

Toxicologie

CONTAMINATION PAR LES MYCOTOXINES: LES PROFESSIONNELS AUSSI SONT CONCERNÉS

Si les risques de contamination des aliments par les mycotoxines sont bien connus, ceux que courent les travailleurs exposés à ces toxiques sur leur lieu de travail le sont beaucoup moins. Dans un contexte de changement climatique propice au développement de ces mycotoxines, caractériser les niveaux d'exposition des travailleurs est une étape essentielle afin de mieux évaluer l'impact sur leur santé.

CONTAMINATION BY MYCOTOXINS: WORKERS ARE AFFECTED TOO - *While the risks of food being contaminated by mycotoxins are well known, the risks run by workers exposed to such toxins at their workplaces are much less well known. In a context of climate change, which is conducive to the development of mycotoxins, characterising the levels of exposure of workers is an essential step on the way to improved assessment of the impact of such exposure on their health.*

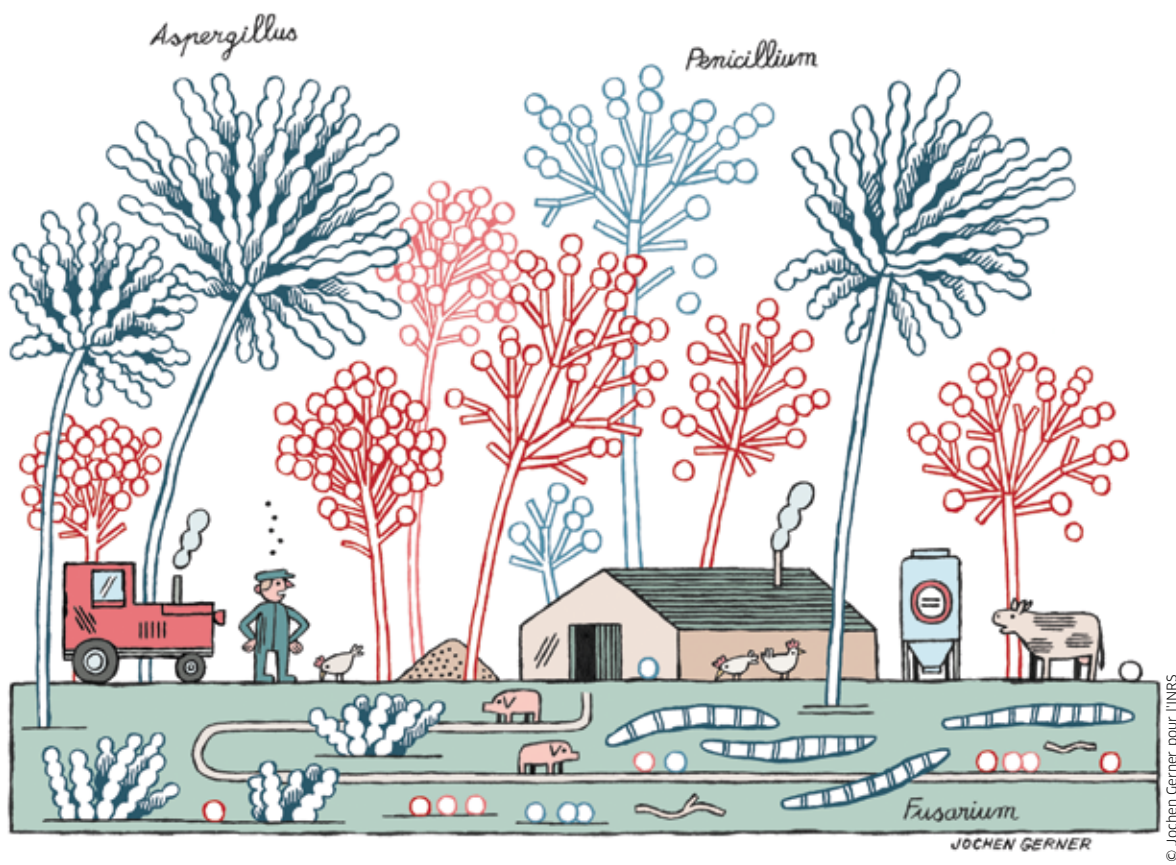
SOPHIE
NDAW
INRS,
département
Toxicologie et
biométrie

