



État des connaissances sur le pollen et les allergies

LES ASSISES POUR UNE GESTION EFFICACE

INSTITUT NATIONAL
DE SANTÉ PUBLIQUE
DU QUÉBEC

Québec 

État des connaissances sur le pollen et les allergies

LES ASSISES POUR UNE GESTION EFFICACE

Direction de la santé environnementale
et de la toxicologie

Avril 2013

AUTEURE

Isabelle Demers, M. Env.
Direction de la santé environnementale et de la toxicologie

MISE EN PAGES

Nicole Dubé
Direction de la santé environnementale et de la toxicologie

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier mesdames Audrey Smargiassi, Yolaine Labbé et monsieur Stéphane Buteau, de l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ); mesdames France Delisle, Manon Therrien et messieurs François Houde, Mathieu Fontaine, Francis Bourret, du ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des parcs (MDDEFP); madame Lucie Laflamme du ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS); madame Élisabeth Masson de la Direction de santé publique de la Montérégie; madame Francine Hubert de la Direction de santé publique de Montréal pour leurs judicieux commentaires.

Ce rapport a été réalisé dans le cadre de l'entente entre l'INSPQ et le MDDEFP portant sur le suivi de la qualité de l'air en lien avec la santé. Il a été financé dans le cadre de l'Action 22 du Plan d'action 2006-2012 sur les changements climatiques du gouvernement du Québec.

Ce document est disponible intégralement en format électronique (PDF) sur le site Web de l'Institut national de santé publique du Québec au : <http://www.inspq.qc.ca>.

Les reproductions à des fins d'étude privée ou de recherche sont autorisées en vertu de l'article 29 de la Loi sur le droit d'auteur. Toute autre utilisation doit faire l'objet d'une autorisation du gouvernement du Québec qui détient les droits exclusifs de propriété intellectuelle sur ce document. Cette autorisation peut être obtenue en formulant une demande au guichet central du Service de la gestion des droits d'auteur des Publications du Québec à l'aide d'un formulaire en ligne accessible à l'adresse suivante : <http://www.droitauteur.gouv.qc.ca/autorisation.php>, ou en écrivant un courriel à : droit.auteur@cspq.gouv.qc.ca.

Les données contenues dans le document peuvent être citées, à condition d'en mentionner la source.

DÉPÔT LÉGAL – 3^e TRIMESTRE 2013
BIBLIOTHÈQUE ET ARCHIVES NATIONALES DU QUÉBEC
BIBLIOTHÈQUE ET ARCHIVES CANADA
ISBN : 978-2-550-68402-2 (VERSION IMPRIMÉE)
ISBN : 978-2-550-68403-9 (PDF)

©Gouvernement du Québec (2013)

RÉSUMÉ

Les pollens sont les principaux responsables de la rhinite allergique saisonnière et contribuent à l'aggravation des symptômes de l'asthme (Bacsi *et al.*, 2006; Jacques *et al.*, 2008). Selon l'Enquête québécoise sur la santé de la population (EQSP) de 2008, le pollen aurait déclenché les symptômes de rhinite allergique chez 76 % des personnes allergiques au cours des 12 mois précédents (Canuel *et al.*, 2012). La prévalence de ce type de rhinite semble être en constante augmentation depuis les dernières décennies, et ce, à l'échelle mondiale (Bousquet *et al.*, 2008; Schenk *et al.*, 2006), notamment en raison de l'impact des changements climatiques sur les espèces végétales (Frenguelli, 2002; Huynen *et al.*, 2003; Ziska *et al.*, 2009; Ziska *et al.*, 2003). Les principaux effets observés sur les plantes allergènes sont : l'allongement de la saison de croissance, l'augmentation de la production de pollen par les plantes et l'augmentation de l'allergénicité du pollen (U.S. EPA, 2008). Au Québec, la prévalence estimée par des enquêtes statistiques est passée de 6 % en 1987 à 9,4 % en 1998 et à 16,8 % en 2008, respectivement selon l'Enquête Santé Québec de 1987, l'Enquête sociale et de santé de 1998 et l'EQSP de 2008¹. Le pollen de l'herbe à poux est une préoccupation particulière pour le réseau de la santé publique québécois depuis plus de 30 ans. Il constitue la plus importante cause de rhinite allergique saisonnière dans tout le nord-est de l'Amérique du Nord (Ziska *et al.*, 2011) et serait responsable de 50 à 90 % des allergies saisonnières (Comtois *et al.*, 1988). En 2005, les coûts de santé relatifs à l'herbe à poux ont été évalués entre 156,5 et 240 millions de dollars (Tardif, 2008). Ces coûts sont certainement supérieurs aujourd'hui.

La mesure des concentrations de pollens dans l'air constitue un moyen de quantifier et de caractériser l'exposition humaine et d'évaluer l'efficacité des mesures de prévention et de protection de la santé mises en place au Québec. La méthode de mesure la plus répandue dans le monde actuellement repose sur la récolte des grains de pollen à l'aide de capteurs polliniques. Les pollens sont par la suite dénombrés et identifiés visuellement par un analyste qualifié grâce à un examen manuel au microscope. Cette méthode comporte certaines limites, notamment reliées à la grande variabilité spatiale des pollens et au potentiel élevé de biais dus à l'erreur humaine. Des méthodes de reconnaissance automatique des pollens sont cependant en développement, permettant de contourner ces limites. Ces nouvelles méthodes, bien que prometteuses, demeurent à l'état expérimental. Mais comme elles sont en constante évolution et qu'elles peuvent devenir économiquement rentables, elles pourraient éventuellement fournir une approche normalisée efficace pour analyser les pollens.

Plusieurs réseaux de surveillance des pollens utilisent la mesure des concentrations polliniques entre autres dans le but d'alerter la population lorsque les niveaux sont élevés. La diffusion de ces alertes polliniques se fait par les médias de masse (journaux, télévision, Internet), ou encore grâce à des alertes courriel. Des applications mobiles sont également disponibles dans certains pays. Plusieurs réseaux effectuent des prévisions polliniques afin de permettre aux personnes allergiques d'anticiper et de mieux gérer leurs allergies. Pour réaliser ces prévisions, des modèles développés à cette fin sont utilisés. Ces modèles

¹ À noter que ces données ne sont pas directement comparables entre elles puisque les méthodologies et les critères de diagnostic diffèrent d'une enquête à l'autre. Elles permettent toutefois d'identifier la tendance.

intègrent diverses données, dont les concentrations de pollen actuelles et historiques et des données météorologiques. Trois types de prévisions sont effectuées, soient la date de début de la saison des pollens, la sévérité ou l'intensité de la saison et les concentrations polliniques pour les jours à venir.

Les alertes à la population réalisées grâce à la mesure des concentrations polliniques sont utiles pour aider les personnes allergiques à gérer leurs symptômes. Mais pour assurer une réduction significative des impacts sanitaires des pollens allergènes, il est préférable d'agir en amont du problème, c'est-à-dire réduire l'exposition des personnes allergiques aux pollens en effectuant un contrôle du pollen. Différents types d'actions en ce sens ont été menées au Québec : actions réglementaires, actions de mobilisation, campagnes d'information et de sensibilisation, travaux de recherche, etc. Ces actions sont mises en œuvre notamment par des municipalités, des DSP, des organisations à but non lucratif, des ministères, etc. Cependant, la plupart de ces actions sont menées de façon isolée et ponctuelle, ne favorisant pas un bon contrôle de la situation à moyen ou long terme. De plus, l'absence de concertation entre les intervenants fait en sorte que l'effet bénéfique des interventions sur la santé demeure actuellement peu significatif.

Ainsi, afin d'aider les divers acteurs concernés par le problème à orienter et à mieux organiser leurs actions et adapter celles-ci à la réalité du Québec, il est nécessaire de définir les besoins de façon plus précise. C'est dans cette optique qu'une consultation auprès d'intervenants de santé publique québécois a été réalisée. Cette consultation a permis de constater qu'il existe un grand besoin d'acquisition de connaissances, notamment en ce qui a trait à la localisation des sources de pollens allergènes et aux données sanitaires à l'échelle locale et régionale. La consultation a également révélé que les intervenants de santé publique désirent être outillés et soutenus dans la planification et la mise en œuvre d'interventions de lutte contre les pollens allergènes. La mise en place de partenariats et le financement des actions font partie des besoins exprimés.

Le présent rapport a été produit dans le cadre de l'entente concernant le suivi de la qualité de l'air en lien avec la santé conclue entre le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) et l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). Cette entente, qui a pris fin le 31 mars 2013, s'inscrit dans la mesure 22 du Plan d'action 2006-2012 sur les changements climatiques du gouvernement du Québec. Ce rapport dresse un bilan sommaire des connaissances sur le pollen, les allergies, les méthodes de mesure et les besoins du Québec en matière de suivi des pollens. En regroupant toutes ces informations à l'intérieur d'un même document, il constitue une référence pour tout intervenant impliqué pour une gestion efficace de la problématique des pollens allergènes.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX	VII
LISTE DES FIGURES	IX
GLOSSAIRE	XI
LISTE DES ABRÉVIATIONS	XIII
INTRODUCTION.....	1
1 BIOLOGIE DU POLLEN.....	3
1.1 Rôle	3
1.2 Modes de pollinisation.....	3
1.3 Périodes de floraison et cycle diurne du pollen	4
1.4 Caractéristiques des pollens allergènes	4
1.5 Influence du climat sur les pollens.....	5
1.5.1 Facteurs primaires.....	5
1.5.2 Facteurs secondaires	5
1.5.3 Facteurs tertiaires.....	6
2 EFFETS DES POLLENS SUR LA SANTÉ HUMAINE.....	9
2.1 Rhinite allergique	9
2.2 Asthme.....	10
3 FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX INFLUENÇANT LES POLLENS	11
3.1 Effets des changements climatiques	11
3.1.1 Allongement de la saison de croissance.....	11
3.1.2 Augmentation de la production de pollen par les plantes.....	12
3.1.3 Augmentation de l'allergénicité du pollen	13
3.1.4 Déplacement des aires de distribution des plantes allergènes.....	13
3.1.5 Impacts des pollens sur la santé en lien avec les changements climatiques	14
3.2 Effets des principaux contaminants de l'air.....	15
4 MÉTHODES DE MESURE DES CONCENTRATIONS DE POLLEN	17
4.1 Types de capteurs.....	17
4.1.1 Capteurs rotatifs.....	17
4.1.2 Capteurs volumétriques à aspiration	18
4.2 Représentativité des stations d'échantillonnage	19
4.2.1 Facteurs de variabilité des concentrations.....	19
4.2.2 Influence de la végétation locale	20
4.2.3 Variabilité spatiale des pollens	20
4.3 Nombre et répartition des capteurs	21
4.3.1 Objectifs de surveillance.....	21
4.3.2 Critères de localisation des capteurs	22
4.4 Protocoles de collecte et d'analyse des échantillons	22

4.5	Perspectives futures	23
4.5.1	Reconnaissance automatique par analyse d'image	24
4.5.2	Identification des pollens par biologie moléculaire.....	24
4.5.3	Identification des pollens sur la base de leurs propriétés spectrales et optiques	25
5	PORTRAIT DES RÉSEAUX DE SURVEILLANCE DES POLLENS.....	27
5.1	Contexte	27
5.2	Méthodologie	27
5.2.1	Participants ciblés	27
5.2.2	Élaboration et description du questionnaire.....	27
5.3	Résultats de la consultation	28
5.3.1	Participation	28
5.3.2	Modes de gestion des réseaux de surveillance	29
5.3.3	Matériel et méthodes.....	32
5.3.4	Traitement de l'information.....	33
5.3.5	Législation et actions sur les pollens	36
5.4	Autres réseaux	36
5.4.1	Mesure des concentrations polliniques au Canada	36
5.4.2	Mesure des concentrations polliniques ailleurs dans le monde	37
6	ÉTAT DE LA SITUATION AU QUÉBEC	39
6.1	Espèces allergènes présentes au Québec et potentiel allergisant	39
6.1.1	Le cas de l'herbe à poux	39
6.2	Prévalence de la rhinite allergique au Québec.....	41
6.2.1	Prévalences régionales.....	43
6.2.2	Prévalence combinée.....	44
6.2.3	Augmentation de la prévalence.....	44
6.3	Coûts sociaux de la rhinite allergique.....	45
6.4	Recommandations de divers intervenants	46
6.5	Aperçu des actions réalisées au Québec.....	47
6.5.1	Actions réglementaires.....	47
6.5.2	Mobilisation des acteurs.....	48
6.5.3	Campagnes d'information et de sensibilisation	48
6.5.4	Mise en place de mesures de prévention et d'atténuation	49
6.5.5	Mise en place de mesures d'adaptation	53
6.5.6	Travaux de recherche et projets de démonstration	54
6.5.7	Réseau d'alerte.....	57
7	ANALYSE DES BESOINS : CONSULTATION DES INTERVENANTS QUÉBÉCOIS DE SANTÉ PUBLIQUE	59
7.1	Méthodologie	59
7.1.1	Préconsultation	59
7.1.2	Participants ciblés	59
7.1.3	Élaboration et description du questionnaire.....	59

7.2	Résultats de la consultation	60
7.2.1	Participation	60
7.2.2	Réponses au questionnaire	61
7.3	Interprétation des résultats	72
	CONCLUSION	75
	RÉFÉRENCES	77
ANNEXE 1	LISTE DES ESPÈCES VÉGÉTALES DONT LE POLLEN SERAIT IMPORTANT À SURVEILLER DU POINT DE VUE DE LA SANTÉ	89

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Calendrier pollinique du Québec.....	4
Tableau 2	Synthèse de l'influence des paramètres climatiques sur le cycle pollinique	7
Tableau 3	Synthèse des principaux seuils d'effets sur la santé attribués à l'herbe à poux	10
Tableau 4	Liste des répondants	28
Tableau 5	Informations sur les réseaux de surveillance des pollens répondants.....	29
Tableau 6	Besoins initiaux et objectifs poursuivis par les réseaux de surveillance	29
Tableau 7	Informations sur les partenariats effectués par les réseaux de surveillance des pollens.....	30
Tableau 8	Budget annuel et sources de financement des réseaux de surveillance	30
Tableau 9	Configuration des réseaux de surveillance des pollens.....	31
Tableau 10	Informations polliniques produites par les réseaux de surveillance des pollens répondants	33
Tableau 11	Types de prévisions effectuées par les réseaux	35
Tableau 12	Données de prévalence de la rhinite allergique issues d'études québécoises	42
Tableau 13	Prévalences régionales de la rhinite allergique selon l'ESS de 1998, l'EQSP de 2008 et selon l'INSPQ	43
Tableau 14	Prévalence combinée de la rhinite allergique possiblement associée à l'herbe à poux selon la région en 2008	44
Tableau 15	Résumé des techniques de contrôle de l'herbe à poux.....	50
Tableau 16	Types de médicaments permettant de traiter les symptômes allergiques et effets produits	54
Tableau 17	Listes des répondants.....	61
Tableau 18	Niveau de préoccupation relatif aux effets des pollens sur la santé et occurrence des cas de rhume des foins dans les RSS du Québec	62
Tableau 19	Informations privilégiées par les répondants afin d'avoir une meilleure connaissance de la situation.....	64
Tableau 20	Utilisations possibles des informations polliniques	67
Tableau 21	Évolution de l'intensité des allergies au cours de la saison de croissance	70

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Cycle de pollinisation typique d'une plante angiosperme	3
Figure 2	Facteurs de risque de la rhinite allergique	9
Figure 3	Liens entre les changements climatiques et leurs impacts sur les troubles allergiques saisonniers.....	15
Figure 4	Capteur rotatif à impaction.....	18
Figure 5	Capteur de pollens volumétrique à aspiration	19
Figure 6	Distribution géographique de l'herbe à poux au Québec.....	40
Figure 7	Répartition des coûts de santé engendrés par l'allergie au pollen de l'herbe à poux pour l'année 2005 au Québec.....	45
Figure 8	Variation de l'indice saisonnier du pollen de l'herbe à poux entre 1977 et 2009	51
Figure 9	Niveau de préoccupation des répondants à l'égard des pollens au Québec.....	61
Figure 10	Destinataires privilégiés de l'information pollinique	65
Figure 11	Moyens de diffusion de l'information.....	66
Figure 12	Moyens de mise en œuvre d'une stratégie de suivi des pollens.....	69
Figure 13	Pollens à surveiller au Québec	70
Figure 14	Actions concernant les pollens menées au cours des dernières années ou à venir.....	71
Figure 15	Synthèse des principales conclusions de la consultation des intervenants québécois de santé publique sur la question des pollens	73

GLOSSAIRE

Les définitions du glossaire proviennent de deux sources, soit le Grand dictionnaire terminologique de l'Office québécois de la langue française (www.granddictionnaire.com) et le dictionnaire Antidote (logiciel).

Aérobiologie

Science des organismes biologiques dans l'air, de leur origine, de leur transport et de leur déposition liés aux conditions météorologiques et de leur impact sur les êtres humains, les animaux ou les plantes.

Allergène

Substance responsable d'une réaction allergique.

Allergisant, allergénique

Capacité que possède une substance de provoquer une réaction allergique.

Allergénicité

Propriété spécifique des allergènes ou des antigènes de susciter la formation d'anticorps.

Allergie

Réaction anormale et exagérée du système immunitaire consécutive à un contact avec une substance étrangère (antigène).

Atopie

Prédisposition génétique qui favorise le développement des allergies chez un individu exposé à des allergènes. Les individus atopiques sont porteurs d'anticorps IgE; on dit qu'ils sont sensibilisés. Cette sensibilisation peut demeurer latente ou se traduire par des symptômes cliniques.

Bioaérosols

Particules aéroportées constituées d'organismes vivants ou provenant d'organismes vivants. Ce terme englobe les pollens, les spores et les champignons.

Incidence

Taux exprimant le nombre de nouveaux cas d'une maladie pendant une période donnée et dans une population déterminée.

Phénologie

Étude de l'influence du climat (p. ex., les changements saisonniers) sur l'occurrence de phénomènes annuels comme la feuillaison, la floraison, le gel, le dégel, etc.

Plante angiosperme

Plante à fleurs du groupe des angiospermes, une sous-division du règne végétal, dont l'ovule est complètement enveloppé dans un ovaire fermé.

Pollinisation

Émission, puis transport du pollen depuis les anthères jusqu'à son dépôt sur la partie réceptive de la fleur femelle (chez les Angiospermes, la surface du stigmate; chez les Gymnospermes, la pointe de l'ovule).

Pollinose

Ensemble des manifestations allergiques survenant lors du contact du pollen avec les muqueuses (nasale, conjonctivale, bronchique) sensibilisées.

Prévalence

Nombre de cas de maladies enregistré dans une population déterminée. Il s'agit ici d'une proportion. Cet indicateur englobe aussi bien les cas nouveaux que les cas anciens.

Rhinite allergique

Inflammation allergique, périodique ou apériodique, de la muqueuse nasale qui se traduit par un ou plusieurs symptômes comprenant des éternuements, de l'obstruction nasale, de la rhinorrhée abondante et du prurit nasal. Il existe deux types de rhinites allergiques :

- la rhinite allergique saisonnière, appelée aussi rhume des foins, qui ne survient qu'à certaines périodes précises de l'année et qui est causée par des allergènes transportés par le vent (aéroallergènes);
- la rhinite allergique persistante qui survient indépendamment des saisons et qui est due à des éléments allergènes présents dans l'air ambiant des maisons et des édifices (acariens, animaux de compagnie, moisissures, etc.).

Saison pollinique

Période de l'année pendant laquelle le pollen est émis par les végétaux.

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ARL	Aerobiology Research Laboratory
CGNA/PMEC	Conférence des gouverneurs et des premiers ministres de l'Est du Canada
DSP	Direction de santé publique
EQSP	Enquête québécoise sur la santé de la population
ESS	Enquête sociale et de santé
GIEC	Groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat
INSPQ	Institut national de santé publique du Québec
ISQ	Institut de la statistique du Québec
MAMROT	Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire
MAPAQ	Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
MDDEFP	Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs
MSSS	Ministère de la Santé et des Services sociaux
MTQ	Ministère des Transports du Québec
OMS	Organisation mondiale de la Santé
RAMQ	Régie de l'assurance maladie du Québec
RNSA	Réseau national de surveillance aérobiologique
RSS	Région sociosanitaire
TQHP	Table québécoise sur l'herbe à poux
UMQ	Union des municipalités du Québec
U.S. EPA	United States Environmental Protection Agency

INTRODUCTION

Au cours des dernières années, les niveaux de pollens et autres bioaérosols ont connu une augmentation constante, notamment en raison des impacts des changements climatiques sur les espèces végétales allergènes. Les pollens sont les principaux responsables de la rhinite allergique saisonnière et contribuent aussi à l'augmentation des problèmes de santé chez les asthmatiques. Depuis quelques années, la question des pollens dans l'air, plus particulièrement ceux de l'herbe à poux qui seraient responsables de 50 % à 90 % des allergies saisonnières (Comtois *et al.*, 1988), préoccupe les intervenants de la santé publique au Québec. Une étude québécoise a estimé que 17,5 % des personnes de cinq ans et plus résidant dans les régions où il y a présence abondante ou fréquente² d'herbe à poux seraient allergiques à son pollen. Les coûts de santé globaux associés à ce type d'allergie au Québec ont été évalués pour l'année 2005 entre 156,5 et 240 millions de dollars (Tardif, 2008). Par ailleurs, certaines études ont mis en relation les concentrations de pollens dans l'air et les consultations médicales pour rhinite allergique. Breton *et al.* (2006) ont mené une étude à Montréal qui a révélé un taux de consultation pour rhinite allergique due au pollen de l'herbe à poux de 4,75 par 10 000 habitants (soit 7 667 consultations pendant la saison de l'herbe à poux entre 1994 et 2002).

Entre 2006 et 2010, un projet pilote de la Table québécoise sur l'herbe à poux (TQHP) et ses partenaires a démontré qu'il est tout à fait possible, à peu de frais, de faire une gestion efficace de l'herbe à poux à l'échelle d'une municipalité, qui a un réel impact sur la santé de la population allergique (DSP de la Montérégie, 2012). Le mode d'intervention utilisé, la gestion concertée³, a été jugé très efficace (stratégie coût-efficace) par rapport au mode d'intervention minimal généralement appliqué au Québec. En parallèle, des travaux d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) ont prouvé l'efficacité de la tonte, qui est la méthode de contrôle la plus utilisée par les municipalités et le ministère des Transports du Québec (MTQ) (Simard *et al.*, 2011).

Ce rapport dresse d'abord un bilan sommaire des connaissances sur le pollen et leurs impacts sur la santé, suivi de l'effet de certains facteurs environnementaux sur les pollens. Les différentes méthodes de mesure des concentrations de pollens font l'objet d'une autre section, de même qu'un portrait des réseaux de surveillance existants. Un état de la situation au Québec est ensuite présenté sur les espèces allergènes présentes et les actions réalisées. Enfin, une consultation des intervenants québécois de santé publique permet de faire ressortir les besoins en matière de suivi et de gestion des pollens.

L'état des connaissances a été réalisé à partir d'une revue de la littérature scientifique à l'aide de différentes bases de données (PubMed, CSA Illumina, EBSCOhost, OvidSP, etc.). Cette revue a été complétée par des recherches sur Internet, dans la littérature grise et dans des bibliothèques institutionnelles (gouvernement du Québec, Institut national de santé publique).

² Régions concernées : Bas-Saint-Laurent, Capitale-Nationale, Mauricie, Estrie, Montréal, Outaouais, Chaudière-Appalaches, Laval, Lanaudière, Laurentides, Montérégie, Centre-du-Québec.

³ Dans ce projet, la gestion concertée a consisté à mobiliser différents acteurs clés de la communauté pour mettre en œuvre une action commune et simultanée de contrôle de l'herbe à poux.

Le présent document est essentiellement une synthèse des connaissances scientifiques suivi d'une analyse des besoins des intervenants québécois en matière de gestion et de surveillance des pollens. Il ne formule pas de recommandations, mais présente l'ensemble des informations nécessaires pour quiconque voudrait mettre en place des politiques, plans d'actions ou stratégies de lutte contre les pollens allergènes. L'information présentée devient ainsi une référence pour une gestion efficace de cette problématique au Québec. La production de ce rapport est conforme à la mission de l'Institut qui consiste notamment à contribuer au développement, à la mise à jour, à la diffusion et à la mise en application des connaissances dans le domaine de la santé publique.

1 BIOLOGIE DU POLLEN

Le présent chapitre explore les aspects liés au développement, au fonctionnement et aux caractéristiques des grains de pollen.

1.1 RÔLE

Le pollen provient des étamines des plantes à fleurs et est l'élément reproducteur mâle des végétaux supérieurs. Lorsqu'ils sont libérés, les grains de pollen se déposent sur le pistil de la fleur afin de la féconder, formant ainsi une graine qui donnera naissance à une nouvelle plante. Les grains de pollen ont un diamètre compris entre 5 et 200 μm (U. S. EPA, 2008). La figure 1 présente le cycle de pollinisation d'une plante.

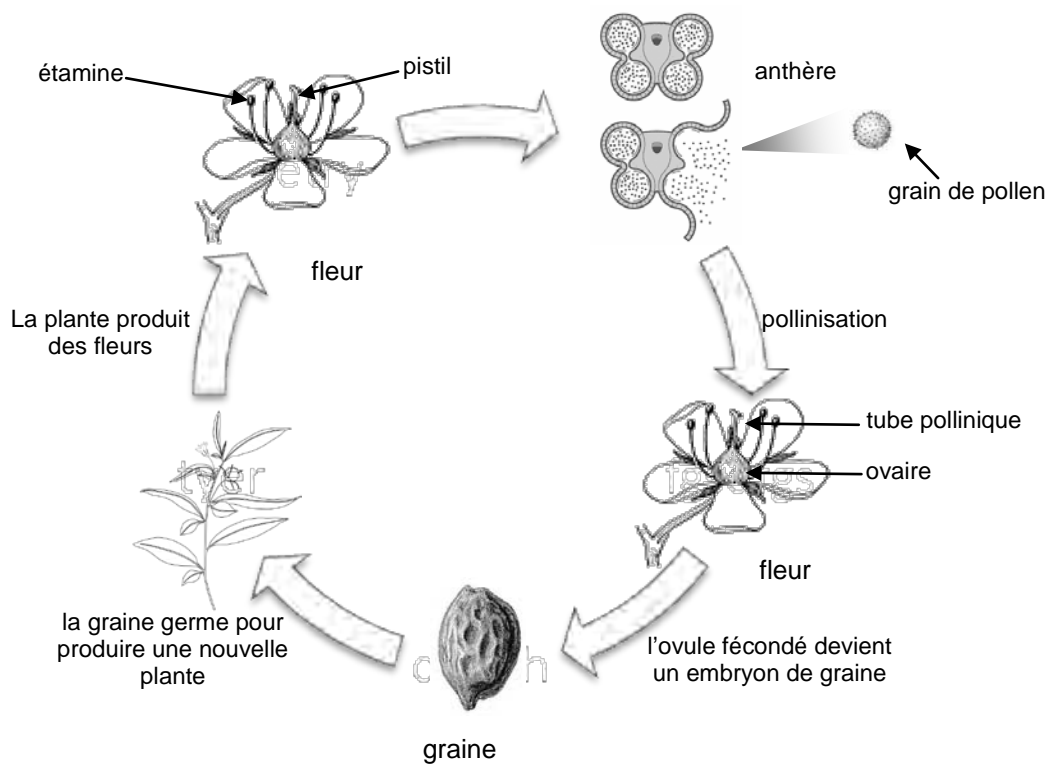


Figure 1 Cycle de pollinisation typique d'une plante angiosperme

Note : Les images ayant servi à composer la figure sont tirées du site Wikimedia Commons (<http://commons.wikimedia.org>) (images libres de droits, auteurs : Dim Grits, Ben Stefanowitsch et Carstor).

1.2 MODES DE POLLINISATION

Les plantes utilisent deux principaux modes de transport des grains de pollen des étamines vers le pistil, soit la pollinisation par les animaux (insectes, oiseaux, etc.) et la pollinisation par les facteurs abiotiques (vent, eau, pluie). Les modes de pollinisation par les insectes (entomophile) et par le vent (anémophile) sont les plus fréquents. Les plantes entomophiles produisent des pollens collants et huileux peu présents dans l'air. Leur risque allergique est généralement faible. Les plantes anémophiles quant à elles produisent des pollens qui se

retrouvent en abondance dans l'air et qui constituent une source importante d'allergies. Il est généralement reconnu que les grains de pollen se déposent à faible distance de la source d'émission (Asselin *et al.*, 1998; Christin *et al.*, 1994; Garneau *et al.*, 2006), mais il peut arriver qu'une fraction du pollen soit transportée sur de longues distances (Garneau *et al.*, 2006; Raynor *et al.*, 1970). Pour plus d'informations à ce sujet, consulter la section 4.2.

1.3 PÉRIODES DE FLORAISON ET CYCLE DIURNE DU POLLEN

Chaque espèce végétale possède un cycle de vie qui lui est propre. Montréal est parmi les villes du Québec où l'on retrouve la plus longue période de floraison, où elle s'étend de mars à novembre chaque année (Asselin *et al.*, 1998). De manière générale, il existe trois « saisons » polliniques au Québec (tableau 1) : celle des arbres et arbustes qui se déroule du début avril à la fin juin, celle des graminées de la mi-mai à la fin juillet et celle de l'herbe à poux et des autres herbacées de la fin juillet jusqu'à la mi-octobre (Comtois *et al.*, 1988).

