

Risques microbiologiques dans les espaces fermés : exemple d'un centre de compostage et de cultures en serres

Période : janvier 2012 à mars 2012

Hélène NICULITA-HIRZEL

Institut Universitaire Romand de Santé au Travail – Laboratoire des Risques Biologiques – Lausanne, Suisse

Mots clés : **Bioaérosols, Compostage, Concombre, Culture en serre, Débris végétaux, Endotoxines, Exposition professionnelle, Particules fongiques aéroportées, Prélèvements d'ambiance, Tomate**

La manipulation de végétaux ou de débris végétaux dans des espaces fermés (hangar pour le compostage, serres pour les cultures) est fréquemment effectuée en France. Néanmoins, le niveau d'exposition des travailleurs des différentes filières concernées aux bioaérosols dégagés par ces substrats, est peu connu. Dans cette note, deux études ont été choisies pour illustrer l'ampleur de ce type d'exposition dans des espaces fermés. La première publication concerne un centre de compostage et la deuxième publication cible des serres de culture de la tomate et du concombre. L'extrapolation des résultats obtenus à partir de prélèvements d'ambiance à l'exposition professionnelle des travailleurs est tout particulièrement discutée.

Documentation des concentrations de bioaérosols à l'intérieur d'une installation de compostage en France

Duquenne P, Simon X, Koehler V, Goncalves-Machado S, Greff G, Nicot T, Poirot P. Documentation of bioaerosol concentrations in an indoor composting facility in France. *J Environ Monit* 2012; 14 (2):409-19.

Résumé

Cette étude a été menée en France en 2008, dans un centre de compostage de déchets ménagers et déchets végétaux. Elle avait pour but d'évaluer le niveau de contamination en micro-organismes cultivables et endotoxines⁽¹⁾ de l'air ambiant à différents endroits d'un centre de compostage, ainsi que de décrire les variations de ces concentrations lors d'une journée de travail. Le centre de compostage consistait en un grand hangar dans lequel les différentes opérations de compostage étaient effectuées : déchargement des déchets, tri manuel et déchiquetage, transfert successif dans les 4 chambres de fermentation, puis dans la zone de maturation. Cinq endroits ont été choisis à proximité de chacune de ces opérations. Pour chaque endroit, deux prélèvements fixes ont été effectués à 3 reprises le 21 et 22 mai, un pour les micro-organismes cultivables et un pour les endotoxines, et ceci sur deux heures en moyenne. Un mois après, des prélèvements ont été effectués près de la zone de fermentation et de la zone de triage sur 6 heures ou sur des tranches consécutives de 30 minutes.

Les résultats montrent qu'il y a, en moyenne, une concentration en endotoxines, bactéries thermophiles et bactéries mésophiles, significativement plus élevée dans la fraction de poussière aéroportée du centre de compostage qu'à l'extérieur. Par contre, en ce qui concerne les particules fongiques thermophiles et mésophiles, aucune différence significative ($p > 0,05$) n'a été

trouvée dans leur concentration entre l'intérieur et l'extérieur du centre de compostage. De plus, aucune différence significative dans la concentration des micro-organismes aéroportés n'a été observée entre les différentes opérations de compostage.

Un des résultats intéressants de cette étude est la mise en évidence d'un niveau relativement constant dans la concentration de micro-organismes aéroportés tout le long de la journée de travail (12 mesures consécutives de 30 minutes). Par ailleurs, l'obtention de résultats comparables entre 6 heures d'échantillonnage continu et 12 échantillonnages successifs de 30 minutes, suggère que la durée d'échantillonnage par filtration n'affecte pas la viabilité des bactéries. La réalisation d'un comptage particulaire optique en temps réel confirme la chronicité de l'exposition des opérateurs à une importante concentration de particules de tailles comprise entre 0,3 et 1 μm (concentration systématiquement supérieure à $3 \cdot 10^7$ particules/ m^3) dont l'origine peut être biologique ou non.

Commentaire

Cette étude apporte une meilleure compréhension de la nature et de la dynamique des bioaérosols associés aux différentes opérations de compostage. Elle met en évidence l'exposition chronique des opérateurs travaillant dans ces espaces confinés, à une concentration ambiante en micro-organismes et en particules fines systématiquement supérieure à 10^4 CFU/ m^3 et 10^7 particules/ m^3 , respectivement. Néanmoins, on ne peut extrapoler le niveau d'exposition des employés à partir de ces résultats, fournis seulement par des prélèvements d'ambiance. Ainsi, alors que l'employé travaillant dans la cabine pressurisée de la pelle mécanique devrait être exposé à de faibles concentrations de micro-organismes, son collègue, en charge du nettoyage du sol et de l'entretien, est susceptible d'inhaler des concentrations de micro-organismes, endotoxines et autres particules fines

bien supérieures à celles détectées par les prélèvements d'ambiance, de part sa proximité avec la source d'émission de micro-organismes. Des prélèvements individuels auraient permis d'apporter une solution adaptée de protection des opérateurs en fonction des tâches accomplies.

