

Aspergillus flavus et autres moisissures productrices d'aflatoxines

Embranchement des Ascomycètes

Classe des Eurotiomycètes

Ordre des Eurotiales

Famille des Aspergillaceae

Genre : *Aspergillus*

Les principales espèces de champignons filamenteux microscopiques (moisissures) qui produisent les mycotoxines appelées aflatoxines (AF) appartiennent au genre *Aspergillus*¹.

Une vingtaine d'AF sont répertoriées dans la littérature, dont certaines sont classées en groupes (B ou G). Les quatre principales AF qui contaminent des denrées alimentaires sont l'AFB1 (C₁₇H₁₂O₆), l'AFB2 (C₁₇H₁₄O₆), l'AFG1 (C₁₇H₁₂O₇) et l'AFG2 (C₁₇H₁₄O₇). Elles ont une masse molaire respectivement de 312, 314, 328 et 330 g.mol⁻¹. L'AFM1 (C₁₇H₁₂O₇) est un métabolite (dérivé hydroxylé) de l'AFB1 excrété dans le lait d'animaux qui ont été exposés à l'AFB1 par leur alimentation. Sa masse molaire est de 328 g.mol⁻¹.

Dans le genre *Aspergillus*, bien qu'il existe plusieurs sections avec des espèces productrices d'AF (section *Flavi*, *Ochraceorosei* et *Nidulantes*), la section *Flavi* contient les principales espèces productrices d'AF². Dans cette section, *A. flavus* (conidies de couleur jaune à verte, producteur d'AF uniquement du groupe B) et *A. parasiticus* (conidies de couleur jaune foncé ou brun à vert foncé, producteur d'AF des groupes B et G) sont les espèces les plus communes à l'origine de la contamination des denrées alimentaires et des aliments pour animaux.

Caractéristiques et sources d'*Aspergillus flavus* et d'*A. parasiticus*

Principales caractéristiques microbiologiques

Les ascomycètes à l'origine de la contamination des aliments se multiplient au cours d'un cycle végétatif qui se déroule dans l'environnement et se propagent par des conidies (formes asexuées, aussi appelées spores) produites par une vésicule fertile à l'extrémité d'un conidiophore (figure 1).

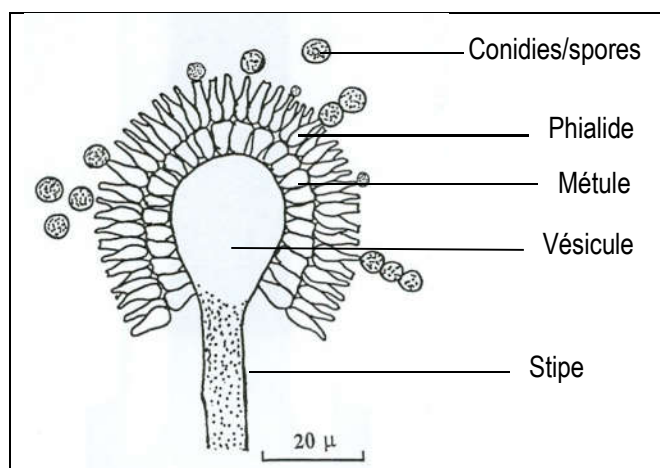


Figure 1. Aspect schématique microscopique des motifs de branchements des conidiophores d'*Aspergillus flavus* (Crédit M.F. Roquebert)

Aspergillus flavus : les conidiophores de dimensions 500-1 500 (parfois jusqu'à 2 500) µm × 10-20 µm sont rugueux avec des parois épaisses non pigmentées et non ramifiées. Ils sont formés d'un stipe lisse de 450-760 × 9-16 µm se terminant par une vésicule sphérique de 10 à 65 µm de diamètre. Les métules, de dimensions 6-10 × 4-5,5 µm, sont cylindriques ou plus larges au niveau apical. La taille des phialides est de 6,5-10 × 3-5 µm et les conidies sont globuleuses à subglobuleuses, de 3,5 à 4,5 µm de diamètre avec des parois minces et finement rugueuses.