Tableau 1 Calendrier pollinique du Québec

	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
Arbres	■	■	■				
Graminées		■	■	■			
Herbe à poux					■	■	■

En outre, l'émission de pollen par une plante varie au cours d'une journée. En effet, une étude de Holmes et Bassett, menée à Ottawa en 1963 et citée dans Paquette (2003), a révélé que dans une journée typique, les concentrations de pollens augmentent graduellement à partir de l'aube pour atteindre un maximum autour de 9 – 10 heures. Pendant cette période, l'humidité relative est en baisse, la température est à la hausse et l'air est plus turbulent, ce qui favorise l'émission de pollen. Barnes *et al.* (2001) ont par ailleurs observé, à la suite d'une étude sur les variations horaires de pollen d'herbe à poux à Kansas City, que la libération du pollen débute généralement autour de 6 heures, lors du lever du soleil, et que les concentrations maximales sont atteintes autour de midi. En outre, Fischbach (1986) observe qu'environ 45 % des grains de pollen sont émis entre le lever du soleil et midi, tandis que 75 % des grains sont émis avant 18 heures.

1.4 CARACTÉRISTIQUES DES POLLENS ALLERGÈNES

Les pollens responsables des allergies respiratoires présentent certaines caractéristiques communes. Ces pollens sont anémophiles (et dans de rares cas entomophiles) et sont en général de petite taille, ce qui leur permet d'une part, d'être transportés dans l'air et d'autre part, de pénétrer dans le système respiratoire. De plus, les quantités de pollens émises par une plante allergisante sont habituellement élevées.

1.5 INFLUENCE DU CLIMAT SUR LES POLLENS

Plusieurs études ont mis en relation l'influence des conditions météorologiques sur la productivité pollinique. Laaidi *et al.* (1997) classent les facteurs météorologiques qui agissent sur la concentration de pollens dans l'air en trois grandes catégories, soient les facteurs primaires, secondaires et tertiaires.

Les facteurs primaires sont ceux qui interviennent directement sur la biologie des espèces végétales (développement, floraison), donc qui conditionnent la production du pollen. Les facteurs secondaires sont ceux qui influencent la libération des grains de pollen dans l'air lorsque les anthères (parties fertiles des étamines) parviennent à maturité. Les facteurs tertiaires gouvernent la dispersion des grains de pollen dans l'air.

1.5.1 Facteurs primaires

En ce qui concerne le développement de la plante et la production de pollen, la température, la photopériode et les précipitations sont les facteurs qui gouvernent principalement ces étapes (Goyette-Pernot, 2006; Laaidi *et al.*, 1997; Sofiev *et al.*, 2009; Thibaudon *et al.*, 2005). La photopériode (durée d'ensoleillement) joue un rôle important dans la régulation du développement des plantes (Christin *et al.*, 1994; Comtois *et al.*, 1990; Deen, 1999; Deen *et al.*, 1998; Goyette-Pernot, 2006; Laaidi *et al.*, 1997; Sofiev *et al.*, 2009; Thibaudon *et al.*, 2005). Plus spécifiquement, c'est la durée de la période de noirceur qui initie le développement des bourgeons floraux, qui commence lorsque cette période de noirceur atteint une durée critique qui varie d'une espèce à l'autre (Goyette-Pernot, 2006). Il semblerait également que le cumul des températures (degrés-jours) aurait une influence sur le développement de la plante et sur l'atteinte de la maturité des bourgeons floraux. Par exemple, Comtois *et al.* (1989) ont évalué qu'un cumul de 1280 °C au-dessus du seuil de 5 °C déterminerait le début de l'anthèse (maturité des bourgeons floraux et libération du pollen) chez l'herbe à poux. La température et les précipitations jouent également un rôle important dans la croissance et le contrôle de la durée des saisons de croissance (Garneau *et al.*, 2006; Goyette-Pernot, 2006; Laaidi *et al.*, 1997; Thibaudon *et al.*, 2005). Toutefois, selon certains auteurs, un excès d'humidité causé par des pluies abondantes pourrait avoir un effet négatif en ralentissant la production de pollen (Goyette-Pernot, 2006; Thibaudon *et al.*, 2005).

1.5.2 Facteurs secondaires

La libération des grains de pollen est influencée par divers facteurs. Des conditions sèches (faible humidité relative) permettent aux anthères (sacs qui contiennent le pollen) de s'assécher et de s'ouvrir (Goyette-Pernot, 2006; Laaidi *et al.*, 1997; Sofiev *et al.*, 2009). De plus, l'augmentation graduelle des températures au cours de la journée favorise le relâchement du pollen (Deen *et al.*, 1998; Goyette-Pernot, 2006; Hall, 1992; Rodríguez-Rajo *et al.*, 2010). Incidemment, une nuit chaude peut accélérer la libération des grains, alors qu'une nuit froide peut l'inhiber, spécialement chez les herbacées (Sofiev *et al.*, 2009). Par ailleurs, une pression atmosphérique élevée favorise également l'ouverture des anthères (Laaidi *et al.*, 1997).

1.5.3 Facteurs tertiaires

Pour ce qui est de la dispersion du pollen, le vent constitue le facteur primordial de dissémination (Garneau *et al.*, 2006; Goyette-Pernot, 2006; Thibaudon *et al.*, 2005). Des températures chaudes, une faible humidité relative et l'absence de précipitations peuvent également influencer la dispersion (Sofiev *et al.*, 2009). À l'opposé, la pluie et une humidité relative élevée vont empêcher la dispersion du pollen (Barnes *et al.*, 2001; Goyette-Pernot, 2006; Laaidi *et al.*, 1997; Thibaudon *et al.*, 2005) en alourdissant les grains de pollen et favorisant leur dépôt au sol. De plus, la stabilité verticale des basses couches de l'atmosphère favorise la sédimentation des grains de pollen les plus lourds (Laaidi *et al.*, 1997).

Le tableau 2 présente une synthèse de l'influence des paramètres climatiques sur le cycle pollinique tels que recensés dans la littérature scientifique.

Tableau 2 Synthèse de l'influence des paramètres climatiques sur le cycle pollinique

Phase		Paramètre	Influence	Référence
Facteurs primaires	Développement de la plante (croissance, floraison, production de pollen)	Photopériode	Croissance de la plante, émergence et maturité des bourgeons floraux (début de la pollinisation)	(Comtois <i>et al.</i> , 1990; Deen, 1999; Deen <i>et al.</i> , 1998; Goyette-Pernot, 2006; Laaidi <i>et al.</i> , 1997; Sofiev <i>et al.</i> , 2009; Thibaudon <i>et al.</i> , 2005; U.S. Department of Health and Human Services, 2003; Ziska <i>et al.</i> , 2003)
		Précipitations	Stimulation de la croissance des végétaux	(Laaidi <i>et al.</i> , 1997)
		Température	Quantité de pollens produite, durée des saisons de croissance	(Garneau <i>et al.</i> , 2006; Goyette-Pernot, 2006; Thibaudon <i>et al.</i> , 2005)
		Somme des degrés-jours	Maturité de la plante, développement des bourgeons floraux (à Montréal : somme des degrés jours requis pour atteinte de la maturité : 1280 °C au-dessus de 5 °C) ^a	(Comtois <i>et al.</i> , 1989; Laaidi <i>et al.</i> , 1997)
Facteurs secondaires	Libération du pollen	Faible humidité relative	Ouverture des anthères (parties fertiles des étamines)	(Goyette-Pernot, 2006; Laaidi <i>et al.</i> , 1997; Sofiev <i>et al.</i> , 2009)
		Augmentation des températures au cours de la journée	Ouverture des anthères (parties fertiles des étamines)	(Goyette-Pernot, 2006; Laaidi <i>et al.</i> , 1997; Sofiev <i>et al.</i> , 2009; Thibaudon <i>et al.</i> , 2005)
		Pression atmosphérique élevée	Ouverture des anthères (parties fertiles des étamines)	(Laaidi <i>et al.</i> , 1997)
Facteurs tertiaires	Dispersion du pollen	Vent, turbulence	Dispersion des grains de pollen	(Garneau <i>et al.</i> , 2006; Goyette-Pernot, 2006; Thibaudon <i>et al.</i> , 2005)
		Températures chaudes, humidité relative faible et absence de précipitations	Dispersion des grains de pollen	(Sofiev <i>et al.</i> , 2009)
	Dépôt du pollen	Stabilité verticale de la basse atmosphère	Sédimentation des grains	(Goyette-Pernot, 2006; Laaidi <i>et al.</i> , 1997)
		Humidité relative	Dépôt du pollen au sol (alourdissent les grains)	(Goyette-Pernot, 2006; Laaidi <i>et al.</i> , 1997)
		Précipitations	Dépôt du pollen au sol (lessivage)	(Barnes <i>et al.</i> , 2001; Laaidi <i>et al.</i> , 1997; Thibaudon <i>et al.</i> , 2005)

^a Degré-jour quotidien = T°moy – T°base (5 °C).

2 EFFETS DES POLLENS SUR LA SANTÉ HUMAINE

Les pollens constituent un important facteur de risque des allergies respiratoires. Le processus de développement d'allergies se déroule en deux étapes (Schenk *et al.*, 2006; U.S. EPA, 2008) :

- Phase de sensibilisation : lors d'un premier contact avec un allergène, l'individu atopique (c.-à-d. génétiquement prédisposé) devient sensibilisé et il en résulte la production d'anticorps (IgE). Aucun symptôme n'est développé à cette étape;
- Une exposition subséquente à cet allergène entraîne la libération d'histamine à la suite de reconnaissance de l'allergène par les anticorps, causant les symptômes d'allergies.

En d'autres mots, l'allergie est une réaction excessive de l'organisme à des agents extérieurs auxquels il est particulièrement sensible. Deux principales maladies sont associées à l'exposition aux aéroallergènes : la rhinite allergique (rhume des foins) et l'asthme.

2.1 RHINITE ALLERGIQUE

La rhinite allergique se manifeste par différents symptômes : picotements du nez et des yeux, éternuements, écoulement et congestion nasale, larmolement (Jacques *et al.*, 2008). Par ailleurs, certains éléments peuvent augmenter le risque de développer une rhinite allergique; c'est le cas notamment lorsque les parents souffrent d'allergie (facteurs héréditaires) et lorsqu'il y a exposition chronique ou significative à des contaminants de l'air (p. ex., fumée de cigarette, fumée des foyers au bois, émanations provenant des véhicules et usines, moisissures, etc.) (Bousquet *et al.*, 2008; PasseportSanté.net, 2010). La rhinite allergique est souvent accompagnée d'effets secondaires tels que la fatigue, l'irritabilité, le manque de sommeil et de concentration (Schenk *et al.*, 2006). La figure 2 résume les principaux facteurs de risque de la rhinite allergique.

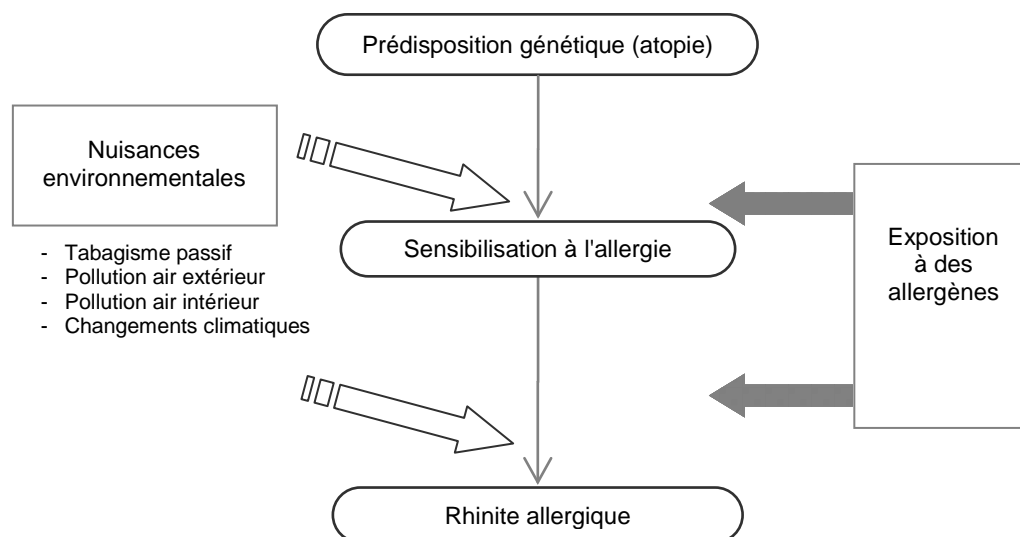


Figure 2 Facteurs de risque de la rhinite allergique

D'après OMS, 2003.

L'herbe à poux constitue la plus importante cause de rhinite allergique saisonnière dans tout le nord-est de l'Amérique du Nord (Vincent, 1990). En effet, l'être humain inhale plusieurs milliers de grains de pollen d'herbe à poux chaque jour pendant la saison pollinique et celui-ci serait responsable de 50 à 90 % des symptômes d'allergies saisonnières (Comtois *et al.*, 1990). Le tableau 3 présente les différents seuils d'effets sur la santé causés par l'herbe à poux relevés dans la littérature scientifique.

Tableau 3 Synthèse des principaux seuils d'effets sur la santé attribués à l'herbe à poux

Concentration d'herbe à poux ^a	Manifestation des symptômes	Littérature
De 1 à 3 grains/m ³	Seuil clinique d'apparition des premiers symptômes	(Comtois <i>et al.</i> , 1988)
3 grains/m ³	Seuil clinique d'apparition des premiers symptômes chez les patients hypersensibles	(Laaidi <i>et al.</i> , 1997)
Moins de 13 grains/m ³	Symptômes ressentis par une majorité d'allergiques	(Banken <i>et al.</i> , 1990)
De 10 à 50 grains/m ³	Symptômes ressentis par une majorité d'allergiques	(Solomon, 1984)
Au moins 20 grains/m ³	Seuil clinique d'apparition des premiers symptômes	(Emberlin, 1994; Jager, 1998; Jelks, 1991)
40 grains/m ³	Seuil clinique d'apparition des symptômes chez les plupart des patients	(Laaidi <i>et al.</i> , 1997)
50 grains/m ³	Seuil où 60 à 80 % des personnes allergiques ressentent des symptômes	(Makra <i>et al.</i> , 2003)
De 20 à 200 grains/m ³	Symptômes ressentis par une majorité d'allergiques	(Jelks, 1991)
À partir de 100 grains/m ³	Symptômes clairs	(Solomon <i>et al.</i> , 1980)
Plus de 200 grains/m ³	Tous les allergiques sont affectés	(Jelks, 1991)

^a Tiré de Goyette-Pernot, 2006.

On constate que les seuils varient énormément d'un auteur à l'autre, mais de manière générale, on peut en conclure qu'il suffit d'une concentration relativement faible pour déclencher une réaction allergique. Les seuils rapportés dans la littérature varient entre 1 et 3 grains/m³ pour les personnes hypersensibles (Comtois *et al.*, 1988) et 40 grains/m³ pour la plupart des personnes allergiques (Laaidi *et al.*, 1997)⁴. Compte tenu du peu d'informations disponibles dans la littérature sur la méthode selon laquelle ces seuils ont été établis, cette information devrait être utilisée avec précaution.

2.2 ASTHME

Il est reconnu que la présence d'allergènes comme le pollen peut aggraver les symptômes de l'asthme (Jacques *et al.*, 2008; Knox, 1993). En effet, les grains de pollen peuvent libérer des particules de petite taille qui peuvent pénétrer profondément dans les voies respiratoires et ainsi aggraver la maladie (Bacsi *et al.*, 2006). Le processus allergique lié à l'asthme enclenche quatre réactions : l'inflammation des voies aériennes, l'hyperréactivité bronchique (bronchospasme), l'œdème et l'hypersécrétion de mucus (Sequeira *et al.*, 2007).

⁴ Il n'existe aucun consensus scientifique sur le seuil d'effets cliniques du pollen de l'herbe à poux actuellement.

3 FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX INFLUENÇANT LES POLLENS

La progression spectaculaire qu'ont connue les pollinoses au fil des dernières décennies a amené la communauté scientifique à s'interroger sur les causes de ce phénomène. En effet, la prédisposition génétique ne peut expliquer à elle seule cette augmentation trop rapide et il est apparu évident que des éléments environnementaux pouvaient être en cause.

3.1 EFFETS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Les recherches scientifiques menées au cours des 20 dernières années soulignent que le climat de la Terre subit un changement accéléré attribuable aux activités anthropiques qui ont cours depuis la révolution industrielle. Les travaux du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) ont démontré que le réchauffement du climat est sans équivoque et qu'on note déjà, à l'échelle du globe, une hausse des températures moyennes de l'atmosphère (GIEC, 2007).

Entre 1961 et 2010, les températures moyennes journalières ont augmenté d'environ 1,5 °C dans l'ouest et au sud du Québec méridional (MDDEFP, 2012). Selon les scénarios de prévisions climatiques, les températures hivernales moyennes augmenteront de 2,5 °C à 3,8 °C dans le sud du Québec d'ici 2050 et en été, les hausses de température moyenne seront de 1,9 °C à 3,0 °C sur le même horizon de temps (DesJarlais *et al.*, 2010).

Plusieurs études ont mis en évidence les impacts des changements climatiques sur les espèces végétales, résultant de l'augmentation des températures et des concentrations de CO₂ (D'Amato *et al.*, 2002; Frenguelli, 2002; Huynen *et al.*, 2003; Malaspina *et al.*, 2007; Stach *et al.*, 2007; Ziska *et al.*, 2009; Ziska *et al.*, 2003). Ces modifications peuvent entraîner des changements dans la production, la libération, la distribution et la dispersion des aéroallergènes, de même que dans la concentration de protéines allergènes contenues dans le pollen (U.S. EPA, 2008).

Par ailleurs, le pollen de l'herbe à poux a été retenu comme indicateur environnemental pour le suivi des répercussions des changements climatiques par l'Environmental Protection Agency aux États-Unis⁵ (U.S. EPA, 2012).

3.1.1 Allongement de la saison de croissance

Sous l'effet du réchauffement des températures, les saisons de croissance des végétaux pourraient être plus longues (Beggs, 2004; D'Amato *et al.*, 2008; Huynen *et al.*, 2003). Plusieurs études ont révélé des floraisons plus précoces (D'Amato *et al.*, 2008; Emberlin, 1994; Frei, 1998; Frenguelli, 2002; Malaspina *et al.*, 2007; Stach *et al.*, 2007; Ziska *et al.*, 2003), et cet effet serait plus marqué chez les espèces qui fleurissent tôt au printemps, comme le bouleau (Malaspina *et al.*, 2007). Ceci est cohérent avec le fait que la floraison de plusieurs espèces d'arbres serait régulée par la température alors que la photopériode

⁵ Parmi neuf indicateurs environnementaux. D'autres catégories d'indicateurs sont proposées (indicateurs de morbidité et mortalité, indicateurs de vulnérabilité, indicateurs d'adaptation, etc.). Au total, 27 indicateurs sont proposés.

déterminerait la floraison de plusieurs mauvaises herbes, dont l'herbe à poux, en fin d'été (U.S. EPA, 2008). Le phénomène de floraison précoce serait également plus présent chez les espèces entomophiles que chez les anémophiles (OMS, 2003). La prolongation des saisons de croissance est également rapportée dans la littérature scientifique, mais elle n'avait pas été clairement démontrée chez les espèces à floraison estivale ou automnale, comme l'herbe à poux (Beggs, 2011; Huynen *et al.*, 2003) jusqu'à tout récemment, avec l'étude de Ziska *et al.* (2011) qui rapporte que la saison pollinique de l'herbe à poux s'est allongée en Amérique du Nord depuis les 15 dernières années. Ziska *et al.* ont évalué les effets de la latitude sur la durée de la saison pollinique de l'herbe à poux. Dix localités ont été ciblées le long d'un transect nord-sud, allant d'une latitude de 30,63 °N (Austin, Texas) à 52,07 °N (Saskatoon, Saskatchewan) et les dates de début et de fin de la saison pollinique ont été déterminées annuellement pour la période 1995-2009. L'analyse a révélé que les saisons polliniques sont en général plus longues qu'il y a 15 ans, la différence la plus marquée étant à Saskatoon où un allongement de 27 jours a été remarqué. Les auteurs expliquent ce phénomène par le fait qu'en raison des changements climatiques, le premier gel automnal s'effectue plus tard, augmentant du coup la durée de la saison de croissance de l'herbe à poux.

En revanche, dans les latitudes nordiques comme la nôtre, il est possible que l'augmentation des chutes de neige, qui implique une période de fonte plus longue, cause une floraison plus tardive (Huynen *et al.*, 2003), mais ce phénomène est très peu rapporté dans la littérature.

Au Québec, l'étude de Garneau *et al.* (2006) a démontré que la durée de la saison pollinique de l'herbe à poux à Montréal a augmenté de 33 % entre 1994 et 2002, passant de 42 jours à 63 jours. Cependant, comme les données ont été récoltées sur une période inférieure à 10 ans, on peut difficilement conclure à une tendance robuste, car des facteurs autres que les changements climatiques peuvent expliquer l'allongement de la saison de l'herbe à poux à Montréal.

3.1.2 Augmentation de la production de pollen par les plantes

Plusieurs études suggèrent que le réchauffement climatique pourrait provoquer une augmentation de la production de pollen par les plantes et par conséquent, une augmentation des concentrations de pollens dans l'air (Beggs, 2004; Emberlin, 1994; Ziska *et al.*, 2003). Il a notamment été observé que l'augmentation des températures et des concentrations de CO₂ combinées provoquerait une augmentation du nombre de fleurs mâles, et ainsi une augmentation de la production de pollen (Ziska *et al.*, 2003). Des recherches menées au Québec ont permis d'appuyer ces observations. Une étude a en effet révélé que la somme annuelle⁶ de grains de pollen de l'herbe à poux dans l'air est passée de 2 663 à 5 314 grains/m³ entre 1985 et 1988 en raison des saisons polliniques plus longues au cours de cette période (Comtois *et al.*, 1989; 1990). Aussi, une autre étude a observé que les moyennes quotidiennes de concentration pollinique sont passées de 36,3 grains de pollen/m³ en 1997 à 68,8 grains de pollen/m³ en 2002 (Breton *et al.*, 2006). Cependant, le contexte particulier sur l'île de Montréal pourrait expliquer cette situation en partie. En effet,

⁶ La somme annuelle des grains de pollen constitue la somme des concentrations polliniques quotidiennes pendant la saison pollinique.

des facteurs comme la croissance immobilière et la présence d'insectes ravageurs des pelouses laissent davantage de terrains dénudés propices à l'implantation de l'herbe à poux, ou encore l'abolition en 1996 de la réglementation municipale sur l'herbe à poux (Christin, 2003).

Par ailleurs, une étude de Stinson *et al.* (2006) suggère que la production de graines par l'herbe à poux augmenterait lorsque les concentrations de CO₂ dans l'atmosphère sont élevées. L'augmentation de la biomasse reproductrice (bourgeons floraux, fleurs et graines) expliquerait ce phénomène. En effet, la biomasse reproductrice mesurée était deux fois plus élevée lorsque les plantes étaient exposées, en environnement contrôlé, à une concentration de CO₂ de 720 ppm par rapport à 360 ppm.

Wayne *et al.* (2002) ont, quant à eux, réalisé une expérience dans deux environnements contrôlés où l'un possède une concentration en CO₂ équivalente à la concentration ambiante actuelle (350 ppm) et l'autre une concentration deux fois plus élevée (700 ppm). Ils ont ainsi noté que la production de pollen était de 61 % plus élevée dans les environnements à forte concentration de CO₂.

3.1.3 Augmentation de l'allergénicité du pollen

Des chercheurs ont observé que les changements climatiques seraient susceptibles d'entraîner une augmentation de l'allergénicité du pollen de certaines espèces (D'Amato *et al.*, 2008; Singer *et al.*, 2005; Ziska *et al.*, 2003). Ahlholm *et al.* (1998) ont entre autres mesuré la quantité de l'allergène Bet v 1, produit par le bouleau pubescent (*Betula pubescens* ssp. *Czerepanovii*) et cultivé sous deux régimes thermiques différents, et ont noté une relation fortement significative entre l'augmentation des températures et l'augmentation de la quantité d'allergène Bet v 1 dans le pollen. De même, Singer *et al.* (2005) ont évalué que la concentration de l'allergène Amb a 1 contenu dans l'herbe à poux augmenterait en fonction de la concentration de CO₂ atmosphérique. Dans leur expérimentation, ils ont cultivé des plants d'herbe à poux dans des environnements contrôlés à des concentrations de CO₂ équivalant celles des niveaux préindustriels, actuels et à ceux projetés en 2050. Ainsi, par rapport aux concentrations préindustrielles, les grains de pollen contiendraient actuellement 1,2 fois plus d'allergène et contiendront, en 2050, 1,8 fois plus d'allergène Amb a 1. Par rapport à la concentration actuelle de CO₂, le pollen de 2050 contiendrait 1,6 fois plus d'allergène.

3.1.4 Déplacement des aires de distribution des plantes allergènes

Les changements climatiques, en favorisant la propagation de certaines espèces vers de nouvelles zones qui deviennent favorables à leur établissement, auraient un effet sur la distribution spatiale du pollen (Huynen *et al.*, 2003). Emberlin (1994) suggère notamment que les changements climatiques appréhendés risquent de provoquer des changements dans la distribution du Bouleau (*Betula*) dans l'hémisphère Nord du globe, repoussant la limite nord de répartition de cette espèce de plusieurs kilomètres. Il serait toutefois possible d'observer, dans une certaine mesure, une contraction de la limite sud de distribution de l'espèce. Ces changements dans les aires de distribution impliquent une modification de l'exposition de la population au pollen au fil du temps. Il serait également possible de voir de

nouvelles espèces de pollens apparaître dans certains secteurs, alors que d'autres espèces pourraient disparaître (Beggs, 2010).

3.1.5 Impacts des pollens sur la santé en lien avec les changements climatiques

Le réchauffement des températures et l'augmentation des concentrations de CO₂ sur les végétaux allergènes peuvent entraîner des effets sur la santé humaine en augmentant la fréquence et la sévérité des épisodes d'allergie.

Comme discuté aux sections précédentes, les changements climatiques ont différents impacts sur les végétaux allergènes qui peuvent entraîner trois types de conséquences sur la sévérité et la prévalence des troubles allergiques (U.S. EPA, 2008) :

- Une plus longue exposition aux pollens allergènes durant la phase de sensibilisation peut mener à une plus grande probabilité de développer l'allergie (augmentation de l'incidence);
- Une exposition à des concentrations plus élevées pendant la phase de sensibilisation peut mener à une plus grande probabilité de développer l'allergie (augmentation de l'incidence);
- Une exposition à des concentrations plus élevées une fois l'allergie développée (après la phase de sensibilisation) peut mener à des réactions allergiques plus sévères.

La figure 3 fournit une représentation schématisée des impacts des changements climatiques sur l'incidence, la prévalence et la sévérité des troubles allergiques.

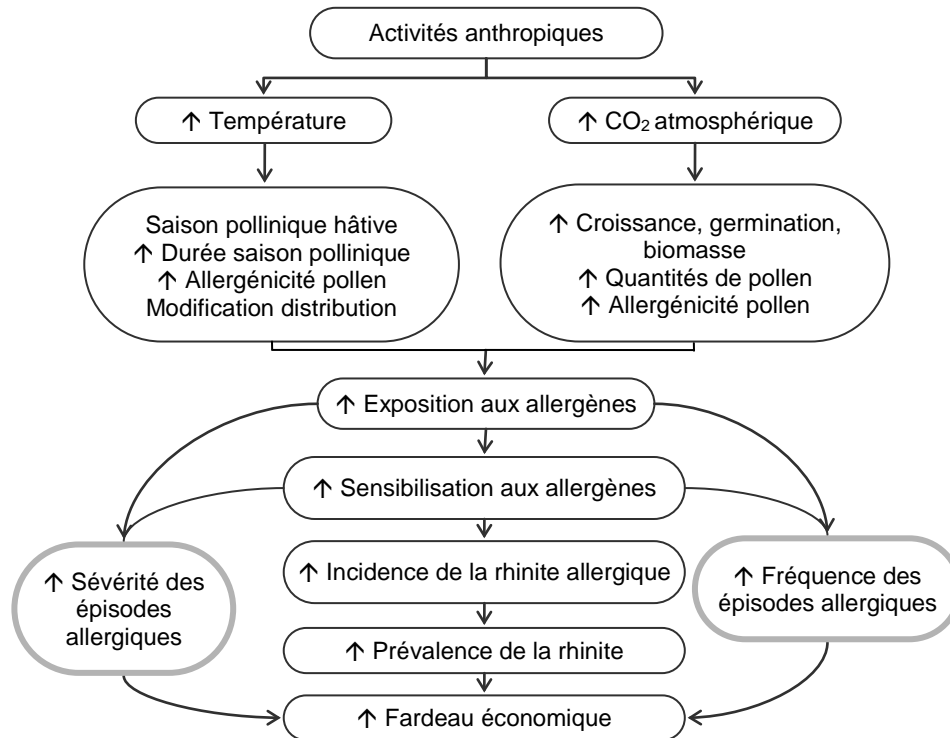


Figure 3 Liens entre les changements climatiques et leurs impacts sur les troubles allergiques saisonniers

Traduite et adaptée de Beggs *et al.*, 2005.