Il est à noter que les auteurs montrent une influence des bioaérosols générés par le centre de compostage sur les prélèvements de référence faits à l'extérieur. Ce résultat confirme l'importance d'implanter les centres de compostage en dehors des zones habitables afin de protéger la population environnante d'une exposition chronique aux particules qui pourraient s'en échapper. Une caractérisation par voie moléculaire des communautés microbiennes associées au centre de compostage serait un atout important dans la prise de décision en ce qui concerne les moyens de protections des travailleurs.

Facteurs influençant l'exposition des producteurs de légumes aux bioaérosols fongiques et à la poussière aéroportée

Hansen VM, Meyling NV, Winding A, Eilenberg J, Madsen AM. Factors affecting vegetable growers exposure to fungal bioaerosols and airborne dust. *Ann Occup Hyg.* 2012;56(2):170-81

Résumé

L'objectif de cette étude, menée entre 2007 et 2008 au Danemark, était de déterminer la concentration en particules fongiques aéroportées à l'intérieur et à l'extérieur de serres de production de tomates et concombres et d'évaluer l'exposition des travailleurs à ces particules. 49 prélèvements d'ambiance (stationnaire, entre les rangs de plantes) ont été effectués dans cinq serres - trois produisant des tomates, une des concombres et une des concombres et des poinsettias -, et quatre champs produisant du brocoli, du chou et du céleri. Pour évaluer l'exposition des travailleurs aux particules fongiques lors de dix tâches accomplies dans ces environnements, 111 prélèvements individuels ont été effectués. Il s'agissait d'activités telles que le soin des plantes (nourrissage, nettoyage), repotage des concombres, récolte, emballage, enlèvement des plantes sénescents, activités qui nécessitent toutes un contact des travailleurs avec la plante à différents stades de son développement (précoce, mature, sénescents).

Des prélèvements par filtrage ont été réalisés avec des cassettes de 25 mm de diamètre à trois étages et face fermée, soit sur un filtre Teflon (pour l'analyse gravimétrique), soit sur un filtre polycarbonate (pour la quantification des β -glucanes⁽²⁾ et le dénombrement des micro-organismes cultivables). La fraction cultivable de quelques espèces de moisissures (*Aspergillus fumigatus*, *Trichoderma* spp., *Beauveria* spp., *Penicillium olsonii*/P. *brevicompectum*) a été spécifiquement déterminée par culture sur milieu sélectif de la poussière recueillie (respectivement sur DG-18 supplémenté de chloramphénicol, milieu sélectif *Trichoderma harzianum*, milieu sélectif décrit par Meyling & Eilenberg, agar nutritif d'Oxoid supplémenté avec cycloheximide). La recherche spécifique de *Trichoderma harzianum* et *Beauveria* spp. était justifiée de part l'usage de ces espèces dans la lutte

biologique contre les moisissures phytopathogènes. L'identité de certaines espèces a également été confirmée par séquençage de la région intergénique de l'ARN ribosomique.

Les principaux résultats de cette étude montrent que, en moyenne, la charge en particules fongiques mésophiles est significativement plus élevée dans les prélèvements individuels que dans les prélèvements d'ambiance, en particulier lors des activités associées aux plantes matures ou sénescents (15 à 52 fois plus élevée). De plus, la charge en particules fongiques aéroportées est systématiquement plus élevée en serre que dans les champs, les environnements en serre avec les charges les plus élevées étant ceux de l'enlèvement des plantes sénescents suivi par ceux de la récolte des deux légumes. Concernant les genres de moisissures présents dans ces environnements, il s'avère que *Penicillium* est le genre le plus commun, suivi par *Cladosporium* et *Aspergillus* (dans 7 environnements sur 10 en ce qui concerne le dernier).

Commentaire

Cette étude montre que les maraîchers sont presque continuellement exposés dans les serres à une charge en particules fongiques supérieure aux recommandations en vigueur dans les pays européens. Des niveaux préoccupants d'exposition ($> 10^5$ CFU/m³) aux particules fongiques sont atteints lors de la manipulation de légumes matures ou sénescents en serre. Selon les auteurs, cette charge serait la plus élevée décrite à ce jour en ce qui concerne la teneur en β -glucanes. Le niveau d'exposition des travailleurs en serre a préalablement été décrit pour d'autres types de cultures tels que celui des plantes ornementales. Néanmoins, la charge en particules fongiques n'était pas aussi élevée que celle inhalée par les maraîchers cultivant des tomates et concombres. Ce résultat démontre clairement à quel point il est important d'estimer l'exposition professionnelle aux bioaérosols pour chaque type de plante cultivée dans les espaces fermés tels que les serres.