La sécurité des aliments fait l'objet d'une attention accrue de la part des consommateurs, des gouvernements et des producteurs du fait d'une prise de conscience des enjeux pour la santé humaine et animale, dans un contexte de marché mondial. Les incidents relatifs à la contamination chimique de la chaîne alimentaire suscitent ainsi une forte médiatisation qui renforce les inquiétudes. Ces contaminants peuvent provenir de sources naturelles, comme c'est le cas des mycotoxines (Cf. Encadré 1). Produites par des moisissures, les mycotoxines sont des toxiques se développant sur la plante en plein champ ou lors du stockage, dans toutes les régions du monde. Leur production est aléatoire et répond généralement à des signaux issus de l'environnement tels que la température, l'humidité, la nature du substrat ou la présence d'autres moisissures. Une mycotoxine peut être produite par différentes souches de moisissures et une souche peut produire plusieurs toxines différentes, en fonction des conditions climatiques [1]. La FAO (*Food and Agriculture Organization*) estime que près de 25% des denrées alimentaires mondiales seraient ainsi contaminées par des quantités significatives de mycotoxines. Sont concernés les céréales, les graines oléagineuses, les fruits

secs, les épices et les aliments composés et manufacturés issus de ces filières et destinés à l'alimentation humaine et animale, le fourrage...

Parmi les 300 mycotoxines de structures chimiques très diverses identifiées à ce jour, seule une trentaine font l'objet de recherches significatives. Les toxines les plus préoccupantes en santé humaine sont produites par les moisissures de genres *Aspergillus*, *Penicillium* et *Fusarium*.

La prise de conscience des risques liés à la contamination des denrées alimentaires par les mycotoxines n'est pas récente. L'ergotisme (ou mal des ardents ou feu de Saint-Antoine), maladie liée à l'intoxication par les alcaloïdes de l'ergot contaminant le seigle, a été décrit dès l'Antiquité et a été à l'origine d'une véritable hécatombe en Europe au Moyen Âge. Cependant, il faudra attendre les années 1960 et la découverte d'aflatoxines dans les tourteaux d'arachides servant de nourriture aux volailles et responsables de la mort de plus de 100000 dindes et poulets en Angleterre pour voir l'avènement de la mycotoxicologie moderne. La découverte de l'étiologie de cette mycotoxicose appelée « turkey "X" disease » et du potentiel cancérigène des aflatoxines a été à l'origine de multiples programmes de recherche sur les mycotoxines et d'une littérature abondante sur le sujet.



Néphropathies, cancers, pathologies hépatiques, syndromes hémorragiques, désordres immunologiques et neurologiques constituent une palette d'effets toxiques attribués aux mycotoxines. L'ingestion d'aliments contaminés est considérée comme la principale voie d'exposition chez l'homme et l'animal. En plus du risque sanitaire avéré, la contamination des denrées alimentaires entraîne également des problèmes économiques importants pour les producteurs de la filière porcine et avicole, les producteurs de bétails, la filière céréalière et les industries agro-alimentaires.

Les causes sont une baisse du rendement des productions des animaux d'élevage (contaminés par leur alimentation), des aliments non commercialisables (altération des caractéristiques organoleptiques) ou une destruction lorsque les denrées sont trop contaminées. En effet, les risques potentiels pour la santé humaine et animale ont été parfaitement pris en compte par différentes organisations internationales, dont la FAO, la FDA (*Food and Drug Administration*), l'OMS (Organisation mondiale de la santé) et la Commission européenne, qui se sont dotées d'une réglementation

