Contenu pollinique de l'air à Paris : étude de la représentativité du site Pasteur de 2003 à 2007

Pollinic content of the air in Paris: study about the representativeness of Pasteur station from 2003 to 2007

Sophie BARRAL*, Gilles OLIVER**, Laurence BORDENAVE*,
Murielle DUSSEAUX*, Valérie BEX-CAPELLE*, Fabien SQUINAZZI*, Michel THIBAUDON**

Résumé

À Paris, les pollens sont recensés depuis 1985, à partir d'un capteur situé sur le toit d'un bâtiment de l'Institut Pasteur dans le 15e arrondissement. Afin d'étudier la représentativité de ce site, un second capteur a été placé successivement à l'est (rue Audubon dans le 12e arrondissement) en 2003 et 2004 puis au nord-ouest (rue Tocqueville, dans le 17e arrondissement) de 2005 à 2007.

Les comptes polliniques totaux obtenus sur les capteurs Pasteur et Audubon ont des profils similaires : les tendances à la hausse ou à la baisse se retrouvent sur les deux endroits ; les pics de concentrations varient en intensité d'un capteur à l'autre, mais sont simultanés.

Les taxons les plus représentés sur les sites Pasteur et Audubon sont les mêmes mais leur importance relative diffère quelque peu. Les dates de début et de fin de pollinisation sont, quant à elles, souvent proches ou identiques.

Les comptes polliniques totaux sur les sites Pasteur et Tocqueville ont des profils similaires : les tendances à la hausse ou à la baisse se retrouvent sur les deux capteurs de façon simultanée. Cependant, Pasteur a tendance à surestimer les concentrations par rapport à Tocqueville : les concentrations totales obtenues sont supérieures de 12 %.

Les concentrations journalières de grains des taxons les plus représentés sont globalement très ressemblantes. L'écart entre les dates de début et de fin de pollinisation est compris, dans la plupart des cas, entre 0 et 7 jours.

On notera que dans environ 95 % des cas, l'écart du risque allergique lié aux comptes polliniques entre les sites Pasteur, Audubon et Tocqueville est inférieur ou égal à 1 indice, ce qui est satisfaisant dans le cadre de l'information sur le risque allergique.

L'étude montre que la couverture du capteur historique de l'Institut Pasteur est proche de celle des capteurs situés dans l'est et le nord de Paris. On peut considérer que le capteur situé à Pasteur est représentatif de la couronne parisienne pour l'information sur le risque allergique lié à l'exposition au pollen.

Mots clés

Risque allergique. Pollens. Représentativité. Allergie.

Abstract

In Paris, pollens are listed since 1985, starting from a pollen trap located on the roof of the Pasteur Institute. In order to study the representativeness of this pollen trap, a second one was successively placed at the east (Audubon street) in 2003 and 2004 then in the North-West (Tocqueville street) from 2005 to 2007.

The total pollen counts obtained on the Pasteur and Audubon traps have similar profiles: the increases and decreases are found on the two traps; the peaks of concentrations vary in intensity from one trap to another, but are simultaneous. Taxa the

** Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris (LHVP) – 11, rue George Eastman – 75013 Paris.*

*** Réseau national de surveillance aérobiologique (RNSA) – Chemin des Gardes – 69610 Saint-Genis-l'Argentière – France.*

most represented on the sites Pasteur and Audubon are the same but their relative importances differ. For *Urticaceae, Betula* and *Castanea,* the results obtained on the Pasteur and Audubon traps are equivalent, with close pollen index on the two traps. On the other hand, in 2004, the number of grains of *Cupressaceae-Taxaceae* collected on Pasteur is 1.5 times more important than on Audubon. For *Platanus,* there are 3 times more pollens on Audubon than on Pasteur. Lastly, for *Poaceae,* the results obtained on the two traps are not statistically equivalent over the seasons 2003-2004, with higher pollen counts (18%) on the Audubon trap. For these six taxa, the observation of the daily concentrations obtained on the two traps shows that their profiles are very connected. The global aspects of the two curves are the same, whatever the sensor considered. The dates for the beginning and the end of pollination are often close, and identical on several occasions.

The total pollen counts on the Pasteur and Tocqueville traps have similar profiles: the increases and decreases are found on the two traps in a simultaneous way. However, the Pasteur trap tends to over-estimate the concentrations compared to the Tocqueville trap: the total concentrations obtained on Pasteur are higher (12% more) than those of Tocqueville. The observation of the daily concentrations of grains of *Cupressaceae-Taxaceae, Urticaceae, Betula, Castanea, Poaceae* and *Platanus* shows that the profiles of the daily concentrations obtained on the two traps, for each of the six taxa studied, are overall very similar. The difference between the starting dates of pollination and those of end of pollination varies, in most of cases, between 0 and 7 days. However, an important peak of concentration of *Urticaceae* was detected on the Pasteur sensor between the 13th and 16th on April of 2007 whereas the number of grains collected on Tocqueville remained weak. In the same way, on April 23, 2006, a sudden increase in the number of grains of *Platanus* was observed only on the Tocqueville trap.

It is also interesting to compare the differences in allergic risks obtained from the pollen counts of the various traps during these 5 years. It will be noted that in 93% of the cases, the variation of the allergic risk related to the pollen counts of birch between the Pasteur and Audubon sites (2003 and 2004) are lower or equal to 1 index, which is satisfactory. This figure goes up to 96% of the cases for the grasses pollens. Concerning the years 2005 to 2007 (comparison between the Pasteur and Tocqueville sites), in 97% of the cases the difference in index is lower or equal to 1 for pollens of birch whereas that accounts for 95% of the cases for the grasses.

The study shows that the cover of the historical trap of the Pasteur Institute is close to the traps located in the east and the north of Paris. There is not any significant difference between the Pasteur and Audubon sites from the point of view of the accounts of pollens. The results obtained on Pasteur are higher of 10% than those obtained on Tocqueville but, just as between Pasteur and Audubon, the principal taxa collected are the same *(Urticaceae, Poaceae, Cupressaceae-Taxaceae, Betula, Castanea…)* and their order of appearance per quantity of grains of pollen is very close for the two studies. For all taxa with allergic interest, the temporal variations of concentrations are close. It is also the case for *Cupressaceae-Taxaceae* of which the quantities of grains collected on Pasteur are however 1.5 times higher than on the two other traps. The trap located at Pasteur can be considered as representative of the Parisian area for information on the allergic risk related to the exposure to pollen.

Keywords

Allergic risk. Pollens. Representativeness. Allergy.

1. Introduction

La prévalence des pathologies allergiques, et des pollinoses en particulier, n'a cessé d'augmenter au cours des dernières décennies dans les pays industrialisés. Les études épidémiologiques récentes soulignent l'augmentation rapide du nombre d'habitants sujets à ces maladies, qui causent non seulement une souffrance et un handicap pour les personnes sensibilisées, mais encore un préjudice financier élevé pour les collectivités.

En France, le suivi du contenu sporo-pollinique de l'air est assuré par le Réseau national de surveillance aérobiologique (RNSA) qui diffuse chaque semaine un bulletin allergo-pollinique national. Les informations communiquées permettent de suivre la quantité de pollen dans l'air, de mettre en relation les concentrations polliniques avec des symptômes allergiques et d'estimer un risque allergique prévisionnel lié à l'exposition aux pollens (RAEP ®).

