

# Impact sanitaire lié à l'exposition aux bio-aérosols de l'air extérieur

## Health impact related to outdoor bio-aerosol exposure

Gilles Oliver\*, Michel Thibaudon\*

### Résumé

Les pollens et les moisissures font partie des bio-aérosols présents dans l'air extérieur, au même titre que les virus et les bactéries. Ces particules transportées par le vent peuvent être responsables d'allergie respiratoire en fonction de leur potentiel allergisant. Pour mesurer l'impact sanitaire de ces particules, le Réseau National de Surveillance Aérobiologique (RNSA) dispose de plusieurs outils : un bulletin clinique qui permet de synthétiser le ressenti des médecins par rapport à l'évolution des symptômes chez leurs patients, un journal pollinique par l'intermédiaire duquel les allergiques peuvent comparer directement leurs symptômes aux quantités de pollens, et un indice IAS (Indicateur Avancé Sanitaire) fourni par Open Health qui permet de suivre l'évolution des ventes de médicaments pour lutter contre l'allergie. L'analyse des données obtenues avec ces outils confirme la corrélation entre la présence dans l'air extérieur de particules biologiques à fort potentiel allergisant et les symptômes, mais permet également de comparer l'intensité des symptômes d'une année sur l'autre.

### Mots-clés

impact sanitaire, allergie, bio-aérosols, pollens, spores de moisissures

### Abstract

Pollens and fungal spores are part of outdoor bio-aerosols, like viruses and bacteria. These particles transported by the wind can cause respiratory allergy according to their allergy potency. To monitor health impact due to these particles, the French aerobiology monitoring network (RNSA) use several tools: a clinical report which summarizes the evolution of symptoms of the patients observed by physicians, a pollen diary on which allergy sufferers can compare the intensity of their symptoms with the pollen concentrations, and the IAS (Health Leading Index) provided by Open Health which allows to follow the evolution of the sales of drugs fighting against allergy. The analysis of the data obtained with these tools confirms the correlation between the presence of outdoor biological particles with a high allergy potency and symptoms, but also allows to compare the symptom intensity from one year to another.

### Keywords

health impact, allergy, bio-aerosols, pollens, fungal spores

---

(\*) Réseau National de Surveillance Aérobiologique, Brussieu, France  
gilles.oliver@rnsa.fr  
michel.thibaudon@wanadoo.fr

Les bio-aérosols présents dans l'air sont des particules d'origine biologique transportées par le vent. La taille des particules comme les pollens et les moisissures peut varier de un à une centaine de micromètres. Leur concentration est parfois très élevée selon les saisons et provoque des problèmes de santé chez les personnes allergiques. En Europe, 20 % de la population souffre d'allergie aux pollens et/ou aux moisissures (ANSES, 2014). Ces particules biologiques sont aussi bien présentes dans les villes que dans les campagnes (Bosch-Cano, 2011) et les quantités peuvent varier grandement en fonction des différents climats et donc de la localisation géographique des capteurs.

Si l'on peut trouver 200 types de pollens différents dans l'air, seulement une vingtaine présente un potentiel allergisant significatif, ces vingt types de pollens représentant cependant 70 % des quantités de pollens présentes dans l'air. Le potentiel allergisant est la capacité d'un grain de pollen à provoquer des allergies respiratoires chez les personnes sensibles. Le niveau de ce potentiel allergisant varie en fonction du contenu en allergènes de ce pollen. Les granules cytoplasmiques présentes dans les grains de pollens peuvent pénétrer très profondément dans le système respiratoire grâce à leur petite taille, et leur contenu en allergènes peut facilement induire des réactions d'allergie, voire d'asthme (Abou Chakra, 2009). Les pollens de *Betulaceae*, d'*Oleaceae*, de *Cupressaceae*, de *Poaceae*, d'ambroisie et de pariétaire sont des pollens de trente microns ou moins, très nombreux dans l'air et qui ont notamment de forts potentiels allergisants.

Les moisissures sont des champignons vivant notamment sur des plantes en décomposition. D'autres moisissures sont simplement des parasites. Durant la phase de reproduction de ces moisissures, des spores sont émises dans l'air, parfois en très grande quantité. De nombreuses moisissures sont identifiées, notamment *Cladosporium* et *Alternaria* qui ont un fort potentiel allergisant (Ren, 2001). Les moisissures sont très présentes dans l'air durant l'été lors des périodes chaudes et humides.