ENCADRÉ 1 LES PRINCIPALES MYCOTOXINES

Il convient de distinguer les mycotoxines contaminant les denrées récoltées dans nos régions des mycotoxines contaminant les denrées en provenance des régions tropicales. Les moisissures du genre *Fusarium*, probablement les souches productrices de toxines les plus prévalentes dans les régions tempérées, contaminent fréquemment les céréales en Europe. Parmi les toxines produites

se trouvent les trichothécènes de types A et B (toxine T-2, toxine HT-2, déoxynivalénol, nivalénol), la zéaralénone et les fumonisines. L'ochratoxine A est principalement produite durant le stockage par *Penicillium verrucosum*. Ces toxines contaminent fréquemment le blé, le maïs, l'avoine et le seigle. Les plus emblématiques des mycotoxines, les aflatoxines, sont retrouvées dans les denrées en provenance des régions chaudes

et humides (maïs, arachides, sorgho, riz, noix comestibles, épices...). Les denrées importées sont également contaminées par le déoxynivalénol, la zéaralénone, les fumonisines et l'ochratoxine A [2]. Les expositions aux mycotoxines sont ainsi manifestes dans toutes les régions du globe avec des différences portant sur les niveaux de contamination et la nature des mycotoxines.





Les moisissures productrices de mycotoxines peuvent se développer sur les plantes en plein champ.

© Timo 1974

déterminant des concentrations maximales autorisées pour certaines mycotoxines dans les denrées destinées à l'alimentation humaine et animale. À titre d'exemple, la teneur maximale en aflatoxine B1 autorisée par la Commission européenne est de 2 µg/kg dans les céréales destinées à l'alimentation humaine et de 20 µg/kg dans les céréales destinées à l'alimentation animale. La gestion du risque sanitaire et économique que représentent les contaminations des denrées par les mycotoxines se retrouve ainsi à l'interface des différents domaines de recherche :

- en agronomie, pour une maîtrise des contaminations avant et après récolte (bonnes pratiques en agriculture, modélisation des effets du changement climatique, développement de stratégies de décontamination...);
- en échantillonnage et analyse pour déterminer les occurrences des mycotoxines et pour un contrôle efficace des denrées;
- en sciences vétérinaires et en santé publique (évaluation des risques pour la santé humaine et animale pour une réglementation permettant de garantir la sécurité des denrées alimentaires...).

Toutes ces approches conduisent à mener de nombreux travaux de recherche et à produire une littérature toujours croissante sur ce sujet, particulièrement sur l'exposition par voie alimentaire. En revanche, la question des risques professionnels liés à des expositions aux mycotoxines sur

les lieux de travail rencontre peu d'échos dans la communauté scientifique et est très peu documentée. Il est pourtant permis, de façon intuitive, de supposer l'existence d'expositions professionnelles lors de la manipulation de denrées alimentaires contaminées. Des effets sur la santé, comme des troubles neurocognitifs, des atteintes rénales et pulmonaires, ont été décrits dans la littérature dans les années 1980 et attribués aux mycotoxines en milieu professionnel. En revanche, dans ces cas rapportés, l'exposition aux mycotoxines n'a pu être démontrée, aucune métrologie n'ayant été réalisée. Cependant, plus récemment, des mycotoxines et

ENCADRÉ 2

EXEMPLES DE DOMAINES D'ACTIVITÉ OU SITUATIONS DE TRAVAIL CONCERNÉS

- Récoltes et manipulations des céréales (fermes, terminaux des ports...)
- Entrepôts à grains et moulins
- Transformation des céréales
- Transformation des fruits à coque, épices, café
- Fabrication d'aliments pour animaux
- Élevage
- Manipulation de fourrage

des moisissures toxigéniques ont été mises en évidence dans les poussières aériennes et sédimentées lors de diverses activités concernant les céréales, l'élevage, la fabrication d'aliments pour animaux et la transformation de certaines denrées alimentaires pour l'alimentation humaine. Même si les travaux décrits souffrent d'une hétérogénéité dans les supports de prélèvement, les conditions de prélèvement et la présentation des résultats, ces données suggèrent des expositions de l'homme au travail par inhalation de bioaérosols ou de particules contenant les mycotoxines et/ou lors de contacts cutanés avec les particules ou les substrats contaminés.

