

Exposition par inhalation aux toxines biologiques (toxines marines, mycotoxines...)

Exposition à des moisissures dans le milieu hospitalier et dans des usines de production de biogaz-Intérêt des protections individuelles et collectives

Période : avril 2009 à août 2009

Annie PFOHL-LESZKOWICZ

UMR CNRS/INPT/UPS 5503 – Département Bioprocédés et systèmes microbiens – Toulouse

Mots clés : **Aérosol, Air conditionné, *Aspergillus*, Champignons filamenteux, Inhalation, Moisissure, Mycotoxine, Penicillium**

Les champignons filamenteux se développent de manière ubiquitaire sur de nombreux substrats organiques. Les spores se retrouvent dans les poussières et sont souvent inhalables. De plus en plus de données scientifiques pointent l'inhalation de moisissures comme cause d'allergie respiratoire ou cutanée aussi bien dans l'environnement (maisons insalubres) que dans le milieu du travail, notamment dans les industries de compostage de matière organique ou de fabrication de bioéthanol. La contamination peut aussi avoir lieu *via* les systèmes d'air conditionné. Les spores par elles-mêmes engendrent des effets toxiques à l'origine d'allergie. De plus, elles produisent des toxines. Les risques de développement de moisissures dans l'air inspiré sont bien connus en milieu hospitalier et plus particulièrement chez les personnes immunodépressives. Néanmoins, la présence de ces éléments fongiques en milieu de travail est responsable de rhinites, toux et problèmes dermatologiques, chez les travailleurs non immunodéprimés. Notre note portera sur la contamination de l'air en milieu hospitalier et dans un laboratoire de mycologie ainsi que sur les risques liés à l'air conditionné. Le dernier article relatera les effets subis par les travailleurs lors du compostage et de la fabrication de bioéthanol.

Étude de la présence de microbes (dont les moisissures) dans différents endroits d'un hôpital

Analyse

Le but l'article d'Ortiz *et al.* (2009) est d'analyser la flore aérobique totale dans 3 endroits de l'hôpital de Murcia en Espagne : (i) les salles d'opération, (ii) les salles d'accouchement et (iii) les chambres. Pendant deux ans des prélèvements d'air ont été réalisés : une fois par mois dans les salles d'opération, tous les 4 mois dans le service de maternité et dans les chambres. Pendant la période des deux ans de suivi, il y a eu une rénovation de l'hôpital qui a duré deux semaines. Le prélèvement de l'air a été réalisé suivant la norme ISO/CD 14698-1:2003. Le prélèvement a été réalisé sur 3 m³ d'air prélevé en 30 minutes en triplicata. Les prélèvements ont été réalisés après nettoyage des salles avant les opérations ou les accouchements entre 0 heure et 8 heures du matin. Le taux de moisissures est relativement faible au niveau des salles d'opération (0,05 CFU/m³) alors qu'on en dénombre 6,9 CFU/m³ dans les salles d'accouchement et 10,6 dans les chambres des patients. Il est à noter que 1,42 % des moisissures sont représentées par *Aspergillus fumigatus* et *Aspergillus flavus* qui sont connus respectivement pour être responsables de

problèmes respiratoires tels que rhinites, bronchites allergiques. Ces moisissures peuvent même se développer dans les cavités nasales. De plus, elles sont producteurs de mycotoxines extrêmement dangereuses comme les aflatoxines. La plus faible contamination en salle d'opération est directement corrélée à l'utilisation de filtre HEPA pour filtrer l'air associé à une pression positive. Le taux en moisissure est 200 fois moins élevé que dans les autres secteurs où l'air n'est pas filtré. Il n'y a pas de variation saisonnière, par contre le taux de contamination en moisissures a considérablement augmenté lors des 2 semaines de rénovation même au niveau des salles d'opération. Il y a eu surtout une augmentation de la présence d'*Aspergillii*.

