



Mémoire pour l'obtention du

**Certificat d'Etudes Approfondies Vétérinaires
en Santé Publique Vétérinaire**

Etude des corrélations entre les données d'exposition aux pollens et les données d'impacts sanitaires du Journal Pollinique.

Mission réalisée du 27/02/2014 au 29/08/2014 (mémoire soutenu le 26/06/2014) à Brussieu, au sein du Réseau National de Surveillance Aérobiologique (RNSA) sous la responsabilité de M. Michel THIBAUDON, pharmacien et directeur du RNSA.

Louis BONHÊME
Elève ingénieur agronome, 3^{ème} année
2013-2014

Remerciements

Je tiens à remercier sincèrement les personnes qui m'ont apporté leur aide lors de la réalisation de cette étude et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire :

Le directeur du RNSA, M. Michel THIBAUDON, mon maître de stage, pour m'avoir encadré et accordé sa confiance durant toute la période du stage.

Mme. Christina ASCHAN, docteur en géographie et tutrice scientifique du projet, pour m'avoir conseillé et guidé à des moments clés de cette étude.

Mme. Charlotte SINDT et M. Gilles OLIVER, techniciens du RNSA, pour les réponses immédiates qu'ils ont pu fournir à mes interrogations et plus généralement l'ensemble du personnel du RNSA pour leur accueil chaleureux et leur disponibilité.

M. Robin EPPE, M. Davy LORANS et l'ensemble de l'équipe de la Boutique des Sciences de l'Université de Lyon pour avoir été les instigateurs de ma collaboration avec le RNSA au travers d'un projet nouveau et ambitieux.

Résumé

L'impact sanitaire lié à l'exposition aux pollens allergisants est d'une importance majeure : on estime qu'une personne sur cinq souffre de pollinoses en France.

Le Réseau National de Surveillance Aérobiologique (RNSA) au sein duquel cette étude a été réalisée, est l'organisme chargé d'étudier le contenu de l'air en particules biologiques et leurs effets sur la santé. La présente étude s'intéresse principalement aux espèces végétales dont les pollens présentent un potentiel allergisant élevé : le bouleau, les Poacées (Graminées) et l'ambroisie. Cette étude se concentre sur deux régions de France, la région lyonnaise et la région parisienne. L'objectif principal de cette étude est de comparer les données d'exposition aux pollens aux données d'impact sanitaire afin d'établir l'existence d'une éventuelle corrélation entre ces deux phénomènes et, si elle existe, d'en évaluer le degré. Cette étude évalue également le système actuellement en place pour comparer ces données afin d'évaluer sa pertinence et proposer des pistes d'amélioration.

Les données d'exposition aux pollens sont issues de comptes polliniques journaliers de capteurs volumétriques répartis sur l'ensemble du territoire. Les données d'impact sanitaire sont issues du Journal Pollinique ou Pollen Hayfever Diary (PHD) en anglais, qui permet à ses utilisateurs d'établir quotidiennement un indicateur du ressenti de leur état de santé : le score-symptôme.

Ce mémoire est réalisé à mi-parcours et ne présente donc pas les résultats définitifs de cette étude. Il explicite la méthode employée pour la réalisation de celle-ci, expose les résultats obtenus jusqu'à présent et évoque la suite du travail à accomplir.

La méthode employée fait l'objet d'une discussion et les perspectives de cette étude sont évoquées.

En conclusion, ce mémoire met en avant l'intérêt de la réalisation de cette étude et plus généralement des études comparatives entre les données d'exposition aux pollens et les données d'impact sanitaire. Une avancée dans ce domaine de recherche permettrait une plus grande compréhension du phénomène de pollinose et pourquoi pas le développement de techniques pour le combattre afin de réduire ses effets néfastes sur la santé publique.

Sommaire

Remerciements	1
Résumé.....	2
Table des illustrations.....	5
Liste des abréviations.....	6
I. Introduction	7
II. Présentation du RNSA et de ses missions.	8
1. Historique de la structure.....	8
2. Organisation de la structure	9
a. Organisation administrative.....	9
b. Organisation technique	9
3. Les missions du RNSA.....	10
III. Contexte et objectifs de la mission	11
1. Les pollinoses, véritable problème de santé publique.....	11
a. Prévalence de la rhinite allergique	11
b. Un risque accru en ville.....	11
c. Coût de l'allergie aux pollens	12
2. Importance de la comparaison entre les données polliniques et cliniques ...	13
IV. Méthode retenue pour l'étude	15
1. Présentation des deux bases de données.....	15
a. Les données pollens	15
b. Les données cliniques des personnes	17
2. Méthode retenue pour la réalisation de l'étude	18
a. Récupération et mise en forme des données polliniques	18
b. Exploitation des données polliniques	19
c. Récupération et mise en forme des données du Journal Pollinique	19
d. Exploitation des données du PHD.....	19
V. Résultats	20
1. Données polliniques	20
a. Période de pollinisation	20
b. Comparaison des données des différents capteurs pour la région lyonnaise.....	22
2. Données du PHD	24
3. Comparaison des données polliniques et du PHD.....	25

VI.	Discussion	27
1.	Critiques sur la méthode.....	27
2.	Critiques sur les résultats	28
3.	Difficultés rencontrées.....	28
VII.	Poursuite de l'étude	29
1.	Propositions	29
2.	Recommandations	29
3.	Perspectives.....	30
	Conclusion	30
	Bibliographie	31

Table des illustrations

<i>Tableau 1 : Potentiel allergisant des arbres.....</i>	<i>7</i>
<i>Tableau 2 : Potentiel allergisant des herbacées</i>	<i>7</i>
<i>Figure 1 : Organigramme du centre de coordination du RNSA.....</i>	<i>9</i>
<i>Figure 2 : Structure générique d'un grain de pollen d'Angiosperme (Roland et al. (1987))</i>	<i>13</i>
<i>Figure 3 : Comparaison données Open Health et données pollens 2009-2014 pour la ville de Lyon</i>	<i>14</i>
<i>Figure 4 : Capteur volumétrique de pollen de type Hirst.....</i>	<i>16</i>
<i>Figure 5 : Etapes de l'analyse du contenu de l'air en pollens</i>	<i>16</i>
<i>Figure 6 : Dates de début de pollinisation pour différents taxons dans la région lyonnaise.....</i>	<i>20</i>
<i>Figure 7 : Dates de fin de pollinisation pour différents taxons dans la région lyonnaise</i>	<i>20</i>
<i>Figure 9 : Durée de la période de pollinisation pour différents taxons dans la région parisienne</i>	<i>21</i>
<i>Figure 8 : Durée de la période de pollinisation pour différents taxons dans la région lyonnaise.....</i>	<i>21</i>
<i>Figure 10 : Quantité de pollens d'ambroisie dans différentes villes pendant sa période de pollinisation dans la région lyonnaise.....</i>	<i>22</i>
<i>Figure 11 : Quantité de pollens de Poacées dans différentes villes pendant leur période de pollinisation dans la région lyonnaise.....</i>	<i>23</i>
<i>Figure 12 : Quantité de pollens de bouleau dans différentes villes pendant sa période de pollinisation dans la région lyonnaise</i>	<i>23</i>
<i>Figure 13 : Evolution des scores-symptômes de 4 personnes à Lyon, en 2013.....</i>	<i>24</i>
<i>Figure 14 : Evolution des scores-symptômes de 5 personnes à Lyon, en 2012.....</i>	<i>24</i>
<i>Figure 15 : Comparaison des données pollens et des données PHD de l'utilisateur 19568 pour l'année 2013.....</i>	<i>25</i>
<i>Figure 16 : Comparaison des données polliniques et des données PHD de l'utilisateur 8245 pour l'année 2013</i>	<i>26</i>

Liste des annexes

<i>Annexe 1 : Questionnaire du PHD.....</i>	<i>34</i>
<i>Annexe 2 : Comparaison symptômes/données polliniques pour l'utilisateur.....</i>	<i>35</i>
<i>Annexe 3 : Répartition des capteurs par régions.....</i>	<i>35</i>
<i>Annexe 4 : Capteurs dont les données polliniques ont été extraites pour l'étude.....</i>	<i>36</i>
<i>Annexe 5 : Fichier d'un utilisateur du PHD traité automatiquement par le système..</i>	<i>37</i>
<i>Annexe 6 : Fichier brut obtenu après l'extraction.....</i>	<i>39</i>
<i>Annexe 7 : Description de la méthode de calcul du score-symptôme.....</i>	<i>40</i>

Liste des abréviations

ARIA: Allergic Rhinitis and its Impact on Asthma

AASQA : Association Agrée de la Surveillance de la Qualité de l’Air

DEP : Particules d’Echappement Diesel

DGS : Direction Générale de la Santé

ORS : Observatoire Régional de Santé

PHD : Pollen Hayfever Diary (Journal Pollinique)

PP : Période de Pollinisation

RCA : Rhino-Conjonctivite Allergique

RNSA : Réseau National de Surveillance Aérobiologique

RNSP : Réseau National de Santé Publique

I. Introduction

Chez les Gymnospermes et les Angiospermes, le grain de pollen se définit comme le gamétophyte mâle qui produit les gamètes mâles au niveau des anthères. L'allergie au pollen, ou pollinose, est causée par la présence ou non d'allergènes dans le cytoplasme ou, plus rarement, dans la paroi pollinique. Ces allergènes sont libérés par les grains de pollens. La quantité libérée et la nature de ces allergènes conditionnent les allergies. La plupart du temps, ce sont les plantes anémophiles (dissémination des pollens par le vent) qui sont les plus allergisantes car elles émettent beaucoup de pollens de petite taille qui peuvent facilement pénétrer dans les voies respiratoires hautes. Le potentiel allergisant dépend de la quantité d'allergènes et donc, plus ou moins, de la quantité de pollens émis dans l'air. Il dépend aussi de la sensibilité des individus. En effet, la quantité seuil de pollen pour laquelle les manifestations allergiques vont apparaître est différente pour chaque personne qui peut également être plus ou moins sensible à tel ou tel type de pollen. Le potentiel allergisant du pollen des différentes espèces végétales est classé de 0 nul à 5 très élevé. Les tableaux ci-dessous présentent les potentiels allergisants des principales espèces que l'on retrouve sur notre territoire.

Tableau 1: Potentiel allergisant des arbres

Arbres	Potentiel	Arbres	Potentiel
Cyprès	5	Platane	3
Noisetier	3	Mûrier	2
Aulne	4	Hêtre	2
Peuplier	2	Chêne	3
Orme	1	Pin	0
Saule	3	Olivier	3
Frêne	4	Tilleul	2
Charme	3	Châtaignier	1
Bouleau	5		

Tableau 2 : Potentiel allergisant des herbacées

Herbacées	Potentiel	Herbacées	Potentiel
Oseille	2	Ortie	1
Graminées	5	Chenopode	3
Plantain	3	Armoise	3
Pariétaire	4	Ambroisie	5

Les réactions allergiques apparaissent chez les individus au niveau des zones de contact avec les pollens c'est-à-dire principalement les muqueuses respiratoires et oculaires. Cela se traduit par des rhinites allergiques, voir des rhino-conjonctivites, et de l'asthme allergique. La rhinite allergique liée aux pollens est saisonnière, et est souvent appelée « rhume des foins », bien que cette dernière appellation fasse plus particulièrement référence à l'allergie aux pollens de graminées. On estime qu'en France, et plus généralement en Europe, une personne sur cinq souffre d'allergies aux pollens. Sur cette population, les trois quarts sont allergiques aux pollens de Graminées et la moitié aux pollens d'arbres. Les pollinoses représentent un véritable problème de santé publique. Le Réseau National de Surveillance Aérobiologique (RNSA) a pour mission d'analyser le contenu de l'air en particules biologiques (pollens et moisissures) ayant un effet sur la santé.

II. Présentation du RNSA et de ses missions.

1. Historique de la structure

Le Réseau National de Surveillance Aérobiologique (RNSA) est une association loi de 1901, créée en 1996 pour poursuivre les travaux réalisés depuis 1985 par le Laboratoire d'Aérobiologie de l'Institut Pasteur à Paris. Ce dernier, alors producteur d'allergènes pour tests de diagnostics et pour désensibilisation, avait développé pour ses propres besoins de recherche de nature industrielle un réseau de surveillance des pollens composé à l'origine de quelques stations. Le développement de ce réseau, à l'initiative de l'Institut Pasteur, s'est accéléré les années suivantes (16 stations en 1987, 25 stations en 1989, 31 en 1991 et 41 en 1993). Courant 1994, l'Institut Pasteur, ayant décidé de ne plus poursuivre ses activités de nature industrielle, a fait part de sa décision au Ministère en charge de la Santé de ne plus assurer l'exploitation de ce réseau de surveillances des pollens. Devant cette situation, le Ministère en charge de la Santé a commandé une étude au Réseau National de Santé Publique (RNSP devenu depuis 1998 l'Institut de Veille Sanitaire) afin de réaliser une évaluation scientifique et technique du dispositif exploité par l'Institut Pasteur. Cette évaluation ayant montré, en termes de santé publique, l'intérêt de ce réseau, décision fut prise de constituer une association chargée de l'exploitation de ce dispositif de contrôle du contenu pollinique de l'air. Le RNSA est dirigé depuis sa création par M. Michel THIBAUDON, pharmacien qui travaillait déjà sur ce dispositif lorsqu'il était à l'Institut Pasteur.

2. Organisation de la structure

a. Organisation administrative

L'organisation administrative du RNSA est assez traditionnelle et se compose :

-d'un Conseil d'Administration de 6 à 12 membres répartis en 3 collèges : des analystes (spécialisés dans la mesure, le dénombrement et l'identification des pollens), des médecins (spécialistes ou généralistes) et des membres fonctionnels n'appartenant pas aux deux catégories précédentes. Les membres de ce conseil sont élus pour une durée de 4 ans et renouvelés par moitié tous les 2 ans.

-et d'un Conseil Scientifique composé de membres désignés par la Direction Générale de la Santé (DGS) et l'Institut de Veille Sanitaire. On retrouve parmi ses membres des spécialistes en allergologie, en palynologie, et des analystes spécialisés dans la détermination et l'analyse des contaminants biologiques de l'air (pollens, moisissures).

b. Organisation technique

L'organisation technique repose sur :

- Un centre de coordination, d'animation et de formation.

- Un réseau de partenaires à l'échelle nationale (analystes, ASQAA (Association Agréée de la Surveillance de la Qualité de l'Air), médecins sentinelles) chargés d'exploiter les appareils de mesure, d'effectuer les analyses du contenu pollinique de l'air et d'élaborer les bulletins cliniques.

i. Le centre de coordination

Placé sous la responsabilité de M. Michel THIBAUDON, le centre de coordination est basé dans des locaux spécifiques à Brussieu, commune située à l'ouest du département du Rhône, dans les Monts du Lyonnais.