## 1. Méthodes d'étude

### 1.1. Métrologie

En France, la loi de modernisation du système de santé a ajouté la surveillance des particules biologiques et de leur impact sanitaire au code de l'environnement. Cette surveillance est basée sur les recommandations de la norme européenne EN/TS 16868 *Sampling and analysis of airborne pollen grains and fungal spores*. L'échantillonnage et l'analyse suivent le protocole de la méthode Hirst (Hirst, 1952) :

pour chaque site de mesure, un capteur volumétrique a été mis en place pour mesurer de façon continue les concentrations de pollens et de moisissures présents dans l'air, permettant ainsi de déterminer l'exposition à ces particules. Ce capteur est muni d'une pompe qui aspire l'air extérieur à un débit de 10 litres par minute par un orifice situé sur la tête du capteur toujours orienté face au vent grâce à une girouette. Les particules présentes dans l'air vont s'impacter sur une bande enduite avec un milieu d'enduction. La bande défile devant l'orifice à raison de deux millimètres par heure pendant une semaine. Cette bande est ensuite analysée au microscope optique pour déterminer les concentrations journalières (grains de pollen.jour/m<sup>3</sup> ou spores de moisissures.jour/m<sup>3</sup>).

Il est possible d'identifier une plante par l'observation de son pollen. La différenciation de chaque grain de pollen est possible grâce aux différences de taille (10 à 100 microns), à la forme générale et à la structure de l'exine (paroi extérieure du grain de pollen) (Reille, 1990).

Il y a actuellement en France 73 capteurs de ce type positionnés sur des toits d'immeuble en mesure de fond dans les plus grandes villes de France. La surveillance des pollens permet d'analyser d'un point de vue qualitatif et quantitatif tous les pollens émis par les plantes anémophiles. Pour certains de ces capteurs, une vingtaine de moisissures sont analysées (Dupuy, 2007) même si, pour certaines d'entre elles, l'allergénicité n'a pas encore été déterminée.

### 1.2. Mesure de l'impact sanitaire

Le RNSA dispose de plusieurs outils pour mesurer l'impact sanitaire lié à la présence de ces particules.

#### 1.2.1. Bulletin clinique

Le RNSA utilise un réseau de cliniciens qui remplissent chaque semaine un bulletin clinique en ligne (figure 1) sur lequel ils renseignent l'évolution et la gravité des symptômes constatés chez leurs patients de semaine en semaine (Thibaudon, 2008). Les informations concernant les symptômes ressentis sont utilisées pour construire un index clinique. Pour ce faire, pour chacun des symptômes évoqués, une valorisation allant de 0 (Nuls) à 3 (Forts) est mise en place pour chaque ligne, la ligne « Rhinites » dispose d'un facteur X2, alors que les autres lignes ont un facteur X1, l'index clinique est alors la somme des points obtenus, il peut aller de 0 à 18. Cet index peut être déterminé pour une ville, un département, une région ou pour la France entière.

Bulletin clinique RNSA							
RNSA - Bulletin clinique 2009				Dr		Semaine - Ville de	
Symptômes polliniques	Oui <input type="radio"/>	Non <input type="radio"/>	Nombre de pollinoses <input type="text"/>	Evolution / semaine précédente	Augmentation <input type="radio"/>	Stagnation <input type="radio"/>	Diminution <input type="radio"/>
Gravité des symptômes	Nuls		Faibles		Moyens		Forts
Conjonctivites	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rhinites	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Toux	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Asthme	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Signes cutanés ou autres	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Type de pollens incriminés (Facultatif)	<input type="text"/>						Index clinique auto 0 / 18
Observations (Facultatif)	<input type="text"/>						Index clinique manuel <input type="text"/> / 18
Envoyer le formulaire							
Merci de bien remplir tous les champs obligatoires							

Figure 1. Bulletin clinique du RNSA.