Commentaire

Cet article montre clairement la présence de moisissures pouvant être dangereuses pour la santé des patients. La présence d'*Aspergillus flavus* met en avant un risque de contamination par les aflatoxines pouvant avoir un effet sur la fonction hépatique. Il est intéressant de noter que la contamination fongique est efficacement réduite par la filtration de l'air.

Exposition à des moisissures dans le milieu hospitalier et dans des usines de production de biogaz - Intérêt des protections individuelles et collectives – Annie PFOHL-LESZKOWICZ

Analyse de la contamination fongique surfacique et dans l'air d'un laboratoire de mycologie hospitalier

Analyse

Sautour *et al.* (2009) ont recherché pendant un an la présence de moisissures sur les surfaces de travail et dans l'air au niveau du laboratoire de mycologie de l'hôpital de Dijon en France. Le laboratoire a une superficie de 70 m² comprenant deux pièces communicantes. Le prélèvement d'air correspond à 0,5 m³ prélevé en 5 minutes en duplicata soit au total 1 m³. Le prélèvement a été réalisé à hauteur de travail. Les prélèvements ont été réalisés deux fois par semaines à 7 heures et 11 heures du matin. Il a été constaté que le taux de moisissures dans l'air est plus élevé (deux fois plus) en fin de matinée que le matin (2,27 CFU/m³ versus 4,36), par contre le taux sur les surfaces n'est pas différent. Le taux de moisissures dans l'air est moins important dans la période froide (octobre à mars) comparé à l'été (avril à septembre). Les *Aspergillii* représentent 53 % des isolats provenant des prélèvements réalisés au sein du laboratoire. On les retrouve peu dans les prélèvements réalisés à l'extérieur du laboratoire. Un taux particulièrement élevé d'*A. fumigatus* (22 CFU/m³) a été relevé le 9 mai 2007. Ceci était en fait dû à un problème sur le système de filtration de la hotte. Le remplacement du filtre a conduit au retour à des valeurs normales. Les auteurs ont établi un diagramme leur permettant le suivi de la contamination.

Commentaire

Cet article permet de mettre en évidence l'intérêt du suivi des moisissures dans l'air ambiant qui peut affecter la santé des travailleurs au niveau du laboratoire. L'analyse des moisissures dans l'air du laboratoire permet de contrôler le bon fonctionnement des systèmes de protection, notamment des filtres qui lorsqu'ils sont défectueux posent un problème de contamination dans le laboratoire. Il s'agit là d'une démarche prospective du suivi ayant permis la mise en place des diagrammes de Shewhart. Ces diagrammes permettent d'anticiper les problèmes.

Identification des moisissures allergisantes se trouvant dans les systèmes d'air conditionné

Analyse

Khan *et al.* (2009) ont analysé la présence de moisissures dans l'air de différents endroits, équipés de systèmes d'air conditionné. Les moisissures isolées ont été testées sur 75 individus souffrant d'allergies (rhinites, toux, nez bouché, urticaire et asthme) pour leur capacité à provoquer des allergies. Parmi les 12 espèces de moisissures trouvées, sept types d'*Aspergillii* ont été identifiés: *A. niger*; *A. oryzae*, *A. fumigatus*, *A. terreus*, *A. nidulans*, *A. versicolor* et *A. parasiticus*. *A. niger* représente 80 % des moisissures. D'autres champignons sont présents comme le