3.2 EFFETS DES PRINCIPAUX CONTAMINANTS DE L’AIR

Outre les impacts des changements climatiques, certaines études ont tenté de démontrer l’influence des contaminants atmosphériques sur les allergies au pollen, s’appuyant sur la prémisse que les premières manifestations de symptômes de rhinite allergique au début du 19^e siècle coïncident avec l’apparition de la pollution chimique massive de l’atmosphère au début de la révolution industrielle (Emanuel, 1988). Ces études ont permis de noter une double influence des contaminants atmosphériques sur le pollen et les allergies.

D’une part, selon certaines études, les contaminants agiraient directement sur certains pollens en renforçant leur allergénicité et d’autre part, ils affecteraient les muqueuses des patients dont elle augmenterait l’hyperréactivité, les rendant plus sensibles à l’action des allergènes (Laaidi *et al.*, 1997). Des polluants comme l’ozone (O₃), le dioxyde d’azote (NO₂), le dioxyde de carbone (CO₂), le dioxyde de soufre (SO₂) et les particules fines (PM_{2,5}) affecteraient les pollens en dégradant leur structure et en entraînant la libération des allergènes qu’ils renferment (Laaidi *et al.*, 2002). Des études ont également permis de découvrir que les contaminants pouvaient stimuler la synthèse de l’anticorps IgE (Devalia *et al.*, 1998).

4 MÉTHODES DE MESURE DES CONCENTRATIONS DE POLLEN

La mesure des concentrations de pollens dans l'air constitue un moyen de quantifier et de caractériser l'exposition humaine et d'évaluer l'efficacité des mesures de prévention et de protection de la santé mises en place au Québec. Différentes méthodes de mesure existent, et le présent chapitre en fait état.

4.1 TYPES DE CAPTEURS

Différents types de capteurs servant à mesurer les concentrations de pollens dans l'air existent, et le choix du type d'appareil à utiliser doit se baser sur des considérations techniques (facilité d'opération, efficacité et représentativité du capteur), financières (coût de l'appareil, coûts d'entretien) et logistiques (fréquence d'échantillonnage horaire, journalière, etc.). Deux principaux types de capteurs sont utilisés actuellement dans le monde :

- Les capteurs rotatifs, basés sur le principe de l'impaction;
- Les capteurs volumétriques, basés sur le principe de l'aspiration.

Ces deux types de capteurs mesurent les concentrations de pollens dans l'air sur une base volumétrique, c'est-à-dire en nombre de grains de pollen par mètre cube d'air. Des études ayant pour but de comparer l'efficacité de ces capteurs ont révélé que tous deux enregistrent les tendances dans les concentrations atmosphériques de la même façon, et qu'ils sont équivalents en matière de récupération de pollens (nombre de grains par mètre cube récoltés) pour les particules > 10 µm (taille typique des pollens) (Frenz, 1999).

D'autres types de capteurs existent, mais leur utilisation est très peu répandue (capteurs gravimétriques, capteurs à filtration, etc.) en raison de leur performance insatisfaisante ou des coûts élevés de fonctionnement (Calleja *et al.*, 2005; Levetin, 2004).

4.1.1 Capteurs rotatifs

Les capteurs rotatifs à impaction (de marque Rotorod ou GRIPST) sont constitués de deux tiges fixées à un montant rotatif motorisé, ce qui constitue la tête de prélèvement (figure 4). Ces tiges sont enduites d'un adhésif, et à mesure qu'elles tournent, les pollens dans l'air entrent en collision avec les tiges et se fixent sur l'adhésif. Grâce à une formule qui permet de convertir l'aire de la surface de prélèvement en une unité de volume par rapport au temps, il est possible d'obtenir des données sur une base volumétrique (nombre de grains/m³) (Aerobiology Research Laboratory, 2012). Pour établir cette conversion, il faut connaître le nombre de rotations de la tête de prélèvement et la durée d'échantillonnage. L'échantillonnage s'effectue selon une séquence d'une minute de fonctionnement par dix minutes écoulées pour éviter de surcharger les tiges (Frenz, 1999).

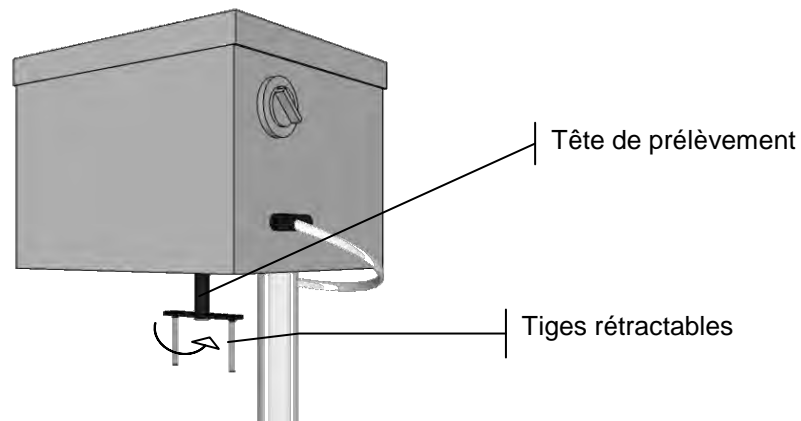


Figure 4 Capteur rotatif à impaction

Par ailleurs, puisque les tiges tournent en décrivant un cercle, la direction du vent n'aurait aucune influence sur l'échantillonnage (Aerobiology Research Laboratory, 2012), alors que la vitesse du vent pourrait, dans une certaine mesure, en affecter l'efficacité (Frenz, 2000). Toutefois, étant donné que les tiges tournent à une vitesse importante (environ 80 km/h), l'influence de la vitesse du vent est considérablement réduite (Aerobiology Research Laboratory, 2012).

Le principal avantage de ce type de capteur est son faible coût comparativement aux capteurs volumétriques à aspiration. Les principaux désavantages sont qu'il est impossible d'obtenir des données horaires (Aerobiology Research Laboratory, 2012) et que les tiges de collecte des pollens doivent être changées tous les jours pour éviter qu'elles ne deviennent trop encombrées, ce qui implique que chaque station doit être visitée quotidiennement par un technicien. La lecture des tiges (c.-à-d. le décompte et l'identification des grains de pollen) s'effectue en laboratoire par du personnel spécialisé, à l'aide d'un microscope optique. Des lames porte-objet (appelées aussi platines), dans lesquelles on peut insérer les tiges directement, sont utilisées pour l'analyse.

4.1.2 Capteurs volumétriques à aspiration

Les capteurs volumétriques à aspiration sont constitués d'une pompe électrique et d'une girouette qui prélève par une buse un volume d'air constant équivalent à la respiration humaine (environ 10 L/min) (Galan *et al.*, 2007). La girouette permet de garder la buse d'aspiration face au vent. L'appareil est monté sur un trépied solidement fixé. À l'intérieur, on retrouve un tambour rotatif sur lequel est fixé une bande de cellophane enduite d'une substance adhésive qui permet de récolter les grains de pollen (figure 5). Le tambour rotatif est associé à un mécanisme d'horlogerie qui assure une rotation régulière en faisant avancer la bande de 2 mm par heure, ce qui permet de diviser la récolte journalière en résultats horaires (Calleja *et al.*, 2005; Frenz, 1999; Galan *et al.*, 2007; Hasnain *et al.*, 2007). Cette caractéristique constitue le point fort de ce type d'appareil. Ce capteur est largement répandu dans les réseaux de surveillance européens (France, Espagne, Suisse, Italie, etc.) et est également utilisé par le réseau de surveillance de l'American Academy of Allergy, Asthma and Immunology.

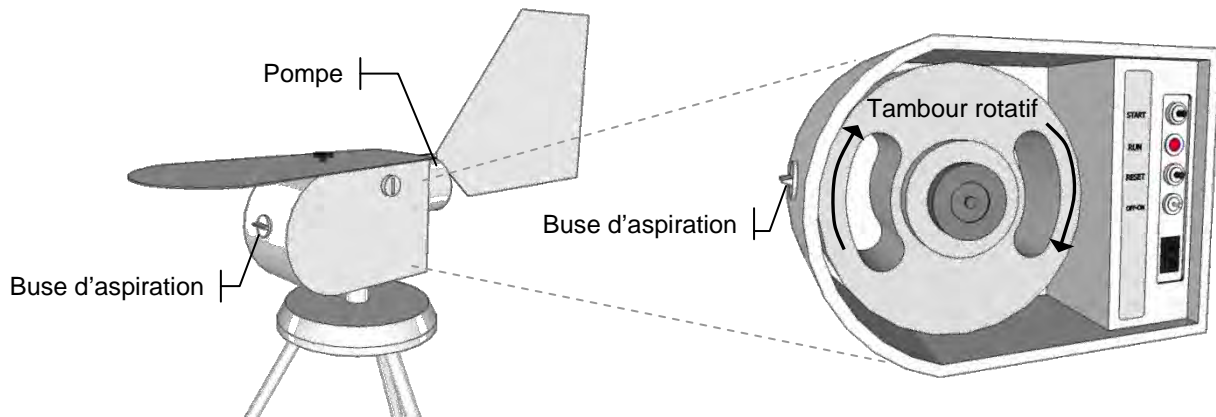


Figure 5 Capteur de pollens volumétrique à aspiration

Avec les appareils volumétriques à aspiration, l'échantillonnage est habituellement effectué sur une période de sept jours. À la fin de cette période, la bande de cellophane est découpée en segments équivalant à une journée ($2 \text{ mm/h} \times 24 \text{ h} =$ segments de 48 mm correspondant à une journée). Chaque segment est placé dans un milieu de montage solide entre lame et lamelle, fixé à l'aide d'une solution de montage et analysé directement au microscope (Galan *et al.*, 2007; Hasnain *et al.*, 2007). Selon les informations recueillies lors de la consultation de questionnaires de réseaux de surveillance des pollens (section 5), le temps nécessaire pour le montage de sept lames (une semaine d'échantillonnage) est d'environ 15 minutes. En ce qui concerne l'analyse, la durée varie en fonction de la quantité et de la diversité du pollen récolté. Toujours selon les informations tirées de la consultation des questionnaires de réseaux, l'analyse peut durer entre 10 et 60 minutes par lame. L'estimation du nombre de grains de pollen par mètre cube d'air est obtenue en multipliant le nombre de grains de pollen comptés au microscope par un facteur de conversion qui tient compte du volume d'air aspiré et de la surface de la lame qui a été analysée (Hasnain *et al.*, 2007). Des pannes peuvent survenir avec ce type de capteur (coupure de l'alimentation électrique, dysfonctionnement du système d'horlogerie, obstruction de la buse d'aspiration) (Aerobiology Research Laboratory, 2012) et le risque d'incertitude sur la donnée est plus élevé en raison de divers facteurs. On peut notamment observer des variations d'ordre méthodologique provenant des manipulations pour la préparation du matériel d'échantillonnage et pour la préparation des lames, ainsi que de l'appareil en lui-même, qui est sensible à la vitesse et la direction du vent (nécessite un calibrage précis) (Asselin *et al.*, 1998).

4.2 REPRÉSENTATIVITÉ DES STATIONS D'ÉCHANTILLONNAGE

4.2.1 Facteurs de variabilité des concentrations

Les concentrations de pollens dans l'air dépendent de différents facteurs qui peuvent causer d'importantes variations dans le temps et dans l'espace (DellaValle *et al.*, 2012; Frenz, 2000; Pedersen *et al.*, 1993; Raynor *et al.*, 1975). Les conditions météorologiques sont, en grande partie, responsables de cette variabilité (voir section 1.5), puisqu'elles interviennent sur la biologie des végétaux. Le développement des plantes (croissance, floraison, production de pollen) est principalement influencé par la photopériode, les précipitations et la température.

La libération du pollen est quant à elle influencée par l'humidité relative, la pression atmosphérique et la température, alors que la dispersion spatiale du pollen est principalement gouvernée par le vent (voir section 1.5). Le relief peut également expliquer une partie de la variation des concentrations polliniques (Rieux *et al.*, 2008) de par son influence sur les conditions climatiques et sur la végétation locale.

4.2.2 Influence de la végétation locale

Par ailleurs, la dimension, la densité et la distribution spatiale des sources de pollens (Raynor *et al.*, 1975), de même que les caractéristiques du pollen (quantité produite, dimension, poids, texture et forme du grain de pollen) (DellaValle *et al.*, 2012) peuvent également influencer la présence de pollens dans l'air. Plusieurs scientifiques suggèrent que la composition de la végétation locale exerce une profonde influence sur la quantité de pollens mesurée par un capteur (Carinanos *et al.*, 2002; Emberlin *et al.*, 1991; Frenz *et al.*, 1997; Frenz, 2000; Rodríguez-Rajo *et al.*, 2010). En outre, une étude de Ranta *et al.* (2008) sur le transport et le dépôt du pollen suggère que la hauteur des plantes peut avoir un rôle à jouer dans la distribution spatiale du pollen. En effet, les résultats de leur expérimentation laissent croire que les plantes de petite taille (graminées, mauvaises herbes) contribuent davantage aux concentrations locales tandis que les plus hautes plantes (arbres) contribuent aux concentrations régionales. Une explication serait que le pollen des arbres étant émis en hauteur, il aurait tendance à se disperser sur une plus grande superficie.

4.2.3 Variabilité spatiale des pollens

La variabilité des concentrations polliniques pose ainsi problème lorsqu'on désire évaluer la représentativité spatiale d'un capteur de pollen. En effet, les concentrations polliniques de deux sites peuvent présenter d'importantes variations, même à de faibles distances (p. ex., deux quartiers voisins) (Frenz, 2000). À cet effet, différentes études ont révélé que la variabilité spatiale des concentrations de pollens augmente à mesure que la distance entre deux sites augmente (DellaValle *et al.*, 2012; Frenz *et al.*, 1997; Frenz, 2000; Hall, 1992; Raynor *et al.*, 1975; Rodríguez-Rajo *et al.*, 2010). Or, une étude de Velasco-Jiménez *et al.* (2012) révèle une forte corrélation entre les mesures effectuées à deux sites distancés de 9 km dans la ville de Cordoba (Espagne). Ils concluent que les données d'un seul capteur, localisé dans une ville de taille moyenne dont les conditions de topographie et de végétation sont uniformes, sont suffisantes pour informer sur les principaux types de pollen présents, sur les dates de la saison pollinique et sur les dates des pics de concentrations. Toutefois, ils mentionnent que des données de plusieurs capteurs peuvent être nécessaires dans le cas d'études cliniques, car des variations de concentrations polliniques peuvent être tout de même observées à l'intérieur d'une localité, principalement en raison de l'influence de la végétation locale. Ces différences, bien que faibles, pourraient faire varier les impacts sur la santé.

Parallèlement, il semblerait que la majorité des grains de pollen émis se déposent à proximité de leur source. Raynor et Ogden (1970) ont constaté, lors d'une expérimentation en milieu contrôlé avec de l'herbe à poux, que les concentrations de pollens à une distance de 64 mètres de la source avaient diminué de 95 % par rapport aux concentrations mesurées à 1 mètre de la source. Il peut toutefois arriver qu'une fraction du pollen soit

transportée sur de longues distances (Garneau *et al.*, 2006; Raynor *et al.*, 1970). À cet égard, Laaidi *et al.* (1997) mentionnent que près de 80 % des grains de pollen se déposent à moins de 500 m de leur source et 20 % entre 500 m et 10 km. L'infime fraction restante peut selon eux monter à 2000 m d'altitude et parcourir jusqu'à 800 km en 24 heures. Les pollens les plus légers peuvent ainsi franchir les plus longues distances.

En somme, la représentativité spatiale d'une mesure pollinique peut être perçue différemment selon le point de vue adopté. Dans une perspective aérobiologique, la représentativité peut être assez large puisque, comme l'ont démontré Velasco-Jiménez *et al.*, un seul capteur peut donner une information juste à l'égard des propriétés aérobiologiques d'un secteur (types de pollen présents, calendriers polliniques, dates des pics de concentration), et ce, pour une étendue correspondant à une ville de taille moyenne⁷. Cependant, d'un point de vue sanitaire, la variabilité observée entre deux lieux rapprochés, même si elle n'est pas statistiquement significative, peut entraîner des différences dans l'intensité des symptômes ressentis par les personnes allergiques et ainsi, l'échelle de représentativité spatiale d'une station de mesure peut, en ce sens, être beaucoup plus restreinte.

4.3 NOMBRE ET RÉPARTITION DES CAPTEURS

En raison de la variabilité spatiale des pollens décrite à la section précédente, le positionnement des stations d'échantillonnage est un élément clé dans la surveillance des concentrations polliniques. Dans un contexte de déploiement d'un réseau de mesure des pollens dont l'objectif serait en lien avec la santé publique, la couverture spatiale restreinte d'une station d'échantillonnage forcerait la mise en place d'un nombre considérable de stations afin d'assurer une bonne représentativité des données polliniques d'un point de vue sanitaire. Toutefois, les coûts rattachés à un tel réseau seraient déraisonnables. Il devient alors nécessaire de rationaliser le nombre de stations à mettre en place et de les positionner avec soin.

4.3.1 Objectifs de surveillance

De manière générale, en matière de surveillance de la qualité de l'air, le nombre et la répartition des stations dépendront de la superficie à couvrir, de la variabilité spatiale des éléments à mesurer et de l'utilisation prévue des données (Conseil canadien des ministres de l'Environnement, 2011). La première étape dans le choix des sites est la définition des objectifs de la surveillance, dont voici quelques exemples :

- Évaluation de l'efficacité des interventions (analyse pré/post) (pour l'optimisation des interventions);
- Planification des mesures de protection de la santé et de prévention (réduction de l'exposition);
- Quantification de l'exposition humaine (précision de la relation dose-réponse pour diagnostic et traitement plus précis);

⁷ L'étude s'est déroulée à Cordoba, en Espagne, dont la population est d'environ 300 000 habitants et la superficie, près de 300 km².

- Évaluation du transport longue distance et des concentrations de fond (évaluation de la contribution des sources locales comparativement à des sources externes);
- Production d'alertes à la population;
- Etc.

4.3.2 Critères de localisation des capteurs

Ainsi, en fonction de ces objectifs de surveillance, différents critères vont orienter le choix des sites. Trois grandes catégories de critères peuvent être établies, soit les critères logistiques, les critères physiques et les critères géographiques (Asselin *et al.*, 1998; Bonvalot *et al.*, 1994; Conseil canadien des ministres de l'Environnement, 2011; Galan *et al.*, 2007; Rantio-Lehtimäki *et al.*, 1991) :

Critères logistiques

- Disponibilité d'une alimentation électrique;
- Accessibilité au site garantie en tout temps pour les responsables de l'entretien et du relevé des échantillons;
- Signature d'ententes pour l'occupation des lieux;
- Protection contre les risques d'accès non autorisés et le vandalisme.

Critères physiques (éléments susceptibles d'affecter la dispersion des pollens)

- Hauteur de la station d'échantillonnage (la hauteur recommandée varie en fonction du type de capteur);
- Environnement idéalement exempt d'arbres, d'habitations et d'édifices à étages;
- Éloignement approprié du fleuve (corridor de vent pouvant fausser les données);
- Éloignement approprié d'industries, de terrains vacants et de voies de circulation importantes.

Critères géographiques

- Distribution des plantes allergènes;
- Densité de population;
- Variations régionales de la prévalence de la rhinite allergique causée par les pollens;
- Direction des vents dominants;
- Utilisation des sols;
- Proximité du milieu de vie de la population.

4.4 PROTOCOLES DE COLLECTE ET D'ANALYSE DES ÉCHANTILLONS

Afin d'atténuer le plus possible les variations des mesures de pollen, il est essentiel d'uniformiser les méthodes. Des protocoles standardisés sont ainsi nécessaires afin de s'assurer d'avoir des données comparables.

En ce qui concerne l'échantillonnage, les éléments suivants devront être précisés dans le protocole d'échantillonnage :

- Procédure de signature d'ententes pour la localisation des stations;
- Instructions de mise en place et d'opération des capteurs de pollens;
- Technique de préparation du matériel d'échantillonnage (type de substance adhésive, mode d'application, etc.);
- Période d'échantillonnage (date de début et de fin de la saison d'échantillonnage);
- Procédure de relevé des échantillons (jour, heure de prélèvement);
- Procédure d'expédition des échantillons au laboratoire.

Pour ce qui est de l'analyse des échantillons (dénombrement de grains de pollen), les éléments suivants devront être précisés dans le protocole d'analyse :

- Technique de préparation des échantillons sur lame de microscope;
- Méthode de comptage et d'identification des grains de pollen;
- Méthode de calcul des concentrations de pollens (utilisation d'un facteur de conversion du nombre de grains comptés sur la lame de microscope en nombre de grains par m³ d'air);
- Gestion des données et des métadonnées (archivage);
- Méthode de traitement des données;
- Méthode de diffusion des données.

Dépendamment du type de capteur utilisé, les procédures de collecte et d'analyse des échantillons de pollens vont varier. Des modèles de protocoles existent et peuvent servir de point de départ (Galan *et al.*, 2007; Hasnain *et al.*, 2007).

4.5 PERSPECTIVES FUTURES

La méthode actuellement employée pour analyser les échantillons de pollens repose entièrement sur un examen manuel au microscope. Cette méthode, bien que largement documentée et standardisée au fil des ans, exige un investissement considérable de temps, requiert du personnel qualifié et est sujette à une certaine incertitude sur les données (potentiel élevé de biais dus à l'erreur humaine). C'est pourquoi des recherches ont été entreprises au cours des dernières années afin de développer des méthodes objectives et automatisées pour identifier et quantifier les échantillons de pollen.

Les nouvelles méthodes automatisées d'analyse des pollens sont encore à un stade expérimental, mais comme elles sont en constante évolution et qu'elles peuvent devenir économiquement rentables à l'avenir, elles pourraient éventuellement fournir une approche normalisée efficiente pour analyser les pollens et ainsi devenir la norme au sein des réseaux de surveillance des pollens.

Les méthodes automatisées d'analyse peuvent être regroupées dans trois grandes catégories (Levetin, 2004; Rittenour *et al.*, 2012) :

- reconnaissance automatique par analyse d'image;
- identification des pollens par biologie moléculaire (PCR en temps réel);
- identification des pollens sur la base de leurs propriétés spectrales et optiques (spectroscopie infrarouge, autofluorescence, diffusion de lumière et polarisation). Ces nouvelles méthodes permettent non seulement d'identifier les types de pollen présents dans un échantillon, mais également leur quantification. Elles permettent également d'identifier un échantillon contenant plusieurs types de pollen différents (Holt *et al.*, 2011; Longhi *et al.*, 2009).

4.5.1 Reconnaissance automatique par analyse d'image

Dans la méthode couramment utilisée, les analystes en laboratoire identifient visuellement les pollens en se basant sur leurs caractéristiques morphologiques, soit leur taille, leur forme et leur texture (présence d'épines à la surface par exemple). Différents chercheurs ont tenté de mécaniser ce procédé d'identification en créant des banques d'images de microscopie (Bonton *et al.*, 2002; Boucher *et al.*, 2002; Chen *et al.*, 2006; Ching, 2004; Costa *et al.*, 2009; Holdaway, 2004; Holt *et al.*, 2011; Li *et al.*, 2004; Rittenour *et al.*, 2012; Rodriguez-Damian *et al.*, 2004; Scharring *et al.*, 2006).

Le procédé consiste à prendre des images des pollens récoltés à l'aide d'un microscope muni d'une caméra et de les comparer avec des images contenues dans une banque. La comparaison se fait par un procédé informatique automatisé qui permet la reconnaissance du grain de pollen. Parmi les systèmes de reconnaissance par imagerie qui ont été développés, celui de Holt *et al.* (2011) mérite une attention particulière. En effet, cette équipe de chercheurs a développé un système entièrement automatique qui a fourni des résultats fiables et qui était moins dispendieux que les systèmes d'analyse d'image développés précédemment. En effet, les résultats obtenus par le système étaient très similaires à ceux obtenus par des analystes expérimentés. En outre, ce système présente une plus grande constance que l'analyse manuelle (écart-type toujours moins élevé que pour l'analyse manuelle). Toutefois, un inconvénient important de ce système est qu'il requiert plus de temps pour compter et identifier les pollens qu'un analyste expérimenté.

La plupart des systèmes de reconnaissance automatique par analyse d'image ont présenté une assez bonne précision des résultats en conditions expérimentales avec un petit nombre de taxons (Rittenour *et al.*, 2012). Toutefois, leur efficacité reste à démontrer pour des utilisations à plus large échelle dans un contexte de réseau de surveillance.

4.5.2 Identification des pollens par biologie moléculaire

L'identification et la quantification d'organismes vivants à partir de leur ADN est une technique largement répandue dans plusieurs domaines de recherche. Des chercheurs ont examiné la possibilité d'utiliser cette méthode afin d'automatiser le dénombrement et l'identification des grains de pollen récoltés sur des capteurs. Ainsi, Longhi *et al.* (2009) ont mené une étude afin de vérifier la faisabilité d'utiliser la PCR (*Polymerase chain reaction*) en

temps réel pour identifier et quantifier les pollens présents dans un échantillon à partir de leur ADN.

La PCR en temps réel est une technique de détection et d'analyse *in vitro* de l'ADN, basée sur l'amplification de fragments d'ADN d'un échantillon, qui permet d'identifier et de quantifier les éléments présents. L'ADN amplifié est identifié en le comparant à des séquences connues, et est quantifié en corrélant la quantité amplifiée à la quantité initiale d'ADN dans l'échantillon original.

Ainsi, dans l'étude de Longhi *et al.*, la quantification et l'identification du pollen par PCR a donné des résultats satisfaisants, statistiquement comparables avec la méthode traditionnelle d'analyse au microscope. De plus, l'expérience a révélé que cette méthode est six fois plus rapide que la méthode traditionnelle. Rittenour *et al.*, dans une récente revue des nouvelles méthodes de détection et de quantification du pollen, ont évalué le potentiel de la PCR dans un protocole standardisé d'analyse des pollens (Rittenour *et al.*, 2012). Ils soulignent notamment le coût élevé de cette méthode dans son état actuel. En effet, sur la base des coûts actuels des produits chimiques requis, la quantification du pollen de 18 espèces de plantes différentes par PCR coûterait approximativement 9000 \$ US par année par station. Cette estimation n'inclut pas les coûts des essais préliminaires, des ressources humaines, des infrastructures et des équipements. Par ailleurs, ils identifient trois possibles limitations à cette méthode, soit la présence d'inhibiteurs de PCR dans l'échantillon, le seuil de quantification trop élevé (~ 100 grains de pollen/échantillon) et la variabilité inhérente de l'ADN au sein d'une même espèce.

Des développements supplémentaires sont ainsi requis afin d'atténuer ces limites, de réduire les coûts et de rendre cette méthode plus efficace, mais il n'en demeure pas moins qu'elle présente un très bon potentiel. Au Québec, la compagnie de recherche Phytodata (filiale du Consortium PRISME⁸) travaille actuellement sur le développement d'une méthode d'identification et de dénombrement des spores de botrytis (moisissure grise) par PCR (Diane-Lyse Benoît, communication personnelle, 2 novembre 2011). Selon les résultats de leurs essais, la capacité de traitement de cette méthode serait de 1200 échantillons par jour. Parallèlement à ces travaux, les chercheurs de Phytodata effectuent des tests à l'aide de la protéine allergène de l'herbe à poux afin de pouvoir utiliser la même méthode pour dénombrer et identifier le pollen de l'herbe à poux.

4.5.3 Identification des pollens sur la base de leurs propriétés spectrales et optiques

Cette catégorie renferme des méthodes basées sur les propriétés spectrales et optiques des pollens comme la spectroscopie infrarouge, l'autofluorescence, la diffusion de la lumière et la polarisation.

La méthode d'analyse par spectroscopie infrarouge utilise les interactions entre les photons et les vibrations moléculaires d'un échantillon pour en connaître la composition chimique (Rittenour *et al.*, 2012). Cette méthode peut donner des résultats satisfaisants en termes de

⁸ Pour plus d'informations, voir www.prisme.ca.

précision et d'exactitude de l'identification et présente l'avantage d'être rapide et relativement simple (Pappas *et al.*, 2003). Cependant, la plupart des essais expérimentaux de la méthode ont été effectués avec un petit nombre de taxons; l'efficacité de la méthode reste à démontrer pour une utilisation dans un contexte de réseau de surveillance. De plus, l'acquisition des spectres de l'ensemble des espèces de pollens désirées est une étape qui demande beaucoup de temps (Dell'Anna *et al.*, 2010), ce qui peut décourager l'utilisation de cette méthode dans un éventuel réseau de mesure.