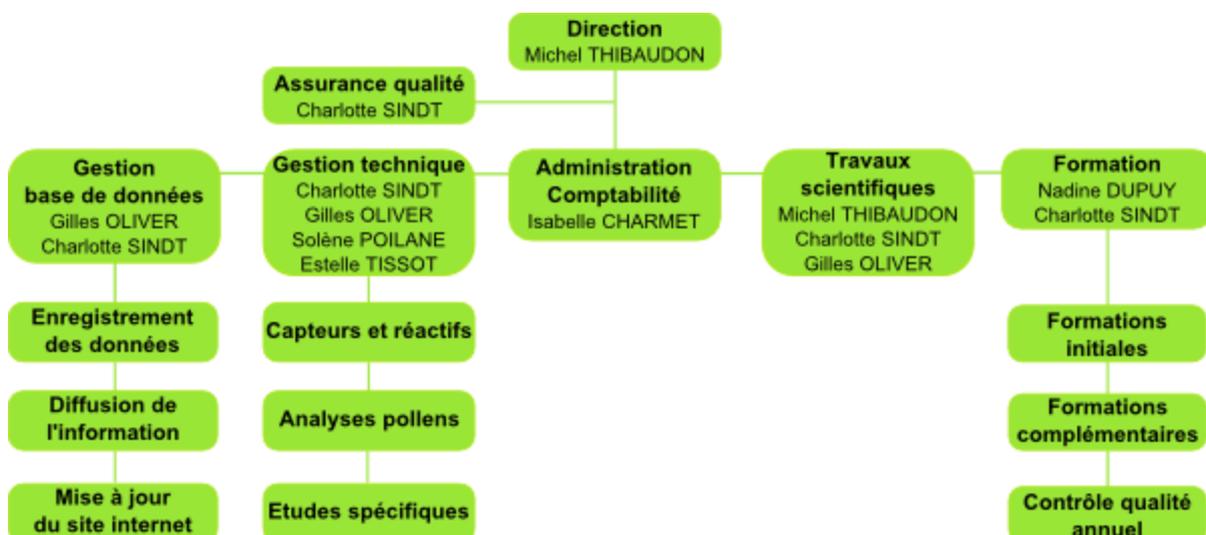


Figure 1 : Organigramme du centre de coordination du RNSA

ii. Les partenaires :

Les partenaires peuvent être répartis entre trois grandes catégories :

- les exploitants des appareils de prélèvements des pollens (qui sont souvent les analystes); actuellement 80 capteurs de pollens répartis sur l'ensemble du territoire sont en fonctionnement pour assurer le contrôle du contenu pollinique de l'air. 7 capteurs fonctionnent actuellement pour le contrôle des moisissures.

- des analystes du contenu pollinique de l'air ; 29 sites d'analyses se répartissent actuellement les 80 postes en fonctionnement

-des médecins sentinelles (au nombre de 116) chargés de remplir chaque semaine un bulletin clinique lié aux problèmes de santé rencontrés par leurs patients exposés à l'action des pollens et qui est utilisé par le centre de coordination pour l'élaboration du bulletin allerge-pollinique.

3. Les missions du RNSA

Le RNSA a pour objet principal l'étude du contenu de l'air en particules biologiques pouvant avoir une incidence sur le risque allergique pour la population, c'est-à-dire l'étude du contenu de l'air en pollens et en moisissures ainsi que du recueil des données cliniques associées. Cette partie métrologie est le poste le plus important de cette structure.

Le centre de coordination du RNSA est chargé de l'animation d'un réseau de partenaires et de la centralisation des données générées par les différents acteurs (analyses et bulletins cliniques) en vue de leur exploitation et de leur diffusion dans un but d'information, auprès de ceux qui en ont besoin (pouvoirs publics, scientifiques, politiques, professionnels de santé, grand public et patients concernés par les pollinoses). Cette information prend la forme de bulletins allerge-polliniques hebdomadaires nationaux et régionaux (67bulletins), de bulletins moisissures nationaux, de bulletins phénologiques, d'une carte de vigilance nationale...

Les activités de formation initiale et complémentaire des analystes à la lecture des pollens sont hébergées par le centre de coordination (2 semaines pour la formation initiale, 3 jours pour la formation complémentaire). Un contrôle qualité est également effectué chaque année afin de vérifier les compétences des différents analystes.

Enfin, le RNSA poursuit des activités scientifiques en participant à des colloques nationaux et internationaux, à des projets de recherches français et européens (mesure des allergènes dans l'air, étude de nouveaux types de capteurs de pollens,...). La structure publie également des articles scientifiques et réalise des

posters. Chaque année sont organisées les Journées d'Etudes Scientifiques (JES) du RNSA pour communiquer sur ce type d'activités.

III. Contexte et objectifs de la mission

1. Les pollinoses, véritable problème de santé publique.

a. Prévalence de la rhinite allergique

Il est habituellement reporté qu'en France, 20 à 25 % de la population générale souffre d'une maladie allergique, que les allergies respiratoires sont au premier rang des maladies chroniques de l'enfant, et que plus de 10 % de la population française serait concernée par des allergies aux pollens notamment la rhinite allergique. Cependant, la question de la robustesse de ces estimations se pose car les sources ayant permis de les établir ne sont que rarement citées. En 2006, l'étude INSTANT a eu pour objectif principal d'évaluer la prévalence de la rhinite allergique en population générale adulte en France métropolitaine selon les régions. Dans cette étude, la prévalence observée de la rhinite allergique, sans identification de l'allergène responsable, était de 31 % avec une variabilité interrégionale allant de 26 % dans le sud-ouest à 37 % dans les régions Méditerranée et Nord. La prévalence était plus élevée chez les jeunes de 18 à 24 ans (39 %) et diminuait progressivement avec l'âge (22 % pour les plus de 65 ans). La proportion de femmes ayant une rhinite allergique était supérieure à celle des hommes (36 % vs. 25 %, $p < 0,001$) (Klossek et al. 2009). L'émergence du rhume des foins a été simultanée aux débuts de l'ère industrielle (Emanuel 1988). Depuis lors, les pollinoses sont en progression constante. D'après une revue bibliographique (Guillam et al. (2008)), la prévalence, en France, des allergies au pollen a triplé en 25 ans.

b. Un risque accru en ville

Si le risque de rhinite allergique due aux pollens (« rhume des foins ») est naturellement présent à la campagne, son ampleur augmente en ville. En effet, certains polluants vont fragiliser les parois des pollens, facilitant ainsi la libération des allergènes qu'ils contiennent. Ainsi, des chercheurs ont décrit les altérations physiques de grains de pollen exposés artificiellement ou collectés dans des atmosphères de zone urbaine ou industrielle en comparaison à des pollens «sains». Ils reportent des fissures et déchirures de l'écine (enveloppe externe du pollen) qui facilitent la libération des allergènes contenu dans le pollen (Peltre 1998; Shahali et al. 2009a; Shahali et al. 2009b). De plus, les polluants peuvent rendre les individus plus sensibles aux allergènes des pollens en modifiant leur réactivité bronchique. Ainsi, les particules d'échappement diesel (DEP) adsorbent les

allergènes polliniques, se comportant en véritables vecteurs facilitant le passage dans les voies aériennes (Charpin 1996; Emanuel 1988). Leur faible diamètre (0,2 µm en moyenne) leur permet de pénétrer au plus profond des voies aériennes et pourrait provoquer, selon certaines études, des crises d'asthme en présence de concentrations en allergènes inférieures aux seuils habituels d'action clinique et induire une réponse inflammatoire susceptible d'aggraver les troubles respiratoires (Boland et al. 2001; Diaz-Sanchez et al. 1997). De plus, les pollens de graminées présentent un faible diamètre. Ils sont donc facilement dispersés et transportés par le vent. Si les premiers symptômes de la pollinose sont une rhino-conjonctivite, très rapidement elle entraîne fatigue, problèmes de concentration, absentéisme à l'école ou au travail et peut évoluer vers un asthme.

c. Coût de l'allergie aux pollens

L'impact de l'allergie aux pollens, et en particulier de la rhinite allergique, sur la qualité de vie est aujourd'hui reconnu. Ainsi la mise à jour en 2008 de la classification ARIA (Allergic Rhinitis and its impact on Asthma) (Bousquet et al. 2009) prend en compte à la fois la symptomatologie et les paramètres de qualité de vie. En fonction de sa forme, « intermittente » ou « persistante », « sévère » ou « modérée à sévère », selon qu'elle perturbe ou non le sommeil, les activités journalières sociales, sportives ou professionnelles, l'allergie aux pollens deviendra handicapante, aura un retentissement sur la qualité de vie (Bousquet et al. 2009; Bousquet et al. 2006; Demoly et al. 2002; Juniper et al. 1994; Leynaert et al. 2000a; Mahr 2007; Young et al. 1997) et un impact économique plus ou moins importants (Bousquet et al. 2009; Meltzer et al. 2011).

La gestion de la rhinite allergique génère des coûts pour la société. Un certain nombre d'études a été conduit pour les estimer. Mais ces études restent limitées et concernent le plus fréquemment les Etats-Unis. De plus, plusieurs synthèses bibliographiques (Reed et al. 2004; Schoenwetter et al. 2004; Simoens et al. 2009) montrent qu'il existe de nombreuses variations au niveau des estimations du fait de la variabilité des critères retenus (différences dans l'identification des patients atteints de rhinite allergique ; différence dans l'attribution des coûts ; limites associées aux données disponibles ...). Ainsi, suivant les études et la prise en compte ou non des effets indirects de la perte de productivité au travail, le coût annuel de la rhinite allergique aux Etats-Unis se situerait entre 2 (Reed et al. (2004)) et 11 milliards de dollars (Meltzer et al. (2011)).

Une étude suédoise estime que les pertes de productivité liées à la rhinite allergique et au rhume en Suède atteindraient 5,1 jours par an par travailleur ce qui représente une perte totale de 2,7 milliards d'euros par an (Hellgren et al. 2010). Une étude allemande à quant à elle évaluée le coût annuel moyen par personne pour une rhinite saisonnière entre 1543 et 9286 euros suivant sa gravité (Schramm et al. (2003)). En France, des études basées sur l'association à court terme entre

la consommation de médicaments antiallergiques dans la population générale et l'exposition aux pollens ont permis d'obtenir une estimation des coûts des pollinoses :

- entre 2004 et 2008, un projet réalisé dans le cadre du plan régional santé environnement de Languedoc-Roussillon a permis d'évaluer le coût annuel direct de la rhino-conjonctivite allergique (RCA) lié aux prescriptions médicales et aux coûts des consultations. Il s'élèverait à 12 millions d'euros en moyenne par an pour 1,92 millions d'habitants, l'allergie aux cupressacées représentant à elle seule 18,8 % de ce coût. Rapporté à la population française, le coût direct de la RCA atteindrait 392 millions d'euros. (Motreff et al. (2013)).

- entre 2007 et 2011, une étude conduite par l'Agence Régionale de Santé et l'Observatoire Régional de la Santé Rhône-Alpes a analysé l'impact sanitaire de l'ambroisie et a estimé ses conséquences économiques. Les auteurs ont montré que les coûts en soins ambulatoires imputables à l'ambroisie dans la région Rhône-Alpes se situent, selon une estimation basse et haute, entre 9,1 et 13,9 millions d'euros en 2010, et 14,2 à 20,0 millions d'euros en 2011. De 2008 à 2011, la population concernée a augmenté de plus de 70 %, et les dépenses de santé liées à l'ambroisie ont augmenté de 90 % (hors produits de désensibilisation et hors médicaments antiasthmatiques qui n'étaient pas pris en compte en 2008) (ORS Rhône-Alpes (2010); ORS Rhône-Alpes (2011); ORS Rhône-Alpes (2012)).

2. Importance de la comparaison entre les données polliniques et cliniques

Il est important de ne pas limiter les recherches scientifiques aux seules données polliniques. En effet, ce sont les allergènes contenus à l'intérieur du grain de pollen et non le pollen lui-même qui sont la cause des manifestations allergiques.

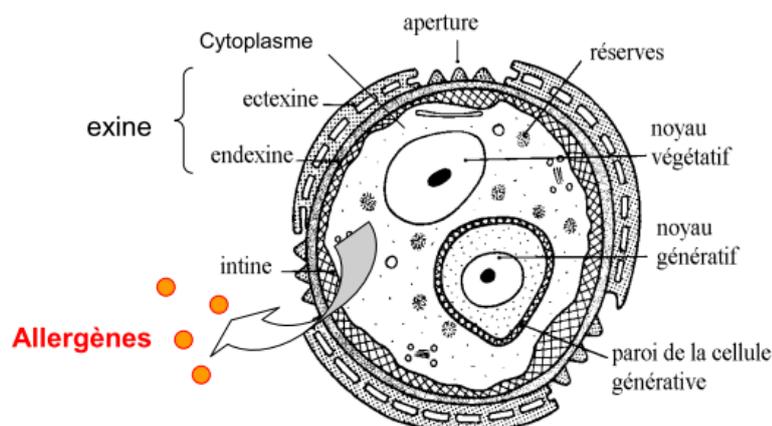


Figure 2 : Structure générique d'un grain de pollen d'Angiosperme (Roland et al. (1987))

A certaines occasions, il arrive que pour une même quantité de pollens présents dans l'air, une quantité beaucoup plus importante d'allergènes soit détectée. C'est le cas lors des orages ou des fortes pluies, lorsque l'humidité dans l'air ou les gouttes de pluie provoquent un choc osmotique entraînant la libération du contenu des grains de pollens. Ainsi, il est intéressant de comparer la quantité de pollens dans l'air et la quantité d'allergènes présents dans l'air. Or, la quantité d'allergènes dans l'air est difficilement mesurable. C'est pourquoi on compare les données polliniques aux données cliniques pour évaluer l'influence de la présence des pollens dans l'air sur la santé des personnes. Une telle étude est menée actuellement au sein du RNSA avec la comparaison entre les données polliniques de différentes villes et les données fournies par OpenHealth sur la vente de produits anti-histaminiques dans les pharmacies.