À Paris, les pollens sont recensés depuis 1985, à partir d'un capteur situé sur le toit d'un bâtiment de l'Institut Pasteur dans le 15e arrondissement. En 1999, le relevé et l'analyse du capteur, jusqu'ici réalisés par l'Institut Pasteur, ont été confiés au Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris (LHVP).

Les littératures française et internationale ne fournissent que peu d'indications sur le rayon d'action d'un capteur volumétrique de pollen. J. Emberlin [1] a esquissé ce type d'étude sur le nord de Londres et une zone de 20 à 30 km autour du point de captage est évoquée par B. Guérin [2]. Une étude publiée dans *Grana* en 2000 [3] présente des résultats sur la mesure des spores d'*Alternaria* et les concentrations de pollens sur deux zones rurales en Australie. Ce travail reprenait la représentativité de trois capteurs situés dans la même ville et espacés de 2 à 5 km sans montrer de différences significatives. Les deux zones rurales espacées de 150 km n'ont montré de différences que pour les taxons localement présents.

En 2002, M. Thibaudon *et al.* [4] ont publié une étude sur la couverture du capteur de pollen de Lyon sur trois saisons (1999 à 2001). Les études portant sur les variations journalières des comptes polliniques ont montré une très bonne corrélation pour les pollens d'arbres, de *Poaceae* et d'*Urticaceae.* Seules

les courbes des pollens d'*Ambrosia* présentaient des tracés différents entre les trois capteurs qui étaient distants de 6 km et séparés par la colline de Fourvière.

De plus, ces mêmes auteurs [5] ont étudié l'influence de la position en hauteur de deux capteurs à Amiens. Un capteur était positionné sur le toit (référence) et un autre au pied de l'immeuble. Cette étude sur deux années avait démontré une différence significative pour les espèces implantées à proximité, mais pas de différence pour les autres espèces végétales. Les conclusions avaient permis de définir les procédures d'installation de fond des capteurs de pollen sur des toits d'immeuble afin d'améliorer leur représentativité géographique.

Enfin, citons le travail de C.-H. Katelaris *et al.,* publié en 2004 [6], sur la variabilité spatiale des comptes de pollen à Sydney. Les conclusions de ce travail montrent qu'un seul capteur était suffisant pour un rayon d'action de 30 km dans le cadre de l'information sur le risque allergique. En revanche, des différences significatives sont observées lorsque la végétation locale est spécifique.

Afin d'étudier la représentativité du capteur installé sur le toit de l'Institut Pasteur dans le sud-ouest de Paris pour l'ensemble de la ville, un second capteur a été placé successivement à l'est (rue Audubon dans le 12e arrondissement) et au nord-ouest (rue Tocqueville, dans le 17e arrondissement).

2. Matériel et méthode

2.1 Emplacement des capteurs et périodes de prélèvement

Le capteur historique de Paris, appelé capteur « Pasteur », est situé à 55 mètres de hauteur par rapport au sol, sur le toit d'un bâtiment de l'Institut Pasteur dans le 15e arrondissement au sud-ouest de la ville.

En 2003, un deuxième capteur a été installé à l'est de la ville, rue Audubon dans le 12e arrondissement, sur la terrasse d'un immeuble de la mairie de Paris, à 43 mètres de hauteur par rapport au sol. Le suivi pollinique a été réalisé en parallèle sur les capteurs Pasteur et Audubon, capteurs distants de 4,4 km, du 1er mai au 26 septembre 2003 et du 4 février au 26 septembre 2004.

En 2005, le deuxième capteur a été déplacé dans le nord-ouest de Paris, rue Tocqueville dans le 17e arrondissement, sur la terrasse d'un immeuble de la Direction départementale des affaires sanitaires et sociales, à 30 mètres par rapport au sol, où il est resté jusqu'en 2007. Les prélèvements ont été faits en parallèle sur les capteurs Pasteur et Tocqueville de début mai à début août 2005, de début février à fin septembre 2006, et de mi-février à fin septembre 2007. La distance entre ces deux capteurs est de 4,7 km.

La distance entre les sites d'Audubon et de Tocqueville est de 6,3 km (Figure 1).

Tableau 1.
Présence des capteurs pour la ville de Paris entre 2003 et 2007.

	2003	2004	2005	2006	2007
Pasteur	X	X	X	X	X
Audubon	X	X			
Tocqueville			X	X	X



Figure 1.
Localisation des capteurs de la ville de Paris.

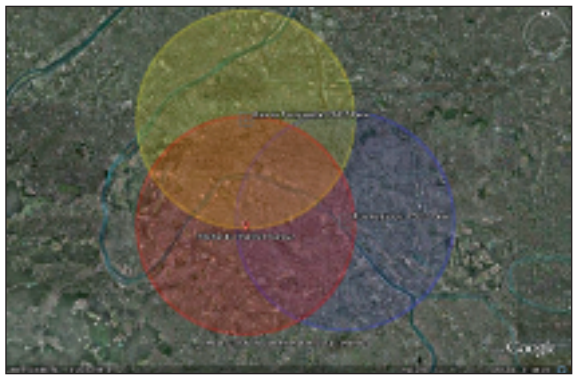


Figure 2.
Couverture théorique des capteurs de la ville de Paris.

2.2 Recueil des pollens

Le recueil des pollens est effectué par aspiration avec des capteurs volumétriques de type Hirst [7], de marque LANZONI, modèle VPPS 2000. Le capteur Lanzoni est une pompe électrique qui prélève l'air par une buse de surface utile de 28 mm², orientée face aux vents dominants à l'aide d'un empennage. Elle prélève un volume d'air constant de 10 litres d'air par minute, équivalent à une respiration humaine moyenne. Les particules ainsi aspirées sont projetées et impactées sur une bande de cellophane de 19 mm de largeur, rendue adhésive grâce à un produit d'enduction à base de silicone, fixée sur une pièce cylindrique

appelée tambour. Le tambour défile devant la buse d'aspiration du capteur grâce à un mécanisme d'horlogerie à une vitesse de 2 mm/h. Le capteur permet de réaliser des prélèvements continus sur une période de sept jours.

En fin de prélèvement, le tambour est relevé : le débit de prélèvement est contrôlé, la bande adhésive est retirée du tambour et remplacée par une nouvelle ; l'ancienne est ramenée au laboratoire pour être analysée.

Les capteurs ont été relevés deux fois par semaine pour le site Pasteur (résultats communiqués à cette fréquence aux parisiens par l'intermédiaire des panneaux lumineux de la ville), une seule fois par semaine pour les sites Audubon et Tocqueville.

2.3 Analyse des échantillons

Au laboratoire, la bande est découpée en plusieurs segments qui correspondent à chaque journée de prélèvement (généralement sept segments pour sept jours de prélèvement). Chaque segment est placé entre lame et lamelle avec un milieu de montage à base de fuschine. La lecture au microscope optique est faite sur deux lignes horizontales au grossissement × 400.

Les résultats observés au microscope [8] sont enregistrés sur le système informatique C-scope® qui permet d'obtenir un bilan journalier (concentrations des différents taxons en continu) et hebdomadaire, puis transférés sur le logiciel Excel®.

2.4 Traitement statistique des données

Les données ont été traitées avec le logiciel de statistiques Statgraphic®. Après avoir vérifié que les échantillons « capteur n° 1 – capteur n° 2 » ne suivaient pas une loi normale, les données ont été comparées avec le test de Wilcoxon (ou test du rang signé) sur deux séries appariées sur la totalité des données pour les pollens totaux et sur les seules périodes de pollinisation pour les différents taxons étudiés.

