

MOISSISSURES ET HABITAT

Fabien Squinazi*

* Ancien Directeur du Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris

Les rapports internationaux font état d'au moins 20 % de logements concernés par la présence de moisissures. Leur caractérisation a bénéficié de technologies récentes : prélèvements d'air et de poussières assurant une meilleure représentativité de la contamination aérienne et de l'exposition des personnes, détection de métabolites primaires ou secondaires, analyses de biologie moléculaire, nécessitant ainsi de développer une stratégie d'investigation selon les objectifs visés. La présence observée de moisissures dans les pièces à vivre et l'odeur de moisi sont associées chez le jeune enfant au développement de l'asthme et à l'aggravation des symptômes respiratoires. L'incidence de l'asthme est augmentée chez les adultes exposés dans des bâtiments professionnels avec d'importants dégâts des eaux. Une association a été établie entre l'exposition aux moisissures visibles et le risque de rhinite allergique. Des premières données suggèrent une association entre l'exposition de longue durée aux moisissures (> 2 ans) des enfants dès la petite enfance et l'altération de la fonction cognitive. Les sources à l'origine de développements de moisissures doivent être prévenues ou corrigées, notamment vis-à-vis des populations les plus à risque, surexposées ou présentant une sensibilité aux contaminants fongiques aériens.

L'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) a détecté la présence de moisissures dans 16 % des logements, lors de sa campagne nationale sur 567 logements représentatifs du parc immobilier métropolitain (2003-2005) [1]. Cette proportion est de 32 % lorsqu'on utilise différents traceurs de composés organiques volatils d'origine microbienne (COVm), selon l'indice de contamination fongique développé par le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB). La présence de moisissures a été détectée dans 5 % des 878 salles investiguées, lors de la campagne menée dans les 310 écoles et crèches par le ministère de l'environnement, entre 2009 et 2011.

Globalement, les différents rapports internationaux convergent vers une proportion d'au moins 20 % de logements concernés par la présence de moisissures et associent les problèmes d'humidité comme l'un des principaux facteurs de développement fongique [2].

Le rapport d'expertise collective de l'Agence Nationale de sécurité sanitaire (Anses) sur les moisissures dans le bâti, publié en juin 2016 [2], traite des quatre volets suivants sur saisine de la direction générale de la prévention des risques et de la Direction générale de la santé :

- connaissance des effets sur la santé liés aux moisissures ;
- état de l'art des méthodes de mesure des moisissures dans l'air intérieur, les poussières déposées au sol et les matériaux ;
- appréciation des bâtiments concernés ;
- appréciation des populations exposées et/ou à risque.

Les quatre points suivants ont ainsi fait l'objet d'actualisations récentes.

Caractérisation des expositions aux moisissures dans les environnements intérieurs

Diverses méthodes sont proposées pour appréhender l'exposition aux moisissures dans les environnements intérieurs, ce qui souligne le manque de consensus dans ce domaine. Les développements récents concernent essentiellement les prélèvements d'air (biocollecteurs cycloniques et capteurs individuels) et les prélèvements de poussières sédimentées (aspiration standardisée et capteur électrostatique). Ces développements techniques ont pour objectif d'obtenir une représentativité de la contamination réelle des environnements et de l'exposition des personnes, et de permettre une batterie d'analyses.

Les analyses culturales restent d'actualité car elles font référence pour l'identification des moisissures, bien qu'il puisse exister une compétition entre les espèces cultivables sur la boîte de gélose. Elles nécessitent plusieurs milieux de culture, incubés à différentes températures et analysés à différents temps, afin d'augmenter la gamme des moisissures détectées, ainsi qu'une expertise pour l'identification morphologique des espèces. Des développements méthodologiques récents permettent d'identifier des souches isolées des cultures. Le facteur limitant actuel reste la disponibilité et la qualité des bases de données concernant les espèces de l'environnement, mais qui devrait se réduire avec l'incrémentation régulière des banques de données.

Les méthodes de la biologie moléculaire utilisées directement sur les prélèvements environnementaux ont l'avantage de mettre en évidence les espèces non cultivables et les cellules mortes non revivifiables mais potentiellement allergisantes. Les méthodes de dosage de métabolites¹ primaires (ergostérol, glucanes) ou secondaires (COV^{m2}) ne distinguent pas les espèces fongiques et nécessitent d'être accompagnées d'une analyse d'identification fongique.