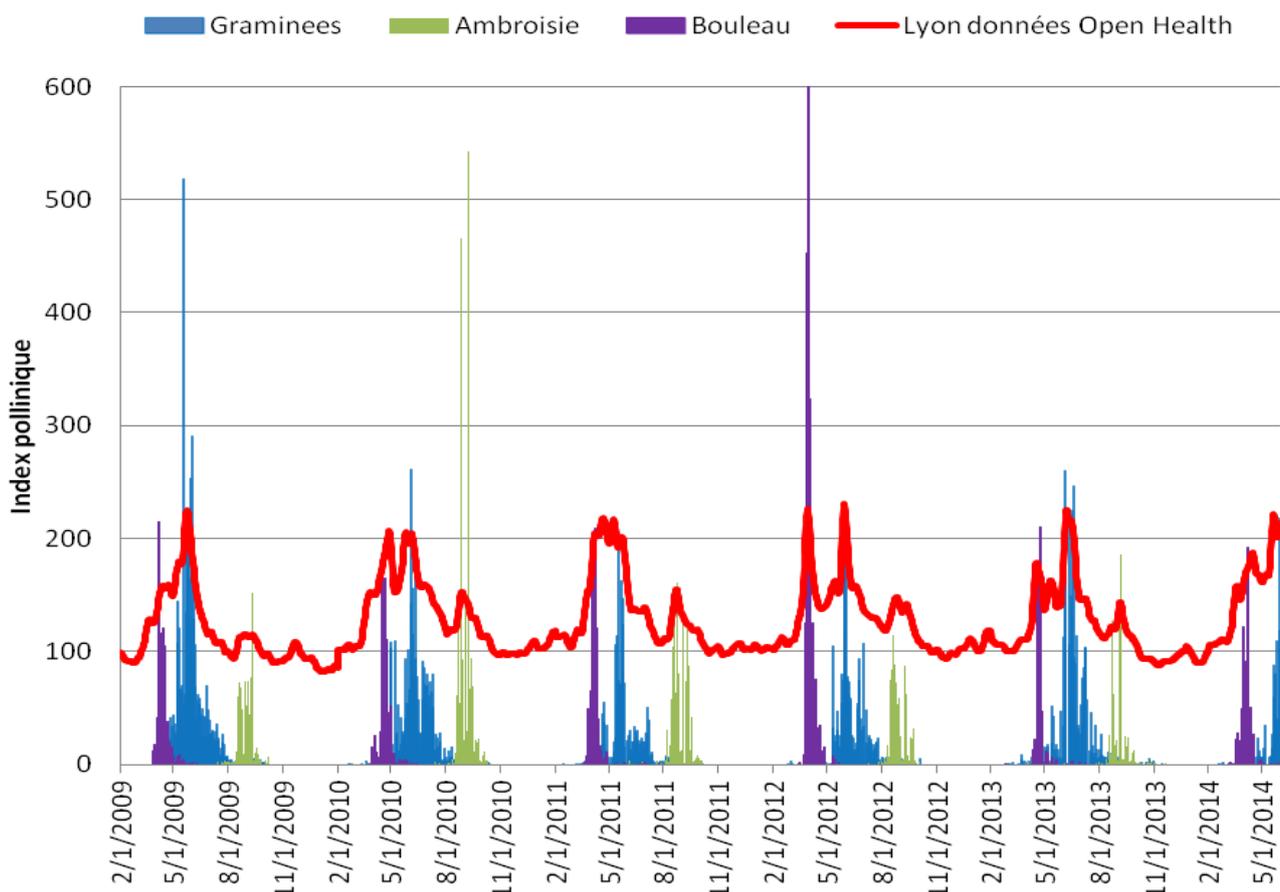


Figure 3 : Comparaison données Open Health et données pollens 2009-2014 pour la ville de Lyon

On constate sur ce graphique (figure 3), que les pics de ventes de médicaments anti-histaminiques correspondent aux pics polliniques des différentes espèces végétales les plus allergènes de la région lyonnaise.

C'est une mission similaire qui m'a été confiée par le RNSA, à savoir la comparaison entre les données polliniques et les données cliniques renseignées par les personnes elles-mêmes

IV. Méthode retenue pour l'étude

1. Présentation des deux bases de données.

L'étude que je réalise actuellement consiste à comparer deux types de séries temporelles, les données pollens et les données cliniques des personnes. J'ai décidé de me concentrer sur deux régions de France : Paris et Lyon.

a. Les données pollens

Les variables d'exposition (données polliniques) sont des données journalières. Les comptes polliniques proviennent directement du RNSA

i. Récolte des pollens dans l'air

Les pollens étant présents dans le milieu aérien, l'exposition des individus se fait par inhalation. La taille des grains variant le plus souvent entre 25 et 75 μm , les particules atteignent les voies respiratoires supérieures. Le débit moyen de la respiration d'un adulte est de 10L d'air par minute.

Les données polliniques sont recueillies grâce à l'implantation de capteurs sur l'ensemble du territoire. La répartition de ces capteurs a été effectuée en fonction des cartes botaniques, des cartes climatiques et de la répartition de la population. 80 capteurs sont installés sur l'ensemble du territoire national. Chaque capteur couvre un rayon de 20 à 30 km, ainsi, environ 60% de la population française est couverte par ce réseau. Les capteurs sont installés sur les toits d'immeubles en ville afin de mesurer « l'exposition de fond » en évitant les contaminations de proximité liées à des sources d'émissions ponctuelles (végétation locale).

Les instruments de mesures sont des capteurs volumétriques de type Hirst. Cet appareil est muni d'une girouette qui permet à une buse d'aspiration d'être maintenue en permanence face au vent. Ces capteurs aspirent les particules en suspension dans l'air à un débit constant et identique à celui de la respiration humaine (Thibaudon et al. (2009)) grâce à une pompe à vide. L'intérieur du capteur est constitué d'un tambour cylindrique qui tourne à raison de 2mm par heure devant la buse d'aspiration. Ce tambour est recouvert d'une bande de cellophane enduite d'une substance adhésive (à base de silicone) sur laquelle viennent s'impacter les particules d'air aspirées. C'est une horloge qui, une fois remontée, permet la rotation du tambour durant une semaine. Chaque semaine, le tambour du capteur doit être changé et envoyé pour analyse. Ci-dessous (figure 4) un capteur volumétrique de type Hirst.

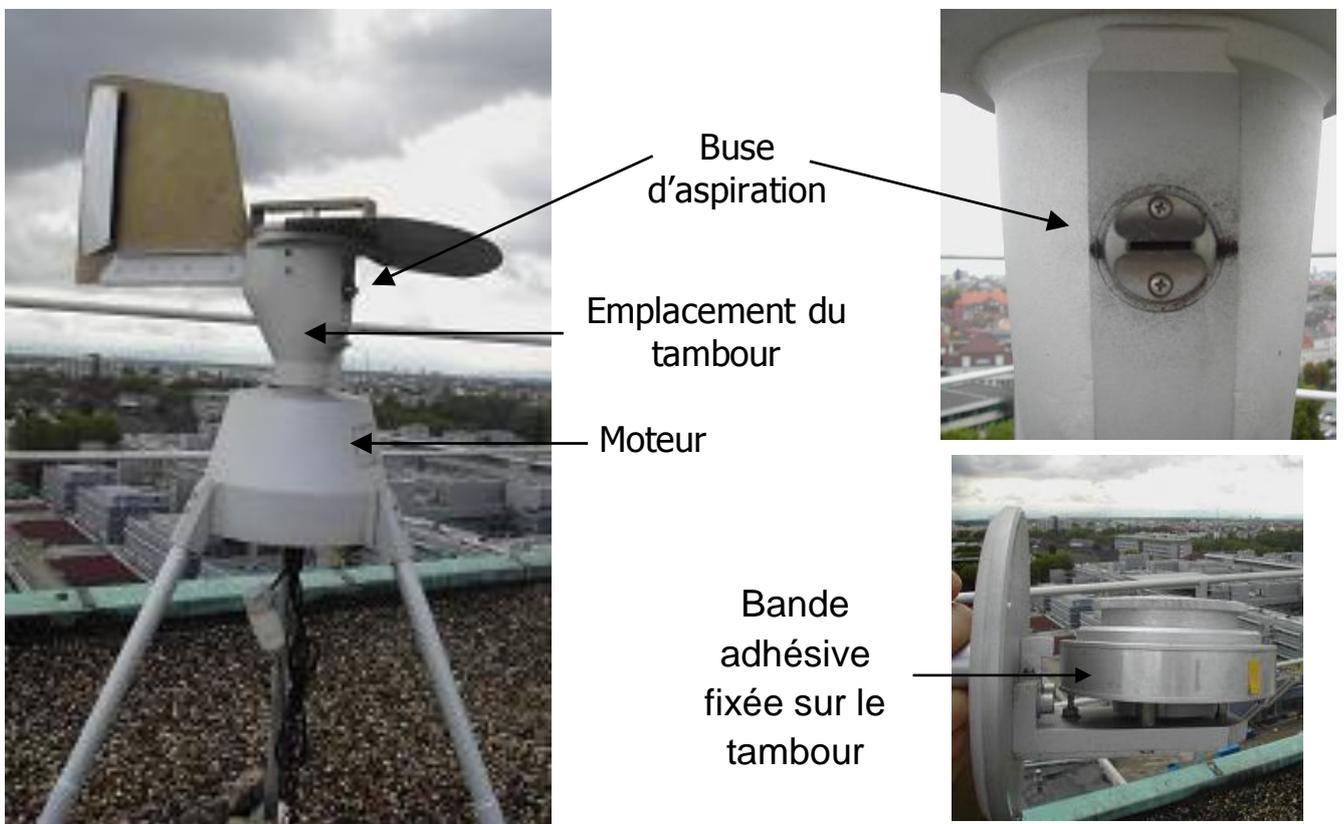
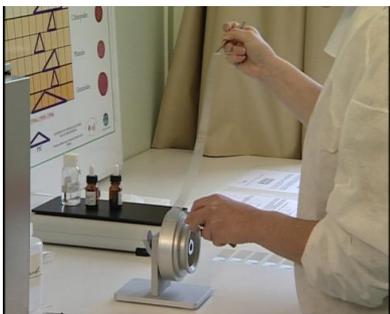


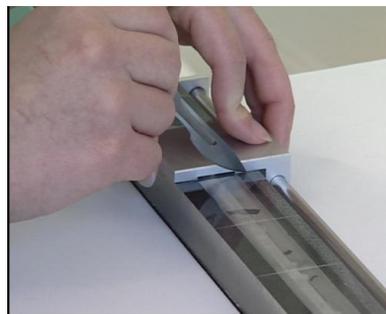
Figure 4 : Capteur volumétrique de pollen de type Hirst

ii. Analyse des pollens dans l'air

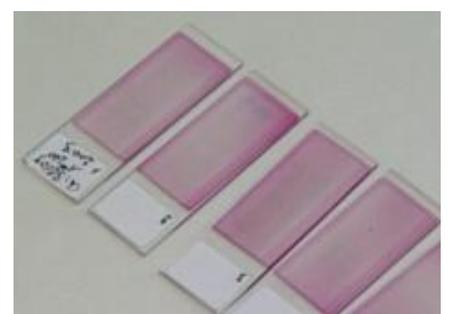
La longueur de la bande de cellophane correspond à une durée de 7 jours d'impaction. Elle est découpée en 7 segments égaux afin d'obtenir les résultats pour une journée. Chaque segment est placé entre lame et lamelle avec un milieu de montage coloré à base de fuchsine. Ce colorant permet de différencier les pollens des autres particules car seule la paroi pollinique se colore.



Prélèvement de la bande



Division de la bande en 7 sections



Une lame par jour



Reconnaissance et comptage des pollens

Figure 5 : Etapes de l'analyse du contenu de l'air en pollens

Les analyses des lames consistent à identifier et compter les grains de pollens. Pour se faire, les analystes utilisent un microscope optique (grossissement X400). Un logiciel de reconnaissance vocal (ViaVoice) permet d'enregistrer plus facilement le nom des pollens reconnus et leurs quantités au fur et à mesure de la lecture. Celle-ci s'effectue de manière horizontale le long de deux lignes situées respectivement à 4,5 et 9,5mm du bord supérieur de la lame. Les résultats obtenus sont exprimés en nombre de grains de pollen par m³ d'air par jour. Ces données sont ensuite transférées sur une base de données européenne : EAN database (European Aeroallergen Network).

b. Les données cliniques des personnes

i. Présentation du Journal Pollinique

Le Journal Pollinique est un système d'enregistrement en ligne des symptômes ressentis au quotidien par des personnes préalablement inscrites sur le site internet (<https://www.pollendiary.com/Phd/fr/start>). Ce dispositif s'adresse avant tout aux personnes souffrant de pollinoses et présentant des symptômes respiratoires et oculaires. Le Journal Pollinique est la version française du PHD (Pollen Hayfever Diary), réseau européen mis en place en 2010 par l'Université de Vienne (Autriche). Les objectifs de ce dispositif sont d'obtenir :

- un nombre significatif de réponses afin d'établir un seuil de sensibilité par taxon et par région,
- des scores symptômes qui découlent directement du ressenti de son état par l'utilisateur,
- des relations entre les symptômes d'allergies et la concentration de pollens dans l'air du lieu indiqué (Shqeif et al. (2010)).

L'utilisateur procède à la saisie de quelques données sur son état de santé en remplissant quotidiennement un questionnaire (région, état de santé général, symptômes rencontrés, médicaments utilisés) (Annexe 1). En fonction de ses réponses, un score symptôme lui est attribué chaque jour. L'ensemble des résultats est stockée dans une base de données reliée à la base de données EAN. Chaque utilisateur pourra alors consulter une courbe de visualisation de ses symptômes (Annexe 2) pour savoir quels pollens sont présents dans l'air de sa région au moment où il ressent des symptômes.

ii. Calcul du score symptôme.

La méthode de calcul du score symptôme a été réalisée par des allergologues et des cliniciens. Cette méthode est expliquée dans une étude autrichienne publiée récemment (Bastl et al.(2013)). Pour le calcul du score symptôme, les organes pris en compte sont le nez, les yeux et les poumons. Pour chacun, on attribue un nombre

de points allant de 0 (aucun inconfort) à 3 (inconfort maximum). On attribue ensuite un point supplémentaire pour un symptôme spécifique de chaque organe affecté :

- nez : démangeaisons / éternuements / écoulement / obstruction
- yeux : démangeaisons / rougeurs / larmoiement / sensation de corps étranger
- poumons : toux / asthme / souffle court / sifflement respiratoire

La prise de médicaments (collyres, gouttes nasales, comprimés anti-allergiques, homéopathie, autre) est également incluse dans le calcul du score symptôme. Un coefficient est associé à chaque type de médicament et est ajouté au total du score symptôme.