Aspergillus parasiticus : les conidiophores de dimensions 300-700 × 10-20 µm sont transparents, longs à parois rugueuses. Ils sont formés d'un stipe finement rugueux de taille 320-480 × 8-12,8 µm se terminant par une vésicule sphérique de 20 à 35 µm de diamètre. Les phialides sont transparentes à vert pâle et de taille 7-9 × 3-4 µm et les conidies vert-jaune sont globuleuses à subglobuleuses, de 3 à 7 µm de diamètre avec des parois épaisses et une texture rugueuse voire munies de pointes.

Certaines conditions environnementales (aérobiose, température et hygrométrie élevées) favorisent le développement d'*A. flavus* et d'*A. parasiticus* ainsi que la production de leurs toxines (toxinogénèse) (tableau 1 – page 2). Sur les denrées alimentaires, leur capacité à se développer dans un milieu acide et/ou dont l'activité de l'eau est faible ($a_w < 0,90$) leur confère un avantage sur la plupart des microorganismes. Les conditions optimales de croissance et de toxinogénèse sont spécifiques de chaque espèce, voire de chaque souche. Les conditions optimales de toxinogénèse peuvent différer de celles de la croissance.

¹ Outre les aflatoxines, le genre *Aspergillus* produit aussi d'autres mycotoxines/métabolites secondaires : ochratoxine A, acide cyclopiazonique, stérigmatocystine, aflatrem, etc.

² Espèces productrices d'AF appartenant à la section *Flavi* : *A. aflatoxiformans*, *A. arachidicola*, *A. austwickii*, *A. cerealis*, *A. flavus*, *A. luteovirescens*, *A. minisclerotigenes*, *A. mottae*, *A. nomius*, *A. novoparasiticus*, *A. parasiticus*, *A. pipericola*, *A. pseudocaelatus*, *A. pseudonomius*, *A. pseudotamarii*, *A. sergii*, *A. togoensis*, *A. transmontanensis*.



Figure 2. À gauche, noix du Brésil contaminée par *A. parasiticus* (Source : UMR Qualisud) ; à droite, noix du Brésil saine (source : G. Bornert).

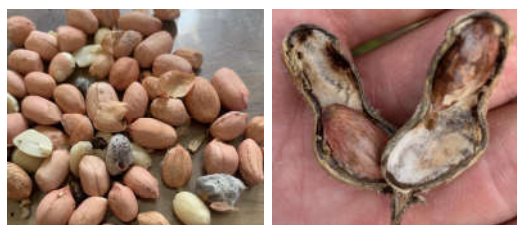


Figure 3. Cacahuètes contaminées par *A. flavus* (Source : UMR Qualisud)

Tableau 1. Caractéristiques de croissance et de toxinogénèse d'*A. flavus* et *A. parasiticus* en conditions de laboratoire (sur milieu de culture)

Croissance	<i>A. flavus</i>			<i>A. parasiticus</i>		
	Min	Optimum	Max	Min	Optimum	Max
Température (°C)	12	30-37	41	15	25-37	42
pH	2	4-7	11	2	3-8	11
aw	0,80	0,97-0,99	0,99	0,90	0,98-0,99	ND
Toxinogénèse	Min	Optimum	Max	Min	Optimum	Max
	Température (°C)	12	30-35	37	17	37
pH	3,5	4,5-7	10	3	5-7	10
aw	0,85	0,99	ND	0,90	0,93-0,99	ND

(ND = non déterminé)

Sources du danger

Les *Aspergilli* sont saprophytes et ubiquitaires (végétation, eau, sol, etc.). Les conidies sont dispersées dans l'environnement principalement par l'air et l'eau. Les *Aspergilli* peuvent survivre durant les différentes saisons sur des débris végétaux au sol/en décomposition ou encore par la production de structures fongiques résistantes appelées sclérotés.

Les mycotoxines étant des molécules issues du métabolisme secondaire (métabolisme spécialisé) des moisissures, leur production est variable selon le substrat sur lequel les moisissures se développent et selon les conditions environnementales.

A. flavus et *A. parasiticus* sont fréquemment présents en zones de climat subtropical ou méditerranéen. Dans les zones tempérées, une contamination peut aussi avoir lieu en cas de saison particulièrement chaude et sèche, le stress hydrique d'une plante la rendant plus vulnérable aux *Aspergilli*. Le développement fongique est favorisé par la chaleur, l'humidité, les dommages mécaniques ou causés par les insectes et les mauvaises conditions de stockage.

