



HAL
open science

Intégration du caractère allergisant des pollens de végétaux dans les choix de palettes végétales de projets d'aménagements urbains : cas de la ville de Paris

Virginie Comtesse

► To cite this version:

Virginie Comtesse. Intégration du caractère allergisant des pollens de végétaux dans les choix de palettes végétales de projets d'aménagements urbains : cas de la ville de Paris. Sciences du Vivant [q-bio]. 2021. dumas-03436513

HAL Id: dumas-03436513

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03436513>

Submitted on 19 Nov 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

| | |
|--|--|
| <p>Année universitaire : 2020-2021 Spécialité : Paysage Spécialisation (et option éventuelle) : Projets de paysage : site et territoire (PPST)</p> | <p>Mémoire de fin d'études</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> d'ingénieur d'AGROCAMPUS OUEST (École nationale supérieure des sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage), école interne de L'institut Agro (Institut national d'enseignement supérieur pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement)</p> <p><input type="checkbox"/> de master d'AGROCAMPUS OUEST (École nationale supérieure des sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage), école interne de L'institut Agro (Institut national d'enseignement supérieur pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement)</p> <p><input type="checkbox"/> de Montpellier SupAgro (étudiant arrivé en M2)</p> <p><input type="checkbox"/> d'un autre établissement (étudiant arrivé en M2)</p> |
|--|--|

Intégration du caractère allergisant des pollens de végétaux dans les choix de palettes végétales de projets d'aménagements urbains

Cas de la Ville de Paris.

Par : Virginie COMTESSE

Soutenu à Angers, le 9 septembre 2021

Devant le jury composé de :

Président : Gerhard BUCK-SORLIN

Autres membres du jury (Nom, Qualité)

Maître de stage : Malorie CLAIR

Enseignant référent : Gilles GALOPIN

Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent que la responsabilité de son auteur et non celle d'AGROCAMPUS OUEST

REMERCIEMENTS

C'est avec émotion que j'écris enfin cette fameuse page de remerciements ! Beaucoup de personnes ont contribué, de près ou de loin, à l'élaboration de ce mémoire, et je profite de ces quelques lignes pour leur faire part de ma gratitude.

Tout d'abord, un grand merci à l'ensemble de l'équipe de la DESV de la Ville de Paris, qui m'a accueilli chaleureusement malgré le contexte particulier qu'impose la situation sanitaire actuelle. Malgré une partie non négligeable de mon temps passée en télétravail, ce fut toujours un plaisir de me rendre au Parc Floral pour y travailler dans la joie et la bonne humeur ! Claude, Erika, Malorie, Guillaume, Mathilde, Jean-Emmanuel, Jérôme, Marie-Laure et Nicolas ... Ce fut un réel plaisir de partager avec vous ces moments, une tasse de café (voire deux ou trois !) ou un tupperware à la main, à discuter de sujets divers et variés, qui pour sûr m'ont enrichi tant sur le plan personnel que professionnel.

Un merci tout particulier à Malorie Clair, maître de stage exemplaire (ça rime !), de m'avoir fait confiance pour remplir cette mission. Un grand merci pour son accompagnement tout au long de mon stage et ses recommandations précieuses, allant même jusqu'à me guider (et me rassurer) pour la poursuite de ma vie professionnelle !

Je remercie également Gilles Galopin, pour son suivi très régulier tout au long de mon stage et ses conseils toujours pertinents, qui ont su m'aider à y voir plus clair dans mes idées et à structurer ce mémoire.

Merci également à toutes les personnes que j'ai pu rencontrer dans le cadre de mon travail, que ce soient des agents de la Ville ou des personnes extérieures, pour m'avoir accordé du temps. Ces échanges m'ont permis d'enrichir mon travail et de me poser des questions pour aller plus loin dans mes réflexions. Merci en particulier à Frédéric Toussaint, qui me fut d'une aide précieuse lors de mes premiers pas sur le logiciel ArcGIS.

Je tiens à remercier dans une autre mesure la Ville de Paris, qui m'a offert un cadre de travail idyllique au sein d'un parc magnifique, où il faisait bon de s'y promener à la sortie du bureau.

Mention spéciale à mes relectrices dévouées, ma collègue Claude et ma sœur Laëtizia, qui ont de leurs yeux attentifs permis d'éviter un grand nombre d'erreurs, plus ou moins graves, dans ce mémoire. Merci beaucoup d'avoir accordé de votre temps personnel pour relire mon travail.

Enfin, un immense merci à ma famille et à mes amis, pour leur soutien sans faille tout au long de ces six années d'études. Merci à Dmitry de m'accompagner, depuis quelques années déjà, dans l'incroyable voyage que nous offre la vie.

LISTE DES ABREVIATIONS

ANSES : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

APSF : Association des Pollinarius Sentinelles de France

DASES : Direction de l'Action Sociale de l'Enfance et de la Santé

DESV : Division Expertises Sol et Végétal

DEVE : Direction des Espaces Verts et de l'Environnement

PLU : Plan Local d'Urbanisme

PNSE : Plan National de Santé Environnement

PM : Particulate Matter

PPSE : Plan Parisien en Santé Environnement

PRSE : Plan Régional en Santé Environnement

RNSA : Réseau National de Surveillance Aérobiologique

SAB : Service de l'Arbre et des Bois

SIG : Système Géographique d'Information

SPSE : Service Parisien de Santé Environnementale

GLOSSAIRE

Allergie : État d'un organisme vivant dont le système immunitaire réagit de façon spécifique, inhabituelle et excessive à une substance chimique étrangère (allergène) avec laquelle il a été une première fois en contact (sensibilisation)

Allergénicité : Capacité que possède une substance de provoquer une réaction allergique

Dioïque : Se dit des espèces végétales composées de pieds mâles et de pieds femelles séparés.

Exposition pollinique : Mesure l'intensité de contact entre les grains de pollens allergisants et la population. Une exposition pollinique importante entraîne un risque supérieur de déclenchement de réactions allergiques.

Gestion différenciée : Mode de gestion qui consiste à penser et à mettre en place sur un espace jardiné des protocoles d'entretien adaptés à la vocation, à l'usage et à l'identité de l'espace.

Hypersensibilité : État d'un organisme réagissant d'une manière excessive lors d'un contact avec un allergène.

Plante allergisante : Végétal susceptible de provoquer une allergie.

Pollinisation : Phénomène qui permet la fécondation des plantes à fleurs par le transport du pollen de l'étamine aux stigmates du pistil chez les angiospermes ou à l'ovule chez les gymnospermes ; période pendant laquelle s'opère ce transfert.

Pollinose : Ensemble des troubles allergiques provoqués chez un sujet par les pollens.

Potentiel allergisant : capacité d'une espèce végétale à provoquer une allergie pour une partie non négligeable de la population du fait de l'émission de son pollen.

Rhinite : Inflammation de la muqueuse des voies respiratoires, en particulier des fosses nasales.

Strate arborescente : hauteur de végétation constituée de végétaux ligneux.

Strate herbacée : hauteur de végétation constituée essentiellement par les végétaux annuels et qui dépasse rarement 1 mètre de hauteur.

TABLE DES MATIERES

| | |
|---|----|
| I – Introduction | 2 |
| II – Émergence des pollinoses : une problématique au cœur des objectifs réglementaires et actions de prévention mises en œuvre | 2 |
| 1) Les objectifs inscrits dans les plans réglementaires en termes de prévention des allergies aux pollens | 2 |
| 2) Leviers d'action à mobiliser en aval de la pollinisation et actions mises en œuvre à Paris .5 | |
| 3) Leviers d'action à mobiliser en amont de la pollinisation et actions mises en œuvre à Paris..... | 9 |
| III – Une réflexion collective sur la méthodologie à appliquer | 11 |
| 1) La constitution de groupes de travail..... | 11 |
| 2) Le déroulement d'une réunion de groupe de travail..... | 13 |
| 3) Méthodologie retenue par les groupes de travail | 14 |
| IV – Méthodologie de mise en place d'une cartographie d'évaluation de l'exposition aux pollens allergisants..... | 15 |
| 1) Les facteurs d'influence sur l'exposition aux pollens allergisants et leur prise en compte ou non dans la mise en œuvre de la cartographie | 15 |
| 2) Méthodologie de réalisation d'un état des lieux cartographié..... | 20 |
| 3) Cas particulier de l'indice d'exposition pollinique de la strate herbacée..... | 23 |
| 4) Définition de zones sensibles | 23 |
| V – Application de la méthodologie d'évaluation de l'exposition pollinique aux arbres de Paris intramuros | 25 |
| 1) Mise en place du calcul d'indice..... | 25 |
| 2) Caractériser les valeurs d'indice obtenues | 29 |
| 3) Analyse des causes d'une forte exposition pollinique..... | 34 |
| 4) Zones sensibles parisiennes..... | 36 |
| VI – Préconisations de plantations des espaces verts urbains..... | 38 |
| 1) Préconisations concernant les palettes végétales à destination des futurs aménagements | 38 |
| 2) Préconisations à intégrer aux plans de gestion des aménagements..... | 39 |
| VII – Conclusion et perspectives | 40 |
| Bibliographie.....; | 41 |
| Sitographie..... | 42 |
| Annexes..... | 44 |
| Annexe I : Tableau des potentiels allergisants..... | 45 |
| Annexe II : Compte-rendu rédigé à l'issue du premier groupe de travail..... | 46 |
| Annexe III : Compte-rendu rédigé à l'issue du deuxième groupe de travail..... | 50 |
| Annexe IV : Article publié dans la revue interne de la DEVE présentant les actions et la stratégie de gestion relatives aux pollens allergisants à Paris..... | 54 |

TABLE DES ILLUSTRATIONS

| | |
|---|----|
| Figure 1 : Objectifs inscrits dans les PNSE concernant les végétaux à pollens allergisants et actions qui y sont associées..... | 3 |
| Figure 2 : Illustration des principales actions du PRSE3 d'Ile-de-France et mise en avant des actions relatives à la maîtrise des pollens allergisants..... | 4 |
| Figure 3 : Premières de couvertures des deux plans parisiens..... | 4 |
| Figure 4 : Illustration des différents leviers d'action existants dans la prévention du risque allergique et leur possibilité d'action dans le cycle biologique de la plante..... | 6 |
| Figure 5 : Photographie du capteur HIRST parisien..... | 7 |
| Figure 6 : Projet de Pollinarium Sentinelle®..... | 7 |
| Figure 7 : Schématisation des notions de facteurs SOURCE et facteurs CIBLE..... | 15 |
| Figure 8 : Extrait du tableau classant les espèces en fonction de leur potentiel allergisant..... | 16 |
| Figure 9 : Illustration de la notion de densité de plantation..... | 17 |
| Figure 10 : Illustration des grandes saisons polliniques identifiées..... | 17 |
| Figure 11 : Tableau récapitulatif des facteurs pris en compte ou non dans l'état des lieux..... | 19 |
| Figure 12 : Illustration des différentes appellations pouvant s'appliquer à une zone selon ses caractéristiques..... | 24 |
| Figure 13 : Illustration de quelques chiffres relatifs aux espaces verts parisiens..... | 25 |
| Figure 14 : Illustrations des quatre échelles d'étude du territoire parisien..... | 26 |
| Figure 15 : Exemple de cartographie identifiant les arbres plantés sur l'espace public d'une rue du 14 ^{ème} arrondissement..... | 27 |
| Figure 16 : Cartographies des arbres de l'espace public..... | 28 |
| Figure 17 : Cartographies des valeurs d'indice d'exposition pollinique obtenues à l'échelle de l'atelier SAB et à celle de l'arrondissement..... | 28 |
| Figure 18 : Répartition des valeurs d'indice calculées sous forme graphique et cartographique..... | 29 |
| Figure 19 : Cartographie des hectares où aucun arbre n'est répertorié..... | 30 |
| Figure 20 : Cartographie représentant les hectares parisiens non végétalisés et les lieux non propices à la plantation de végétaux..... | 31 |
| Figure 21 : Extrait de la répartition des valeurs effectuée par le logiciel ArcGIS en quatre classes, à partir du calcul de trois quantiles..... | 32 |
| Figure 22 : Cartographie du territoire parisien selon l'indice d'exposition obtenu par hectare..... | 33 |
| Figure 23 : Cartes des classes d'indice obtenues à l'échelle de l'atelier SAB et de l'arrondissement..... | 33 |
| Figure 24 : Cartographie des surfaces occupées par les espaces verts parisiens..... | 34 |
| Figure 25 : Mise en évidence de la corrélation entre quartiers à forte exposition pollinique et grands espaces verts parisiens..... | 34 |
| Figure 26 : Carte des quartiers IRIS avec valeur d'indice d'exposition allergique obtenues et détails sur le quartier du bassin de l'Arsenal avec indices obtenus à l'échelle du carroyage..... | 35 |
| Figure 27 : Photographie aérienne et détails des arbres du quartier du bassin de l'Arsenal..... | 35 |
| Figure 28 : Cartographie de répartition des arbres à potentiel allergisant modéré ou fort dans les crèches et dans les écoles primaires/collèges publics..... | 36 |
| Figure 29 : Carte de répartition des arbres présents sur les terrains de sport parisiens..... | 36 |
| Figure 30 : Cartographie des zones parisiennes soumises aux bourres irritantes du platane..... | 37 |
| Figure 31 : Cartographie des « hotspots » de pollution aux PM2,5 à Paris..... | 37 |
| Figure 32 : Exemple de propositions de substitution du hêtre (fortement allergisant) en fonction de sa fonction et de son usage paysager..... | 39 |

I - Introduction

Les bienfaits de la présence de végétal en ville sont depuis quelques années démontrés dans la littérature scientifique. En effet, les espaces verts urbains sont à l'origine d'un grand nombre de services écosystémiques, tels que ceux indispensables à la régulation de phénomènes naturels. Les espaces verts sont par exemple essentiels à la purification de l'air en contribuant à la réduction des polluants atmosphériques (Bealey et al., 2017), ou encore à la régulation du climat, assurée en particulier par les arbres, permettant d'améliorer le confort thermique et d'atténuer les phénomènes d'îlots de chaleur (Redon, 2017). En outre, les espaces végétalisés jouent un rôle esthétique et paysager essentiel dans le contexte urbain (Lohr et al., 2004), et ont un effet non négligeable sur la santé des citoyens : incitation à la pratique du sport en extérieur, aux activités de loisirs, aux échanges sociaux, mais également amélioration de la santé psychique et du bien-être (Galopin et al., 2021 ; Cariñanos et al., 2019).

Toutefois, les espaces verts urbains peuvent être à l'origine de désagréments : un certain nombre d'auteurs ont noté que la formation d'ozone et d'aérosols dans l'atmosphère est en grande partie attribuable aux émissions de composés organiques volatiles par la végétation urbaine locale (Calfapietra et al., 2013). Mais l'un des principaux dys-services engendré par les espaces verts en ville est l'émission de pollen durant les processus de reproduction des végétaux, pouvant être la cause de réactions allergiques pour les personnes les plus sensibles (Cariñanos et al., 2015). L'allergie décrit une hypersensibilité de l'organisme face à une substance présente dans l'environnement et généralement inoffensive. Dans le cas de l'allergie au pollen, parfois appelées pollinose, le sujet sensible déclare une réaction allergique lorsqu'il est en contact avec certains pollens de végétaux. En Europe, il est estimé qu'environ 150 millions de gens souffrent de maladies chroniques allergiques, entraînant des coûts financiers considérables, approximés entre 50 et 151 milliards d'euros par an pour les services de santé nationaux (Zuberbier et al., 2014). En France, une personne sur dix présenterait des symptômes allergiques (rhinites saisonnières, rhino-conjonctivites, irritation des bronches, ou encore asthme) en cas de contact avec des végétaux dits à pollens allergisants (ANSES, 2014).

Aujourd'hui, cette problématique constitue l'un des principaux enjeux en termes de santé publique. Il est attendu que le phénomène s'accroisse exponentiellement dans les prochaines années de par les effets du changement climatique, ainsi que de la croissance de l'urbanisation et de la pollution (Lake et al., 2017). En effet, les populations en ville sont sujettes à davantage de cas de pollinoses que les populations rurales, du fait de plusieurs facteurs aggravants. D'une part, la présence d'îlots de chaleur urbains entraîne un dérèglement du cycle physiologique des végétaux : certaines espèces, en particulier parmi les arbres, étendent de ce fait leur période d'émission de pollen. D'autre part, l'importante pollution atmosphérique observable en ville soumet les végétaux à un facteur de stress supplémentaire, entraînant en conséquence une augmentation de leur production de pollen pour assurer leur reproduction. De plus, les polluants atmosphériques fragilisent l'enveloppe externe des grains de pollen, libérant dans l'air de multiples protéines et micro-fragments allergisants issus de cette enveloppe et ayant la capacité de pénétrer les voies respiratoires inférieures (Choël & Visez, 2019).

La prise de conscience du risque de déclenchement d'allergies aux pollens de végétaux émerge peu à peu dans les objectifs politiques à différentes échelles, ainsi que dans les réflexions quant

aux choix de plantation concernant les espaces verts urbains. Ces informations amènent à poser la problématique suivante :

Comment une collectivité territoriale peut-elle intégrer le caractère allergisant des pollens de végétaux dans ses choix de palettes végétales relatives aux aménagements urbains ?

D'autres questionnements sous-jacents peuvent également être soulevés. Comment estimer le niveau d'exposition aux pollens allergisants en fonction de la zone d'étude ? Est-il possible de limiter sans pour autant interdire la plantation de végétaux à pollens allergisants pour réduire les risques de pollinoses ? Quelles préconisations fournir aux aménageurs pour garantir une exposition aux pollens allergisants tolérable, en fonction des sites et des usages ? Ces questions seront traitées dans ce mémoire qui, pour tenter d'y répondre, s'appuie sur l'étude de cas de la Ville de Paris. À son échelle, la capitale s'intéresse activement à ces problématiques majeures de santé publique.

Ce mémoire présentera, dans un premier temps, les objectifs inscrits dans les plans réglementaires en termes de relation entre végétaux et santé humaine et aux actions mises en exergue afin de prévenir les risques qui y sont associés. Dans un deuxième temps seront expliquées les principales étapes de mise en place de groupes de travail afin d'élaborer une réflexion collective sur l'élaboration d'une méthodologie applicable à la Ville de Paris, puis transposable à d'autres collectivités pour réaliser un état des lieux de l'exposition actuelle aux pollens du territoire. Cette méthodologie générale sera ensuite expliquée puis appliquée à l'étude de cas. Enfin, des préconisations à destination des aménageurs quant aux choix de conception des palettes végétales garantissant une exposition aux pollens allergisants limitée feront l'objet de la dernière sous-partie de ce mémoire.

II - Émergence des pollinoses : une problématique au cœur des objectifs réglementaires et actions de prévention mises en œuvre

1) Les objectifs inscrits dans les plans réglementaires en termes de prévention des allergies aux pollens

Les problématiques liées aux risques de pollinoses associés à certaines espèces de végétaux sont prises en compte dans l'élaboration de plans réglementaires, et ce à différentes échelles territoriales :

➤ À l'échelle nationale

Les Plans Nationaux en Santé Environnement (PNSE), copilotés par les ministères des Solidarités et de la Santé et de la Transition écologique, sont renouvelés tous les cinq ans depuis 2004. Ils ont pour ambition d'établir des objectifs gouvernementaux afin de réduire l'impact des altérations de l'environnement sur la santé des citoyens [1]. Au fur et à mesure des nouvelles éditions de ce plan, les actions inscrites dans les plans précédents sont poursuivies et amplifiées. Des actions relatives aux effets de l'émission de pollens allergisants par les végétaux sont inscrites depuis la rédaction du premier PNSE, et ont été développées et enrichies au cours des trois autres éditions qui ont suivi (Figure 1).

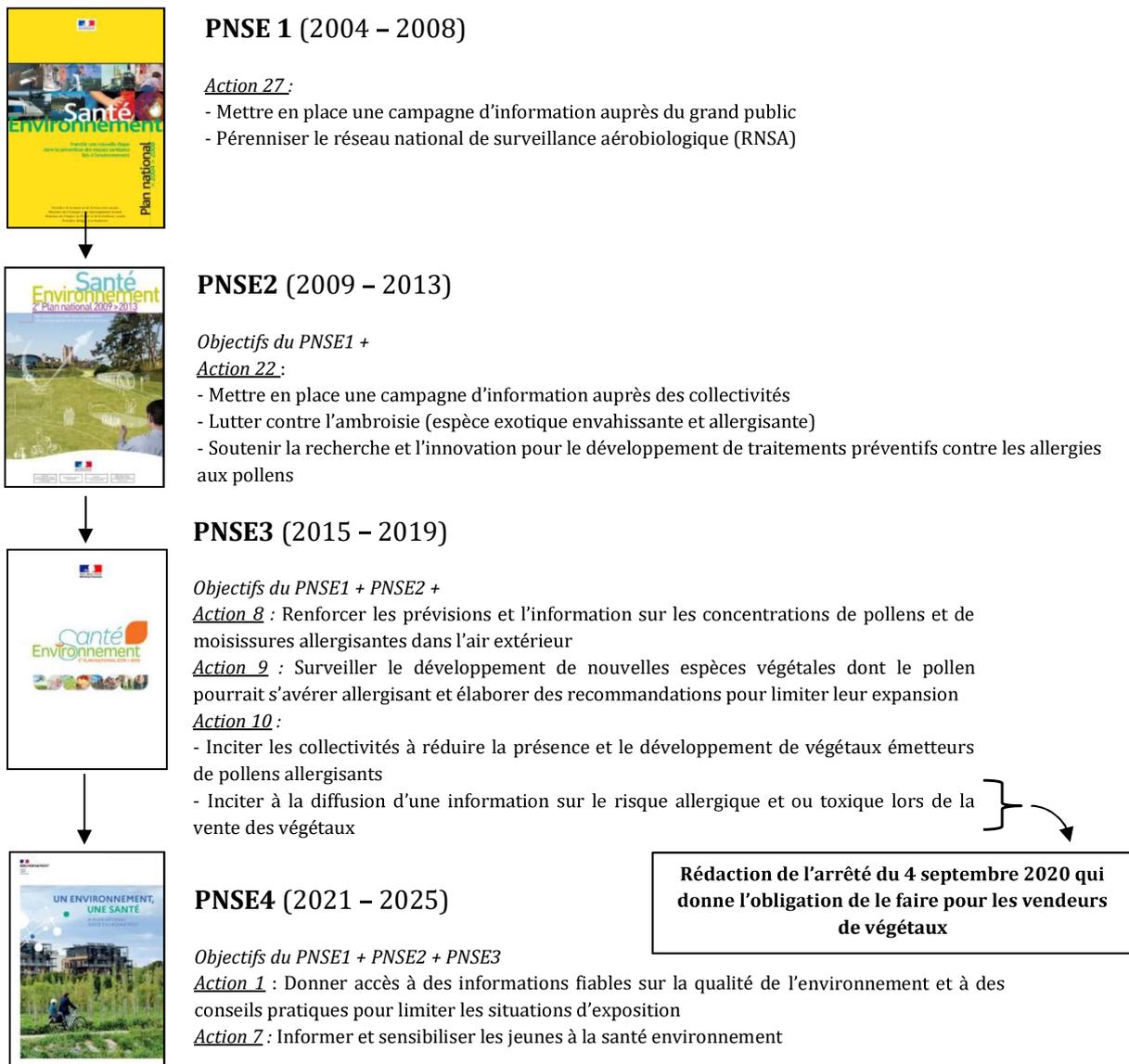


Figure 1 : Objectifs inscrits dans les PNSE concernant les végétaux à pollens allergisants et les actions qui y sont associées (Virginie Comtesse d'après [2])

➤ **À l'échelle régionale**

De tels plans existent également à l'échelle de la région, il s'agit de documents nommés Plans Régionaux en Santé Environnement (PRSE). Ils ont pour objectif la déclinaison opérationnelle des actions inscrites dans les plans nationaux, tout en veillant à considérer les problématiques locales et à promouvoir des actions spécifiques à chaque territoire. Actuellement, en Ile-de-France, le troisième plan régional (PRSE3) est mis en œuvre à partir de l'année 2017 et se déploie jusqu'en 2021, suivant les directives nationales du PNSE3 [3].