Plusieurs questions restent soulevées dans ce contexte, notamment sur la fraction de toxines absorbée par voie cutanée ou inhalatoire, dans la mesure où la présence de mycotoxines dans les poussières ne se traduit pas nécessairement par une contamination. Dans le cas d'une exposition professionnelle avérée, que représenterait cette contamination par rapport à celle provenant d'une exposition par voie alimentaire? Quels seraient alors les risques pour les professionnels (Cf. Encadré 2)?

La prise en compte des risques liés à des expositions professionnelles potentielles aux mycotoxines est importante à plus d'un titre. Les changements climatiques observés pourraient conduire à des conditions environnementales plus favorables à une prolifération de moisissures toxigènes avec notamment la production d'aflatoxines dans nos régions, comme constaté en 2003 dans le sud de l'Europe [3, 4]. La cocontamination des denrées alimentaires par plusieurs mycotoxines est relativement fréquente. Ramenées à un contexte professionnel où plusieurs denrées peuvent être manipulées simultanément, des coexpositions à plusieurs mycotoxines sont plus que probables. La majorité des travaux de recherche sur l'impact des coexpositions du point de vue toxicologique rapportent des effets additifs ou synergiques. Un autre élément important est la répartition des mycotoxines dans les denrées et dans les poussières. Des études récentes ont montré que la quantité de mycotoxines dans les poussières pouvait être plus de dix fois supérieure à celle dans les matières premières. En fait, les mycotoxines sont essentiellement présentes à la surface des matières premières et vont s'adsorber sur les poussières au cours des manipulations.

L'impact des expositions aux mycotoxines sur la santé n'est pas connu et son évaluation passe nécessairement par une bonne connaissance des niveaux d'exposition.

Cette évaluation des expositions professionnelles doit se baser sur une approche intégrée en prenant en compte les principales voies d'exposition

et les mycotoxines les plus pertinentes. C'est l'objectif des travaux actuels de l'INRS.

Le premier axe de travail porte sur le dosage des mycotoxines dans l'air des lieux de travail par des prélèvements individuels et d'ambiance. Des méthodes d'analyses individuelles des aflatoxines, des fumonisines et de l'ochratoxine A ont déjà été développées et font l'objet de fiches MétroPol¹. Dans le contexte des coexpositions, il s'agira de développer une méthode pour doser simultanément plusieurs mycotoxines.

Le deuxième axe de travail concerne la biométrie des expositions par le dosage des mycotoxines et de leurs métabolites principalement dans les urines des professionnels potentiellement exposés. Cette biométrie constitue un outil très efficace pour déterminer des doses internes effectives. Elle devra nécessairement permettre un dosage simultané de plusieurs biomarqueurs d'exposition. Cette démarche devra néanmoins être complétée, pour tenir compte des expositions par voie alimentaire, par des données biologiques de populations non professionnellement exposées et par un recueil d'informations sur les habitudes alimentaires des professionnels concernés.

Ainsi, il devra être possible de caractériser les expositions aux mycotoxines en milieu de travail par une approche pluridisciplinaire dans les différents secteurs professionnels concernés. Une attention particulière sera portée à la fabrication d'aliments pour animaux dans la mesure où les niveaux de concentration en mycotoxines tolérés y sont plus élevés. ●

1. MétroPol est un recueil de méthodes de prélèvement et d'analyse de l'air pour l'évaluation de l'exposition professionnelle aux agents chimiques. Les fiches MétroPol sont accessibles sur www.inrs.fr

Remerciements

L'auteur remercie M. Bouslama et A.-S. Farizy du département Études, veille et assistance documentaires (EVAD) pour la veille bibliographique sur les mycotoxines.

