

Moisissures dans les poussières, symptômes liés à l'habitat et fonction pulmonaire chez des enseignants des deux sexes : l'étude DAMIB

Molds in floor dust, building-related symptoms, and lung function among male and female schoolteachers – The DAMIB study

Ebbehøj NE, Meyer HW, Würtz H, Suadicani P, Valbjørn O, Sigsgaard T and Gyntelberg F. *Indoor Air* 2005;15 (suppl 10) :7-16.

Analyse commentée par

Marie-Thérèse Guillam¹,

Stéphane Moularat² et Claire Ségala¹

¹ SEPIA-Santé, Melrand.

² Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB), Champs-sur-Marne.

■ Contexte

Cette étude de type transversal s'intègre dans le cadre du programme DAMIB (Danish Molds In Buildings). Elle a été réalisée en 1998-1999 auprès des enseignants de 15 écoles danoises : 8 écoles ayant subi des dégâts des eaux et 7 écoles témoins.

■ Résumé

Objectifs

L'objectif de ce travail était d'étudier, chez des enseignants, les conséquences de l'exposition aux moisissures (mesurées dans les poussières) dans des écoles sur les symptômes d'irritation, des symptômes généraux, la fonction pulmonaire et l'inflammation nasale.

Méthodes

Le programme DAMIB a été initié en 1998. Toutes les communes danoises, à l'exception de Copenhague, avaient été sollicitées. Elles devaient répondre à un questionnaire sur les dégâts des eaux dans les écoles (au moins 10 salles concernées) et la présence de moisissures (suite à une visite de validation par un technicien). La participation avait atteint 94 %. Cette enquête avait identifié 8 écoles ayant eu un dégât des eaux et des moisissures visibles (écoles dites "humides" avec dégât des eaux dans plus de 10 salles de classe). Ces écoles, ainsi que 7 écoles "témoins" (écoles "sèches") ont été incluses dans la présente étude. Une investigation de visu de ces écoles avait conclu par la suite que ces 15 écoles représentaient un *continuum* entre "très humide" et "très sèche", et qu'il n'y avait pas d'opposition entre les 2 groupes d'écoles.

Fin 1999, un autoquestionnaire (the Danish IAQ-Questionnaire) a été adressé à l'ensemble des enseignants de ces 15 écoles. Il interrogeait, pour les quatre dernières semaines, sur la présence de 4 symptômes d'irritation des muqueuses : irritation des yeux, du nez et de la gorge, démangeaisons et rougeur du visage, et 4 symptômes généraux : maux de tête, difficultés de concentration, fatigue, malaise. Ces symptômes étaient recueillis sur une échelle de fréquence : non/de temps en temps/plusieurs fois par semaine/tous les jours. Dans les analyses, les fréquences ont été regroupées deux par deux (présence versus absence). De plus, étaient renseignés (oui/non/ne sait

pas) l'asthme, le rhume des foins, les infections des voies respiratoires au cours des quatre dernières semaines, les conditions de travail, le tabagisme. Au total, 89 % des questionnaires (631 enseignants) ont été retournés.

Lors de cette étude, un examen médical a été effectué chez 522 enseignants (soit 73 %) avec des épreuves fonctionnelles respiratoires, un test de provocation à la méthacholine (mesurant l'hyperréactivité bronchique – test effectué sur 367 sujets –) et un test de capacité de diffusion du monoxyde de carbone (430 sujets). De plus, un lavage nasal a permis de mesurer l'interleukine 6 et l'ECP (Eosinophil Cationic Protein).

Les prélèvements réalisés ont consisté à recueillir, durant une journée ouvrable, les poussières dans l'air et sur le sol. Des prélèvements ont également été effectués dans des conduits de ventilation. Des mesures de température, d'humidité relative et de dioxyde de carbone ont été réalisées en même temps que les prélèvements de poussières aéroportées.

Ces échantillons ont été prélevés à l'intérieur de 107 salles de classe réparties dans 28 bâtiments. Les instituteurs travaillant dans plusieurs classes au cours d'une journée, l'exposition totale a été estimée en tenant compte, d'une part du niveau de contamination dans certaines salles de classe et, d'autre part, du nombre d'heures pendant lesquelles l'enseignant a travaillé dans chacune de ces salles. Cette exposition est exprimée en (UFC*/g) x h.

Les moisissures prélevées dans les poussières ont été analysées par méthode culturale, puis identifiées selon des critères taxonomiques généraux. Ces micro-organismes ont été cultivés sur DG-18* (dichloran glycerol agar). Les échantillons utilisés pour l'analyse des endotoxines (LPS) ont été gelés immédiatement après l'extraction et analysés ultérieurement.