2. Méthode retenue pour la réalisation de l'étude

Nous avons vu précédemment que la base de données du Journal Pollinique est reliée à la base EAN. Chaque utilisateur du PHD a en effet accès aux données polliniques de sa « région ». Celles-ci ne correspondent pas aux régions administratives. Le découpage de ces régions est fourni en Annexe 3. Ainsi, les données pollens auxquelles l'utilisateur du PHD a accès sont une moyenne de l'ensemble des capteurs rattachés à sa région. Cette méthode a été mise en place pour éviter une absence de données pour l'utilisateur du PHD. En effet, si celui-ci était relié à un unique capteur et que ce dernier tombait en panne, l'utilisateur n'aurait accès à aucune donnée. Des études ont déjà été menées sur la corrélation entre les données polliniques et les données du PHD à l'échelle d'un pays et cela n'a rien donné (Bastl et al. (2013)). J'ai donc décidé de baser mon étude sur la vérification de la pertinence du système existant, faut-il continuer à utiliser une moyenne des quantités de pollens par « régions »? C'est cette question qui explique pourquoi j'ai décidé dans la suite de mon étude d'être le plus précis possible dans la localisation du lieu des données entrées dans le PHD.

a. Récupération et mise en forme des données polliniques

J'ai récupéré les données polliniques journalières pour les régions parisienne et lyonnaise de 2009 à 2013 pour les pollens présentant le plus fort potentiel allergisant, à savoir les pollens d'ambrosie, d'armoise, d'aulne, de bouleau, de cyprès, de frêne, de noisetier, d'olivier, de platane, de Poacées (Graminées), d'urticacée et enfin le total de tous les pollens par journée. J'ai relevé les données de 25 capteurs pour la région lyonnaise et 7 capteurs pour la région parisienne (Annexe 4). Comme il n'existe que des requêtes prédéfinies sur cette base de données, l'extraction et la mise en forme des données m'ont demandé beaucoup de temps pour rassembler la multitude de fichiers épars en un seul fichier exploitable.

b. Exploitation des données polliniques

Une fois ce travail effectuée, j'ai établi pour chaque année la période de pollinisation (PP) de chaque taxon pour les deux régions. La PP d'un taxon correspond à la période située entre les dates de début et de fin de pollinisation. Il existe de multiples méthodes pour déterminer ces dates. Le choix de l'une d'entre elles comporte toujours une part d'arbitraire. Pour déterminer les dates de début et de fin de pollinisation d'un taxon sur une année, j'ai effectué une somme cumulative des quantités de pollens de ce taxon sur l'ensemble des capteurs de la région. Ainsi, j'ai fixé le début de pollinisation à la date à laquelle 5% de la quantité totale de ce pollen sur l'année est émise et la fin de pollinisation à 95% de cette valeur. Pour évaluer la pertinence de ce procédé, j'ai relevé à chaque fois le nombre de données qu'il faisait entrer en jeu (ainsi, la détermination de la PP pourra être considérée comme plus précise si elle a été effectuée avec 1000 données plutôt qu'avec 10).

c. Récupération et mise en forme des données du Journal Pollinique

Tout comme pour la base de données EAN, il n'existe que des requêtes prédéfinies pour extraire un grand nombre de fichiers de la base de données du PHD. On peut sortir les fichiers des utilisateurs pour une année un à un. Dans ce cas, on obtient un fichier avec de nombreuses données statistiques (annexe 5). Le problème réside dans le fait qu'aucun test ni aucune formule ne sont spécifiés sur ce type de fichier, il est donc impossible de savoir ce qui a été fait. J'ai donc opté pour une solution différente afin d'extraire un grand nombre de données. Ainsi, j'ai entré les critères suivants pour obtenir les données : données des utilisateurs du PHD de la région lyonnaise (ou parisienne), ayant renseignés un minimum de 100 données entre le 01/01/2010 et le 01/01/2014. J'ai ainsi obtenu pour chaque région un fichier de plus de 15000 données Annexe 6. Cependant, toutes ces données n'étaient pas exploitables. En effet, soit le lieu où se trouvait la personne au moment de remplir le PHD n'était pas renseigné, soit il ne correspondait pas à la région étudiée. On peut expliquer cela par le rattachement d'une personne à une région lors de son inscription. J'ai perdu ainsi un grand nombre de données :

- pour la région lyonnaise, j'ai obtenu 17032 données, dont 2627 ne concernent pas la région lyonnaise avec également 1899 données où la localisation n'est pas renseignée, donc 12506 données exploitables (perte de 27% des données, sans compter les données situées à plus de 30 km d'un capteur).

- pour la région parisienne, j'ai obtenu 16477 données, dont 1481 ne concernent pas la région parisienne avec également 4222 données où la localisation n'est pas renseignée, donc 10774 données exploitables (perte de 35% des données, sans compter les données situées à plus de 30 km d'un capteur).

d. Exploitation des données du PHD

J'ai ensuite effectué le calcul du score-symptôme pour chacune des données de ces fichiers en suivant la méthode donnée dans la publication en annexe 7 (Bastl et al. (2013)).

Pour avoir une idée de la pertinence de la comparaison des données du PHD avec les données pollens fournies par les capteurs, j'ai décidé d'indiquer pour chaque donnée, les trois capteurs les plus proches ainsi que leurs distances. Pour cela, j'ai réalisé plusieurs étapes :

- dans un premier temps, j'ai recherché un fichier sur lequel figuraient toutes les communes de France avec leurs coordonnées GPS en format degré décimal

- le RNSA possédait déjà un fichier avec les coordonnées GPS de tous ses capteurs mais les coordonnées étaient en degré horaire, je les ai donc convertis en degré décimal.

- j'ai ensuite appliqué la formule de trigonométrie sphérique ci-dessous pour calculer la distance entre toutes les communes de France et tous les capteurs :

$ACOS(SIN(RADIANS(B1)) * SIN(RADIANS(B2)) + COS(RADIANS(B1)) * COS(RADIANS(B2)) * COS(RADIANS(C1 - C2))) * 6371$ où B1 et C1 sont les coordonnées du premier point et B2 et C2 les coordonnées du deuxième point.

- enfin, pour chaque commune de France, j'ai déterminé les trois capteurs les plus proches ainsi que leurs distances.

J'ai utilisé le fichier ainsi obtenu pour ajouter les trois capteurs les plus proches à chaque donnée du PHD.

V. Résultats

La partie résultats n'est pas complète à ce jour, mon stage ne se terminant que le 31 Août.

1. Données polliniques

a. Période de pollinisation

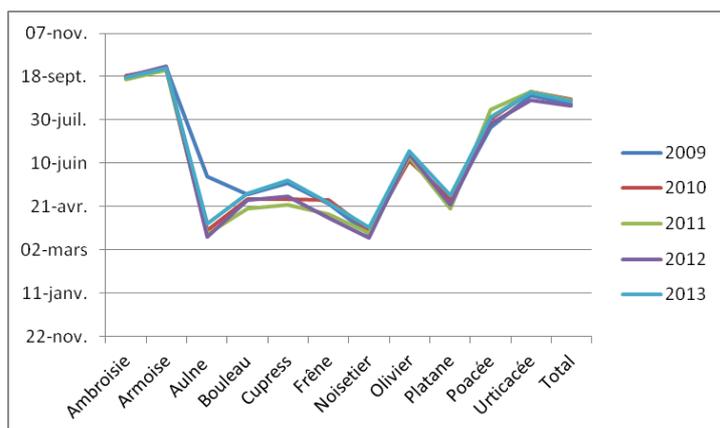


Figure 7 : Dates de fin de pollinisation pour différents taxons dans la région lyonnaise

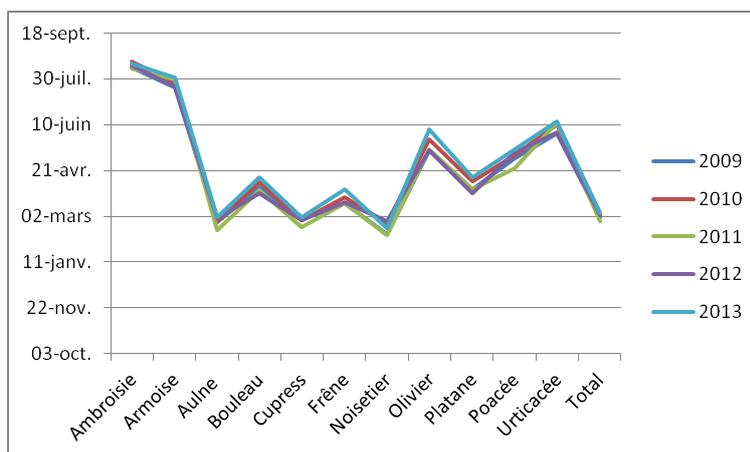


Figure 6 : Dates de début de pollinisation pour différents taxons dans la région lyonnaise

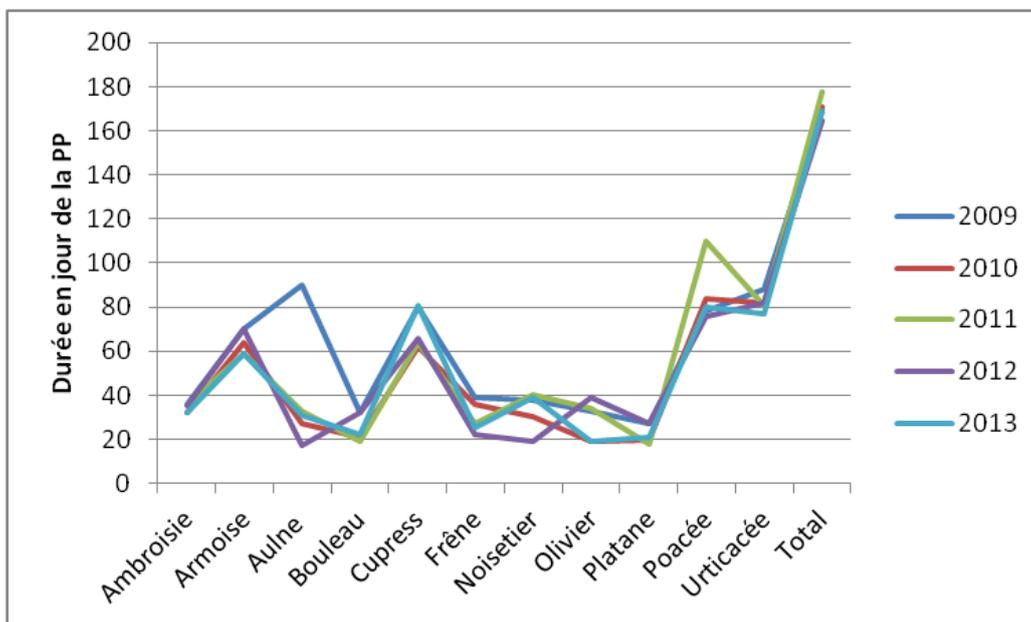


Figure 8 : Durée de la période de pollinisation pour différents taxons dans la région lyonnaise

Pour la région lyonnaise, les différents taxons testés ont semblablement les mêmes dates de début et de fin de pollinisation suivant les années. On constate cependant quelques faits remarquables sur la durée de la période de pollinisation. En effet, les durées des périodes de pollinisation de l'aulne en 2009 et des Poacées en 2011 sont bien supérieures à celles des autres années. Il serait intéressant de chercher la cause de ces phénomènes et de rechercher des épisodes météorologiques exceptionnels à ces époques.

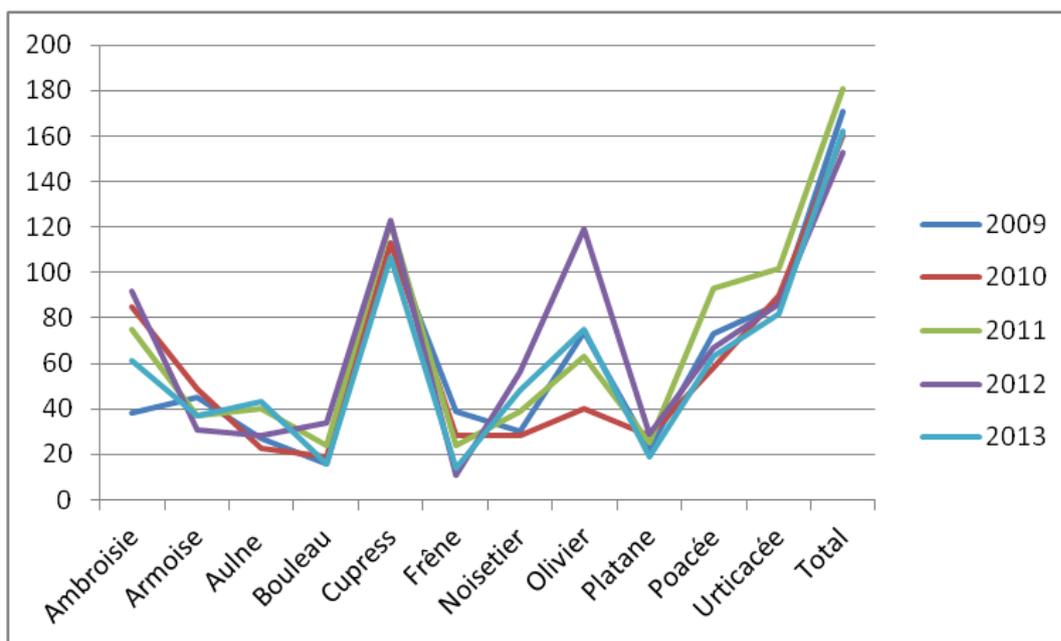


Figure 9 : Durée de la période de pollinisation pour différents taxons dans la région parisienne

Pour la région parisienne, les résultats sont plus chaotiques pour certains taxons. Cela s'explique sûrement par le faible nombre de données disponibles.

b. Comparaison des données des différents capteurs pour la région lyonnaise

Pour cette partie, je me suis concentré sur les trois taxons aux potentiels allergisants les plus élevés (l'ambroisie, le bouleau et les Poacées) sur leurs périodes polliniques en 2013. J'ai également étudié le total de tous les taxons sur cette même année.

