une diminution de la productivité et de l'efficacité reproductive, une baisse de la production d'œufs, une altération de la qualité des coquilles et des carcasses et une augmentation de la susceptibilité aux maladies. Les porcs sont aussi très affectés, avec des effets chroniques flagrants comme des lésions du foie. Chez le bétail, les principaux symptômes sont une baisse de poids et des lésions hépatiques et rénales ; lesquelles s'accompagnent aussi d'une baisse de la production de lait. L'existence de différentes formes d'enzymes métabolisant les aflatoxines (cytochromes P450 ou glutathion S-transférases, par exemple) est considérée comme responsable des variations de susceptibilité de diverses races animales aux effets toxiques des aflatoxines.

Il est difficile de détecter une aflatoxicose chez un homme ou un animal

Il est difficile de détecter une aflatoxicose chez l'homme et chez l'animal en raison de la variabilité des signes cliniques et de la présence potentielle d'autres facteurs tels qu'une dépression du système immunitaire provoquée par une maladie infectieuse. Les deux techniques utilisées la plupart du temps pour détecter les concentrations d'aflatoxines chez l'homme consistent, pour l'une, à mesurer un produit de décomposition dans l'urine (qui n'est cependant présent que 24 heures après l'exposition) et pour l'autre, à mesurer la concentration d'adduits AFB-albumine dans le sérum sanguin, en fournissant des informations sur la durée de l'exposition (semaines ou mois). La mesure de ces marqueurs biologiques est importante dans l'investigation des flambées lorsqu'on suspecte une contamination par des aflatoxines.

On dispose de diverses méthodes pour détecter les aflatoxines dans la nourriture humaine ou animale, qui répondent à différents besoins

Les aflatoxines revêtent une importance majeure et les techniques pour les détecter et les analyser ont fait l'objet de recherches poussées pour mettre au point des méthodes hautement spécifiques, utiles et pratiques. Quantité de méthodes sont disponibles pour répondre aux différents besoins et vont de techniques ou de méthodes destinées aux contrôles réglementaires dans les laboratoires officiels [CLHPSM (chromatographie liquide haute performance couplée à la spectrométrie de masse), par exemple] aux kits de test rapides pour les usines et les silos à grains [méthode Elisa (épreuve immunoenzymatique), par exemple]. Les futurs systèmes potentiels de détection des aflatoxines, reposant sur des technologies émergentes, pourront inclure des kits à base de bandelettes, l'imagerie hyperspectrale, des nez électroniques, des polymères à empreintes moléculaires et des biocapteurs utilisant des aptamers (petites molécules organiques pouvant se lier à des molécules cibles spécifiques). Cette dernière technologie peut être intéressante pour les zones reculées en raison de la stabilité et de la facilité de production et d'utilisation des dispositifs concernés.

Problèmes liés aux procédures d'échantillonnage

Les moisissures et les aflatoxines n'étant pas réparties régulièrement dans l'ensemble de la masse des expéditions et des lots de grains entreposés, l'utilisation d'une méthode d'échantillonnage appropriée est déterminante pour obtenir un résultat représentatif. Des protocoles d'échantillonnage ont été élaborés, notamment pour la pratique des contrôles réglementaires. Par exemple, en fixant des concentrations maximales d'aflatoxines, la Commission du Codex Alimentarius a spécifié les protocoles devant être utilisés pour les arachides, les amandes, les noix du Brésil, les noisettes et les pistaches destinées à subir un traitement ultérieur et pour les amandes, les noix du Brésil, les noisettes, les pistaches et les figues séchées prêtes à consommer. L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) a mis au point un outil d'échantillonnage pour les mycotoxines, qui est disponible en ligne.¹

Les méthodes d'échantillonnage recommandées posent problème notamment aux personnes pratiquant une agriculture de subsistance dans des zones rurales, qui ne produisent pas assez de grains pour mettre de côté les quantités nécessaires à une analyse exacte. Ainsi, il est nécessaire de mettre au point des méthodes de détection rapides, peu onéreuses, peu technologiques et exactes pour les aflatoxines en

¹ <http://www.fstools.org/mycotoxins/>

vue d'améliorer la surveillance et la lutte contre ces substances dans les zones rurales. Des organisations comme le Partenariat pour la lutte contre l'aflatoxine en Afrique et le Programme alimentaire mondial ont entrepris de répondre à ces problèmes ; le Programme alimentaire mondial, par exemple, a mis en place le programme Purchase for Progress, pour garantir la qualité des grains en mettant en place la «Blue Box» qui contient des kits de test permettant d'évaluer la qualité des grains, y compris leur teneur en aflatoxines.