Les *Aspergilli* peuvent contaminer les denrées alimentaires d'origine végétale aussi bien avant la récolte donc au niveau des champs qu'après, lors du stockage si les conditions sont propices au développement fongique et à la dispersion des spores.

L'ensemble de ces denrées peut être contaminé par les *Aspergilli* et les AF avant récolte. C'est principalement le cas pour les céréales tandis que la contamination lors du stockage se produit plus pour les fruits à coque (comme les arachides et les pistaches), les épices, les fruits secs (comme les figues), le café et les fèves de cacao.

Les denrées alimentaires d'origine animale peuvent aussi être contaminées en raison de la consommation par les animaux d'élevage d'aliments contaminés par les AF (graines de céréales, ensilages, foin, tourteaux). Cela peut entraîner l'accumulation d'AF principalement

dans le foie, mais aussi dans d'autres organes ou tissus (comme les reins et les muscles). Le lait peut contenir des AFM1 et AFM2, en raison de la métabolisation des AF par les ruminants.

RECOMMANDATIONS pour la production primaire

Les moyens permettant d'éliminer les AF des aliments contaminés étant limités (tableau 2 – p. 4), les mesures de prévention du danger à la source sont à privilégier.

- Au champ, l'itinéraire de production doit intégrer un programme de protection approprié contre les moisissures productrices d'AF pouvant se retrouver sur les grains, graines, fruits et fruits à coques.
- Le tri avant stockage est efficace pour réduire la proportion d'éléments contaminés par des moisissures.
- La conservation post-récolte doit être réalisée selon les stratégies préconisées dans les guides de bonnes pratiques d'hygiène pour le stockage :
 - abaissement de la température et de la teneur en eau des grains stockés (ventilation des silos) ;
 - protection des aires de stockage de la pluie ou du ruissellement ;
 - maîtrise des insectes et des infestations par des rongeurs dans les dépôts de stockage ;
 - maintien à l'abri de l'humidité des produits et des zones de stockage, de manutention ou de fabrication des aliments.
- Ces mesures de prévention s'appliquent également à l'alimentation pour les animaux d'élevage.

Voies de transmission

L'Homme s'expose principalement par la consommation d'aliments contaminés par les AF.

Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments : *Aspergillus flavus* et autres moisissures productrices d'aflatoxines

👉 Saisine n°2016-SA-0269 • Mise à jour : novembre 2023

En milieu professionnel (abattoir, production porcine et avicole, secteur des céréales alimentaires, gestion des déchets, etc.), l'Homme s'expose par inhalation d'AF présentes dans les particules de poussière lors de la manipulation ou de la mouture d'aliments contaminés. Il s'expose également par voie cutanée, par le dépôt de particules de poussière ou en cas de contact direct avec des produits contaminés.

Maladies humaines d'origine alimentaire

Nature des effets toxiques et épidémiologie

Les AF sont des composés génotoxiques classés par le CIRC³ dans le groupe 1 (cancérogène pour l'Homme). Dans le cas de l'AFB1, considérée comme l'un des plus puissants composés naturels cancérogènes génotoxiques, l'action passe par une métabolisation par des cytochromes hépatiques, conduisant à la production d'AFB1-exo-8,9-époxyde qui réagit avec l'ADN pour former des adduits caractéristiques (fixation d'une molécule à un site nucléophile de l'ADN par liaison covalente). Les données de toxicité chronique chez l'animal ainsi que les données épidémiologiques montrent une corrélation entre l'exposition chronique à l'AFB1 par l'alimentation et l'incidence de carcinomes hépatocellulaires. Cette relation est accentuée par une co-exposition au virus de l'hépatite B en particulier, et dans une moindre mesure au virus de l'hépatite C.

En plus du développement de carcinomes hépatocellulaires, un autre effet souvent rapporté en cas d'exposition chronique est une accentuation des retards de croissance (poids, taille) chez les enfants en situation de malnutrition.

Lors d'une intoxication aiguë (aflatoxicose), potentiellement létale, les principaux symptômes typiques, mais non spécifiques, sont les suivants : ictère, altération de la fonction hépatique, ascite, vomissement, douleur abdominale et diarrhée. Les cas les plus récents d'aflatoxicose rapportés dans la littérature ont été observés en 2019 en Tanzanie, avec 62 personnes intoxiquées présentant une jaunisse (100 % des cas), des vomissements (77 %), un gonflement de l'abdomen (65 %) et de la fièvre (65 %), ayant entraîné la mort dans 16 % des cas.