**Clinical report of RNSA.****1.2.2. Le journal pollinique**

Les personnes allergiques au pollen peuvent également utiliser le journal pollinique *Pollen Hayfever Diary*<sup>1</sup>. Ce site entièrement gratuit permet aux allergiques d'indiquer quotidiennement les symptômes (figure 2) qu'ils ressentent et de comparer ces symptômes aux quantités de pollens mesurées par les capteurs de pollens du RNSA. À partir des informations saisies, il est possible d'obtenir pour chaque personne un « score symptôme » (Bastl, 2014) suivant les mêmes modes de calcul que l'index clinique.

**1.2.3. L'indice allergie IAS**

OpenHealth company est un réseau de 4 600 pharmacies représentatives des pharmacies françaises. OpenHealth émet un Indicateur Avancé Sanitaire (IAS) (Thibaudon, 2015) basé sur le nombre de tickets contenant des combinaisons de médicaments liés aux allergies dues aux pollens. Cet indicateur est disponible pour toutes les régions de France (figure 3).

**2. Résultats**

L'index clinique permet de suivre semaine après semaine l'évolution des symptômes des personnes allergiques. Sur la figure 4 représentant l'évolution

(1) <https://www.pollendiary.com/Phd/en/start>

de l'index clinique à Nevers en 2017, on constate trois pics correspondant à trois périodes de pollinisation : un premier au mois d'avril pendant la pollinisation de nombreux arbres dont le bouleau, un second de la semaine 21 à la semaine 27 correspondant à la pollinisation des graminées, et un troisième de la semaine 34 à la 37 pendant la pollinisation de l'ambrosie.

L'évolution de l'index clinique au niveau national (figure 5) montre une quasi-stabilité sur ces onze dernières années, alors que l'intégrale annuelle des pollens (moyenne de la somme annuelle des concentrations journalières de chaque ville) est en légère augmentation sur la même période.

La comparaison de cet index clinique au niveau national sur plusieurs années (figure 6) permet d'observer la différence dans l'intensité des symptômes, d'une part, mais aussi un décalage dans le temps des pics de symptômes, ceci étant dû principalement aux conditions météorologiques durant l'hiver et le printemps qui influencent beaucoup la date de début de pollinisation.

Le suivi du score-symptômes issu du journal pollinique pour la région Rhône-Alpes pendant l'été 2014 (figure 7) montre une bonne corrélation avec la présence des pollens d'ambrosie. On remarque également un seuil au-delà duquel l'augmentation des concentrations polliniques n'entraîne pas d'augmentation des symptômes.

**Comment vous sentez-vous?**

Lieu   ?

**État de santé général**

Très mauvais  
 Mauvais  
 Moyen  
 Bon  
 Très bon

<b>Yeux</b>	<b>Problèmes</b> <input type="radio"/> Aucun <input type="radio"/> Modéré <input type="radio"/> Faible <input type="radio"/> Sévère	<b>Symptômes</b> <input type="checkbox"/> Démangeaisons <input type="checkbox"/> Rougeur <input type="checkbox"/> Sensation de corps étranger <input type="checkbox"/> Larmoiement
<b>Nez</b>	<b>Problèmes</b> <input type="radio"/> Aucun <input type="radio"/> Modéré <input type="radio"/> Faible <input type="radio"/> Sévère	<b>Symptômes</b> <input type="checkbox"/> Picotements dans le nez <input type="checkbox"/> Nez qui coule <input type="checkbox"/> Éternuements <input type="checkbox"/> Nez bouché
<b>Poumons</b>	<b>Problèmes</b> <input type="radio"/> Aucun <input type="radio"/> Modéré <input type="radio"/> Faible <input type="radio"/> Sévère	<b>Symptômes</b> <input type="checkbox"/> Sifflement respiratoire <input type="checkbox"/> Toux <input type="checkbox"/> Souffle court <input type="checkbox"/> Asthme

**Médicaments**  
 Veuillez sélectionner les médicaments que vous avez pris ou sélectionner "Aucun" si vous n'avez pas eu besoin de médicaments.