On peut lutter contre les aflatoxines avant et après les récoltes

Des mesures de lutte sont nécessaires avant comme après la récolte. La solution la plus durable et la plus stable pour maîtriser la contamination par des aflatoxines avant la récolte consiste à renforcer la capacité des cultures à résister à l'infection fongique et/ou à prévenir la production d'aflatoxines par les champignons invasifs. Ce résultat peut être obtenu par des croisements entre les végétaux ou par génie génétique sur les cultures intéressantes. Cependant, ces processus sont laborieux et chronophages. Il faudrait donc disposer de stratégies d'intervention pré-récolte efficaces, durables et universellement applicables.

L'une des stratégies ayant beaucoup retenu l'attention pour réduire la présence d'aflatoxines avant la récolte réside dans la lutte biologique à l'aide d'isollements d'*A. flavus* non toxigènes. Les souches non toxigènes occupent les mêmes niches que les souches toxigènes naturellement présentes et sont capables de concurrencer et de déplacer ces souches. Cette stratégie a été déployée sur des cultures telles que le coton, le maïs, les arachides, les figues et les pistaches aux États-Unis d'Amérique, le maïs en Afrique et les arachides en Australie, en Argentine et en Chine. Elle a aussi été appliquée sur du maïs en Thaïlande pour mesurer l'efficacité de ce traitement avant et après la récolte : les résultats sont prometteurs, mais peu homogènes.

Parmi les interventions mises en œuvre après la récolte figurent des mesures préventives pour remédier à des conditions de stockage inadéquates (humidité, température, dommages mécaniques ou dus à des insectes et aération), qui influent sur la contamination et la production de toxines par les moisissures. D'autres mesures, comme la décontamination chimique ou l'utilisation d'entérosorbants, peuvent être appliquées pour éliminer les aflatoxines de denrées alimentaires déjà contaminées.

La lutte contre les aflatoxines requiert une approche intégrée

Globalement, une approche intégrée, visant à lutter contre les aflatoxines à tous les stades, du champ à la table du consommateur, est nécessaire pour réduire les risques. Une telle approche comprend des pratiques de croisement ciblé des végétaux et de renforcement des cultures hôtes ainsi que des méthodes de lutte biologique, couplées à des technologies post-récolte telles qu'un séchage et un stockage appropriés des récoltes potentiellement touchées, ainsi que le développement d'usages alternatifs appropriés pour préserver au moins partiellement un retour économique sur la valeur des cultures endommagées.

Par conséquent, en éliminant les sources de contamination, en faisant la promotion de pratiques agricoles et de stockage améliorées, en s'assurant de la disponibilité de ressources suffisantes pour les analyses et le diagnostic précoce, en faisant appliquer des normes de sécurité alimentaire strictes, en informant et en éduquant les consommateurs et les agriculteurs (exploitations de petite taille/de subsistance), en favorisant une meilleure alimentation et une meilleure gestion du bétail et en sensibilisant d'une manière générale au port d'équipement de protection individuelle, les autorités nationales peuvent contribuer à la lutte contre les aflatoxines.

L'OMS soutient les pays dans leur lutte contre les aflatoxines

L'OMS, en collaboration avec la FAO, évalue les éléments scientifiques et élabore des évaluations des risques pour définir des niveaux d'exposition sans risque. Sur la base de ces évaluations, ces organisations recommandent des concentrations maximales d'aflatoxines dans différents aliments. Ces valeurs maximales constituent la base des réglementations nationales pour limiter la contamination.

Depuis les premières fois où elles ont été mentionnées en 1960, les aflatoxines ont plusieurs fois fait l'objet d'évaluations par le JECFA pour estimer leurs effets toxiques et l'exposition alimentaire. Ces évaluations apportent des informations à la Commission du Codex Alimentarius,² qui travaille, depuis 1963, à la définition de normes alimentaires internationales harmonisées, destinées à protéger la santé des consommateurs et à garantir des pratiques commerciales équitables.

Les normes du Codex définissent des valeurs maximales pour les teneurs en contaminants et en toxines naturelles, telles que les aflatoxines dans les aliments et servent de référence pour le commerce international des denrées alimentaires de manière à ce que les consommateurs, partout dans le monde, puissent en toute confiance, considérer que les aliments qu'ils achètent répondent à des normes de sécurité et de qualité, indépendamment du lieu où ils sont produits. Les concentrations maximales d'aflatoxines dans divers produits tels que certaines noix et graines, les figes sèches et le lait se situent entre 0,5 et 15 µg/kg [un microgramme (µl) représentant un millionième (1 x 10⁻⁶) de gramme]. Pour prévenir et réduire le risque que des aflatoxines soient présentes dans les aliments destinés aux hommes ou aux animaux, la Commission du Codex a aussi mis au point un code de pratiques, qui décrit en détail des mesures préventives appropriées.