Les profils des concentrations journalières de plusieurs taxons d'importance ont également été étudiés, en particulier la simultanéité des pics de concentrations a été vérifiée et les dates de début et de fin de pollinisation ont été comparées. La date de début de pollinisation retenue est la date à laquelle les concentrations cumulées de grains de pollen du taxon étudié correspondent à 5 % du total des concentrations. La date de fin de pollinisation est la date à laquelle les concentrations cumulées atteignent 95 % du total des concentrations.

L'index pollinique – somme des concentrations journalières sur l'année – a été calculé pour les pollens totaux et les principaux taxons d'intérêt sur le plan allergologique.

Enfin, le RAEP (Risque allergique lié à l'exposition aux pollens) est un indice prenant en compte le potentiel allergisant de chaque pollen, la situation géographique du capteur de pollens, ainsi que les informations sur les données phénologiques et cliniques. Cet indice est établi sur une échelle de 0 (nul) à 5 (très élevé).

3. Résultats

3.1 Résultats obtenus sur les capteurs Pasteur et Audubon sur les saisons 2003 et 2004

3.1.1 Comptes polliniques totaux

Le suivi du contenu pollinique de l'air a été réalisé en parallèle sur les sites Pasteur et Audubon en 2003 et 2004 (52 semaines), soit un total de 385 mesures appariées (149 en 2003 et 236 en 2004). Sur ces périodes de prélèvement, l'index pollinique est de 53 272 pour le capteur Pasteur, et de 53 704 pour le capteur Audubon (Tableau 2).

Les comptes polliniques totaux sur les capteurs Pasteur et Audubon ont des profils similaires : les tendances à la hausse ou à la baisse se retrouvent en phase sur les deux capteurs ; les pics de concentrations varient en intensité d'un capteur à l'autre, mais sont simultanés (Figure 3).

De plus, l'analyse statistique montre que le nombre journalier de grains de pollen récoltés est équivalent sur les deux capteurs au risque d'erreur 0,05 (test de Wilcoxon sur séries appariées : p = 0,89).

La Figure 4 présente les principaux taxons recueillis sur les deux capteurs pendant la saison 2004, par ordre décroissant de grains de pollen collectés sur le capteur Pasteur. Les taxons les plus

Tableau 2.
Index polliniques (IP) et résultats des tests statistiques pour les pollens totaux et les principaux taxons allergisants pour les saisons 2003 et 2004.

	Pollen totaux 2003-2004	***Cupressaceae-Taxaceae* 2004**	***Urticaceae* 2003-2004**	***Betula* 2004**	***Castaneae* 2003-2004**	***Poaceae* 2003-2004**	***Platanus* 2004**
IP-Pasteur	53 272	4 984	12 139	4 200	6 593	6 587	1 871
IP-Audubon	53 704	3 408	13 304	3 592	4 856	7 750	5 214
p (test de Wilcoxon sur séries appariées)	0,89	$7{,}6.10^{-8}$	0,12	0,75	0,57	$3{,}5.10^{-7}$	0,027
Nombre de mesures appariées	385	236	332	179	239	376	153

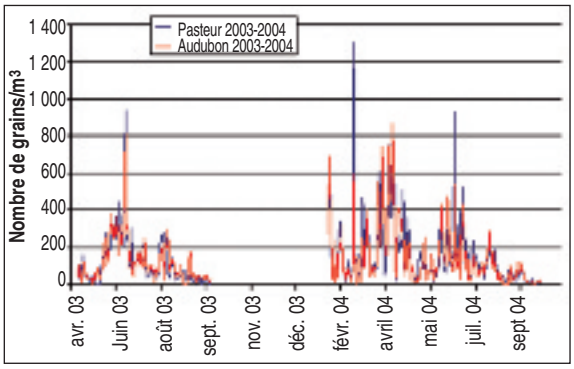


Figure 3.
Suivi journalier des comptes polliniques totaux sur les capteurs Pasteur et Audubon pendant les saisons 2003 et 2004.

représentés sur le site Pasteur sont *Cupressaceae Taxaceae, Urticaceae, Betula, Castaneae, Poaceae, Alnus, Platanus ;* les taxons les plus abondamment retrouvés sur le site Audubon sont les mêmes mais leur importance relative diffère.

Les taxons *Cupressaceae-Taxaceae, Urticaceae, Betula, Castaneae, Poaceae* et *Platanus,* importants du point de vue quantitatif et du potentiel allergisant, seront étudiés plus en détail ci-dessous.

3.1.2 Comparaisons des comptes polliniques des principaux taxons allergisants (Cupressaceae-Taxaceae, Urticaceae, Betula, Castaneae, Poaceae et Platanus) *à partir des capteurs Pasteur et Audubon*

L'étude des principaux taxons allergisants a été réalisée sur les données des saisons 2003 et 2004, ou uniquement sur la saison 2004 lorsque la période de pollinisation du taxon en question était plus précoce que le démarrage des lectures sur le capteur Audubon, ce qui a été le cas en 2003 pour les *Cupressaceae-Taxaceae* ainsi que pour les *Betula* et les *Platanus.*

Pour les *Urticaceae,* les *Betula* et les *Castaneae,* les résultats obtenus sur les capteurs Pasteur et Audubon sont équivalents (respectivement p = 3,35, p = 1,0 et p = 1,0), avec des index polliniques proches sur les deux capteurs : 12 139 sur Pasteur contre 13 304 sur Audubon pour les *Urticaceae ;* 4 200 sur Pasteur contre 3 592 sur Audubon pour les *Castaneae ;* 6 593 sur Pasteur contre 4 856 sur Audubon pour les *Betula.* En revanche, en 2004, le nombre de grains de *Cupressaceae-Taxaceae* récoltés sur Pasteur est 1,5 fois plus important que sur Audubon ($p = 7{,}6.10^{-8}$) et celui de *Platanus* 3 fois plus sur Audubon que sur Pasteur (p = 0,027). Enfin, pour les *Poaceae,* les résultats obtenus sur les deux capteurs ne sont pas statistiquement équivalents sur les saisons 2003-2004 ($p = 3{,}5.10^{-7}$), avec des comptes polliniques supérieurs de 18 % sur le capteur Audubon ; cependant, si la différence reste significative sur la saison 2003 (+ 20 %, $p = 3{,}0.10^{-9}$), elle ne l'est pas lorsque la seule saison 2004 est considérée (+ 14 %, p = 0,30).

Les concentrations journalières de grains de *Betula,* de *Poaceae* et de *Platanus* recueillis sur les capteurs Pasteur et Audubon pendant les saisons 2003 et 2004, sont présentées sur les Figures 5 à 7 et le tableau 6 regroupe les dates de début et de fin de pollinisation de ces taxons.

Pour ces six taxons, l'observation des concentrations journalières obtenues à partir des deux capteurs montre que leurs profils sont globalement très proches. Les physionomies générales des deux courbes sont les mêmes, quel que soit le capteur considéré. Les dates de début et de fin de pollinisation sont souvent proches, et identiques à plusieurs reprises. Cependant, en 2004, pour les *Urticaceae,* un écart important (de 39 jours) est observé entre les dates de début de pollinisation des deux capteurs (Tableau 6).