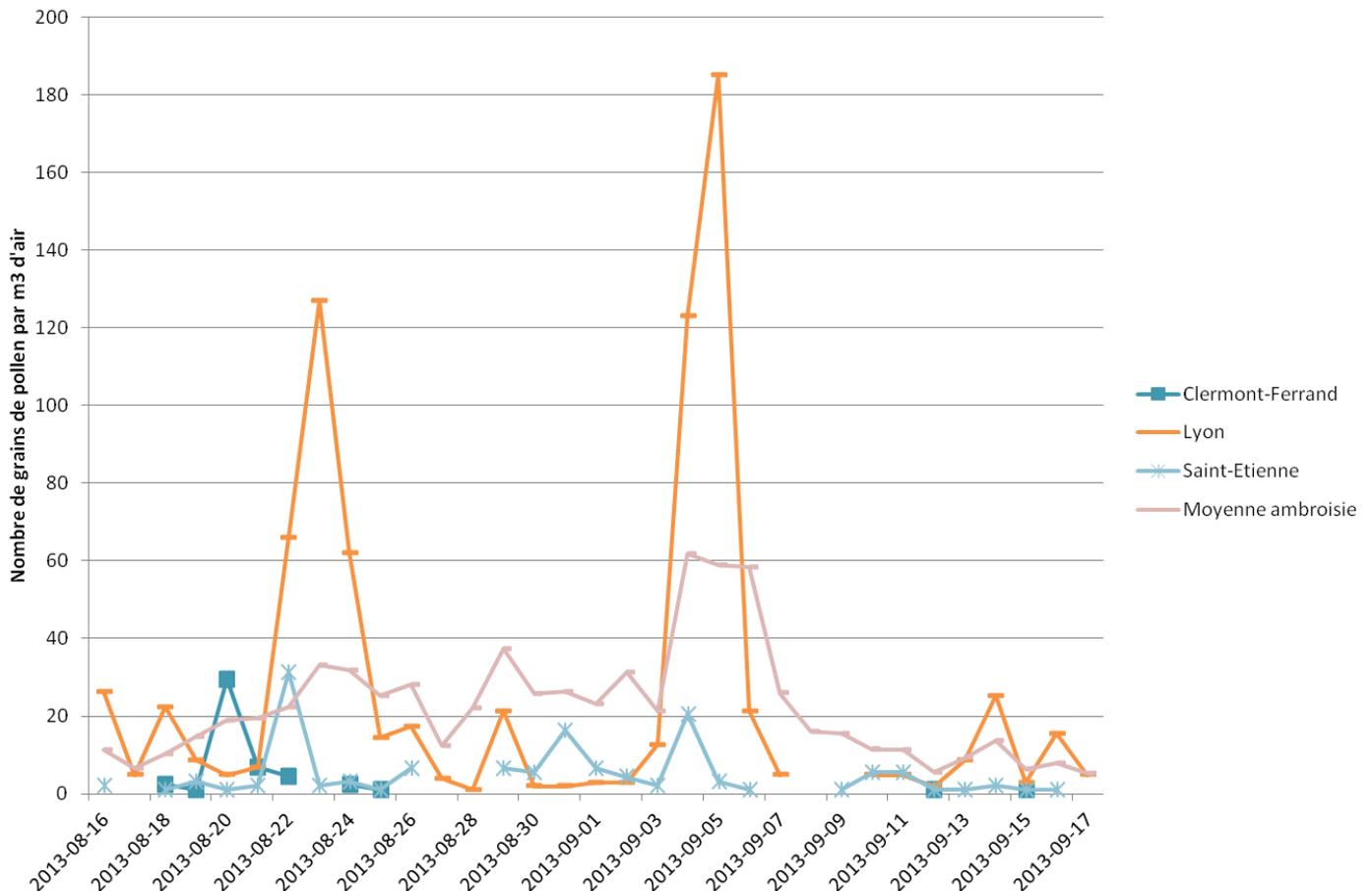


Figure 10 : Quantité de pollens d'ambroisie dans différentes villes pendant sa période de pollinisation dans la région lyonnaise

On constate sur la figure 10 que les enregistrements dans les différentes villes suivent en général la tendance de la moyenne sur la région. Cependant, on peut noter deux problèmes :

-les quantités de pollen trouvées : si on prend l'exemple de la ville de Lyon pour le 23/08 et le 05/09, les quantités de pollens sont très éloignées de celles trouvées en moyenne dans la région.

-les événements exceptionnels : le pic du 31/08 pour la ville de Saint-Etienne ne transparait pas dans la moyenne. A l'inverse, pour le 06/09, la moyenne sur la région est très élevée alors que la présence de pollen d'ambroisie à Saint-Etienne est quasi nulle. Pourtant les Stéphanois auront accès à la donnée de la moyenne, qui ne reflète pas la réalité de la situation.

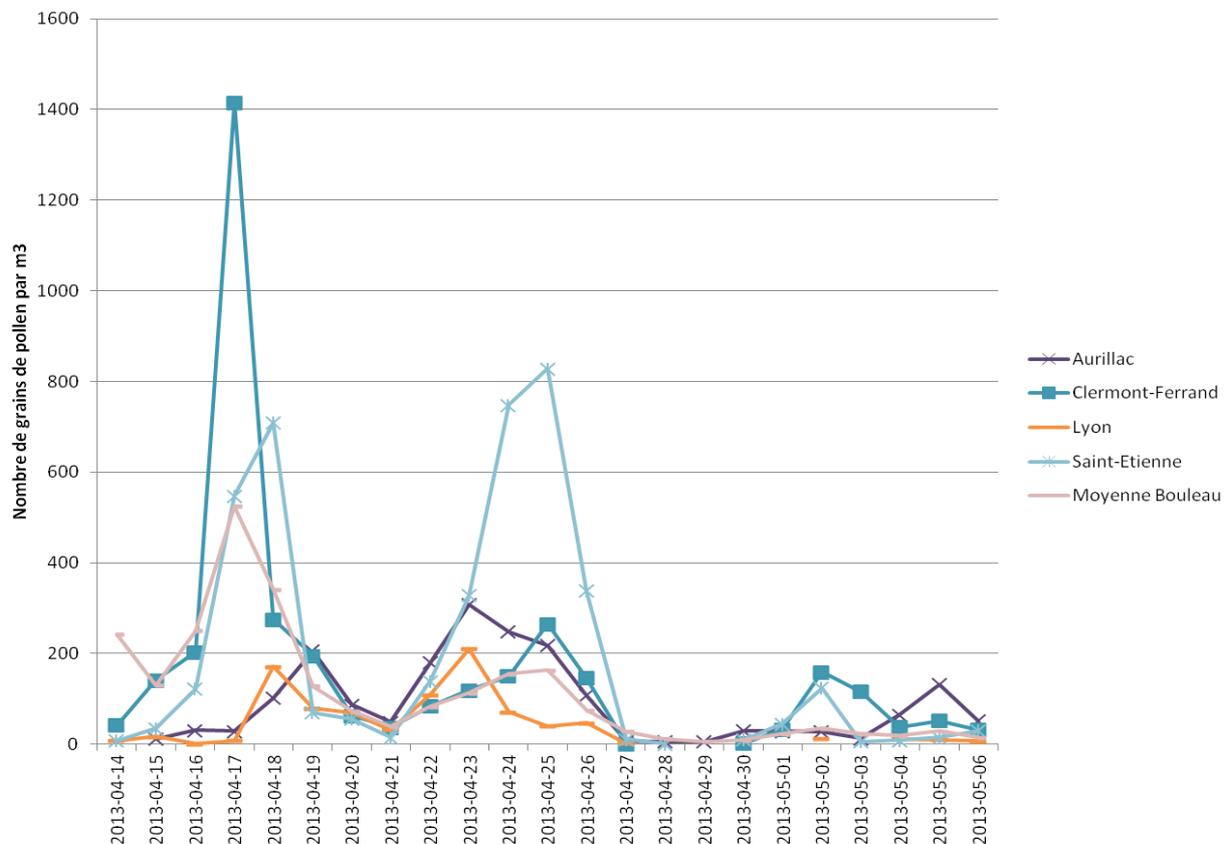


Figure 12 : Quantité de pollens de bouleau dans différentes villes pendant sa période de pollinisation dans la région lyonnaise

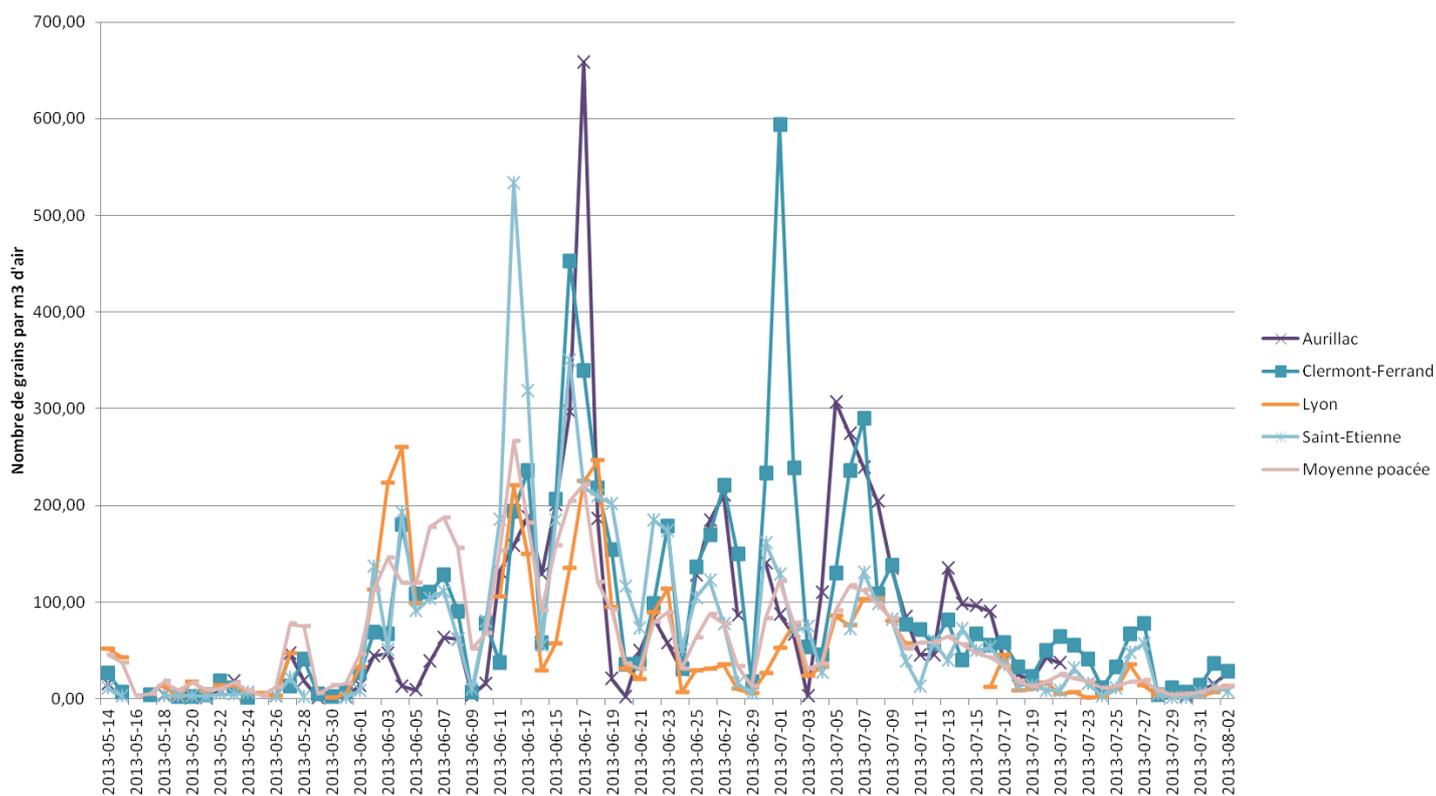


Figure 11 : Quantité de pollens de Poacées dans différentes villes pendant leur période de pollinisation dans la région lyonnaise

On peut faire les mêmes remarques pour les figures 11 et 12, à savoir une tendance générale dans toutes les villes qui colle à la moyenne, mais une imprécision dans le rendu des quantités de pollens et des événements particuliers.

2. Données du PHD

Pour cette partie, je me suis concentré sur le capteur de Lyon. Pour avoir assez de données, j'ai sélectionné quelques utilisateurs lyonnais ayant remplis leur PHD régulièrement en 2012 et 2013. Les données utilisées dans le PHD sont anonymes, ainsi, à chaque utilisateur correspond un numéro d'identification.

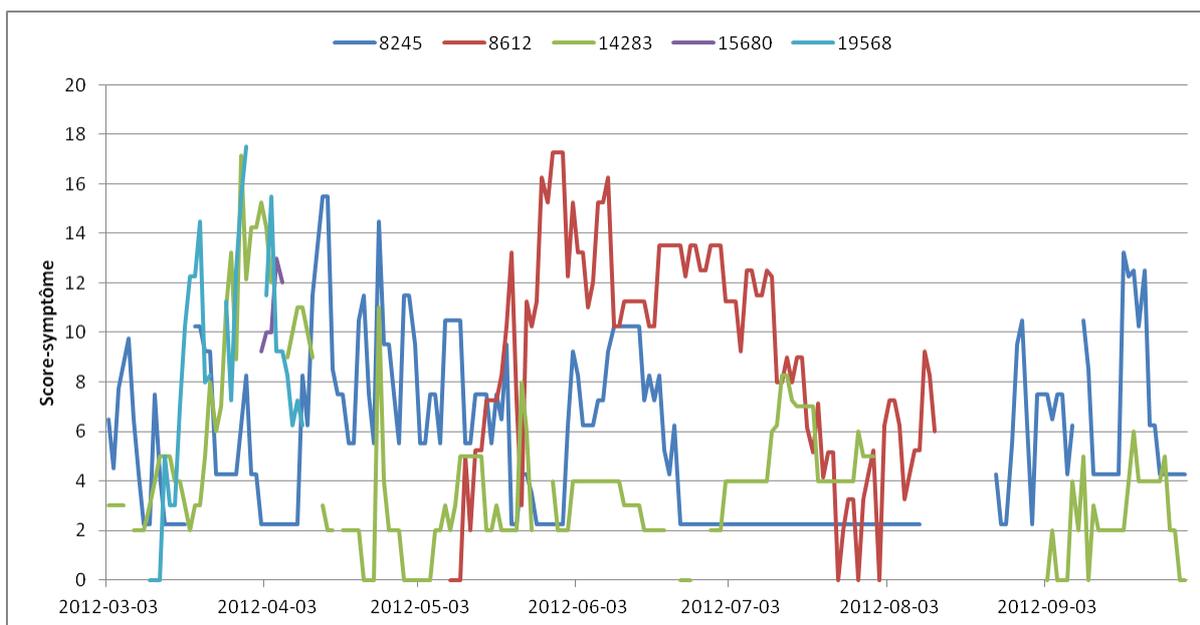


Figure 14 : Evolution des scores-symptômes de 5 personnes à Lyon, en 2012

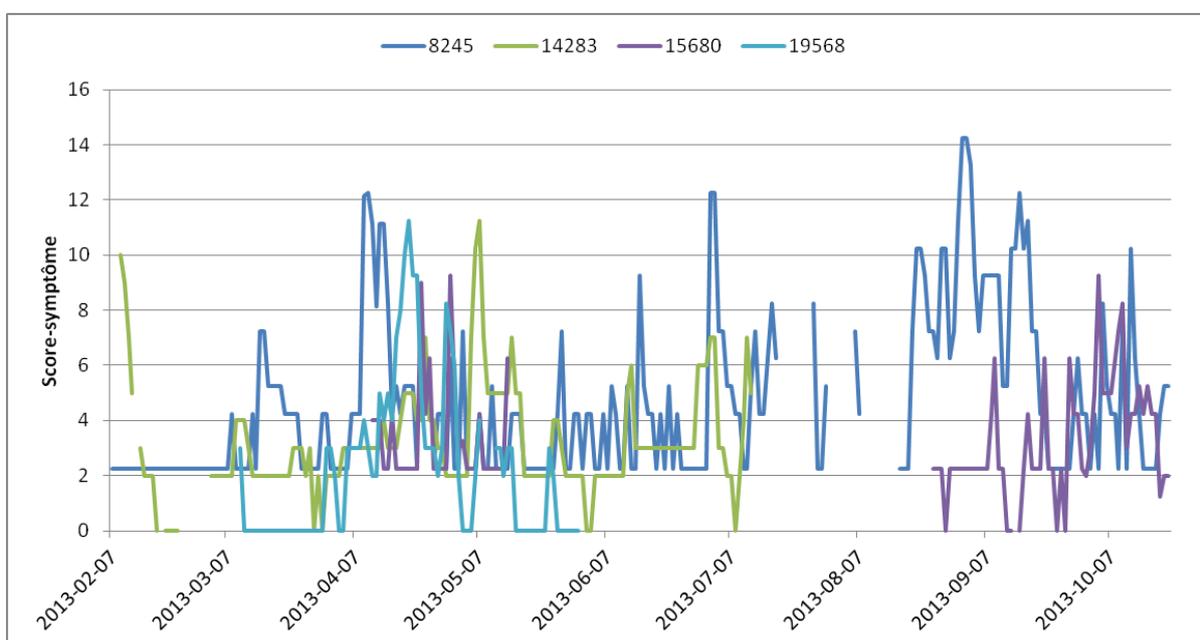


Figure 13 : Evolution des scores-symptômes de 4 personnes à Lyon, en 2013

Sur les années 2012 et 2013, il ne se dégage pas de tendance générale des scores-symptômes des différents utilisateurs. Ceci pourrait être expliqué par la sensibilité différente de chaque personne aux différents pollens.