Les relations entre chacun des indicateurs sanitaires et les estimations individuelles d'exposition (à partir des dénombrements de moisissures) ont été étudiées dans des analyses univariées, puis dans des régressions logistiques multivariées. Pour cela, 3 niveaux de contamination ont été contrastés : 1^{er} quintile (faible contamination), 2^e, 3^e et 4^e quintiles (contamination moyenne) et 5^e quintile (forte contamination). Différents facteurs potentiels de confusion ont été explorés : caractéristiques personnelles, conditions de travail, caractéristiques du bâtiment, exposition aux endotoxines. Les facteurs de confusion significatifs au seuil de 5 % en univarié ont été inclus dans les analyses multivariées (procédure descendante).

Résultats

La dose moyenne d'exposition aux moisissures (exprimée en (UFC/g) x h) pour un enseignant a été évaluée à environ 2 millions chez les hommes (n = 186) et environ 2,5 millions chez les femmes (n = 335). En ce qui concerne

la dose moyenne d'exposition aux endotoxines, elle est estimée dans cette étude à 792 291 chez les hommes et 779 495 chez les femmes.

Les mesures métrologiques réalisées (poussières au sol et dans l'air, moisissures et endotoxines au sol, dans l'air et par gramme de poussière) dans les écoles classées "humides" ne sont pas significativement différentes de celles réalisées dans les écoles classées "sèches".

La prévalence de plusieurs symptômes se révèle être plus élevée chez les femmes que chez les hommes. Plusieurs facteurs de confusion potentiels étant également liés au sexe, les analyses ont donc été stratifiées par sexe.

En analyse univariée, aucun symptôme n'est associé à l'exposition aux moisissures chez les hommes. Par contre, chez les femmes, 5 symptômes sur les 8 étudiés sont significativement associés à de plus fortes contaminations dans les analyses univariées : irritations du nez et de la gorge, maux de tête, difficultés pour se concentrer et fatigue. En analyse multivariée, seuls les maux de tête, RR : 2,4 (0,7-8,3) pour une exposition modérée et RR : 4,7 (1,3-7,7) pour une forte exposition, versus une exposition faible et les difficultés de concentration, RR : 1,1 (0,1-10,3) pour une exposition modérée et RR : 11,2 (1,4-90,1) pour une forte exposition, versus une exposition faible, restent significatifs.

Aucune association, après stratification sur le sexe, entre les paramètres objectifs (paramètres de la fonction pulmonaire, hyperréactivité bronchique, concentrations en interleukine 8 et en ECP dans le lavage nasal) et les niveaux d'exposition en moisissures n'a été mise en évidence. Par ailleurs, ces différents paramètres objectifs ne sont pas liés non plus aux 8 symptômes étudiés.

■ Commentaires

Il apparaît que les auteurs souhaitaient, au départ, contraster des écoles avec et sans problèmes d'humidité/moisissures. Une fois les écoles avec dégâts des eaux sélectionnées "écoles humides", ainsi que des écoles témoins "écoles sèches", il s'est avéré que les concentrations de moisissures et d'endotoxines ne différaient pas entre ces deux types d'écoles. Mais il n'est pas dit clairement dans quelles salles de classe les auteurs ont réalisé les prélèvements et si, en particulier, les prélèvements ont été faits ou non dans les salles présentant des dégâts des eaux dans les écoles "humides". Les auteurs ont donc décidé de considérer les 15 écoles sélectionnées comme un échantillon des écoles du pays et d'estimer individuellement l'exposition des enseignants, quel que soit le type d'école. Les auteurs notent que les écoles sélectionnées, qu'elles soient "humides" ou "sèches", ne présentent pas de problèmes majeurs d'humidité et de moisissures. Cela limite les biais de report des symptômes. En revanche, les biais de classification de l'exposition ne peuvent être

exclus. Chaque professeur s'est vu attribuer une estimation individuelle de l'exposition à partir du temps passé dans les différentes salles de classe durant la journée, mais les mesures n'ont été effectuées que dans un tiers des salles de classe. En l'absence de valeur dans une salle de classe, la concentration utilisée pour le calcul de l'exposition individuelle a été remplacée par la valeur moyenne de l'école.

Sur le plan métrologique, les auteurs se sont attachés à caractériser l'exposition des personnes en multipliant différents types de mesures (prélèvement dans l'air et sur les surfaces, analyse des moisissures et des endotoxines). La représentativité des mesures par rapport à l'exposition effective des personnes a été évaluée en prenant en compte les budgets espace-temps-activités de chaque enseignant durant une journée (calcul de la "dose totale d'exposition").