Par ailleurs, les pics de concentrations, bien que d'intensité parfois différente, sont bien concordants dans le temps. Néanmoins, à quelques reprises, des

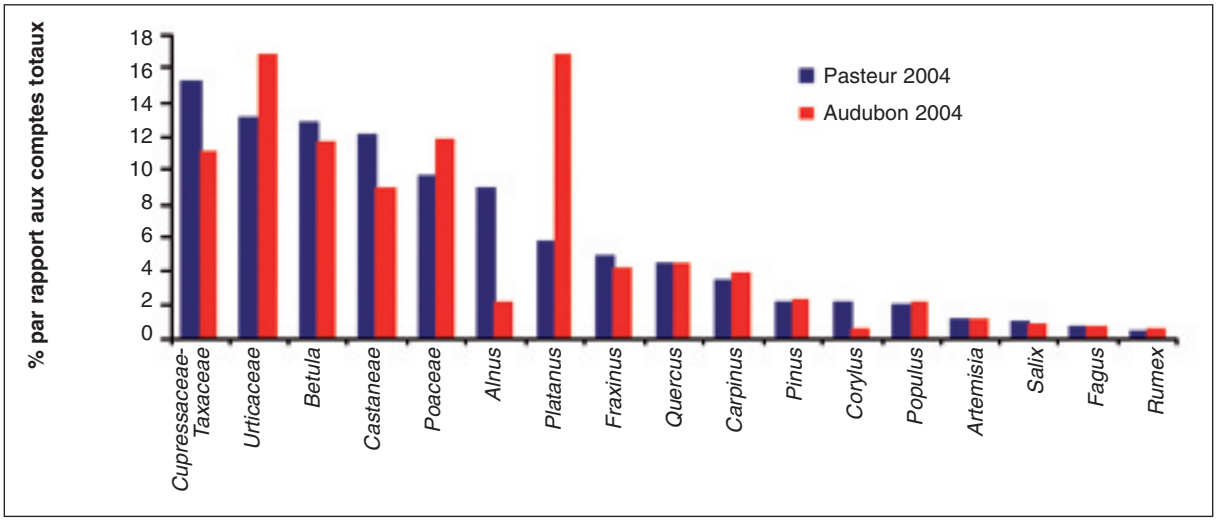


Figure 4.
Principaux taxons récoltés sur les capteurs Pasteur et Audubon sur la saison 2004, par ordre décroissant de grains de pollens recueillis sur le capteur Pasteur.

Tableau 3.
Index polliniques (IP) et résultats des tests statistiques pour les pollens totaux et les taxons allergisants minoritaires *Artemisia, Fraxinus, Quercus* et *Ambrosia* pour la saison 2004.

	Artemisia 2004	*Fraxinus* 2004	*Quercus* 2004	*Ambrosia* 2004
IP-Pasteur	363	1 596	1 473	11
IP-Audubon	349	1 299	1 380	4
p (test de Wilcoxon sur séries appariées)	1,0	0,69	0,38	NC*
Nombre de mesures	109	169	117	236

* Non calculé car nombre de valeurs différentes de 0 très faible.

Tableau 5.
Index polliniques (IP) et résultats des tests statistiques pour les pollens totaux et les taxons allergisants minoritaires *Artemisia, Fraxinus, Quercus* et *Ambrosia* pour les saisons 2005, 2006 et 2007.

	Artemisia	*Fraxinus*	*Quercus*	*Ambrosia*
IP-Pasteur	441	3 006	4 297	14
IP-Tocqueville	438	3 058	4 918	17
p (test de Wilcoxon sur séries appariées)	1,0	1,0	1,0	NC*
Nombre de mesures	267	333	270	–

* Non calculé car nombre de valeurs différentes de 0 très faible.

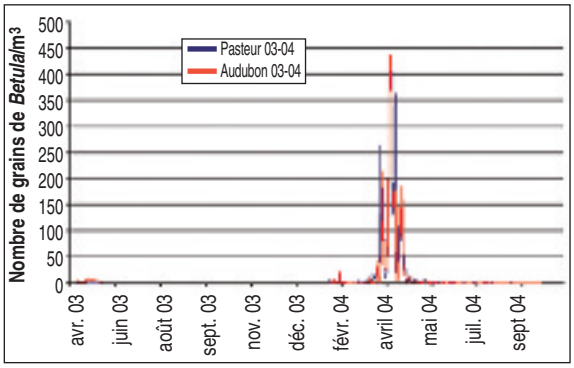


Figure 5.
Suivi quotidien des comptes de *Betula* sur les capteurs Pasteur et Audubon pendant les saisons 2003 et 2004.

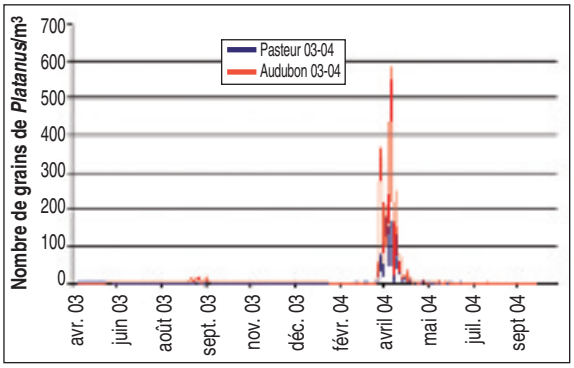


Figure 7.
Suivi quotidien des comptes de *Platanus* sur les capteurs Pasteur et Audubon pendant les saisons 2003 et 2004.

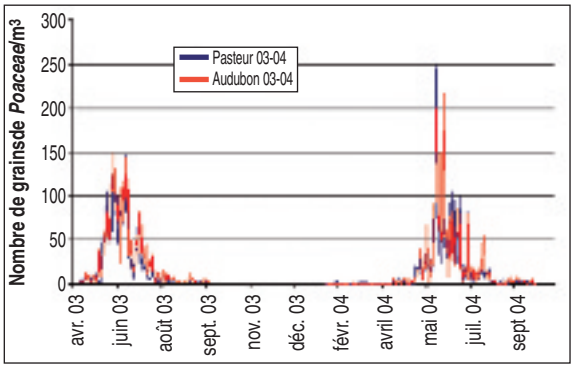


Figure 6.
Suivi quotidien des comptes de *Poaceae* sur les capteurs Pasteur et Audubon pendant les saisons 2003 et 2004.

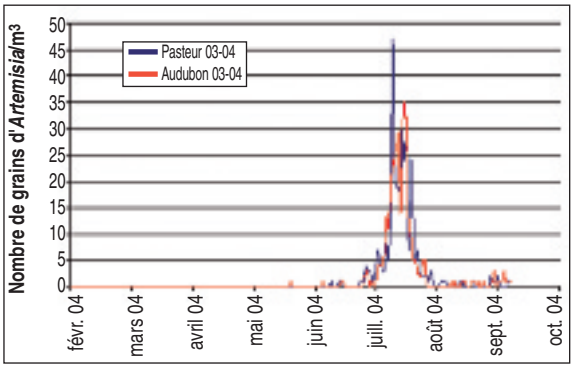


Figure 8.
Suivi quotidien des comptes d'*Artemisia* sur les capteurs Pasteur et Audubon pendant les saisons 2003 et 2004.

Tableau 4.
Index polliniques (IP) et résultats des tests statistiques pour les pollens totaux et les principaux taxons allergisants pour les saisons 2005, 2006 et 2007.

