



L'exposition aérienne aux micro-organismes dans la filière céréales : focus sur les champignons toxiques

Évaluation des risques d'exposition aérienne aux micro-organismes dans la filière céréales. Focus sur les champignons toxiques les plus fréquents dans l'hémisphère Nord : *Fusarium sp.*

Hélène NICULITA-HIRZEL

Mots-clés : blé, céréales, poussière de blé, fusariose, *Fusarium*, inhalation, champignons, bactéries, endotoxines, mycotoxines, grain, ouvriers, manutention, agriculteurs, rhinite, asthme, pneumopathie, bronchite, toux, dyspnée, poussières organiques, pathologies respiratoires, céréaliers, allergologie

L'agriculture est considérée comme une des professions les plus à risques, quant aux pathologies respiratoires aiguës ou chroniques, à cause des agents biologiques auxquels elle expose. Pour les agriculteurs qui travaillent dans la filière céréalière, la fréquence des maladies respiratoires est en nette augmentation depuis la mécanisation intensive de leur profession, qui permet de manipuler des volumes de céréales de plus en plus importants, en peu de temps. D'après les données de l'Agreste²⁷, 70 millions de tonnes sont manipulés et transformés en France par 225.000 travailleurs agricoles (soit 33 % des actifs de l'agriculture française). Ceux-ci sont exposés à la poussière de céréales, au moment de la moisson, de la fenaison, du déchargement dans les silos ou encore pendant la manipulation de la paille.

Tous ces travailleurs présentent, de plus en plus, de risques de pathologies respiratoires car la quantité de poussière de céréales libérée dans l'air est directement liée à l'augmentation de la production (maladie du poumon du fermier, syndrome des déchargeurs de silos...) chaque manipulation libérant des micro-organismes aéroportés dans l'environnement : champignons, bactéries, moisissures pathogènes du blé telles que les espèces du genre *Fusarium*, *Aspergillus* et *Penicillium*. Dans son *Essai sur les maladies des artisans*, Philibert Patissier expliquait déjà en 1822 que « vivant dans une atmosphère chargée de particules farineuses, les meuniers en avalent malgré eux une grande quantité. J'en ai vu devenir asthmatiques »²⁸.

La fusariose du blé

Les *Fusarium* sont des champignons qui infectent diverses céréales. Dans la banque de données *Mycobank*²⁹ qui fournit la documentation la plus complète possible sur tous les champignons, il existe plus de 1500 souches décrites en forme de fuseau (lat. *fusus*) : d'où le nom *Fusarium*. Plusieurs espèces sont impliquées dans des infections opportunistes chez l'animal ou l'être humain, regroupées sous le nom de « fusariose ». Le blé est ainsi soumis à des attaques par des micro-organismes tout au long de sa croissance et de son stockage : pourriture des semences, brûlure des semis, contamination des grains par les moisissures, etc.



Fusarium graminearum (Source : Hélène Niculita-Hirzel)

²⁷ Le Service de la statistique et de la prospective (SSP) au sein du Secrétariat Général du Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt : <http://agreste.agriculture.gouv.fr/>

²⁸ *Traité des maladies des artisans et de celles qui résultent de diverses professions*, d'après Bernardino Ramazzini (1633-1714).

²⁹ International Mycological Association : <http://fr.mycobank.org>

Certaines espèces de *Fusarium* sont connues pour coloniser de nombreuses céréales (grains, paille et foin), graminées et autres plantes. Elles peuvent s'adapter à différents substrats. Les concentrations les plus élevées se retrouvent dans les régions agricoles. Des traces subsistent également dans le sol ou dans l'eau : voire, en zone urbaine pendant l'été, en spores aéroportées.

D'autre part, certains *Fusarium* sont producteurs de puissantes mycotoxines³⁰ et peuvent donc poser des problèmes sérieux pour la santé, suite à des expositions environnementales ou par l'alimentation. Mais autant le risque alimentaire est reconnu, évalué au fur et à mesure de l'identification de nouvelles toxines, autant les risques d'inhalation sont méconnus du fait de leur complexité.



Déchargement de paille (Source : Hélène Niculita-Hirzel)

Les agriculteurs sont exposés. La plupart de ces particules fongiques reste en suspension dans l'air, lors de chaque manipulation du grain ou de la paille. En fonction de leur taille³¹, elles peuvent arrêter leur parcours au niveau du nez ou pénétrer dans les poumons. La question se pose d'analyser l'effet sur la santé d'une telle exposition.