Le choix de réaliser des prélèvements cumulés sur une journée entière est judicieux puisque les mesures instantanées, souvent réalisées dans ce type d'étude, sont peu adaptées à l'évaluation de l'exposition des personnes, l'aérosolisation des particules dans un environnement intérieur étant souvent soumis à des phénomènes discontinus (génération par "bouffées polluantes"). Cependant, comme le font remarquer les auteurs dans leur discussion, l'estimation de l'exposition par une approche indirecte (prélèvements de poussières dans les salles de classe et non sur les individus) ne permet pas d'appréhender la distribution spatio-temporelle des concentrations dans chaque micro-environnement fréquenté.

Les auteurs n'ont pas utilisé de capteurs individuels qui, selon eux, n'auraient permis que des mesures instantanées, pourtant certains appareillages moins classiques, mais validés lors d'autres études, permettent des prélèvements individuels sur plusieurs jours. Ces dispositifs auraient sans doute permis de mieux caractériser l'exposition individuelle en permettant des mesures directes.

L'analyse microbiologique a été réalisée en employant la méthode culturale. Bien qu'actuellement préconisée pour l'évaluation de l'exposition des personnes, notamment aux aérosols fongiques, ce type de technique présente l'inconvénient de sous-estimer la concentration des micro-organismes, dans la mesure où seuls ceux capables de se développer sur les milieux utilisés peuvent être comptabilisés. Une méthode indirecte, par exemple l'utilisation du dosage de constituants spécifiques, aurait alors permis de considérer la fraction non cultivable susceptible d'entraîner des manifestations immuno-allergiques ou toxiques. Afin d'obtenir une évaluation complète de l'exposition, nous pouvons également regretter qu'aucune quantification de mycotoxines n'ait été réalisée.

Il est dommage que l'effet "grappe" (les enseignants se ressemblant plus s'ils enseignent dans une même école que dans des écoles différentes) n'ait pas été pris en compte par les auteurs dans un modèle type GEE, par exemple. Le fait, comme le discute les auteurs, que l'exposition ait été estimée de façon individuelle n'élimine pas l'autocorrélation des données.

L'étude prend en compte de nombreux facteurs potentiels de confusion mais, en dehors du facteur sexe, les auteurs n'ont pas recherché si la relation entre les symptômes et les moisissures différait selon d'autres facteurs d'interaction. On peut remarquer que si la relation moisissures-symptômes n'existe que chez les femmes, celles-ci souffrent significativement plus d'asthme et de rhume des foins que les hommes. Il aurait été intéressant, à côté de l'analyse stratifiée par sexe, de présenter une analyse stratifiée selon le statut allergique, afin de savoir si la plus grande susceptibilité aux moisissures est due au sexe ou au statut allergique. Il est par ailleurs étonnant de constater que les auteurs n'ont pas trouvé de relations entre les symptômes et les mesures de santé objectives : indices de la fonction respiratoire, hyperréactivité bronchique, DLCO et biomarqueurs d'inflammation dans le liquide nasal. Ici aussi, une stratification sur le statut atopique aurait pu permettre d'aider à la mise en évidence de relations chez les personnes les plus susceptibles, c'est-à-dire les atopiques.

La stratification sur le sexe a néanmoins permis de fournir des éléments nouveaux sur les relations entre l'exposition aux moisissures et un certain nombre de symptômes, la plupart des études menées jusqu'ici ayant considéré le sexe comme un facteur de confusion. Cette approche permet ici de révéler une relation dose-réponse différente entre les hommes et les femmes. Des études de cas ont suggéré l'association entre la présence de moisissures et le syndrome des bâtiments malsains, voire l'augmentation de prévalence d'asthme et d'allergies. Par contre, si la plupart des études épidémiologiques confirment des associations entre les symptômes liés au "syndrome des bâtiments malsains" et les problèmes d'humidité, elles n'ont pas permis de distinguer le rôle d'un facteur tel que les moisissures dans la survenue des problèmes sanitaires.

Le programme DAMIB a inclus également une étude de prévalence de symptômes chez des adolescents scolarisés qui s'est achevée en 2003. Les moisissures y sont associées aux symptômes tels que irritations des yeux et de la gorge, maux de tête et malaise après ajustement sur l'asthme, le rhume des foins, les infections récentes et les facteurs psychosociaux.

* Voir glossaire, p. 28.