	Pollen totaux 2005-2007	*Cupressaceae-Taxaceae* 2006-2007	*Urticaceae* 2005-2007	*Betula* 2006-2007	*Castaneae* 2005-2007	*Poaceae* 2005-2007	*Platanus* 2006-2007
IP-Pasteur	80 461	8 074	16 373	9 411	5 464	8 693	4 520
IP-Audubon	71 998	5 454	15 451	8 721	4 642	8 112	6 773
p (test de Wilcoxon sur séries appariées)	$4{,}0.10^{-8}$	$2{,}9.10^{-11}$	0,05	0,54	1,0	0,86	1,0
Nombre de mesures appariées	542	460	478	350	318	489	185

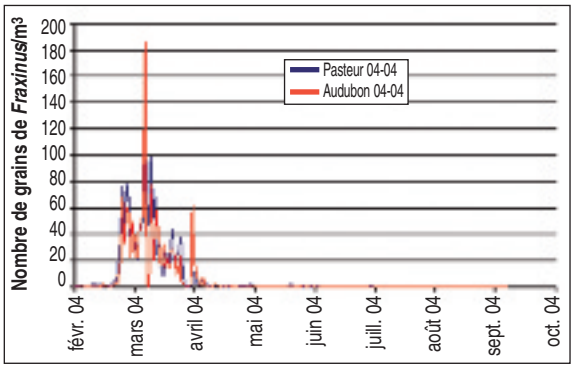


Figure 9.
Suivi quotidien des comptes de *Fraxinus* sur les capteurs Pasteur et Audubon pendant les saisons 2003 et 2004.

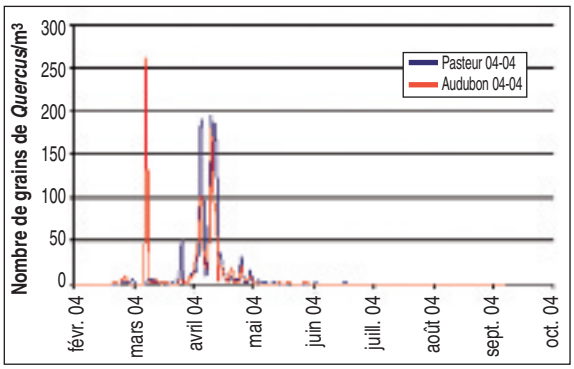


Figure 10.
Suivi quotidien des comptes de *Quercus* sur les capteurs Pasteur et Audubon pendant les saisons 2003 et 2004.

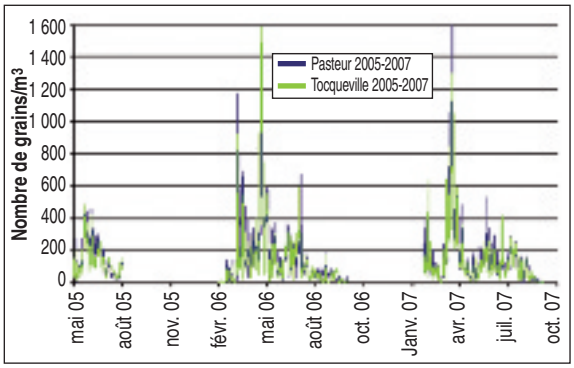


Figure 11.
Suivi quotidien des comptes polliniques totaux sur les capteurs Pasteur et Tocqueville pendant les saisons 2005, 2006 et 2007.

pics détectés sur un des capteurs ne le sont pas (ou moins) sur le second : par exemple, pour les *Urticaceae,* la forte hausse de concentrations mise en évidence début septembre 2003 sur le capteur Audubon n'a pas été repérée sur le capteur Pasteur, de même que le pic de juin 2004 ; à l'inverse, l'augmentation de la concentration des *Urticaceae* détectée sur le capteur Pasteur les 17 et 18 mars 2004, ne l'a pas été sur le capteur Audubon ; de même, le pic de concentration de *Cupressaceae-Taxaceae* du 3 mars 2004 est beaucoup plus important sur le site Pasteur.

3.1.3 Comparaisons des comptes polliniques de quelques autres taxons importants du point de vue du risque allergique (Artemisia, Fraxinus, Quercus, Ambrosia) *à partir des capteurs Pasteur et Audubon*

Le Tableau 3 regroupe les index polliniques des quatre taxons cités pour la saison 2004 et les résultats des tests de comparaison des données appariées, qui montrent que le nombre de grains récoltés sur les deux capteurs est équivalent. De plus, les Figures 8 à 10 représentant les concentrations journalières montrent des profils proches pour les deux capteurs, malgré quelques différences : par exemple, le 30 juillet 2004, un pic de concentration d'*Artemisia* est détecté environ deux fois plus fortement sur le capteur Pasteur ; il en est de même le 30 mars 2004 pour les *Fraxinus* sur le capteur Audubon ; également, de fortes concentrations de *Quercus* sont trouvées sur le capteur Audubon les 30 et 31 mars 2004, alors que très peu de grains de ce taxon sont recueillis sur le capteur Pasteur. Enfin, sur les deux capteurs, les pollens d'ambroisie sont très rarement collectés et les concentrations journalières ne dépassent jamais 4 grains par mètre cube.

3.2 Résultats obtenus sur les capteurs Pasteur et Tocqueville sur les saisons 2005-2006-2007

3.2.1 Comptes polliniques totaux

Le suivi du contenu pollinique de l'air a été réalisé en parallèle sur les sites Pasteur et Tocqueville en 2005, 2006 et 2007 (sur 80 semaines), soit un total de 542 mesures appariées (82 en 2005, 242 en 2006 et 218 en 2007). Sur ces périodes de prélèvement, l'index pollinique pour le capteur Pasteur est de 80 461 et de 71 998 pour le capteur Tocqueville (Tableau 4).

Les comptes polliniques totaux sur les capteurs Pasteur et Tocqueville ont des profils similaires : les tendances à la hausse ou à la baisse se retrouvent sur les deux capteurs de façon simultanée (Figure 11). Cependant, le capteur Pasteur a tendance à surestimer les concentrations par rapport au capteur Tocqueville : les concentrations totales obtenues sur Pasteur sont supérieures à celles de Tocqueville de 12 % ($p = 4{,}0.10^{-8}$, $\alpha = 0{,}05$).

La Figure 12 présente les principaux taxons recueillis sur les deux capteurs, pendant les saisons 2006 et 2007, par ordre décroissant de grains de pollen collectés sur le capteur Pasteur. Les taxons les plus représentés sur le site Pasteur sont *Urticaceae, Betula, Cupressaceae-Taxaceae, Poaceae, Platanus, Castanea... ;* et sur le site Tocqueville : *Urticaceae, Betula, Platanus, Poaceae, Cupressaceae-Taxaceae, Castanea, Quercus...*

Comme pour la comparaison Pasteur-Audubon, les taxons *Cupressaceae-Taxaceae, Urticaceae, Betula, Castaneae, Poaceae* et *Platanus* seront étudiés plus en détail ci-après.