Population à risque : les porteurs chroniques du virus de l'hépatite B ou C ont un risque accru de développer un carcinome hépatocellulaire en cas d'exposition à l'AFB1.

Relations dose-effet⁴ et dose-réponse⁵

Pour les substances cancérogènes génotoxiques (comme c'est le cas pour l'AFB1) la relation est considérée sans seuil d'effet.

Le Comité d'experts FAO/OMS sur les additifs alimentaires (JECFA) a mis à jour en 2017 sa précédente évaluation de 1999. En se basant sur les mêmes données épidémiologiques chinoises de mortalité par carcinome hépatocellulaire, le JECFA a estimé que l'ingestion d'1 ng d'AFB1.kg⁻¹ pc.j⁻¹ durant la vie entière serait associée à la survenue de 0,269 cas de cancer pour 100 000 personnes chez les porteurs du virus de l'hépatite B (HBsAg+) et à 0,017 cas de cancer pour 100 000 personnes chez les non-porteurs (HBsAg-).

L'EFSA (Autorité européenne de sécurité des aliments) a mis à jour en 2020 sa précédente évaluation de 2007. En se basant sur des données de toxicité chronique chez l'animal de laboratoire, l'EFSA a élaboré une ⁶BMDL₁₀ de 0,4 µg d'AFB1.kg⁻¹ pc.j⁻¹ pour l'incidence de carcinomes hépatocellulaires chez les rats mâles. Elle a également pris en compte l'approche du JECFA de 2017 basée sur des données humaines.

Rôle des aliments

Principaux aliments à considérer

Entre janvier 2021 et janvier 2023, le RASFF (*EU Rapid Alert System for Food and Feed*), qui recense les alertes liées à des contaminations de denrées alimentaires par les AF en Europe (majoritairement par importation), a enregistré 800 notifications dont 513 pour les fruits à coque, les produits à base de fruits à coque et graines (les plus fréquemment contaminés étant les arachides, les pistaches et les noisettes), 142 pour d'autres fruits et légumes (notamment des figues séchées), 72 pour des céréales (surtout du riz) et 45 pour des épices (particulièrement la noix de muscade).

Selon les données recueillies par l'EFSA (2020) de 26 pays européens entre 2013 et 2018, les concentrations moyennes en AF étaient les plus élevées pour les légumineuses, fruits à coque et graines oléagineuses (2,32 [LB⁷] et 3,47 µg.kg⁻¹ [UB⁸]), en particulier les pistaches et les arachides. La catégorie des herbes et épices présentait aussi des concentrations moyennes en AF élevées (1,74 [LB] et 2,77 µg.kg⁻¹ [UB]). Les viandes et produits à base de viande ont une contamination moyenne faible (0,05 [LB] et 0,25 µg.kg⁻¹ [UB]).

En France, dans le cadre de la deuxième étude de l'alimentation totale de la population française (EAT2, Anses 2011), les AFB1, AFB2, AFG1, AFG2, et AFM1 ont été recherchées dans 787 échantillons alimentaires composites. Seule l'AFB1 a été détectée, dans le chocolat noir, à des concentrations moyennes de 0,03 µg.kg⁻¹ en LB et 0,075 µg.kg⁻¹ en UB. Du fait de la bonne application de la réglementation pour les céréales et arachides, ces denrées ne se retrouvent pas parmi les aliments les plus contaminés dans les EAT. L'exposition moyenne pour la somme des AF est de 0,0019 (LB) et 0,89 ng.kg⁻¹ pc.j⁻¹ (UB) pour les adultes et de 0,0013 (LB) et 1,56 ng.kg⁻¹ pc.j⁻¹ (UB) pour les enfants. Les AF ont été

³ Centre international de recherche sur le Cancer (acronyme anglais IARC)

⁴ Relation entre la dose et l'effet *chez un individu*.

⁵ Pour un effet donné, relation entre la dose et la réponse, c'est-à-dire la probabilité de la manifestation de cet effet, *dans la population*.