L'identification, par les auteurs, de quelques moisissures cultivées à partir des bioaérosols des serres, permet de mieux appréhender le risque d'exposition des travailleurs dans ces espaces confinés. Néanmoins, il aurait été plus informatif, pour des analyses comparatives ultérieures, de pousser l'identification au niveau de l'espèce au lieu de s'arrêter au niveau du genre.

Enfin, un autre résultat marquant de l'étude est la mise en évidence d'une sous-estimation systématique de l'exposition des travailleurs aux particules fongiques par les prélèvements d'ambiance. Cette observation est d'autant plus importante qu'aucune corrélation entre les résultats obtenus à partir de prélèvements stationnaires et ceux des prélèvements personnels n'a pu être établie par les auteurs. Ce résultat attire l'attention sur le fait que les prélèvements d'ambiance ne peuvent pas être systématiquement utilisés dans l'estimation de l'exposition professionnelle. L'établissement préalable d'une corrélation entre le niveau d'exposition détecté par le prélèvement personnel et la concentration ambiante en micro-organismes déterminée à partir de prélèvement d'ambiance est indispensable pour chaque type d'activité et chaque nature de plante ou de débris végétaux.

CONCLUSION GÉNÉRALE

En conclusion, ces deux études montrent l'importance d'une bonne estimation de l'exposition professionnelle aux micro-organismes aéroportés dans deux environnements intérieurs : un centre de compostage et des cultures de légumes en serres. La caractérisation des tâches accomplies par les travailleurs ainsi que leur durée et fréquence est essentielle pour l'interprétation des résultats obtenus à partir de prélèvements d'ambiance. Elles confortent l'intérêt de documenter l'exposition professionnelle aux micro-organismes dans un plus grand nombre d'espaces fermés dans lesquels des plantes matures/sénescentes ou des débris végétaux sont manipulés. Elles pointent également l'importance d'établir des seuils de risques en reliant ces études à des études épidémiologiques. En attendant, une réflexion doit être menée sur la manière de travailler avec les matières organiques afin de diminuer l'exposition des travailleurs aux micro-organismes. Le pilotage des activités depuis une cabine pressurisée pour autant de tâches que possible serait une solution. Si le contact avec la matière organique ne peut être évité, le port d'un masque P2, pendant les activités les plus à risque, devrait être recommandé.

Lexique

- (1) Endotoxines : ce sont des toxines situées dans la membrane externe de la plupart des bactéries Gram négatif, de nature lipopolysaccharidique et thermostables. Elles peuvent occasionner, de par leur mécanisme d'action, une réponse inflammatoire.
- (2) β -glucanes : ce sont des polysaccharides que l'on trouve essentiellement dans les parois cellulaires de certaines levures et moisissures, la cellulose des plantes et certaines bactéries.

Autres publications identifiées

Reanprayoon P, Yoonaiwong W. Airborne concentrations of bacteria and fungi in Thailand border market. *Aerobiologia*. 2012; 28:49–60.

Cette étude attire l'attention sur le niveau de contamination de l'air par des micro-organismes toxigéniques et allergéniques dans un marché frontalier thaïlandais fortement fréquenté par des touristes. Elle montre que la concentration des bioaérosols dépasse la norme de la limite d'exposition professionnelle.

Vilavert L, Nadal M, Figueras MJ, et al. Volatile organic compounds and bioaerosols in the vicinity of a municipal waste organic fraction treatment plant. Human health risks. *Environ Sci Pollut Res*. 2012; 19:96–104.

Cette étude documente les concentrations atmosphériques en micro-organismes et de 19 composés organiques volatils dans le voisinage d'une installation de traitement des déchets organiques. Elle montre que les concentrations de ces agents chimiques et microbiologiques dans l'environnement sont nettement en dessous de valeurs seuils recommandées par les organismes de réglementation.

Noss I, Wouters IM, Smit LAM, et al. IgG to Various Beta-Glucans in a Human Adult Population. *Int Arch Allergy Immunol*. 2012; 157:98–108.

Cette étude évalue l'exposition de différents corps de métiers aux beta-glucans en dosant les immunoglobulines G (IgG) dirigées contre eux. Elle met en évidence un résultat inattendu : les agriculteurs présentent un titre d'IgG significativement plus faible que les peintres ou les boulangers.

Chao HJ, Chan C-C, Rao CY, et al. The effects of transported Asian dust on the composition and concentration of ambient fungi in Taiwan. *Int J Biometeorol*. 2012; 56:211–219.

Article intéressant qui décrit la dynamique des particules fongiques en fonction du temps (vent, tempêtes, etc.), et des polluants atmosphériques, mais qui n'est pas en rapport avec le sujet choisi.

Mots clés utilisés pour la recherche bibliographique

Bioaerosols, Fungi, Micro-organisms, Molds, Occupational exposure.

Conflits d'intérêts

Les auteurs déclarent :

- n'avoir aucun conflit d'intérêt ;
 avoir un ou plusieurs conflits d'intérêt.