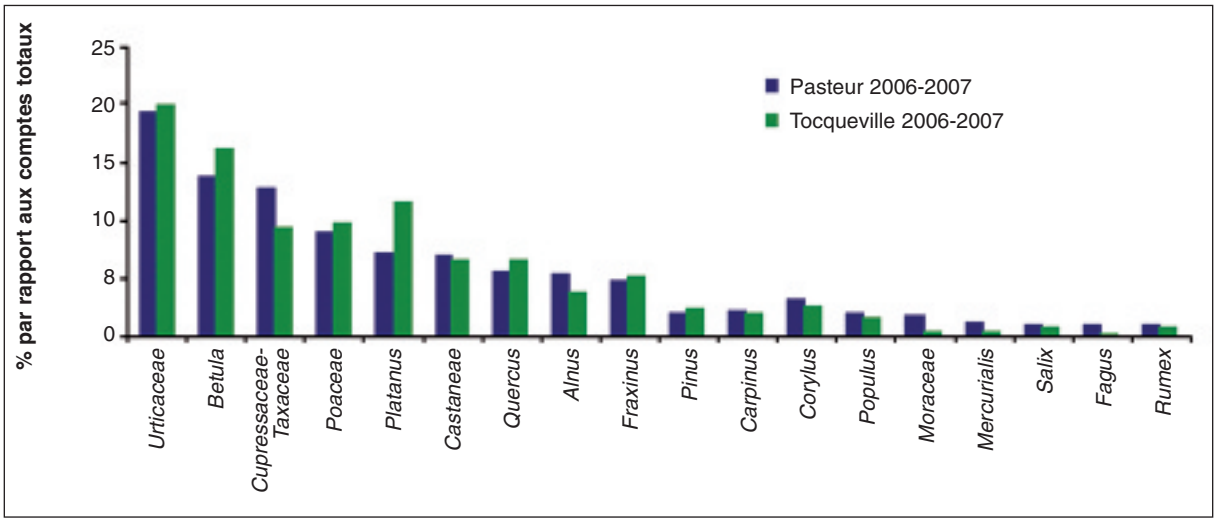


Figure 12.
Principaux taxons récoltés sur les capteurs Pasteur et Tocqueville,
par ordre décroissant de grains de pollens recueillis sur le capteur Pasteur.

Tableau 6.
Dates de début (ddp) et de fin (dfp) de pollinisation pour les *Cupressaceae-Taxaceae,* les *Urticaceae,* les *Betula,* les *Castaneae,* les *Poaceae* et les *Platanus* sur les capteurs Pasteur, Audubon et Tocqueville sur les saisons 2003 à 2007.

		ddp 2003	dfp 2003	ddp 2004	dfp 2004	ddp 2005	dfp 2005	ddp 2006	dfp 2006	ddp 2007	dfp 2007
Cupressaceae-Taxaceae	Pasteur	NC*	NC*	05 févr	07 mai	NC*	NC*	08 mars	07 juil	21 févr	18 mai
	Audubon (1) Tocqueville (2)	NC*	NC*	05 févr	02 mai	NC*	NC*	07 mars	01 juil	21 févr	11 mai
Urticaceae	Pasteur	31 mai	25 août	18 avr	05 sept	NC**	NC**	29 mai	05 sept	14 avr	03 sept
	Audubon (1) Tocqueville (2)	31 mai	03 sept	27 mai	05 sept	NC**	NC**	03 juin	08 sept	25 mai	05 sept
Betula	Pasteur	NC*	NC*	30 mars	25 avr	NC*	NC*	15 avr	05 mai	03 avr	22 juil
	Audubon (1) Tocqueville (2)	NC*	NC*	01 avr	25 avr	NC*	NC*	20 mars	06 mai	03 avr	22 juil
Castaneae	Pasteur	10 juin	12 juil	21 juin	18 juil	23 juin	19 juil	20 juin	14 juil	14 juin	08 juil
	Audubon (1) Tocqueville (2)	10 juin	16 juil	20 juin	18 juil	23 juin	20 juil	21 juin	13 juil	13 juin	15 juil
Poaceae	Pasteur	26 mai	21 juil	19 mai	03 août	20 mai	21 juil	18 mai	28 juil	02 mai	30 juil
	Audubon (1) Tocqueville (2)	26 mai	29 juill	21 mai	03 août	20 mai	23 juil	20 mai	29 juil	02 mai	04 août
Platanus	Pasteur	NC*	NC*	05 avr	27 avr	NC*	NC*	21 avr	11 mai	06 avr	23 avr
	Audubon (1) Tocqueville (2)	NC*	NC*	03 avr	30 avr	NC*	NC*	21 avr	04 mai	01 avr	24 avr

(1) Prélèvements sur les saisons polliniques 2003 et 2004.
(2) Prélèvements sur les saisons polliniques 2005, 2006 et 2007.
* Non calculé car début des lectures trop tardif.
** Non calculé car arrêt des lectures trop précoce.

3.2.2. Comparaisons des comptes polliniques des principaux taxons allergisants (Cupressaceae-Taxaceae, Urticaceae, Betula, Castaneae, Poaceae et Platanus) *à partir des capteurs Pasteur et Tocqueville*

L'étude des principaux taxons allergisants a été réalisée sur les données des saisons 2005, 2006 et 2007, ou sur les saisons 2006 et 2007 quand la pollinisation du taxon étudié débutait avant la date de début des prélèvements, comme ce fut le cas pour les *Betula,* les *Cupressaceae-Taxaceae* et les *Platanus.*

La comparaison des mesures appariées obtenues pour les *Urticaceae,* les *Poaceae* et les *Castaneae* à l'issue des saisons 2005, 2006 et 2007, ainsi que des mesures appariées obtenues pour les *Betula* et les *Platanus* suite aux saisons 2006 et 2007, montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les résultats quantitatifs obtenus sur les deux capteurs (respectivement p = 0,22, p = 1,0, p = 1,0, p = 1,0 et p = 1,0). L'index pollinique des *Urticaceae* sur l'ensemble des trois saisons est de 16 373 pour Pasteur et de 15 451 pour Tocqueville ; pour les *Betula,* sur 2006 et 2007, il est de 9 411 pour Pasteur et 8 721 pour Tocqueville ; pour les *Castaneae,* il est de 5 464 sur Pasteur et 4 642 sur Tocqueville ; pour les *Poaceae,* il est de 8 693 pour Pasteur et de 8 112 pour Tocqueville ;

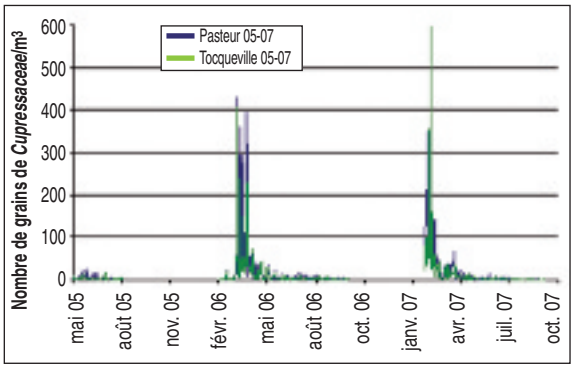


Figure 13.
Suivi quotidien des comptes de *Cupressacae-Taxaceae* sur les capteurs Pasteur et Tocqueville pendant les saisons 2005, 2006 et 2007.

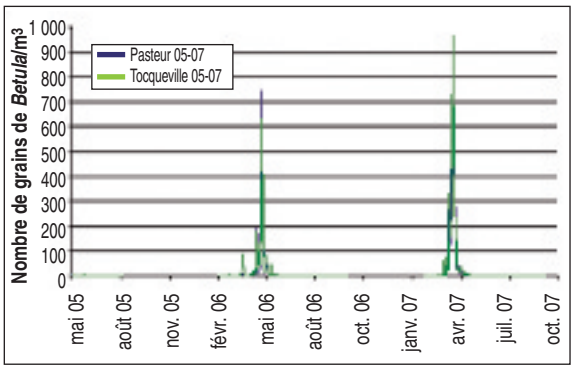


Figure 14.
Suivi quotidien des comptes de *Betula* sur les capteurs Pasteur et Tocqueville pendant les saisons 2005, 2006 et 2007.