D'autres méthodes exploitant des propriétés optiques des pollens ont également fait l'objet de recherches : autofluorescence, propriétés de diffusion de la lumière et degré de polarisation des grains de pollen, cytométrie de flux, etc. (Delaunay *et al.*, 2007; Mitsumoto *et al.*, 2009; Muradil *et al.*, 2010; Zhang, 2006; Zimmermann, 2010). Ces méthodes sont encore à l'état expérimental, si bien qu'il est difficile pour l'instant de statuer sur leur potentiel. Delaunay *et al.* (2007) ont notamment réalisé une comparaison de quelques systèmes automatiques de dénombrement de pollens basés sur les propriétés optiques des pollens avec des appareils traditionnels (capteurs gravimétriques et volumétriques), et ils ont observé que les compteurs automatiques présentaient des faiblesses au niveau de la discrimination des grains de pollen, de la concentration minimale mesurable et de la calibration des instruments. La précision des mesures en est ainsi directement affectée et limite l'utilisation de ces appareils.

5 PORTRAIT DES RÉSEAUX DE SURVEILLANCE DES POLLENS

Plusieurs réseaux de surveillance des pollens utilisent la mesure des concentrations polliniques entre autres dans le but d’alerter la population lorsque les niveaux sont élevés. Afin d’acquérir des connaissances sur leur fonctionnement, une consultation des gestionnaires de réseaux de surveillance qui existent actuellement dans le monde a été effectuée.

5.1 CONTEXTE

La consultation des gestionnaires de réseaux de surveillance des pollens vise à documenter les façons d’effectuer la surveillance des pollens, entre autres en ce qui a trait au déploiement et à l’entretien de réseaux de surveillance des pollens, au choix des équipements de mesure, à la collecte et à la validation des données, ainsi qu’à la gestion et à la diffusion de l’information.

Cette section présente ainsi, en premier lieu, le bilan des informations recueillies au cours de la consultation. À noter que les résultats ont été dépersonnalisés afin de conserver la confidentialité des données. Afin de bonifier ces informations, quelques recherches ont été effectuées dans le but de recueillir davantage d’informations sur d’autres réseaux de surveillance. Ainsi, à la section 5.4.1, on retrouve de l’information sur un réseau de mesure des concentrations polliniques au Canada. À la section 5.4.2, on présente des informations sur des réseaux de surveillance européens qui avaient été ciblés par la consultation, mais qui n’ont pas répondu au questionnaire. Trois réseaux ont fait l’objet de ces recherches complémentaires, soient ceux de l’Espagne, du Portugal et de la Belgique.

5.2 MÉTHODOLOGIE

5.2.1 Participants ciblés

Des recherches sur Internet ont permis de répertorier les différents réseaux de surveillance des pollens qui existent de par le monde. À partir de ces informations, une liste de diffusion regroupant les réseaux de surveillance les plus intéressants, c’est-à-dire ceux qui présentaient une structure définie, une mission claire et des ressources adéquates ont été montées. Ainsi, 14 organismes ont été ciblés et une invitation à remplir le questionnaire leur a été envoyée.

5.2.2 Élaboration et description du questionnaire

Il a été convenu que la consultation prendrait la forme d’un questionnaire électronique. Une version préliminaire du questionnaire a été produite, puis soumise à des collaborateurs de l’INSPQ et du MDDEFP au cours du mois de janvier 2011 pour une évaluation. Le questionnaire a été amélioré en fonction des commentaires reçus puis traduit en anglais. La

version définitive fut mise en ligne le 10 mai 2011 sur la plateforme *SurveyMonkey*⁹ en français et en anglais.

Le questionnaire est divisé en onze principales sections :

- Identification
- Informations sur le réseau
- Administration du réseau
- Configuration du réseau
- Gestion du réseau
- Évaluation du réseau
- Collecte et analyse des données
- Aspects sanitaires
- Analyse et diffusion des données sur les pollens
- Prévisions polliniques
- Législation et actions sur les pollens

Chaque section comporte une ou plusieurs questions, pour un nombre total de 50 questions, certaines à choix de réponses et d'autres à réponse ouverte. Des espaces de commentaires accompagnent chacune des questions, permettant ainsi aux répondants fournir des informations complémentaires.

5.3 RÉSULTATS DE LA CONSULTATION

5.3.1 Participation

Parmi les 14 organismes ciblés, 8 ont répondu au questionnaire, pour un taux de réponse de 57 %. Le tableau 4 présente la liste des répondants et l'organisme auquel ils sont rattachés.

Tableau 4 Liste des répondants

PAYS	ORGANISME
France	Réseau national de surveillance aérobiologique (RNSA); www.pollens.fr
États-Unis	American Academy of Allergy, Asthma and Immunology (AAAAI) – National Allergy Bureau; www.pollen.aaaai.org/nab
Suisse	Office fédéral de météorologie et de climatologie MétéoSuisse; www.meteosuisse.ch
Italie	Italian Association of Aerobiology (Associazione Italiana di Aerobiologia); www.ilpolline.it
Royaume-Uni	Met Office; www.metoffice.gov.uk
Finlande	University of Turku; www.aerobiologia.utu.fi
Suède	Swedish Museum of Natural History; www.nrm.se
Serbie	Laboratory for palynology, University of Novi Sad

Des huit répondants, un seul mentionne que son pays ne possède pas de réseau de surveillance des pollens officiel. Dans ce pays, des stations de surveillance des pollens sont opérées et gérées par deux organisations de façon indépendante. Le répondant mentionne qu'une loi prévoyant la surveillance des pollens existe dans ce pays, mais cette loi ne spécifie pas qui sont les organisations responsables, ni de quelle façon ou à quels endroits cette surveillance doit être effectuée, ce qui explique pourquoi la surveillance des pollens dans ce pays n'est pas encadrée ni structurée en réseau. Les résultats présentés à la prochaine section ne concernent que les pays qui possèdent un réseau officiel.

⁹ www.surveymonkey.com.

5.3.2 Modes de gestion des réseaux de surveillance

Des informations générales sur les réseaux de surveillance ont d'abord été recueillies. Les différentes questions portaient sur la date de mise en place du réseau, sa portée (locale, régionale, nationale, internationale), le type d'organisation qui le gère, sa durée de vie et la participation financière de l'état. L'ensemble de ces informations est présenté au tableau 5. Les réseaux de nature gouvernementale sont partiellement ou entièrement dépendants des contributions financières de l'état, alors que les réseaux institutionnels ou non gouvernementaux sont indépendants ou partiellement dépendants des contributions de l'état. Tous les réseaux sondés ont une durée de vie indéterminée.

Tableau 5 Informations sur les réseaux de surveillance des pollens répondants

Réseau	Âge du réseau	Portée du réseau	Nature de l'organisme responsable du réseau	Dépendance aux contributions financières de l'état	Durée de vie
1	20	Internationale	Non gouvernementale	Indépendant	Indéterminée
2	35	Nationale	Institutionnelle (université)	Indépendant	Indéterminée
3	38	Nationale	Gouvernementale	Partiellement dépendant	Indéterminée
4	18	Nationale	Gouvernementale	Entièrement dépendant	Indéterminée
5	26	Nationale	Non gouvernementale	Partiellement dépendant	Indéterminée
6	20	Nationale	Gouvernementale	Partiellement dépendant	Indéterminée
7	26	Nationale	Non gouvernementale	Indépendant	Indéterminée

Par ailleurs, les besoins à l'origine de la création de ces réseaux de surveillance et les objectifs qu'ils poursuivent ont été identifiés par les répondants (tableau 6).

Tableau 6 Besoins initiaux et objectifs poursuivis par les réseaux de surveillance

Besoins auxquels le réseau répond	Objectifs
Besoin de mesurer l'exposition aux pollens, en lien avec les problèmes croissants d'allergie	Collecte, archivage et diffusion d'information sur les niveaux de pollens
Besoin d'informer la population	Information aux personnes allergiques, aux médecins et à la communauté scientifique
Besoin de regrouper l'information en un seul et même point	Recherche et développement en santé, environnement et changements climatiques
Besoin de standardisation des procédures	

En ce qui concerne les types de partenaires, les plus fréquemment mentionnés sont des ministères ou agences gouvernementales en environnement, des universités ainsi que des hôpitaux ou institutions de santé. Deux réseaux ont des compagnies privées comme partenaires, et un réseau mentionne un ministère de la santé tandis qu'un autre cite un organisme à but non lucratif de sensibilisation à la santé environnementale. Dans le réseau 1, chaque station est indépendante et possède ses propres partenaires. L'ensemble de ces partenaires contribue aux réseaux de surveillance en fournissant des ressources financières, matérielles, humaines ou autre (tableau 7).

Tableau 7 Informations sur les partenariats effectués par les réseaux de surveillance des pollens

Réseau	Type de partenaires					
	Universités	Hôpital/ institution de santé	Agence gouvernementale ou ministère en environnement	Agence gouvernementale ou ministère en santé	Organisme à but non lucratif	Compagnies privées
1	s. o.	s. o.	s. o.	s. o.	s. o.	s. o.
2		x	x			
3	x					
4		x			x	
5			x	x		x
6	x					
7	x	x	x			x

Des différences importantes ont été constatées en ce qui concerne le budget et les sources de financement des réseaux (tableau 8). Dans le réseau 1, puisque chaque station fonctionne de manière indépendante, leur financement varie d'une à l'autre. Cependant, les fonds pour l'opération du réseau, pour la certification et pour le site Internet proviennent d'une association sans but lucratif. Dans le réseau 2, le financement provient de la vente de services de recherche.

Tableau 8 Budget annuel et sources de financement des réseaux de surveillance

Réseau	Budget annuel (équivalent CA ^a)	Sources de financement	Ordre de grandeur du financement
1	s. o.	Autre (chaque station est indépendante)	81-100 %
2	130 000 \$	Autre	81-100 %
3	456 000 \$	Compagnie privée Administration nationale Administration locale Administration régionale Projets de recherche	41-60 % 21-40 % 21-40 % 1-20 % 1-20 %
4	430 000 \$	Administration nationale	81-100 %
5	1 040 000 \$	Administration nationale Compagnie privée Administration régionale Administration locale Projets de recherche	41-60 % 41-60 % 1-20 % 1-20 % 1-20 %
6	153 000 \$	Compagnie privée Administration nationale	81-100 % 1-20 %
7	91 000 \$	Compagnie privée	81-100 %

^a Les taux de change utilisés sont ceux du 3 avril 2013.

La configuration des réseaux (nombre de stations, types de capteurs, population visée, etc.) est présentée au tableau 9. Le capteur de type volumétrique est de loin le plus utilisé, mais certains autres types de capteurs peuvent également être utilisés, notamment pour des projets de recherche particuliers (capteurs à impaction, capteur Cour, etc.).

Tableau 9 Configuration des réseaux de surveillance des pollens

Réseau	Type de capteur	Nombre de stations	Population concernée par ces stations	Proportion de la superficie du territoire couverte	Localisation de ces stations
1	Volumétrique	50	Ne sais pas	Ne sais pas	Urbaines
	Impaction	30	Ne sais pas	Ne sais pas	Urbaines
2	Volumétrique	9	81-100 %	81-100 %	Tous ces types
	Autre	3	s. o.	s. o.	s. o.
3	Volumétrique	18	81-100 %	21-40 %	Tous ces types
4	Volumétrique	14	81-100 %	41-60 %	Urbaines et suburbaines
5	Volumétrique	70	41-60 %	21-40 %	Urbaines et suburbaines
	Autre	2	s. o.	s. o.	Rurales
6	Volumétrique	19	Ne sais pas	Ne sais pas	Tous ces types
7	Volumétrique	50	41-60 %	Ne sais pas	Tous ces types

Dans tous les pays répondants, on retrouve des stations dans des hôpitaux. Plusieurs réseaux ont également des stations dans des universités et des édifices gouvernementaux. Les réseaux 2, 6 et 7 possèdent des stations localisées sur des terrains privés, mais aucune compensation financière n'est offerte aux propriétaires. Les locaux administratifs des réseaux sont situés de façon générale dans des universités, des hôpitaux ou à l'intérieur d'administrations gouvernementales. Le réseau 4 est quant à lui le seul réseau entièrement gouvernemental; il fait partie intégrante de l'organisation gouvernementale chargée de la climatologie. Ce réseau offre une rétribution aux personnes ou organisations qui s'occupent des capteurs de pollens chaque semaine (environ 467 \$ CA).

De manière générale, l'organisme qui gère le réseau est également responsable de la gestion des stations de mesure. Cependant, dans certains cas, des partenaires du réseau peuvent gérer un certain nombre de stations. C'est le cas, par exemple, des réseaux 6 et 7, où quelques stations sont installées, exploitées, entretenues et financées en tout ou en partie par des institutions d'enseignement ou de recherche, ou encore par le gouvernement.

Dans le réseau 1, la situation est particulière puisque chaque station fonctionne de manière indépendante. Ainsi, deux stations sont gérées par le gouvernement, trois par une municipalité, quinze par une institution d'enseignement ou de recherche. Les autres (60) sont gérées par des organisations variées comme des cliniques spécialisées en allergie et asthme. Chaque station qui désire intégrer le réseau doit remplir certaines conditions. Une station doit échantillonner un minimum de trois jours par semaine en utilisant les équipements appropriés, et les analystes doivent être certifiés en passant un test écrit ainsi qu'un exercice pratique de dénombrement de pollen.

La plupart des réseaux participants ont procédé à une évaluation qui leur a permis d'avoir une idée de l'efficacité et de la qualité des données. Dans certains cas, des modifications ont été apportées au réseau à la suite de cette évaluation :

- Ajout ou retrait de stations;
- Déplacement de stations;
- Rédaction de procédures;
- Mise en place d'un contrôle de qualité;
- Amélioration de l'équipement;
- Formations.

Les répondants étaient enfin invités à indiquer leurs principales problématiques en lien avec le bon fonctionnement du réseau. Les problématiques soulevées sont reliées à la standardisation des méthodes d'analyse, et à la formation et au maintien d'analystes certifiés et compétents. Les délais reliés à l'expédition des échantillons par la poste sont également mentionnés; en effet, lorsqu'un site de captage doit expédier des cylindres de collecte aux centres d'analyses, cela amène parfois des délais dans la mise en disponibilité des données. Enfin, la problématique du maintien du financement est évoquée.

5.3.3 Matériel et méthodes

Cette section avait pour but de connaître les méthodes utilisées par les réseaux pour effectuer la collecte, l'analyse et le contrôle de qualité des données. La collecte et l'analyse des données s'effectuent de façon quotidienne ou hebdomadaire dans la majorité des réseaux sondés. Le contrôle de qualité pour sa part s'effectue annuellement dans la plupart des cas. Les opérations de contrôle de qualité peuvent inclure : l'évaluation des analystes, la validation de l'emplacement des stations, les vérifications de routine du fonctionnement des appareils et la vérification des procédures d'assemblage du cylindre de captage (Galan *et al.*, 2007).

En ce qui concerne la durée requise pour effectuer l'analyse d'un échantillon, tous les réseaux nécessitent moins d'une demi-journée. Un répondant mentionne qu'un échantillon correspond généralement à une journée, et selon la quantité de pollens présente, l'analyse peut durer entre 10 et 60 minutes, rarement plus.

La plupart des réseaux utilisent les données recueillies à des fins de modélisation, essentiellement pour produire des prévisions polliniques. La modélisation sert également à compléter des données manquantes dans certaines analyses, de même que pour des modèles de transport du pollen sur de longues distances.

Plusieurs réseaux tiennent compte des impacts des pollens sur la santé dans l'analyse et la diffusion des données polliniques. Quelques réseaux évaluent l'impact sanitaire des pollens par le calcul d'indices, un autre par de la modélisation. Les données utilisées pour évaluer l'impact sanitaire des pollens sont majoritairement le potentiel allergène des espèces et la prévision du risque allergique lié aux concentrations dans l'air.

En ce qui concerne les impacts sanitaires, la France représente un cas particulier, car l'évaluation des impacts des pollens sur la santé constitue la raison d'être de son réseau de surveillance des pollens. En effet, le réseau de surveillance comporte non seulement un réseau de stations de mesure des concentrations polliniques, mais aussi un réseau de médecins sentinelles qui mesurent en temps réel l'impact sanitaire des pollens. À chaque station de captage de pollens est associé un médecin spécialiste en allergologie qui se compose d'une équipe de médecins sentinelles. Ces médecins sont responsables de rendre compte chaque semaine du nombre de pollinoses, des symptômes et de leur évolution (Thibaudon *et al.*, 2008). Les données recueillies permettent d'établir un index clinique. Cet index clinique est intégré avec d'autres paramètres dans le calcul du risque d'allergie lié à l'exposition aux pollens.

5.3.4 Traitement de l'information

Modes de présentation des données

Cette section avait pour but de recueillir des informations sur la façon dont les données polliniques sont interprétées et diffusées par les réseaux de surveillance. Le tableau 10 présente les informations polliniques produites par les réseaux. On constate que tous les réseaux sondés produisent un indice pollinique et que tous, sauf un, produisent un calendrier pollinique. Cinq réseaux produisent également des prévisions polliniques et rendent les données brutes de concentration disponibles. Seuls trois réseaux réalisent une cartographie des niveaux d'abondance des pollens, alors que deux produisent un indice de risque à la santé.

Tableau 10 Informations polliniques produites par les réseaux de surveillance des pollens répondants

Réseau	Indice pollinique	Calendrier pollinique	Données brutes	Prévisions	Cartographie des pollens	Indice de risque à la santé
1	x					
2	x	x	x	x		
3	x	x	x	x	x	
4	x	x	x	x	x	x
5	x	x			x	x
6	x	x	x	x		
7	x	x	x	x		

L'indice pollinique indique l'abondance de pollens dans l'air selon des catégories prédéfinies (par exemple nul, faible, moyen, élevé, très élevé). La diffusion d'un indice pollinique permet une appropriation rapide de l'information. Toutefois, l'intérêt de l'indice pollinique à des fins d'alerte paraît assez limité, particulièrement s'il n'est pas couplé avec des prévisions, en raison de son caractère rétrospectif. En effet, l'indice pollinique est calculé d'après les concentrations de pollens recueillis sur les capteurs. Compte tenu de la fréquence de relevé des échantillons (une fois par semaine dans plusieurs réseaux) et du temps requis pour l'analyse (décompte et identification), la diffusion de l'indice pollinique peut donc se faire plusieurs jours après le dépôt des pollens; les symptômes cliniques auront alors eu tout le temps de se développer.

Le calendrier pollinique est un outil qui présente les dates prévues de début et de fin de la saison pollinique de différentes espèces présentant un potentiel allergisant. Il possède différentes utilités comme de permettre aux allergologues d'orienter leur choix de tests cutanés et d'évaluer *a posteriori* l'efficacité des traitements.

Les données brutes correspondent aux concentrations de grains de pollen dans l'air en nombre de grains/cm³ ou grains/cm² (selon le type d'appareil de captage utilisé). Les données brutes de concentrations de pollens peuvent être intéressantes par exemple pour effectuer des comparaisons interannuelles ou encore pour les intégrer à des modèles prévisionnels.

Les prévisions polliniques permettent de prévoir les niveaux de pollens dans l'air ou les effets anticipés sur la santé pour les journées à venir. Des modèles informatiques sont utilisés pour produire les prévisions.

La cartographie des pollens correspond à la représentation géographique des niveaux d'abondance de pollen. Cette cartographie s'obtient par une modélisation numérique tenant compte par exemple des conditions météo et de la répartition de la végétation.

L'indice de risque à la santé est un indice qui vise à représenter l'impact sur la santé des différents pollens. Il combine les effets sur la santé d'un type de pollen donné (son potentiel allergisant) et son abondance dans l'air. L'indice de risque à la santé produit par la France – le risque d'allergie lié à l'exposition au pollen (RAEP). Il prend en compte les données de concentration et d'allergénicité des pollens, les prévisions météorologiques, des données cliniques et des données phénologiques. Les données cliniques sont compilées par un réseau de médecins sentinelles qui remplissent chaque semaine un rapport des cas cliniques rencontrés, lequel indique le type et l'intensité des symptômes et leur évolution par rapport à la semaine précédente. Les données phénologiques sont, pour leur part, issues d'un réseau d'observateurs phénologiques qui ont pour mission de suivre le démarrage et la fin de la pollinisation des différentes espèces allergènes dans leur ville. Ils transmettent chaque semaine un bulletin d'observation. Au final, le RAEP, varie de 1 à 5, 1 représentant un risque très faible et 5 un risque très élevé.

Par ailleurs, les informations suivantes, portant sur la façon dont sont diffusées les données, ont été recueillies :

- Échelle de diffusion (locale, régionale, nationale);
- Destinataires de l'information (population, personnes allergiques, corps médical, municipalités, etc.);
- Moyens de diffusion (rapport, journaux, Internet, courriel, etc.);
- Fréquence de diffusion (quotidienne, hebdomadaire, mensuelle, annuelle);
- Coûts exigés selon les clientèles (grand public, compagnies privées, chercheurs, gouvernement).

De façon générale, les données sont diffusées à toutes les échelles sauf les données brutes, qui ne sont pas diffusées (mais disponibles sur demande), et la cartographie des pollens qui est effectuée à l'échelle nationale ou régionale seulement. L'information pollinique est

diffusée à l'ensemble de la population. Certaines informations font toutefois l'objet d'une diffusion ciblée vers des groupes d'utilisateurs précis, par exemple les professionnels de la santé. Les moyens de diffusion utilisés sont généralement les médias de masse comme les journaux, la télévision et Internet. Plusieurs réseaux de surveillance ont également produit une application mobile pour diffuser les prévisions polliniques. La fréquence de diffusion varie selon le type d'information, mais pour la plupart une diffusion hebdomadaire est effectuée. Les calendriers polliniques sont quant à eux produits une fois par année. Enfin, l'ensemble des informations polliniques est distribué gratuitement à la population pour un usage personnel, mais les compagnies privées qui désirent les acquérir doivent toutefois payer des frais.

En ce qui concerne le traitement et l'analyse des échantillons de pollen, des informations sur le délai entre le moment de l'échantillonnage et la mise en disponibilité des résultats ont été recueillies. Ainsi, six réseaux sur sept rendent leurs données disponibles en moins de 36 heures, dont deux réseaux en moins de 12 heures. Un répondant indique que le délai de mise en disponibilité des résultats varie en fonction de la localisation de la station. Lorsqu'une station de captage est située à proximité du centre d'analyse, les résultats sont disponibles très rapidement (quelques heures). Les stations plus éloignées sont dépendantes des délais postaux qui sont généralement de un ou deux jours. En ce qui concerne le réseau 4 par exemple, les capteurs recueillent les pollens du lundi au dimanche. Chaque lundi matin, les cylindres sur lesquels les pollens sont récoltés sont envoyés par courrier express dans les centres d'analyses situés dans deux villes différentes. L'analyse est réalisée au microscope pour identifier et compter les pollens. Ce travail s'achève le mercredi et le résultat des analyses est actualisé chaque mercredi dans les bulletins polliniques sur Internet.

Prévisions polliniques

Cette section visait à obtenir davantage de précisions sur les prévisions polliniques (type de prévision effectué, données et méthodes utilisées, etc.). Cinq des réseaux sondés établissent des prévisions, soit les réseaux 2, 3, 4, 6 et 7. Tous produisent des prévisions des concentrations polliniques, alors que quatre d'entre eux prédisent la date de début de la saison pollinique et trois prédisent la sévérité ou l'intensité de la saison (voir tableau 11).

Tableau 11 Types de prévisions effectuées par les réseaux

Réseau	Prévisions		
	Date de début de la saison	Sévérité ou intensité de la saison	Concentrations polliniques
2	x	x	x
3		x	x
4	x		x
6	x	x	x
7	x		x

En ce qui concerne les données utilisées pour l'établissement des prévisions, les cinq réseaux utilisent des données météorologiques, polliniques (concentrations) et phénologiques. Trois d'entre eux utilisent également des données aérobiologiques (déposition, dispersion, etc.) et la localisation des sources de pollens (peuplements

végétaux) pour produire leurs prévisions. La façon de présenter les prévisions varie. Quatre réseaux sur cinq proposent un indice (ex. : faible, moyen, élevé), tandis que trois fournissent une carte des concentrations prévues (en grains/m³ ou autre unité) et un présente des graphiques.

5.3.5 Législation et actions sur les pollens

Cette section avait pour but d'obtenir des informations sur les aspects législatifs et politiques des pollens dans les réseaux sondés. Ainsi, dans quatre pays, un ministère ou un organisme gouvernemental est chargé des actions sur les pollens.

Sur le plan réglementaire, deux répondants ont mentionné que leur pays disposait d'une législation concernant les pollens. En France, la Loi portant engagement national pour l'environnement, dite Grenelle 2, a été promulguée le 12 juillet 2010. L'article 179 de cette loi modifie les dispositions du Code de l'environnement (article L220-2) pour élargir la notion de pollution atmosphérique non plus aux seules substances émises par l'homme, mais aussi à celles d'origine naturelle, comme les pollens (Légifrance, 2010). La définition de la pollution atmosphérique selon ce texte de loi français se lit comme suit :

« Constitue une pollution atmosphérique au sens du présent titre l'introduction par l'homme, directement ou indirectement ou *la présence, dans l'atmosphère et les espaces clos, d'agents chimiques, biologiques ou physiques* ayant des conséquences préjudiciables de nature à mettre en danger la santé humaine, à nuire aux ressources biologiques et aux écosystèmes, à influencer sur les changements climatiques, à détériorer les biens matériels, à provoquer des nuisances olfactives excessives ».

5.4 AUTRES RÉSEAUX

5.4.1 Mesure des concentrations polliniques au Canada

Les informations présentées dans cette section ne sont pas issues de la consultation, mais plutôt de recherches effectuées sur Internet et dans la littérature. Il existe un réseau privé de mesure des pollens au Canada dont les principaux clients sont le réseau Météomédia, des compagnies pharmaceutiques et des centres de recherche. Ce réseau est opéré par la compagnie Aerobiology Research Laboratory (ARL), située à Ottawa. Il comporte 30 stations de captage des pollens au Canada, dont trois stations au Québec (Montréal, Sherbrooke et Québec). Cette compagnie produit différentes données, dont des prévisions polliniques, pour chacune de ses stations.

Les calculs de prévisions sont basés sur les données météorologiques, les concentrations de pollens actuelles et historiques et la modélisation statistique. Les prévisions sont faites pour le jour suivant. Six espèces d'arbres sont analysées (aulne, érable, bouleau, peuplier, chêne, orme), de même que les mauvaises herbes, l'herbe à poux et les graminées. Les échantillons sont recueillis quotidiennement et envoyés aux laboratoires d'ARL, où ils sont analysés. Chaque station dispose de son propre modèle de prévision en raison des différences dans le climat et la phénologie des espèces d'une station à l'autre. Le réseau d'ARL utilise les capteurs de type Rotorod (capteur rotatif à impaction).

Le réseau MétéoMédia permet de s'abonner au bulletin « PollenDirect » émis par courriel de mars à septembre. Ce bulletin donne les renseignements relatifs aux concentrations de pollens mis à jour toutes les 24 heures¹⁰.

Mesure des pollens à Montréal

De 1977 à 2011, la Ville de Montréal a effectué la mesure des concentrations de pollens dans l'air afin de suivre l'évolution des concentrations de pollens dans l'air ambiant et d'appuyer la réglementation adoptée en 1978 stipulant que « l'herbe à poux doit être coupée, arrachée ou autrement détruite avant le 1^{er} août de chaque année ». Ce règlement a été abrogé en 1996. L'annexe 2 présente plus de détails quant au programme de surveillance des pollens et aux campagnes d'éradication de l'herbe à poux de la Ville de Montréal.

5.4.2 Mesure des concentrations polliniques ailleurs dans le monde

Cette section renferme des informations sur quelques réseaux européens de surveillance des pollens qui ont été sollicités pour répondre au questionnaire, mais qui n'ont pas répondu. Ces informations ont été recueillies à partir de diverses sources (Internet, littérature grise, articles scientifiques, résumés de conférences). Outre les trois réseaux présentés ci-après, il en existe d'autres ailleurs dans le monde, mais très peu d'informations ont été trouvées à leur sujet.

Belgique

Le réseau belge est géré par l'Institut Scientifique de Santé Publique. Il a été créé en 1974 et son objectif principal est de fournir aux généralistes, aux firmes pharmaceutiques et aux allergiques, une information rapide concernant la présence d'allergènes dans l'air (pollens et spores). Le capteur de type volumétrique Hirst (*Burkard volumetric spore sampler*) est utilisé dans toutes les stations du réseau. Trois stations composent le réseau belge. Les données recueillies sont estimées représentatives pour une zone de 20 à 30 km autour d'un point de captage.

La diffusion de l'information se fait par la distribution de feuillets d'information hebdomadaires et par l'émission de prévisions qui sont transmises aux médias par l'agence de presse Belga. Le bulletin prévisionnel est établi pour la saison des allergies au pollen des graminées (du 15 mai au 15 juillet). Ce bulletin est basé sur plus de 20 années de comptages polliniques et sur les prévisions de l'Institut Royal Météorologique de la Belgique. Les prévisions donnent le nombre de grains de pollen de graminées du jour précédent et une évaluation de la pollinose pour la journée du lendemain.

¹⁰ <http://www.meteomedia.com/email/>.

Portugal

Le réseau du Portugal a été créé en 2002 et est composé de 7 stations équipées de capteurs volumétriques Hirst (marque Burkard). Les objectifs de ce réseau sont les suivants :

- Surveiller quotidiennement, à l'échelle nationale et en continu les niveaux de pollens et de spores fongiques des principaux types morphologiques ayant un impact allergologique et faire des prévisions;
- Créer une base de données nationale en aérobiologie, qui soutiendra la recherche aérobiologique et allergologique;
- Rendre l'information sur les pollens allergènes les plus répandus disponible localement et nationalement en utilisant les médias.