Aucun    Remèdes homéopathiques  
 Collyre    Autres  
 Gouttes nasales (ou spray nasal)  
 Comprimés antiallergiques

**Commentaires**

Figure 2. Formulaire sur le journal pollinique.  
*Form from pollen diary.*



Figure 3. Création de l'indice IAS par Open Health.  
*Creation of IAS index by open Health.*

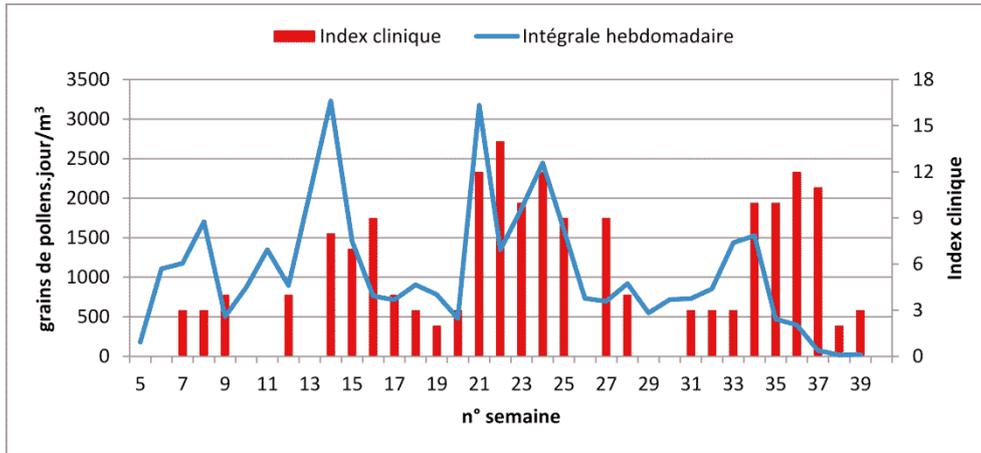


Figure 4. Évolution de l'index clinique et de la saison pollinique intégrale tous taxons confondus à Nevers, 2017.  
*Evolution of clinical index and of annual all taxa pollen integral in Nevers, 2017.*

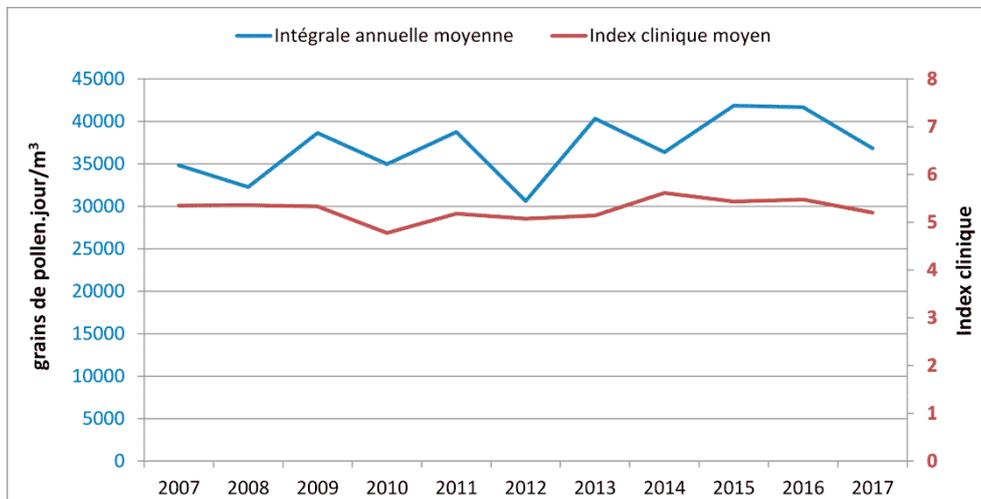


Figure 5. Évolution de l'index clinique national et de l'intégrale annuelle moyenne tous pollens confondus.  
*Evolution of national clinical index and of annual average all taxa pollen integral.*