La réalisation de prélèvements d'air, de surface et de matériaux a fait l'objet de normes récentes NF ISO [3-6], dont une norme spécifique à la stratégie d'échantillonnage [7]. L'analyse des moisissures par culture a fait aussi l'objet d'une norme NF ISO [8]. Ceci devrait harmoniser les méthodes et faciliter l'agrégation et la comparaison des données produites par la communauté scientifique au niveau international.

En considérant l'ensemble des méthodes de prélèvements et d'analyse proposées aujourd'hui, il s'avère nécessaire de bien distinguer les objectifs des investigations environnementales dans l'habitat : caractérisation de l'habitat (moisissures visibles, anomalies structurelles ou non, humidité des matériaux), recherche d'effets potentiels sur la santé, quantification et identification des espèces de moisissures pour un problème de santé (orientation médicale d'une pathologie diagnostiquée), surveillance d'actions correctives, etc.

Recommandations de l'Anses

L'observation de l'étendue des surfaces moisies cumulées au niveau des pièces à vivre permet de déclencher les actions suivantes :

- < 0,2 m² (3 feuilles A4) : niveau faible de contamination – nettoyage par le particulier (sauf pour les personnes atteintes de pathologies respiratoires chroniques et immunodéprimées) ;
- 0,2 – 3 m² : niveau moyen de contamination – intervention par le particulier ou de préférence par un professionnel du bâtiment, avec respect de mesures de protection ;
- > 3 m² : critères d'insalubrité – niveau élevé de contamination – intervention par un professionnel labélisé pour la remédiation.

Une concentration en flore fongique supérieure à 1000 UFC¹.m⁻³ nécessite une recherche des causes et une intervention par un professionnel labélisé pour la remédiation.

1 Composés issus du métabolisme.

2 Composés organiques volatils d'origine microbienne.

Effets sur la santé liés aux moisissures

L'analyse des études épidémiologiques sur la relation entre l'exposition aux moisissures dans l'environnement intérieur et les effets sur la santé montre les points suivants.

Asthme

Chez le jeune enfant, les études indiquent que la présence observée de moisissures dans les pièces à vivre et l'odeur de moisi, étudiée conjointement ou non avec l'humidité est associée au développement de l'asthme (étude de cohorte de naissance, asthme incident, méta-analyses). Cette relation est plus élevée chez l'enfant dont l'un des parents a des symptômes d'atopie³. En revanche, les résultats des études mesurant directement les différentes espèces ou les métabolites ne permettent pas de conclure quant à une association entre une exposition quantitative aux moisissures et la survenue de l'asthme.

L'exposition aux moisissures, et notamment l'exposition à *Penicillium*, est associée à une augmentation de l'activité et à un mauvais contrôle de la maladie asthmatique chez l'enfant, et ce quel que soit le niveau de gravité de l'asthme des enfants à l'inclusion dans l'étude et la sensibilisation ou non aux moisissures.

En population générale, il n'est pas possible de conclure à l'effet propre des moisissures vis-à-vis de l'incidence de l'asthme par rapport aux autres facteurs liés à l'humidité dans les logements (trop peu d'études longitudinales⁴ et résultats insuffisamment cohérents). Chez l'adulte en milieu de travail, les études, menées dans des pays nordiques ou dans des établissements ayant connu des dégâts des eaux importants aux États-Unis, indiquent l'existence de relations entre l'exposition aux moisissures et l'incidence de l'asthme. En France, les données d'exposition sont peu nombreuses dans les locaux professionnels.

Rhinite allergique

Les études transversales, qui utilisent des indicateurs d'exposition portant spécifiquement sur les moisissures, indiquent clairement une augmentation du risque de rhinite chez les personnes exposées aux moisissures. Les quelques études longitudinales, portant sur l'exposition « aux moisissures et/ou à l'humidité », ne permettent pas de conclure à la présence ou à l'absence d'une augmentation du risque de rhinite. Certaines études font même état d'une diminution du risque de rhinite liée à l'exposition à certains composants dérivés des moisissures chez l'enfant.