Le réseau portugais est né d'un effort commun de biologistes des Universités d'Évora, Coimbra, Madeira et des Açores ainsi que d'immunologistes de plusieurs hôpitaux. Le réseau est financé par la Société portugaise d'allergologie et d'immunologie clinique (SPAIC) et reçoit aussi du soutien financier de la compagnie pharmaceutique Schering-Plough.

Espagne

Le réseau de surveillance des pollens espagnol a été créé en 1992 et est composé de 47 stations équipées de capteurs Hirst. C'est un réseau essentiellement académique puisque les 47 stations d'échantillonnage sont opérées et gérées par 18 unités de surveillance localisées dans des Universités. Le centre coordonnateur est localisé au Département de biologie des plantes de l'Université de Cordoba.

Le réseau espagnol se distingue par le fait qu'il a élaboré un protocole commun permettant d'avoir une méthode standardisée d'opération et d'analyse des échantillons dans toutes les unités de surveillance. Un manuel détaillé a été produit (Galan *et al.*, 2007). La diffusion d'information s'effectue à différents niveaux :

- Échelle locale : chaque unité de surveillance est responsable de publier ses résultats dans les médias locaux;
- Échelle régionale : les unités de surveillance sont responsables de compiler les données de leurs stations et de les diffuser par les médias régionaux;
- Échelle nationale : le centre de coordination compile les données régionales et génère de l'information à l'échelle nationale qu'elle diffuse par les médias traditionnels (presse, radio, télévision) et par les nouvelles technologies (Internet, téléphones mobiles);
- Échelle internationale : transmission des données à l'European Aeroallergen network/European Pollen information.

6 ÉTAT DE LA SITUATION AU QUÉBEC

Ce chapitre présente un portrait de la situation au Québec. Ce portrait fait état des espèces de pollens allergènes présentes au Québec ainsi que des prévalences et des coûts de la rhinite allergique. Il donne également un aperçu des actions réalisées.

6.1 ESPÈCES ALLERGÈNES PRÉSENTES AU QUÉBEC ET POTENTIEL ALLERGISANT

Au Québec, trois grands groupes de végétaux sont mis en cause dans les réactions allergiques. Il s'agit des arbres, des graminées et des mauvaises herbes. Asselin *et al.* (1998) ont réalisé une étude ayant pour but de déterminer la faisabilité technique de l'implantation d'un réseau de surveillance des pollens allergènes au Québec, et l'un des objectifs de l'étude était de déterminer les espèces de pollens pertinentes de surveiller du point de vue de la santé. Ainsi, ils ont dans un premier temps rassemblé les informations nécessaires sur les espèces allergènes présentes au Québec, soit des informations sur le climat (zones de rusticité et présence de l'espèce au sol), les caractéristiques du végétal (floraison et caractéristiques du pollen) et le mode de pollinisation (entomophile et anémophile). Dans un deuxième temps, ils ont répertorié les informations sur l'abondance des pollens au Québec en fonction des espèces et de leur potentiel allergène.

Différents critères ont par la suite été retenus pour la sélection des espèces à surveiller, soit : la présence de l'espèce au sol dans le sud du Québec, la quantité de pollens émise par la plante, la grosseur du pollen, le mode de pollinisation de la plante, la quantité de pollens que l'on retrouve dans le sud du Québec et le niveau d'allergénicité du pollen.

Asselin *et al.* (1998) ont conclu qu'il serait pertinent de surveiller le pollen de 35 espèces végétales au Québec, soit 11 espèces d'arbres (dont le bouleau, le saule, l'orme, l'aulne, etc.), 10 espèces de graminées et 14 espèces d'herbacées (dont l'herbe à poux et l'armoise). La liste de ces espèces est présentée à l'annexe 1.

6.1.1 Le cas de l'herbe à poux

Il existe trois espèces d'herbe à poux au Québec. La plus importante est la petite herbe à poux (*ambrosia artemisiifolia*); les deux autres espèces, la grande herbe à poux (*ambrosia trifida*) et l'herbe à poux vivace (*ambrosia psilostachya*) sont moins répandues. La petite herbe à poux (*ragweed* en anglais, appelée ambrosie en France) est une plante annuelle dont la hauteur peut atteindre deux mètres (Frère Marie-Victorin, 1995). Sa période de pollinisation s'étend de la fin juillet jusqu'à la mi-octobre au Québec (Comtois *et al.*, 1988). Le diamètre du grain de pollen varie entre 18 et 30 µm en moyenne, et un gramme de son pollen contiendrait 90 millions de grains.

L'herbe à poux est une plante indigène en Amérique du Nord. Son aire de distribution couvre tout le Canada et elle est largement répandue aux États-Unis également. La plante a été introduite en Europe à la fin des années 1800 (Thibaudon *et al.*, 2004), de même qu'en Asie et en Amérique du Sud. La figure 6 présente la distribution géographique de l'herbe à poux au Québec.

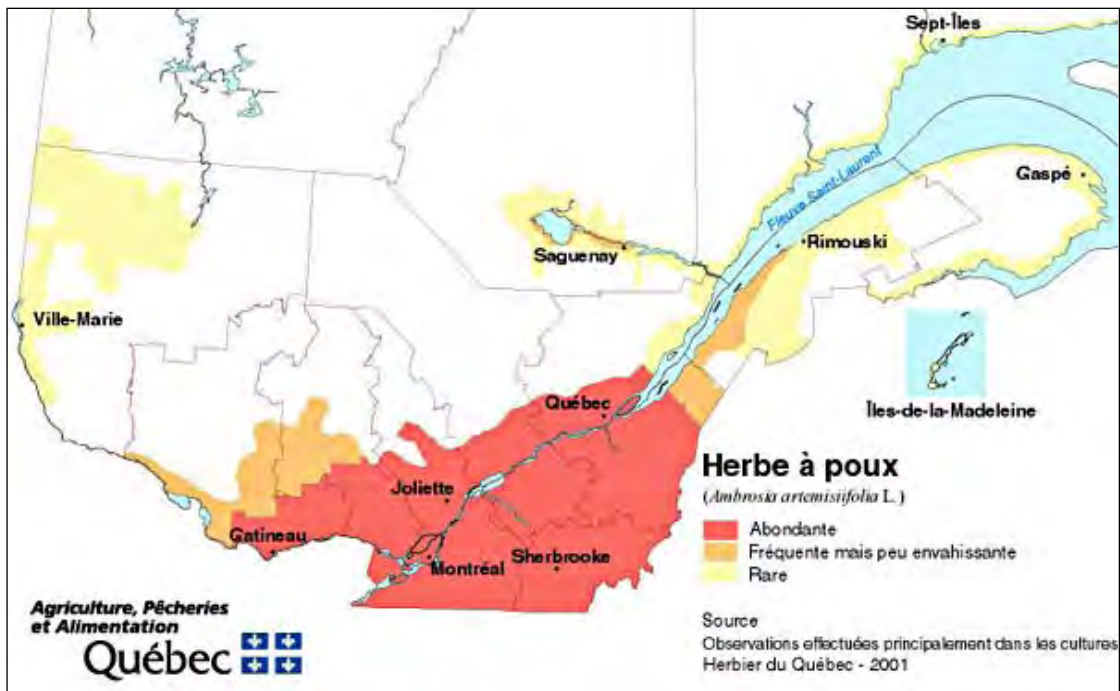


Figure 6 Distribution géographique de l'herbe à poux au Québec

Source : MAPAQ, 2010.

Seule la région du Nord-du-Québec est exempte d'herbe à poux, qui est également très peu présente dans les régions de la Gaspésie, de l'Abitibi, du Bas-Saint-Laurent, de la Côte-Nord et du Saguenay–Lac-Saint-Jean. Les densités les plus importantes se retrouvent dans les régions les plus peuplées au sud-ouest de la province. Or, il semblerait que l'herbe à poux soit en voie de recoloniser la Gaspésie, d'où elle avait été complètement éradiquée dans les années 30; on la retrouve de nouveau en bordure des routes principales du territoire (Mandeville, 1995, cité dans Goyette-Pernot, 2006; Néron *et al.*, 2004). L'herbe à poux serait également en expansion en Abitibi-Témiscamingue selon le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) (Néron *et al.*, 2004).

L'herbe à poux est un cas particulier au Québec en raison de sa forte allergénicité et de son abondance. Rappelons qu'il s'agit d'une plante anémophile, qui se caractérise par une très grande production de grains de pollen : un seul plant peut produire plusieurs millions de grains de pollen (Vincent, 1990) alors qu'il suffit d'une concentration relativement faible pour déclencher une réaction allergique chez les personnes sensibilisées. Un autre facteur contribuant au « succès » de l'herbe à poux est qu'elle produit un nombre considérable de fleurs femelles qui, après fécondation, produiront en moyenne 3000 graines par plante. Ces semences ont la capacité de survivre dans le sol plus de 40 ans (Vincent, 1990). La majorité de ces graines se retrouvera dans un rayon de deux mètres de la plante puisqu'elles ne possèdent pas de caractéristiques leur permettant d'être transportées par le vent. Enfin, l'herbe à poux est une plante colonisatrice dont les niches de prédilection sont les sols perturbés (remblais, décharges, réseaux de transport routier, ferroviaire et électrique, etc.) (Masson, 2001; Paquette *et al.*, 2003). Elle est une piètre compétitrice, donc elle est généralement absente des couverts végétaux bien établis et des milieux forestiers.

6.2 PRÉVALENCE DE LA RHINITE ALLERGIQUE AU QUÉBEC

Différentes études ont permis d'estimer la prévalence de la rhinite allergique au Québec. Certaines visaient spécifiquement les allergies à l'herbe à poux, tandis que d'autres visaient l'ensemble des allergies respiratoires (c.-à-d. la rhinite allergique saisonnière et la rhinite allergique persistante ou chronique). Le tableau 12 résume les résultats de sept études québécoises ayant permis d'estimer la prévalence de la rhinite allergique. Il est toutefois important de noter que ces études peuvent difficilement se comparer entre elles puisque les méthodes utilisées et les critères de diagnostic diffèrent.

Tableau 12 Données de prévalence de la rhinite allergique issues d'études québécoises

Prévalence	Territoire à l'étude	Biais	Remarque	Date	Source
6,6 %	Île de Montréal	Définition restrictive des symptômes (présence de symptômes lors des mois d'août et septembre exclusivement)	Enfants de 6 mois à 12 ans Allergie à l'herbe à poux seulement	2008	Jacques <i>et al.</i> , 2008
8,9 %	Île de Montréal	Surestimation possible - autoévaluation des symptômes ^a	Allergie à l'herbe à poux seulement	1996	Goulet <i>et al.</i> , 1996
9,4 %	Province de Québec	Sous-estimation possible - tierce personne ^b	Population de 15 ans et plus, 5 ^e rang des problèmes de santé au Québec	1998	ISQ, 2001
10,3 %	Communauté urbaine de Québec	Sous-estimation possible - variable utilisée ^c	–	1998	Paquette <i>et al.</i> , 2003
10,4 %	Ville de Laval	Surestimation possible - autoévaluation des symptômes ^a	–	1992	Laplante <i>et al.</i> , 1992
16,1 %	Île de Montréal	Définition inclusive des symptômes (présence de symptômes de rhinite allergique pendant les 12 derniers mois)	Enfants de 6 mois à 12 ans Allergie à l'herbe à poux seulement	2008	Jacques <i>et al.</i> , 2008
16,8 %	Province de Québec	Définition de rhinite allergique au sens large c.-à-d. incluant rhinite allergique persistante ^d Sous-estimation possible - tierce personne ^b	Population de 15 ans et plus	2008	ISQ, 2010
17,5 %	Régions où l'herbe à poux est abondante ou fréquente	Surestimation possible - autoévaluation des symptômes ^a	Population de 5 ans et plus Allergie à l'herbe à poux seulement	2005	Tardif, 2008

^a L'enquête s'appuie sur la perception ou l'autoévaluation de l'état de santé par la personne interrogée; les symptômes autodéclarés peuvent avoir tendance à surestimer la prévalence à cause de similarités avec d'autres affections (Schenk *et al.*, 2006). Il se peut ainsi que des personnes non allergiques aient été incluses dans l'échantillon parce que les critères de définition du statut d'allergique ont été élaborés de façon à repérer le plus de personnes allergiques possible.

^b Problèmes de santé rapportés par une tierce personne (autre que la personne malade), ce qui peut entraîner une sous-estimation de la prévalence.

^c La variable utilisée (c.-à-d. le nombre de consultations médicales déclarées à la Régie de l'assurance maladie du Québec (RAMQ) dont le diagnostic était celui de rhinite allergique) sous-estime probablement l'impact du pollen de l'herbe à poux sur la population à l'étude. En effet, les données de la RAMQ ne tiennent pas compte des consultations effectuées par des médecins qui ne sont pas rémunérés à l'acte (médecins de CLSC par exemple). Il peut arriver également que la codification utilisée soit plus générale (p. ex., symptômes de l'appareil respiratoire). De plus, étant donné que plusieurs personnes allergiques à l'herbe à poux sont aussi allergiques pendant les saisons polliniques précédentes (arbres et graminées), on peut penser que les gens ne retournent pas nécessairement consulter un médecin s'ils ont déjà en main le médicament ou s'ils peuvent renouveler leur prescription à la pharmacie. Enfin, plusieurs personnes n'iront tout simplement pas consulter de médecin puisque des antihistaminiques sont en vente libre en pharmacie.

^d Les symptômes sont déclenchés par le pollen chez 76 % des personnes ayant des symptômes de rhinite allergique (Canuel *et al.*, 2012).

6.2.1 Prévalences régionales

Sur le plan régional, l'enquête sociale et de santé (ESS) menée par l'Institut de la statistique en 1998 (Canuel *et al.*, 2010; ISQ, 2001), ainsi que l'Enquête québécoise sur la santé de la population (EQSP) menée en 2008 (ISQ, 2010) ont permis d'estimer la prévalence de la rhinite allergique dans les régions sociosanitaires (RSS). De plus, l'INSPQ a publié une analyse détaillée des réponses aux questions relatives à la rhinite allergique de l'EQSP (Canuel *et al.*, 2012) dans laquelle la prévalence de la rhinite allergique saisonnière due aux pollens a été estimée. Le tableau 13 présente les résultats de ces trois études. Les indices mesurés sont les suivants :

- ESS Proportion de la population de 15 ans et plus ayant déclaré souffrir de rhinite allergique,
- EQSP Proportion de la population de 15 ans et plus ayant eu des symptômes de rhinite allergique au cours des 12 derniers mois,
- INSPQ Proportion de la population de 15 ans et plus qui a eu des symptômes de rhinite allergique saisonnière (mois d'avril à septembre).

Tableau 13 Prévalences régionales de la rhinite allergique selon l'ESS de 1998, l'EQSP de 2008 et selon l'INSPQ

Région sociosanitaire (RSS)	ESS (%)	EQSP (%)	INSPQ (%)
01 – Bas-Saint-Laurent	6,5	13,6	7,4
02 – Saguenay–Lac-Saint-Jean	6,7	13,1	7,5
03 – Capitale-Nationale	11,9	15,1	8,7
04 – Mauricie et Centre-du-Québec	7,4	14,0	9,2
05 – Estrie	5,4	15,6	9,1
06 – Montréal	11,3	18,6	11,6
07 – Outaouais	8,2	17,0	10,1
08 – Abitibi-Témiscamingue	5,0	12,8	7,1
09 – Côte-Nord	5,6	11,8	6,5
10 – Nord-du-Québec	3,9	14,2	6,9
11 – Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine	4,7	13,3	7,1
12 – Chaudière-Appalaches	7,2	14,5	8,9
13 – Laval	6,7	18,7	12,6
14 – Lanaudière	10,0	15,6	11,1
15 – Laurentides	8,0	18,4	12,2
16 – Montérégie	12,0	18,6	13,6
Régions où l'herbe à poux est qualifiée d'abondante^a	10,0	15,4	s. o.
Régions où l'herbe à poux est jugée rare ou peu envahissante^b	5,9	1,4	s. o.
Ensemble du Québec	9,5	16,8	10,9

^a RSS 03, 04, 05, 06, 07, 12, 13, 14, 15, 16.

^b RSS 01, 02, 08, 09, 10, 11.

s. o. : Sans objet.

6.2.2 Prévalence combinée

Canuel *et al.* (2012) ont calculé la prévalence combinée des symptômes et du diagnostic médical pour la rhinite allergique possiblement associée à l'herbe à poux à partir des résultats de l'EQSP de 2008. La prévalence combinée est estimée en additionnant les prévalences des symptômes et du diagnostic médical. Ainsi, pour calculer cet indicateur, ils ont utilisé la proportion de la population de 15 ans et plus ayant déjà reçu un diagnostic médical d'allergie à l'herbe à poux, qu'ils ont additionné à la proportion de la population ayant eu des symptômes de rhinite allergique en août 2008. Au total, la prévalence combinée (symptomatique ou non) de la rhinite possiblement associée à l'herbe à poux au Québec serait d'environ 11 % chez les personnes âgées de 15 ans et plus (voir tableau 14).

Tableau 14 Prévalence combinée de la rhinite allergique possiblement associée à l'herbe à poux selon la région en 2008

Région sociosanitaire (RSS)	Prévalence combinée ^a (%)
01 – Bas-Saint-Laurent	7,2
02 – Saguenay–Lac-Saint-Jean	5,7
03 – Capitale-Nationale	10,2
04 – Mauricie et Centre-du-Québec	10,5
05 – Estrie	7,4
06 – Montréal	12,3
07 – Outaouais	12,6
08 – Abitibi-Témiscamingue	4,0
09 – Côte-Nord	4,4
10 – Nord-du-Québec	4,1
11 – Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine	5,3
12 – Chaudière-Appalaches	7,5
13 – Laval	13,4
14 – Lanaudière	13,1
15 – Laurentides	12,4
16 – Montérégie	14,8
Régions où l'herbe à poux est qualifiée d'abondante^b	12,1
Régions où l'herbe à poux est jugée rare ou peu envahissante^c	5,6
Ensemble du Québec	11,4

^a Tiré de Canuel *et al.*, 2012.

^b RSS 03, 04, 05, 06, 07, 12, 13, 14, 15, 16.

^c RSS 01, 02, 08, 09, 10, 11.

6.2.3 Augmentation de la prévalence

En outre, depuis plusieurs décennies, il semble que la prévalence de la rhinite allergique soit en constante augmentation, et ce, à l'échelle mondiale (Bousquet *et al.*, 2008; Schenk *et al.*, 2006). L'étude ISAAC (*International study of Asthma and Allergies in Childhood*) a notamment révélé une hausse de la prévalence de la rhinite allergique chez les 6-7 ans dans la majorité des pays faisant partie de l'étude (Bousquet *et al.*, 2008). Au Québec, selon les données de l'Enquête sociale et de santé 1998, la prévalence de la rhinite allergique serait

passée de 6,0 % à 9,5 % entre 1987 et 1998 (ISQ, 2001) et serait maintenant de 16,8 % selon l'Enquête québécoise sur la santé de la population de 2008 (ISQ, 2010). Il est toutefois important de noter que ces études peuvent difficilement se comparer entre elles puisque les méthodes utilisées et les critères de diagnostic varient de l'une à l'autre. Elles permettent toutefois d'identifier la tendance.

6.3 COÛTS SOCIAUX DE LA RHINITE ALLERGIQUE

Les prévalences ainsi observées suggèrent que la rhinite allergique peut entraîner des coûts considérables pour la société. Une étude réalisée par l'Agence de la santé et des services sociaux de la Montérégie a permis d'estimer les coûts de santé associés à l'allergie au pollen de l'herbe à poux au Québec, pour l'année 2005 (Tardif, 2008). Cette estimation des coûts s'est faite dans une perspective sociétale, c'est-à-dire qu'il n'y a pas eu de ventilation des coûts en fonction du type de payeur (individu, gouvernement, assureur privé). La figure 7 présente la répartition des coûts de santé selon cette étude.

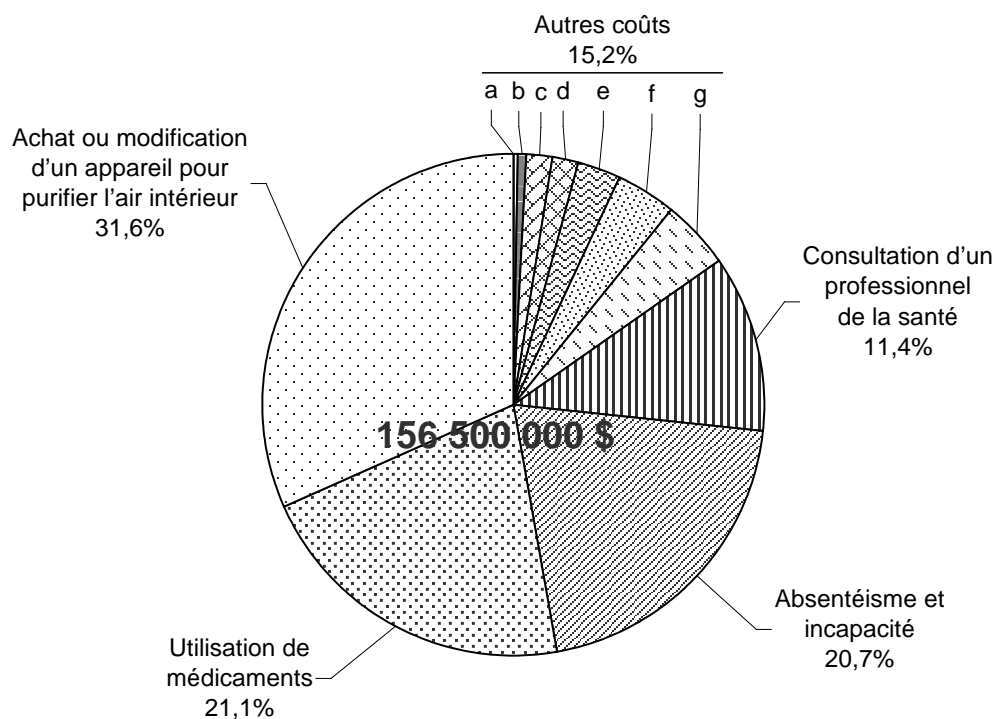


Figure 7 Répartition des coûts de santé engendrés par l'allergie au pollen de l'herbe à poux pour l'année 2005 au Québec

Légende :

- a) Autres frais (0,2 %);
- b) Diagnostic de l'allergie au pollen de l'herbe à poux (0,7 %);
- c) Traitement de désensibilisation (1,5 %);
- d) Salaire perdu lors de la consultation d'un professionnel de la santé (1,9 %);
- e) Transport lors de la consultation d'un professionnel de la santé (2,7 %);
- f) Temps alloué pour la consultation d'un professionnel de la santé (3,8 %);
- g) Complications de l'asthme (4,4 %).

D'après Tardif, 2008.

Globalement, les coûts totaux estimés s'élèvent à plus de 156 millions de dollars. La méthodologie employée pour faire ce calcul a privilégié la sous-estimation des coûts dans le but de présenter un portrait aussi prudent que possible. Le coût total présenté est donc un coût plancher. La sous-estimation a été évaluée à 77,5 millions, ce qui fait que les coûts totaux de santé reliés aux allergies à l'herbe à poux pourraient s'élever à 235 millions de dollars (Tardif, 2008). Les éléments ayant engendré les coûts les plus importants sont l'achat ou la modification d'un appareil pour purifier l'air intérieur du domicile, l'utilisation de médicaments, les coûts associés à l'absentéisme et à l'incapacité et les coûts de consultation d'un professionnel de la santé.

6.4 RECOMMANDATIONS DE DIVERS INTERVENANTS

Comme mentionné plus haut, la question des pollens, et plus particulièrement le pollen de l'herbe à poux, préoccupe les intervenants de la santé publique au Québec.

Le Programme national de santé publique 2003-2015 précise différents objectifs dans le domaine de la santé environnementale (MSSS, 2008). Parmi les objectifs ciblés, on note le suivant : « Réduire l'incidence, la morbidité et la mortalité des maladies associées à des facteurs de risque environnementaux ». La réduction de la morbidité imputable au pollen de l'herbe à poux fait partie des sous-objectifs. Les activités à déployer selon ce programme incluent :

- Des activités d'information et de sensibilisation auprès de la population sur l'identification de l'herbe à poux et les mesures de contrôle à appliquer dans l'environnement immédiat;
- Des activités d'information et de sensibilisation auprès des partenaires du réseau de la santé et des services sociaux, ainsi que les autres secteurs sur les mesures de contrôle de l'herbe à poux (intervenants municipaux et propriétaires de terrains);
- Le soutien des partenaires du réseau de la santé et des services sociaux ainsi que des autres secteurs pour le contrôle de l'herbe à poux.

Aussi, lors du Symposium sur la pollution atmosphérique et la santé publique tenu en mai 2002 à Montréal, sous l'égide de la Conférence des gouverneurs de la Nouvelle-Angleterre et des premiers ministres de l'Est du Canada (CGNA/PMEC), diverses recommandations ont été formulées. Dans la catégorie des interventions individuelles et gouvernementales concrètes visant la réduction des impacts reliés à la pollution atmosphérique sur la santé, l'une de ces recommandations propose de « Diffuser des prévisions quotidiennes relativement aux concentrations dans l'air ambiant de particules, d'ozone et peut-être même de pollen [...] », et que cette information soit transmise à la population (CGNA/PMEC, 2002).

Le consortium Ouranos a pour sa part produit un document sur les mesures d'adaptation aux changements climatiques au Québec. En lien avec l'augmentation de la prévalence de la rhinite allergique et des concentrations de pollens dans l'air au Québec, Ouranos recommande de mettre en place un réseau de surveillance des bioaérosols au Québec, servant à « guider et évaluer adéquatement les interventions correctrices et les mises en garde » (DesJarlais *et al.*, 2010).

En outre, Garneau *et al.* (2006) soulignent l'importance de développer des stratégies d'adaptation au problème des allergies respiratoires, notamment la mise en place de méthodes de contrôle à long terme de l'herbe à poux. Ils suggèrent également d'établir des seuils critiques de concentrations polliniques et d'émettre des avertissements lorsque ces seuils sont dépassés. Ces avertissements, combinés ou non à d'autres indices environnementaux comme le taux de smog et les avertissements de chaleur accablante, pourraient avec le temps inciter la population à développer des comportements préventifs.

6.5 APERÇU DES ACTIONS RÉALISÉES AU QUÉBEC

Plusieurs actions ont été menées au Québec en lien avec les pollens allergènes, et la grande majorité de ces actions vise essentiellement le pollen de l'herbe à poux, car il est la principale cause de la rhinite allergique sur le territoire québécois. Différents types d'actions ont été mises en œuvre :

- actions réglementaires;
- actions de mobilisation;
- campagnes d'information et de sensibilisation;
- mise en place de mesures d'atténuation et d'adaptation;
- travaux de recherche;
- réseau d'alerte.

6.5.1 Actions réglementaires

Plusieurs municipalités du Québec ont intégré l'herbe à poux à leur règlement sur les nuisances (notamment : Alma, Dorval, Gatineau, Mont-Saint-Hilaire, Québec, Saint-Hyacinthe, Sainte-Thérèse, etc.). Selon les règlements de ces municipalités, l'herbe à poux constitue une nuisance et sa présence n'est pas tolérée sur les terrains. À l'Ange-Gardien, il s'agit plutôt d'une politique environnementale assortie d'un plan d'action qui spécifie les actions à prendre envers l'herbe à poux. La ville de Laval possède quant à elle un règlement spécifique sur l'herbe à poux qui stipule que « le propriétaire d'un terrain, le locataire ou l'occupant d'un lot vacant ou en partie construit ou d'un terrain, doit voir à ce qu'il soit exempt de toute herbe à poux avant le 1^{er} août de chaque année » (L-5659, article 2).

Jusqu'en 1996, la Communauté urbaine de Montréal (CUM) avait un règlement contre l'herbe à poux. Ce règlement interdisait à tout propriétaire de terrain de tolérer la présence d'herbe à poux en fleurs après le 1^{er} août chaque année. En 1992, une citoyenne de Montréal intentait un recours collectif contre les municipalités qui formaient l'ancienne CUM¹¹. Ce recours collectif reprochait aux villes de ne pas respecter ce règlement et de laisser proliférer l'herbe à poux sur leurs territoires. Ce procès s'est déroulé sur plusieurs années pour se solder par un rejet définitif du recours par la Cour Suprême du Canada en avril 2009. Le règlement de la CUM a quant à lui été abrogé en 1996 à la demande des villes, qui le jugeaient trop difficile à appliquer.

¹¹ Information tirée de : <http://www.alarielegault.ca/RecoursAmbrosia/Recorscollectif.htm>.