Penicillium citrininum, *Fusarium oxysporum*, *Trichoderma viride*, *Neurospora crassa* et le *Alternaria alternata*. C'est au niveau des salles informatiques qu'il y a le plus de contamination fongiques. Quant à *Neurospora*, il est surtout présent au niveau de l'hôpital. Trois moisissures trouvées sont allergènes: *A. fumigatus*; *A. niger* et *P. citrinum*. *A. fumigatus* est le plus fréquent dans les salles informatiques, les laboratoires hospitaliers, les salles d'opération, l'infirmierie et le scanner. D'autres moisissures non allergènes mais productrices de mycotoxines ont été répertoriées. Les *Fusaria* sont productrices de fumonisine et de zéaralénone; les *Alternaria* d'alternariol, d'altertoxine et d'acide ténuazonique responsables d'asthme et de rhinites allergiques. Les *Trichoderma* génèrent des trichothécènes et de la glioxine provoquant des dommages pulmonaires et des péritonites surtout chez les dialysés. Quant à *Penicillium citrinum*, il est associé à des infections urinaires vraisemblablement dues à la synthèse de citrinine. L'arrêt des systèmes de climatisation durant 6 à 12 heures pendant la nuit contribue à augmenter les risques de contamination en moisissures car cela entraîne une augmentation de l'humidité relative qui est favorable au développement des moisissures. D'autre part, il a aussi été montré que les filtres sont peu changés et constituent de ce fait un réservoir. Ceci confirme d'autres études (Wargocki *et al.*, 2002; Graudenz *et al.*, 2005; Seppänen *et al.*, 2004; Wu *et al.*, 2005; Philomenola *et al.*, 2003; Araujo *et al.*, 2008).

Commentaire

Cet article met en évidence les risques liés aux systèmes de climatisation qui constituent des réservoirs en moisissures toxigènes pouvant être à l'origine de phénomènes allergiques, voire d'effets toxiques plus graves. Les auteurs mettent en évidence que l'application de bonnes pratiques sanitaires est efficace pour réduire les risques, notamment l'utilisation en continu des systèmes d'air conditionné ainsi que l'entretien et le changement régulier des filtres.

Risque lié à l'exposition aux micro-organismes et produits chimiques dans un site de compostage des produits organiques

Analyse

Le compostage de produits organiques peut être source d'exposition aux bactéries et aux moisissures. Nadal *et al.* (2009) ont réalisé un suivi pendant 3 mois sur 4 secteurs d'une usine de compostage a été réalisé. Il s'agit d'un centre de compostage localisé en Espagne et traitant 240 000 tonnes de déchets par an. Le but ultime de cette entreprise est de produire du biogaz. L'air a été échantillonné au niveau du site de tri des déchets; à la réception des déchets, dans le local de digestion anaérobique et dans le tunnel de compostage. Deux zones externes au site ont été échantillonnées à 50 mètres de l'usine en zone abritée ou non du vent. Le dénombrement des colonies d'*Aspergillus* a été réalisé suivant la norme ISO 8199:2005. En plus des micro-

organismes, les composés organiques volatils (COV) ont aussi été pris en compte. Il n'y a pas de contamination dans les deux zones externes à l'usine. Ceci s'explique par le fait que l'air de l'usine est filtré sur un double filtre avant d'être rejeté. C'est dans la zone de tri des déchets que les contaminations sont les plus importantes. À l'inverse, la contamination est la plus faible au niveau du site de méthanisation. Il y a aussi moins de moisissures dans le site de digestion anaérobie. Bien que le taux de bactéries augmente en été, il n'y a pas de variation du taux de moisissures en fonction de la température. Il a été mis en évidence que le port de masque et de gants permet de réduire considérablement l'exposition des travailleurs, notamment au niveau du site de tri. Ces méthodes de protection obligatoires à cet endroit devraient également être préconisées au niveau du site de réception des matières organiques ainsi qu'au niveau du compostage. Les auteurs indiquent aussi que l'exposition est réduite par l'humidification des déchets lors de la manipulation. L'installation de hottes aspirantes dans les zones à haut risque est aussi fortement conseillée.

Commentaire

Cet article met en évidence les risques d'exposition aux moisissures lors de la manipulation de déchets organiques en vue de la transformation en biogaz. L'évaluation du risque permet de donner des valeurs indicatives à ne pas dépasser : 100-1000 CFU/m³ et 1000 CFU/m³ pour la flore fongique totale et les particules dans l'air respectivement (Wargocki *et al.*, 2002; WHO and JRC Expert Task Force meeting, 2002). L'utilisation de protections individuelles (gant, masque) et d'une protection collective (hotte aspirante) est primordiale pour diminuer les risques.