3. Comparaison des données polliniques et du PHD

Comme précédemment, je me suis concentré sur le capteur de Lyon, pour les années 2012 et 2013. Etant donné qu'il ne se dégageait pas de tendance générale des scores symptômes, j'ai traité les données de chaque utilisateur indépendamment de celles des autres. Ainsi, j'ai comparé les données PHD de chaque utilisateur aux données polliniques fournies par le capteur de Lyon dans un premier temps, puis à la moyenne des données polliniques des capteurs de la région. Concentrons-nous ici sur deux utilisateurs sur l'année 2013.

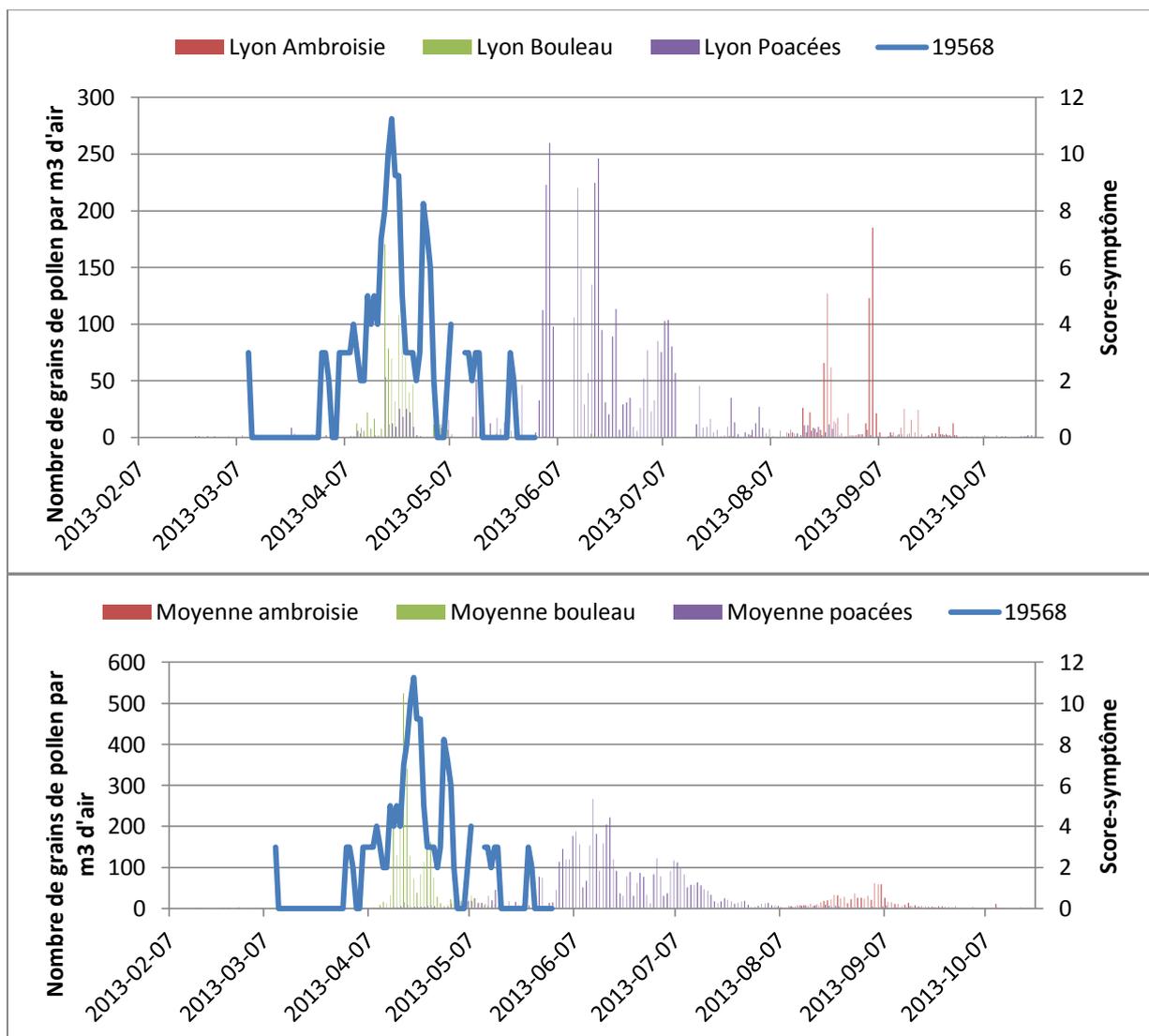


Figure 15 : Comparaison des données pollens et des données PHD de l'utilisateur 19568 pour l'année 2013

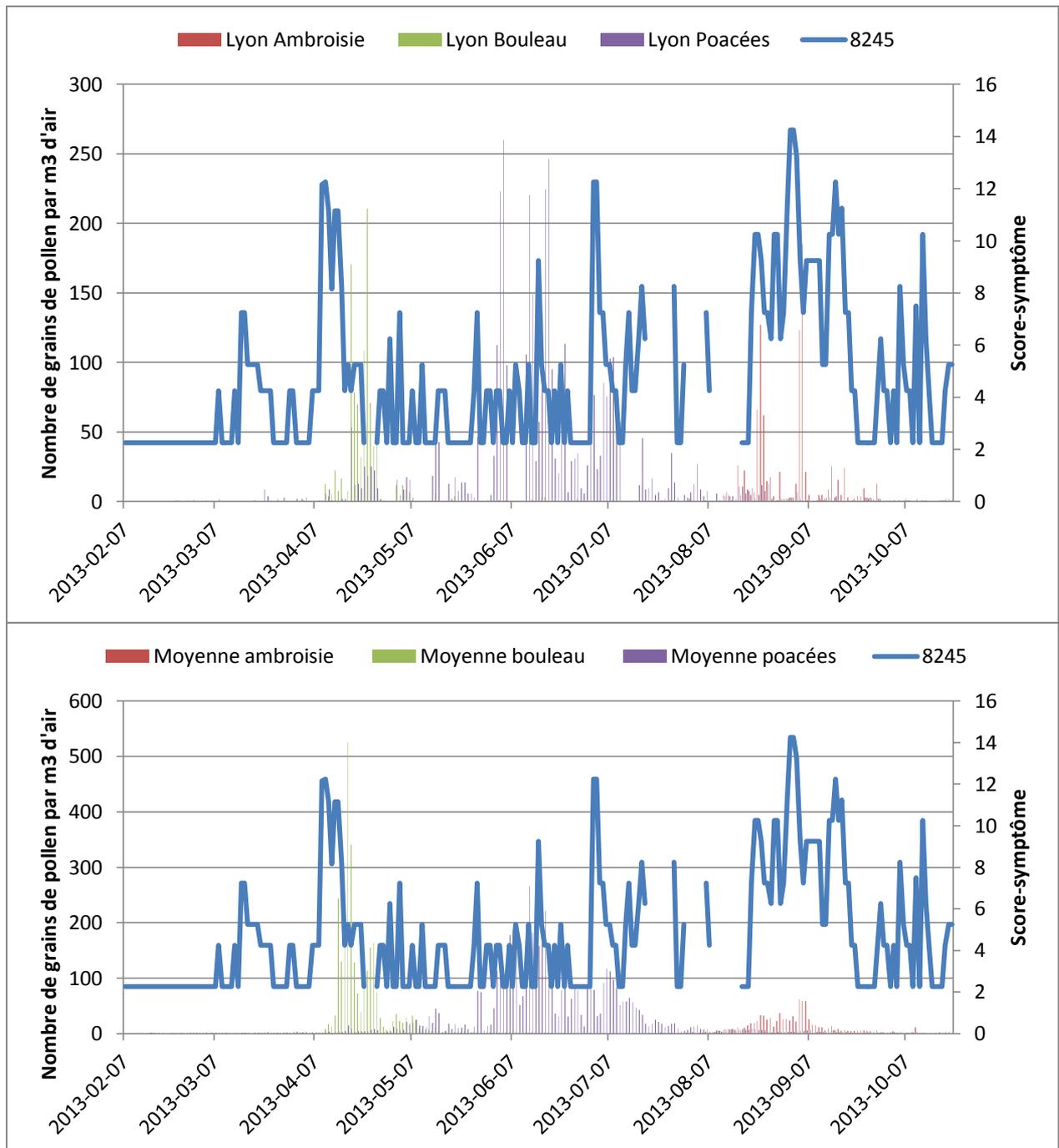


Figure 16 : Comparaison des données polliniques et des données PHD de l'utilisateur 8245 pour l'année 2013

La figure 15 présente un phénomène fréquent dans l'utilisation du PHD. En effet, les utilisateurs du PHD ne se servent du PHD que lors des périodes où ils présentent des symptômes. Ici, on se trouve sûrement dans le cas d'une personne allergique au pollen de bouleau, car la période renseignée correspond à la période de pollinisation de ce taxon.

L'utilisateur 8245 (figure 16), quant à lui, semble être sensible aux trois types de pollens utilisés pour l'étude. On observe bien trois périodes de pics de score-symptôme, avec probablement une plus forte sensibilité au pollen d'ambroisie.

Enfin, sur la figure 15, on note sur le graphique du haut une présence non négligeable de pollen de Poacées dans l'air qui, associés aux pollens de bouleau, pourraient expliquer le pic du score-symptôme de l'utilisateur 19568. Cette association de pollens est absente du graphique du bas.

VI. Discussion

1. Critiques sur la méthode

On peut considérer que j'ai perdu du temps en repartant des données brutes. Leur collecte et leur mise en forme afin de pouvoir les exploiter a été gourmande en temps. Deux études similaires à la mienne avaient été réalisées pour le compte du RNSA. Le directeur m'a demandé de compléter ces travaux en adoptant une méthode différente de celle utilisée pour ces études. C'est pourquoi je n'ai pas utilisé les fichiers déjà travaillés.

L'élimination des données « hors-région » et des données sans localisation du PHD est un choix que j'ai fait. On peut aisément remettre en cause cette décision. En effet, il aurait pu être intéressant de garder ces données pour évaluer un éventuel temps de latence entre exposition aux pollens et manifestations des symptômes. Pour illustrer ces propos, prenons un exemple : un utilisateur quotidien du PHD habitant dans la région lyonnaise. En début de période de pollinisation de l'ambroisie, il prend l'avion pour se rendre à Bordeaux durant deux jours. Le jour de son départ, il est exposé aux pollens d'ambroisie, pourtant, il n'exprimera sa gêne que le soir, en remplissant son PHD à Bordeaux. On a donc une perte d'information pour la région lyonnaise en éliminant cette donnée. Prendre en compte ces données demanderait un travail fastidieux de recherche car chaque donnée manquante doit être recherchée séparément, sans que l'on soit sûre qu'elle existe.

La méthode de détermination de la période de pollinisation est discutable. La somme cumulative que j'ai effectuée par l'absence de données de certains capteurs. En effet, l'absence de données sur une semaine pour un capteur peut arriver. Ceci peut être dû à un problème mécanique de l'appareil ou à une erreur humaine (pas de changement de tambour, horloge non remontée...).

Pour le calcul du score symptôme, je me suis basée sur la méthode que l'on retrouve dans la publication de Mme Bastl. En échangeant avec elle, j'ai appris que cette méthode avait été mise en place par des médecins et allergologues. Cependant, il n'existe aucune publication explicitant la construction de cette

méthode, la publication de Mme Bastl étant la première à la mettre par écrit. Je m'y suis donc fié sans pouvoir vérifier cette méthode.

Même problème pour le calcul de distance entre les capteurs et les communes françaises. J'ai utilisé le fichier rassemblant le nom des communes françaises et leurs coordonnées GPS sans pouvoir vérifier l'exactitude de toutes ces données. Pour évaluer le sérieux de ce fichier, j'ai réalisé un échantillon d'une dizaine de communes afin de vérifier leurs coordonnées GPS.

2. Critiques sur les résultats

La partie résultats de mon mémoire est pour le moment incomplète car elle fait l'état des lieux d'un travail en cours qui se poursuivra jusqu'à la fin du mois d'Août. Je suis actuellement en train de comparer les données polliniques avec les données PHD d'autres villes de la région lyonnaise. Il me reste également à analyser les données de la région parisienne. Pour réaliser ces travaux, je compte réaliser une analyse statistique en utilisant notamment le coefficient de corrélation de Pearson.

L'analyse des résultats obtenus jusqu'alors nous montre qu'il est difficile pour un utilisateur du PHD de déterminer précisément son seuil de sensibilité aux différents types de pollen. En effet, ce dernier n'a accès qu'à des quantités moyennes de pollens sur sa région, ce qui ne reflète pas forcément la situation réelle.

3. Difficultés rencontrées

L'absence de requêtes personnalisables pour les deux bases de données entraîne une perte de temps considérable dans la récupération des données. Les requêtes types disponibles permettent une utilisation facile de ces bases de données pour le travail de routine mais sont très peu pratiques pour un travail de recherche. Cependant, on peut saluer le travail de M. Jäger, de l'Université de Vienne, qui est à l'origine de la construction de ces bases de données et qui réalise sa gestion quotidienne de manière bénévole.

Lors du calcul du score-symptôme, que j'ai effectué à partir des données brutes, je suis resté longtemps perplexe car je n'arrivais pas à retomber sur les valeurs des fichiers traités automatiquement. Il s'est avéré que l'erreur provenait sûrement du traitement automatique des données, c'est pourquoi j'ai prévenu les personnes en charge de ces travaux en Autriche de ma découverte. Je suis actuellement en discussion avec eux pour obtenir les formules utilisées dans le traitement automatique des données (calcul du score-symptôme et tests statistiques) qui n'apparaissent pas sur les fichiers déjà traités.