6.5.2 Mobilisation des acteurs

À la suite de la progression graduelle des préoccupations envers l'herbe à poux depuis plusieurs années, il s'est avéré que seule une action concertée intersectorielle assurerait un succès dans la lutte contre cette plante allergène (Masson, 2001). C'est dans cette optique et en réponse au besoin de soutenir les actions locales et régionales qu'a été créée la Table québécoise sur l'herbe à poux (TQHP) en 1999. La TQHP est une table intersectorielle du ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec qui réunit l'ensemble des intervenants préoccupés par le contrôle de l'herbe à poux, à savoir les représentants des DSP affectées par cette problématique, ainsi que des représentants de ministères et organismes ayant un intérêt dans le dossier. Elle a pour mission de faciliter l'arrimage entre différents partenaires de l'entreprise privée, de la santé publique et de plusieurs ministères dans le but d'améliorer l'efficacité et la portée des interventions contre l'herbe à poux, et, par le fait même, augmenter la qualité de vie de la population (Masson, 2001). La TQHP a développé différents projets et outils au fil des ans, dont un dossier contenant 11 fiches d'aide à la décision (TQHP, 2002) et plusieurs campagnes de sensibilisation à la population (voir section suivante).

6.5.3 Campagnes d'information et de sensibilisation

De nombreuses activités d'information et de sensibilisation sur l'herbe à poux ont été menées au Québec. La TQHP est à l'origine de plusieurs de ces campagnes, de même que des DSP et des municipalités affectées par ce problème. La TQHP a notamment élaboré un programme de formation sur le contrôle de l'ambrosie à l'intention des employés municipaux, de même que la campagne d'information « L'herbe à poux j'en NEZ assez! » qui vise à informer la population sur les moyens de lutte contre l'herbe à poux. Par ailleurs, le plan stratégique 2013-2016 de la TQHP identifie deux axes d'intervention, soient la mobilisation des décideurs et le soutien aux utilisateurs des connaissances dans la mise en œuvre de mesures de contrôle. Un plan de transfert des connaissances est également en place dans le but de diffuser les plus récentes données probantes dans le domaine de la lutte contre l'herbe à poux.

Le MSSS mène quant à lui la campagne « L'herbe à poux ça s'arrache! » et a créé un site Internet¹². Différents outils d'information ont été produits : affiche, dépliant, vidéo. L'Association pulmonaire du Québec a elle aussi mis sur pied une campagne de sensibilisation sur l'herbe à poux et organise chaque année une campagne d'arrachage dans les municipalités du Québec, appelée la « Grande corvée provinciale d'arrachage de l'herbe à poux »¹³.

Dix-sept municipalités ont participé à cette campagne en 2012. Aussi, la DSP de Montréal est très active dans le dossier de l'herbe à poux. Elle tient chaque année une campagne de sensibilisation, et des journées thématiques, des patrouilles vertes et des ateliers de formation sont offerts à la population. La DSP a également mis sur pied la Semaine

¹² www.herbeapoux.gouv.qc.ca.

¹³ <http://www.pq.poumon.ca/environnement-environnement/ambrosia/>.

montréalaise de sensibilisation à l'herbe à poux en partenariat avec diverses organisations. Elle a de plus produit plusieurs études et rapports sur le sujet¹⁴.

6.5.4 Mise en place de mesures de prévention et d'atténuation

En réponse aux impacts des aéroallergènes, des mesures de prévention et d'atténuation peuvent être mises en place dans le but de prévenir ou limiter les apports de pollens dans l'air en réduisant les sources et les émissions de pollen.

Différentes techniques de contrôle peuvent s'appliquer, et à ce sujet, la fiche « Choisir les techniques de contrôle¹⁵ » par la TQHP (2002) constitue une excellente source d'informations. Le tableau 15 présente un résumé des différentes techniques de contrôle de l'herbe à poux présentées dans la fiche. Le lecteur est également invité à consulter le document intitulé « Herbe à poux, Guide de gestion et nouvelles méthodes de contrôle » publié par la Régie régionale de la santé et des services sociaux de Montréal-Centre (Bachand *et al.*, 1996) afin d'obtenir des informations détaillées sur les différentes techniques de répression de l'herbe à poux.

Certaines techniques sont au stade expérimental et leur usage n'est pas encore répandu, comme le contrôle biologique par des insectes et des champignons et le traitement infrarouge.

¹⁴ http://www.dsp.santemontreal.qc.ca/dossiers_thematiques/environnement_urbain/thematiques/herbe_a_poux/problematique.html.

¹⁵ Disponible en ligne à <http://extranet.santemonteregie.qc.ca/sante-publique/sante-environnementale/nuisance/herbe-a-poux.fr.html>.

Tableau 15 Résumé des techniques de contrôle de l'herbe à poux

	Technique ^a	Méthode	Avantages	Inconvénients
Techniques préventives	Recouvrement du sol par des matériaux inertes	Étendre des copeaux de bois, des pierres concassées ou une membrane géotextile sur le sol afin d'empêcher l'établissement de l'herbe à poux	<ul style="list-style-type: none"> • Recyclage de débris végétaux • Esthétique • Restreint le développement des plantes, étouffe la croissance des plantules et empêche l'établissement des plants • Bonne efficacité 	<ul style="list-style-type: none"> • Les copeaux doivent être de taille < 7 cm pour être efficaces • Copeaux doivent être renouvelés aux deux ans • Utilisable que sur des sites où aucune végétation n'est tolérée
	Implantation d'un couvert végétal compétitif	Planter ou ensemercer des espèces qui domineront progressivement l'Ambrosia	<ul style="list-style-type: none"> • Fait concurrence à l'Ambrosia • Grande variété d'espèces • Amélioration de l'apparence des sites • Technique éprouvée très efficace limitant les interventions futures 	<ul style="list-style-type: none"> • Coûts reliés à l'achat de semences ou de plants et à leur implantation • Choix des végétaux doit être adéquat • Peut nécessiter des travaux de préparation du terrain
Techniques de contrôle	Arrachage	Arracher manuellement les plants avant la pollinisation	<ul style="list-style-type: none"> • Efficace, écologique et de faible coût • Facile • Favorise la croissance des espèces déjà en place 	<ul style="list-style-type: none"> • Doit être réalisé au bon moment • Application difficile sur de grandes surfaces et sur des terrains très infestés
	Tonte et fauchage	Couper l'herbe à poux à une hauteur entre 2 et 5 cm	<ul style="list-style-type: none"> • Rapide • Applicable sur de grandes superficies • Peut favoriser le développement d'espèces compétitrices 	<ul style="list-style-type: none"> • La coupe doit être la plus rase possible • Peut être difficile lorsqu'il y a des obstacles • Doit être réalisée au bon moment
	Application d'herbicides	Pulvériser des herbicides sur les plants	<ul style="list-style-type: none"> • Efficace • Facile 	<ul style="list-style-type: none"> • Risque pour l'environnement et la santé humaine • Peu d'herbicides spécifiques à l'Ambrosia • Soumis à la réglementation
	Application de techniques agricoles	Utiliser le faux-semis, le sarcler, la houe rotative ou un rotoculteur	<ul style="list-style-type: none"> • Destruction mécanique des plants • Efficace 	<ul style="list-style-type: none"> • Doit être réalisé en respectant différents stades de croissance • Requiert un équipement spécialisé
	Application de techniques utilisant une source thermique	Appliquer une source thermique sur le feuillage (eau très chaude, flamme)	<ul style="list-style-type: none"> • Efficace • Approprié près des zones sensibles (cours d'eau, parcs, écoles, etc.) • Acceptabilité sociale 	<ul style="list-style-type: none"> • Ne détruit pas les graines dans le sol • Équipement spécialisé requis • Risques pour la sécurité (incendies) • Applicables avant tout dans des corridors de faible superficie à faible densité de plants.

^a Tiré de TQHP, 2002.

Par ailleurs, plusieurs municipalités ont mis en place des programmes de gestion et d'éradication de l'herbe à poux sur leur territoire. Les premières campagnes d'éradication de l'herbe à poux ont débuté en Gaspésie en 1938 et à Montréal en 1945 (Francoeur, 1990; Vincent, 1990). À partir de 1979 et jusqu'en 1995, la ville de Montréal a mené des campagnes de dépistage et d'éradication. Ces campagnes se déroulaient du mois de juin jusqu'au début du mois de septembre (Francoeur, 1990). À partir du mois d'août, des constats d'infraction étaient donnés par les inspecteurs du Service de l'environnement aux propriétaires fautifs. Afin d'appuyer sa réglementation, de suivre l'évolution des concentrations de pollens dans l'air ambiant et d'évaluer l'impact des campagnes annuelles d'éradication, Montréal met sur pied un réseau d'échantillonnage du pollen de 1977 à 2011. La campagne de dépistage et d'éradication de l'herbe à poux qui a été menée à Montréal a permis de diminuer l'indice saisonnier d'herbe à poux de 70 % entre 1979 et 1995 (voir figure 8). Au cours des années suivantes, l'indice saisonnier a connu une hausse, qui pourrait s'expliquer à première vue par l'arrêt du programme de dépistage et d'éradication, mais aussi par d'autres facteurs, comme la croissance des activités immobilières, qui augmente le nombre de terrains dénudés propices à la colonisation par l'herbe à poux, ou la présence de maladies destructrices ou d'insectes ravageurs des pelouses laissant des terrains dénudés (Christin, 2003). À partir de 2006, on constate une baisse des concentrations. Ce phénomène est difficile à interpréter, mais pourrait être dû aux conditions climatiques défavorables à l'herbe à poux (précipitations abondantes au mois d'août).

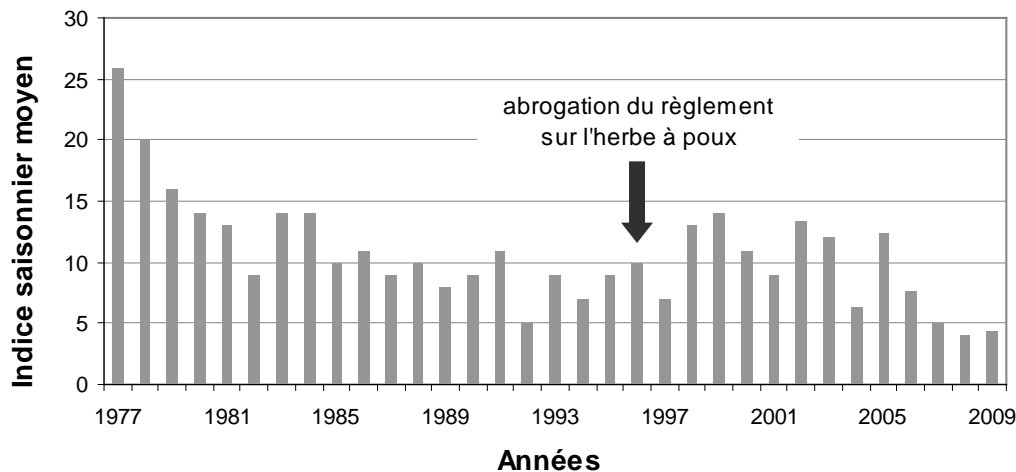


Figure 8 Variation de l'indice saisonnier du pollen de l'herbe à poux entre 1977 et 2009

Données tirées de Ville de Montréal, 2010.

La Ville de Gatineau possède également un programme visant l'éradication de l'herbe à poux sur son territoire. Après s'être dotée en 2010 d'un règlement sur les nuisances qui contraint les propriétaires à arracher l'herbe à poux sur leurs terrains (Ville de Gatineau, 2010), la Ville a mis en place un projet d'envergure visant à sensibiliser et éduquer les citoyens et à adopter des mesures afin d'éradiquer cette plante, comme l'épandage d'eau salée le long des routes (Duquette, 2010). On a notamment procédé à un inventaire exhaustif des endroits infestés par l'herbe à poux dans des zones ciblées prioritaires (zones mixtes résidentielles-commerciales) en vue de produire une carte qui est utilisée pour

déterminer les endroits où réaliser les activités de traitement, d'arrachage et de sensibilisation (Ville de Gatineau, 2010).

La Ville de Québec a elle aussi mis en place un programme d'éradication de l'herbe à poux le long des principales voies de circulation du territoire. Pour éliminer cette plante nuisible, la Ville utilise plusieurs stratégies d'intervention, dont l'arrachage manuel, l'utilisation d'herbicide à faible impact ou de l'eau chaude. Une autre possibilité envisagée est d'implanter un couvert végétal compétitif constitué de gazon ou de fleurs sauvages (Ville de Québec, 2010). D'autres municipalités disposent également d'un programme de contrôle de l'herbe à poux, notamment Lévis et Laval qui utilisent des pesticides de faible impact. Sherbrooke pour sa part met en œuvre une stratégie de contrôle élaborée, qui inclut des activités de dépistage et de cartographie ainsi que l'implantation d'un couvert végétal compétitif et des coupes de la plante en juillet et août de chaque année (Ville de Sherbrooke, 2012).

Par ailleurs, il est reconnu que les corridors de déplacement constituent l'un des principaux milieux d'infestation par l'herbe à poux. Dans ses efforts consentis à l'amélioration de la qualité de l'environnement, le ministère des Transports du Québec (MTQ) a adopté en 2002 une nouvelle approche de gestion écologique de la végétation aux abords des autoroutes. Cette approche consiste à effectuer une tonte seulement dans les deux premiers mètres à partir de la chaussée et de laisser le reste des talus dans leur état naturel. Des projets de recherche ont démontré que l'herbe à poux prolifère abondamment dans ces deux premiers mètres de sol contigu à la chaussée asphaltée. Cette bande de terrain, exposée à beaucoup de perturbations, devient un terrain idéal pour l'établissement de l'herbe à poux. Ainsi, une tonte plus fréquente à cet endroit précis permet d'en limiter la production (Beaumont, 2005). De plus, en laissant la flore locale s'épanouir au-delà de ces deux mètres, cela permet l'établissement d'un couvert végétal compétitif qui supplantera progressivement l'herbe à poux.

Le Canadien National (CN) a également adopté une approche intégrée de gestion de la végétation en bordure de ses chemins de fer. Il a recours à une variété de méthodes de lutte : tonte, débroussaillage, fauchage manuel, brûlage, lutte intégrée, herbicides (Canadien National, 2010). Ce programme n'est pas dirigé spécifiquement contre l'herbe à poux, mais contribue dans une certaine mesure à son éradication le long des corridors ferroviaires. Le Canadien Pacifique (CP) utilise une stratégie semblable (Canadien Pacifique, 2010).

Les lignes de transport électrique doivent aussi être entretenues afin de garantir la fiabilité du réseau électrique, assurer la sécurité des travailleurs et de la population et protéger les équipements contre les incendies de forêt. C'est ainsi qu'Hydro-Québec a adopté l'approche de maîtrise intégrée de la végétation. Elle utilise trois modes d'interventions, seuls ou combinés : 1) coupe sélective, 2) application sélective de phytocides et 3) pratiques d'aménagement (Hydro Québec, 2010). Ce programme de maîtrise de la végétation n'est pas non plus dirigé spécifiquement contre l'herbe à poux, mais peut tout de même avoir un certain impact sur l'éradication de l'herbe à poux.

6.5.5 Mise en place de mesures d'adaptation

En matière d'adaptation aux pollens, deux approches sont possibles : l'approche préventive et l'approche thérapeutique.

L'approche préventive vise à prévenir ou réduire l'exposition des personnes allergiques au pollen. Les actions rattachées à cette approche se situent principalement au niveau individuel. Différents conseils sont proposés aux personnes allergiques (Association d'information sur l'allergie et l'asthme, 2010; ASSS de Montréal, 2010; MSSS, 2010; TQHP, 2002) :

- Éviter de fréquenter des lieux où le pollen allergène est présent;
- Éviter les activités de plein air quand la concentration de pollens est élevée (surtout en avant-midi, par temps chaud, sec et venteux);
- Éviter de tondre la pelouse ou de ramasser les feuilles;
- Ne pas faire sécher les vêtements à l'extérieur pendant la saison des pollens;
- En rentrant à la maison, se changer et se doucher;
- Garder portes et fenêtres fermées, surtout la nuit, puisque les pollens sont principalement émis le matin;
- Utiliser, au besoin, un système de climatisation ou de filtration d'air et garder les filtres propres;
- Éviter le contact avec d'autres irritants, comme la fumée de tabac, qui peuvent amplifier les symptômes d'allergies;
- Prendre un antihistaminique avant de s'exposer;
- Se rincer le nez avec de l'eau salée plusieurs fois durant la journée s'il y a exposition aux pollens.

Pour sa part, l'approche thérapeutique vise l'utilisation de médicaments en vue de diminuer l'intensité des symptômes d'allergie. Cependant, il n'existe aucun traitement universel applicable à toutes les personnes allergiques. Le traitement doit être adapté selon les symptômes ressentis, leur intensité et la réponse de l'individu aux différents médicaments (Paradis *et al.*, 1990; TQHP, 2002). Certains médicaments sont offerts en vente libre, alors que d'autres requièrent une prescription d'un médecin. Différents types de médicaments existent et sont présentés au tableau 16. La médication est plus efficace lorsque prise de manière préventive, quelques jours ou semaines avant le début de la période de pollinisation, notamment dans le cas des antidégranulants (Paradis *et al.*, 1990; PasseportSanté.net, 2010).

Tableau 16 Types de médicaments permettant de traiter les symptômes allergiques et effets produits

Types de médicaments ^a	Mécanisme d'action	Disponibilité
Antihistaminiques	Blocage de la production d'histamine	Vente libre
Corticostéroïdes	Anti-inflammatoires	Prescription
Décongestionnants	Soulagement de la congestion nasale	Vente libre
Antileucotriènes	Blocage des effets des leucotriènes (produits par le système immunitaire et contribuent à l'apparition des symptômes)	Prescription
Antidégrenulants (cromoglycate de sodium)	Empêchent la libération d'histamine et autres initiateurs d'allergies	Prescription
Solution saline	Soulagement de la congestion nasale	Vente libre

^a Bousquet *et al.*, 2008; Paradis *et al.*, 1990; PasseportSanté.net, 2010.

Ces médicaments atténuent les symptômes, mais ne traitent pas définitivement la personne allergique. Une seule approche permet d'atténuer ou de supprimer définitivement l'hypersensibilité d'un individu à long terme, il s'agit de l'immunothérapie, appelée aussi désensibilisation. Cette solution est applicable en dernier recours, lorsque la cause de l'allergie est bien connue et que les traitements médicamenteux ne sont pas efficaces (PasseportSanté.net, 2010; TQHP, 2002). Ce traitement consiste à administrer, sur une période de 3 à 5 ans, des doses croissantes de la substance allergène (PasseportSanté.net, 2010). L'immunothérapie ne protège pas tous les individus, bien qu'elle puisse être très efficace chez certains. Des études ont démontré que ce traitement donne de bons résultats dans 50 % des cas (PasseportSanté.net, 2010).

6.5.6 Travaux de recherche et projets de démonstration

De nombreux travaux de recherche et projets de démonstration ont été mis en branle au fil du temps afin de mieux connaître le comportement de l'herbe à poux et les meilleures façons d'en venir à bout. Quelques-uns sont présentés ici.

Une expérience menée par la TQHP et ses partenaires, le projet Herbe à poux 2007-2010, a clairement démontré qu'une action concertée assure des résultats satisfaisants en termes de diminution des densités de plants ainsi que des concentrations de pollens dans certains habitats (DSP de la Montérégie, 2012). Par action concertée, on entend une action planifiée de contrôle de l'herbe à poux pour laquelle différents acteurs clés de la communauté sont mobilisés pour mettre en œuvre une intervention commune et simultanée. Ce type d'action permet de maximiser les bénéfices environnementaux et sanitaires d'un plan de contrôle de l'herbe à poux. Le projet Herbe à poux 2007-2010 comportait trois volets : la mobilisation de la communauté pour le contrôle de l'herbe à poux (volet mobilisation), l'évaluation de la présence d'herbe à poux sur le territoire et la mesure des concentrations de pollens (volet environnemental), et l'évaluation de l'intensité des symptômes d'allergie (volet santé). Au début du projet en 2007, une collecte de données a été effectuée afin d'avoir de l'information sur la sévérité des symptômes et la qualité de vie des personnes allergiques du territoire à l'étude. L'évaluation de l'état de santé et des symptômes ressentis a été effectuée grâce à un questionnaire standardisé, le *Rhinoconjunctivis quality of life questionnaire* (RQLQ). En parallèle, la caractérisation des colonies d'herbe à poux (densité des plants) et de la situation

pollinique (concentrations atmosphériques) dans la région ont été effectuées. De plus, un processus de mobilisation des acteurs de la communauté a été enclenché afin d'élaborer un plan d'actions concertées et de planifier la mise en place de mesures de contrôle de l'herbe à poux. Chaque année jusqu'à la fin du projet, des mesures de concentrations polliniques et un relevé de la sévérité des symptômes chez la population à l'étude ont été effectués, de même que le suivi des colonies d'herbe à poux sur le terrain.

De façon générale, l'étude a démontré qu'une gestion concertée de l'herbe à poux permet d'obtenir des résultats bénéfiques en termes de réduction de la concentration du pollen de l'herbe à poux dans l'air. Dans le milieu résidentiel, elle a diminué de 58 % après trois années d'interventions concertées (tonte, arrachage), ce qui a eu pour effet de diminuer l'intensité des symptômes de rhinite allergique chez les personnes souffrant de cette maladie. L'analyse des résultats montre en effet une diminution de la gravité de certains symptômes chez les citoyens allergiques à l'herbe à poux, et montre également que les symptômes nasaux et oculaires étaient moins importants à la fin de l'étude. Les acteurs mobilisés ont utilisé diverses méthodes de contrôle. La tonte (ou la fauche) a été pratiquée par 60 % des acteurs, tandis que 34 % ont privilégié l'arrachage. Les 6 % restants ont utilisé des herbicides (Nadeau *et al.*, 2011).

L'approche de mobilisation utilisée pour le projet Herbe à poux 2007-2010 est simple, efficace et peu coûteuse. Les coûts reliés à l'ajout d'une période de tonte sur l'ensemble des terrains municipaux et sur 170 km de routes ont été estimés à 20 000 \$. À ce montant s'ajoutent les frais reliés aux activités de mobilisation auprès des acteurs de la communauté qui se sont chiffrés à 15 000 \$, notamment pour la création d'une escouade verte. L'acceptabilité sociale des coûts et des conséquences associés au contrôle de l'herbe à poux a par ailleurs été évaluée. Les résultats démontrent que plus de 89 % des acteurs mobilisés dans une communauté considèrent que le contrôle de la plante s'effectue par des moyens efficaces et des méthodes faciles à appliquer, et ce contrôle est vu comme étant la responsabilité de tout un chacun.

Le succès du projet Herbe à poux 2007-2010 résulte des efforts de plusieurs intervenants qui se sont mobilisés pour appliquer des mesures concertées de contrôle de l'herbe à poux. De plus, l'expérience révèle que pour garantir le succès d'un plan d'action, il faut miser sur les partenaires incontournables, soit les gestionnaires de terrains ayant un fort potentiel d'infestation, sans qui l'atteinte des objectifs serait en péril. Dans le projet Herbe à poux 2007-2010, les partenaires incontournables ont été la municipalité, le MTQ, l'UPA, la commission scolaire et le CSSS.

Une seconde phase du projet est en cours et comporte deux objectifs principaux, soit l'évaluation de l'intervention sous l'angle coût-efficacité et la caractérisation de l'exposition pollinique à l'échelle individuelle grâce à une analyse spatiale (DSP de la Montérégie, 2012). En ce qui concerne l'analyse économique, le mode d'intervention utilisé dans le projet Herbe à poux a été jugé très efficace (stratégie coût-efficace) par rapport au mode d'intervention minimal généralement appliqué au Québec. D'un point de vue pharmacoéconomique, cette étude appuie donc l'adoption de programmes d'interventions intensifs adaptables à la réalité du monde municipal (Beauchemin *et al.*, 2012).

Par ailleurs, la DSP de Montréal réalise actuellement un projet semblable, mais dont les méthodes diffèrent sensiblement. Il vise à développer, implanter et évaluer une approche pour contrôler le pollen de l'herbe à poux et diminuer les symptômes de rhinite allergique à Montréal en identifiant les terrains les plus infestés et en intervenant auprès de leurs propriétaires. Ce projet est réalisé en collaboration avec le CSSS de la Pointe-de-l'Île qui est chargé de la mobilisation des propriétaires de terrains infestés. Ces terrains ont initialement été ciblés à partir des catégories cadastrales et ont été visités au cours des étés 2010, 2011 et 2012 pour la réalisation d'une cartographie basée sur les observations terrain. Les propriétaires de ces terrains ont été contactés afin de les inciter à intervenir sur l'herbe à poux et des méthodes leur ont été proposées afin d'optimiser les interventions. Parallèlement, ce projet permet d'explorer la possibilité d'utiliser des images satellitaires pour cibler les terrains potentiellement infestés par l'herbe à poux. Des travaux préliminaires ont été effectués à l'Institut national de recherche scientifique, Centre eau terre environnement (INRS-ETE) à ce sujet. Des prédictions de la présence de l'herbe à poux à partir d'images satellites *Rapid Eye* ont ainsi été effectuées, et les visites de terrain faites à l'été 2012 serviront à valider ces travaux de télédétection.

En 2008, la Direction de santé publique de Montréal a publié les résultats d'une étude portant sur les liens entre la prévalence des manifestations allergiques et le degré d'infestation locale par l'herbe à poux chez les enfants de 6 mois à 12 ans résidant sur l'île de Montréal. Deux types de données ont été utilisés pour établir cette relation : la cartographie de l'herbe à poux effectuée grâce à des inventaires de terrain, et la mesure de la prévalence des manifestations allergiques par un sondage mixte (internet et téléphone). Cette étude montre une relation statistiquement significative entre le risque de manifestations allergiques et le niveau d'exposition locale à l'herbe à poux (zone d'influence entre 300 et 1000 m). Ceci laisse supposer que le degré d'infestation locale dans le quartier immédiat de l'enfant influence significativement la prévalence des manifestations allergiques. L'étude montre ainsi la pertinence d'une action locale de contrôle de l'herbe à poux pour réduire la fréquence des allergies dans la population.

Du côté d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, l'équipe de M. Gaétan Bourgeois, chercheur en bioclimatologie et modélisation, a développé un modèle bioclimatique qui utilise les températures enregistrées dans une région pour prédire la croissance de l'herbe à poux (Benoît *et al.*, 2007). Concrètement, ce modèle estime la date où un stade végétatif précis sera atteint dans une région donnée. Il permet par exemple de planifier les campagnes d'éradication ou de prévoir le début de la production de pollen. Ce modèle est par ailleurs utilisé dans le Projet Herbe à poux 2007-2010 à Salaberry-de-Valleyfield.

Marie-Josée Simard et Diane-Lyse Benoît, également d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, ont réalisé pour leur part une étude sur l'effet de coupes répétées sur la production de pollen par l'herbe à poux. Leur recherche a révélé que les plants ayant subi deux coupes au cours de la saison de croissance ont vu leur production de pollen réduite considérablement, les plants coupés ayant produit environ 9 fois moins de pollen que les plants intacts. De plus, ces mêmes plants coupés ont produit 5 fois moins de graines que les plants intacts (Simard *et al.*, 2011).

Un projet ayant fait l'objet d'une thèse de doctorat a permis de définir une approche de modélisation numérique pour comprendre l'évolution du nuage de pollen d'herbe à poux, et de définir les moyens qui pourraient être développés pour parvenir à une meilleure prévision du risque allergique chez les personnes sensibles à l'herbe à poux (Goyette-Pernot, 2007). Grâce à ce modèle, il est possible de produire des cartes évolutives, dans le temps et dans l'espace, des niveaux de risques encourus par la population. De plus, couplé aux prévisions météorologiques et à des données phénologiques, ce modèle permet de produire des prévisions des niveaux de pollens (Goyette-Pernot, 2006).

6.5.7 Réseau d'alerte

Le réseau Météomédia produit des prévisions polliniques quotidiennes qu'il diffuse sur son site Internet et sa chaîne de télévision. Les données polliniques proviennent de la compagnie Aerobiology Research Laboratory (ARL), basée à Ottawa. C'est une compagnie privée qui opère un réseau de stations de captage de pollens au Canada et qui offre différents produits et services, comme l'analyse d'échantillons, la fourniture de données historiques de comptes polliniques et la production de rapports pour les médias (comptes polliniques, prévisions à court terme). ARL vend ses produits et services aux médias, aux sociétés pharmaceutiques, aux universités, aux allergologues, etc.

La compagnie opère trois stations de mesures au Québec, soit à Montréal, Sherbrooke et Québec¹⁶. Des calculs de prévisions basées sur les données météorologiques, les concentrations de pollens actuelles et historiques et la modélisation statistique sont effectués pour déterminer quelles seront les concentrations d'allergènes dans l'air le jour suivant¹⁷. Six espèces d'arbres sont analysées (aulne, érable, bouleau, peuplier, chêne et orme), de même que les mauvaises herbes, les graminées et l'herbe à poux. Les échantillons sont recueillis quotidiennement et envoyés aux laboratoires d'ARL, où ils sont analysés. Chaque station dispose de son propre modèle de prévision en raison des différences dans le climat et la phénologie des espèces d'une station à l'autre.

¹⁶ Pour voir les prévisions, consulter le site de Météomédia : http://www.meteomedia.com/pollenfx/canpollen_fr/?ref=topnav_homepage_pollenfx.

¹⁷ Pour plus d'informations, consulter le site d'ARL : <http://www.aerobiology.ca/allergen-update/info.php>.