CONCLUSION GÉNÉRALE

L'exposition aux moisissures responsables d'allergie et/ou productrices de mycotoxines peut survenir non seulement en milieu hospitalier mais aussi dans les laboratoires d'analyse mycologique ou dans des usines de production de biogaz. Les moisissures les plus dangereuses répertoriées sont *Aspergillus fumigatus*, *A. flavus* élaborant l'aflatoxine ou *Aspergillus niger*. L'échantillonnage de l'air permet un suivi des contaminations. Dans toutes les études, il est clairement démontré que l'application de bonnes méthodes de nettoyage, d'utilisation de méthodes de protection individuelle par le port de masque et de gants et l'efficacité de système de filtration permet de limiter considérablement l'exposition des individus. À l'heure actuelle, il n'existe pas de méthodes de référence d'échantillonnage ni de normes mais toutes ces études contribuent à identifier les risques et affiner les méthodes d'évaluation des contaminations.

Mots clés utilisés pour la recherche bibliographique

Airborne, Bioaerosol, Inhalation, Fungi, Mycotoxin.

Publications analysées

Khan AAH, Karuppaiyl SM, Manoharachary C *et al.* Isolation, identification and testing for allergenicity of fungi from air-conditioned indoor environments. *Aerobiologia*. 2009; 25(2):119-23.

Nadal M, Inza I, Schuhmacher M *et al.* Health risks of the occupational exposure to microbiological and chemical pollutants in a municipal waste organic fraction treatment plant. *Int. J. Hyg. Environ. Health*. 2009; 212(6):661-9.

Ortiz G, Yagüe G, Segovia M *et al.* A study of air microbe levels in different areas of a hospital. *Curr. Microbiol.* 2009; 59(1):53-8.

Sautour M, Dalle F, Olivieri C *et al.* A prospective survey of air and surface fungal contamination in a medical mycology laboratory at a tertiary care university hospital. *Am. J. Infect. Control*. 2009; 37(3):189-94.

Revue de la littérature

Krishnan S, Manavathu EK, Chandrasekar PH. *Aspergillus flavus*: an emerging non-fumigatus *Aspergillus* species of significance. *Mycoses*. 2009; 52(3):206-22.

Pihet M, Carrere J, Cimon B *et al.* Occurrence and relevance of filamentous fungi in respiratory secretions of patients with cystic fibrosis--a review. *Med. Mycol.* 2009; 47(4):387-97.

Rosenbaum PF, Crawford JA, Anagnost SE *et al.* Indoor airborne fungi and wheeze in the first year of life among a cohort of infants at risk for asthma. *J. Expo. Sci. Environ. Epidemiol.* 2009.

Salo PM, Sever ML, Zeldin DC. Indoor allergens in school and day care environments. *J. Allergy Clin. Immunol.* 2009; 124(2):185-92, 192.

Terr AI. Sick Building Syndrome: is mould the cause? *Med. Mycol.* 2009; 47(S1):S217-22.

Publications de référence

Araujo R, Cabral JP, Rodrigues AG. Air filtration systems and restrictive access conditions improve indoor air quality in clinical units: Penicillium as a general indicator of hospital indoor fungal levels. *Am. J. Infect. Control*. 2008; 36(2):129-34.

Bluysen PM, Cox C, Seppänen O *et al.* Why, when and how do HVAC-systems pollute the indoor environment and what to do about it? The European AIRLESS project. *Building Environ.* 2003; 38(2):209-25

Graudenz GS, Oliveira CH, Tribess A *et al.* Association of air-conditioning with respiratory symptoms in office workers in tropical climate. *Indoor Air*. 2005; 15(1):62-6.