Ce plan est structuré en quatre axes stratégiques :

- **Axe 1 : Préparer l'environnement de demain pour une bonne santé**
- **Axe 2 : Surveiller et gérer les expositions liées aux activités humaines et leurs conséquences sur la santé**

- Axe 3 : Travailler à l'identification et à la réduction des inégalités sociales et environnementales de santé
- Axe 4 : Protéger et accompagner les populations vulnérables

Les axes 1 et 4 mentionnent des actions relatives à l'impact sanitaire des végétaux à pollens allergisants, telles qu'illustrées sur la figure suivante :

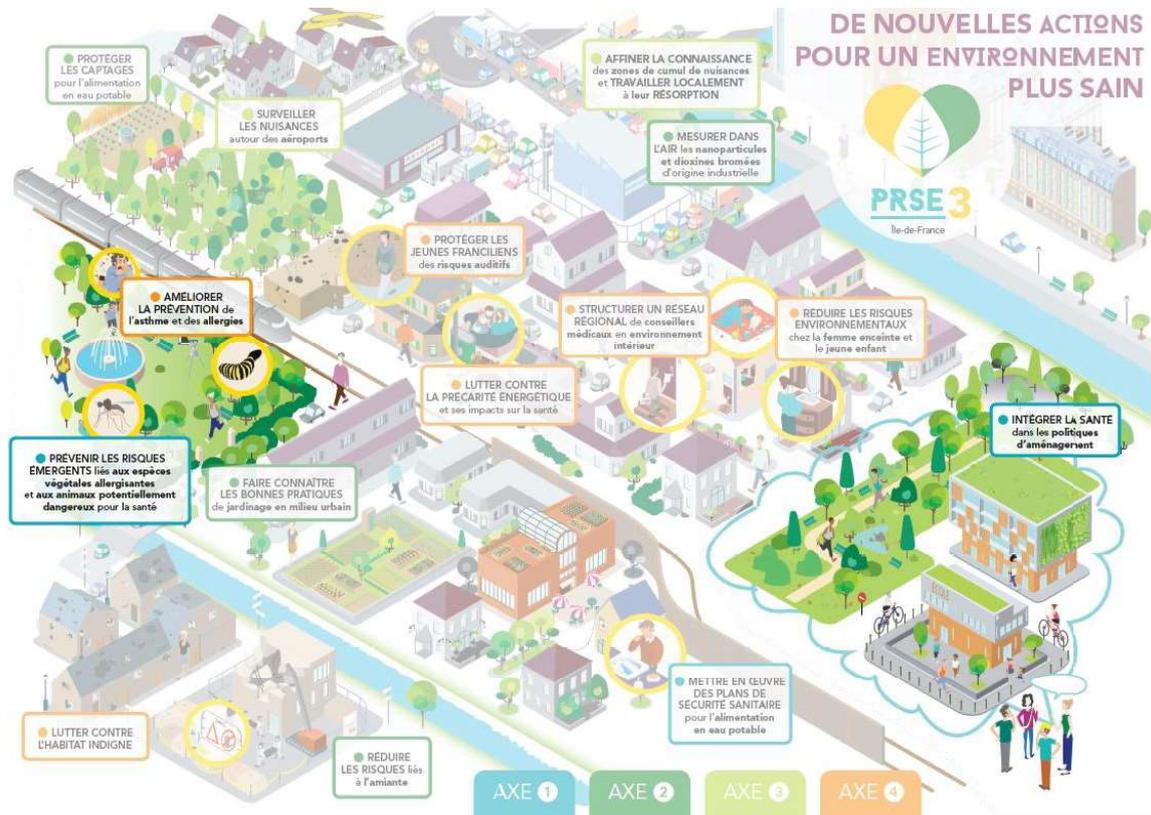


Figure 2 : Illustration des principales actions du PRSE3 d'Ile-de-France issue de la brochure du PRSE3 [4], avec mise en avant des actions relatives à la maîtrise des pollens allergisants

➤ À l'échelle communale



Figure 3 : Premières de couvertures des deux plans parisiens

À l'échelle parisienne, les Plans Paris Santé Environnement (PPSE) de 2015 et Biodiversité de 2018-2024 définissent un axe de travail commun portant sur les plantes émettrices de pollens allergisants. L'une des actions inscrites au plan Biodiversité est de « Faire de la biodiversité un atout pour la santé des citoyens » (action 29), tandis que le PPSE affirme la volonté « de promouvoir la santé en développant la biodiversité » (Action 16).

Par le biais de telles actions, la Ville de Paris exprime son souhait d'évaluer l'impact de la nature en ville sur la santé et de développer une culture de la santé environnementale. Ces objectifs sont détaillés en actions opérationnelles, telles que la mise au point d'indicateurs de suivi des relations entre nature et santé, la valorisation des espèces régionales non-allergisantes, ou encore la création d'un observatoire, qui permettra à terme de formuler de meilleures recommandations pour le bien-être et la santé en milieu urbain [5] [6].

La prévention des phénomènes d'allergie aux pollens est donc de plus en plus présente dans les politiques menées à différentes échelles. Ces objectifs peuvent être accomplis au moyen de divers leviers d'actions existants.

2) Leviers d'action à mobiliser en aval de la pollinisation et actions mises en œuvre à Paris

Pour prévenir le risque de déclencher une réaction allergique au contact de pollen, il est largement recommandé à la population de limiter au maximum les contacts directs avec les grains de pollens allergisants. Éviter les activités à l'extérieur durant les saisons polliniques, rester à l'intérieur lors de pics de concentration pollinique, ou encore porter un masque anti-poussière à chaque sortie sont des exemples de mesures préventives communiquées aux personnes allergiques par les organismes de santé (Seitz & Escobedo, 2009). Néanmoins, ces recommandations sont très contraignantes pour les personnes sensibles et altèrent considérablement leur qualité de vie.

Ce n'est que récemment que des initiatives ont commencé à être mises en œuvre dans le but de réduire l'impact des sources de transmission, en agissant non pas sur les activités des personnes allergiques mais sur la source de leur désagrément, les grains de pollens présents dans l'air (Cariñanos & Casares-Porcel, 2011). Ces initiatives se déclinent en quatre grandes catégories de leviers d'action :

- La surveillance des concentrations polliniques dans l'air et la transmission des données aux personnes allergiques
- La sensibilisation auprès de la population sur les végétaux émetteurs de pollen allergisant
- L'entretien des végétaux implantés dans les espaces verts actuels
- La limitation des espèces à pollens allergisants dans tous types de projets impliquant de nouvelles plantations/dans l'élaboration de palettes végétales

Ces possibilités d'actions ne sont pas mobilisables au même moment du cycle biologique de la plante. Alors que certaines visent à agir après l'émission de pollen par le végétal, d'autres limitent le risque de pollinose en agissant avant que le pollen soit émis dans l'air extérieur (*Figure 4*).

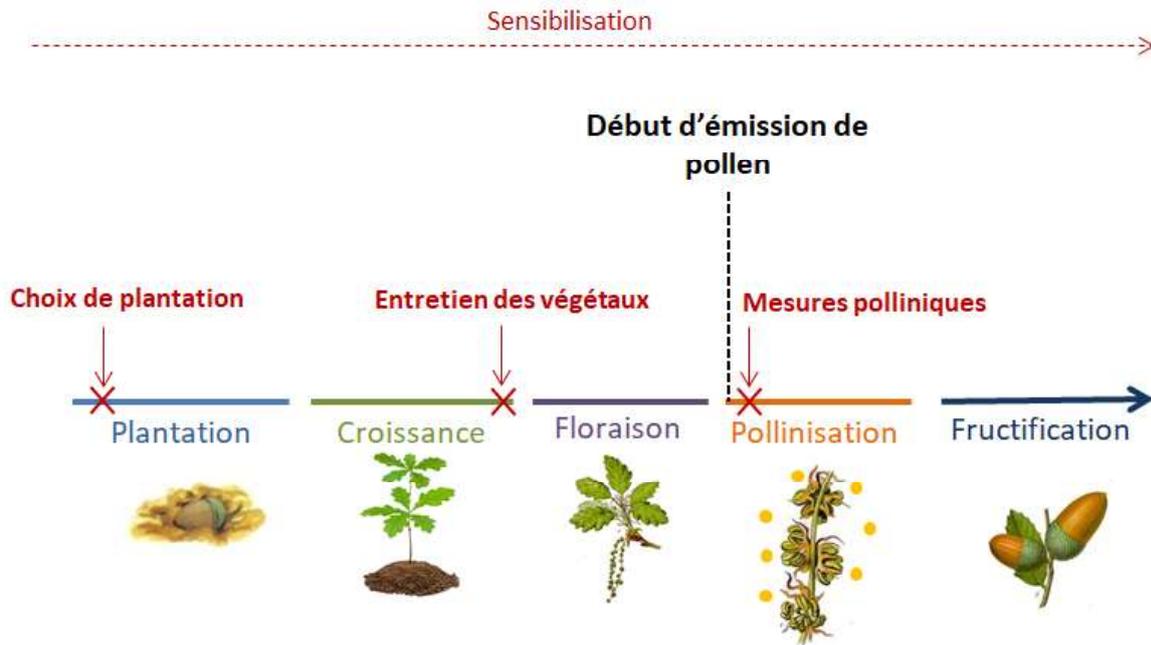


Figure 4 : Illustration des différents leviers d'action existants dans la prévention du risque allergique et leur possibilité d'action dans le cycle biologique de la plante (Virginie Comtesse)

Dans cette sous-partie seront explicités les leviers d'action qui agissent sur l'exposition de la population aux pollens allergisants une fois que les grains de pollen sont émis dans l'atmosphère.

➤ *Surveiller la présence de pollen dans l'air et transmission des données*

Le premier levier d'action consiste à étudier les périodes de pollinisation des espèces végétales allergisantes. Grâce à cette surveillance, il est possible d'informer les personnes sensibles pour leur permettre un démarrage optimal de leurs traitements médicamenteux [7]. Pour cela, trois méthodes de surveillance existent :

La surveillance par capteurs : Actuellement, le capteur le plus utilisé dans le monde, et en particulier en Europe, est le capteur dit « HIRST » (Figure 5). Rien qu'en France, 75 appareils sont répartis sur l'ensemble du territoire et permettent une surveillance pointue des pollens véhiculés dans l'air. Ce capteur aspire un débit d'air régulier (10 litres d'air par minute, soit le volume moyen d'une respiration humaine). Les pollens aspirés se déposent alors sur une bande cellophane adhésive, qui est généralement relevée une fois par semaine afin d'être analysée au microscope par des experts dans le but d'identifier l'espèce végétale émettrice et de quantifier le nombre de grains de pollen émis dans l'atmosphère [8].

A Paris, un capteur HIRST est installé sur le toit de l'Institut Pasteur, situé dans le 15^{ème} arrondissement. Les bandes adhésives sont collectées et analysées deux fois par semaine par une équipe d'experts du Laboratoire Microorganismes et Allergènes, rattaché au Service parisien de santé environnementale (SPSE) de la Ville de Paris.



Figure 5 : Photographie du capteur HIRST parisien (Emilie Dalibert, SPSE)

La méthode HIRST permet d'obtenir des données quantitatives des grains de pollens présents dans l'air localement mais présente l'inconvénient du décalage entre la capture du grain par le capteur et son identification en laboratoire. Pour contrer ce problème, la recherche scientifique met actuellement au point un nouveau type de capteur qui permettra une analyse automatisée des grains de pollens afin d'obtenir des informations sur les périodes de pollinisation en temps réel (RNSA, 2018).

La surveillance via les observations phénologiques : Il est également possible d'observer directement sur les végétaux leur date de début et de fin de pollinisation. Ces observations peuvent être faites dans des espaces dédiés, que l'on nomme Pollinariums Sentinelles®. Ces lieux, aménagés dans les parcs publics de plusieurs villes françaises, regroupent une vingtaine d'espèces végétales représentatives des plus allergisantes du territoire local. Des observations quotidiennes réalisées par des professionnels permettent de connaître précisément la période pollinique de chaque espèce, afin d'en informer le RNSA et les professionnels de santé qui en informent ensuite les personnes allergiques [7].

A Paris, la création d'un Pollinarium Sentinelle®, pilotée par la DASES (Direction de l'Action Sociale de l'Enfance et de la Santé), en partenariat avec la DEVE (Direction des Espaces Verts et de l'Environnement) est en cours au Parc Floral, l'un des quatre pôles du Jardin Botanique de Paris, situé dans le 12^{ème} arrondissement parisien (Figure 6). Cet espace permettra d'améliorer les prévisions du bulletin allerge-pollinique (actuellement basé sur les relevés polliniques du capteur HIRST), transmis régulièrement aux parisiens via les panneaux lumineux de la ville ou sur internet.

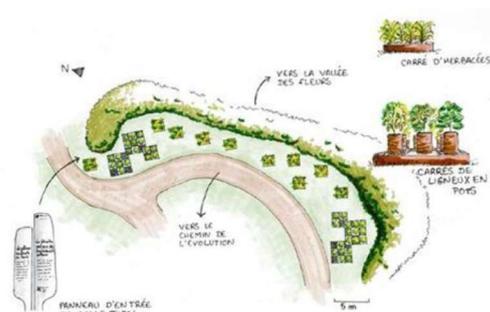


Figure 6 : Projet de Pollinarium Sentinelle® : à gauche, croquis de l'aménagement au Parc Floral (Malorie Clair) ; à droite, photographie du futur emplacement du Pollinarium® (Ville de Paris)

Parallèlement, la région Île-de-France a rejoint cette année le réseau Pollin'air, aux côtés des régions Hauts-de-France et Grand-Est, qui développent une démarche participative de surveillance. L'idée est de mobiliser des botanistes bénévoles (professionnels et amateurs) pour réaliser des observations de végétaux aux pollens allergisants et de les localiser sur une carte en indiquant leur stade de développement (floraison, ainsi que début et fin de pollinisation) [9].

Surveillance par modélisation numérique : Le troisième type de techniques de surveillance est la modélisation numérique du risque allergique. Encore en phase de mise au point, des modèles numériques de prévision d'émission et de dispersion des pollens se développent, notamment concernant le risque engendré par l'espèce *Ambrosia artemisiifolia* L., qui a la particularité d'émettre du pollen allergisant et d'être classée comme espèce exotique envahissante. Cette herbacée nord-américaine s'implante donc sur le territoire français, et en particulier dans la région Auvergne-Rhône-Alpes où elle est à l'origine de réactions allergiques graves pour la population [10]. Ces modèles prennent en compte le nombre d'individus répertoriés sur la zone géographique étudiée, les spécificités de transport du pollen selon l'espèce végétale, les prévisions météorologiques locales, ainsi que les données d'occupation des sols disponibles (Laaidi et al., 2003). Cette nouvelle technique de surveillance viendrait compléter les mesures effectuées par les capteurs et les observations phénologiques en apportant davantage d'informations spécifiques au territoire étudié pour ainsi assurer un meilleur suivi des pollens dans l'air. Cette méthode, très spécifique, n'est pas encore développée sur le territoire parisien.

➤ *Sensibiliser la population aux pollens allergisants*

Sensibiliser la population aux risques que peuvent engendrer les végétaux émetteurs de pollens allergisants est également un levier d'action à ne pas négliger. Apprendre aux personnes allergiques à reconnaître l'essence à laquelle elles sont sensibles peut en limiter les conséquences, que ce soit lors du choix des espèces à planter dans leur jardin privé, ou encore dans le choix des lieux de détente à fréquenter. Ainsi, pique-niquer dans un parc comptant beaucoup de hêtres, essence d'arbre émettrice d'un pollen très allergisant, ou en planter un dans son jardin pour les personnes qui y sont allergiques représente un risque supplémentaire de déclenchement récurrent de pollinose.

Dans cette optique, la Ville de Paris organise des visites et des animations pour le grand public au laboratoire SPSE, qui a la charge d'identifier les grains de pollen relevés par le capteur HIRST, afin d'expliquer aux parisiens l'ensemble des étapes qui mènent à la rédaction des bulletins polliniques hebdomadaires. D'autre part, des documents de sensibilisation, tels qu'un livret pédagogique à destination des établissements scolaires, sont distribués aux parisiens afin de donner des éléments d'informations sur la reconnaissance des végétaux à pollen allergisant, mais également sur les actions entreprises par la Ville de Paris pour prévenir le risque associé à ces espèces.

3) Leviers d'action à mobiliser en amont de la pollinisation et actions mises en œuvre à Paris

Pour limiter l'exposition aux pollens allergisants, il est également possible d'agir en amont de l'émission de pollen par les plantes, de façon à contrôler la quantité de pollen présente dans l'air ambiant. Pour ce faire, deux leviers d'action sont mobilisables :

➤ *Entretien des végétaux actuellement présents dans les espaces verts*

Dans la littérature scientifique, de nombreux articles préconisent la taille des arbres de façon à favoriser la pousse végétative et restreindre la floraison, pour ainsi limiter leurs émissions de pollen dans l'air (Cariñanos & Casares-Porcel, 2011). De même, pour limiter les émissions de pollens des graminées spontanées allergisantes, il est recommandé de tondre les pelouses et de faucher les prairies de façon régulière, de manière à éviter que les herbacées qui s'y trouvent ne démarrent leurs pollinisations (ANSES, 2014).

Néanmoins, de plus en plus de collectivités tendent à valoriser les pratiques de gestion écologique. Parmi ces pratiques se trouve notamment la gestion différenciée, qui consiste à appliquer un type de gestion selon la vocation, l'usage, mais aussi l'identité des parcs et jardins publics (Liorzou, 2017). Les espaces verts entourant un établissement public (une mairie par exemple) ne seront pas entretenus de la même façon que des espaces verts au caractère naturel (tels que les parcs périurbains). Ainsi est appliquée, selon les espaces, une gestion adaptée aux besoins en termes d'esthétisme, de praticabilité, de biodiversité mais aussi de coût (Aggeri, 2010). Réaliser une fauche tardive des surfaces enherbées peu fréquentées par le public respecte donc le principe de gestion différenciée, et apporte plusieurs avantages : favoriser le développement de la biodiversité, créer des ambiances paysagères variées, ou encore réduire les coûts financiers et humains nécessaires à l'entretien. La gestion différenciée s'applique également à la strate arborescente, qui vise par exemple à favoriser le port libre de l'arbre, à des fins d'esthétisme, de coût mais aussi pour réduire le stress qu'engendre une taille à l'arbre (Liorzou, 2017).

A Paris, la gestion écologique des espaces verts devrait s'étendre progressivement à un maximum de lieux publics parisiens, tel qu'inscrits dans le plan Biodiversité 2018-2024 dont l'action 22 donne l'objectif « d'encourager la gestion écologique des espaces verts sur l'ensemble du territoire parisien » [6].

Ainsi, suivre les préconisations de la littérature en termes d'entretien des végétaux émetteurs de pollen allergisant est en forte contradiction avec les objectifs de gestion différenciée. Ce levier d'action est donc difficilement applicable sur le terrain.

➤ *Limiter les végétaux émetteurs de pollens allergisants dans lors de l'élaboration de palettes végétales*

Un autre moyen de limiter la présence de pollen allergisant dans l'air est de réfléchir aux espèces à intégrer dans la palette végétale des aménagements, que ce soit lors de l'élaboration de nouveaux projets ou la réhabilitation d'aménagements existants. Dans la littérature scientifique, il existe plusieurs recommandations de choix d'espèces à planter pour limiter l'exposition aux pollens allergisants. Il est notamment conseillé de diversifier au maximum les espèces plantées dans un aménagement. En effet, éviter les palettes végétales monospécifiques présente plusieurs

avantages : une augmentation de la biodiversité floristique et faunistique, une réduction du nombre d'individus plantés émetteurs de pollens allergisants, ainsi qu'une émission de grains de pollen diffuse dans le temps (les espèces végétales n'ayant pas toutes les mêmes périodes de pollinisation) (Cariñanos & Casares-Portel, 2011).

D'autres préconisations quant aux choix de plantation sont fournies dans la littérature scientifique, en fonction de la strate végétale considérée :

Concernant le choix des essences d'arbres à planter dans l'espace public, la littérature préconise de privilégier :

Les espèces entomophiles : les arbres pollinisés par les insectes possèdent des grains de pollens de plus grande taille, et ne sont pas transportés par le vent sur de longues distances. Il est donc rare que les espèces entomophiles soient responsables de réactions allergiques respiratoires. Exemple : *Vachellia karroo* (mimosa odorant) est un arbre ornemental à pollinisation entomophile et dont le pollen n'est pas allergisant.

Les essences dont le pollen émis est non (ou très rarement) allergisant : toutes les espèces utilisant le vent comme vecteur de reproduction (anémophilie) ne sont pas pour autant obligatoirement émettrices de pollens allergisants. Exemple : *Ulmus minor* (orme champêtre)

Les plants stériles : certaines variétés, cultivars ou hybrides ne présentent pas de risque sanitaire du fait de leur absence de production de pollen, due à leur stérilité. Exemple : *Morus kagayamae* (mûrier à feuilles de platane)

Les plants femelles : certaines espèces émettrices de pollens allergisants sont dioïques, c'est-à-dire que chaque individu est strictement monosexué. Dans ce cas, il vaut mieux choisir de planter des plants femelles, qui n'émettent donc pas de gamètes mâles, à l'origine des réactions allergiques. Exemple : *Broussonetia papyrifera* (mûrier à papier)

De la même façon que pour les arbres, certaines préconisations relatives aux choix des herbacées à planter existent la littérature :

Privilégier les herbacées ornementales dont le pollen émis est non (ou très rarement) allergisant : tout comme chez les arbres, il existe chez les herbacées d'ornement des espèces ne déclenchant pas (ou très rarement) de réaction allergique respiratoire. Le RNSA a rédigé un guide recensant l'ensemble des espèces de Poacées (famille regroupant un grand nombre d'espèces allergisantes) ornementales sans danger, dont la plantation est à privilégier. Exemple : *Briza maxima* (Grande amourette).

Limiter l'implantation d'herbacées spontanées émettrices de pollen allergisant : Grand nombre d'espèces spontanées sont à l'origine de réactions allergiques respiratoires. Pour limiter leur développement, notamment sur les sols nus en friches (tels que les terrains vagues, les bords de routes, ou encore les chantiers), il convient de mettre en place un couvert végétal dense, créant une situation de compétition pour l'accès aux ressources (eau, lumière, nutriments).

A Paris, la Division Expertises Sol et Végétal (DESV) de la Ville de Paris a pour mission d'émettre des avis sur l'allergénicité relative des palettes végétales conçues pour les aménagements paysagers parisiens. Pour cela, la DESV s'appuie notamment sur le guide « Végétation en ville », édité par le RNSA, dont l'objectif est de donner des indications aux aménageurs urbains sur les choix de plantations à effectuer pour prévenir le risque de pollinoses pour le futur public.

Néanmoins, la DESV rencontre régulièrement des difficultés à appliquer les préconisations de ce guide aux réalités du terrain. On peut y lire par exemple :

« Pour les espèces provoquant des réactions allergiques respiratoires pour une grande partie de la population, un ou deux plants peuvent être présents, au-delà le risque d'allergie sera important »

Cette recommandation reste trop peu précise du fait de l'absence de quantification. En effet, aucune indication sur la taille de l'aménagement n'est donnée. Planter un ou deux végétaux allergisants dans un aménagement de 1000 m² n'expose pas la population aux pollens de la même façon que dans un aménagement de 5 hectares ! Ces conseils de plantation sont donc difficilement applicables par la maîtrise d'œuvre qui réalise l'aménagement, et difficilement contrôlables pour la maîtrise d'ouvrage (incarnée par la Ville de Paris), qui doit émettre un avis sur le projet soumis. De plus, les préconisations fournies par le RNSA sont à visée de l'ensemble des aménageurs nationaux, et restent donc très générales, ne prenant pas en compte les contraintes que peuvent présenter certains territoires.

Afin de considérer les spécificités de la capitale, la Ville de Paris s'est intéressée au développement d'une méthodologie permettant de réaliser un état des lieux de l'exposition aux pollens allergisants d'un territoire afin d'en tirer des préconisations de plantation adaptées et de cibler les secteurs prioritaires en termes de réaménagements pour en réduire l'exposition aux pollens. Pour initier ce travail, la Ville de Paris a sollicité un ensemble d'acteurs clés dans l'élaboration d'une telle méthodologie, à travers la mise en place de différents groupes de travail.

III – Une réflexion collective sur la méthodologie à appliquer

1) La constitution de groupes de travail

Un groupe de travail se caractérise par la sollicitation d'un ensemble de personnes dans le but de travailler sur un projet commun, sous la conduite d'un animateur de réunion [11]. L'idée étant d'associer des compétences et des points de vue différents afin de mener un projet collectif qui soit le plus complet et objectif possible. La DEVE (Direction des Espaces Verts et de l'Environnement) de la Ville de Paris met régulièrement en place des groupes de travail pour traiter de problématiques variées : ces réunions sollicitent à la fois des acteurs internes à la Ville, ainsi que des invités extérieurs, spécialisés dans le sujet dont il est question.

Dans le cadre de la mise en place d'une stratégie de gestion relative aux espèces végétales émettrices de pollen allergisant, la Ville de Paris a fait appel à un ensemble d'acteurs diversifié, afin de mettre en exergue une réflexion collective sur la méthodologie à appliquer. La constitution de tels groupes de travail repose sur plusieurs étapes clés afin de mener à bien ces réunions :

➤ La définition des objectifs :

La première étape vise à identifier quels sont les principaux objectifs à remplir à l'issue des réunions de groupes de travail. Cette étape passe par une description du contexte initial, qui se traduit par une recherche bibliographique sur les connaissances théoriques relatives au sujet d'étude, afin de mettre en évidence quelles sont les interrogations auxquelles la bibliographie n'est pas en mesure de répondre, et qui seront donc abordées au cours des réunions de groupes de travail. Concernant les végétaux émetteurs de pollen allergisant, les deux objectifs principaux

étaient de récupérer l'ensemble des données relatives aux plantations parisiennes et aux modes de gestion, ainsi que de compléter les informations relatives aux relations entre aménagements et santé humaine trouvées dans la bibliographie.

➤ *Le choix des intervenants*

Une fois les objectifs fixés, l'animateur a pour mission de sélectionner les intervenants qui permettront la constitution d'un groupe de travail le plus pertinent et efficace possible. En fonction des objectifs principaux définis, les intervenants doivent être choisis pour leurs expertises spécifiques, ou pour leurs compétences techniques. Néanmoins, il faut être attentif au nombre de participants du futur groupe de travail : il est préconisé en général de constituer des groupes de travail comportant entre 5 et 10 personnes pour être le plus efficace possible. En effet, si la réunion rassemble très peu d'intervenants, les échanges seront limités et l'apport de points de vue différents sera réduit. À l'inverse, un groupe de travail réunissant un grand nombre de participants limite grandement la prise de parole de chacun des intervenants [11].

Pour la mise en place d'une méthodologie relative aux pollens allergisants, respecter le principe de limitation du nombre d'invités par réunion fut nécessaire. Après réflexion sur les principales interrogations à discuter en groupes de travail, le nombre d'acteurs à solliciter pour y répondre s'est avéré trop important. Il a donc été décidé d'organiser deux groupes de travail distincts, réunissant des acteurs clés de deux thématiques différentes :

- GT1 – Comité scientifique : Un groupe de travail réunissant un comité scientifique dans un premier temps, afin de discuter des questions relatives à la santé des individus en relation avec les végétaux plantés.
- GT2 – Comité technique : Un autre groupe de travail réunissant un comité technique dans un second temps, afin de discuter de la faisabilité sur le terrain des mesures réfléchies avec le premier groupe de travail.