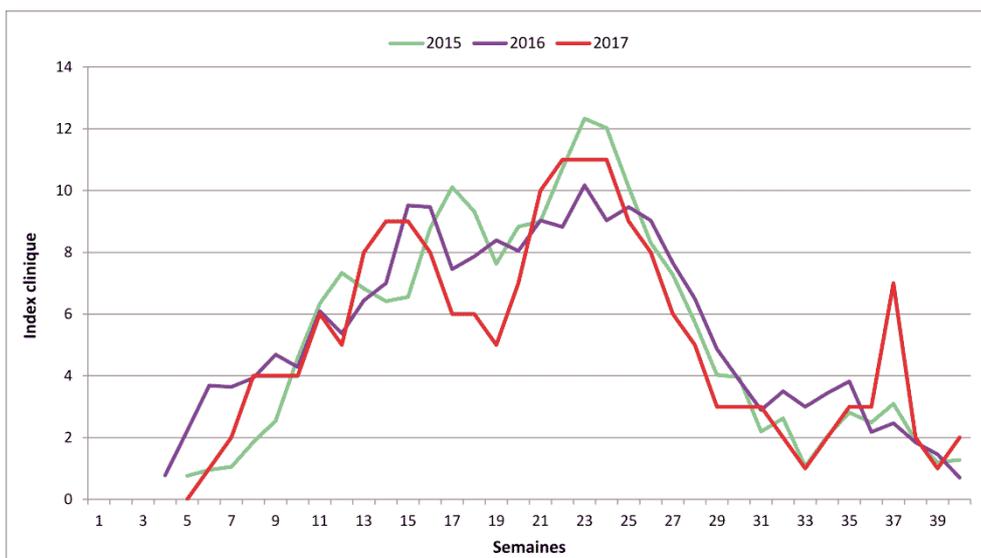


Figure 6. Évolution de l'index clinique moyen au niveau national.  
*Evolution of the average national clinical index.*

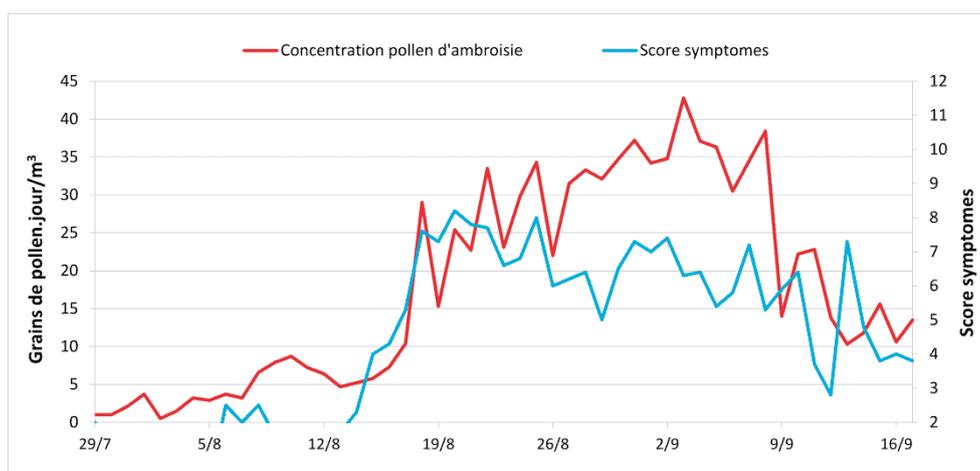


Figure 7. Évolution du score-symptôme et de la concentration en pollens d'ambroisie, Rhône-Alpes 2014.  
*Evolution of score-symptom and concentration of ragweed pollens, Rhone-Alps 2014.*

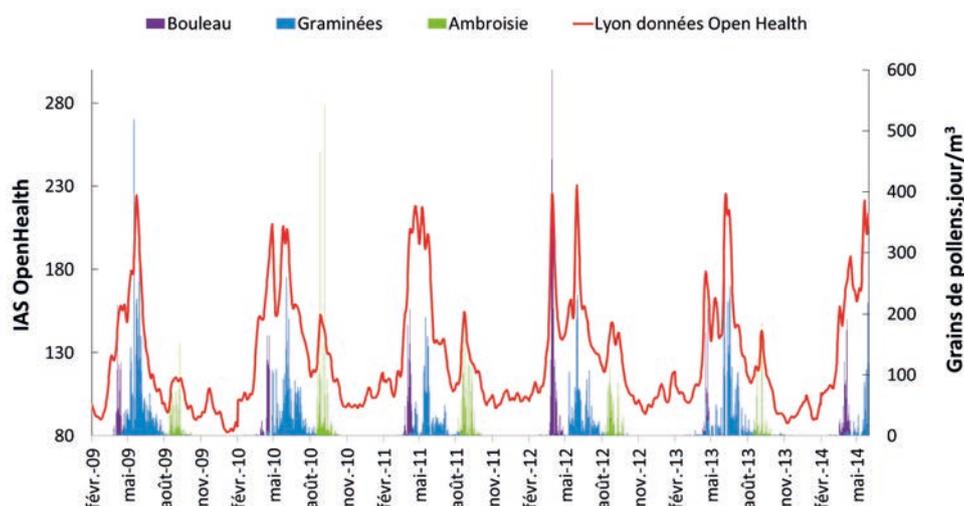


Figure 8. Évolution de l'IAS d'Open Health et des concentrations journalières de pollens de bouleau, graminées et ambroisie à Lyon, 2009-2014.