Autres pathologies

Il n'est pas possible de conclure à une association ou à l'absence d'association entre humidité/moisissures et syndrome du bâtiment malsain⁵. Les résultats issus de rares études longitudinales sont hétérogènes voire contradictoires, probablement en partie de l'hétérogénéité des populations et de la symptomatologie incluses dans les analyses, mais aussi en raison des analyses réalisées.

Les études mettent en évidence chez l'enfant une association entre des expositions de longue durée (supérieures à 2 ans) aux moisissures dès la petite enfance et l'altération de la fonction cognitive définie par le Quotient Intellectuel et les troubles du comportement.

3 Prédilection au développement d'allergie.

4 Suivi sur le long terme.

5 Combinaison de symptômes ou de maladies non expliquées chez les occupants d'un immeuble.

Recommandations de l'Anses

- Les études épidémiologiques longitudinales permettant d'analyser la survenue d'effets sur la santé devraient intégrer un volet sur la qualité du logement (présence de moisissures visibles) et être accompagnées de mesures caractérisant les différents niveaux d'exposition ainsi que l'identification des espèces fongiques.
- La réalisation d'études interventionnelles est aussi nécessaire pour évaluer l'intérêt et l'efficacité de travaux de remédiation avec des marqueurs de santé.
- Des études de toxicologie devraient permettre de déterminer l'implication des différentes espèces fongiques et de leurs composants (spores, mycotoxines, allergènes, COVm), étudiés seuls ou en mélange, présents dans l'air ou dans les poussières de logements contaminés par les moisissures.
- Des enquêtes devraient être menées sur les conséquences d'une exposition spécifique aux moisissures en matière de santé mentale et d'isolement social, ainsi que d'impact sur les représentations de soi et de santé, notamment pour les populations en situation de précarité énergétique et sur l'usage du logement et des dispositifs existants.

Populations à risque

Les résultats des recherches montrent que les groupes d'individus les plus à risque d'effets sanitaires par rapport à la problématique des moisissures dans les environnements intérieurs sont :

- les individus présentant un risque de surexposition de par leurs caractéristiques socio-économiques : précarité énergétique du ménage, logement en sur-occupation, conditions de logement dégradées ;
- les individus présentant une sensibilité proprement dite aux aérobiocontaminants fongiques : nourrissons et enfants, personnes âgées, sujets atopiques ou présentant un autre type d'hypersensibilité, enfants asthmatiques, sujets atteints de mucoviscidose ou de BPCO⁶, patients immunodéprimés de retour à domicile.

Recommandations de l'Anses

Compte-tenu des enjeux de santé publique liés à l'exposition aux moisissures dans le bâti (logements et lieux accueillant du public) :

- les populations à risque exposées aux moisissures devraient être intégrées dans la procédure d'insalubrité, avec un délai ajusté pour la prescription de travaux et une substitution en cas de défaillance des propriétaires ;
- les professionnels de santé et les acteurs sociaux devraient être sensibilisés sur leurs implications dans le signalement et la prise en charge du risque fongique pour les populations à risque ;
- des modalités de signalement, d'évaluation de la situation et d'action sont proposées pour la prévention de la santé au travail.

Bâtiments : développement des moisissures, prévention et remédiation

Les sources à l'origine de la présence de moisissures peuvent être rattachées directement au bâti (fuites sur la plomberie, vides sanitaires non ventilés, matériaux de construction endommagés, infiltration d'eau de pluie, inondations, propaga-

6 Bronchopneumopathie chronique obstructive.

tion de contaminants par le système de chauffage, ventilation et climatisation), ou alors à l'occupation qui en est faite par les habitants (manque de ventilation, chauffage insuffisant, augmentation de l'humidité, sources d'humidité internes). Elles doivent être prévenues ou corrigées pour éviter la contamination fongique.

Des niveaux excessifs d'eau dans les matériaux peuvent conduire à des développements de moisissures ; toutefois la croissance des espèces fongiques dépend de la disponibilité en eau des matériaux (Aw) [9]. La dispersion des spores fongiques est déterminée par l'humidité ambiante et par d'autres facteurs liés à l'espèce fongique en cause, comme le caractère humide ou sec des parois des moisissures, la structure des spores ou leur position dans la colonie.