Le premier groupe de travail a donc réuni davantage d'invités externes à la Ville de Paris, alors que le second a concentré des membres de services techniques de la Ville. La liste des participants à chacun des groupes de travail est présentée dans les deux tableaux suivants :

Membres du premier groupe de travail - Comité scientifique :

| Nom de l'intervenant | Fonction de l'intervenant |
|-----------------------------|---|
| M. MONNIER Samuel | Ingénieur au RNSA (Réseau National de Surveillance Aérobiologique) |
| Mme PASQUET Salomé | Chargée de projets et botaniste à l'APSF (Association des Pollinarius Sentinelles de France ®) |
| Dr PHAM THI Nhat | Médecin allergologue référent de Paris |
| Mme DALIBERT Emilie | Adjointe au directeur du laboratoire Micro-organismes et Allergènes (DASES, Ville de Paris) |
| Mme RAMGOLAM Kiran | Ingénieure santé environnementale au département des affaires scientifiques transversales (DASES, Ville de Paris) |
| Mme RENARD Mathilde | Cheffe de Division Expertises Sol et Végétal (DEVE, Ville de Paris) |
| Mme CLAIR Malorie | Adjointe à la Cheffe de Division Expertises Sol et Végétal (DEVE, Ville de Paris) |
| M. DEBORD Guillaume | Chargé d'études de la Division Expertises Sol et Végétal (DEVE, Ville de Paris) |
| Mme COMTESSE Virginie | Stagiaire à la Division Expertises Sol et Végétal (DEVE, Ville de Paris) |

Organisateurs des groupes de travail

Membres du deuxième groupe de travail - Comité technique* :

| Nom de l'intervenant | Fonction de l'intervenant |
|---------------------------|---|
| M. MONTESINOS Sylvain | Adjoint au chef du Service de l'Arbre et des Bois |
| Mme ANGEL Karina | Agent supérieur d'exploitation de la Cellule sylvicole et Plan de Gestion du Service de l'Arbre et des Bois |
| M. LEVESQUE Côme | Agent à la Mission Technique du Service d'Exploitation des Jardins |
| Mme BARELLE Anne | Stagiaire au Service d'Exploitation des Jardins |
| Mme BARDOU-LAPAIX Emeline | Chargée d'études espèces et milieux naturels à l'Agence d'Écologie Urbaine |
| Mme DU PLESSIS Anne | Cheffe de la division Patrimoine Naturel à l'Agence d'Écologie Urbaine |
| M. REBILLAT Luc | Agent à la division étude travaux du Service du Paysage et de l'Aménagement |
| Mme CLAIR Malorie | Adjointe à la Cheffe de Division Expertises Sol et Végétal |
| M. DEBORD Guillaume | Chargé d'études de la Division Expertises Sol et Végétal |
| Mme COMTESSE Virginie | Stagiaire à la Division Expertises Sol et Végétal |

**Tous les membres de ce groupe de travail travaillent à la Direction des Espaces Verts et de l'Environnement (DEVE) de la Ville de Paris / [Organisateurs des groupes de travail](#)*

Les deux groupes de travail mis en place n'ont donc pas les mêmes domaines d'expertises. Les sujets abordés au cours de ces deux réunions ont donc été ciblés en fonction des connaissances techniques de chacun.

➤ *La mise en forme d'un support de présentation*

Les personnes conviées à chacun des groupes de travail ayant été déterminées, il est temps de réfléchir au meilleur support de présentation, structurant la réunion. Étant donné le contexte sanitaire lié à la pandémie de la Covid-19, les réunions des deux groupes de travail se sont déroulées en visioconférence. Dans cette configuration, utiliser une présentation Powerpoint s'avérerait être le plus pertinent pour mener à bien les groupes de travail. L'objectif étant pour l'animateur d'explicitier les données trouvées dans la bibliographie et d'en exprimer les limites, afin d'inviter aux discussions les intervenants. Ces moments d'échange doivent être clairement identifiables par les invités afin de faciliter la prise de parole de chacun. La mission de l'animateur de réunion est alors de symboliser dans le support de présentation les points où les intervenants sont invités à émettre leur point de vue.

➤ *La mise en place des réunions et des prochaines étapes*

Les invités peuvent à présent être conviés aux réunions. Pour garantir qu'un maximum de personnes conviées pourra y assister, l'animateur est chargé de proposer plusieurs créneaux de disponibilités, et de prévenir les invités suffisamment à l'avance pour qu'ils puissent s'organiser. Le support de présentation préparé est envoyé quelques jours avant la date de réunion fixée pour permettre aux conviés de se familiariser avec les problématiques abordées.

En parallèle, un calendrier mettant en avant les prochaines étapes de travail, associées à des dates butoirs, est édité par l'organisateur des réunions. Cette chronologie lui permet de prendre du recul sur la méthodologie engendrée, afin de garantir une bonne avancée du projet.

2) Le déroulement d'une réunion de groupe de travail

Les missions du pilote du projet ne s'arrêtent pas à la préparation en amont de la réunion. En effet, le pilote est bien souvent également l'animateur des réunions qu'il a planifiées. Il a donc

une position capitale dans le bon déroulement du groupe de travail, et son rôle se déploie de multiples façons :

➤ *Présenter le travail réalisé et les objectifs de la réunion*

Le premier rôle de l'animateur est de présenter oralement l'ensemble de la démarche établie, du contexte général aux problématiques abordées lors des moments d'échange prévus, en passant par l'explication de la méthodologie proposée. Il s'appuie pour cela sur le support Powerpoint de présentation, réalisé en amont de la réunion.

➤ *Initier la prise de parole des invités*

Lors des moments d'échange prévus par l'animateur, celui-ci invite les invités à émettre leur point de vue, que ce soit vis-à-vis d'une question posée ou d'une proposition à valider. L'animateur doit s'assurer que toute personne souhaitant s'exprimer puisse le faire librement. Il veille donc au bon déroulement de la réunion, et peut solliciter la prise de parole d'une personne en particulier s'il estime que son point de vue est nécessaire pour faire avancer le projet.

➤ *Gérer les temps de parole*

Lors de l'envoi des invitations aux intervenants, l'animateur les informe sur la durée totale de la réunion. Il doit donc s'assurer le moment voulu du respect du temps prévu, afin de ne pas créer de problèmes dans les emplois du temps de chacun. Sa prise de parole, ainsi que les durées des moments d'échange prévus, doivent respecter un délai. L'animateur a donc la charge de veiller aux temps de parole dédiés à chacun.

➤ *Retranscrire la réunion*

Au cours de la réunion, l'animateur doit être attentif à prendre des notes sur les échanges dès qu'il le juge nécessaire. L'ensemble des échanges n'a pas à être retranscrit mais les lignes directrices des réflexions doivent être notées. Cette prise de notes permettra ensuite à l'animateur de rédiger un compte-rendu de réunion, à transmettre à l'ensemble des intervenants du groupe de travail.

3) Méthodologie retenue par les groupes de travail

Les deux groupes de travail menés ont donc permis de fixer la méthodologie à appliquer pour mettre en place la stratégie de gestion des végétaux à pollen allergisant.

Le premier groupe a permis de fixer divers points quant aux aspects scientifiques de la démarche. La première décision prise fut de réfléchir à l'ensemble des facteurs pouvant avoir une influence sur le degré d'exposition aux pollens allergisants de la population. Il fut ensuite établi que réaliser un état des lieux de la situation actuelle du territoire parisien était nécessaire pour estimer quel est le niveau de risque en fonction des zones, pour ainsi mettre en évidence les zones où la situation est la plus critique. Cet état des lieux permettra d'en tirer des préconisations adaptées en fonction de la situation actuelle en termes d'exposition aux pollens par secteur. Établir cet état des lieux sous forme de cartographie fut décidée comme étant le support d'informations le plus adapté.

Le deuxième groupe de travail a permis d'obtenir les contacts nécessaires à la récupération des données pour réaliser l'état des lieux cartographié. Les aspects techniques de réalisation des mesures opérationnelles ont été discutés, afin de déterminer s'il était possible ou non de les appliquer sur le terrain.

Les décisions prises lors des groupes de travail permettent alors d'appliquer une méthodologie adaptée afin de mettre en place un état des lieux de l'exposition actuelle du territoire parisien aux pollens allergisants.

IV – Méthodologie de mise en place d'une cartographie d'évaluation de l'exposition aux pollens allergisants

L'exposition aux pollens allergisants, ou exposition pollinique, décrit l'impact sanitaire qu'entraînent les espèces végétales émettrices présentes en un lieu donné. Cette notion permet donc d'estimer le risque local de déclenchement de pollinose d'un secteur d'étude.

Afin de déterminer s'il existe des différences d'exposition aux pollens allergisants selon le secteur étudié, il a d'abord été nécessaire de développer une méthodologie pour réaliser un état des lieux de l'exposition actuelle aux pollens allergisants que peut présenter un territoire. Cet état des lieux, suivi d'un diagnostic, permettront d'adapter les mesures et les préconisations à mettre en place selon les spécificités de chaque zone. Ce travail d'état des lieux sera représenté sous la forme de cartographies, décliné sous plusieurs échelles d'étude et réalisé à partir du logiciel d'information géographique ArcGIS.

1) Les facteurs d'influence sur l'exposition aux pollens allergisants et leur prise en compte ou non dans la mise en œuvre de la cartographie

En amont de ce travail de cartographie, il fut nécessaire de se questionner sur les différents facteurs qui peuvent influencer le niveau d'exposition aux pollens de la population. Ces facteurs peuvent être décomposés en deux catégories :

- Les facteurs SOURCE : tous les facteurs liés à la source de la réaction allergique, à savoir le grain de pollen allergisant émis par le végétal.
- Les facteurs CIBLE : tous les facteurs liés à la cible de la réaction allergique, à savoir la personne sensible aux pollens.

Dans cette partie, l'ensemble de ces facteurs et la réflexion quant à leur prise en compte ou non dans l'état des lieux seront explicités.

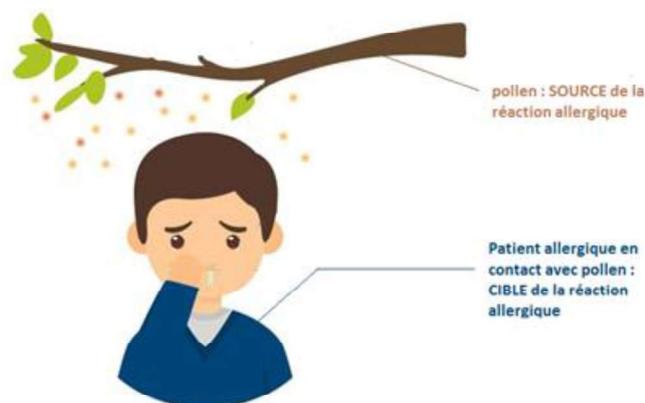


Figure 7 : Schématisation des notions de facteurs SOURCE et facteurs CIBLE (Virginie Comtesse)

➤ *Facteurs liés à la source de la réaction allergique : le grain de pollen*

Les grains de pollen émis par les végétaux sont transportés dans l'air et peuvent entrer en contact avec les muqueuses respiratoires des citoyens, déclenchant ainsi une réaction pour les sujets sensibles. Les facteurs SOURCE ayant une influence sur l'exposition aux pollens sont les suivants :

Le potentiel allergisant : Le RNSA a mis au point un indice, nommé potentiel allergisant, pour décrire la capacité d'un pollen à déclencher une allergie pour une partie non négligeable de la population. Le potentiel allergisant est la résultante d'observations cliniques en allergologie et de données issues de la littérature scientifique [8]. Sa valeur est définie pour chaque espèce végétale et se décline sur une échelle à trois niveaux : faible (ou négligeable), modéré et fort (Figure 8). Ainsi, si une espèce est classée comme possédant un faible potentiel allergisant, cela signifie qu'il faut une très grande quantité de pollen pour déclencher une allergie et cela ne concerne qu'une petite minorité de la population française. À l'inverse, pour les espèces à fort potentiel allergisant, quelques grains de pollen suffisent à provoquer une réaction allergique pour un grand nombre de personnes. **Ce paramètre, permettant d'estimer le degré d'allergénicité de chaque espèce, doit être pris en compte dans la mise en œuvre d'un état des lieux cartographié.**

| Espèces | Potentiel allergisant |
|--------------|-----------------------|
| Châtaigniers | Faible / Négligeable |
| Tilleuls | Modéré |
| Noisetiers | Fort |
| Fétuques | Fort |
| Pissenlits | Faible / Négligeable |

Figure 8 : Extrait du tableau classant les espèces végétales en fonction de leur potentiel allergisant (Virginie Comtesse d'après [8])

Le mode de pollinisation : Les espèces végétales anémophiles, qui utilisent le vent comme vecteur de reproduction, émettent une grande quantité de grains de pollen aérodynamique dans l'air. Les plantes anémophiles sont donc à l'origine de la majorité des pollinoses. La taille, la forme et la quantité de grains de pollen émise dans l'air ont donc une influence sur l'exposition aux pollens, et varient selon l'espèce considérée. **Ce paramètre est à considérer dans l'état des lieux, de façon indirecte car pris en compte dans la notion de potentiel allergisant.**

La densité de plantation : Le nombre de végétaux allergisants plantés va fortement influencer la quantité de pollen émise dans l'air (Figure 9). Par exemple, une personne se trouvant dans un parc d'une superficie d'un hectare est davantage exposée aux pollens allergisants si ce parc comporte 200 arbres à potentiel allergisant fort que si ce même parc n'en comportait que cinq ! **Ce paramètre, que l'on nommera densité de plantation, est à inclure dans la méthodologie d'élaboration d'un état des lieux.**

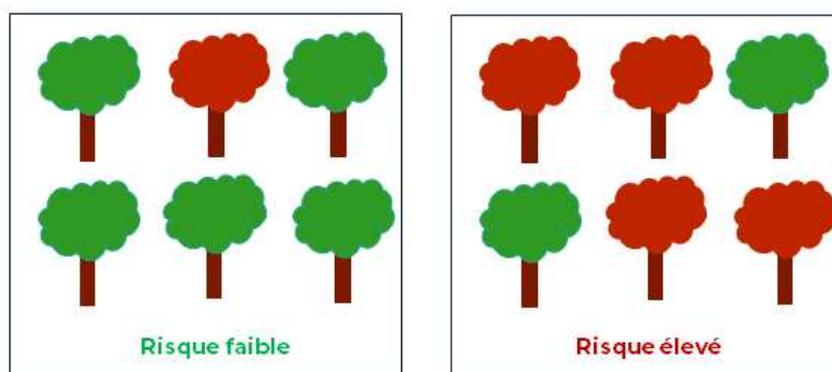


Figure 9 : Illustration de la notion de densité de plantation (arbres verts : espèces ayant un potentiel allergisant nul ou faible / arbres rouges : modéré ou fort) (Virginie Comtesse)

Les conditions météorologiques : la météo peut grandement moduler la production et la dispersion du pollen. Par exemple, un temps ensoleillé et des températures élevées vont augmenter la quantité de pollen présente dans l'air, à l'inverse un temps pluvieux entraîne une retombée des pollens au sol et donc une réduction des réactions allergiques. Les conditions météo représentant un phénomène dynamique et imprévisible, **ce facteur ne pourra pas intégrer l'état des lieux**, qui a pour objectif de représenter l'exposition globale aux pollens, tout au long de l'année.

Les saisons polliniques : dans une même logique, la quantité de pollen présente dans l'air dépend également de la période d'observation (Figure 10). Il est important d'avoir en tête que chaque espèce végétale a une période et une durée de pollinisation spécifique, et que, généralement, une personne est allergique à une espèce, ou à une famille végétale en particulier. Les périodes de pollinisation (ou saisons polliniques) diffèrent en fonction des régions géographiques, du fait des différences de conditions météorologiques. Elles peuvent également varier en fonction des années, notamment vis-à-vis du réchauffement climatique qui tend à une émission précoce des grains de pollen. De la même façon que pour les conditions météorologiques, les saisons polliniques de chaque espèce constituent donc un phénomène dynamique imprévisible, **les intégrer à l'élaboration de l'état des lieux général semble donc peu pertinent.**



Figure 10 : Illustration des grandes saisons polliniques identifiées (Caisse Nationale de l'Assurance Maladie)

Les allergies croisées : Il est possible qu'une personne sensible à une espèce végétale en particulier déclenche une réaction allergique lors d'un contact avec le pollen d'une autre espèce. Ce phénomène, appelé « allergie croisée » s'explique par une similarité des structures protéiques (allergènes) entre les deux espèces (Cariñanos & Casares-Porcel, 2011). La majorité des cas d'allergie croisée recensée concerne deux espèces appartenant à la même famille (pour exemple, l'aulne et le noisetier, appartenant tous deux à la famille des Bétulacées, peuvent être à l'origine d'une allergie croisée), mais d'autres associations d'espèces appartenant à deux familles distinctes sont évoquées dans la littérature (chêne et le bouleau par exemple) [12]. **Ce phénomène, encore peu documenté, ne sera pas pris en compte dans l'état des lieux**, par manque d'informations sur le nombre de personnes concernées notamment.

La densité de platanes plantés : Les arbres du genre *Platanus*, utilisés de façon récurrente en tant qu'arbres d'alignement notamment, présentent une particularité : cet arbre possède un potentiel allergisant faible mais les micro-aiguilles contenues dans les bourres, provenant de la dégradation des capitules femelles de l'année précédente, sont très irritantes (irritation oculaire et/ou nasale) [8]. Dès la fin de l'hiver, ces agglomérats de graines se désagrègent au gré des secousses du vent, pouvant être à l'origine de désagréments pour les passants (Vigouroux, 2007). Une importante densité de platanes peut donc exacerber une réaction allergique, de par une fragilisation des muqueuses respiratoires pour les personnes sensibles. **Les plantations de platanes, en particulier dans les zones où l'essence y est densément plantée, doivent intégrer l'état des lieux.**

➤ *Facteurs liés à la cible de la réaction allergique : la personne sensible*

Dans une autre mesure, tout le monde n'est pas égal face aux pollens allergisants. La sensibilité aux pollens peut dépendre de plusieurs facteurs :

La génétique : certaines recherches scientifiques démontrent que le facteur héréditaire peut engendrer une prédisposition familiale du développement d'une allergie respiratoire. Autrement dit, le risque de développer une allergie respiratoire augmente si les parents sont eux-mêmes allergiques (50% si les deux parents sont allergiques, 30% si un seul parent l'est, 10% si aucun des parents n'est allergique) (Vervloet & Magnan, 2003). La prédisposition génétique est donc un facteur intrinsèque à l'individu. **Ce critère ne sera donc pas pris en compte dans l'état des lieux.**

L'âge : Les personnes sensibles déclenchent généralement des pollinoses à partir de 8 ans (ANSES, 2014). Néanmoins, au sujet de l'exposition des très jeunes enfants aux pollens allergisants, la communauté scientifique semble divisée. En effet, certains préconisent d'exposer au maximum les enfants dès leur plus jeune âge pour les acclimater et ainsi réduire le risque de contracter plus tard des pollinoses (Bidat et al., 2003). D'autres études, à l'inverse, montrent que l'exposition des jeunes enfants aux végétaux à pollen allergisant augmente le risque de déclencher des allergies plus tard (Cariñanos & Casares-Porcel, 2011). Dans un principe de précaution, **les zones fréquentées par les enfants (telles que les crèches, les écoles, ou encore les aires de jeux) sont à considérer dans l'état des lieux en tant que zones fréquentées par un public sensible.**

La localisation géographique : S'interroger sur l'existence potentielle de secteurs qui seraient davantage fréquentés par les personnes allergiques que d'autres est légitime. Autrement dit,

existe-il des études relatant les lieux d'habitation des sujets allergiques, et existe-il des quartiers concentrant une plus grande population allergique que d'autres quartiers ? De telles données existent (sur la base d'enquêtes auprès de l'Assurance Maladie) mais ne permettent pas d'obtenir de résultats significatifs du fait d'une part non négligeable de personnes sensibles aux pollinoses qui n'ont pas recours aux médicaments lors d'une réaction allergique (Harf, 2002). **La localisation géographique des sujets sensibles est donc mise de côté dans l'élaboration de l'état des lieux.**

Les activités sportives : Pratiquer une activité sportive en extérieur augmente l'inhalation de pollen, exposant ainsi les muqueuses respiratoires à davantage de protéines allergisantes. **Les zones propices à ces activités (telles que les terrains sportifs, ou les aires de fitness installées dans certains lieux publics) sont à considérer dans l'état des lieux en tant que zones fréquentées par un public sensible.**

La pollution atmosphérique : contrairement aux autres facteurs de risque évoqués, la pollution de l'air est à la fois un facteur source et cible. En effet, il s'agit d'un facteur source car la pollution atmosphérique augmente la quantité de pollen produite, et ainsi émise dans l'air. Tous les polluants principaux (NO₂, CO₂, O₃ ...) sont concernés, mais ce sont les particules fines et ultrafines (PM₁₀ et PM_{2,5}) qui ont l'impact le plus fort, de par leur capacité à atteindre les voies aériennes inférieures (bronches, poumons) (Deschildre et al., 2010). Il s'agit également d'un facteur cible car les polluants atmosphériques rendent les muqueuses respiratoires plus sensibles, exposant ainsi la population en cas de contact avec ces polluants à un risque plus élevé de pollinose. **Les zones soumises à une forte pollution atmosphérique doivent donc être considérées dans l'état des lieux.**

| | Facteurs | Prise en compte dans l'état des lieux |
|--------------------------------|----------------------------|---|
| SOURCE (grain de pollen) | Potentiel allergisant | Oui, ce critère sera central et permettra d'établir le calcul d'un indice |
| | Mode de pollinisation | Oui (via la prise en compte du potentiel allergisant) |
| | Conditions météorologiques | Non, phénomène dynamique et imprévisible |
| | Saisons polliniques | Non, phénomène dynamique et imprévisible |
| | Densité de plantation | Oui, ce critère sera central et permettra d'établir le calcul d'un indice |
| | Allergies croisées | Non (mais prises en compte dans préconisations) |
| | Densité de platanes | Oui, permettra d'établir le calcul d'un indice |
| CIBLE (personne allergique) | Génétique de l'individu | Non, donnée intrinsèque à l'individu |
| | Âge | Oui, en particulier les zones fréquentées par les enfants (écoles/crèches/aires de jeux) |
| | Activités sportives | Oui, en particulier les zones propices aux activités physiques en extérieur (aires de fitness, terrains de sport) |
| | Pollution atmosphérique | Oui, en particulier les zones présentant une importante concentration en particules fines. |
| | Localisation géographique | Non, données existantes mais non fiables |

Figure 11 : Tableau récapitulatif des facteurs pris en compte ou non dans l'état des lieux

La plupart des facteurs d'influence seront donc inclus dans l'état des lieux réalisé, excepté ceux pour lesquels l'accessibilité à la donnée n'est pas possible. Avec les facteurs sélectionnés, il est possible de calculer un indice d'estimation de l'exposition aux pollens.

2) Méthodologie de réalisation d'un état des lieux cartographié

Une fois les facteurs d'influence sur l'exposition aux pollens allergisants sélectionnés, la mise en place d'un état des lieux est envisageable. Cette méthodologie se décline en plusieurs étapes :

➤ *Première étape : Sélectionner l'échelle d'étude*

La première étape pour réaliser un tel état des lieux est de se positionner sur une échelle d'étude. Choisir une grande échelle, telle que la région, ou la commune, permettra d'avoir une approche globale d'estimation de l'exposition aux pollens allergisants. À l'inverse, si le choix est ciblé à l'échelle d'une rue, alors l'état des lieux sera bien plus précis. Le choix d'échelle dépend donc du degré de précision souhaitée, et de l'objectif final de la mise en œuvre de la méthodologie.

➤ *Deuxième étape : Récupérer les données disponibles sur les plantations réalisées et géolocalisées*

Afin de caractériser l'exposition aux pollens allergisants d'un espace à l'échelle d'étude choisie, il est essentiel de connaître quelles sont les espèces végétales qui l'occupent, combien d'individus de chaque espèce y sont plantés, ainsi que leur localisation précise dans l'espace. Pour cela, une base de données exhaustive des plantations réalisées par la collectivité sur le territoire est nécessaire, accompagnée de renseignements sur les coordonnées GPS de chaque végétal observé. Ce travail d'inventaire est aisé pour les essences d'ornement plantées sur le domaine public, il s'avère plus complexe à réaliser lorsqu'il s'agit de végétation spontanée.

➤ *Troisième étape : Sélectionner les données pertinentes*

Toutes les données récupérées sur espèces végétales et leur localisation sur le territoire ne seront pas utiles à la réalisation de l'état des lieux. En effet, certaines données n'ont pas d'influence sur le niveau d'exposition aux pollens allergisants :

En premier lieu, l'ensemble des individus plantés ne présente pas de risque allergique pour la population. En s'appuyant sur les données du RNSA relatives aux potentiels allergisants, grand nombre d'espèces possèdent un potentiel faible, ou négligeable. Ces végétaux peuvent être à l'origine d'une réaction allergique mais la probabilité associée étant très faible, ces végétaux ne sont pas considérés dans l'étude de l'exposition aux pollens allergisants. De plus, l'hypothèse que les arbres non émetteurs de pollen allergisant n'aient pas d'influence sur l'exposition aux pollens a été établie, faute de donnée scientifique la réfutant. Ainsi, la base de données à utiliser nécessite de répertorier uniquement les espèces présentant un potentiel allergisant modéré ou fort.

Dans une même logique, les emplacements prévus pour accueillir la végétation mais n'étant pas encore plantés ne présentent, au moment de l'étude, pas de risque de pollinoses. Ils peuvent donc ne pas être considérés dans l'état des lieux.

➤ *Quatrième étape : Élaborer des indices d'exposition aux pollens allergisants*

Les espèces émettrices de pollens allergisants peuvent appartenir à la strate arborescente (comme les bouleaux ou les aulnes) ou à la strate herbacée (les pariétaires et la grande majorité des graminées spontanées possèdent un potentiel allergisant fort par exemple). Néanmoins,

l'estimation de l'exposition pollinique que présentent ces deux strates ne peut pas être abordée de la même façon, du fait de contraintes de réalisation des inventaires faits sur le terrain : lorsqu'il est possible de comptabiliser les arbres présents dans un espace, il s'avère très complexe (voire impossible) de connaître le nombre précis d'herbacées présentes dans une prairie. Ces difficultés donnent lieu à l'élaboration de deux composantes distinctes du calcul : le calcul d'un indice arbres en premier lieu, puis le calcul d'un indice concernant les herbacées.