⁶ Benchmark dose (BMD) : dose correspondant à un niveau spécifié de réponse, obtenue par modélisation de la relation dose-réponse à partir de données expérimentales ou épidémiologiques ; la BMDL correspond à la borne inférieure de l'intervalle de confiance à 95 % de cette dose.

⁷ LB : hypothèse basse dans laquelle une valeur de zéro est affectée aux résultats inférieurs à la limite de détection ou de quantification.

⁸ UB : hypothèse haute dans laquelle la valeur de limite de détection/quantification est affectée aux résultats inférieurs à cette limite.

classées comme « risque pouvant être écarté » pour la population générale. Le niveau d'exposition aux AF de l'EAT2 est équivalent à celui estimé lors de la première étude de l'alimentation totale (EAT1, INRA 2004).

En 2016, une étude de l'alimentation totale infantile (EATi, Anses 2016) a été menée chez les enfants de moins de 3 ans. Les AFB1, AFB2, AFG1, AFG2 et AFM1 ont été recherchées dans 457 échantillons alimentaires composites. Les AF n'ont pas été détectées dans les produits infantiles et seule l'AFB1 a été détectée dans un échantillon sur six de chocolat dans les aliments courants (à 0,05 µg.kg⁻¹). La réglementation plus stricte pour les aliments infantiles que pour les aliments courants explique l'absence d'aliments infantiles contaminés dans l'EATi. En LB, les 13-36 mois sont exposés à 0,005 ng.kg⁻¹ pc.j⁻¹. Pour les autres tranches d'âge, l'exposition est nulle. En UB, l'exposition moyenne est comprise entre 2,57 ng.kg⁻¹ pc.j⁻¹ (pour les 13-36 mois) et 4,46 ng.kg⁻¹ pc.j⁻¹ (pour les 1-4 mois).

Traitements d'inactivation des spores fongiques et des aflatoxines

Afin d'éviter la contamination des aliments par les AF, il est nécessaire de respecter les bonnes pratiques agricoles au champ et à la récolte, ainsi que les bonnes conditions de stockage pour éviter le développement fongique et la production d'AF (maîtrise de la température, de l'humidité, de la présence d'insectes). Cependant, ces précautions ne sont pas toujours

suffisantes ce qui peut justifier l'utilisation de traitements physiques, chimiques (**tableau 2**) ou biologiques dont certains sont actifs sur les spores fongiques et réduisent ainsi la production de toxines alors que d'autres sont directement efficaces sur les toxines.

Les AF, en raison de leur structure cyclique de type polycétide, se révèlent stables au stockage et peuvent résister aux pH acides et aux températures élevées. Cependant certains agents de conservation comme des acides peuvent avoir un effet direct de dégradation des AF par ouverture du noyau lactone, les produits d'oxydation s'avérant moins toxiques.

L'ozone, qui agit sur les spores fongiques et sur les toxines, est souvent utilisé pour décontaminer les grains et légumes pendant le stockage (**tableau 2**).

Les conidies d'*A. flavus* sont sensibles à la chaleur mais les traitements thermiques ou de séchage ont des effets limités sur les AF.

La cuisson du blé et du riz ainsi que la torréfaction dans le cas des grains de café, des fruits à coque et des graines de soja permettent une élimination partielle des AF. Pour les grains de café, la torréfaction claire (par ex. T = 180 °C, t = 4 min) entraîne une réduction de 42 à 56 % de la teneur en AFB1.

Les rayonnements ionisants sont efficaces pour détruire les spores fongiques mais aussi les AF. Certains rayonnements non ionisants peuvent aussi dégrader les AF (**tableau 2**).

Tableau 2. Impact des traitements d'inactivation des spores fongiques et des AF dans les aliments ou les environnements de production

