

Exposition humaine aux bioaérosols dans des habitations dégradées par les moisissures (CLIMATOX)

Antoine Delanoë¹, Véronique André¹, Natacha Heutte², Margot Delfour³, Valérie Bouchart³, Stéphanie Gente¹, Virginie Seguin¹, David Garon¹



¹ ABTE EA 4651, ToxEMAC (Toxicologie de l'Environnement, Milieux Aériens et Cancers), Université de Caen Normandie, Centre François Baclesse, avenue Général Harris, B.P. 5026, 14076 Caen cedex 05, France
² CETAPS EA 3832, Université de Rouen, 76000 Mont Saint-Aignan, France.
³ LABEO, 14000 Caen, France



Contexte



La qualité de l'air intérieur est un sujet de préoccupation majeure d'un point de vue socio-économique et sanitaire comme l'indique l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur. Selon l'OMS, 10% à 50% des bâtiments européens présenteraient des problèmes d'humidité, et donc potentiellement de moisissures (OMS, 2009). Ces problèmes d'humidité sont de plus aggravés par la précarité énergétique et l'augmentation du confinement des habitations, pouvant ainsi entraîner la formation de bioaérosols constitués en particulier de moisissures, bactéries, et virus. Parmi ces moisissures, certaines espèces sont connues pour provoquer des infections (personnes immunodéprimées), des pathologies respiratoires ou l'aggravation des phénomènes d'asthme et d'allergies (Eduard, 2009). Certains micromycètes sont également connus pour leur capacité à produire des mycotoxines pouvant posséder des propriétés génotoxiques (Pottier *et al.*, 2014). L'exposition humaine aux bioaérosols dans les habitats, le plus souvent chronique, reste néanmoins difficile à appréhender en raison de difficultés méthodologiques (collecte et analyse des bioaérosols), et de la complexité qui la caractérise (diversité des espèces) (Nevalainen *et al.*, 2015).



En France, la présence de moisissures dans le bâti participe au classement des habitats indignes, principalement par les ARS et les SCHS qui évaluent les habitats dégradés. En revanche, comme le soulignait récemment l'ANSES, une meilleure connaissance et caractérisation de la contamination fongique est nécessaire afin de pouvoir fournir au gestionnaire des données et des outils permettant une prise en charge durable des habitats dégradés (ANSES, 2016).

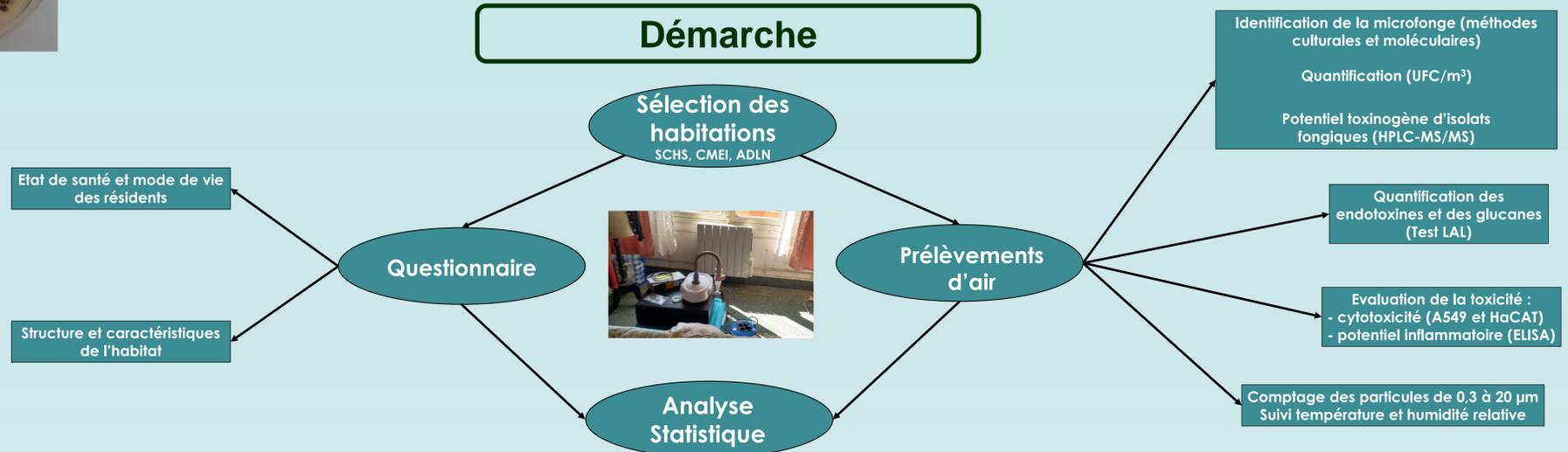
Objectifs

Le projet CLIMATOX, en développant une approche globale, vise à :

- Fournir des informations sur l'impact sanitaire des bioaérosols
- Déterminer des indicateurs pertinents pour l'exposition aux contaminants fongiques
- Établir des valeurs guides d'exposition aux moisissures
- Déterminer les facteurs climatiques influençant la croissance et la toxicité des espèces fongiques