Indice strate arborescente :

L'état des lieux pour décrire l'exposition aux pollens allergisants d'un territoire donne lieu à l'élaboration d'un indice, nommé « indice d'exposition ». Cet indice dépend du potentiel allergisant relatif à chaque espèce, du nombre de d'individus allergisants présents (densité de plantation) et de la superficie de la zone considérée. De nombreuses pistes de réflexion ont été déployées au cours des groupes de travail concernant les modalités de calcul de cet indice. En effet, il a d'abord été suggéré de se baser sur un indice calculé selon une proportion d'arbres allergisants par rapport au nombre d'arbres totaux présents dans un espace. Or, ce calcul suppose que les végétaux non émetteurs de pollen allergisant ont une influence sur l'exposition. Or, l'hypothèse inverse a été finalement été validée.

Ainsi, réfléchir en termes de densité d'arbres semble le plus pertinent à appliquer car ce calcul permettra d'inclure la notion de superficie de la zone :

Densité : (Nombre d'arbres allergisants) / Superficie de la zone

Reste à distinguer dans le calcul les deux classes de potentiel allergisant pris en compte. Pour estimer la différence entre les espèces à potentiel allergisant modéré et celles à potentiel fort, l'ajout d'un coefficient de pondération est nécessaire : les arbres à potentiel allergisant fort sont considérés comme base dans ce calcul, et sont donc associés à un coefficient de 1. Concernant les arbres à potentiel allergisant modéré, une équipe de recherche scientifique espagnole estime qu'ils représentent environ deux tiers du risque engendré par les arbres à potentiel allergisant fort (Cariñanos et al., 2015). Associer les espèces à potentiel allergisant modéré à un coefficient de 0,7 (environ 2/3) est donc proposé. Le calcul d'indice d'exposition donne alors :

$$\text{Indice d'exposition} = \frac{(1 \times \text{Nb d'arbres à PA fort}) + (0,7 \times \text{Nb d'arbres à PA modéré})}{\text{Superficie de la zone}}$$

Pour se représenter un tel indice, voici une application du calcul pour deux espaces hypothétiques, d'un hectare respectivement :

- **Espace A** : sur sa surface, il y a un tilleul (potentiel allergisant modéré) et un bouleau (PA fort). Les autres arbres présents ne sont pas allergisants. Son indice donne donc :

$$\text{Indice A} = [(1 \times 1 \text{ bouleau}) + (0.7 \times 1 \text{ tilleul})] / 1 \text{ hectare} = 1.7$$

- **Espace B** : sur sa surface, il y a 8 bouleaux (PA fort), 8 frênes (PA fort) et 12 chênes (PA modéré). Les autres arbres présents ne sont pas allergisants.

$$\text{Indice B} = [(1 \times 8 \text{ bouleaux}) + (1 \times 8 \text{ frênes}) + (0.7 \times 12 \text{ chênes})] / 1 \text{ hectare} = 23.2$$

Certains milieux peuvent rendre l'énumération précise du nombre d'arbres présents compliquée (exemple : les bois, les friches). Dans ce cas de figure, se placer à l'échelle du peuplement forestier est envisageable, en estimant une densité approximative de plantation par hectare.

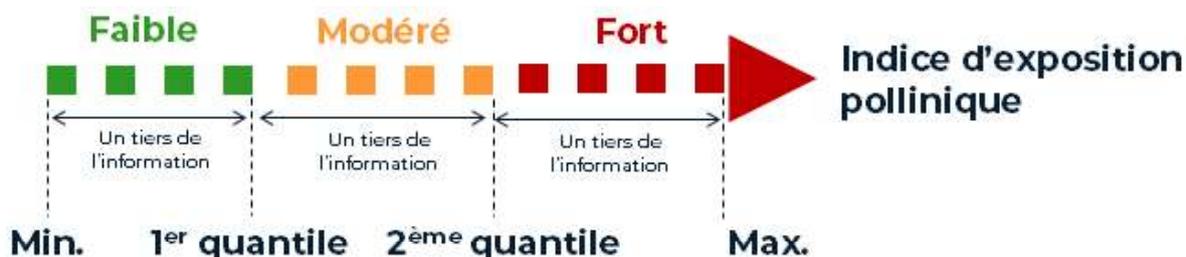
Le calcul de cet indice permettra donc d'estimer l'exposition aux pollens que présente chaque espace, à travers un calcul établi selon le nombre d'arbres allergisants présents, et donc susceptibles d'émettre du pollen allergisant lors de leur saison pollinique et d'être à l'origine de déclenchement de pollinoses.

➤ *Cinquième étape : Caractériser les valeurs d'indices obtenues*

Les calculs réalisés permettent donc d'obtenir des valeurs d'indice variant en fonction de la composition végétale du secteur étudié. Pour une comparaison optimale des espaces entre eux, une caractérisation de ces valeurs est nécessaire. La caractérisation se base sur la mise en place de classes de valeurs d'exposition. Pour définir ces classes, il est choisi de se baser sur les valeurs d'indice obtenues par hectare. La première étape consiste donc à découper la surface d'étude en carreaux de 100 mètres de côté chacun, ils sont ainsi tous d'une superficie d'un hectare. Ce quadrillage du territoire peut être réalisé par le logiciel Arcgis (*ArcTool Box -> Outil de gestion de données -> Échantillonnage -> Créer un quadrillage*). Ce découpage permet une comparaison de ces portions de territoire du fait de leur taille identique.

Pour chaque carreau, le logiciel d'information géographique calcule le nombre d'arbres présents ayant un potentiel allergisant modéré, ainsi que le nombre d'arbres ayant un fort potentiel allergisant, grâce à la fonction de jointure spatiale disponible sur le logiciel (*Jointure et relations -> Joindre -> Joindre les données d'une autre couche selon l'emplacement -> Récapituler les attributs par somme*).

Connaitre le nombre d'arbres émetteurs de pollens allergisants par section du territoire d'étude permet ensuite de calculer les indices obtenus par hectare. L'étude des statistiques liées à ces valeurs peut donner lieu à la création de classes basées sur ces statistiques. Cette méthodologie fut appliquée dans le cadre d'une étude menée par une équipe de chercheurs britanniques, qui a réalisé des cartographies de répartition des espèces végétales les plus allergisantes pour évaluer quels sont les secteurs du Royaume-Uni qui concentrent le plus d'individus, et donc quelles sont les zones présentant une importante exposition pollinique. Dans cette étude, leur classification se fait selon les valeurs de quantiles obtenues, qui répartissent les données en classes de proportions égales (équi-répartition). En s'inspirant de la classification en trois catégories du potentiel allergisant réalisée par le RNSA, la classification des expositions aux pollens allergisants est également déclinée en trois catégories, à l'origine du calcul de deux valeurs de quantiles, tel que :



La classification par quantiles selon les valeurs d'indice peut être effectuée via le logiciel ArcGIS (*Propriété -> Symbologie -> Quantités -> Couleurs graduées -> Classer -> Méthode : quantiles -> Nombre de classes souhaitées*).

3) Cas particulier de l'indice d'exposition pollinique de la strate herbacée

Estimer l'exposition pollinique liée à la strate herbacée ne peut se faire de la même façon que pour la strate arborescente. En effet, effectuer le calcul à l'échelle de l'individu végétal serait une opération très délicate, du fait de l'impossibilité d'estimer le nombre de plants présents sur une surface, et de la difficulté de réaliser des inventaires aussi précis à l'échelle d'un territoire. De plus, le développement et la dispersion des herbacées spontanées constitue un phénomène dynamique et imprévisible, qui évolue au cours des saisons et des années. Pour néanmoins se rapprocher du calcul effectué pour les arbres, l'estimation d'une densité moyenne d'herbacées par m² a été envisagée, puis abandonnée faute d'informations fiables à ce sujet dans la littérature scientifique, cette densité variant fortement en fonction du milieu et notamment du sol considéré.

Comme évoqué précédemment, ce sont espèces spontanées qui se révèlent être les herbacées les plus allergisantes. La grande famille des Poacées en particulier compte un nombre important d'espèces classées comme émettrices de pollens très allergisants par le RNSA. Les herbacées spontanées étant généralement présentes en grande quantité dans les zones de prairies fauchées tardivement, repérer la localisation de ces zones de prairies peut permettre d'estimer les principales sources d'émission de pollen sur le territoire. De ce fait, utiliser le pourcentage de recouvrement de prairies fauchées tardivement par rapport à la surface totale de l'espace semble être la meilleure alternative. C'est également cette méthode qui est employée par des chercheurs britanniques pour estimer les zones de Grande-Bretagne où la présence de poacées recouvre le plus de surface, et ainsi où le risque allergique est le plus important (McInnes et al., 2017). Ainsi, il convient de localiser les surfaces de prairies fauchées tardivement, d'estimer la superficie qu'elles occupent, pour ainsi en déduire le pourcentage de recouvrement de ces espaces par rapport à la superficie totale du territoire.

Lors du calcul de l'exposition pollinique que présente un lieu contenant à la fois des arbres émetteurs de pollens allergisants et des prairies à fauche tardive (parcs, cimetières, jardins par exemple), il convient de calculer séparément les indices de chacune des strates, puis de les additionner pour obtenir l'exposition pollinique générale du lieu.

4) Définition de zones sensibles

Le calcul d'indice d'exposition permet donc d'identifier, en fonction de l'échelle d'étude, les secteurs où l'exposition aux pollens allergisants est la plus forte sur le territoire. Ces secteurs, seront nommés « **zones de vigilance** ».

Mais, comme vu dans la partie III. 1), la présence de végétaux allergisants n'est pas le seul facteur à prendre en compte pour expliquer le déclenchement d'une pollinose pour une grande partie de la population. En effet, il a été nécessaire de s'interroger sur l'existence de zones susceptibles d'entraîner une exposition allergique plus importante que d'autres, soit du fait de l'environnement qui les constitue (zones densément plantées en platanes ou soumises à une forte pollution atmosphérique), soit de par la fréquentation de ces zones (milieux concentrant un grand nombre de personnes sensibles, tels que les enfants ou les sportifs). De telles zones,

que l'on nommera « **zones sensibles** », seront soumises à une vigilance accrue concernant la plantation de végétaux allergisants.

Ainsi, lorsqu'une zone de vigilance sera définie (ayant donc un indice d'exposition allergique élevé) et que cette zone comporte un ou plusieurs lieux sensibles (par exemple une école ou une zone polluée), alors la zone en question sera considérée comme « **zone prioritaire** », et sera soumise à des préconisations plus strictes en termes de futurs aménagements (*Figure 12*).

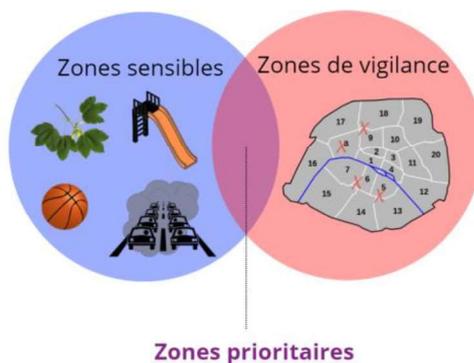


Figure 12 : Illustration des différentes appellations pouvant s'appliquer à une zone selon ses caractéristiques (Virginie Comtesse)

Pour rappel, les lieux suivants sont à considérer comme zones sensibles lors de l'élaboration de l'état des lieux d'un territoire :

➤ *Zones fréquentées par les enfants*

La présence de nombreux arbres allergisants dans les lieux à forte fréquentation du jeune public (tels que les aires de jeux ou encore les cours d'écoles) peut provoquer un risque accru de déclenchement de pollinose du fait de la population sensible qui les fréquente et de leur indice important d'exposition allergique. Toutes les écoles et parcs comprenant des aires de jeux sont donc à considérer comme zones sensibles, et les écoles se trouvant sur une zone où l'indice d'exposition allergique est élevé seront considérées comme zones prioritaires.

➤ *Zones fréquentées par les sportifs*

Dans la même logique que pour les lieux fréquentés par les enfants, les espaces verts fréquentés par les sportifs peuvent exposer la population à un risque plus élevé de pollinoses en cas de présence de nombreux arbres allergisants.

➤ *Zones densément plantées en platanes*

Les platanes, fréquemment utilisés en temps qu'arbres d'alignements en milieu urbain, peuvent exacerber une réaction allergique pour une personne sensible aux pollens de végétaux. Pour délimiter la zone sensible à établir, une recherche bibliographique fut réalisée en amont à propos de la distance de dispersion maximale des micro-aiguilles autour de l'arbre. Très peu d'articles de bibliographie scientifique sont consacrés à ce sujet. Néanmoins, l'indication suivante a pu être trouvée :

Le platane produit « ce qu'on appelle un akène, un fruit sec indéhiscent, léger et dont la collerette de poils, faisant voile, va permettre le transport et la dispersion par le vent sur des centaines de mètres » (Vigourieux, 2007).

En l'absence de chiffre plus précis dans la littérature, l'hypothèse que les micro-aiguilles peuvent irriter les passants dans un rayon de 200 mètres de la source est émise. Ainsi, les surfaces occupées par des platanes et un rayon de 200 mètres autour de chaque point délimitera les zones considérées comme sensibles.

➤ *Zones à forte pollution atmosphérique*

Du fait de la synergie « pollution/pollen » qu'elle occasionne, la pollution atmosphérique peut amplifier le risque de déclencher une pollinose pour la population qui y est exposée. Les particules fines (PM_{2,5} et PM₁₀) seraient les polluants les plus incriminés de ce phénomène. Il est donc fixé que toutes les zones identifiées étant fortement impactées par la pollution occasionnée par ces particules soient considérées comme zones sensibles.

V – Application de la méthodologie d'évaluation de l'exposition pollinique aux arbres de Paris intramuros

Célèbre dans le monde entier pour sa gastronomie et ses monuments, la Ville Lumière possède également une richesse de jardins inestimable. Sur une superficie totale du territoire parisien de 10 500 hectares (105 km²), les espaces végétalisés recouvrent près de 2 300 hectares de la capitale, en prenant en compte la surface occupée par les deux bois parisiens (bois de Vincennes et de Boulogne), ce qui équivaut à presque un quart du territoire. Pourtant, le contexte urbain ne semble pas en premier lieu propice au développement de la végétation : Paris est considéré comme l'une des villes les plus denses du monde, avec plus de 21 000 habitants par km², associé à une importante artificialisation des sols pour permettre les activités humaines (logements, transports, entreprises, etc), particulièrement dans le centre de la capitale [13]. Néanmoins, de nombreuses rues parisiennes sont bordées d'arbres d'alignements, représentant plus de 100 000 arbres. Au total, environ 200 000 arbres sont plantés dans l'espace public parisien (hors bois), que ce soit en alignement, dans les parcs et jardins, mais également dans les établissements publics tels que les cimetières, les écoles ou encore les terrains sportifs. La Ville de Paris possède également quelques sites (stades, cimetières) extra-muros, dans lesquels les espaces verts y sont gérés par les agents municipaux parisiens. Ce mémoire n'abordera pas ces cas particuliers, et se focalisera sur l'exposition aux pollens allergisants que présente Paris intramuros, et en particulier les arbres d'alignement de la capitale.



Figure 13 : Illustration de quelques chiffres relatifs aux espaces verts parisiens (Rapport d'activité DEVE, document interne)

1) Mise en place du calcul d'indice

➤ *Première étape : Sélectionner l'échelle d'étude*

Dans le cadre de l'étude de l'exposition aux pollens allergisants du territoire parisien, l'objectif visé par la collectivité est d'avoir dans un premier temps une vision globale du risque auquel est

exposée la population parisienne, pour ensuite affiner l'étude pour mettre en évidence les sources de déclenchement de pollinoses potentielles, afin de cibler les secteurs à surveiller. La méthodologie a donc été appliquée à quatre échelles d'étude distinctes, à savoir :

L'atelier du Service de l'Arbre et des Bois : Les ateliers divisent le territoire parisien en 14 entités (12 dans Paris intramuros + 2 ateliers pour les bois). Souvent proche du découpage par arrondissement, il réunit les plus petits en une entité globale. Ce découpage est interne à la Ville de Paris, et permet la définition de secteurs d'intervention pour les équipes de gestion. L'étude à cette échelle sera donc utile pour renseigner ensuite les gestionnaires des arbres de la Ville sur le niveau d'exposition aux pollens allergisants que présente leur secteur de travail.

L'arrondissement parisien : Ce sont les limites administratives qui structurent Paris en 17 entités (20 arrondissements à l'initial mais les quatre premiers arrondissements ont été réunis en une seule entité). Cette échelle permet d'obtenir un point de vue global sur l'exposition parisienne aux pollens, et a l'avantage d'être connue de tous, pour une communication externe aux agents de la Ville.

Le quartier administratif, dit quartier IRIS : Contrairement aux deux échelles présentées ci-dessus, l'étude à l'échelle du quartier permettra de calculer l'exposition à l'échelle de l'habitant, un quartier étant généralement l'espace de vie quotidien d'un citoyen.

Le carroyage (carreaux de 100x100 mètres) : l'ensemble du territoire est délimité en carrés de taille identique (superficie d'un hectare). Cette échelle, bien plus fine que les précédentes, permet une comparaison plus objective des résultats, du fait de l'homogénéisation des superficies.

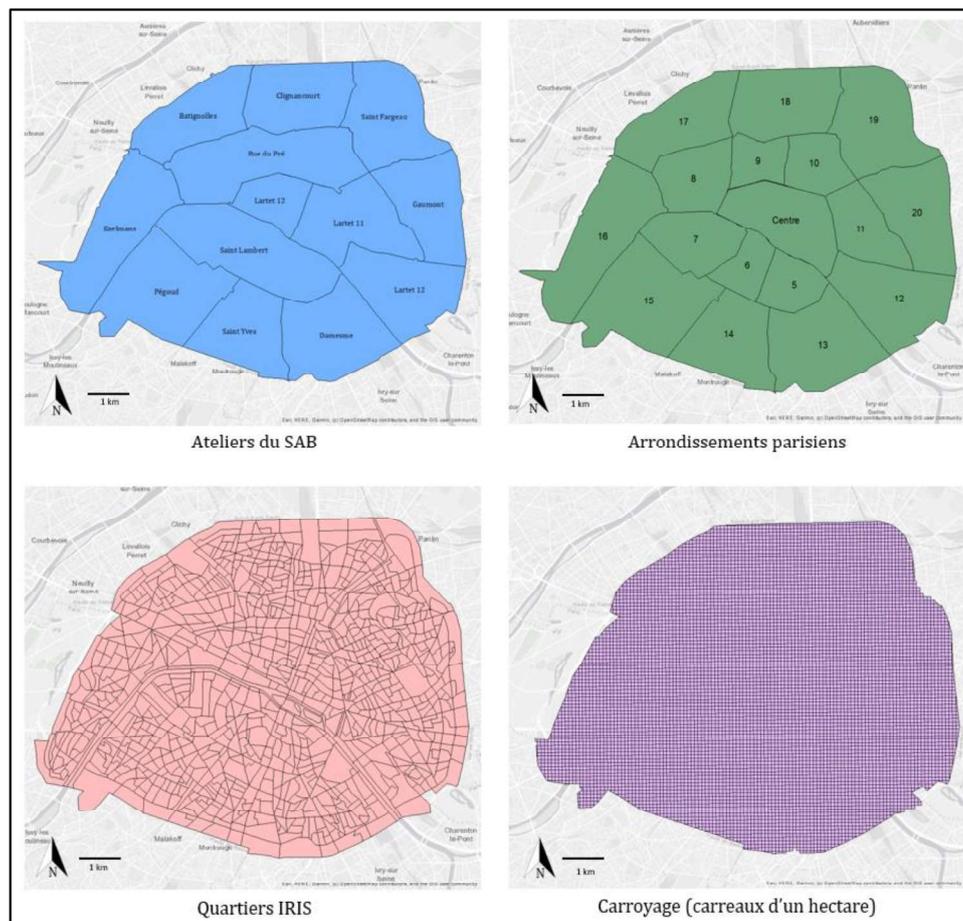


Figure 14 : Illustrations des quatre échelles d'étude du territoire parisien (Virginie Comtesse)

➤ *2ème étape : Récupérer les données disponibles sur les plantations réalisées et géolocalisées*

Une fois les échelles d'étude définies, l'acquisition des données sur les végétaux plantés à Paris et sur leur localisation géographique est nécessaire. Au sein de la Ville de Paris, le SAB (Service de l'Arbre et des Bois) entretient depuis 2014 une base de données des arbres gérés par la collectivité. Chaque arbre dispose d'une « carte d'identité informatique » rassemblant de nombreuses données le concernant telles que la date de plantation, la mensuration, la classification botanique (genre, espèce, parfois variété), ou encore son état phytosanitaire. Ainsi, l'ensemble des arbres d'alignements, des parcs et jardins, des cimetières, des écoles ou encore des stades parisiens est répertorié, de la plantation jusqu'à l'abattage. Cette base de données, nommée Base ARBRES, renseigne également les coordonnées GPS précises de chaque essence, permettant de la géolocaliser sur une carte.

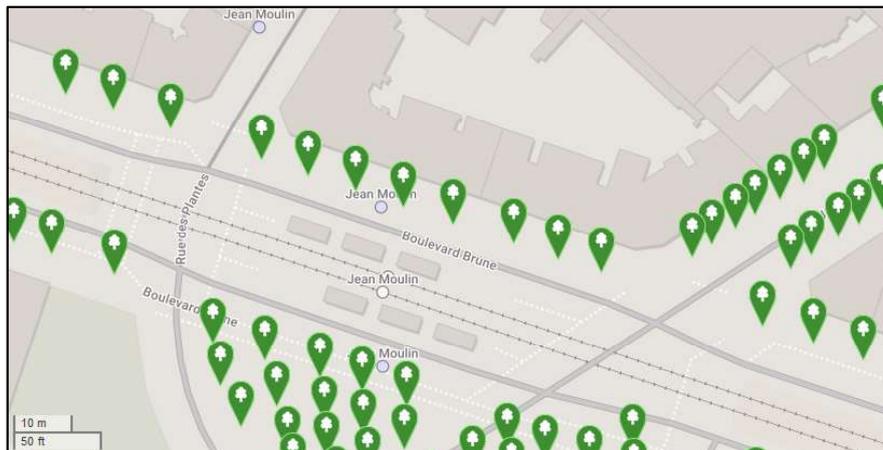


Figure 15 : Exemple de cartographie identifiant les arbres plantés sur l'espace public d'une rue du 14^{ème} arrondissement (Paris Opendata)

Cette base de données n'inclue en revanche pas les arbres bordant le boulevard périphérique, ou encore les arbres présents dans les deux bois parisiens car la méthode de gestion appliquée dans ces espaces n'est pas à l'échelle de l'arbre mais à celle du peuplement forestier.

➤ *3ème étape : Sélectionner les données pertinentes*

La base de données ARBRES étant conséquente (plus de 200 000 arbres répertoriés), ne conserver que les données pertinentes quant à l'élaboration de l'état des lieux permet un traitement simplifié et un fonctionnement du logiciel SIG plus fluide. Pour effectuer ce filtrage des données, la création d'une nouvelle colonne concernant le potentiel allergisant relatif à chaque espèce est réalisée sur le logiciel ArcGIS. En sélectionnant uniquement les arbres dont l'essence possède un potentiel allergisant modéré ou fort, la base de données passe de 200 000 arbres au total à 50 000 arbres présentant un risque de pollinoses pour une grande partie de la population (Figure 16).