Traitement	Conditions	Impact	Matrice
Désinfectants chimiques (à visée antifongique)	Désinfectants autorisés en industries agroalimentaires	Destruction des spores fongiques Aucun effet sur les AF	Surfaces au contact des aliments
Conservateur et antioxydant	C = 1N, t = 18 h, acide citrique, lactique, succinique ou tartrique	Réduction de 76 à 97 % de la teneur en AF	Graine de soja, riz
Ozone sous forme gazeuse	de 6 à 50 mg.L ⁻¹ , t = 30 min à 96 h	Réduction de 30 à 89 % de la teneur en AF	Arachide
	13,8 mg.L ⁻¹ , t = 30 à 180 min	Réduction de 49 à 95 % de la teneur en AFB1	Figue séchée
	0,987 mg.L ⁻¹ , t = 139 min, T = 25 °C	Réduction de 79 % de la population d' <i>Aspergillus spp</i> , destruction totale des conidies.	Maïs
	0,15 mg.L ⁻¹ , t = 60 min, T = 20 °C	Réduction de 37 % et 92 % de la contamination en <i>Aspergillus flavus</i> et AFB1, respectivement	
Traitement thermique	T = 160 °C, t = 20 min	Réduction de 34 % de la teneur en AFB1	Riz
Hautes pressions hydrostatiques	P = 500 MPa, t = 5 min	Réduction de 14 % de la teneur en AFB2 Réduction de 29 % de la teneur en AFG2	Jus de raisin
Champs électriques pulsés	3 kV.cm ⁻¹ et 500 kJ.kg ⁻¹ , T = 75 °C	Réduction de 24 % de la teneur en AFG2 Réduction de 84 % de la teneur en AFG1	Jus de raisin
Rayonnements ionisants (rayons γ)	10 kGy (après contamination fongique)	Inhibition totale de la croissance d' <i>Aspergillus spp</i> Réduction de la contamination en AFB1 de 40 %	Soja
	1 à 10 kGy (après contamination par l'AFB1)	Réduction de la teneur en AFB1 de 46 à 100 %	Maïs, arachide, blé, riz
	4-6 kGy (après contamination par <i>A. flavus</i> et AFB1)	Réduction de la charge d' <i>A. flavus</i> de 5 log. Dégradation de l'AFB1 de 73 à 83 %	Pistache
Rayonnements non ionisants (UV-C)	200-280 nm à 8370 mJ.cm ⁻² sous vibration (après contamination par <i>A. flavus</i> et AFB1)	Réduction de la croissance de 3,1 à 4,4 log d' <i>A. flavus</i> après 10 jours et réduction de 43 à 51 % de la teneur en AFB1	Arachide, maïs
Rayonnements non ionisants (micro-ondes)	480 W, t = 5 min, pour 50 g	Réduction de 67 % de la teneur en AFB1	Arachide

Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments : *Aspergillus flavus* et autres moisissures productrices d'aflatoxines

Certaines solutions commerciales de biocontrôle sont disponibles, avec des souches non toxigènes d'*A. flavus* dont l'objectif est d'empêcher le développement des souches toxigènes d'*Aspergillus* spp et/ou d'inhiber la production d'AF au champ. Mais leur efficacité semble très variable. Des recherches sont actuellement en cours sur l'utilisation de bactéries (surtout lactiques), de levures ou de champignons filamenteux en tant qu'agents de biocontrôle.

Surveillance des aliments

Le règlement (UE) 2023/915 (abrogeant le règlement (CE) 1881/2006) fixe des teneurs maximales en AFB1 ou pour la somme AFB1/B2/G1/G2 dans des denrées alimentaires végétales (notamment arachides, fruits à coques, fruits secs, épices et céréales, et préparations infantiles à base de céréales, les aliments diététiques destinés à des fins médicales spéciales) et pour l'AFM1, uniquement dans les laits, les préparations pour nourrissons et préparations de suite, les aliments diététiques destinés à des fins médicales spéciales.

Le règlement (CE) n°401/2006 précise les conditions de prélèvement et d'analyse d'échantillons alimentaires. Il a été complété par le règlement (CE) 178/2010 puis par le règlement (UE) 519/2014.

La directive européenne 2002/32/CE fixe les teneurs maximales en AFB1 dans les matières destinées à l'alimentation animale.