À l'appui de ce travail, l'OMS collecte des données de contamination alimentaire émanant d'institutions reconnues au plan national par le biais du programme de suivi et d'évaluation de la contamination alimentaire du Système mondial de surveillance continue de l'environnement de l'OMS, généralement connu sous le nom de GEMS/Food.³ La base de données sur les contaminants du GEMS/Food informe les gouvernements, la Commission du Codex Alimentarius et d'autres institutions pertinentes, ainsi que la population générale, sur les niveaux de contaminants et leurs tendances dans les aliments.

Le programme GEMS/Food a aussi mis sur pied une base de données recensant les régimes par module de consommation, qui donne une vue d'ensemble des schémas de consommation alimentaire dans le monde, par le biais de 17 schémas alimentaires (établis d'après les choix alimentaires des populations) couvrant plus de 180 pays. Les estimations associées, combinées aux niveaux de contamination rapportés, permettent d'évaluer l'exposition potentielle des populations à des contaminants comme les aflatoxines dans les aliments. Les régimes de consommation sont établis d'après les données collectées par la FAO dans les bilans alimentaires (Food Balance Sheet, FBS) et sont couramment utilisés par les organismes internationaux d'évaluation des risques.

Les autorités nationales élaborent une réglementation pour limiter la contamination

L'exposition aux aflatoxines doit être maintenue à un niveau aussi bas que possible pour protéger le consommateur. *De nombreux pays disposent de réglementations régissant la présence d'aflatoxines dans les aliments sur la base de limites admissibles prescrites et la plupart d'entre eux ont fixé des concentrations maximales autorisées ou admissibles pour différentes denrées alimentaires.* Les aflatoxines nuisent à la santé et diminuent les possibilités de commercer ; les pays d'importation imposent donc à leur sujet des réglementations de plus en plus strictes.

Les recommandations du Codex, les concentrations maximales et les codes de pratiques mentionnés plus haut servent de guide aux autorités nationales.

² Organe intergouvernemental mixte, créé par la FAO et l'OMS et composé de 187 États membres et d'une organisation membre (UE) : <http://www.codexalimentarius/en/>.

³ http://www.who.int/foodsafety/areas_work/chemical-risks/gems-food/en/

Que peuvent faire les consommateurs

Les aliments moisissés sont potentiellement contaminés par des aflatoxines et leur consommation peut donc être nocive. Ces moisissures ne se développent pas uniquement en surface, mais pénètrent profondément dans les aliments. Pour réduire l'exposition aux aflatoxines, il est conseillé au consommateur :

- ◆ d'inspecter soigneusement les graines et les noix entières à la recherche de moisissures et de mettre au rebut celles qui semblent moisies, décolorées ou flétries ;
- ◆ d'acheter des graines et des noix aussi fraîches que possible, qui ont été cultivées, dans la mesure du possible, à faible distance et qui n'ont pas été transportées sur une longue durée ;
- ◆ de n'acheter que des marques réputées de noix et de beurres de noix – les moisissures contenant des aflatoxines n'étant pas entièrement détruites lorsque les aliments sont transformés ou grillés, de sorte que ces substances peuvent réapparaître dans des produits, par exemple dans le beurre de cacahouète ;
- ◆ de s'assurer que les aliments sont stockés convenablement et qu'ils ne sont pas conservés sur des périodes prolongées avant leur consommation ; et
- ◆ de s'efforcer d'avoir un régime alimentaire varié ; cela contribue non seulement à atténuer l'exposition aux aflatoxines, mais aussi à améliorer la santé et la nutrition. Les consommateurs, dont l'alimentation est insuffisamment diversifiée, doivent accorder une plus grande attention à la limitation des risques de forte exposition aux aflatoxines. Par exemple, une exposition importante à ces toxines a été signalée dans des zones où les habitants tirent la majeure partie de leur ration calorique journalière du maïs ; cet aliment est souvent contaminé par des aflatoxines et doit être traité de manière appropriée avant et après la récolte.

Pour en savoir plus (références)

Evaluation of certain contaminants in food (Eighty-third report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). WHO Technical Report Series WHO Technical Report Series, No.1002, 2017.

Evaluation of certain food additives and contaminants (Sixty-eighth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). WHO Technical Report Series, No. 947, 2007.

Evaluation of certain mycotoxins (Fifty-sixth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). WHO Technical Report Series, No. 906, 2002.

Evaluation of certain food additives and contaminants (Forty-ninth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). WHO Technical Report Series, No. 884, 1999.

Le rapport du JECFA et des informations supplémentaires sont disponibles à l'adresse www.who.int/foodsafety/areas_work/chemical-risks/en/