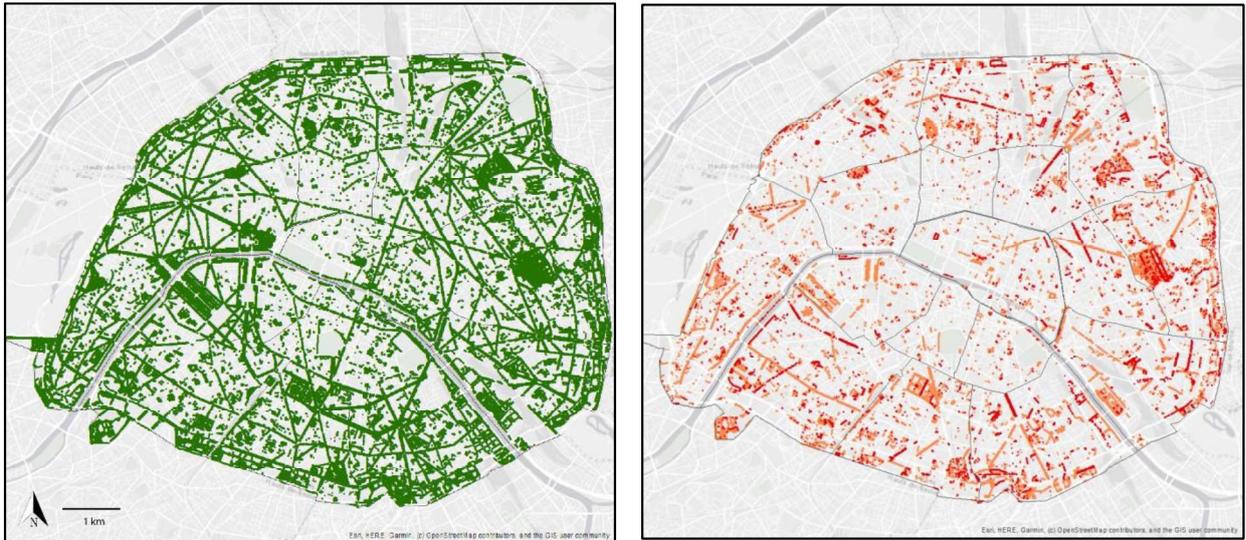


Figure 16 : Cartographies des arbres dans l'espace public (chaque point représentant un arbre) ; à gauche : ensemble des arbres ; à droite, sélection des arbres à potentiel allergisant modéré (en orange) et fort (en rouge) (Virginie Comtesse)

➤ 4ème étape : Calcul des indices d'exposition aux pollens allergisants

Pour rappel, la formule de calcul d'indice à appliquer pour estimer l'exposition pollinique des arbres est la suivante :

$$\text{Indice d'exposition} = \frac{(1 \times \text{Nb d'arbres à PA fort}) + (0,7 \times \text{Nb d'arbres à PA modéré})}{\text{Superficie de la zone}}$$

Ce calcul est appliqué à l'ensemble des échelles étudiées :

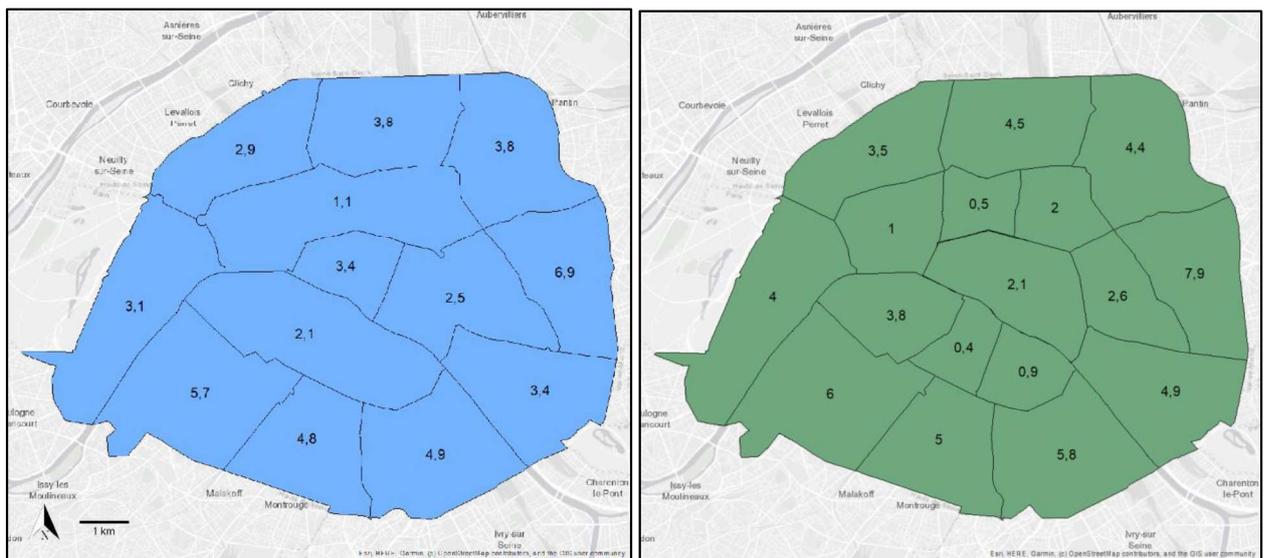


Figure 17 : Cartographies des valeurs d'indice d'exposition pollinique obtenue à l'échelle de l'atelier SAB (à gauche) et à celle de l'arrondissement (à droite) (Virginie Comtesse)

Les indices trouvés à ces échelles varient donc entre 1 et 8. Il peut être remarqué que certains secteurs, recouvrant la même surface aux échelles de l'atelier SAB et de l'arrondissement, n'obtiennent pourtant pas la même valeur d'indice d'exposition. Ceci s'explique par un élément logistique à considérer : comme expliqué précédemment, le découpage du territoire en ateliers est réalisé pour les gestionnaires du Service de l'Arbre et des Bois, afin de définir les secteurs d'intervention de chaque équipe sur le terrain. Or, les arbres présents dans les écoles publiques parisiennes ne sont pas entretenus par les équipes du SAB mais par des prestataires externes. Dans la base de données ARBRES, les arbres des écoles ne sont donc pas associés à un atelier SAB en particulier. Cela explique pourquoi une grande différence de valeur d'indice est observée dans les arrondissements où de nombreuses écoles publiques sont installées, tel le 12^{ème} arrondissement, au Sud-Est de Paris, qui obtient un indice de 3,4 à l'échelle de l'atelier SAB (qui ne prend pas compte les arbres des écoles) et de 4,9 à l'échelle de l'arrondissement (qui les prend en compte).

Remarque : les cartographies de valeurs d'indice sont également réalisées aux échelles du quartier et du carroyage mais ne sont pas présentées ici par souci de lisibilité. Les résultats obtenus à ces échelles seront discutés par la suite.

2) Caractériser les valeurs d'indice obtenues

Comme expliquée dans la méthodologie, la classification des valeurs d'indice s'appuie sur une étude statistique de la répartition de ces valeurs, classées ensuite selon les quantiles obtenus. Pour réaliser cette étude statistique, l'échelle du carroyage est donc utilisée, le territoire parisien intra-muros est donc découpé en un total d'environ 8900 carreaux d'un hectare chacun. Le nombre d'arbres à potentiel allergisant modéré, ainsi que le nombre d'arbres à potentiel allergisant fort est calculé par le logiciel ArcGIS via une jointure spatiale. Les résultats obtenus révèlent qu'environ la moitié des valeurs d'indice obtenues est de 0. Ainsi, plus de la moitié du territoire parisien ne comporte pas d'arbres à potentiel allergisant modéré ou fort, tel qu'illustré ci-après :

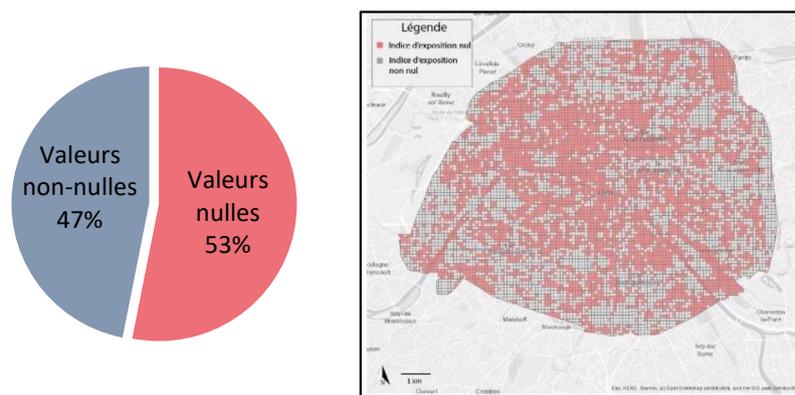


Figure 18 : Répartition des valeurs d'indice calculées sous formes graphique (à gauche) et cartographique (à droite) (Virginie Comtesse)

Étant donné le contexte urbain et la très forte densité bâtie de la capitale, s'interroger sur les raisons de cette absence d'arbres allergisants sur une grande partie du territoire est légitime : s'agit-il d'hectares végétalisés sans arbre allergisant ou d'hectares entièrement bâti ? Pour répondre à cette question, il est possible d'utiliser l'ensemble des arbres répertoriés dans la base

de données ARBRES, en déterminant le nombre d'hectares où aucun arbre n'est répertorié, pour ainsi mettre en évidence les hectares entièrement bâti :

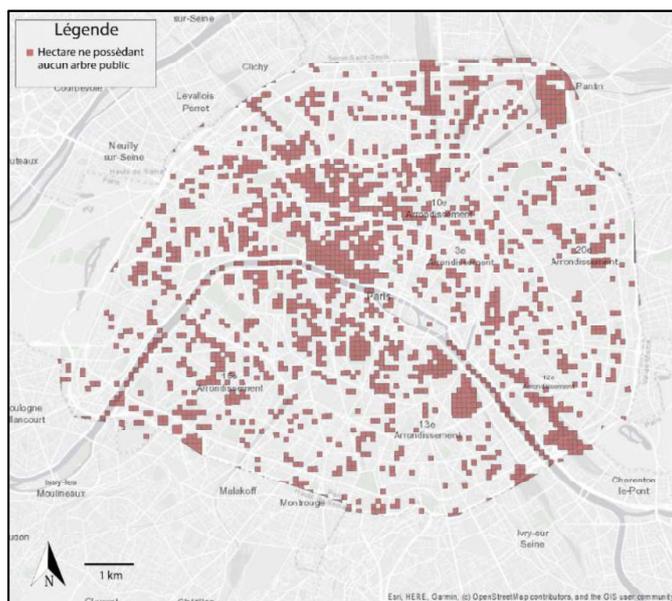


Figure 19 : Cartographie d'identification des hectares où aucun arbre de la base de données n'est répertorié (Virginie Comtesse)

Au total, 1890 hectares (sur environ 8900 hectares au total à Paris intramuros) ne comportent aucun arbre répertorié. Plusieurs hypothèses peuvent expliquer cette absence de strate arborescente dans ces espaces :

La présence d'un cours d'eau : Paris comporte plusieurs cours d'eau, notamment l'axe fluvial de la Seine qui traverse la ville d'Est en Ouest, mais également plusieurs canaux (Saint-Martin, Ourcq, etc). La présence d'une étendue d'eau sur l'ensemble de l'hectare représenté sur la carte entraîne donc une absence de végétalisation sur cette portion du territoire.

La présence de voix ferroviaires : les grandes lignes ferroviaires, et les gares qui y sont associées, sont nombreuses à Paris. Ces installations, pouvant se développer sur de grandes surfaces, ne permettent pas la plantation d'arbres dans ces espaces.

Localisation de parcs non gérés par la Ville de Paris : Sept jardins parisiens ne sont pas gérés par la Ville mais par l'État (exemple : le jardin du Luxembourg, dans le 6^{ème} arrondissement, entoure le Sénat et appartient donc à l'Etat). Les arbres qui sont plantés dans ces parcs ne sont donc pas répertoriés dans la base de données, les hectares qu'ils occupent sont donc à tort représentés comme non végétalisés.

Grandes surfaces bâties : il est possible que les hectares sans arbres ne remplissant aucune des caractéristiques ci-dessus soient densément bâtis, et ainsi qu'aucun arbre géré par la Ville n'y soit présent (mais il n'est pas exclu que des espaces verts privés s'y trouvent).

Pour valider ces hypothèses, les cours d'eau, les voies ferroviaires ainsi que les parcs n'appartenant pas à la collectivité parisienne sont ajoutées à la carte :

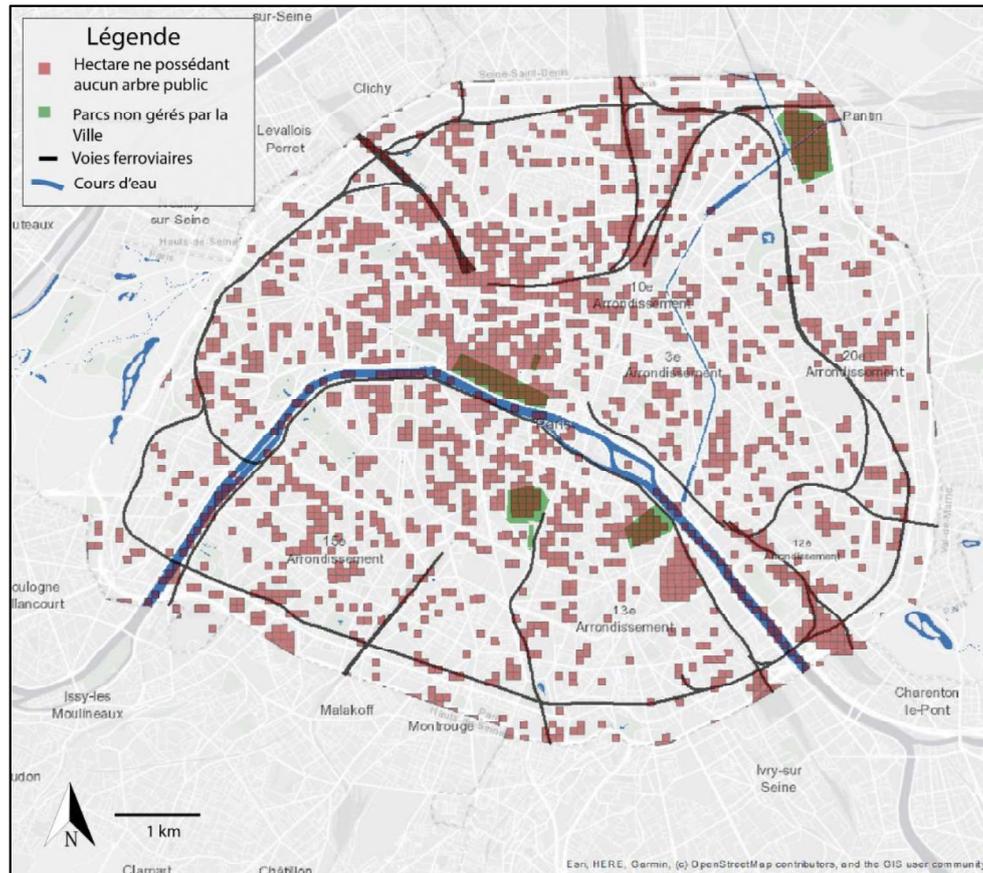


Figure 20 : Cartographie représentant les hectares parisiens non végétalisés et les lieux non propices à la plantation de végétaux (Virginie Comtesse)

Il est choisi de ne pas considérer ces espaces non arborés dans l'étude réalisée : en effet, l'objectif est ici d'estimer l'influence des espaces verts sur la population en termes d'exposition pollinique. Prendre en compte les milieux bâtis sans espaces végétalisés biaiserait donc l'étude mise en place. L'ensemble des hectares représentés en rouge sur la carte ci-dessus sont donc mis de côté.

Une fois les hectares pertinents sélectionnés, il est possible de faire une étude statistique sur la répartition des valeurs restantes. Diviser les valeurs obtenues sur le territoire parisien en trois classes pour obtenir trois degrés d'exposition entraîne donc le calcul de 2 quantiles. Or, le premier quantile obtenu avec ces valeurs est de 0. Cela équivaut à affirmer que tous les espaces qui compte au minimum un arbre à potentiel allergisant modéré ou fort par hectare présentent une exposition allergique modéré ou forte, rendant le calcul d'indice très contraignant et non pertinent.

Pour contrer ce problème, il est proposé de calculer non pas deux quantiles mais trois à l'échelle parisienne, donnant le résultat suivant :

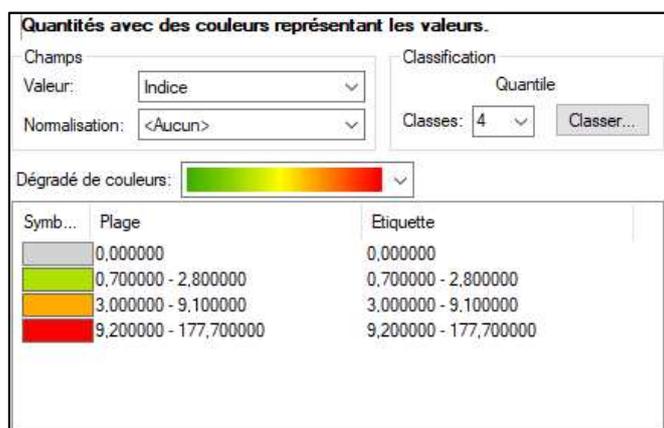


Figure 21 : Extrait de la répartition des valeurs effectuée par le logiciel SIG Arcgis en quatre classes, à partir du calcul de trois quantiles

La première classe regroupant l'ensemble des valeurs d'indices nulles, cette classe est définie comme ayant une exposition pollinique nulle. La deuxième classe sera définie comme présentant un indice d'exposition faible, la troisième modérée, et les 25% des hectares obtenant les valeurs les plus élevées représentent une forte exposition aux pollens allergisants. Ainsi, l'étude des quantiles donne la classification suivante :



Ainsi, la moitié du territoire présente actuellement une exposition pollinique inférieure ou égale à 2,8 (la médiane, équivalente à la valeur du deuxième quartile, est de 2,8 sur le territoire parisien). Cela signifie qu'une surface d'un hectare comporte 50% du temps moins de 3 arbres à potentiel allergisant fort, ou moins de 5 arbres à potentiel allergisant modéré. En comparaison au patrimoine arboré conséquent de la capitale, il semblerait donc que les arbres à potentiel allergisant modéré ou fort ne soient pas densément plantés, mais au contraire répartis sur l'ensemble du territoire parisien. En se référant aux cartographies présentées Figure 16, les arbres émetteurs de pollens allergisants représentent un quart des plantations totales de la capitale, et semble plantés de façon ponctuelle dans la plupart des aménagements. Ce phénomène peut s'expliquer par le passé historique des espaces verts parisiens, qui ont été créés ou redessinés pour l'essentiel au cours du Second Empire par Georges Eugène Haussman et Adolphe Alphand. En effet, l'ouvrage de Patrice de Moncan (2009) relate les choix de plantation de l'époque :

« Aux côtés de l'érable et du sycomore, du vernis du Japon, du tilleul et de l'orme, dominaient largement le marronnier et le platane. Haussman en donna la raison : « On doit à mon goût prononcé pour les marronniers des jardins de nos palais, l'emploi très généralisé de cette essence d'arbres dans nos plantations de tout ordre. » (De Moncan, 2009)

Le marronnier, espèce émettant un pollen non allergisant, est donc l'un des arbres les plus plantés à Paris. Ce choix historique des paysagistes de l'époque explique donc les faibles valeurs d'exposition pollinique observées aujourd'hui.

A l'échelle du carroyage, la mise en place de ces classes d'indice donne le résultat cartographique suivant :

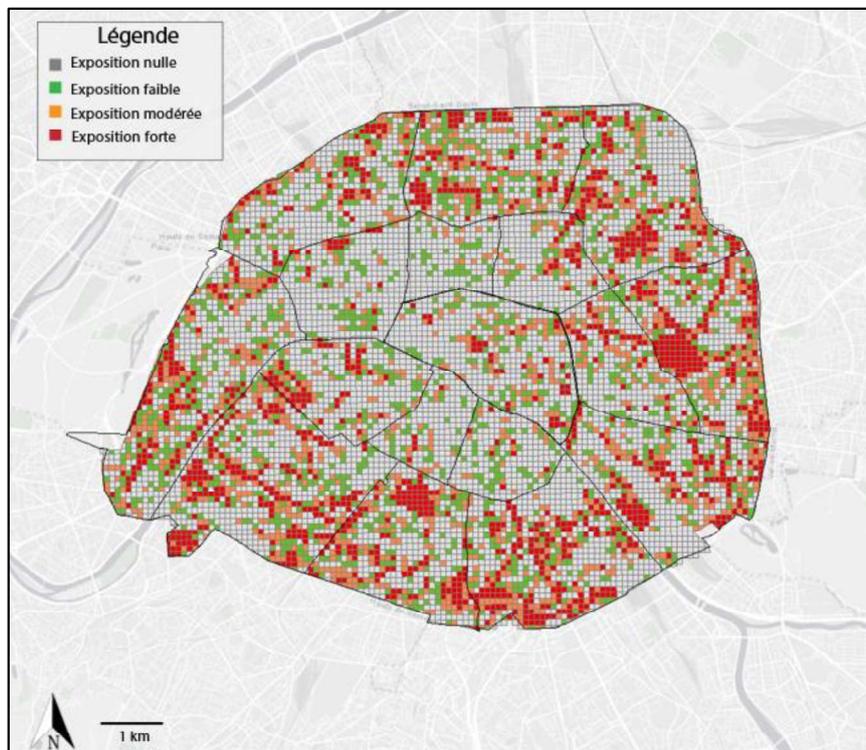


Figure 22 : Cartographie du territoire parisien selon l'indice d'exposition obtenu par hectare

Ainsi, les zones obtenant un indice de plus de 9,2 sont celles exposant le plus la population à un risque de pollinoses. Ces zones seront nommées « zones de vigilance », et sont représentées en rouge sur la carte ci-dessus.

Voici les résultats cartographiques obtenus à l'échelle de l'atelier SAB et de l'arrondissement :



Figure 23 : Cartes des classes d'indice obtenues à l'échelle de l'atelier SAB (à gauche) et de l'arrondissement (à droite) (Virginie Comtesse)

3) Analyse des causes d'une forte exposition pollinique

Le centre de Paris affiche une faible exposition, à l'inverse les arrondissements en périphérie présentent une exposition modérée. La première explication à ce phénomène est que le centre parisien se caractérise par un bâti très dense, et présente peu d'arbres dans l'espace public, toute catégorie de potentiel allergisant confondue. De plus, les arrondissements centraux possèdent peu d'espaces verts, contrairement aux arrondissements périphériques, comme l'illustre la cartographie suivante :

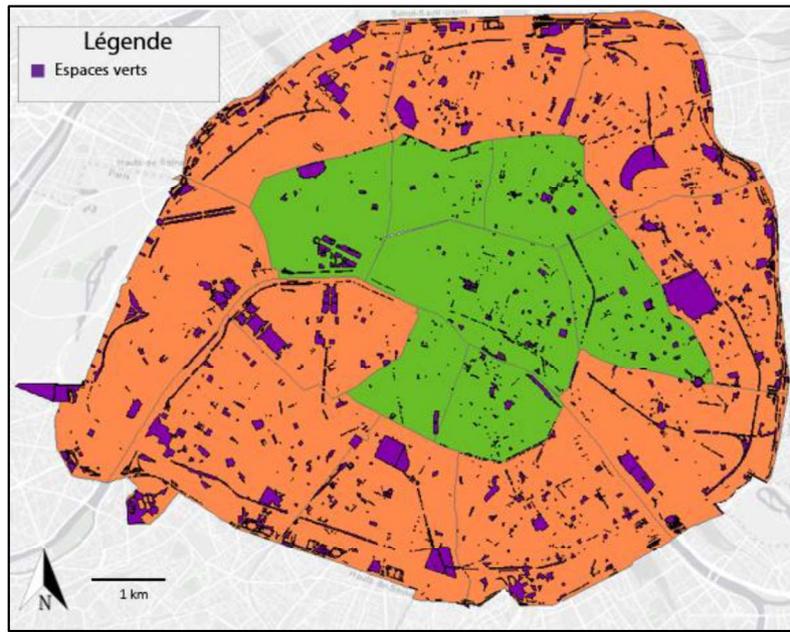


Figure 24 : Cartographie des surfaces occupées par les espaces verts parisiens

Il est donc possible d'émettre l'hypothèse que les espaces verts contribuent fortement à la valeur d'indice obtenue à l'échelle de l'atelier ou de l'arrondissement. L'étude à l'échelle du quartier IRIS peut permettre de vérifier cette hypothèse. En effet, les quartiers présentant une forte exposition pollinique sont également ceux possédant de grands espaces de verdure (d'une superficie supérieure à deux hectares), tel qu'illustré par la cartographie suivante :

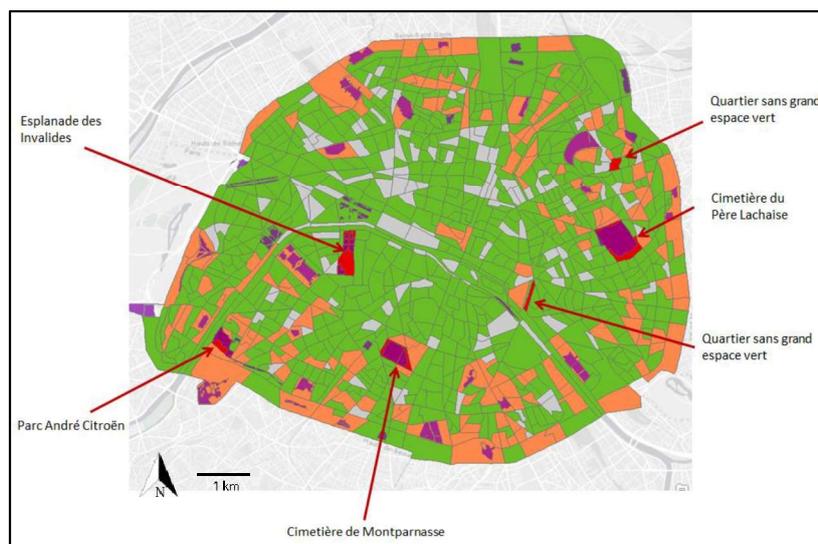


Figure 25 : Mise en évidence de la corrélation entre quartiers à forte exposition pollinique (en rouge) et grands espaces verts parisiens (en violet) (Virginie Comtesse)

Ainsi, quatre des six quartiers ayant un indice d'exposition allergique élevé possèdent une grande partie de leur surface recouverte par des espaces verts de détente. Ces lieux, concentrant une grande quantité de végétaux, ont donc une forte influence sur la valeur d'indice obtenue. Néanmoins, ce n'est pas le seul facteur à prendre en compte, puisque deux quartiers ne disposant pas de grands espaces verts ont pourtant un indice d'exposition élevé. Pour déterminer les autres causes pouvant amener à une importante exposition pollinique, il est possible de focaliser l'étude sur l'un de ces deux quartiers. Le quartier du bassin de l'Arsenal, situé dans le 12^{ème} arrondissement parisien, est étudié à l'échelle du carroyage :

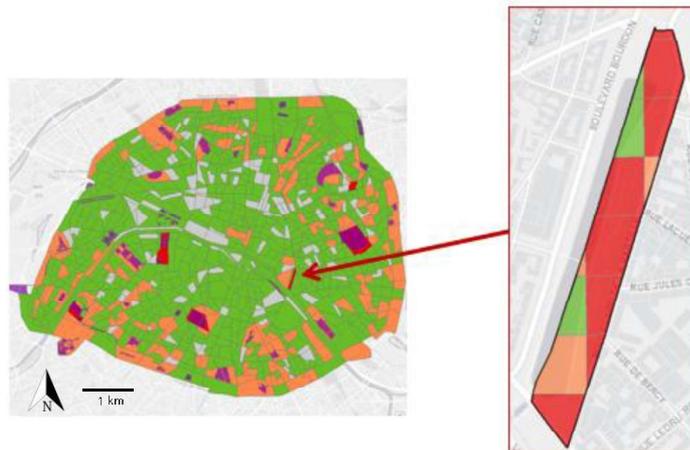
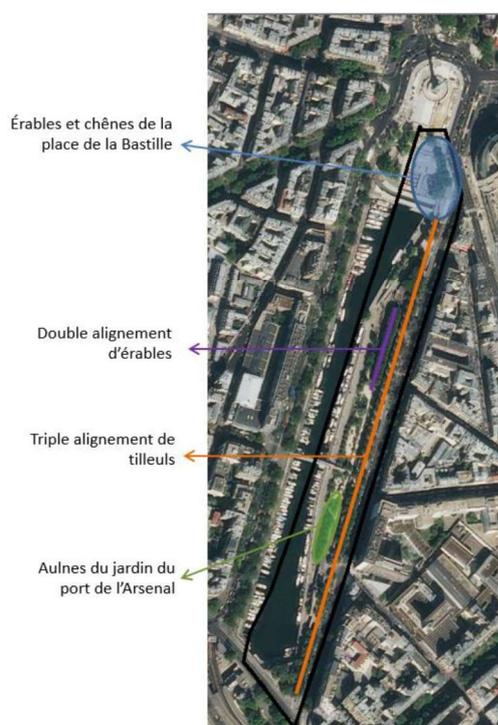


Figure 26 : Carte des quartiers IRIS avec valeur d'indice d'exposition allergique obtenues (à gauche) et détails sur le quartier du bassin de l'Arsenal avec indices obtenus à l'échelle du carroyage (à droite) (Virginie Comtesse)



À l'échelle du carroyage, les indices obtenus indiquent une forte exposition aux pollens allergisants sur la grande majorité du quartier. En détaillant à l'échelle encore plus fine de l'arbre, le bassin de l'Arsenal secteur compte 10 arbres à potentiel allergisant fort, des aulnes, regroupés dans le jardin du port de l'Arsenal (*identifié en vert dans la figure ci-contre*). De plus, le quartier compte 176 arbres à potentiel allergisant modéré. Il s'agit de trois grands alignements de tilleuls (*en orange*), un double alignement d'érables (*en violet*), ainsi que la plantation d'érables et de chênes sur la place de la Bastille, au nord du quartier (*en bleu*). Ainsi, il peut en être conclu qu'en plus des grands espaces de verdure, les alignements d'essences allergisantes peuvent augmenter la valeur d'indice obtenue d'un quartier.