7 ANALYSE DES BESOINS : CONSULTATION DES INTERVENANTS QUÉBÉCOIS DE SANTÉ PUBLIQUE

Le réseau québécois de santé publique accorde une importance grandissante à la question des pollens depuis quelques années. Les besoins en la matière ont été initialement énoncés en 2008 par le directeur national de la santé publique qui réclamait la mise en place d'un réseau de surveillance des pollens. Cette mesure serait nécessaire selon lui afin de mieux quantifier l'exposition humaine et d'évaluer l'efficacité et l'efficience des mesures de prévention et de protection de la santé au Québec.

C'est ainsi qu'une consultation ciblée auprès des intervenants québécois de santé publique a été menée afin de déterminer précisément les besoins en matière de gestion et de surveillance des pollens. Le présent chapitre vise essentiellement à présenter les résultats de cette consultation.

7.1 MÉTHODOLOGIE

7.1.1 Préconsultation

Le processus a débuté par une préconsultation auprès de la Table québécoise sur l'herbe à poux (TQHP). Cette table réunit différents membres issus de directions de santé publique (DSP) et d'autres organismes qui ont en commun une préoccupation importante à l'égard de l'herbe à poux, un puissant allergène au Québec. Une présentation a été faite le 14 septembre 2010 aux membres de la TQHP. Cette présentation avait pour objectifs :

- D'expliquer le but de la consultation des intervenants québécois;
- D'amorcer une discussion autour des principales questions qui permettront de définir les besoins.

7.1.2 Participants ciblés

Les participants ciblés pour la consultation sont des représentants de DSP des RSS du Québec qui présentent des sources de pollens allergènes sur leur territoire. Les RSS 10 (Nord-du-Québec), 17 (Nunavik) et 18 (Terres-Cries-de-la-Baie-James) ont été exclues de la consultation, car le pollen ne constitue pas une problématique pour ces régions. Les autres participants ciblés étaient des représentants d'organisations intéressées par la gestion des pollens (Ville de Salaberry-de-Valleyfield, Union des municipalités du Québec (UMQ), Ville de Québec, ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire (MAMROT), MAPAQ, MDDEFP, MSSS, ministère des Transports du Québec (MTQ), Hydro-Québec). Au total, 27 participants étaient visés par la consultation.

7.1.3 Élaboration et description du questionnaire

Il a été convenu que la consultation prendrait la forme d'un questionnaire électronique. Une version préliminaire du questionnaire a été produite, puis soumise à des collaborateurs de l'INSPQ et du MDDEFP au cours des mois de juin et juillet 2010 pour une évaluation. Le

questionnaire a été amélioré en fonction des commentaires reçus puis la version définitive fut mise en ligne le 1^{er} novembre 2010 sur la plateforme *SurveyMonkey*¹⁸.

Le questionnaire est divisé en trois principales sections :

- Préoccupations : pour connaître le niveau de préoccupation des répondants à propos des effets des pollens sur la santé;
- Besoins : afin d'avoir un portrait le plus détaillé possible des besoins en matière de suivi des pollens (de quels types d'informations les répondants ont-ils besoin, quelles seraient les utilisations possibles à faire de ces informations, quels outils pourraient être utiles aux acteurs régionaux, etc.);
- Actions : pour savoir quelles actions en lien avec la problématique des pollens ont été effectuées ou sont à venir dans les régions.

Chaque section comporte une ou plusieurs questions, pour un nombre total de 14 questions, certaines à choix de réponses et d'autres à réponse ouverte. Des espaces de commentaires accompagnent chacune des questions, permettant ainsi aux répondants de fournir des informations complémentaires.

7.2 RÉSULTATS DE LA CONSULTATION

7.2.1 Participation

L'invitation à répondre au questionnaire a été envoyée à 27 participants représentant les organismes ciblés (section 7.1.2). De ceux-ci, 20 ont répondu au questionnaire, pour un taux de réponse de 74 %. Plus précisément, quatorze des répondants sont des membres d'une DSP alors que les six autres représentent des organismes intéressés. Le tableau 17 présente les listes des organisations ayant répondu au questionnaire.

¹⁸ www.surveymonkey.com.

Tableau 17 Listes des répondants

Directions de santé publique par région ^a		Ministères fédéral et provinciaux	
01	Bas-Saint-Laurent	Agriculture et Agroalimentaire Canada	
02	Saguenay–Lac-Saint-Jean	Ministère de l’Agriculture, des Pêcheries et de l’Alimentation du Québec	
04	Mauricie et Centre-du-Québec	Ministère du Développement durable, de l’Environnement, de la Faune et des Parcs	
05	Estrie	Ministère de la Santé et des Services sociaux	
06	Montréal		
07	Outaouais		
08	Abitibi-Témiscamingue		
09	Côte-Nord		
11	Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine		
12	Chaudière-Appalaches		
14	Lanaudière		
15	Laurentides		
16	Montérégie		
		Organismes québécois	
		Ville de Salaberry-de-Valleyfield	
		Hydro-Québec – TransÉnergie	

^a Les régions 10 (Nord-du-Québec), 17 (Nunavik) et 18 (Terres-Cries-de-la-Baie-James) ont été exclues du sondage (aucune problématique liée aux pollens). Les régions 03 et 13 n’ont pas répondu.

7.2.2 Réponses au questionnaire

Préoccupations

La première question visait à évaluer le niveau de préoccupation des répondants à l’égard des effets des pollens sur la santé de la population dans leur région. Au total, 55 % des répondants ont un niveau de préoccupation « très élevé » ou « élevé ». Les résultats obtenus sont présentés à la figure 9.

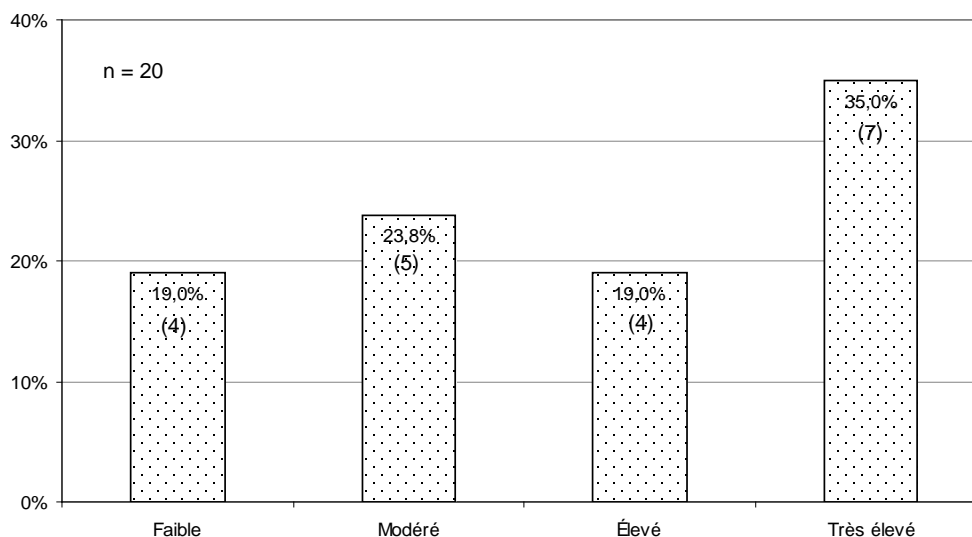


Figure 9 Niveau de préoccupation des répondants à l’égard des pollens au Québec

Note : pour cette figure et les suivantes, le chiffre entre parenthèses représente le nombre de répondants à chaque point, et le chiffre indiqué dans le haut de la figure indique le nombre total de répondants.

En outre, à partir des résultats, les niveaux de préoccupation exprimés par les représentants de DSP ont été extraits, auxquels l'occurrence régionale des cas de rhume des foins a été apposée, telle qu'estimée dans l'Enquête sociale et de santé de 1998 (Hamel-Fortin, 2002). Le tableau 18 présente ces données.

Tableau 18 Niveau de préoccupation relatif aux effets des pollens sur la santé et occurrence des cas de rhume des foins dans les RSS du Québec

Niveau de préoccupation	Région sociosanitaire ^a	Occurrence des cas de rhume des foins
Très élevé	04 - Mauricie et Centre-du-Québec	Modéré
	07 - Outaouais	Modéré
	14 - Lanaudière	Élevé
	16 - Montérégie	Élevé
Élevé	05 - Estrie	Très faible
	06 - Montréal	Élevé
Modéré	02 - Saguenay–Lac-Saint-Jean	Faible
	08 - Abitibi-Témiscamingue	Très faible
	15 - Laurentides	Modéré
Faible	01 - Bas-Saint-Laurent	Faible
	09 - Côte-Nord	Très faible
	11 - Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine	Très faible
	12 - Chaudière-Appalaches	Modéré

^a Régions 10, 17 et 18 exclues du sondage (aucune problématique liée aux pollens). Régions 03 et 13 n'ont pas répondu.

Lorsqu'on examine les résultats de façon détaillée, on constate que les préoccupations sont généralement élevées dans les régions du sud-ouest du Québec. Ces régions sont également celles où la distribution de l'herbe à poux et l'occurrence des cas de rhinite allergique au Québec sont les plus élevées. Par ailleurs, un répondant d'une DSP située dans la portion nord de la vallée du Saint-Laurent mentionne que sa préoccupation principale concerne la variation de la limite nord de la distribution des plantes allergènes.

Ces résultats confirment l'importance que les représentants du réseau de la santé publique accordent à la question des pollens, particulièrement dans les régions où l'occurrence du rhume des foins est élevée.

Besoins

Afin d'aider les répondants à répondre aux questions de cette section, une série de définitions était fournie en préambule, permettant de s'assurer de la bonne compréhension des éléments de réponse :

- Cartographie des sources de pollens : représentation cartographique de la localisation des sources de pollens allergènes, par exemple les colonies d'herbe à poux;
- Données brutes : concentration de grains de pollen dans l'air (en grains/m³) pour une région, une ville donnée;
- Indice pollinique : indication de l'abondance de pollens dans l'air selon des catégories prédéfinies (par exemple nul, faible, moyen, élevé, très élevé);

- Impacts des pollens sur la santé : potentiel allergène des différentes espèces végétales, espèces de pollens en cause;
- Données sanitaires : taux de prévalence régional, local, etc.;
- Prévisions polliniques : prévisions des niveaux de pollens dans l'air ou des effets anticipés sur la santé pour les journées à venir (peuvent être exprimées sous forme d'indice);
- Calendrier pollinique : calendrier qui présente les dates prévues de début et de fin de la saison pollinique de différentes espèces présentant un potentiel allergisant. Le calendrier pollinique peut également présenter une prévision de l'intensité de la saison pollinique;
- Cartographie des pollens : représentation cartographique des niveaux d'abondance des pollens d'une zone donnée (isolignes de concentration).

Ainsi, les répondants étaient appelés à identifier quelles informations parmi celles présentées ils aimeraient obtenir afin d'avoir une meilleure connaissance du problème et de planifier leurs interventions. Les répondants devaient cocher, selon leur degré d'intérêt, les différents types d'informations qu'ils préconiseraient (pas intéressant, peu intéressant, moyennement intéressant, très intéressant, essentiel). À noter que pour cette question, il aurait peut-être été préférable de demander aux répondants de hiérarchiser leurs choix en ordre de préférence (classement forcé). Donc, plutôt que d'indiquer leur degré d'intérêt, ils auraient effectué un classement du plus intéressant au moins intéressant. Cette façon de faire aurait produit des résultats plus différenciés.

Deux choix sont identifiés essentiels ou très intéressants dans plus de 80 % des cas, soit la cartographie des sources de pollens et les données sanitaires. Les résultats sont présentés au tableau 19. La cartographie des sources de pollens est un outil très prisé par les répondants puisque selon plusieurs, il constitue un levier pour convaincre les municipalités et les propriétaires de grands terrains d'intervenir. Les données sanitaires sont pour leur part considérées comme nécessaires par plusieurs pour démontrer la réalité du problème allergique. Des données telles que les prévalences régionales ou locales de rhinite allergique présentent un intérêt certain.

Tableau 19 Informations privilégiées par les répondants afin d'avoir une meilleure connaissance de la situation

Choix de réponses (n = 16)	A) Essentiel	B) Très intéressant	C) Moyennement intéressant	D) Peu intéressant	E) Pas intéressant	Somme partielle (A + B)		Somme partielle (C + D + E)	
						n ^{bre}	%	n ^{bre}	%
Cartographie des sources de pollens	4	11	0	1	0	15	93,8	1	6,3
Données sanitaires	4	9	3	0	0	13	81,3	3	18,8
Concentrations polliniques	3	9	2	2	0	12	75,0	4	25,0
Calendrier pollinique	5	6	4	1	0	11	68,8	5	31,3
Cartographie des concentrations de pollen ^a	2	8	3	2	0	10	66,7	5	33,3
Impacts des pollens sur la santé	3	7	4	2	0	10	62,5	6	37,5
Prévisions polliniques	3	7	3	3	0	10	62,5	6	37,5

^a Un répondant parmi les 16 a omis d'évaluer l'intérêt de la cartographie des concentrations de pollens.

Les concentrations polliniques présentent également de l'intérêt pour 75 % des répondants. La cartographie des concentrations de pollens et le calendrier pollinique présentent un peu d'intérêt, mais, dans le cas de la cartographie des concentrations, compte tenu de la complexité à la mettre en œuvre, les répondants ne privilégieraient pas cet outil (nécessite un nombre élevé de capteurs, donc beaucoup de ressources financières). Cette option pourrait être mise en œuvre dans des cas particuliers, sur de petits territoires par exemple, en réponse à un besoin très pointu. Il est mentionné par un répondant que le calendrier pollinique est pour sa part un outil déjà existant, c'est pourquoi il ne serait pas nécessaire d'en produire un nouveau.

Les prévisions polliniques et les impacts des pollens sur la santé suscitent pour leur part moins d'intérêt. En ce qui concerne les impacts des pollens sur la santé, plusieurs études sur le sujet sont disponibles dans la littérature scientifique, les répondants jugent donc qu'il n'est pas nécessaire d'approfondir le sujet. On peut également supposer que certains répondants, particulièrement les membres de la TQHP, possèdent déjà ces connaissances, d'où le peu d'intérêt exprimé. Par contre, quelques répondants ont mentionné ailleurs dans le questionnaire ou de vive voix l'intérêt et la pertinence d'avoir des informations à ce sujet.

Par ailleurs, il est important de garder en tête que certaines informations pourraient être nécessaires de façon combinée pour fournir une information de qualité (ex. : concentrations polliniques et données sanitaires). Enfin, un répondant mentionne qu'il est important que les informations fournies soient présentées à une échelle adéquate, car si l'indicateur proposé n'est pas suffisamment représentatif, il est possible que des intervenants visés ne se sentent pas concernés par le problème et ne soient pas incités à agir.

La deuxième question de cette section visait à connaître les destinataires éventuels de l'information pollinique. Les répondants devaient cocher parmi onze choix possibles. Les résultats sont présentés à la figure 10. On constate que la population, les municipalités, le milieu de la santé sont parmi les choix les plus populaires. Deux choix semblent moins intéressants, soit les ministères et organismes, ainsi que le milieu agricole. Deux répondants ont ajouté que les propriétaires de terrains infestés devraient être ciblés.

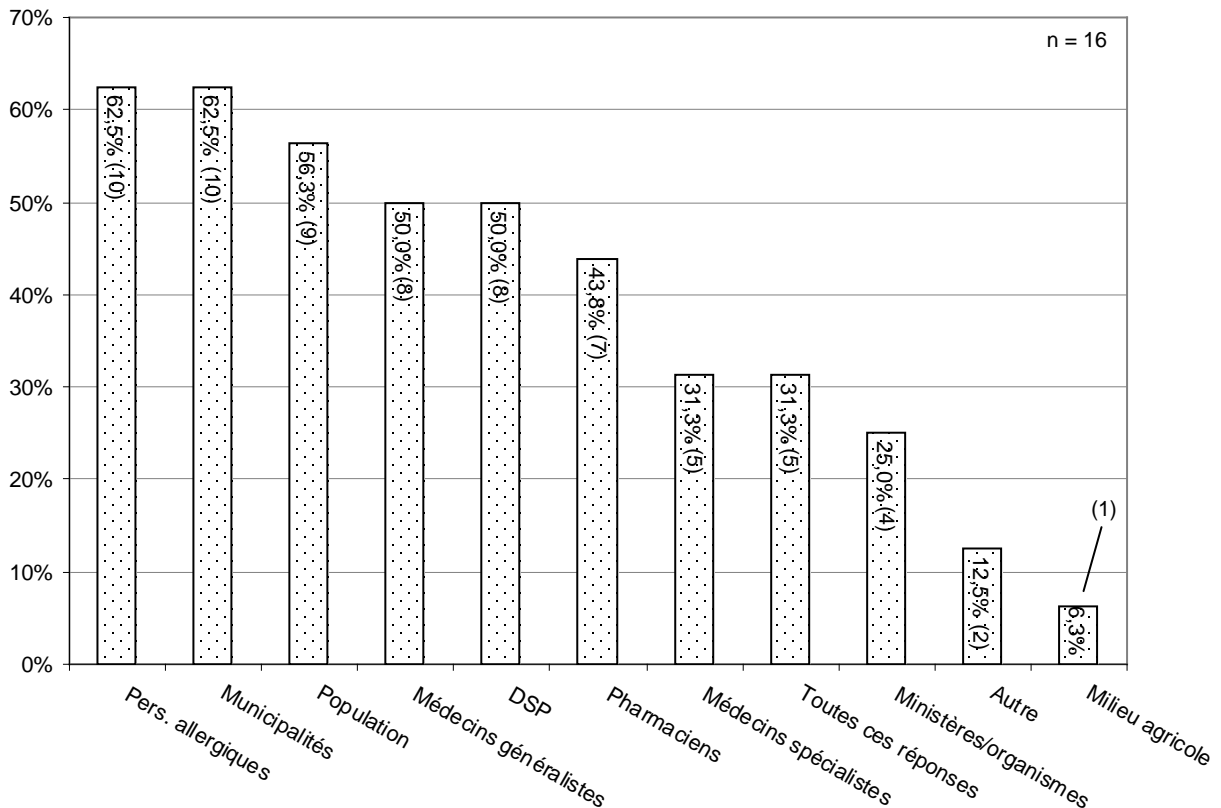


Figure 10 Destinataires privilégiés de l'information pollinique

De notre analyse, il nous apparaît évident que le choix des destinataires à cibler dépend du type d'information à diffuser et du moment de la diffusion. À cet égard, la question aurait dû être formulée différemment afin d'obtenir des résultats plus détaillés par type d'informations à diffuser. Une approche au cas par cas serait peut-être à préconiser, en fonction des périodes propices. Par exemple, lors des périodes favorables à l'intervention (ex. : coupe-fauche de l'herbe à poux), l'information pourrait être diffusée aux différents propriétaires publics ou privés de terrains infestés ainsi qu'aux partenaires concernés (municipalités, ministères, etc.) afin d'intervenir de façon concertée et efficace. Parmi les commentaires recueillis, on mentionne de faire attention de ne pas trop surcharger les différents destinataires, car beaucoup d'informations apparentées circulent pendant la période estivale, comme le programme Info-Smog, les avertissements de chaleur accablante, etc.

La troisième question de la section sur les besoins visait à identifier les moyens de diffusion de l'information sur les pollens. Cinq choix étaient proposés et les résultats sont présentés à la figure 11. Selon les répondants, une diffusion sur un site Internet et par les médias serait les options à privilégier. Ces deux moyens ont été jugés favorables par plus de 75 % des

répondants. Ici aussi, la question aurait pu être formulée différemment afin d'obtenir des réponses détaillées par type d'information à diffuser. Le choix des moyens de diffusion à cibler dépendra du type d'information à diffuser et une approche au cas pas cas serait peut-être à préconiser.

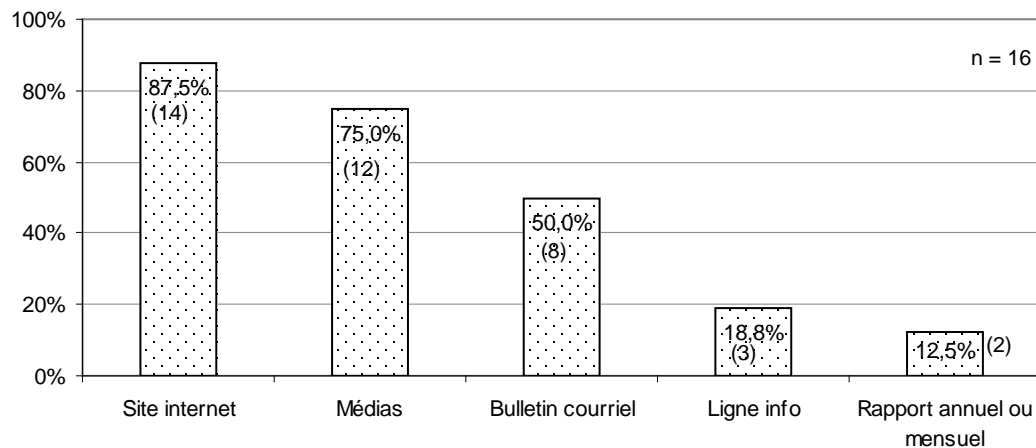


Figure 11 Moyens de diffusion de l'information

Dans la quatrième question de la section sur les besoins, les répondants devaient indiquer à quelles fins l'information sur les pollens pourrait être utilisée. Ils devaient cocher dans quelle mesure (pas intéressant, peu intéressant, moyennement intéressant, très intéressant, essentiel) l'information sur les pollens pouvait s'avérer utile afin d'effectuer les actions proposées. Le tableau 20 présente les résultats obtenus.

Tableau 20 Utilisations possibles des informations polliniques

Choix de réponses (n = variable)	A) Essentiel		B) Très intéressant		C) Moyennement intéressant		D) Peu intéressant		E) Pas intéressant		Somme partielle (A + B)		Somme partielle (C + D + E)	
	n ^{bre}	%	n ^{bre}	%	n ^{bre}	%	n ^{bre}	%	n ^{bre}	%	n ^{bre}	%	n ^{bre}	%
Planification d'interventions (n = 15)	6	40,0	7	46,7	2	13,3	0	0	0	0	13	86,7	2	13,3
Mise sur pied de programmes de contrôle (n = 15)	5	33,3	7	46,7	3	20,0	0	0	0	0	12	80,0	3	20,0
Mesure de l'efficacité des interventions (n = 16)	5	31,3	9	56,3	2	12,5	0	0	0	0	14	87,5	2	12,5
Développement des connaissances (n = 16)	1	6,3	12	75,0	3	18,8	0	0	0	0	13	81,3	3	18,8
Surveillance de l'état de santé de la population (n = 15)	1	6,7	11	73,3	2	13,3	1	6,7	0	0	12	80,0	3	20,0
Planification d'aménagements paysagers (n = 16)	2	12,5	7	43,8	4	25,0	3	18,8	0	0	9	56,3	7	43,8
Réseau d'alerte (n = 15)	2	13,3	5	33,3	2	13,3	3	20,0	3	20,0	7	46,7	8	53,3

Mis à part la planification d'aménagements paysagers et le réseau d'alerte, les mesures proposées suscitent de l'intérêt de façon marquée (> 80 % des répondants les jugent essentielles ou très intéressantes). Cependant, lorsque l'on regarde les résultats plus en détail, nous sommes en mesure de mieux discerner l'intérêt des répondants. Ainsi, trois mesures se démarquent par le fait qu'elles ont été jugées essentielles par un plus grand nombre de répondants : la planification d'interventions, la mise sur pied de programmes de contrôle et la mesure de l'efficacité des interventions. Le développement des connaissances et la surveillance de l'état de santé de la population suscitent tout de même un intérêt auprès des répondants, avec près de 75 % de ceux-ci les jugeant comme très intéressants. La planification d'aménagements paysagers suscite moins d'intérêt, 56 % des répondants la jugeant intéressante (A + B) contre 44 % la jugeant moins intéressante (C + D + E). Le réseau d'alerte quant à lui ne semble pas considéré comme utile, plus de la moitié des répondants le jugeant moyennement, peu ou pas intéressant. Un répondant mentionne notamment que puisque les périodes de pollinisation des espèces végétales allergènes sont déjà connues (c.-à-d. que nous savons déjà que le pollen de l'herbe à poux arrive au mois d'août, que les arbres pollinisent au printemps, etc.), il serait inutile de mettre en place un réseau d'alerte, car celui-ci ne procurerait pas de valeur ajoutée à l'information déjà existante. Un autre ajoute qu'il faudrait évaluer l'efficacité potentielle d'un réseau d'alerte, afin de savoir si la population le consulterait et l'utiliserait réellement.

Quelques répondants mentionnent qu'il n'est pas nécessaire d'investir dans la surveillance de l'état de santé de la population puisque l'Enquête québécoise sur la santé de la population (ISQ, 2010) fournit déjà des données provinciales et régionales sur la proportion de la population ayant eu des symptômes de rhinite allergique au cours des 12 derniers mois et la proportion de la population ayant déjà reçu un diagnostic de rhinite allergique. Toutefois, il est à noter que plus de 80 % des répondants ont mentionné à la première question de la section sur les besoins que les données sanitaires étaient essentielles ou très intéressantes (voir tableau 19).

Mentionnons que compte tenu du faible écart entre les réponses obtenues, il aurait été intéressant de demander aux répondants de hiérarchiser leurs choix en ordre de préférence (classement forcé). Cette façon de faire aurait probablement produit des résultats plus différenciés.

La cinquième question portait sur les moyens à utiliser pour mettre en œuvre une stratégie de suivi des pollens au Québec. Les répondants devaient faire leur choix parmi six réponses possibles, et pouvaient cocher plus d'une réponse. Les résultats sont présentés à la figure 12.

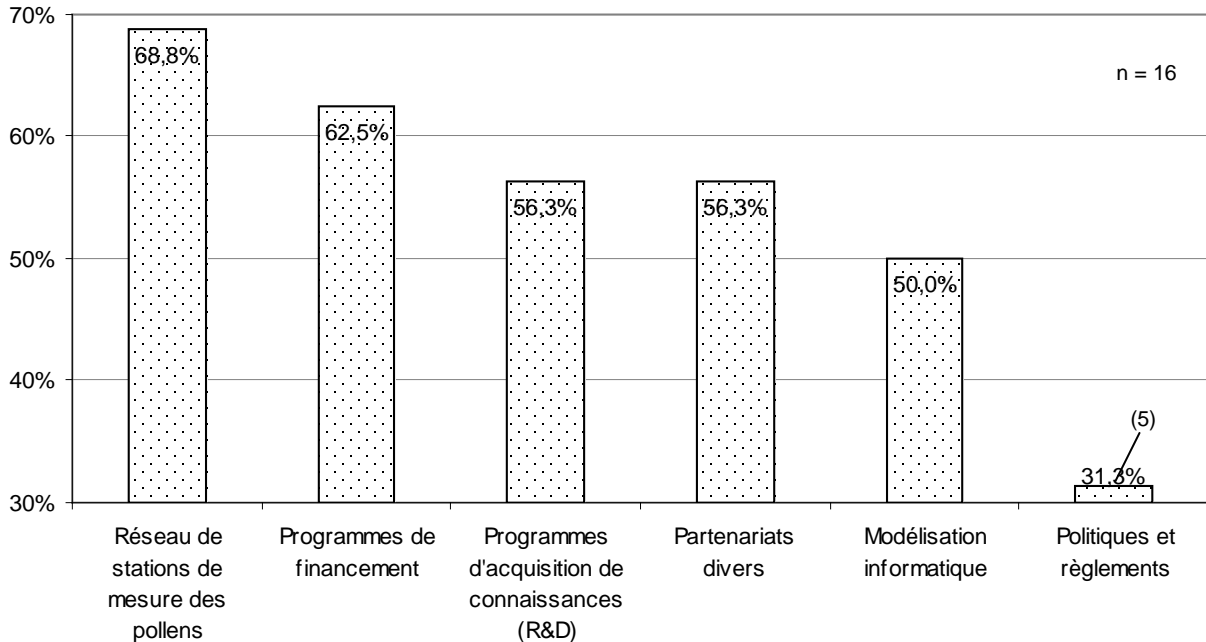


Figure 12 Moyens de mise en œuvre d'une stratégie de suivi des pollens

Le moyen de mise en œuvre qui récolte le plus de réponses est le réseau de stations de mesure des pollens avec un taux de réponse de 69 %. En revanche, l'implantation de politiques et règlements, avec un taux de réponse de 31 %, ne serait pas à privilégier selon les répondants. Seulement 50 % des répondants considèrent la modélisation informatique comme un bon moyen de suivi des pollens dans l'air. Certaines DSP ont souligné le besoin d'être outillées pour intervenir (outils de prévention et d'intervention).

Parmi les commentaires recueillis, on mentionne que la stratégie devrait être différente selon les espèces visées (ex. : arbres ou herbe à poux). Certains répondants soulignent que l'implantation d'un réseau de stations de mesure est nécessaire afin d'évaluer les actions mises en place et le progrès accompli. À cet égard, quelqu'un mentionne qu'il ne serait peut-être pas obligatoire d'avoir une mesure en continu des pollens et qu'une unité mobile de surveillance pourrait être déployée dans des cas précis, en fonction des besoins. Un répondant suggère d'identifier les priorités en matière de lieu et de période d'intervention ainsi que les partenaires à cibler (c.-à-d. les lieux, terrains où l'on doit intervenir). Un autre propose de mettre sur pied un programme d'appel d'offres aux municipalités et régions pour qu'elles développent des programmes de contrôle des pollens. En échange, le suivi des concentrations polliniques serait effectué par l'instance gouvernementale responsable. Une subvention pourrait ainsi être octroyée aux municipalités et régions présentant les meilleurs programmes.