Dans cette étude, j'ai accès à un très grand nombre de données. Il est donc primordial de choisir une direction pour l'étude et de s'y tenir. Le tri des données doit être pertinent. De plus, il faut faire face au problème de discontinuité des séries de

données, que ce soit pour les données polliniques ou pour les données du PHD. Au début de mon étude, j'ai sûrement sous-estimé l'importance de l'analyse de la qualité des données, c'est pourquoi je remercie Mme Aschan de m'avoir fait part de l'erreur que j'avais commise. Sur ses conseils, j'ai réalisé des tableaux croisés dynamiques qui m'ont permis de m'orienter vers des séries de données pertinentes et utilisables.

VII. Poursuite de l'étude

1. Propositions

Concernant les bases de données, il faudrait savoir s'il serait possible pour le gestionnaire de modifier légèrement leur organisation afin de pouvoir réaliser des requêtes complexes. Si cette solution est impossible ou trop complexe, le RNSA pourrait demander un calque complet des deux bases de données à un instant T. A partir de ces documents, un bio-informaticien pourrait ainsi mettre en place une base de données interne au RNSA dont l'organisation faciliterait l'extraction et l'utilisation des données pour les travaux de recherche.

Si l'étude réalisée s'avère concluante, à savoir si l'utilisation des données polliniques du capteur le plus proche est plus pertinente que celles données par une moyenne sur la région, le fichier que j'ai créé (donnant les trois capteurs les plus proches ainsi que leur distance pour toutes les communes de France) pourrait être inclus à la base de données du PHD comme une nouvelle table attributaire. Les utilisateurs du PHD auraient alors accès à des données plus précises.

2. Recommandations

Les recommandations concernent essentiellement le PHD.

Je pense qu'il faudrait rendre obligatoire la saisie précise du lieu selon un modèle pour l'utilisation quotidienne du PHD. Ainsi, toutes les données seraient exploitables et harmonisées. En effet, la ré-harmonisation des données constitue un long travail : les données pour une même ville apparaissent à différents endroits selon l'orthographe utilisée (différence de ponctuation, avec ou sans code postal, avec ou sans majuscule,...).

Lors de l'inscription au PHD, il est impératif d'attirer l'attention de l'internaute sur l'importance de remplir ses données chaque jour et de cocher la case qui lui permettra de recevoir un rappel chaque jour. Des séries de données complètes seront bénéfiques à l'utilisateur et permettront de réaliser des études plus poussées. On constate que la plupart du temps, les personnes s'inscrivent puis finissent par abandonner le PHD. En effet, actuellement 9737 personnes sont inscrites en France et seulement 349 d'entre elles ont remplis plus de 100 fois le PHD.

Il faut également accentuer la communication sur le PHD, son principe d'utilisation et ses avantages pour les personnes allergiques. J'ai constaté en parlant avec des gens allergiques aux pollens qu'une majorité d'entre eux ne connaissaient pas l'existence de cet outil. Cette communication pourrait s'effectuer de manière directe par l'intermédiaire d'une campagne de publicité ou de manière indirecte en axant la communication vers les professionnels de santé concernés qui deviendraient le relais de l'information pour les patients.

3. Perspectives

Le PHD devrait profiter d'une vitrine très prochainement avec le lancement d'une application smartphone. Les utilisateurs pourraient ainsi envoyer quotidiennement leurs données, sans avoir forcément accès à un ordinateur connecté à internet. Cette application apporte également des nouveaux services pour les utilisateurs du PHD. Un système de géolocalisation pourrait être associé à l'application pour renseigner de manière précise la localisation de l'utilisateur au moment où il remplit ses données. Ce dernier pourra également comparer son score-symptôme avec le score symptôme moyen des autres utilisateurs, à l'échelle locale ou nationale. Cette évolution possède des avantages et des inconvénients. L'inconvénient majeur serait une appréciation de son état de santé par l'utilisateur biaisée par la moyenne sur sa région (une sorte de compétition au score-symptôme le plus élevé). D'un autre côté, cette évolution pourrait permettre de réaliser un système de surveillance humain des pollens, probablement plus précis que le système de surveillance actuel. En effet, les capteurs de pollens ne peuvent détecter que les pollens présents dans l'air alors que le corps humain est également sensible aux allergènes présents dans l'air. Bien sur, il faudrait du temps et des études poussées sur différents modèles pour réaliser un système de ce genre qui soit efficace.

Conclusion

La réalisation de cette étude et plus généralement des études comparatives entre les données d'exposition aux pollens et les données d'impact sanitaire est primordiale. En effet, une avancée dans ce domaine de recherche permettrait une plus grande compréhension du phénomène de pollinose et de sa prévision. L'appréhension de ce type d'allergies permettrait sûrement de développer contre lui des techniques de lutte efficaces. Bien sur, le phénomène en lui-même ne peut être combattu. On peut cependant réduire la gravité des symptômes qui l'accompagnent en réalisant des prévisions du phénomène. Si les populations sensibles sont prévenues à l'avance, elles pourront prendre des médicaments spécifiques avant l'exposition, ce qui réduira considérablement les effets néfastes des pollinoses. Ainsi, ces personnes traverseront de manière plus agréable les périodes de pollinisation et les dépenses de santé publiques associées à ce phénomène seront largement réduites.

Bibliographie

Publications

Comité d'experts spécialisé « Evaluation des risques liés aux milieux aériens », Groupe de travail « Pollens » Clot B et al. (2014): *État des connaissances sur l'impact sanitaire lié à l'exposition de la population générale aux pollens présents dans l'air ambiant*. Rapport de L'ANSES, Saisine n° « 2011-SA-0151 »

Bastl K, Kmenta M, Jäger S, Bergmann K-C et al. (2013) *Development of a symptom load index: enabling temporal and regional pollen season comparisons and pointing out the need for personalized pollen information*. Published online.

Boland S, Baeza-Squiban A, Marano F (2001) *Respiratory toxicity of diesel exhaust particles: Cellular and molecular mechanisms. Toxicité respiratoire des particules diesel: Les mécanismes cellulaires et moléculaires* 17(5), 596-603.

Bousquet J, Khaltaev N, et al. (2009) *Allergic Rhinitis and its Impact on Asthma (ARIA) 2008 update: In collaboration with the World Health Organization, GA(2)LEN and AllerGen*. ARIA update 2008: Die allergische rhinitis und ihr einfluss auf das asthma 32(8), 306-319.

Bousquet J, Neukirch F, Bousquet PJ, Gehano P, Klossek JM, Le Gal M, Allaf B (2006) *Severity and impairment of allergic rhinitis in patients consulting in primary care*. Journal of Allergy and Clinical Immunology 117(1), 158-162.

Charpin D (1996) *Air pollution and atopy. Pollution atmosphérique et atopie* 36(3), 327-335.

Demoly P, Allaert FA, Lecasble M, Dakhil J, Liabeuf V, Mathelier-Fusade P, Payot F, Vacher JL (2002) *ERASM, a pharmacoepidemiologic survey on management of intermittent allergic rhinitis in every day general medical practice in France*. Allergy: European Journal of Allergy and Clinical Immunology 57(6), 546-554.

Diaz-Sanchez D, Tsien A, Fleming J, Saxon A (1997) *Combined Diesel Exhaust Particulate and Ragweed Allergen Challenge Markedly Enhances Human in Vivo Nasal Ragweed-Specific IgE and Skews Cytokine Production to a T Helper Cell 2-Type Pattern*. Journal of Immunology 158(5), 2406-2413.

Emanuel MB (1988) *Hay fever, a post industrial revolution epidemic: A history of its growth during the 19th century*. Clinical Allergy 18(3), 295-304.

Guillam MT, Ségala C (2008) *Pollen and health effects: Synthesis of epidemiological studies. Pollens et effets sanitaires : synthèse des études épidémiologiques* 48(1), 14-19.

Hellgren J, Cervin A, Nordling S, Bergman A, Cardell LO (2010) *Allergic rhinitis and the common cold - High cost to society*. Allergy: European Journal of Allergy and Clinical Immunology 65(6), 776-783.

Juniper EF, Guyatt GH, Dolovich J (1994) *Assessment of quality of life in adolescents with allergic rhinoconjunctivitis: Development and testing of a questionnaire for clinical trials*. Journal of Allergy and Clinical Immunology 93(2), 413-423.

Klossek JM, Annesi-Maesano I, Pribil C, Didier A (2012) *The burden associated with ocular symptoms in allergic rhinitis*. International Archives of Allergy and Immunology 158(4), 411-417.

- Leynaert B, Neukirch C, Liard R, Bousquet J, Neukirch F (2000) *Quality of life in allergic rhinitis and asthma. A population-based study of young adults*. Am J Respir Crit Care Med 162(4 Pt 1), 1391-6. [In eng]
- Mahr TA (2007) *Therapy in allergic rhinoconjunctivitis: New horizons*. Allergy and Asthma Proceedings 28(4), 404-409.
- Meltzer EO, Bukstein DA (2011) *The economic impact of allergic rhinitis and current guidelines for treatment*. Annals of Allergy, Asthma and Immunology 106(2 SUPPL.), S12-S16.
- Motreff Y, Golliot F, Calleja M, Le Pape A, Fuhrman C, Farrera I, Plaisant I (2013) *Short-term effect of pollen exposure on drug consumption for allergic rhinitis and conjunctivitis*. Aerobiologia, 1-10.
- ORS Rhône-Alpes (2010) *Vers un système d'information sur l'ambrosie en région Rhône-Alpes : analyse des données sanitaires, environnementales, et bilan des actions de lutte menées en 2008*. ORS Rhône-Alpes.
- ORS Rhône-Alpes (2011) *2ème rapport sur l'ambrosie en région Rhône-Alpes : analyse des données sanitaires, environnementales, et enquête auprès des collectivités territoriales*. ORS Rhône-Alpes.
- ORS Rhône-Alpes (2012) *3ème rapport sur l'ambrosie en région Rhône-Alpes : Analyse des données environnementales et médico-économiques*. . ORS Rhône-Alpes.
- Peltre G (1998) *Inter-relationship between allergenic pollens and air pollution. Interrelation entre les pollens allergisants et la pollution de l'Air* 30(10), 324-326.
- Reed SD, Lee TA, McCrory DC (2004) *The economic burden of allergic rhinitis: A critical evaluation of the literature*. PharmacoEconomics 22(6), 345-361.
- Roland JC, Vian B, Roland F (1987) 'Atlas de biologie végétale: Organisation des plantes à fleurs. T. 2.' (Masson)
- Schoenwetter WF, Dupclay L, Jr., Appajosyula S, Botteman MF, Pashos CL (2004) *Economic impact and quality-of-life burden of allergic rhinitis*. Curr Med Res Opin 20(3), 305-17. [In eng]
- Shqeif A, Caillaud D, Thibaudon M, Berger U, Jaeger S (2010) *Pollen Hayfever Diary – Pollens, effet dose-réponse* (presentation JES)
- Schramm B, Ehlken B, Smala A, Quednau K, Berger K, Nowak D (2003) *Cost of illness of atopic asthma and seasonal allergic rhinitis in Germany: 1-yr retrospective study*. European Respiratory Journal 21(1), 116-122.
- Shahali Y, Pourpak Z, Moin M, Mari A, Majd A (2009a) *Instability of the structure and allergenic protein content in Arizona cypress pollen*. Allergy: European Journal of Allergy and Clinical Immunology 64(12), 1773-1779.
- Shahali Y, Pourpak Z, Moin M, Zare A, Majd A (2009b) *Impacts of air pollution exposure on the allergenic properties of Arizona cypress pollens*. Journal of Physics: Conference Series 151.
- Simoens S, Laekeman G (2009) *Pharmacotherapy of allergic rhinitis: A pharmaco-economic approach*. Allergy: European Journal of Allergy and Clinical Immunology 64(1), 85-95.
- Thibaudon M, Oliver G, Sindt C (2009) *Le capteur de pollen un outil pour déterminer l'origine des grains de pollens d'ambrosie*. Rev. Fr. Allergol., 49 (7), 515-523.

Young T, Finn L, Kim H (1997) *Nasal obstruction as a risk factor for sleep-disordered breathing*. The University of Wisconsin Sleep and Respiratory Research Group. J Allergy Clin Immunol 99(2), S757-62. [In eng]

Sites internet

<http://www.pollens.fr/accueil.php> (site du RNSA, consulté durant toute la période du stage)

<https://www.pollendiary.com/Phd/fr/start> (site du Journal Pollinique, consulté durant toute la période du stage)

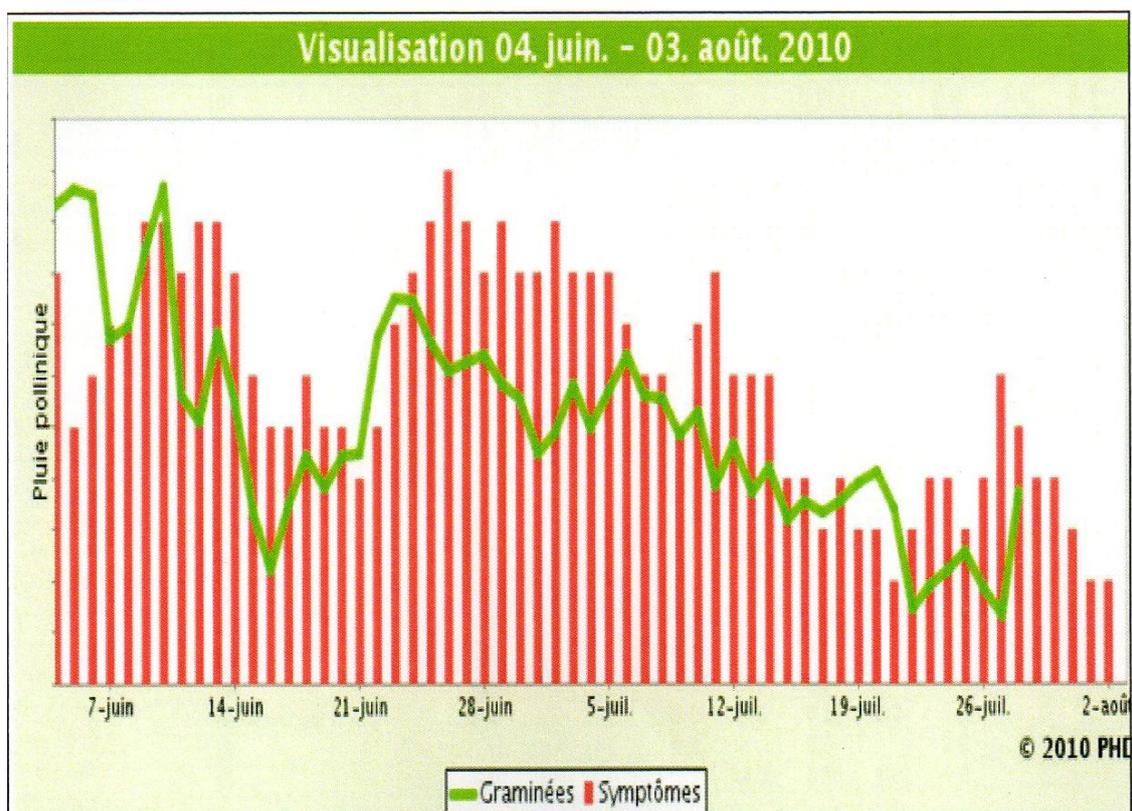
<https://ean.polleninfo.eu/Ean/> (site de la base de données pollens, utilisé à plusieurs reprises pour récupérer les données polliniques)