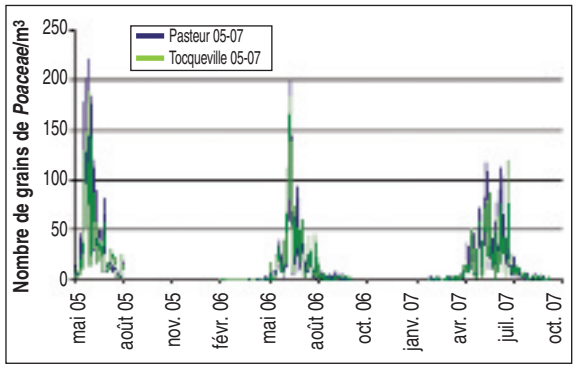


Figure 15.
Suivi quotidien des comptes de *Poaceae* sur les capteurs Pasteur et Tocqueville pendant les saisons 2005, 2006 et 2007.

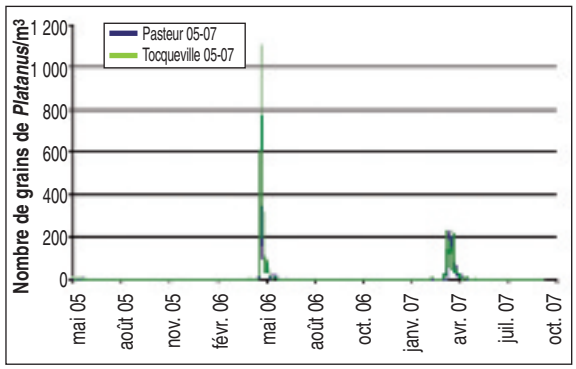


Figure 16.
Suivi quotidien des comptes de *Platanus* sur les capteurs Pasteur et Tocqueville pendant les saisons 2005, 2006 et 2007.

enfin, pour les *Platanus,* l'index pollinique est de 4 520 sur Pasteur contre 6 773 sur Tocqueville. En revanche, sur les 460 mesures appariées réalisées pendant les saisons 2006 et 2007, les comptes de *Cupressaceae-Taxaceae* obtenus sur le capteur Pasteur sont 1,5 fois supérieurs à ceux obtenus sur le capteur Tocqueville ($p = 2{,}9.10^{-11}$), avec des index polliniques de 8 074 sur Pasteur contre 5 454 sur Tocqueville. Ce rapport est retrouvé également lorsque les saisons 2006 et 2007 sont considérées séparément (Tableau 4).

Les concentrations journalières de grains de *Cupressaceae-Taxaceae,* d'*Urticaceae,* de *Betula,* de *Castaneae,* de *Poaceae* et de *Platanus,* recueillis sur les capteurs Pasteur et Tocqueville pendant les saisons 2005, 2006 et 2007, sont présentées sur les Figures 13 à 16 et le Tableau 6 regroupant les dates de début et de fin de pollinisation de ces taxons.

L'observation des courbes montre que les profils des concentrations journalières obtenues à partir des deux capteurs, pour chacun des six taxons étudiés, sont globalement très ressemblants. L'écart entre les dates de début de pollinisation et celles de fin de pollinisation est compris, dans la plupart des cas, entre 0 et 7 jours. Il s'élève cependant à 26 jours pour celles des *Betula* en 2006 et à 30 jours pour les dates de début de pollinisation des *Urticaceae* en 2007 (Tableau 6).

Par ailleurs, pour les quatre taxons, les variations de concentrations sont d'intensité parfois différente tout en restant simultanée. Dans un cas, cependant, un important pic de concentration d'*Urticaceae* est détecté sur le capteur Pasteur entre le 13 et le 16 avril 2007 alors que le nombre de grains d'*Urticaceae* récoltés sur Tocqueville reste faible. De même, le 23 avril 2006, une augmentation subite du nombre de grains de *Platanus* (1 096 grains/m³/jour) est observée uniquement sur le capteur Tocqueville (Figure 16).

3.2.3. Comparaisons des comptes polliniques de quelques autres taxons importants du point de vue du risque allergique (Artemisia, Fraxinus, Quercus, Ambrosia) *à partir des capteurs Pasteur et Tocqueville*

Le Tableau 5 regroupe les index polliniques des quatre taxons cités pour les saisons 2005 à 2007 et les résultats des tests de comparaison des données appariées, qui montrent que le nombre de grains récoltés sur les deux capteurs est équivalent. De plus, les figures 17 à 19 représentant les concentrations journalières montrent des profils très similaires pour les deux capteurs. Enfin, de même que pour la comparaison précédente, les pollens d'ambroisie sont très rarement collectés sur les capteurs Pasteur et Tocqueville, et les concentrations journalières ne dépassent jamais 4 grains par mètre cube.

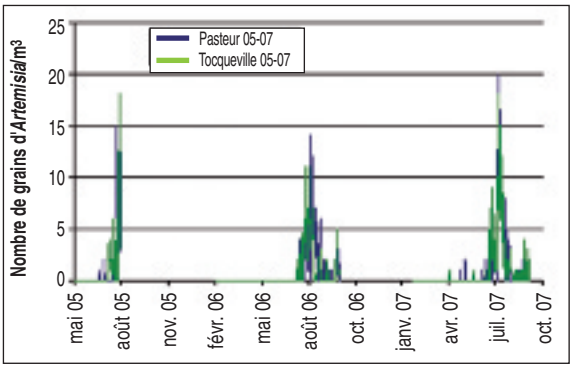


Figure 17.
Suivi quotidien des comptes d'*Artemisia* sur les capteurs Pasteur et Tocqueville pendant les saisons 2005, 2006 et 2007.

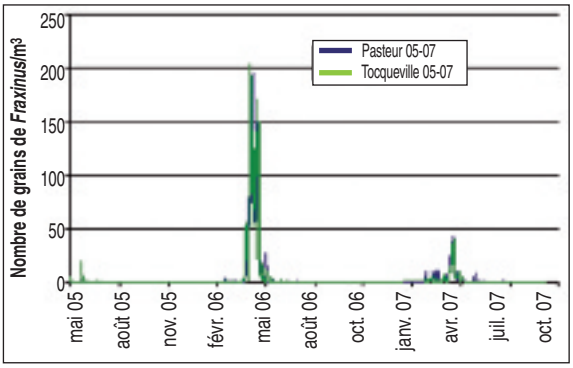


Figure 18.
Suivi quotidien des comptes de *Fraxinus* sur les capteurs Pasteur et Tocqueville pendant les saisons 2005, 2006 et 2007.

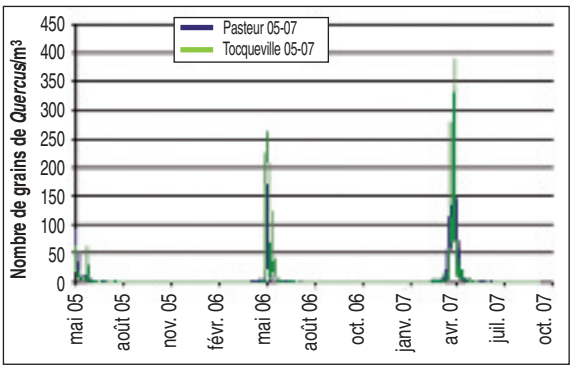


Figure 19.
Suivi quotidien des comptes de *Quercus* sur les capteurs Pasteur et Tocqueville pendant les saisons 2005, 2006 et 2007.