La mise en place d'une décontamination des matériaux nécessite d'opérer dans un cadre sécurisé pour les occupants (éloignement des personnes à risque) et pour les personnes qui interviennent sur les surfaces contaminées (équipements de protection individuelle). Lorsqu'il s'agit de zones contaminées de grande étendue, les surfaces sont recouvertes provisoirement d'une bâche en plastique scellée à l'aide de ruban adhésif, afin de contenir éléments fongiques, débris et poussières contaminés. Le lieu des travaux est confiné, notamment en obturant le bas des portes détalonnées et les bouches de ventilation. L'utilisation d'un détergent est recommandée (voire une solution chlorée avec toutes les précautions nécessaires). À l'issue de l'opération de décontamination, la zone de travail est dépoussiérée avec un aspirateur équipé d'un filtre HEPA (Haute efficacité pour particules aériennes). Les matériaux poreux (panneaux de gypse, plaques de plâtre, dalles de plafond, isolants, etc.) doivent être retirés et éliminés s'ils comportent plus qu'une petite surface contaminée.

Recommandations de l'Anses

Afin de prévenir le développement des moisissures :

- les professionnels du bâtiment devraient être sensibilisés lors de la construction de nouveaux bâtiments, de la rénovation ou de la remédiation de bâtiments existants, dans le double objectif de protéger la santé des personnes et de préserver la durabilité du bâti ;
- les propriétaires occupants et les occupants devraient bénéficier d'informations sur la gestion des bâtiments (cahier d'entretien et de maintenance) et l'utilisation et l'entretien de la ventilation (fascicule d'informations) ;
- le public devrait bénéficier d'un conseil technique sur le logement mis en place par les municipalités ;
- le contrôle de la ventilation et de l'humidité relative par mesure in situ en phase habitée devrait être intégré dans la prochaine réglementation thermique (RT 2020) ;
- les certificats énergétiques des transactions immobilières devraient être complétés par une déclaration concernant la ventilation, le taux d'hygrométrie des matériaux constitutifs du bâti ;
- un contrôle a minima quinquennal de l'efficacité des systèmes de ventilation devrait être rendu obligatoire ;
- le diagnostic de l'habitat et l'identification des causes (ponctuelles et structurelles) de la contamination ainsi que le contrôle des bâtiments neufs ou rénovés devraient être réalisés par un expert certifié ou labélisé, après formation nationale obligatoire ;
- l'évaluation de la vulnérabilité des matériaux de construction garantis sans additifs à activité antifongique, avant mise sur le marché devrait faire l'objet d'un étiquetage obligatoire.

D'une manière générale, le niveau de connaissances vis-à-vis de la problématique des moisissures des différents professionnels impliqués dans la prévention des contaminations fongiques (domaines de la construction, de la rénovation et de la remédiation) et/ou dans la prise en charge des risques pour les populations exposées (professionnels de santé, acteurs sociaux et PMI pour le signalement ; professionnels chargés d'apprécier la contamination) est un facteur clé pour la réduction de l'exposition aux moisissures et des effets sanitaires associés.

Liens d'intérêt en rapport avec le texte publié : **aucun**

Références

1. Site de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur.
2. ANSES (2016) Moisissures dans le bâti.
Agence nationale de sécurité sanitaire – Alimentation, environnement, travail, 344 p.
3. NORME NF ISO 16000-16 : *Air intérieur – Partie 16 : Détection et dénombrement des moisissures – Échantillonnage par filtration* (2009).
4. NORME NF ISO 16000-18 : *Air intérieur – Partie 18 : Détection et dénombrement des moisissures – Échantillonnage par impaction* (2011).
5. NORME NF ISO 16000-20 : *Air intérieur – Partie 20 : Détection et dénombrement des moisissures – Détection du nombre total de spores* (2015).
6. NORME NF ISO 16000-18 : *Air intérieur – Partie 21 : Détection et dénombrement des moisissures – Échantillonnage à partir de matériaux* (2014).
7. NORME NF ISO 16000-19 : *Air intérieur – Partie 19 : Détection et dénombrement des moisissures – Stratégie d'échantillonnage des moisissures* (2014).
8. NORME NF ISO 16000-17 : *Air intérieur – Partie 17 : Détection et dénombrement des moisissures – Méthode par culture* (2009).
9. CSHPF. Contaminations fongiques en milieux intérieurs. Diagnostic, effets sur la santé respiratoire, conduites à tenir. Rapport du GT « Moisissures dans l'habitat ». Conseil supérieur d'hygiène publique de France, 2006 ; 101 p.