*Evolution of IAS from Open Health and of birch, grass and ragweed pollen concentrations in Lyon, 2009-2014.*

L'IAS fourni par Open Health permet également de suivre l'évolution des saisons : sur la figure 8 représentant l'évolution des concentrations polliniques journalières des principaux pollens allergisants à Lyon de 2009 à 2014, chaque pic de pollens de bouleau, graminées ou d'ambroisie est marqué par une forte augmentation également de l'IAS.

### 3. Conclusion

Les pollens et moisissures présents dans l'air sont en concentration parfois très élevée en fonction des

saisons et peuvent engendrer des symptômes d'allergie selon leur potentiel allergisant. La mesure de l'impact sanitaire de ces particules est possible grâce aux médecins sentinelles du RNSA, aux allergiques eux-mêmes qui renseignent leurs symptômes sur le journal pollinique mais aussi en suivant l'évolution de l'Indicateur Avancé Sanitaire d'Open Health. Les données obtenues montrent que, quelle que soit la méthode de mesure, l'impact sanitaire est important pour les personnes sensibles aux pollens et/ou aux moisissures et peut varier en intensité mais aussi être décalé de quelques semaines d'une année sur l'autre.

Il est à noter le développement en cours des techniques de mesures des pollens et spores fongiques de l'air, utilisant notamment la fluorescence ou la biologie moléculaire.

Mais dans l'état actuel des techniques, il est difficile de pouvoir mesurer les granules cytoplasmiques émises dans l'air par les pollens, en particulier après une forte hydratation. Ces granules servent

principalement à véhiculer les éléments reproducteurs mâles vers les organes de la fleur femelle. Il a cependant été montré (Abou Chakra, 2009) que ces granules contiennent de grandes quantités d'allergènes majeurs et, étant donné leur taille ( $< 1\mu\text{m}$ ), elles peuvent pénétrer beaucoup plus profondément au niveau des voies respiratoires et être à l'origine de manifestations d'allergie importantes.

### Références bibliographiques

Abou Chakra O, 2009 : Allergénicité des granules cytoplasmiques de pollen (*Allergenicity of pollen cytoplasmic granules*). Thèse, université Paris Diderot - Paris VII, 196 p.

ANSES, 2014 : État des connaissances sur l'impact sanitaire lié à l'exposition de la population générale aux pollens présents dans l'air ambiant. Disponible sur : <https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2011sa0151Ra.pdf>

Bastl K, Kmenta M, Jäger S *et al.*, 2014: Development of a symptom load index: enabling temporal and regional pollen season comparisons and pointing out the need for personalized pollen information, *Aerobiologia*, 30, 269-280.

Bosch-Cano F, Bernard N, Sudre B *et al.*, 2011: Human exposure to allergenic pollens: a comparison between urban and rural areas, *Environmental Research*, 111(5), 619-625.

Dupuy N, 2007 : Technical report : Lecture de spores fongiques, Lyon, Réseau National de Surveillance Aérobiologique.

Hirst JM, 1952: An automatic volumetric spore trap, *Annals of Applied Biology*, 39(2), 257-265.

Norme européenne EN/TS 16868 Sampling and analysis of airborne pollen grains and fungal spores.

Reille M, 1990 : Leçons d'analyse pollinique et de palynologie, Paris, Éditions du CNRS, 206 p.

Ren P, Jankun TM, Belanger K *et al.*, 2001: The relation between fungal propagules in indoor air and home characteristics, *Allergy*, 56(5), 419-424.

Thibaudon M, Monnier S, Michelot N *et al.*, 2015: Pollution, pollen and Open Health data, RNSA.

Thibaudon M, Oliver G, Cheynel A, 2008 : L'index clinique : outil d'évaluation de l'impact sanitaire du pollen, *Environnement Risques et Santé*, 7(6), 411-416.