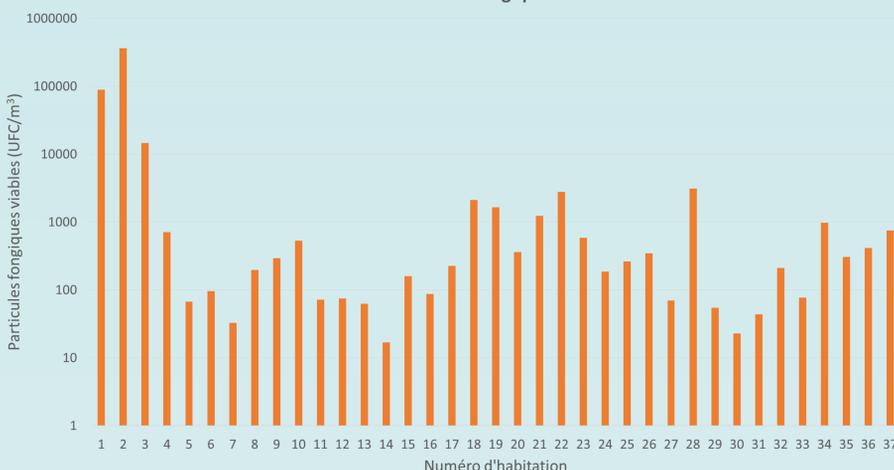


Démarche

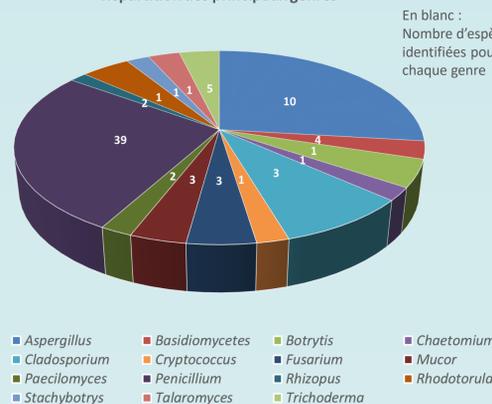


Résultats et Discussion

Niveaux de contamination fongique des habitats



Répartition des principaux genres



En blanc : Nombre d'espèces identifiées pour chaque genre

Espèces fongiques les plus récurrentes

Espèces fongiques récurrentes	Fréquence	Mycotoxines quantifiées <i>in vitro</i>	Nombre d'isolats producteurs
<i>Aspergillus flavus</i>	25,00%	Acide cyclopiazonique	6/7
<i>Aspergillus fumigatus</i>	44,44%	Fumagilline Gliotoxine Verruculogène	11/12 8/12 12/12
<i>Aspergillus niger</i>	22,22%	Fumonisine B2	1/3
<i>Aspergillus sydowii</i>	22,22%		
<i>Aspergillus versicolor</i>	72,22%	Stérigmatocystine	2/2
<i>Penicillium brevicompactum</i>	66,67%		
<i>Penicillium chrysogenum</i>	75,00%		
<i>Penicillium crustosum</i>	66,67%		
<i>Penicillium expansum</i>	25,00%		
<i>Penicillium glabrum</i>	33,33%		
<i>Penicillium olsonii</i>	30,56%		

Taux d'endotoxines et de glucanes mesurés

	Endotoxines (ng/m³)	(1-3)-β-D-glucanes (ng/m³)
Moyenne	14,66	1,65
Ecart type	20,24	2,42
Minimum	0,14	0,26
Maximum	91,13	15,48

Les niveaux de contamination fongique varient de $1,67 \times 10^1$ à $3,61 \times 10^5$ particules fongiques viables par m³ d'air, tandis que les taux d'endotoxines et de glucanes relevés varient respectivement de 0,14 à 91,13 ng/m³ d'air et de 0,26 à 15,48 ng/m³ d'air. Les analyses ont mis en évidence un nombre d'espèces fongiques différentes variant de 4 à 18 par habitation. Parmi ces espèces, les plus fréquemment rencontrées sont *Penicillium chrysogenum*, *Aspergillus versicolor*, *P. brevicompactum*, *P. crustosum* et *A. fumigatus*. La moisissure *A. versicolor* constitue une espèce majeure en milieu intérieur. Cette espèce toxigène possède un potentiel mutagène (Mori, 1992), et semble par ailleurs provoquer des réponses inflammatoires aiguës chez l'animal (Jussila et Komulainen, 2002). Dans le cadre du projet CLIMATOX, des analyses sur la cytotoxicité et le potentiel inflammatoire des prélèvements d'air sont en cours pour contribuer à mieux évaluer l'impact des bioaérosols. L'analyse statistique permettra de mettre en relation les facteurs physiques (particules, température, humidité,...), les données issues du questionnaire (symptômes, caractéristiques de l'habitat) et les données toxicologiques avec les contaminants microbiologiques suivis dans cette étude (endotoxines, glucanes, moisissures).

Références

- ANSES, 2016. Moisissures dans le bâti, Avis de L'ANSES, Rapport d'expertise collective. 370 p.
 Eduard, 2009. Fungal spores: A critical review of the toxicological and epidemiological evidence as a basis for occupational exposure limit setting. *Critical Reviews in Toxicology* 39(10): 799-864.
 Enoch *et al.*, 2006. Invasive fungal infections: a review of epidemiology and management options. *Journal of Medical Microbiology* 55: 809-818.
 Jussila et Komulainen, 2002. Spores of *Aspergillus versicolor* isolated from indoor air of a moisture-damaged building provoke acute inflammation in mouse lungs. *Inhalation Toxicology* 14:1261-1277.
 Mori H, 1992. Genotoxicity of naturally occurring metabolites: Structural analogs of aflatoxin and related chemicals. In: Bhatnagar D, Lillehoj EB, Arora DK, eds. Handbook of applied mycology, Vol. 5: Mycotoxins in ecological systems. New York: Marcel Dekker, 231-253.
 Nevalainen *et al.*, 2015. Indoor fungi: companions and contaminants. *Indoor air* 25: 125-156.
 OMS, 2009. WHO guidelines for indoor air quality: dampness and moulds. 228 p.
 Pottier *et al.*, 2014. Airborne molds and mycotoxins in *Serpula lacrymans*-damaged homes. *Atmospheric Research Pollution* 5: 325-334.



Financiers :
 • Région Normandie
 • ARS
 • Cellule d'expertise EREM