Exposition à des moisissures dans le milieu hospitalier et dans des usines de production de biogaz - Intérêt des protections individuelles et collectives – Annie PFOHL-LESZKOWICZ

Seppänen OA, Fisk WJ. Summary of human responses to ventilation. *Indoor Air.* 2004; 14:102-18.

Wargocki P, Sundell J, Bischof W et al. Ventilation and health in non-industrial indoor environments: report from a European multidisciplinary scientific consensus meeting (EUROVEN). *Indoor Air.* 2002; 12(2):113-28.

WHO and JRC Expert Task Force meeting. Guidelines for concentration and exposure-response measurements of fine and ultra fine particulate matter for use in epidemiological studies. European Commission. World Health Organisation, Geneva. 2002.

Wu PC, Li YY, Chiang CM et al. Changing microbial concentrations are associated with ventilation performance in Taiwan's air-conditioned office buildings. *Indoor Air.* 2005; 15(1):19-26.

Yao M, Zhangb H, Dong H et al. Comparison of electrostatic collection and liquid impinging methods when collecting airborne house dust allergens, endotoxin and (1,3)- β -d-glucans. *J. Aerosol Sci.* 2009; 40(6):492-502.

Le but de cette publication est de valider une méthode d'échantillonnage et d'analyse des contaminations fongiques.

Zhen S, Li K, Yin L et al. A comparison of the efficiencies of a portable BioStage impactor and a Reuter centrifugal sampler (RCS) High Flow for measuring airborne bacteria and fungi concentrations. *J. Aerosol Sci.* 2009; 40(6) 503-13.

Cette publication compare deux méthodes d'échantillonnage et de mesure des contaminations fongiques dans l'air.

Publications non sélectionnées

Góra A, Mackiewicz B, Krawczyk P et al. Occupational exposure to organic dust, microorganisms, endotoxin and peptidoglycan among plants processing workers in Poland. *Ann. Agric. Environ. Med.* 2009; 16(1):143-50.

Cette publication analyse l'exposition à divers micro-organismes dans le milieu agricole en focalisant principalement sur les bactéries.

Madsen AM, Schlünssen V, Olsen T et al. Airborne fungal and bacterial components in PM₁ dust from biofuel plants. *Ann. Occup. Hyg.* 2009; 53(7):749-57.

Cette publication met en évidence une corrélation entre des éléments fongiques de petites tailles (< 1 μ m) dans les PM₁. Notamment l'identification de Nacétyl-glucosamidase est corrélés avec le taux de moisissure. L'article n'a pas été retenu car aucune corrélation n'est faite en fonction de l'exposition.

Magyar D, Frenguelli G, Bricchi E et al. The biodiversity of air spora in an Italian vineyard. *Aerobiologia.* 2009; 25(N2):99-109.

Cette publication présente un intérêt pour l'analyse des moisissures dans l'air en milieu viticole. Aucune relation entre l'exposition et des effets délétères n'est établie.

Rao TA, Shaikh AH, Ahmed M. Airborne fungal flora of Karachi, Pakistan. *Pak. J. Bot.* 2009; 41(3):1421-28.

Cette publication n'a pas été retenue car elle évalue l'exposition à des moisissures en milieu urbain, sans établir de lien avec les causes de contamination.

Scheermeyer E, Agranovski IE. Design and evaluation of a new device for fungal spore aerosolization for laboratory applications. *J. Aerosol Sci.* 2009; 40(10):879-89.

Cette publication porte sur la mise au point de méthode d'échantillonnage et de mesures des contaminations fongiques. Est pris en compte la vitesse de collecte, la taille des spores etc.

Soto T, Lozano M, Vicente-Soler J et al. Microbiological survey of the aerial contamination in urban areas of the city of Murcia, Spain. *Anales de Biología.* 2009; 31:7-13.

Cette publication analyse l'exposition aux micro-organismes en milieu urbain et plus particulièrement aux bactéries.