Les méthodes normalisées de dosage de l'OTA sont les suivantes :

- NF EN ISO 16050 : 2011 - dosage de l'AFB1 et détermination de la teneur totale en AFB1, B2, G1 et G2 dans les céréales, les fruits à coque et les produits dérivés - Méthode par chromatographie liquide à haute performance ;

- ISO 14675 : 2003 - dosage de l'AFM1 dans le lait, les produits laitiers ou la poudre de lait - Lignes directrices pour une description normalisée des tests immuno-enzymatiques ;

- ISO 14501 : 2021 - dosage de l'AFM1 dans le lait, les produits laitiers ou la poudre de lait - Purification par chromatographie d'immunoaffinité et détermination par chromatographie en phase liquide à haute performance ;

- NF EN 15851 : 2010 - dosage de l'AFB1 dans les aliments à base de céréales pour nourrissons et enfants en bas âge - Méthode de chromatographie liquide haute performance avec purification sur colonne d'immunoaffinité et détection par fluorescence ;

- NF EN 14123 : 2008 - dosage de l'AFB1 et de la somme des AFB1, B2, G1 et G2 dans les noisettes, les cacahuètes, les pistaches, les figues et le paprika en poudre - Méthode par purification sur colonne d'immunoaffinité suivie d'une chromatographie liquide à haute performance avec dérivation post-colonne ;

- NF EN 17424 : 2020 - dosage des aflatoxines dans les épices autres que le paprika par purification sur colonne d'immunoaffinité et CLHP-FLD avec dérivation post-colonne ;

- NF EN ISO 17375 : 2006 - dosage de l'AFB1 dans les aliments des animaux en utilisant la chromatographie liquide haute performance avec dérivation post-colonne.

RECOMMANDATIONS

aux opérateurs

- Respect des bonnes pratiques agricoles de récolte et de stockage (voir recommandations pour la production primaire).
- Respect des bonnes pratiques d'hygiène, de séchage, de conservation (température, oxygène, humidité relative) et de fabrication des aliments.
- Le tri consistant à éliminer les éléments contaminés par des moisissures est efficace pour réduire les quantités d'AF présentes.

Hygiène domestique

RECOMMANDATIONS

aux consommateurs

- Le stockage des céréales, fruits à coques, fruits secs et épices dans un endroit sec ou dans un récipient hermétique permet de limiter la prolifération des moisissures productrices d'AF.
- Pour d'autres types de denrées alimentaires telles que la crème fraîche, les fromages, les fruits, les légumes et les produits carnés (par ex. saucissons secs), la conservation au froid est recommandée afin de limiter la prolifération des moisissures productrices d'AF ainsi que la production et la diffusion des mycotoxines dans l'aliment.
- En cas de contamination visible de l'aliment par des moisissures, éliminer largement la partie moisie si elle est circonscrite, sinon jeter l'aliment.

Règlement (UE) 2023/915 de la Commission du 25 avril 2023 concernant les teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires et abrogeant le règlement (CE) n° 1881/2006.

Règlement (CE) n° 401/2006 de la Commission du 23 février 2006 portant fixation des modes de prélèvement d'échantillons et des méthodes d'analyse pour le contrôle officiel des teneurs en mycotoxines des denrées alimentaires.

Règlement (UE) n° 178/2010 de la Commission du 2 mars 2010 modifiant le règlement (CE) n° 401/2006 en ce qui concerne les arachides, les autres graines oléagineuses, les fruits à coque, les noyaux d'abricot, la réglisse et l'huile végétale.

Règlement (UE) n° 519/2014 de la Commission du 16 mai 2014 modifiant le règlement (CE) n° 401/2006 en ce qui concerne les méthodes d'échantillonnage des grands lots, des épices et des compléments alimentaires, les critères de performance pour les toxines T-2 et HT-2 et pour la citrinine ainsi que les méthodes analytiques de dépistage.

Directive 2002/32/CE du Parlement Européen et du Conseil du 7 mai 2002 sur les substances indésirables dans les aliments pour animaux.

Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments : *Aspergillus flavus* et autres moisissures productrices d'aflatoxines

👉 Saisine n°2016-SA-0269 • Mise à jour : novembre 2023

Changement climatique et aflatoxines

Les teneurs en AF dans les aliments sont dépendantes de l'évolution des conditions climatiques qui peuvent augmenter les risques de contamination fongique avant récolte et par la suite les risques de croissance et de toxinogénèse y compris lors du stockage. Les conditions climatiques au printemps et en été sont critiques pour la contamination au champ.

L'optimum de biosynthèse des AF par les *Aspergilli* se situant entre 30 et 35 °C (**tableau 1**), la production d'AF avant récolte est maximale lors de saisons particulièrement chaudes et sèches, conditions où les plantes sont les plus vulnérables.