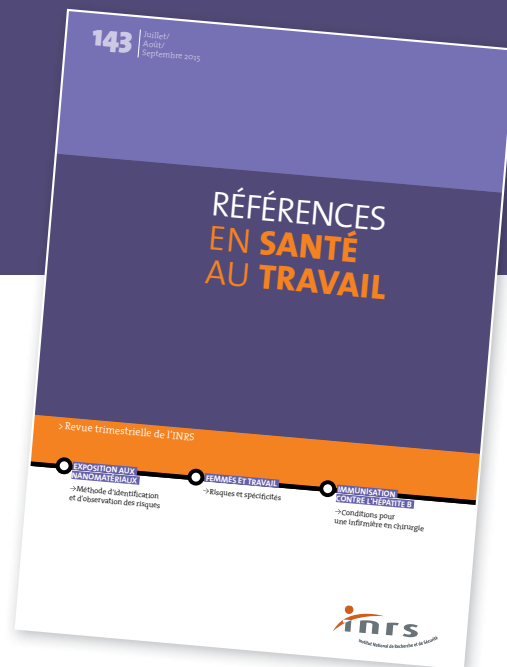
BIBLIOGRAPHIE

[1] CAST - Mycotoxins: Risks in Plant, Animal and Human Systems. *Task force report*. Vol. 139, Ames, CAST, 2003, 199 p.

[2] PROKOJJEVA BROCHARD G. - Mycotoxines en milieu de travail, Paris V: Thèse pour le doctorat en médecine, 2005, 212 p.

[3] MIRAGLIA M., MARVIN H. J. P., KLETER G. A., BATTILANI P., BRERA C., CONI E. ET AL. - Climate change and food safety: An emerging issue with special focus on Europe. *Food Chem Toxicol*, 2009, 47(5), pp. 1009-1021.

[4] EFSA - Modelling, predicting and mapping the emergence of aflatoxins in cereals in the EU due to climate change, in Scientific Report 2012, 172 p.



ACTUALITÉS

INFOS À RETENIR

- MAVImplant : un outil pour prendre en compte la santé-sécurité au travail lors de la création ou du réaménagement d'un lieu de travail
- Transport routier de marchandises : un outil pour l'aide au maintien dans l'emploi des conducteurs
- Une nouvelle étiquette pour tous les produits chimiques
- Décret n° 2015-636 du 5 juin 2015 révisant et complétant les tableaux de maladies professionnelles annexés au livre VII du Code rural et de la pêche maritime

NOUVEAUTÉS DE L'INRS

- Brochures, dépliants, affiches, films, outils en ligne

CONNAISSANCES ET RÉFÉRENCES

VU DU TERRAIN

- Risque chimique et aides à domicile

PRATIQUES ET MÉTIERS

- Proposition de méthode pour identifier et observer des postes de travail potentiellement exposants aux nanomatériaux (EpiNano)

SUIVI POUR VOUS

- La santé des femmes en activité professionnelle. 22^e journée recherche de l'IIMTPIF (Institut inter-universitaire de médecine du travail de Paris Île-de-France). Paris, 18 mars 2015
- Épidémiologie en santé au travail : 16^e colloque de l'Aderest (Association pour le développement des études et recherches épidémiologiques en santé travail). Lyon, 16-17 avril 2015

OUTILS REPÈRES

ALLERGOLOGIE PROFESSIONNELLE

- Dermatitis de contact professionnelles dans l'industrie et les laboratoires pharmaceutiques

RISQUES PSYCHOSOCIAUX

- *Perceived Stress Scale* (PSS). Échelle de stress perçu

VOS QUESTIONS/NOS RÉPONSES

- Odeurs d'huile dans des appareils de protection respiratoire à adduction d'air. Quels risques pour des laqueurs ?
- Dissection aortique et vibrations. Quel danger pour un cariste opéré ?
- Immunisation contre l'hépatite B. Quelles sont les conditions pour une infirmière en chirurgie ?

À VOTRE SERVICE

AGENDA

FORMATIONS 2016

À LIRE, À VOIR

JURIDIQUE

- Textes officiels relatifs à la santé et la sécurité au travail parus du 1^{er} mai au 31 juillet 2015

Abonnez-vous d'un simple clic : www.rst-sante-travail.fr

Un abonnement gratuit pour une durée de 2 ans, renouvelable à échéance

Par courrier : Com&Com/INRS, bâtiment Copernic, 20 avenue Édouard-Herriot, 92350 Le Plessis Robinson - Tél. : 01 40 94 22 22

Pour recevoir l'article qui vous intéresse : INRS - service de diffusion, 65 boulevard Richard-Lenoir • 75011 Paris • Tél. 01 40 44 30 00
www.rst-sante-travail.fr