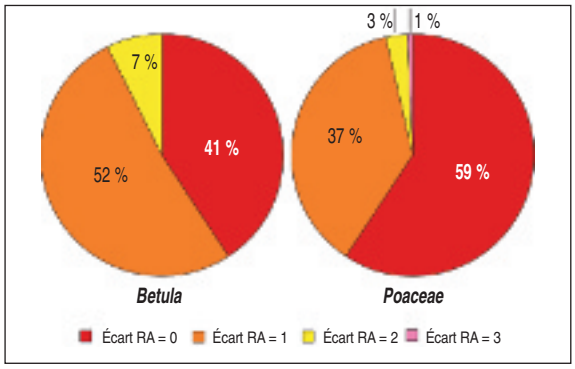


Figure 20.
Comparaison du risque allergique (RA) entre Pasteur et Audubon pour les *Betula* et les *Poaceae.*

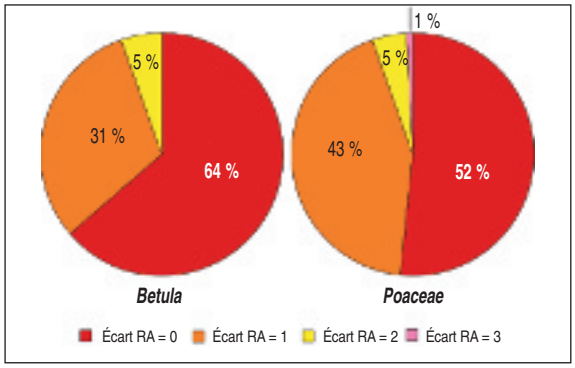


Figure 21.
Comparaison du risque allergique (RA) entre Pasteur et Tocqueville pour les *Betula* et les *Poaceae.*

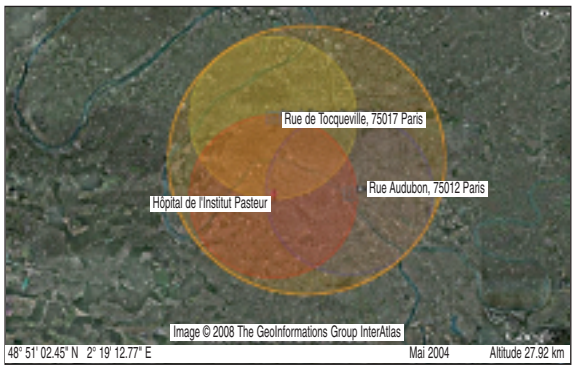


Figure 22.
Couverture de la couronne parisienne.

3.3 Comparaison des risques allergiques (RA) pour les pollens de *Betula* et de *Poaceae* sur les saisons 2003-2004 (capteurs Pasteur et Audubon) et 2005-2007 (capteurs Pasteur et Tocqueville)

Il est également intéressant de comparer les différences de risques allergiques obtenus à partir des comptes polliniques des différents capteurs pendant ces cinq années.

On notera que dans 93 % des cas, l'écart du risque allergique lié aux comptes polliniques de *Betula* entre les sites Pasteur et Audubon (2003 et 2004) est inférieur ou égal à 1 indice, ce qui est satisfaisant. Ce chiffre monte à 96 % des cas pour les *Poaceae* (Figure 20).

Concernant les années 2005 à 2007 (comparaison entre les sites Pasteur et Tocqueville), dans 97 % des cas la différence d'indice est inférieure ou égale à 1 pour les pollens de *Betula,* alors qu'elle est de 95 % dans le cas des *Poaceae.*

4. Discussion – Conclusion

L'étude montre que la couverture du capteur historique de l'Institut Pasteur est proche de celle des capteurs situés dans l'est et le nord de Paris.

Il n'existe pas de différence significative entre les sites Pasteur et Audubon du point de vue des comptes de pollens totaux. Les résultats obtenus sur Pasteur sont supérieurs de 10 % à ceux obtenus sur Tocqueville mais, de même qu'entre Pasteur et Audubon, les principaux taxons collectés sont les mêmes sur les différents sites *(Urticaceae, Poaceae, Cupressaceae-Taxaceae, Betula, Castanea…)* et leur ordre d'apparition par quantité de grains de pollen est similaire pour les deux études.

Sur le plan des quantités de pollens recueillis sur les sites, la végétation locale peut parfois jouer un rôle prédominant avec par exemple des différences quantitatives pour les pollens de cyprès, de platane et d'orties. Toutefois, ces différences de quantités ne jouent pas un rôle dans la détermination du risque allergique d'information.

Par contre, concernant les dates de démarrage et les dates de pics, leur concomitance est suffisante pour l'établissement d'une information similaire, quel que soit le site. À noter quelques pics spécifiques, tel que le chêne sur le site d'Audubon qui présente un premier pic plus précoce, lié probablement à la présence à proximité d'un chêne d'une variété différente des *Quercus robur* classiques de l'environnement parisien.

Pour l'ensemble des taxons d'intérêt allergique étudiés, les variations temporelles de concentrations sont proches. C'est également le cas pour les *Cupressaceae-Taxaceae* dont les quantités de grains recueillis sur Pasteur sont cependant 1,5 fois plus grandes que sur les deux autres capteurs. En effet, concernant certains taxons comme les *Cupressaceae-Taxaceae* et les platanes, les implantations locales ont joué un rôle important. Enfin, l'ambroisie est très rarement isolée, quel que soit le site considéré.

À noter que les niveaux d'information sur les risques allergiques liés à l'exposition aux pollens sont significativement équivalents sur une acceptation d'un point d'indice d'écart.

Dans le cas d'une information du public sur trois niveaux d'indice (faible/moyen/fort), il n'y a pas de différences significatives. On peut considérer que le capteur situé à Pasteur est représentatif de la couronne parisienne (Figure 22) pour l'information sur le risque allergique lié à l'exposition au pollen.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier le personnel du Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris pour leur implication tout au long de cette étude et en particulier : Solène Antoine, Anne Daniel, Vincent Doucet, Catherine Lachenal, Corinne Le Brun, Marie-Christine Lefèvre et Gilles Vérité pour leur travail d'analyses polliniques.

Références

1. Emberlin J, Noris-Hill J. Spatial variation of pollen deposition in North London. *Grana* 1991 ; 30 : 190-5.
2. Guérin B. Pollen et allergie. Varennes-en-Argonne. *AllerBio* 1993 : 279 p.
3. Mitakakis T, McGee A. Reliability of measures of spores of Alternaria and pollen concentrations in air over two towns in rural Australia. *Grana* 2000 ; 39 : 141-5.
4. Thibaudon M, Burnichon A, Deruaz D, Laurent O. Study of the coverage of capture of pollen in Lyon over three seasons (1999, 2000 and 2001). *Allergie et Immunologie* 2002 ; vol. XXXIV (5) : 161-3.
5. Thibaudon M, Sulmont G. The influence of the height position of two captors in Amiens. *Allergie et Immunologie* 2002 ; vol. XXXIV (5) : 169-71.
6. Katelaris C, Burke T, Byth K. Spatial variability in the pollen count in Sydney, Australia: can one sampling site accurately reflect the pollen count for a region? *Annals of Allergy, Asthma & Immunology* 2004 ; 93 (2) : 131-6.
7. Hirst J-M. An automatic volumetric spore traps. *Ann Applied Biology* 1952 ; 39 : 257-65.
8. Kapyla M, Penttinen A. An evaluation of the microscopal counting method of the tape in Hirst–Burkard pollen and spore trap; *Grana* 1981 ; 20 : 131-41.