Depuis 2015, *A. flavus* s'est installé sur le territoire français hexagonal. Cette année-là, un premier cas de contamination de maïs par les AF avec dépassement des teneurs maximales réglementaires (5 µg.kg⁻¹ d'AFB1 et 10 µg.kg⁻¹ pour la somme des 4 AF dans le maïs) a été observé. En été, le climat a été chaud et sec avec une température supérieure à la normale de 1 à 3 °C avec un déficit pluviométrique de 40 %. Depuis cette date, la contamination par les AF fluctue selon les conditions météorologiques. La situation de 2015 s'est reproduite entre 2016 et 2020. En 2021-2022, les conditions printanières plus fraîches et humides n'ont pas été favorables aux proliférations fongiques et aucun dépassement de teneur maximale en AF n'a été constaté.

Dans le but de prédire la contamination des cultures par les AF dans les années futures, des modèles prévisionnels ont été développés en s'appuyant sur des scénarios climatiques du groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Pour la France, les dates de semis et de récolte seraient plus précoces et les zones favorables à la culture du maïs seraient déplacées vers le nord. D'ici 2050, la culture du maïs devrait se décaler vers les zones du nord de l'Europe dont le climat serait devenu plus adapté mais aussi à cause de l'augmentation de la contamination en AF des zones sud et centrale actuellement cultivées.

Références

- EFSA 2020. Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). Risk assessment of aflatoxins in food. Efsa Journal, 18(3), e06040.
- Focker M, van Eupen M, Verweij P, Liu C, van Haren, C, van der Fels-Klerx HJ, 2023. Effects of climate change on areas suitable for maize cultivation and aflatoxin contamination in Europe. Toxins 15, 599.
- Guo Y, Zhao L, Ma Q, Ji C. 2021. Novel strategies for degradation of aflatoxins in food and feed: A review. Food Research International 140, 109878.
- JECFA 2017. Evaluation of certain contaminants in food: eighty-third report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). WHO Technical Report Series; 1002.
- JECFA 2018. Safety evaluation of certain contaminants in food: prepared by the eighty-third meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO Food Additives Series: 74.
- Kinyenje E, Kishimba R, Mohamed M, Mwafulango A, Eliakimu E, Kwesigabo G. 2023. Aflatoxicosis outbreak and its associated factors in Kiteto, Chemba and Kondoa Districts, Tanzania. PLOS Glob Public Health. 8;3(8):e0002191.
- Kutasi K, Recek N, Zaplotnik R, Mozetič M, Krajnc M, Gselman P, Primc G, 2021. Approaches to inactivating aflatoxins - A review and challenges. Int. J. Mol. Sci. 22, 13322.
- Ouadhene MA, Ortega-Beltran A, Sanna M, Cotty PJ, Battilani P. 2023. Multiple year influences of the aflatoxin biocontrol product AF-X1 on the *A. flavus* communities associated with maize production in Italy. Toxins 15, 184.

Liens utiles

Laboratoire de référence de l'Union européenne pour les mycotoxines : Wageningen Food Safety Research, <https://www.wur.nl/en/Research-Results/Research-Institutes/food-safety-research/Reference-laboratory/European-Union-Reference-Laboratory/EURL-mycotoxins-plant-toxins.htm>

Laboratoire national de référence pour la recherche de mycotoxines dans les denrées d'origine animale, d'origine végétale et les aliments pour animaux : service commun des laboratoires (SCL) de Rennes.

Centre national de référence des Mycoses invasives et antifongiques (CNRMA) : Unité de mycologie moléculaire - Institut Pasteur, Paris. <https://www.pasteur.fr/fr/sante-publique/CNR/les-cnr/mycoses-invasives-antifongiques>

Cette fiche est issue d'une expertise collective en Comité d'experts spécialisé « Évaluation des risques biologiques dans les aliments » (CES BIORISK)



Retrouvez toutes nos fiches sur : <https://www.anses.fr/fr/content/fiches-de-dangers-biologiques-transmissibles-par-les-aliments>

Anses Éditions – CC BY-NC-ND

Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments : *Aspergillus flavus* et autres moisissures productrices d'aflatoxines

↘ Saisine n°2016-SA-0269 • Mise à jour : novembre 2023