Annexes

Annexe 1 : Questionnaire du PHD

msa@msa.fr		Saisie des données - 18 juin 2014 (Aujourd'hui)	
Saisie des données Visualisation Historique Paramétrage Régions Gestion des utilisateurs Déconnexion		État de santé général Très mauvais Moyen Très bon   	
Lieu	Pays <input type="text" value="France"/> Lieu <input type="text"/> ?		
Yeux	Problèmes <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Aucun <input type="radio"/> Faible <input type="radio"/> Modéré <input type="radio"/> Sévère 	Symptômes <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Démangeaisons <input type="checkbox"/> Sensation de corps étranger <input type="checkbox"/> Rougeur <input type="checkbox"/> Larmoiement 	
Nez	Problèmes <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Aucun <input type="radio"/> Faible <input type="radio"/> Modéré <input type="radio"/> Sévère 	Symptômes <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Picotements dans le nez <input type="checkbox"/> Éternuements <input type="checkbox"/> Nez qui coule <input type="checkbox"/> Nez bouché 	
Poumons	Problèmes <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Aucun <input type="radio"/> Faible <input type="radio"/> Modéré <input type="radio"/> Sévère 	Symptômes <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Sifflement respiratoire <input type="checkbox"/> Souffle court <input type="checkbox"/> Toux <input type="checkbox"/> Asthme 	
Médicaments	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Aucun <input type="checkbox"/> Collyre <input type="checkbox"/> Gouttes nasales (ou spray nasal) <input type="checkbox"/> Comprimés antiallergiques <input type="checkbox"/> Remèdes homéopathiques <input type="checkbox"/> Autres 	Veuillez sélectionner les médicaments que vous avez pris ou sélectionner "Aucun" si vous n'avez pas eu besoin de médicaments.	
Commentaires	<input style="width: 100%; height: 80px;" type="text"/>		
<input type="button" value="Sauvegarder"/>			

Annexe 2 : Comparaison symptômes/données polliniques pour l'utilisateur



Annexe 3 : Répartition des capteurs par régions

France est	France north	France area	Paris	France south-east	France south west
Bart Besancon Dijon Metz Mulhouse Nancy Nevers Strasbourg Troyes	Amiens Caen Dourbes Lille	Antony Gonesse Melun Orleans Paris Reims Rouen Saint-Quentin en Yvelines		Aix-en-Provence Ajaccio Avignon Bagnols-sur-Cèze* Gap Marseille Montpellier Narbonne Nice2 Nîmes Toulon	Agen Bayonne Bordeaux-Pessac Castres Mont-de-Marsan Pau Perigeux Toulouse

France Rhône Alpes region	France west
Ambérieu-en-Bugey* Annecy Annemasse Aurillac Bagnols-sur-Cèze* Bourg en Bresse Bourgoin Briançon Chalon-sur-Saone Chambéry Clermont-Ferrand Coux Craponne Gap Genas Geneve Gleizé* Grenoble Lyon Macon Montluçon Roanne* Roussillon Saint-Etienne Valence Vichy	Angers Angoulême Bourges Brest reg Cholet Dinan La Rochelle Laroche-sur-Yon Le Mans Limoges Nantes Niort Poitiers Pontivy Rennes Saint-Brieuc Tours

Annexe 4 : Capteurs dont les données polliniques ont été extraites pour l'étude

Capteurs relevés pour la région parisienne	Amiens, Antony, Gonesse, Melun, Paris, Rouen, Saint Quentin.
Capteurs relevés pour la région lyonnaise	Ambérieu, Annecy, Annemasse, Aurillac, Avignon, Bourg-en-Bresse, Bourgoin-Jallieu, Briançon, Chalons, Chambéry, Clermont-Ferrand, Coux, Gap, Genas, Gleizé, Grenoble, Limoges, Lyon, Macon, Périgueux, Roanne, Roussillon, Saint-Etienne, Valence, Vichy

Annexe 5 : Fichier d'un utilisateur du PHD traité automatiquement par le système

Le fichier se décompose en 4 parties :

	A	B	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K					
1	Id	Date	Date	Location	Co	Regio	Overa	Eye	Sy	Eye	Sy	Eye	Itc	Eye	Fc	Eye	Re
2	9575	2013-01-01	64470	Laguin	FR	frsw	0	0,00	0,30	0	0	0	0	0,00			
3	9575	2013-01-02	64470	Laguin	FR	frsw	0	0,00	0,30	0	0	0	0	0,00			
4	9575	2013-01-03	64470	Laguin	FR	frsw	0	0,00	0,30	0	0	0	0	0,00			
5	9575	2013-01-04	64470	Laguin	FR	frsw	0	0,00	0,30	0	0	0	0	0,00			
6	9575	2013-01-05	64470	Laguin	FR	frsw	0	0,00	0,30	0	0	0	0	0,00			
7	9575	2013-01-06	64470	Laguin	FR	frsw	0	0,00	0,30	0	0	0	0	0,00			
8	9575	2013-01-07	64470	Laguin	FR	frsw	0	0,00	0,30	0	0	0	0	0,00			
9	9575	2013-01-08	64470	Laguin	FR	frsw	0	0,00	0,30	0	0	0	0	0,00			
10	9575	2013-01-09	64470	Laguin	FR	frsw	0	0,00	0,30	0	0	0	0	0,00			
11	9575	2013-01-10	64470	Laguin	FR	frsw	0	0,00	0,30	0	0	0	0	0,00			
12	9575	2013-01-11	64470	Laguin	FR	frsw	0	0,00	0,30	0	0	0	0	0,00			
13	9575	2013-01-12	64470	Laguin	FR	frsw	0	0,00	0,30	0	0	0	0	0,00			

En haut à gauche : Renseignement provenant du questionnaire PHD

	A	B	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	B
1	Id	Date	ACER	AESC	AILA	ALNU	ALTE	AMBR	APIA	ARTE	ASTE	BETU	BRAS	CARP	CARY	CA
56	9575	2013-02-24				6,0	2,2									
57	9575	2013-02-25				4,4										
58	9575	2013-02-26				2,1	2,2									
59	9575	2013-02-27				4,9	2,2									
60	9575	2013-02-28				8,2							1,0			
61	9575	2013-03-01				10,7										
62	9575	2013-03-02				7,0										
63	9575	2013-03-03	1,9			14,8	3,2					1,0				
64	9575	2013-03-04	1,7			14,7						1,0	1,0			
65	9575	2013-03-05	1,0			15,0										
66	9575	2013-03-06				11,5										
67	9575	2013-03-07	1,4			16,9	2,2								1,4	
68	9575	2013-03-08				8,5						1,0		1,0		

En haut à droite : Comparaison statistique quotidienne entre le score-symptôme et les données pollens

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q								
1	Id	Date	Location	Co	Regic	Overa	Eye	Sy	Eye	Sy	Eye	Ite	Eye	Fo	Eye	Re	Eye	W	Eye	Tc	Eye	Tc	Nose	Nose	Nose
398	Corr. Lungs Symptoms + Med					0,586	#####	0,635									#####	0,513	0,217	0,538					
399	Sig. Lungs					0,000	0,392	0,000										0,392	0,000	0,000	0,000				
400	N Lungs Symptoms + Med					360	360	360										360	360	360	360				
401	Corr. Lungs Total					0,636	#####	0,375									#####	0,307	0,240	0,403					
402	Sig. Lungs					0,000	0,762	0,000										0,762	0,000	0,000	0,000				
403	N Lungs Total					360	360	360										360	360	360	360				
404	Corr. Lungs Total + Med					0,628	#####	0,538									#####	0,436	0,238	0,497					
405	Sig. Lungs					0,000	0,541	0,000										0,541	0,000	0,000	0,000				
406	N Lungs Total + Med					360	360	360										360	360	360	360				
407	Corr. Overall Symptoms Total					0,576	0,301	0,711										0,301	0,692	0,779	0,945				
408	Sig. Overall					0,000	0,000	0,000										0,000	0,000	0,000	0,000				
409	N Overall Symptoms Total					360	360	360										360	360	360	360				
410	Corr. Overall Symptoms Total incl. VAS					0,667	0,290	0,705										0,290	0,683	0,762	0,931				
411	Sig. Overall					0,000	0,000	0,000										0,000	0,000	0,000	0,000				
412	N Overall Symptoms Total incl. VAS					360	360	360										360	360	360	360				

En bas à gauche : Résumé des données symptômes sur l'année

	A	B	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX
1	Id	Date	Comments	ABIE	ACER	AESC	AILA	ALNU	ALTE	AMBR	APIA	ARTE	ASTE	BETU
383	Corr. Nose Symptoms			0,023	#####	#####		####	####	0,684	#####	0,012	#####	0,069
384	Sig. Nose !			0,915	0,365	0,818		0,044	0,004	0,000	0,865	0,926	0,688	0,640
385	N Nose Symptoms			25	57	33	4	44	142	24	68	65	78	49
386	Corr. Nose Symptoms +			#####	#####	#####	#####	0,062	#####	0,546	#####	####	#####	0,069
387	Sig. Nose !			0,963	0,250	0,592	0,226	0,688	0,489	0,006	0,669	0,001	0,681	0,640
388	N Nose Symptoms + Med			25	57	33	4	44	142	24	68	65	78	49
389	Corr. Nose Total			0,006	#####	#####		#####	####	0,689	#####	0,008	#####	0,124
390	Sig. Nose 1			0,978	0,500	0,716		0,051	0,010	0,000	0,957	0,952	0,748	0,395
391	N Nose Total			25	57	33	4	44	142	24	68	65	78	49
392	Corr. Nose Total + Med			#####	#####	#####	#####	#####	#####	0,652	#####	#####	#####	0,124
393	Sig. Nose 1			0,973	0,436	0,606	0,226	0,287	0,123	0,001	0,841	0,055	0,722	0,395
394	N Nose Total + Med			25	57	33	4	44	142	24	68	65	78	49
395	Corr. Lungs Symptoms			#####			#####		0,033	#####	#####	#####	#####	
396	Sig. Lungs			0,381			0,072		0,698	0,439	0,463	0,060	0,370	

En bas à droite : Résumé sur l'année des corrélations entre les différents symptômes et les différents types de pollens.

Annexe 6 : Fichier brut obtenu après l'extraction

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Id	Date	Location	Country	Region	Overall Sym	Eye Symptom	Eye Itching	Eye Foreign B	Eye Redness
2	14046	14/04/2012	95430 Auver	FR	frparis	0	0	0	0	0
3	14046	15/04/2012	95430 Auver	FR	frparis	0	0	0	0	0
4	14046	09/04/2012	77230 Mous	FR	frparis	2	1	1	1	0
5	14046	10/04/2012	77230 Mous	FR	frparis	1	1	1	1	0
6	14046	11/04/2012	77230 Mous	FR	frparis	1	1	0	1	0
7	14046	12/04/2012	77230 Mous	FR	frparis	0	1	0	1	0
8	14046	13/04/2012	77230 Mous	FR	frparis	0	1	0	0	0
9	14046	16/04/2012	77230 Mous	FR	frparis	0	0	0	0	0
10	14046	17/04/2012	77230 Mous	FR	frparis	0	0	0	0	0
11	14046	18/04/2012	77230 Mous	FR	frparis	0	0	0	0	0
12	14046	19/04/2012	77230 Mous	FR	frparis	0	0	0	0	0
13	14046	20/04/2012	77230 Mous	FR	frparis	0	0	0	0	0
14	14046	07/04/2012	95430 Auver	FR	frparis	2	1	1	0	0
15	14046	08/04/2012	95430 Auver	FR	frparis	2	1	1	1	0
16	14046	21/04/2012	95430 Auver	FR	frparis	0	0	0	0	0
17	14046	22/04/2012	95430 Auver	FR	frparis	0	0	0	0	0
18	18015	10/05/2013	27100 Le Val	FR	frparis	1	1	1	0	0
19	21389	23/06/2012	27620 Giveri	FR	frparis	1	1	0	0	0
20	21389	29/06/2012	27620 Giveri	FR	frparis	1	0	0	0	0
21	8097	28/04/2013	27700 Les Ar	FR	frparis	4	1	1	0	0
22	17272	12/08/2013	28000 Chart	FR	frparis	4	2	1	0	1
23	17272	13/08/2013	28000 Chart	FR	frparis	4	2	1	0	1
24	17272	14/08/2013	28000 Chart	FR	frparis	4	2	1	0	1
25	17272	15/08/2013	28000 Chart	FR	frparis	7	3	1	1	1
26	17272	16/08/2013	28000 Chart	FR	frparis	7	3	1	1	1
27	6863	10/03/2012	28120 Illiers	FR	frparis	0	0	0	0	0
28	6863	11/03/2012	28120 Illiers	FR	frparis	0	0	0	0	0

Annexe 7 : Description de la méthode de calcul du score-symptôme

2.1 Patient's Hayfever Diary (PHD) user process

Eyes, nose and lungs are the three organs of interest. For each organ, a severity score from zero to three is possible, resulting in a maximum of nine points for all organs. The scores are as follows:

No discomfort (no problems) = 0

Low discomfort (mild problems) = 1

Moderate discomfort (moderate problems) = 2

Strong discomfort (severe problems) = 3

In addition, four specific symptoms can be identified for each organ. Each of these symptoms adds one point. Therefore, the maximum score of four points for each organ results in a maximum overall specific symptom score of twelve points. The specific symptoms are: itching, foreign body sensation, redness and watering for the eyes; itching, sneezing, running and blocked for the nose; wheezing, shortness of breath, cough and asthma for the lungs. Although asthma is a disease or condition rather than a symptom (NAEPP 2007), due to its importance and connection to

allergies, it was decided to include it. By doing so, it is possible to collect data on the disease (condition).

As well as the total of 21 points covering discomfort and specific symptoms, the weighted medication score awards additional points for different medication types. Eye drops have an impact on the eyes, but not on the lungs, whereas tablets have an impact on all organs. For this reason, it was decided to use weighted medication. The scoring system is as follows:

Eye medication comprises a total of 1.8 points: one point for "Eye drops" or "Tablets" or both; 0.5 points for "Others"; 0.3 points for "Homeopathic". Nose medication comprises a total of 2.05 points: one point for "Nose drops" or "Tablets" or both; 0.25 points for "Eye drops"; 0.5 points for "Others"; 0.3 for "Homeopathic".

Lung medication comprises a total of 0.8 points: 0.25 points for "Tablets" and for "Others"; 0.3 points for "Homeopathic".

Thus, the total weighted medication score is 4.65, and the total number of points related to the symptoms and medication use ranges from 0 to 25.65.