Figure 27 : Photographie aérienne et détails des arbres du quartier du bassin de l'Arsenal (Virginie Comtesse)

4) Zones sensibles parisiennes

Une analyse des principales zones jugées sensibles a été réalisé sur l'ensemble du territoire parisien.

Etablissements scolaires : La capitale possède au total environ 1200 établissements scolaires publics dans lesquels sont plantés plus de 9000 arbres dans les cours d'écoles. Ces établissements sont donc considérés comme zones sensibles, mais tous ne sont pas des zones prioritaires. En effet, un certain nombre de ces écoles ne possèdent pas d'arbres émetteurs de pollen allergisant et ne sont pas dans un quartier à forte exposition pollinique. La carte représentant les arbres émetteurs de pollen allergisant présents dans les cours d'écoles publiques sont représentés sur la cartographie suivante :

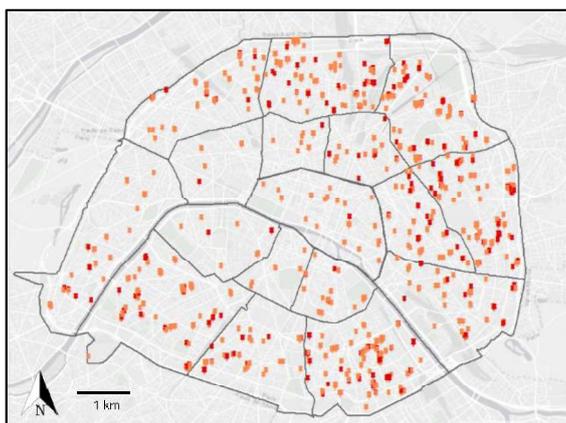


Figure 28 : Cartographie de répartition des arbres à potentiel allergisant modéré (en orange) ou fort (en rouge) dans les crèches et dans les écoles primaires/collèges publics (Virginie Comtesse)

Terrains sportifs : La Ville de Paris possède de nombreux terrains propices aux activités sportives en extérieur, en particulier en périphérie de la capitale, que ce soient des stades, ou encore des agrès de fitness installés dans les espaces verts de la ville. Plus de 5000 arbres sont plantés dans environ 200 terrains sportifs gérés par la collectivité. De la même façon que les établissements scolaires, certains terrains sportifs présentent une exposition pollinique plus forte que d'autres, de par la situation générale du quartier en termes d'exposition aux pollens, ou du fait de la présence d'arbres allergisants à proximité directe des zones sportives. Ces derniers sont représentés dans la cartographie suivante :

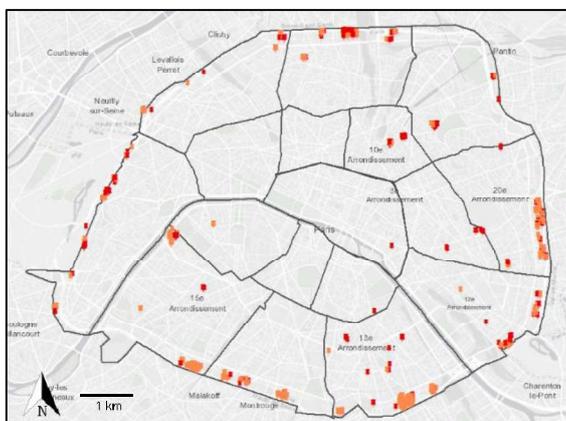


Figure 29 : Carte de répartition des arbres à potentiel allergisant fort (en rouge) et modéré (en orange) présents dans les terrains de sport parisiens (Virginie Comtesse)

Les plantations de platanes : A Paris, de très nombreux alignements sont entièrement constitué de platanes, du fait des préférences esthétiques haussmanniennes et de la forte accommodation de l'espèce aux environnements très pollués. Au total, près de 38 000 platanes évoluent dans les rues parisiennes. En considérant un rayon de 200 mètres autour de chaque individu pour définir les zones sensibles, le territoire parisien est presque entièrement soumis à l'influence des micro-aiguilles de l'espèce (*Figure 30*).

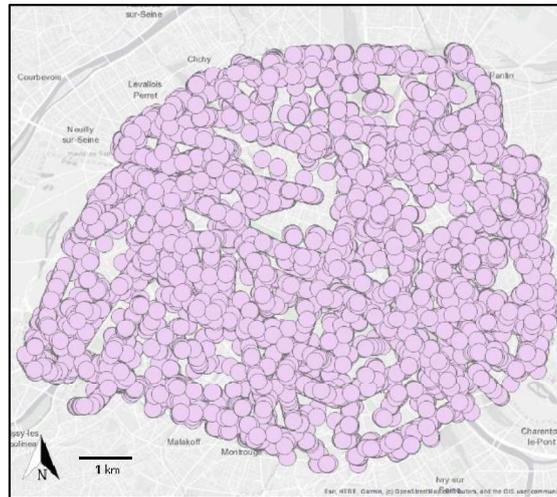


Figure 30 : Cartographie des zones parisiennes soumises aux bourres irritantes du platane (200 mètres autour des sources d'émission) (Virginie Comtesse)

La pollution atmosphérique : La Ville de Paris, en partenariat avec l'association AirParif, réalise un suivi attentif des émissions de polluants dans l'air, en fonction des zones. Une mesure par hectare des niveaux d'exposition aux PM_{2,5} durant l'été 2019. Les hectares dans lesquels les relevés ont indiqué un taux de particules fines plus élevé que la moyenne parisienne ont ainsi été identifiés et nommés « hotspots ». Ces hotspots sont donc les zones les plus susceptibles d'aggraver une pollinose, et se retrouvent principalement au niveau des grands axes routiers, tels que le boulevard périphérique ou encore les routes principales de la capitale :

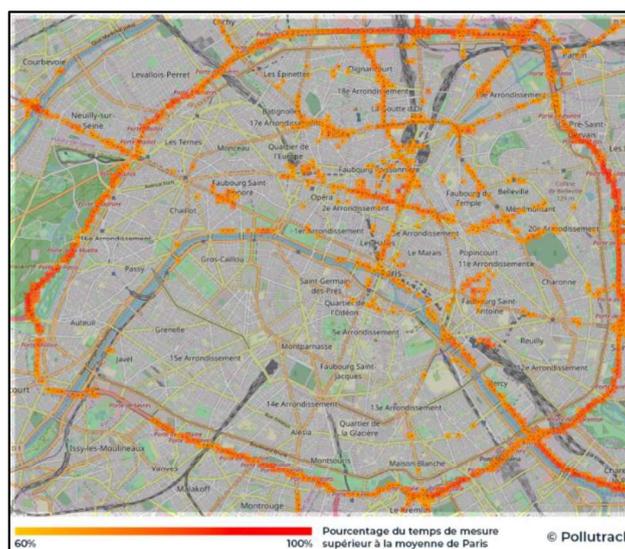


Figure 31 : Cartographie des « hotspots » de pollution aux PM_{2,5} à Paris (Ville de Paris)

VI – Préconisations de plantations des espaces verts urbains

Les calculs présentés dans ce rapport permettent d’avoir une vue d’ensemble sur l’exposition de la population parisienne aux pollens allergisants en fonction de la zone considérée. A partir de cet état des lieux, des préconisations spécifiques à chaque territoire, en fonction de l’exposition pollinique qu’il présente, peuvent être établies. Ces préconisations peuvent être de deux types :

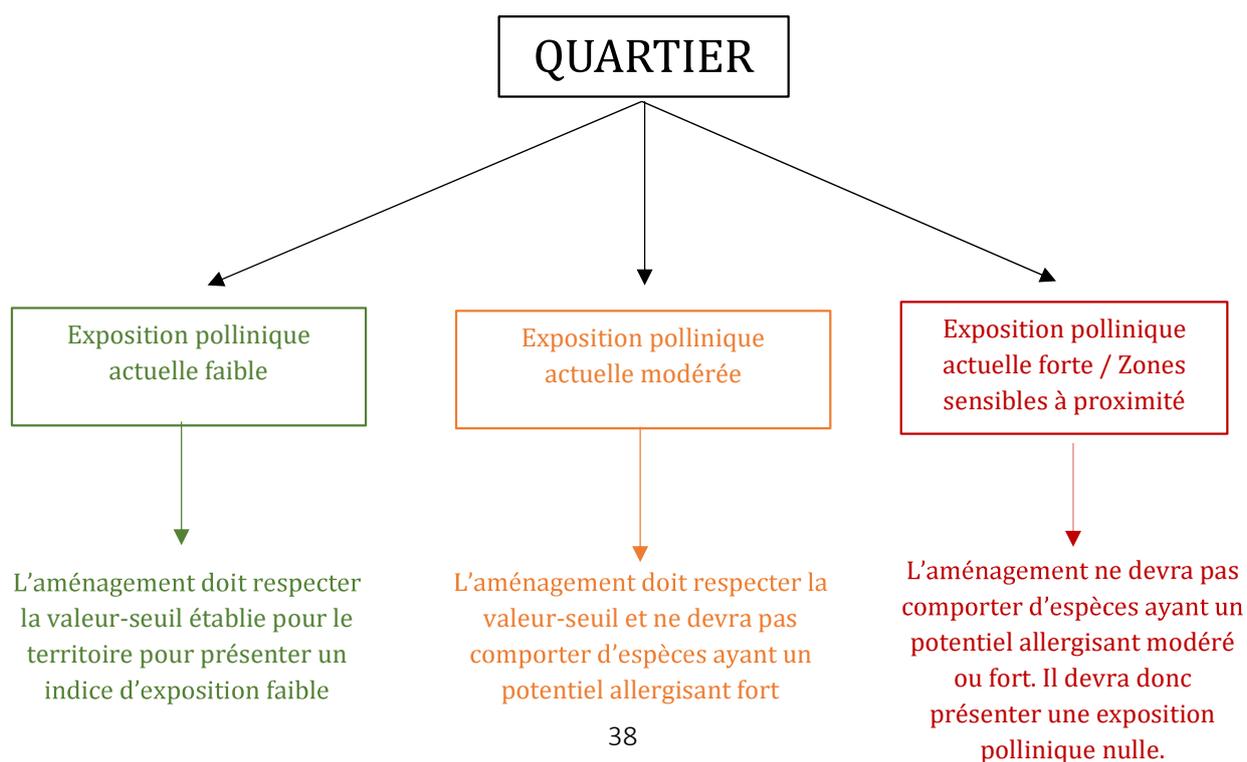
- **Préconisations à moyen terme** : qui visent à fournir des conseils quant aux choix de plantation relatifs à la conception de nouveaux aménagements ou à la réhabilitation d’aménagements existants.
- **Préconisations à long terme** : qui visent à intégrer les prescriptions aux plans de gestion de chaque projet afin que les zones présentant actuellement une exposition aux pollens élevée évoluent progressivement vers une exposition modérée, puis faible.

1) Préconisations concernant les palettes végétales à destination des futurs aménagements

A l’aide de l’état des lieux réalisé sur le territoire d’étude, plusieurs préconisations à moyen terme peuvent alors émerger afin de guider les aménageurs lors de la sélection des végétaux à intégrer à la palette végétale d’un nouvel aménagement, ou d’un aménagement existant en réhabilitation.

Lors de la mise en place d’un nouveau projet, prendre en compte les éléments situés aux alentours est essentiel. Choisir d’étudier l’exposition aux pollens allergisants à l’échelle du quartier semble donc le plus pertinent dans ce cas précis.

L’objectif général étant de créer ou de réhabiliter des installations à faible exposition aux pollens allergisants, les mesures à prendre sont à adapter à l’exposition globale que présente le quartier :



Quelle que soit la situation du quartier, l'ensemble des aménagements doit respecter la valeur-seuil calculée en fonction du territoire pour garantir une faible exposition aux pollens allergisants pour le futur public qui fréquentera l'espace. Néanmoins, en fonction de la situation actuelle du quartier, les mesures à respecter deviennent plus contraignantes en fonction de l'augmentation de l'exposition générale du quartier. Par exemple, les mesures appliquées dans les quartiers à forte exposition pollinique peuvent paraître très restrictives, néanmoins il faut garder à l'esprit que très peu de quartiers présente une telle exposition aux pollens allergisants. L'objectif est ainsi d'éviter d'augmenter davantage l'exposition aux pollens déjà importante.

A titre d'exemple, à Paris, si l'aménagement se trouve dans un quartier ayant une faible exposition aux pollens actuellement, la palette végétale devra obtenir un indice de 2,9 au maximum pour respecter les valeurs-seuils calculées, à savoir pour un aménagement d'un hectare comprendre 4 arbres à potentiel allergisant modéré ou 2 à fort potentiel au maximum.

Une réflexion quant aux installations de nouvelles aires de jeux ou de fitness est également nécessaire. Les parcs et jardins présentant une exposition aux pollens allergisants actuelle faible doivent être privilégiés pour l'installation de ces équipements aux espaces verts soumettant les enfants et les sportifs à plus de risques de déclenchement de pollinoses. En cas d'installations d'aires de fitness ou de jeux dans les bois, éviter de les placer à proximité d'un peuplement forestier où l'espèce majoritaire est émettrice de pollen allergisant semble pertinent.

2) Préconisations à intégrer aux plans de gestion des aménagements

Les préconisations à long terme sont à intégrer aux plans de gestion de l'ensemble des secteurs ayant actuellement une exposition pollinique modérée ou forte. Dans ces zones, il est préconisé, dès lors qu'un arbre allergisant nécessite d'être abattu (pour cause de maladie ou de casse entraînant un danger pour la population), de le substituer par une autre essence à l'esthétique proche mais ne présentant pas de risque allergique. Le RNSA, ou encore l'ARS d'Aquitaine, ont conduit des recherches et édité des guides d'aide aux choix des essences de substitution, en fonction de l'espèce allergisante initiale à remplacer.

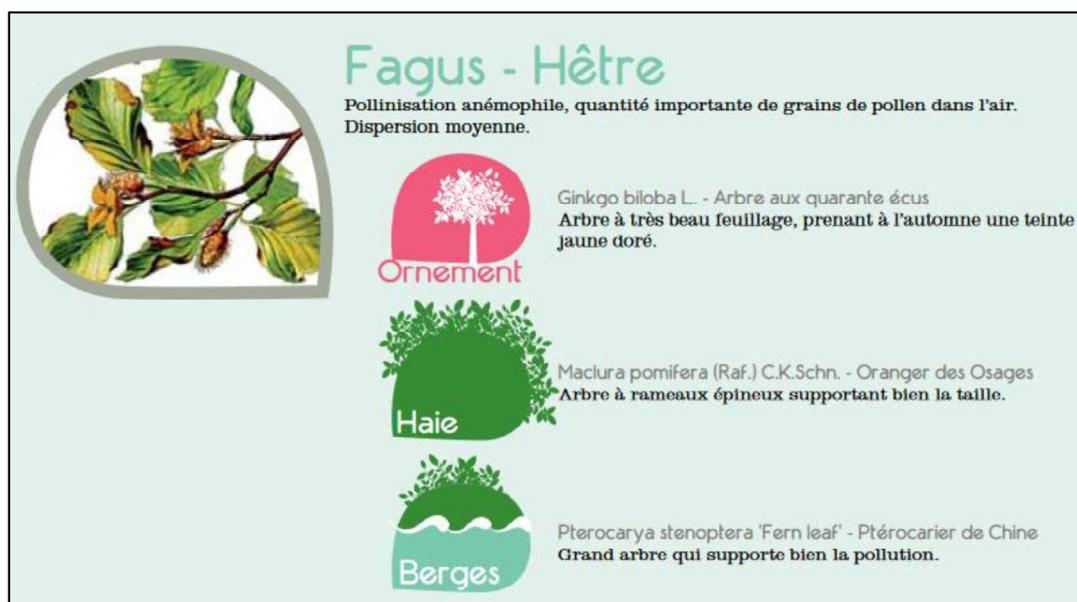


Figure 32 : Exemple de propositions de substitution du hêtre (fortement allergisant) en fonction de son usage paysager (exemples : ornement/haie/berges) (ARS Aquitaine)

VII – Conclusion et perspectives

La prise en compte du caractère allergisant des végétaux s'avère aujourd'hui essentielle dans les projets d'aménagements urbains, les cas de pollinoses étant en constante augmentation ces dernières décennies. A travers un choix avisé des espèces à intégrer à la palette végétale et des proportions de chacune dans l'espace conçu, l'exposition de la population aux pollens allergisant peut s'en trouver réduite, garantissant aux citoyens un cadre de vie agréable et sain.

La méthodologie ainsi développée représente un outil d'aide à la décision important pour les aménageurs : la réalisation d'un état des lieux, à l'échelle d'étude la plus pertinente selon l'objectif défini, permet de fournir des préconisations adaptées aux spécificités du territoire, afin de limiter la présence de végétaux émetteurs de pollens allergisants dans l'espace public, et ainsi réduire l'exposition de la population aux risques sanitaires qui y sont associés. Cette méthodologie, illustrée par l'étude de cas de la Ville de Paris dans ce mémoire, est transposable à d'autres collectivités.

Néanmoins, la méthode ainsi développée de réalisation d'un état des lieux présente des limites. En effet, les végétaux observables dans un espace ne sont pas les seuls responsables de l'exposition aux pollens allergisants de la zone, du fait du déplacement, parfois sur de longues distances, des grains de pollen. A l'échelle d'une collectivité, il est possible d'agir uniquement sur l'ambiance pollinique locale, à savoir les végétaux présents localement. Pour éviter un état des lieux de l'exposition réelle d'un territoire, il est nécessaire de travailler avec les collectivités limitrophes pour ainsi limiter la présence d'une ambiance pollinique dite « de fond », issue des nuages polliniques en déplacement. Il serait également intéressant d'avoir plus de renseignements sur les distances précises que peuvent parcourir les grains de pollen selon l'espèce végétale incriminée, ces données étant peu relatées dans la littérature scientifique. Une connaissance approfondie des relations existantes entre botanique et santé permettrait également d'affiner l'étude réalisée, par exemple : la quantité de grains de pollen émise est-elle corrélée au potentiel allergisant d'une espèce ? Existe-il un effet de dilution lié aux espèces non allergisantes, autrement dit ces dernières ont-elles une influence sur l'exposition générale aux pollens allergisants ? Les problématiques concernant les pollinoses étant relativement émergentes, elles seront probablement davantage traitées dans la littérature scientifique à l'avenir.

Par ailleurs, cette méthodologie tend à évoluer afin de prendre en compte le contexte de réchauffement climatique. En effet, l'augmentation globale des températures tend à favoriser la propagation d'espèces allergisantes, initialement inféodée aux régions chaudes, sur l'ensemble du territoire français. De plus, le réchauffement climatique entraîne l'acclimatation d'espèces exotiques envahissantes, parfois émettrices de pollen allergisants, telles que l'ambrosie à feuilles d'armoise (*Ambrosia artemisiifolia* L.), plante nord-américaine ayant déjà envahie la région Auvergne-Rhône Alpes et qui étend progressivement son aire de répartition à l'ensemble du pays. Dans une autre mesure, le déclin des espèces pollinisatrices lié aux bouleversements climatiques et aux activités anthropiques tend à défavoriser les espèces entomophiles, au profit des espèces utilisant le vent en tant que vecteur de reproduction, le plus souvent à l'origine des allergies aux pollens. Il est donc important que l'ensemble des collectivités territoriales prennent en considération le risque de pollinose que peuvent présenter les aménagements urbains, et intègre ces problématiques dans les politiques d'aménagement.

BIBLIOGRAPHIE

AGGERI G., 2010. Inventer les villes-natures de demain : Gestion différenciée, gestion durable des espaces verts. *Educagri Editions*, Dijon, 199p.

ANSES, 2014. État des connaissances sur l'impact sanitaire lié à l'exposition de la population générale aux pollens présents dans l'air ambiant. 236p.

ATMO Auvergne-Rhône-Alpes, 2010. Cartographie des concentrations atmosphériques d'ambrosie en région Rhône-Alpes. 39p.

BEALEY W.J., MCDONALD A.G., NAMITZ E., DONOVAN R., DRAGOSITS U., DUFFY T.R, FOWLER D., 2007. Estimating the reduction of urban PM10 concentrations by trees within an environmental information system for planners. *Journal of Environmental Management*. Vol. 85, p. 44–58. DOI : 10.1016/j.jenvman.2006.07.007

BIDAT E., RANCE F., BARANES T., GOULAMHOUSSEN S., 2003. Goat's milk and sheep's milk allergies in children in the absence of cow's milk allergy. *Revue Française d'Allergologie et d'Immunologie Clinique*. Vol. 111, p. 273-277. DOI : 10.1016/S0091-6749(03)80296-8

CALFAPIETRA C., FARES S., MANES F., MORANI A., SGIGNA G., LORETO F., 2013. Role of biogenic volatile organic compounds (BVOC) emitted by urban trees on ozone concentration in cities: A review. *Environmental Pollution*. Vol. 183, p. 71–80. DOI : 10.1016/j.envpol.2013.03.012

CARINANOS P., CASARES-PORCEL M., 2011. Urban green zones and related pollen allergies: A review. Guidelines for designing spaces of low allergy impact. *Landscape and Urban Planning*. Vol. 101, Issue 3, p. 205-214. DOI : 10.1016/j.landurbplan.2011.03.006

CARINANOS P., DIAZ DE LA GUARDIA C., DE LINARES C., CASARES-PORCEL M., 2015. Characterization of Allergen Emission Sources in Urban Areas. *Journal of Environmental Quality*. Vol. 45, p. 244-252. DOI : 10.2134/jeq2015.02.0075

CARINANOS P., GRILO F., PINHO P., CASARES-PORCEL M., BRANQUINHO C., ACIL N., ANDREUCCI M. B., ANJOS A., BIANCO P.M., BRINI S., CALAZA-MARTINEZ P., CALVO E., CARRARI E., CASTRO J., CHIESURA A., CORREIA O., GONCALVES A., GONCALVEZ P., MEXIA T., MIRABILE M., PAOLETTI E., SANTOS-REIS M., SEMENZATO P., VILHAR U., 2019. Estimation of the Allergenic Potential of Urban Trees and Urban Parks: Towards the Healthy Design of Urban Green Spaces of the Future. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. Vol. 16, 1357p. DOI : 10.3390/ijerph16081357

CHOEL M., VISEZ N., 2019. Altération du grain de pollen par la pollution atmosphérique. *Revue Française d'Allergologie*. Vol. 59, Issue 8, p. 555-562. DOI : 10.1016/j.reval.2019.10.003

DE MONCAN P., 2009. Paris les jardins d'Hausman. *Les Editions du Mecène*, Paris, 143p.

DESCHILDRE A., THIAKANE M., DUBUS J.C., DRES M., 2010. Allergies et particules fines. *Revue des Maladies Respiratoires Actualités*. Vol. 2, Issue 4, p.416-418.

GALOPIN G., PLOTTU B., BOUVIER V., BEZIAU N., HAXAIRE P., RAIMBAULT B., BAUSIERE J., VAJOU B., 2021. Espaces végétalisés urbains et santé : mesures et leviers d'action à l'échelle du quartier, guide méthodologique. Agrocampus Ouest. 197p. ISBN : 978-2-9544338-2-0.

HARF R., 2002. Pollinoses et consommation médicamenteuse. *Revue Française d'Allergologie et d'Immunologie Clinique*. Vol. 42, Issue 7, p. 743-745. DOI : 10.1016/S0335-7457(02)00202-2.

LAAIDI M., THIBAUDON M., BESANCENOT J.-P., 2003. Two statistical approaches to forecasting the start and duration of the pollen season of Ambrosia in the area of Lyon (France). *International Journal of Biometeorology*. Vol. 48, p.65-73.

LAKE I.R., JONES N.R., AGNEW M., GOODESS C.M., GIORGI F., HMAOUI-LAGNEL L., SEMENOV M.A., SOLOMON F., STORKEY J., VANTARD R., 2017. Climate Change and Future Pollen Allergy in Europe. *Environmental Health Perspectives*. Vol. 125, p. 385-391.

LIORZOU F., 2017. Conception et gestion différenciée des jardins. Pour des aménagements paysagers écologiques. *Lavoisier Tec&Doc*, Paris, 241p.

LOHR V.I., PEARSON-MIMS C.H., TARNAI J., DILMANN D.A, 2004. How urban residents rate and rank the benefits and problems associated with tree in cities. *Journal of Arboriculture*. Vol. 30, p. 28-35.

MCINNES R. N., HEMMING D., BURGESS P., LYNDSEY D., OSBORNE N. J., AMBELAS SKJOTH C., THOMAS S., VARDOULAKIS S., 2017. Mapping allergenic pollen vegetation in UK to study environmental exposure and human health. *Science of the total environment*. Vol. 599-600, p. 483-499. DOI : 10.1016/j.scitotenv.2017.04.136.