Risques de problèmes respiratoires

Malgré une prévalence du tabagisme en baisse, les statistiques recueillies jusqu'à présent suggèrent que les agriculteurs ont un taux de morbidité et de mortalité dues à des affections respiratoires plus élevé que la population générale : rhinite, asthme, pneumopathie d'hypersensibilité, bronchite chronique, etc.

De plus, la prévalence de symptômes respiratoires (toux, respiration sifflante, dyspnée...) liés au travail est anormalement élevée chez les agriculteurs³² : de 23 à 50 %. La plupart des pathologies diagnostiquées sont :

- **Les pneumopathies d'hypersensibilité (PHS)** sont des maladies pulmonaires dues à une inflammation des alvéoles du poumon provoquées par une hypersensibilité à l'inhalation de poussières organiques. Aussi appelées alvéolites allergiques extrinsèques (AAE), elles peuvent être difficiles à diagnostiquer par l'absence de symptômes spécifiques (les symptômes observés sont en effet fatigue, perte d'appétit, amaigrissement, nausée, diminution des capacités respiratoires). Quatre à six semaines sont nécessaires après l'arrêt de l'exposition pour que le patient aille mieux ;
- **Les syndromes toxiques des poussières organiques (ODTS)**³³. Ceux-ci sont faciles à diagnostiquer car ils sont associés à une exposition épisodique à des concentrations très élevées de micro-organismes. Les victimes de ce syndrome se rétablissent dans les 36 heures.

Des études ont identifié la plupart des moisissures du blé comme des sensibilisants respiratoires. Il reste à déterminer leur potentiel allergène car elles présentent un large spectre d'agents capables de moduler leurs réactions. Si leurs métabolites³⁴ se révèlent toxiques pour l'homme ou l'animal, ils sont classés dans les mycotoxines. D'ores et déjà, onze mycotoxines produits par différentes espèces de moisissures ont été détectées dans différents échantillons de blé en Europe mais leurs effets par voie inhalable restent encore peu connus.

Le projet de recherche : AirFusTox

L'objectif principal de ce projet est la caractérisation de l'exposition au *Fusarium* des céréaliers (fermiers, moissonneurs, minotiers...) à différentes étapes de la récolte, du stockage et de la transformation du blé, cultivé dans différentes conditions de température et d'humidité.

Le deuxième objectif est d'évaluer le potentiel toxique et allergique des composants organiques sur l'épithélium (tissu) respiratoire ou les monocytes³⁵ de l'homme afin de développer un modèle *in vitro* des effets d'une exposition

³⁰ Substance chimique toxique générée par un champignon.

³¹ Plus ou moins de 10 µm.

³² Skórska et al. 1998, *Effects of exposure to grain dust in Polish farmers*.

³³ Organic Dust Toxicity Syndrome.

³⁴ Produit résultant de la transformation de ces agents dans l'organisme.

³⁵ Un type de globule blanc.

multiple aux micro-organismes présents dans l'environnement : y a-t-il interaction ou non ? Est-elle agoniste ou antagoniste ?...

Le troisième objectif est d'identifier quels composés biologiques spécifiques des poussières de blé, isolés au cours de l'enquête microbiologique, déclenchent une réponse immunitaire chez les différents groupes de travailleurs.

La méthodologie

Quatre populations de 25 personnes chacune, présentant différents niveaux d'exposition aux micro-organismes aéroportés du blé, ont été recrutées dans l'étude : les minotiers, les moissonneurs – botteleurs, les éleveurs de bétails, les agriculteurs cultivateurs. Deux populations servent de contrôle : les habitants des villes et des campagnes qui ne travaillent pas dans le milieu agricole.

L'échantillonnage des bioaérosols dégagés par la manipulation du blé est effectué dans l'environnement de travail de ces personnes. Les moisissures présentes dans ces poussières sont identifiées à l'aide d'outils de biologie moléculaire. La réponse immunitaire à ces moisissures est évaluée par titrage des immunoglobulines G spécifiques. Le profil métabolique de *Fusarium* sur le blé est déterminé à l'aide d'outils de chimie analytique. La toxicité des métabolites les plus caractéristiques (endotoxines, certains métabolites secondaires des *Fusarium sp* tel que les mycotoxines, etc.) est déterminée par test *in vitro* sur des cellules épithéliales bronchiales ou des monocytes dérivés humains.

Les partenaires :

Hélène Niculita-Hirzel

Institut Universitaire de Santé au Travail - Lausanne

Olivier Puel

Inra UMR 1331 Toxalim – Toulouse

Gabriel Reboux

CHU de Besançon

Durée : 36 mois

Soutien : 183.652 €

Contact : Helene.Hirzel@hospvd.ch