REDON E., 2017. Modélisation de la végétation urbaine comme régulateur thermique. Thèse de doctorat en climatologie urbaine : Université Toulouse 3 Paul Sabadier. 211p.

RNSA/APSF, 2018. Surveillance des Pollens et Moisissures dans l'air ambiant. 20p.

SEITZ J. A., ESCOBEDO F., 2009. Urban Trees and Allergies in North Florida. School of Forest, Fisheries, and Geomatics Sciences. Institute of Food and Agriculture Sciences, University of Florida. FOR 206, 4p.

VIGOUROUX A., 2007. Le platane, portrait, botanique, maladies. *La compagnie des éditions de la Lesse*, Edisud, Aix-En-Provence. 127p.

VERVLOET D., MAGNAN A., 2003. Traité d'allergologie. *Lavoisier Medecine Science*, Paris, 1148p.

ZUBERBIER T., LOTVALL J., SIMOENS S., SUBRAMANIAM S.V., CHURCH M.K., 2014. Economic burden of inadequate management of allergic diseases in the European Union: A review. *Allergy*. Vol. 69, p.1275-1279.

SITOGRAPHIE

- [1] Ministère des Solidarités et de la Santé, 2018 <https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/air-exterieur/pollens-et-allergies/article/effets-des-pollens-sur-la-sante> (Consulté le 26/03)
- [2] Ministère des Solidarités et de la Santé. Plans Nationaux Santé Environnement : https://www.ecologie.gouv.fr/plan-national-sante-environnement-pnse#scroll-nav_2 (Consulté le 2/04)
- [3] Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer. Plan Régional en Santé Environnement 3 : <http://www.ile-de-france.prse.fr/les-plans-regionaux-sante-environnement-prse-r7.html> (Consulté le 12/08)
- [4] Bruit Parif. PRSE3 : <https://www.bruitparif.fr/publication-du-prse3/> (Consulté le 12/08)
- [5] Ville de Paris. Plan Parisien en Santé Environnement : <https://api-site.paris.fr/images/81586> (Consulté le 7/04)
- [6] Ville de Paris. Plan Biodiversité : <https://cdn.paris.fr/paris/2021/02/17/fbb551749cd3dabdf2b730d5f4097629.pdf> (Consulté le 7/04)
- [7] Association des Pollinarium Sentinelles de France : <https://www.alertepollens.org/pages/association-apsf/> (Consulté le 4/03)
- [8] Réseau National de Surveillance Aérobiologique : <https://www.pollens.fr/> (Consulté le 2/03)
- [9] Réseau Pollin'air : <http://www.pollinair.fr/> (Consulté le 2/03)
- [10] Fredon. Ambroisie : <https://www.fredon.fr/aura/presse/ambroisie-un-exemple-despece-envahissante-nocive-pour-la-sante> (consulté le 23/08)
- [11] Solocal. Groupe de travail : <https://contrat-de-travail.ooreka.fr/astuce/voir/464871/groupe-de-travail> (Consulté le 9/05)
- [12] Stallergenes Greer. Allergies croisées : <https://stallergenesgreer.fr/allergies-croisees> (Consulté le 12/04)
- [13] Ville de Paris. Plan Local d'Urbanisme : <http://pluenligne.paris.fr/plu/jsp/site/Portal.jsp> (Consulté le 13/07)

| | |
|--|--|
| <p>Année universitaire : 2020-2021</p> <p>Spécialité : Paysage</p> <p>Spécialisation (et option éventuelle) : Projets de paysage : site et territoire (PPST)</p> | <p>Mémoire de fin d'études</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> d'ingénieur d'AGROCAMPUS OUEST (École nationale supérieure des sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage), école interne de L'institut Agro (Institut national d'enseignement supérieur pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement)</p> <p><input type="checkbox"/> de master d'AGROCAMPUS OUEST (École nationale supérieure des sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage), école interne de L'institut Agro (Institut national d'enseignement supérieur pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement)</p> <p><input type="checkbox"/> de Montpellier SupAgro (étudiant arrivé en M2)</p> <p><input type="checkbox"/> d'un autre établissement (étudiant arrivé en M2)</p> |
|--|--|

ANNEXES

Soutenu à Angers, le 9 septembre 2021

Devant le jury composé de :

Président : Gerhard BUCK-SORLIN

Autres membres du jury (Nom, Qualité)

Maître de stage : Malorie CLAIR

Enseignant référent : Gilles GALOPIN

Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent que la responsabilité de son auteur et non celle d'AGROCAMPUS OUEST

Ce document est soumis aux conditions d'utilisation
«Paternité-Pas d'Utilisation Commerciale-Pas de Modification 4.0 France»
disponible en ligne <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.fr>



ANNEXES :

ANNEXE I : Tableaux des potentiels allergisants du RNSA (Réseau National de Surveillance Aérobiologique)

| Arbres | | | |
|----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|
| Espèces | Famille | Potentiel allergisant | |
| Érables* | Acéracées | Modéré | |
| Aulnes* | Bétulacées | Fort | |
| Bouleaux* | | Fort | |
| Charmes* | | Fort | |
| Charme-Houblon | | Faible/Négligeable | |
| Noisetiers* | | Fort | |
| Baccharis | Composées | Modéré | |
| Cades | Cupressacées | Fort | |
| Cyprés commun | | Fort | |
| Cyprés d'Arizona | | Fort | |
| Genévriers | | Faible/Négligeable | |
| Thuyas* | | Faible/Négligeable | |
| Robiniers* | Fabacées | Faible/Négligeable | |
| Châtaigniers* | Fagacées | Faible/Négligeable | |
| Hêtres* | | Modéré | |
| Chênes* | | Modéré | |
| Noyers* | | Juglandacées | Faible/Négligeable |
| Mûriers à papier* | | Moracées | Fort |
| Mûriers blanc* | Faible/Négligeable | | |
| Frênes* | Oléacées | Fort | |
| Oliviers | | Fort | |
| Troènes* | | Modéré | |
| Pins* | Pinacées | Faible/Négligeable | |
| Platanes** | Platanacées | Modéré** | |
| Peupliers* | Salicacées | Faible/Négligeable | |
| Saules* | | Modéré | |
| Ifs* | Taxacées | Faible/Négligeable | |
| Cryptoméria du Japon | Taxodiacees | Fort | |
| Tilleuls* | Tilliacees | Modéré | |
| Ormes* | Ulmacées | Faible/Négligeable | |

| Herbacées spontanées | | |
|-----------------------------|----------------|-----------------------|
| Espèces | Familles | Potentiel allergisant |
| Chénopodes* | Chénopodiacees | Modéré |
| Soude brulée (Salsola kali) | | Modéré |
| Ambroisies* | Composées | Fort |
| Armoises* | | Fort |
| Marguerites* | | Faible/Négligeable |
| Pissenlits* | | Faible/Négligeable |
| Mercuriales* | Euphorbiacées | Modéré |
| Plantains* | Plantaginacées | Modéré |
| Graminées | Poacées | Fort |
| Oseilles* (Rumex) | Polygonacées | Modéré |
| Orties* | Urticacées | Faible/Négligeable |
| Pariétaires | | Fort |
| *plusieurs espèces | | |

| Graminées Ornementales | | | |
|------------------------|----------|-----------------------|--|
| Espèces | Familles | Potentiel allergisant | |
| Baldingère | Poacées | Fort | |
| Calamagrostis | | Modéré | |
| Canche cespiteuse | | Fort | |
| Elyme des sables | | Modéré | |
| Fétuques* | | Fort | |
| Fromental élevé | | Fort | |
| Queue de lièvre | | Modéré | |
| Stipe géante | | Modéré | |
| *nombreuses espèces | | | |

Compte rendu de réunion – Présentation de la stratégie de gestion des végétaux à pollen allergisant sur le territoire parisien

| | |
|---|-------------------------------------|
| Date : 18 mai 2021 | Lieu : Réunion en distanciel |
| Objectifs de la rencontre : Présentation de la stratégie de gestion « plantes à pollen allergisant » auprès du premier groupe de travail composé du comité scientifique Présentation et validation de la stratégie proposée | |
| Participants : DEVE – SSTV- DESV : Mathilde RENARD, Malorie CLAIR, Guillaume DEBORD, Virginie COMTESSE DASES – SPSE : Emilie DALIBERT, Kiran RAMGOLAM RNSA (Réseau National de Surveillance Aérobiologique) : Samuel MONNIER APSF (Association des Pollinarium Sentinelle de France) : Salomé PASQUET Excusés : Vincent DOUCET (DASES – SPSE), Nhân PHAM THI (médecin allergologue référent de Paris, avec qui une seconde réunion de présentation a pu être organisée le 21/05/2021) | |
| Documents joints : PowerPoint présenté lors de la réunion | |

1- Présentation de la stratégie

Dans un contexte de constante augmentation des cas de pollinoses (allergies au pollen), la gestion des végétaux à pollen allergisant est au cœur des problématiques actuelles. Le milieu urbain constitue un facteur aggravant du fait d'une certaine synergie entre pollution et pollen. Face à ses enjeux majeurs de santé publique, la DESV est régulièrement sollicitée pour avis dans le cadre de mise en place de tout type de nouveaux aménagements, que ce soit en interne ou en externe. Il s'avère qu'en s'appuyant sur les guides de préconisations déjà publiés, la Ville de Paris est en difficulté pour donner des recommandations précises sur le nombre de végétaux émettant des pollens allergisants qu'il est possible de planter dans un aménagement afin de maintenir un niveau d'exposition allergique faible, sans pour autant interdire totalement la plantation des espèces les plus allergisantes.

L'objectif de ce premier groupe de travail est de présenter et valider la méthodologie de mise en place d'un état des lieux et diagnostic cartographiés de la situation allergique actuelle sur le territoire parisien, ainsi que de suggérer un ensemble de préconisations à fournir aux gestionnaires et aux aménageurs afin que la problématique soit mieux prise en compte dans les projets de végétalisation futurs.

L'objectif est ainsi de réaliser une cartographie de la situation allergique actuelle à Paris et de définir des zones exposant davantage la population aux pollinoses, appelées zones prioritaires, dans lesquelles la gestion des végétaux serait renforcée et les restrictions pour les nouveaux aménagements aux alentours plus contraignantes.

La mise en place de l'état des lieux s'est réalisée en plusieurs étapes :

- 1) Une réflexion sur l'ensemble des facteurs pouvant avoir une influence sur l'exposition allergique de la population, et leur prise en compte ou non dans l'état des lieux
- 2) Une fois les facteurs choisis, une réflexion sur les valeurs-seuils fixées pour établir trois classes d'exposition allergique (faible/modérée/forte)
- 3) Enfin, une réflexion sur les zones prioritaires qui doivent faire l'objet d'une attention plus particulière

La cartographie obtenue permet ensuite de prendre en compte les spécificités de chaque secteur pour ainsi adapter les préconisations sur les futurs aménagements.

L'objectif final de cette démarche sera d'éditer un guide d'aide aux aménageurs, que ce soit pour la gestion des espaces verts existants ou pour tous types de projets futurs.

2- Échanges et remarques du groupe de travail

- **Globalement : Validation globale de la méthodologie mais certains paramètres sont à retravailler, tel que les critères définis pour établir les valeurs-seuils. Les préconisations de plantation sont approuvées et à discuter avec le second groupe de travail (technique).**

Facteurs d'influence sur l'état des lieux :

- De nombreux échanges ont concernés la prise en compte de la quantité de pollen émise par chaque espèce. Il a été suggéré qu'il s'agissait peut-être d'une donnée déjà prise en compte dans la définition du potentiel allergisant d'une espèce. Des recherches complémentaires sont donc à effectuer et s'il est possible de trouver des informations dans la littérature, il a été suggéré d'intégrer cette donnée dans l'état des lieux ou dans les préconisations en intégrant, par exemple, un indice de pondération négatif pour les espèces émettant plus de pollen.
- Le RAEP (Risque Allergique d'Exposition aux Pollens) varie en fonction des régions, car il peut y avoir un grand nombre de personnes allergiques à une espèce dans une région et pas dans une autre.
 - > Selon le Dr Pham Thi, la liste du RNSA correspond à ses observations cliniques de la population allergique parisienne (globalement allergique aux espèces végétales présentées comme ayant un fort potentiel allergisant, telles que les graminées, le bouleau, l'aulne, noisetier ...). Il est donc proposé de ne pas intégrer de pondération négative supplémentaire sur ce point déjà pris en compte.
- L'intégration des platanes dans l'état des lieux fut évoqué : Le pollen des platanes n'est pas fortement allergisant, ce sont les fructifications qui provoquent des irritations. Certaines personnes non allergiques peuvent ressentir une gêne en présence de fruits de platanes, il ne s'agit donc pas d'une allergie à proprement parler. Néanmoins, les fructifications de platanes peuvent entraîner une fragilisation des muqueuses respiratoires, et donc exacerber une réaction allergique.

> Selon le Dr Pham Thi, les platanes ne doivent pas être négligés dans l'état des lieux car ils présentent une gêne similaire aux allergies pour la population. Il est suggéré d'intégrer une pondération négative à partir d'une certaine densité de platanes à proximité.

Méthodologie états des lieux + diagnostic :

- Concernant la distinction entre genre et espèce, il a été suggéré de se maintenir à l'échelle du genre lorsque l'information sur l'espèce n'est pas disponible, et dans le cas contraire aller jusqu'à l'espèce.
- Il serait pertinent de classer les espèces/genres en trois classes (faible et négligeable/ moyen/ fort) plutôt qu'en deux comme proposé, pour éviter de surestimer le risque allergique.
- Des recherches complémentaires sont à effectuer afin de déterminer si, pour une même quantité de pollen allergisant dans l'air, le risque est diminué si ce pollen est en présence d'autres pollens non allergisants (effet de « dilution »). Cela aura un impact sur l'état des lieux et suggère qu'il faudrait faire le rapport entre la densité de végétaux allergisants et la densité totale de végétaux.
→ Le calcul permettant de déterminer « l'indice d'exposition allergique » retenu permet de tenir compte de la densité d'arbres allergisants présents, mais aussi de la proportion par rapport aux autres arbres et de la surface considérée:

$$\text{Indice d'exposition allergique} = [(1 * \text{Nombre d'arbres à PA fort}) + (0.5 * \text{Nombre d'arbres à PA modéré})] / (\text{Superficie} * \text{Nombre d'arbres total sur la surface})$$

- Comme évoqué précédemment, il a été proposé de tester la construction d'un indice composite, en ajoutant des indices et des pondérations en fonction des résultats des recherches complémentaires effectuées (espèce à enjeu, présence de platanes, allergies croisées, etc.).
- Afin de définir les seuils qui définiront les différentes classes d'exposition au risque allergique, il est d'abord nécessaire de reprendre les données et les calculs en fonction des suggestions du GT. Les valeurs seuils doivent tenir compte de l'échelle de valeurs de références obtenues sur le territoire pour calibrer les niveaux de risque (permettant de discriminer des secteurs différents à Paris)
- Il sera nécessaire d'établir des valeurs-seuils différentes pour l'état des lieux (qui détermineront les niveaux de risque) et pour les préconisations futures (densité à respecter dans les aménagements). Ces dernières peuvent éventuellement être plus restrictives.
- Il est suggéré de réaliser une carte complémentaire, localisant plus précisément les arbres allergisants à Paris.
- L'état des lieux cartographié sera à réaliser à différentes échelles (quartier, arrondissement, atelier, division).
- Le travail mené jusqu'à présent sur l'établissement d'un état des lieux intégrant la strate herbacée dans les grands espaces verts parisiens (parcs, jardins, cimetières, etc.) n'a pour le moment pas pu aboutir. Les données récupérées ne permettaient pas d'apprécier la quantité d'individus présents par espèce. Durant la réunion, il a été suggéré de contacter l'AEU afin d'échanger sur la couche SIG des chemins de la nature et sur son éventuelle exploitation. Il serait, par exemple, peut-être possible de cibler certains habitats (prairies, friches, etc.)

propices au développement des graminées allergisantes et de déterminer un indice d'exposition en fonction de la surface qu'ils représentent dans le site.

- Concernant la comparaison entre mesures capteurs et inventaires d'un parc ou jardin, un travail similaire a été réalisé par le RNSA dans 3 grands parcs parisiens. Plutôt que de faire ce suivi pour tous les parcs, ce qui serait laborieux, il faudrait réaliser le suivi pour les parcs qui présentent théoriquement le plus de risques, à savoir soumis à une fauche tardive. Dans ces parcs, on préconiserait d'éviter la plantation supplémentaire de végétaux à pollen allergisant.

Définition de zones prioritaires :

- Il semble difficile de ne pas considérer les espaces fréquentés par les enfants comme zones prioritaires. Dans un principe de précaution, puisque la communauté scientifique est divisée sur le sujet, il est conseillé d'abaisser les valeurs-seuils pour les préconisations de plantations futures sans pour autant interdire totalement la plantation de végétaux allergisants. Une autre solution serait d'interdire la plantation des espèces à potentiel allergisant fort dans les écoles. Cela sera à discuter avec le deuxième groupe de travail.

> Selon le Dr Pham Thi, il faut limiter drastiquement les végétaux les plus allergisants dans les milieux fréquentés par les enfants, pour ainsi diminuer la situation allergique locale. En revanche, il ne s'agit pas de créer des milieux aseptisés car l'ambiance pollinique de fond expose continuellement les enfants aux pollens.

- Le RNSA insiste sur l'importance de considérer les zones soumises à une forte pollution atmosphérique en tant que zones prioritaires. Afin de récupérer des données plus précises (couches SIG récentes), il a été conseillé de prendre contact avec Sophie Barral (DASES) ou AirParif.

Autres remarques :

- Réaliser des recherches complémentaires sur le lien entre réchauffement climatique et sur l'allergie au pollen (augmentation du potentiel allergisant de certaines espèces ? augmentation de la durée des saisons polliniques ? espèces méditerranéennes allergisantes risquant d'être plantées à Paris dans le futur ? espèces à surveiller ?)
- La démarche de la Ville de Paris (cartographie précise et préconisations) n'a pas encore été entreprise dans d'autres villes de France. La stratégie mise en place sera à valoriser dans le Plan Arbre de la Ville.
- Perspective de travaux futurs : Pour aller plus loin dans la stratégie, le Dr Pham Thi évoque l'idée d'intégrer le suivi géographique des personnes allergiques à nos cartographies. En effet, il serait très intéressant de réaliser une modélisation géographique prenant en compte le suivi des personnes allergiques ainsi que les arbres plantés dans l'espace public sur plusieurs années (sur 5 ou 10 ans), afin d'observer s'il existe une corrélation directe entre ces facteurs.

Compte rendu de réunion – Présentation de la stratégie de gestion des végétaux à pollen allergisant sur le territoire parisien

| | |
|---|-------------------------------------|
| Date : 4 juin 2021 | Lieu : Réunion en distanciel |
| Objectifs de la rencontre : Présentation de la stratégie de gestion « plantes à pollen allergisant » auprès du deuxième groupe de travail composé du comité technique. Présentation et validation de la stratégie proposée | |
| Participants : DEVE – SSTV- DESV : Malorie CLAIR, Guillaume DEBORD, Virginie COMTESSE DEVE – SAB : Sylvain MONTESINOS, Karina ANGEL DEVE – SEJ : Côme LESVEQUE, Anne BARELLE DEVE – AEU : Emeline BARDOU-LAPAIX, Anne DU PLESSIS DEVE – SPA : Luc REBILLAT Excusés : Frédéric TOUSSAINT (DEVE – SAB), Bernadette TELLA (DEVE – SAB), Béatrice RIZZO (DEVE – SAB), Agnès THOMAS (DEVE – SCim), Christophe CHALLES (DEVE – SPA), Thierry Rigaut (DEVE – SPA), Nadège RODARY (DEVE – SEJ) | |
| Documents joints : PowerPoint présenté lors de la réunion | |

1- Présentation de la stratégie

Dans un contexte de constante augmentation des cas de pollinoses (allergies au pollen), la gestion des végétaux à pollen allergisant est au cœur des problématiques actuelles. Le milieu urbain constitue un facteur aggravant du fait d'une certaine synergie entre pollution et pollen. Face à ses enjeux majeurs de santé publique, la DESV est régulièrement sollicitée pour avis dans le cadre de mise en place de tout type de nouveaux aménagements, que ce soit en interne ou en externe. Il s'avère qu'en s'appuyant sur les guides de préconisations déjà publiés, la Ville de Paris est en difficulté pour donner des recommandations précises sur le nombre de végétaux émetteurs de pollen allergisant qu'il est possible de planter dans un aménagement afin de maintenir un niveau d'exposition allergique faible, sans pour autant interdire totalement la plantation des espèces les plus allergisantes.

Un premier groupe de travail, composé d'un comité scientifique, s'est déroulé le 18 mai dernier. Celui-ci a permis de discuter des aspects santé de la stratégie (à savoir les sujets les plus sensibles face aux pollinoses, les facteurs d'influence sur les allergies polliniques, etc).

L'objectif de ce second groupe de travail est de présenter et valider la méthodologie de mise en place d'un état des lieux et diagnostic cartographiés de la situation allergique actuelle sur le territoire parisien, et de discuter des préconisations de gestion des végétaux à pollen allergisant, afin que la problématique soit mieux prise en compte dans les projets de végétalisation futurs.

L'objectif est ainsi de réaliser une cartographie de la situation allergique actuelle à Paris et de définir des zones exposant davantage la population aux pollinoses, appelées zones prioritaires, dans lesquelles la gestion des végétaux serait renforcée et les restrictions pour les nouveaux aménagements aux alentours plus contraignantes.

La mise en place de l'état des lieux est réalisée en plusieurs étapes :

- 1) Une réflexion sur l'ensemble des facteurs pouvant avoir une influence sur l'exposition allergique de la population, et leur prise en compte ou non dans l'état des lieux
- 2) Une fois les facteurs choisis, une réflexion sur les valeurs-seuils fixées pour établir trois classes d'exposition allergique (faible/modérée/forte)
- 3) Enfin, une réflexion sur les zones prioritaires qui doivent faire l'objet d'une attention plus particulière

La cartographie obtenue permet ensuite de prendre en compte les spécificités de chaque secteur pour ainsi adapter les préconisations sur les futurs aménagements.

L'objectif final de cette démarche sera d'éditer un guide d'aide aux aménageurs, que ce soit pour la gestion des espaces verts existants ou pour tous types de projets futurs.

2- Échanges et remarques du groupe de travail

Application d'une gestion spécifique à la strate herbacée :

- Mettre en place un tel protocole serait extrêmement contraignant et contraire aux objectifs de gestion différenciée. Il est proposé de maintenir les zones fauchées tardivement et de ne pas restreindre leur création, afin de préserver la biodiversité qu'elles abritent. En revanche, sélectionner des espèces végétales non allergisantes pour les futures mises en place de prairies, et d'en assurer le suivi, est à étudier.
 - **Pas de gestion spécifique appliquée à la strate herbacée actuellement implantée. Mais sélection de graminées ornementales non allergisantes pour les futurs aménagements.**

Calcul de l'indice d'exposition allergique et cartographie :

- Le nombre d'arbres total, placé au dénominateur dans notre indice, ne permet pas d'estimer correctement l'exposition allergique que présente un espace donné, puisque ce facteur supprime la notion de quantité d'arbres (l'indice est alors un pourcentage, et non une quantité). Si l'on détermine que les pollens des arbres non allergisants n'ont pas d'effet de dilution sur l'allergénicité d'une zone, alors il faudrait enlever cet élément du calcul.
- Réaliser un calepinage cartographique (via une grille de 500x500m par exemple), en complément des échelles de l'arrondissement parisien ou de l'atelier SAB, permettrait d'obtenir un résultat plus précis et localisé de l'état des lieux.
 - **La méthode de calcul va être retravaillée, et l'étude à l'échelle plus fine d'un calepinage du territoire parisien va être éditée.**

Données sur les bois parisiens :

- Pour estimer l'exposition allergique que présentent les bois parisiens, il a été suggéré de contacter directement les divisions de chacun des bois. L'utilisation de plans biodiversité, réalisés par l'AEU, qui détermine l'essence dominante dans certains périmètres des bois est également à envisager.

- **Mise en relation avec l'AEU et les responsables de gestion des bois (Mmes Brigitte Serres et Aurelia Chavanne) pour obtenir les données sur les bois.**

Calcul de l'exposition allergique des parcs et jardins :

- L'indice proposé est à retravailler pour calculer l'exposition allergique des parcs et jardins. Il a été proposé de réfléchir selon des volumes (de prairies) pour permettre de comparer les deux valeurs d'indices (strate herbacée et strate arborée).
- Les chemins de la Nature ne permettent pas d'estimer la surface en prairies ou en friches par rapport à la surface totale d'un parc ou cimetière. Il a été suggéré d'utiliser les plans de gestion réalisés par le SEJ.
 - **Un autre indice, adapté pour les parcs et jardins, va être proposé. Pour estimer la strate herbacée de chaque espace, les plans de gestion du SEJ vont être utilisés.**

Zones prioritaires :

- Actuellement, dans les zones jugées sensibles (écoles/crèches), le SAB applique un protocole de gestion des plantes toxiques uniquement, les plantes allergisantes ne sont pour le moment pas concernées.
- Il serait intéressant de se renseigner sur les espèces les plus plantées dans les écoles, ainsi que dans les terrains de sport actuellement et de réaliser une cartographie afin de visualiser si les arbres allergisants dans ces espaces sont concernés sur des zones spécifiques, ou si au contraire ils sont bien répartis sur le territoire. En cas de fortes concentrations, ces zones pourront être qualifiées de zones prioritaires.
- Interdire les espèces à potentiel allergisant fort dans les zones sportives et les écoles est suggéré, non pas dans le but d'aseptiser ces zones mais afin d'y diminuer le risque, le territoire parisien étant constamment sous l'influence de l'ambiance pollinique de fond (on estime que les grains de pollens peuvent parcourir plusieurs dizaines de km).
- Pour les zones soumises à une importante pollution atmosphérique, il semble compliqué d'interdire les espèces végétales ayant un potentiel allergisant fort, du fait de l'étendue spatiale que ces zones représentent. Une réduction des valeurs-seuils est envisagée.
 - **Les zones prioritaires identifiées sont celles fréquentées par le jeune public (crèches, écoles, aires de jeux), les sportifs (aires de fitness, terrains de sport), ou encore les zones soumises à une importante pollution atmosphérique (boulevard périphérique, quais de Bercy). Le protocole de gestion à adopter a été discuté : dans ces zones, interdire la plantation des espèces les plus allergisantes est envisagée.**

Outil - Grille Excel de calcul d'indice :

- La proposition de réaliser une grille Excel afin de calculer directement, à partir du nombre d'arbres et de la superficie de l'espace, l'indice pour chaque nouveau projet, est validée par le groupe de travail.
 - **Une grille d'aide au calcul, à destination des gestionnaires, va être réalisée.**

Autre remarque :

- Renforcer la communication auprès des gestionnaires des espaces verts sur le risque d'irritation lié aux fructifications du platane est nécessaire.

Annexe IV : Article publié dans la revue interne de la DEVE présentant les actions et la stratégie de gestion relatives aux pollens allergisants à Paris

Le Point sur



RISQUE ALLERGIQUE ET POLLEN LA PRÉVENTION S'ORGANISE À PARIS

Les cas d'allergies au pollen (pollinoses) sont en constante augmentation depuis plusieurs décennies et leur nombre pourrait bien exploser à l'avenir avec le changement climatique.

En ville, des facteurs tels que la pollution atmosphérique, les îlots de chaleur, la végétalisation croissante de l'espace public participent à ce phénomène, qui constitue une véritable préoccupation de santé publique. A Paris, des actions de prévention du risque allergique sont inscrites dans les plans Paris Santé Environnement et Biodiversité 2018-2024. Les objectifs visés sont de réduire l'émission des pollens allergisants en ville et d'en détecter au plus tôt la présence dans l'air pour en informer les parisiens.

Contexte

Les pollens allergisants sont émis par des plantes (arbres et herbacées) anémophiles (dont le pollen est dispersé par le vent) et contiennent des substances (protéines ou glycoprotéines) reconnues comme immunologiquement néfastes pour un individu donné. Les affections saisonnières liées à la présence de ces grains de pollens allergisants dans l'air, dont les symptômes sont plus ou moins invalidants, touchent de

plus en plus de français. Selon les chiffres de l'Agence nationale de sécurité sanitaire (Anses), on estime que 10 à 20% de la population est concernée par l'allergie au pollen (7 à 20% chez les enfants, 30% chez les adultes). Cette pathologie a donc un impact non négligeable sur la qualité de vie des Parisiens allergiques et sur les dépenses de santé. Selon l'Inserm, ces chiffres ont triplé en 20 ans et sont en constante augmentation.

Potentiel allergisant du pollen (PA) et risque allergique lié à l'exposition au pollen (RAEP)

Deux notions distinctes, PA et RAEP, entrent en jeu dans l'allergie au pollen. Le potentiel allergisant (PA) de chaque espèce végétale est la résultante d'observations cliniques en

allergologie et de données issues de la littérature scientifique. Sa valeur est fixée sur une échelle à trois niveaux : faible ou négligeable, modéré et fort et elle est

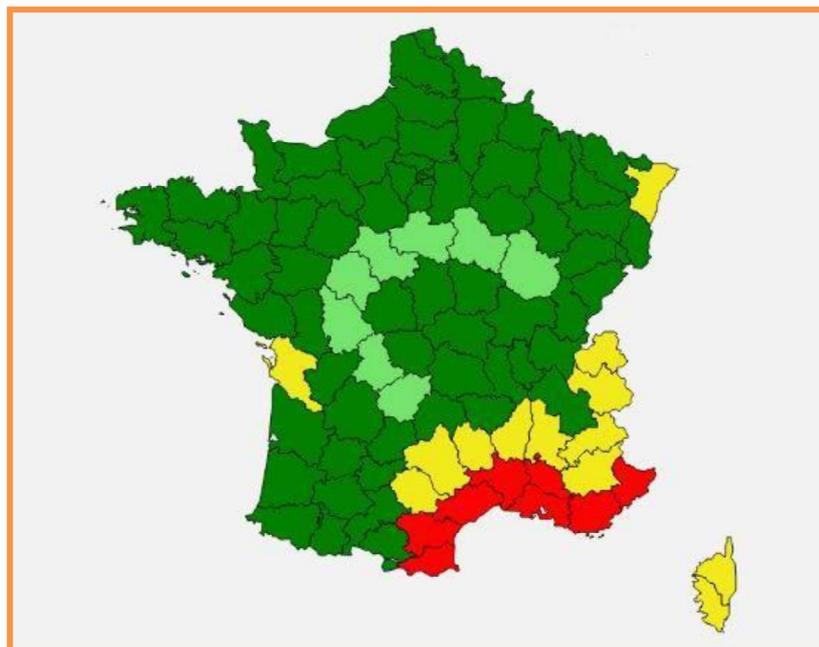
invariante, quelle que soit la localisation géographique considérée. Le potentiel allergisant traduit la capacité du pollen d'une espèce végétale à déclencher une allergie (présence de substances allergisantes, quantité nécessaire pour déclencher une réaction).

Le risque allergique lié à l'exposition au pollen (RAEP) est calculé sur une période donnée par le Réseau National de Surveillance Aérobiologique (RNSA) à partir des quantités de pollens émis dans l'air, du potentiel allergisant de la plante et des données météorologiques. Il traduit la capacité d'un pollen à provoquer un impact sanitaire chez des sujets allergiques sensibilisés et exprime le niveau de risque engendré par la quantité de pollen présente dans l'air à une période et sur un lieu géographique donné. Le risque allergique d'une plante dépend donc de son

potentiel allergisant (vu précédemment), du lieu considéré, ainsi que de la concentration pollinique mesurée dans l'air (elle-même variable selon le nombre de végétaux, la saison et les conditions météorologiques). Le risque allergique apporte donc une donnée spatiale et temporelle à la mesure du potentiel allergisant. Il permet ainsi d'établir des cartographies de risques en temps réel.

Sa valeur varie de 1 (risque faible) à 5 (risque élevé). Le risque allergique (RAEP) apporte donc une donnée spatiale à la mesure du potentiel allergisant (PA). Il permet ainsi d'établir des cartographies de risques en temps réel. Le dispositif d'alerte et d'information de la population utilisé par le Réseau National de Surveillance Aérobiologique (RNSA) s'appuie sur le risque d'allergie lié à l'exposition au pollen (RAEP).

| | |
|--|-------------|
| | nul |
| | très faible |
| | faible |
| | moyen |
| | élevé |
| | Très élevé |



Exemple de cartographie illustrant le risque d'allergie (RAEP) par département pour la journée du 19 mars 2021 (Source : RNSA, 2021)

| PA faible | PA modéré | PA fort |
|--|---|---|
| <p>Châtaigner (<i>Castanea sativa</i>)</p> | <p>Genévrier (<i>Juniperus oxycedrus</i>)</p> | <p>Bouleau (<i>Betula pendula</i>)</p> |
| <p>Ortie (<i>Urtica dioïca</i>)</p> | <p>Plantain lancéolé (<i>Plantago lanceolata</i>)</p> | <p>Flouve odorante (<i>Anthoxanthum odoratum</i>)</p> |

Exemples de plantes au pollen à potentiel allergisant faible, modéré ou fort- photos pixabay et phraseanet

Risque allergique majoré en milieu urbain

Les plantes sont très sensibles à la température et à la photopériode (durée quotidienne d'éclairement). Le contexte de réchauffement climatique entraîne un dérèglement du cycle physiologique des végétaux : certaines espèces, en particulier parmi les arbres, étendent de ce fait leur période de pollinisation. En milieu urbain, la présence d'îlots de chaleur augmente la pression allergique via le même processus, mais ce n'est pas le seul facteur aggravant. D'une part, l'augmentation des espaces végétalisés en ville entraîne l'introduction de plantes ornementales potentiellement allergisantes. D'autre part, la recherche scientifique a mis en évidence que la pollution

augmentait considérablement le risque allergique : soumises à un facteur de stress supplémentaire, les plantes cherchent à assurer d'avantage leur reproduction et accroissent leur pollinisation. La pollution entraîne également la fragilisation de l'enveloppe externe du grain de pollen, augmentant le risque allergique du fait de la libération dans l'air de microfragments de cette enveloppe, ainsi que de protéines allergisantes qui, peuvent pénétrer dans les voies aériennes. De ce fait, il semblerait que la pollution expose d'avantage les citadins aux risques de pollinose, on parle de « synergie pollution/pollen » (RNSA, 2014).

Allergies au pollen : des enjeux essentiels de santé publique

Les symptômes associés aux pollinoses sont variés et plus ou moins invalidants : rhinites saisonnières, rhino-conjonctivites, irritation des bronches et plus rarement asthme. A Paris, il existe deux grandes saisons polliniques : la saison des pollens d'arbres (avec un risque allergique élevé en mars-avril avec la pollinisation du bouleau notamment),

ainsi que la saison des pollens de graminées/herbacées de fin mai à août. Les pollinoses représentent donc une problématique récurrente et étendue de janvier à novembre. Face à l'ampleur du phénomène et aux enjeux majeurs de santé publique qu'il représente, la prévention du risque allergique s'organise tant au plan

national qu'à l'échelle des collectivités territoriales. À l'échelle nationale, une série d'actions figure dans le troisième Plan National en Santé Environnement (PNSE3-2015-2019) ; par exemple, la recherche approfondie sur les risques potentiels des plantes à pollen allergisant sur la santé des citoyens et l'incitation des collectivités territoriales à réduire la présence et le développement d'espèces à risques. À l'échelon régional, une des actions inscrite au troisième Plan Régional en Santé Environnement Île-de-France (PRSE3) (2017-2021) est de mieux maîtriser les facteurs environnementaux pour prévenir l'asthme et les allergies en Île-de-France. Pour cela un objectif opérationnel est fixé de renforcer le système d'alerte pour la prévention des pollinoses.

Parallèlement, le cadre réglementaire évolue pour tenir compte de ces enjeux de santé publique. Ainsi, l'arrêté du 5 août 2016 désigne les organismes chargés de coordonner la surveillance des pollens et des moisissures de l'air ambiant, à savoir le Réseau National de Surveillance Aérobiologique (RNSA), l'Association des Pollinarius Sentinelles® de France (APSF), le Réseau des Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) avec la participation du Ministère de la Transition Écologique et Solidaires et du Ministère des Solidarités et de la Santé. Enfin, l'arrêté du 4 septembre 2020 encadre l'obligation faite à partir du 1er juillet 2021 à tous les distributeurs et vendeurs de végétaux d'avertir leurs clients du risque d'allergie respiratoire que présentent certaines espèces végétales.

Au niveau national

Troisième Plan national en Santé Environnement (PNSE 3) (2015-2019)

À la suite des travaux qui ont été conduits dans le cadre du PNSE 1 et du PNSE 2, plusieurs actions de prévention des pollens ont été inscrites dans le PNSE 3 et seront mises en œuvre d'ici à 2019 :

- ▶ Action n°8 : renforcer la surveillance, les prévisions et l'information sur les concentrations de pollens et de moisissures allergisantes dans l'air extérieur.
- ▶ Action n°9 : réaliser un travail de hiérarchisation des pollens, surveiller le développement de nouvelles espèces végétales dont le pollen pourrait s'avérer nocif pour la santé, élaborer des recommandations pour limiter leur expansion.
- ▶ Action n°10 : inciter les collectivités à réduire la présence et le développement de végétaux émetteurs de pollens allergisants et inciter à la diffusion d'une information sur le risque allergique et ou toxique lors de la vente des végétaux concernés.
- ▶ Action n°11 : mieux évaluer l'exposition à l'ambrosie et surveiller son expansion géographique.
- ▶ Action n°12 : améliorer la gestion des risques sanitaires impliquant la faune et la flore sauvages.

Actions relatives à la prévention des pollens mentionnées dans le troisième Plan National de Santé Environnement (source : Ministère des Solidarités et de la Santé, 2018).

Les actions à l'échelle de la capitale

À l'échelle de la capitale, les Plans Paris Santé Environnement (PPSE, 2015) et Biodiversité (2018-2024) définissent un axe de travail commun portant sur les plantes à pollens allergisants. L'une des actions inscrites au plan Biodiversité parisien consiste à « Faire de la biodiversité un atout pour la santé des citoyens » (action 29), tandis que le PPSE affirme la volonté de « Promouvoir la santé en développant la biodiversité » (fiche n°16 du PPSE, 2017). Par le biais de telles actions, la Ville de Paris exprime son souhait d'évaluer l'impact de la nature en ville sur la santé et de

développer une culture de la santé environnementale. Ces objectifs sont détaillés en leviers d'actions concrets, tels que la mise au point d'indicateurs de suivi des relations entre nature et santé, la valorisation des espèces régionales non-allergisantes, ou encore la création d'un observatoire, qui permettra à terme une meilleure définition de recommandations pour le bien-être et la santé en milieu urbain. La sensibilisation du public au caractère allergisant des végétaux est aussi au cœur des problématiques actuelles de la Ville

Surveillance des plantes à pollens allergisants, quelles mesures sont mises en œuvre ?

Les mesures par capteurs



Capteur Hirst (source : SPSE)

Les mesures par capteurs figurent parmi les techniques de surveillance en vigueur. Actuellement, le capteur pollinique le plus utilisé dans le monde, et en particulier en Europe, est le capteur dit « HIRST ». Rien qu'en France, 72 appareils sont répartis sur l'ensemble du territoire et permettent une surveillance pointue des pollens véhiculés dans l'air. A Paris, depuis 1986, un capteur HIRST est installé sur le toit de l'Institut Pasteur (15ème arrondissement). Ce capteur aspire un débit d'air régulier (10 litres d'air par minute, soit le volume moyen de la respiration humaine). Les pollens présents dans l'air viennent se coller sur une bande cellophane adhésive, qui est relevée deux fois par semaine et analysée au microscope pour identification et quantification des grains de pollen dans le laboratoire microorganismes et allergènes du Service parisien de santé environnementale (SPSE), laboratoire de la Direction de l'Action Sociale, de l'Enfance et de la Santé (DASES-Paris 13^{ème}). La méthode HIRST permet d'obtenir des données précises mais ce sont des "données passées", (pollens présents dans l'air dans les 15 jours précédant le relevé). Aujourd'hui, différentes recherches sont effectuées pour obtenir une analyse



Identification des pollens au microscope au laboratoire du SPSE (source : SPSE)

automatisée et produire une information sur le risque d'allergie en temps réel. L'automatisation reste encore très limitée du fait de la complexité de l'identification des grains de pollen (APSF, 2019).

À l'échelle européenne, l'European Aeroallergen Network (EAN) dispose depuis 1988 d'une banque de données regroupant les mesures polliniques des stations présentes sur l'ensemble du continent, soit 638 sites répartis dans 38 pays européens. Cette base de données est l'outil de base pour les prévisions polliniques et donc indispensable pour le service d'information pollinique dans toute l'Europe. Le développement d'activités de services ces dernières années, par exemple le journal pollinique des personnes allergiques au pollen et l'information pollinique personnalisée n'aurait pas été possible sans cette base de données. De plus, les données sont utilisées pour des projets scientifiques d'envergure internationale et pour des essais cliniques et sont donc d'une grande importance pour les études climatologiques, allergologiques, écologiques et météorologiques, également à la lumière des effets de changement climatique.

Les observations phénologiques

Les observations phénologiques des plantes à pollens allergisants constituent un deuxième type de techniques de surveillance : il s'agit d'observer directement les végétaux pour déterminer leur date de début et de fin de pollinisation. Ainsi, plusieurs collectivités se sont dotées d'un Pollinarium Sentinelle®, site regroupant une vingtaine d'espèces végétales représentatives des plus allergisantes du territoire local, sur lequel des observations quotidiennes sont réalisées par des professionnels, permettant de connaître précisément à quelle période sont émis les pollens de chaque espèce. La finalité étant d'en informer l'APSF qui prépare l'alerte aux abonnés et aux professionnels de santé pour permettre un démarrage optimal des traitements médicamenteux des personnes allergiques (APSF, 2019). A Paris, la création d'un Pollinarium Sentinelle®, pilotée par la Direction de l'Action Sociale, de l'Enfance et

de la Santé (DASES), en partenariat avec la Direction des Espaces Verts et de l'Environnement (DEVE) est en cours au Parc Floral (voir Info Etudes n°50 et 51). Ce jardin (voir croquis de préfiguration page suivante) permettra d'améliorer les prévisions du bulletin allergo-pollinique transmis régulièrement aux parisiens via les panneaux lumineux de la ville ou sur internet. Par ailleurs, la région Ile-De-France rejoint actuellement le réseau Pollin'air, basé initialement dans les régions Hauts-de-France et Grand-Est, qui développe une démarche participative de surveillance. L'idée est de mobiliser des botanistes bénévoles (professionnels et amateurs) pour réaliser des observations de végétaux allergisants et à les localiser sur une carte en indiquant leur stade de développement (floraison, début/fin de pollinisation) (Atmo Grand-Est).

La modélisation du risque allergique

Le troisième type de technique de surveillance est la modélisation du risque allergique : encore en phase de mise au point, des modèles numériques de prévision du risque allergique sont à l'étude, notamment dans la région Auvergne-Rhône-Alpes. Ces modèles prennent en compte les inventaires d'espèces présentes sur la zone géographique étudiée, les spécificités de transport du pollen selon l'espèce végétale, les prévisions

météorologiques locales, ainsi que les données d'occupation des sols disponibles. La modélisation viendrait compléter les mesures effectuées par les capteurs et les observations phénologiques en apportant d'avantage d'informations spécifiques au territoire étudié pour ainsi assurer un meilleur suivi des pollens dans l'air.



Croquis de préfiguration du pollinarium Sentinelle® du Parc Floral à Paris © Malorie Clair - Ville de Paris

Lancement d'un état des lieux du risque allergique pour la gestion des végétaux à pollens allergisants à Paris

À partir des mesures effectuées par ces outils, le RNSA, l'APSF et le réseau Atmo mettent à disposition du grand public les informations collectées. Applications mobiles, alertes SMS, newsletters « Alerte pollen ! », ou encore bulletins prévisionnels journaliers sur leur site internet. Nombreuses sont les sources d'informations proposées aux personnes allergiques pour tenter de prévenir l'arrivée des symptômes. Si la surveillance des pollens peut permettre une meilleure prise en charge des pollinoses, des méthodes de gestions efficaces pour limiter la présence de plantes à pollens allergisants dans les milieux urbains sont aussi à l'étude (par exemple, agir sur la taille des végétaux, de façon à favoriser la pousse végétative des arbres et éliminer les bourgeons floraux, tondre les pelouses et faucher les prairies pour limiter la floraison des graminées).

Le principal enjeu en contexte urbain concerne la plantation et la gestion des

plantes ornementales et des plantes spontanées allergisantes, qui peuvent renforcer le risque allergique localement, et à plus large échelle (on estime que le rayon de dispersion des pollens à environ 30km). Le plan Paris Santé Environnement de la Ville prévoit une végétalisation réfléchie pour prévenir les risques liés au pollen. A la DEVE, la Division Expertises Sol et Végétal (DESV) mène une réflexion sur la réalisation d'un état des lieux du risque allergique à Paris, comme base pour établir des préconisations pour les projets d'espaces verts existants et à venir (limitation de plantation pour ne pas renforcer le risque allergique sur certains secteurs notamment.).

Cette démarche rassemble les professionnels du végétal de la Direction des Espaces Verts et de l'Environnement (gestionnaires d'espaces verts, de cimetières, experts naturalistes, etc.) et des professionnels de la santé en ville de la Direction de l'Action sociale, de l'Enfance et de

la Santé (DASES), du Réseau National de Surveillance Aérobiologique (RNSA), de l'agence régionale de santé (ARS), ainsi que des médecins allergologues pour échanger sur les paramètres à prendre en compte pour établir l'état des lieux du risque allergique à Paris (présence d'espèces allergisantes, qualité de l'air, sites « sensibles », etc.), les préconisations proposées et aboutir à leur validation. À terme, la Division Expertises Sol

et Végétal (DESV) s'appuiera sur les conclusions de ces travaux pour établir des préconisations à destination des aménageurs d'espaces paysagers afin de limiter le risque allergique à Paris du fait des plantations..

En parallèle, la DEVE et la DASES élaborent conjointement un guide de sensibilisation, à destination du grand public et en particulier des établissements scolaires.

Focus sur l'ambrosie



Ambrosie à feuilles d'armoise (Source : Pixabay)

Le 3ème Plan national santé-environnement intègre la lutte contre l'ambrosie et l'observatoire des ambrosies coordonne la lutte contre cette plante. L'ambrosie à feuilles d'armoise (*Ambrosia artemisiifolia* L.) est une plante exotique envahissante (EEE), originaire d'Amérique du Nord, qui tend à coloniser

l'ensemble du territoire européen, et dont le pollen est hautement allergisant pour l'Homme. En France, elle touche principalement la région Auvergne-Rhône-Alpes, où l'on estime que 21% de la population serait concernée par l'allergie à l'ambrosie. Le meilleur moyen de lutter contre ces végétaux est d'organiser des campagnes d'éradication, par arrachage manuel ou mécanique.

En partenariat avec la Fédération Régionale de Défense contre les Organismes Nuisibles (FREDON) et l'Agence Régionale de la Santé (ARS), la Ville de Paris participe à la rédaction d'un arrêté préfectoral, visant à renforcer la stratégie parisienne de régulation de l'amb

Bibliographie

- 1 : Rapport d'expertise collective ANSES « État des connaissances sur l'impact sanitaire lié à l'exposition de la population générale aux pollens présents dans l'air ambiant », janvier 2014
- 2 : Ministère des Solidarités et de la Santé, 2018 <https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/air-exterieur/pollens-et-allergies/article/effets-des-pollens-sur-la-sante>
- 3 : Rapport APSF/RNSA « Surveillance des Pollens et Moisissures dans l'air ambiant » rapports 2018/2019
- 4 : Atmo Auvergne Rhones-Alpes, rapport technique « Cartographie des concentrations atmosphériques d'ambrosie en région Rhône-Alpes » 2010
- 5 : Atmo Grand-Est, site internet de pollin'air <http://www.pollinair.fr/>
- 6 : Mémoire de fin d'étude de Damien Hameau, « Impact de la gestion écologique des surfaces enherbées, au sein d'un écoquartier, sur la sensibilité de ses habitants aux pollens : cas de l'écoquartier du Val à Montreuil-Juigné (49) » <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01205568/document>
- 7 : <https://professionnels.ofb.fr/fr/doc/gestion-populations-plantes-exotiques-envahissantes-dadventices-applicable-aux-plantes>
- 8 : Legifrance, arrêté du 4/09/2020 : <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000042325453> 9 : Ministère des Solidarités et de la Santé (2018) : <https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/air-exterieur/pollens-et-allergies/article/agir-contre-les-vegetaux-a-pollen-allergisant>
- 10 : Huc 2018 <https://hal.inrae.fr/hal-02608278/document>
- 11 : PNSE 2018 <https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/les-plans-nationaux-sante-environnement/article/plan-national-sante-environnement-pnse3-2015-2019>

| | | |
|--|---|--|
|  | Diplôme : Ingénieur Spécialité : Paysage Spécialisation / option : Projets de Paysage : Sites et Territoires (PPST) Enseignant référent : Gilles Galopin | |
| Auteur(s) : Virginie Comtesse Date de naissance : 20/02/1997 | Organisme d'accueil : Ville de Paris Adresse : Parc Floral de Paris Route de la pyramide | |
| Nb pages : 62 Annexe(s) : 4 | 75012 Paris | |
| Année de soutenance : 2021 | Maître de stage : Malorie Clair | |
| Titre français : Intégration du caractère allergisant des pollens de végétaux dans les choix de palettes végétales d'aménagements urbains. | | |
| Titre anglais : Integration of the allergenic character of plant pollens in the choice of plant palettes for urban development. | | |
| Résumé (1600 caractères maximum) : Les cas d'allergies aux pollens (pollinoses) sont en constante augmentation ces dernières décennies, notamment dû à l'implantation de végétaux émetteurs de pollens allergisants dans les espaces verts publics. Actuellement, les préconisations fournies par les organismes spécialisés sur ces problématiques manquent de précisions quantitatives sur les proportions de végétaux allergisants qu'il est possible de planter dans un aménagement urbain sans mettre en danger les personnes qui le fréquentent. Face à cette constatation, la Ville de Paris a pris l'initiative de réaliser un état des lieux de l'exposition actuelle de ses habitants aux pollens allergisants, à partir de bases de données recensant les végétaux présents dans l'espace public. A partir de la mise en place d'un calcul permettant d'estimer l'exposition pollinique d'un secteur, il est possible d'identifier les zones soumettant la population à une importante émission de pollens allergisants, et ainsi à un plus fort risque de déclenchement d'une pollinose. L'état des lieux mis en place permet également de donner des préconisations de plantation quantitatives afin de permettre une meilleure intégration du caractère allergisant des pollens de végétaux dans le choix des palettes végétales. La méthodologie ainsi appliquée pour l'élaboration de l'état des lieux de l'exposition pollinique est transposable à d'autres collectivités. | | |
| Abstract (1600 caractères maximum) : Cases of pollen allergies (pollinosis) have been steadily increasing in recent decades, in particular due to the plantation of plants emitting allergenic pollen in public green spaces. Currently, the recommendations provided by specialized organizations on these issues lack quantitative details on the proportions of allergenic plants that can be planted in an urban planning without endangering the people who use it. In light of this finding, the City of Paris has taken the initiative to carry out an inventory of the current exposure of its inhabitants to allergenic pollens, based on databases listing the plants present in the public space. Using a formula to estimate the pollen exposure of a sector, it is possible to identify the areas where the population is exposed to a high level of allergenic pollen, and thus to a higher risk of developing pollinosis. The inventory also allows for quantitative planting recommendations to be made in order to better integrate the allergenic nature of plant pollens into the choice of plant palettes. The methodology thus applied for the development of the pollen exposure inventory can be transposed to other communities. | | |
| Mots-clés : Allergie, pollen, santé, espaces verts Key Words: Allergy, pollen, health, green spaces | | |