La sixième question de la section visait à connaître l'évolution de l'intensité des allergies au fil des mois pendant la saison de croissance dans chacune des régions sondées. Les résultats sont présentés au tableau 21.

Tableau 21 Évolution de l'intensité des allergies au cours de la saison de croissance

Choix de réponses	Élevée %	Moyenne %	Faible %	Inconnue %	Nombre de répondants
Mai	20,0	13,3	13,3	53,3	15
Juin	13,3	26,7	6,7	53,3	15
Juillet	20,0	6,7	20,0	53,3	15
Août	50,0	12,5	0,0	37,5	16
Septembre	26,7	20,0	6,7	46,7	15
Octobre	6,7	13,3	33,3	46,7	15

Les réponses nous indiquent que le mois d'août est particulièrement problématique, alors que la moitié des répondants ont évalué que l'intensité des allergies était élevée. Cette période coïncide avec le début de la pollinisation de l'herbe à poux au Québec. On constate toutefois que pour chaque mois l'intensité des allergies est inconnue pour près de la moitié des répondants. Ceci démontre un manque d'information sur l'intensité des allergies et leur évolution temporelle. Un lien peut être fait avec les résultats de la première question de la section sur les besoins, où la majorité des répondants ont mentionné avoir entre autres besoin de données sanitaires.

La septième et dernière question de cette section invitait les répondants à identifier les pollens qu'il serait utile de suivre au Québec. Les résultats sont présentés à la figure 13.

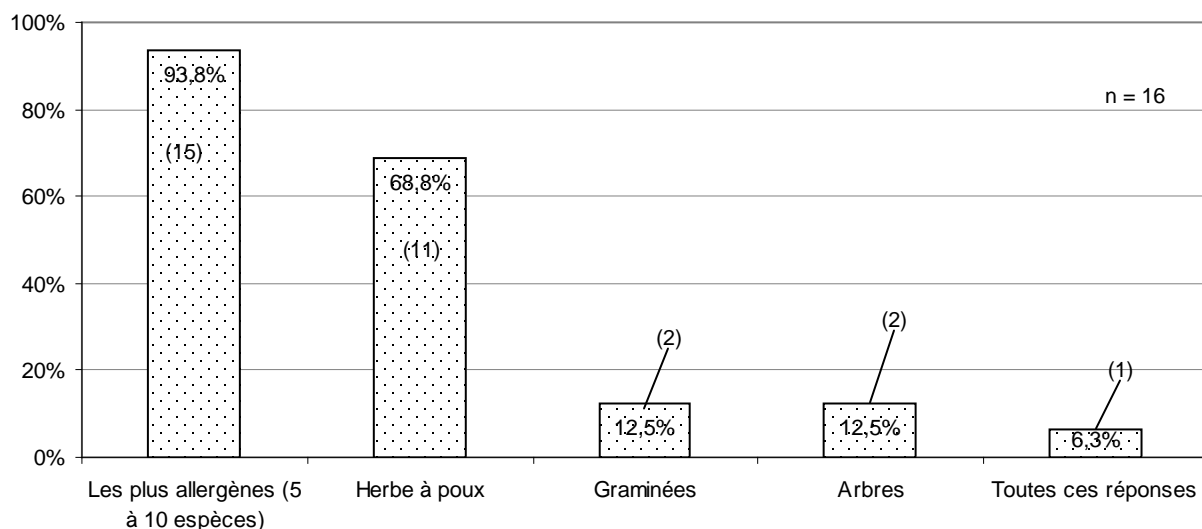


Figure 13 Pollens à surveiller au Québec

De façon quasi unanime (15 répondants sur 16), la surveillance des 5 à 10 espèces de pollens les plus allergènes au Québec constitue le choix des répondants. La surveillance du pollen de l'herbe à poux uniquement est également considérée comme importante (69 %). Les graminées (12,5 %) et les arbres (12,5 %) suscitent peu d'intérêt. Certains répondants mentionnent qu'il est important de distinguer les pollens allergènes pour lesquels il n'y a soi-disant pas de solution (c.-à-d. les arbres et les graminées) des pollens pour lesquels il y a des solutions, comme celui des mauvaises herbes. Enfin, on suggère également de prendre

en considération les changements climatiques qui pourraient modifier le patron de distribution des plantes allergènes au cours des prochaines années.

Actions sur les pollens

Cette section avait pour but d'obtenir un portrait général des actions menées au Québec sur les pollens et les allergies. À la première question, les répondants avaient comme tâche d'identifier quels types d'actions concernant les pollens ont été effectuées au cours des dernières années dans leur région. Six choix leur étaient offerts.

Exceptionnellement pour cette question, uniquement les réponses des membres des DSP ont été considérées, pour un nombre total de 13 répondants. Les résultats illustrés à la figure 14 montrent que la sensibilisation de la population, qui se fait dans chacune des 13 DSP sondées, et l'éradication de l'herbe à poux sont les actions les plus répandues. L'implantation d'un couvert végétal compétitif semble peu utilisée dans les régions. Dans certaines régions, une cartographie des plants d'herbe à poux a été effectuée, de même que des études d'impact sur la santé. Un répondant mentionne qu'une étude portant sur les connaissances, attitudes et comportements de la population en lien avec l'herbe à poux était en cours dans la région de Lanaudière au moment de la consultation. Le rapport de cette étude a été déposé en mai 2012 (Hakizimana *et al.*, 2012).

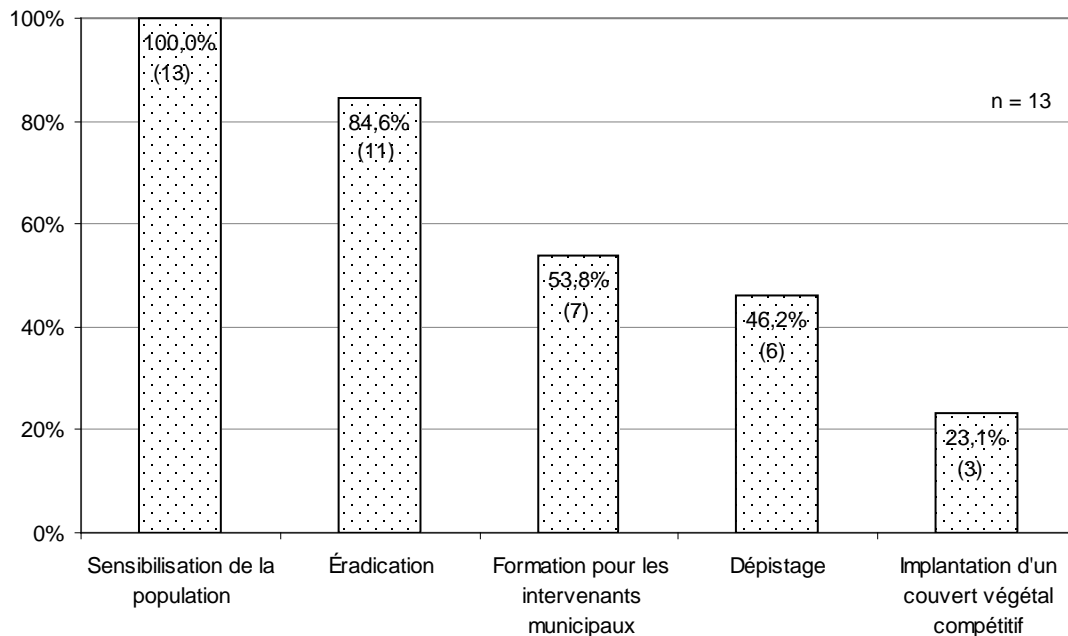


Figure 14 Actions concernant les pollens menées au cours des dernières années ou à venir

La seconde question visait à identifier les porteurs des actions citées à la question précédente, c'est-à-dire les organisations (municipalités, DSP, organismes, etc.) responsables de la mise en œuvre d'actions de sensibilisation, d'éradication, de formation, de dépistage ou d'implantation d'un couvert végétal compétitif. Pour cette question, les réponses de l'ensemble des répondants (DSP et autres) ont été prises en compte.

Cette question ouverte a permis de recueillir une grande variété de réponses. Toutefois, certaines tendances peuvent être dégagées. En ce qui concerne la sensibilisation de la population, les DSP et les municipalités sont les plus citées. Le dépistage et l'éradication semblent faits principalement par les municipalités. Peu de répondants ont indiqué que des formations étaient offertes dans leur région, mais lorsque c'est le cas, ce sont principalement les DSP qui sont les porteurs de cette action. Finalement, l'implantation d'un couvert végétal compétitif semble rarement effectuée dans les régions, mais quelques interventions sont tout de même réalisées, le plus souvent par les municipalités ou par le MTQ. À noter qu'aucune divergence n'a été observée entre les réponses provenant de DSP et les réponses de représentants d'autres organisations (ministères, organismes, etc.).

7.3 INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

La consultation des intervenants de santé publique a permis de préciser quels étaient les besoins en matière de gestion des pollens au Québec. Les préoccupations exprimées par les participants confirment l'importance accordée à cette question par le réseau de la santé publique, particulièrement dans les régions du sud-ouest du Québec, où les pollens sont plus abondants et leurs effets plus marqués.

Quatre grandes conclusions peuvent ainsi être tirées de cette consultation :

1. Il existe un grand besoin d'**acquisition de connaissances** afin que les répondants régionaux puissent avoir une meilleure connaissance de la problématique et ainsi poser des actions pertinentes et ciblées. Plusieurs répondants ont manifesté le besoin de *connaître la localisation des sources de pollens allergènes*. Par exemple, une cartographie des sources de pollens permettrait aux DSP de savoir où une intervention est requise et ainsi d'approcher les différentes parties concernées (municipalités, propriétaires de terrains privés ou publics).

Parallèlement, des *données sanitaires* sont nécessaires afin de démontrer l'importance du problème associé à ces sources de pollens allergènes. Des données de prévalence régionales et même locales (à l'échelle d'une municipalité par exemple) seraient requises, de même que des informations sur les espèces de pollens en cause et leur potentiel allergène. Plusieurs études sur les impacts des pollens sur la santé existent; il s'agirait d'assurer une diffusion de cette information, mais également de fournir de l'information plus précise, c'est-à-dire faire ressortir les particularités régionales.

2. Les répondants des DSP désirent principalement **planifier des interventions** et en **mesurer l'efficacité**. Des interventions de *sensibilisation* ou la mise sur pied de *programmes de contrôle des pollens* sont des exemples d'interventions que les répondants désirent mettre en place. Pour ce faire, les répondants régionaux **désirent être outillés** afin de faire de la prévention et de mettre en place des interventions. Dans le but d'aider les DSP du Québec à mieux planifier des interventions et mettre en place des mesures de contrôle, des *programmes de financement* et d'*acquisition de connaissances* ainsi que des *partenariats* sont espérés. De plus, 69 % des répondants réclament un *réseau de stations de mesure des pollens* dans une optique de mesure de l'efficacité des interventions.

3. La presque totalité des répondants considère qu'il faut cibler les espèces de pollens les plus allergènes dans un éventuel programme de surveillance. Des critères de sélection des espèces à privilégier devront dans ce cas être pris en compte (ex. : abondance de l'espèce, quantité de pollens produite, pouvoir allergène, distribution géographique, etc.).
4. Les moyens de diffusion et les destinataires à cibler dépendent dans une large proportion du type d'information à diffuser. Une approche au cas par cas semble être l'idéal.

La figure 15 présente une synthèse des principales conclusions de la consultation des intervenants de santé publique québécois.

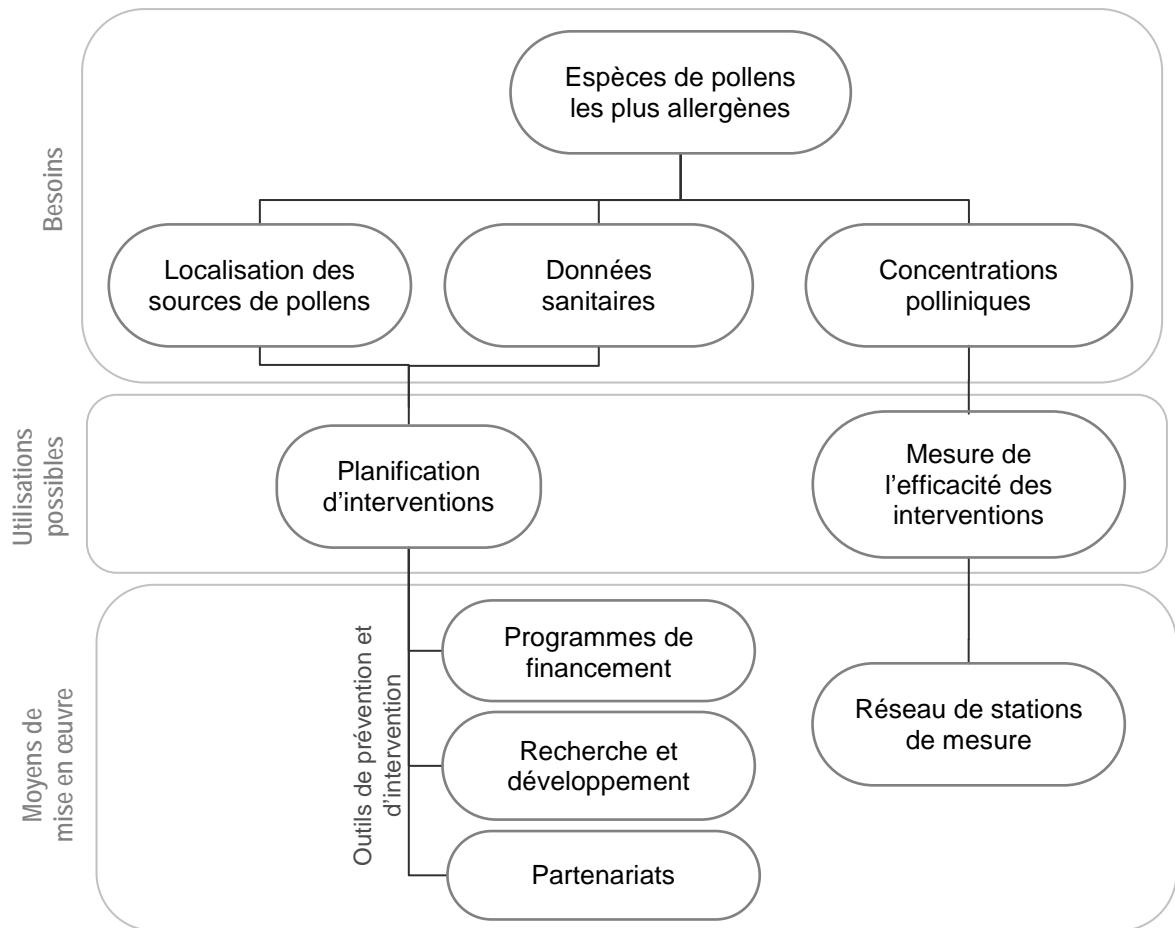


Figure 15 Synthèse des principales conclusions de la consultation des intervenants québécois de santé publique sur la question des pollens

CONCLUSION

La problématique des allergies aux pollens soulève de plus en plus d'inquiétudes au sein du réseau de la santé publique québécois. Différents facteurs sont venus accentuer le phénomène au cours des dernières décennies, notamment les changements climatiques et la pollution atmosphérique, qui expliqueraient en bonne partie l'augmentation de la prévalence des allergies respiratoires selon plusieurs chercheurs. Au Québec, l'herbe à poux pose un problème particulier étant donné son fort pouvoir allergène et son abondance. Différentes enquêtes statistiques ont révélé que la prévalence de l'allergie à son pollen serait en augmentation depuis les 25 dernières années.

Le Québec est l'un des pionniers en ce qui concerne les recherches sur l'herbe à poux. Ces dix dernières années ont marqué une avancée importante des connaissances sur la gestion de l'herbe à poux. Notamment, l'acquisition de données probantes sur l'impact positif du contrôle de l'herbe à poux et de son pollen grâce aux projets de la TQHP et ses partenaires renforce la pertinence de gérer la plante à l'échelle des collectivités. En effet, le projet Herbe à poux 2007-2010 a démontré qu'il est tout à fait possible, à peu de frais, de faire une gestion efficace de l'herbe à poux à l'échelle d'une municipalité. Cette étude appuie ainsi l'adoption de programmes d'interventions intensifs adaptables à la réalité du monde municipal. En parallèle, des travaux d'Agriculture et Agroalimentaire Canada ont prouvé l'efficacité de la méthode de contrôle la plus utilisée (tonte) par les municipalités et le MTQ. Il ne manque aujourd'hui qu'une volonté et un arrimage entre les organisations pour gérer efficacement les terrains les plus infestés au Québec dont elles ont la responsabilité.

Cette observation est corroborée par des intervenants de santé publique qui ont mis en évidence le besoin de soutien dans la planification d'interventions de contrôle et la mesure de leur efficacité permettant d'atteindre plus efficacement l'objectif fixé dans le PNSP 2003-2012 : « Réduire l'incidence, la morbidité et la mortalité des maladies associées à des facteurs de risque environnementaux ».

Par ailleurs, en 2012, une cinquantaine de décideurs municipaux reconnaissent leurs rôles et responsabilités à l'égard de cette problématique, mais soulignent des difficultés dans sa gestion. Ils considèrent primordial d'améliorer les collaborations entre les municipalités, de même qu'avec le MTQ et les autres gestionnaires institutionnels, agricoles et industriels. Ils souhaitent pouvoir compter sur un soutien financier et voir l'adoption par le MTQ d'un plan de gestion spécifique à l'herbe à poux (De Léry, 2012).

Dans ce contexte, la prise en charge de la problématique au niveau provincial devient nécessaire. La mise en place d'une stratégie québécoise sur les pollens, qui serait axée sur une intervention globale et intégrée visant avant tout le contrôle du pollen, apparaît comme l'orientation à prendre. Une telle stratégie encouragerait l'harmonisation des actions qui sont actuellement menées de façon isolée et ponctuelle. La stratégie devra intégrer un ensemble de mesures et d'actions ciblées qui permettront de réduire les impacts sanitaires des pollens allergènes.

RÉFÉRENCES

- Aerobiology Research Laboratory (27 avril 2012). *Échantillonneurs rotatifs à impact pour aéroallergènes*. Accessible au : <http://www.aerobiology.ca/products/samplers.php>.
- Ahlholm, J.U., M.L. Helander et J. Savolainen (1998). Genetic and environmental factors affecting the allergenicity of birch (*Betula pubescens* ssp. *czerepanovii* [Orl.] Hämet-ahti) pollen, *Clinical And Experimental Allergy: Journal Of The British Society For Allergy And Clinical Immunology*, 28 (11), p. 1384-1388.
- Association d'information sur l'allergie et l'asthme. *Conseils pour éviter les allergènes en suspension*. Accessible au : http://aaia.ca/fr/airborne_allergens_avoidance.htm. Consulté le 23 août 2010.
- Asselin, S., S. Bachand, C. Christin et Y. Bonvalot (1998). *Liens entre les pollens allergènes, leur mesure et les symptômes ressentis*, Régie régionale de la santé et des services sociaux de Montréal-Centre.
- ASSS de Montréal *Herbe à poux*. Accessible au : <http://www.santepub-mtl.qc.ca/herbeapoux/index.html>. Consulté le 23 août 2010.
- Bachand, S. et C. Christin (1996). *Herbe à poux : guide de gestion et nouvelles méthodes de contrôle*, Direction de la santé publique Régie régionale de la santé et des services sociaux de Montréal-Centre.
- Bacsi, A., B.K. Choudhury, N. Dharajiya, S. Sur et I. Boldogh (2006). Subpollen particles: Carriers of allergenic proteins and oxidases, *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 118 (4), p. 844-850.
- Banken, R. et P. Comtois (1990). Concentration du pollen de l'herbe à poux et prévalence de la rhinite allergique dans deux municipalités des Laurentides, *L'Union médicale du Canada*, 119 (4), p. 178-183.
- Barnes, C., F. Pacheco, J. Landuyt, F. Hu et J. Portnoy (2001). Hourly variation of airborne ragweed pollen in Kansas City, *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, 86 (2), p. 166-171.
- Beauchemin, C., J.-B. Drapeau, J. Groulx, J. Lachaine, M.-E. Lapierre et E. Masson (2012). *Évaluation économique d'un mode d'interventions concerté dans la lutte contre l'herbe à poux au Québec*, Document interne. Montréal, Université de Montréal.
- Beaumont, J.-P. (2005) Entretenir différemment les abords d'autoroutes avec la gestion écologique de la végétation, *Le Flash herbe à poux* 6 (3). Accessible au : http://extranet.santemonteregie.qc.ca/hPoux_flash.html.
- Beggs, P.J. (2004). Impacts of climate change on aeroallergens: past and future, *Clinical And Experimental Allergy: Journal Of The British Society For Allergy And Clinical Immunology*, 34 (10), p. 1507-1513.

- Beggs, P.J. et H.J. Bambrick (2005). Is the global rise of asthma an early impact of anthropogenic climate change?, *Environmental Health Perspectives*, 113 (8), p. 915-919.
- Beggs, P.J. (2010). Adaptation to impacts of climate change on aeroallergens and allergic respiratory diseases, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 7 (8), p. 3006-3021.
- Beggs, P.J. (2011). Impacts of climate change on aeroallergens and allergic respiratory diseases in children in rural areas, *International Public Health Journal*, 2 (4-special issue), p. 377-383.
- Benoît, D.-L. et G. Bourgeois (2007) Un modèle bioclimatique pour prédire le développement végétatif de l'herbe à poux, *Le Flash herbe à poux* 8 (3). Accessible au : http://extranet.santemonteregie.qc.ca/hPoux_flash.html.
- Bonton, P., A. Boucher, M. Thonnat, R. Tomczak, J.H. Pablo, J. Belmonte et G. Carmen (2002). Colour image in 2D and 3D microscopy for the automation of pollen rate measurement, *Image Analysis and Stereology*, 21, p. 25-30.
- Bonvalot, Y. et C. Christin (1994). *Localisation de capteurs volumétriques pour le suivi de la contamination pollinique sur l'Île de Montréal*, Régie régionale de la santé et des services sociaux de Montréal-Centre.
- Boucher, A., P.J. Hidalgo, M. Thonnat, J. Belmonte, C. Galan, P. Bonton et R. Tomczak (2002). Development of a semi-automatic system for pollen recognition, *Aerobiologia*, 18 (3), p. 195-201.
- Bousquet, J., N. Khaltaev, A.A. Cruz, J. Denburg, W.J. Fokkens, A. Togias, T. Zuberbier, C.E. Baena-Cagnani, G.W. Canonica, C. van Weel, I. Agache, N. Ait-Khaled, C. Bachert, M.S. Blaiss, S. Bonini, *et al.* (2008). Allergic Rhinitis and its Impact on Asthma (ARIA) 2008 update *Allergy*, 63 (Suppl 86), p. 8-160.
- Breton, M.C., M. Garneau, I. Fortier, F. Guay et J. Louis (2006). Relationship between climate, pollen concentrations of Ambrosia and medical consultations for allergic rhinitis in Montreal, 1994-2002, *The Science of the total environment*, 370 (1), p. 39-50.
- Calleja, M. et I. Farrera (2005). *Métrologie des pollens dans l'air : étude intercomparative en région Languedoc-Roussillon*, Montpellier, École nationale supérieure Agronomique de Montpellier.
- Canadien National *Gestion de la végétation*. Accessible au : <http://www.cn.ca/fr/corporate-citizenship-public-issues-vegetation-management.htm>. Consulté le 27 août 2010.
- Canadien Pacifique *Environnement*. Accessible au : <http://www.cn.ca/fr/corporate-citizenship-public-issues-vegetation-management.htm>. Consulté le 27 août 2010.
- Canuel, M. et D. Bélanger (2010). Évolution de la prévalence des allergies non alimentaires et de leur traitement par médication : données québécoises issues d'enquêtes populationnelles (1994-2005), Institut national de santé publique du Québec. Accessible au : <http://www.inspq.qc.ca/publications>.

- Canuel, M. et G. Lebel (2012). Prévalence des symptômes et du diagnostic de la rhinite allergique chez les 15 ans et plus au Québec, 2008, Institut national de santé publique du Québec.
- Carinanos, P., J.A. Sanchez-Mesa, J.C. Prieto-Baena, A. Lopez, F. Guerra, C. Moreno, E. Dominguez et C. Galan (2002). Pollen allergy related to the area of residence in the city of Cordoba, south-west Spain, *Journal of Environmental Monitoring*, 4 (5), p. 734-738.
- CGNA/PMEC (2002). *Actes du symposium sur la pollution atmosphérique et la santé publique*, (Montréal, 23 et 24 mai 2002), Gouvernement du Québec, 56 p.
- Chen, C., E. Hendriks, R. Duin, J. Reiber, P. Hiemstra, L. de Weger et B. Stoel (2006). Feasibility study on automated recognition of allergenic pollen: grass, birch and mugwort, *Aerobiologia*, 22 (4), 275-284.
- Ching, O.T. (2004). *Aerobiology, image analysis and allergenicity of pollen and spores in Singapore*. Thèse (Ph. D.) en Philosophie, National University of Singapore, Singapore.
- Christin, C. (2003) Augmentation de la quantité de pollens sur l'île de Montréal, *Le Flash herbe à poux* 4 (3). Accessible au : http://extranet.santemonteregie.qc.ca/hPoux_flash.html.
- Christin, C. et R. Mazur (1994). *État de la situation sur l'herbe à poux dans l'île de Montréal*, Unité de santé au travail et santé environnementale, Direction de la santé publique de Montréal-Centre.
- Comtois, P., G. Batchelder et D. Sherknies (1989). Pre-season forecasting, dans *Aerobiology, health and environment, A symposium* (Montréal, 1-3 juin 1988), Université de Montréal.
- Comtois, P. et L. Gagnon (1988). Concentration pollinique et fréquence des symptômes de pollinose : une méthode pour déterminer les seuils cliniques, *Revue française d'Allergologie et d'Immunologie Clinique*, 28 (4), p. 279-286.
- Comtois, P. et L. Gagnon (1990). La biologie du pollen de l'herbe à poux, *Quatre-temps (SAJIB)*, 14 (3), p. 10-14.
- Conseil canadien des ministres de l'Environnement (2011). *Protocole de surveillance de la qualité de l'air ambiant relatif aux PM_{2,5} et à l'ozone*, Winnipeg (Manitoba), Conseil canadien des ministres de l'Environnement.
- Costa, C.M. et S. Yang (2009). Counting pollen grains using readily available, free image processing and analysis software, *Annals of Botany*, 104 (5), p. 1005-1010.
- D'Amato, G. et L. Cecchi (2008). Effects of climate change on environmental factors in respiratory allergic diseases, *Clinical And Experimental Allergy: Journal Of The British Society For Allergy And Clinical Immunology*, 38 (8), p. 1264-1274.
- D'Amato, G., G. Liccardi, M. D'Amato et M. Cazzola (2002). Outdoor air pollution, climatic changes and allergic bronchial asthma, *Eur Respir J.*, 20, p. 763-776.

- De Léry, R. (2012). Vision des décideurs municipaux et du transport sur la gestion de l'herbe à poux - Rapport global, Agence de la santé et des services sociaux de la Montérégie.
- Deen, W. (1999). *A mechanistic model of common ragweed based on photothermal time*. Thèse (Ph. D.) en *Plant Agriculture*, University of Guelph, Guelph.
- Deen, W., L.A. Hunt et C.J. Swanton (1998). Photothermal Time Describes Common Ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) Phenological Development and Growth, *Weed Science*, 46 (5), p. 561-568.
- Delaunay, J.J., H. Sasajima, Y. Okamoto et M. Yokota (2007). Side-by-side comparison of automatic pollen counters for use in pollen information systems, *Annals of Allergy, Asthma and Immunology*, 98 (6), p. 553-558.
- Dell'Anna, R., A. Cristofori, E. Gottardini et F. Monti (2010). A critical presentation of innovative techniques for automated pollen identification in aerobiological monitoring networks, dans *Pollen: Structure, types and effects*, B.J. Kaiser, New York, Nova science, p. 273-288.
- DellaValle, C., E. Triche et M. Bell (2012). Spatial and temporal modeling of daily pollen concentrations, *International Journal of Biometeorology*, 56 (1), p. 183-194.
- DesJarlais, C., A. Blondlot, M. Allard, A. Bourque, D. Chaumont, P. Gosselin, D. Houle, C. Larrivée, N. Lease, R. Roy, J.-P. Savard, R. Turcotte et C. Villeneuve (2010). *Ouranos. Savoir s'adapter aux changements climatiques*, Ouranos. Accessible au : http://www.ouranos.ca/fr/pdf/53_sccc_21_06_lr.pdf.
- Devalia, J.L., C. Rusznak et R.J. Davies (1998). Allergen/irritant interaction - its role in sensitization and allergic disease, *Allergy*, 53 (4), p. 335-345.
- DSP de la Montérégie (2012). *Projet herbe à poux 2007-2010. Résumé scientifique - phase 1*, Direction des communications du MSSS. Accessible au : <http://publications.msss.gouv.qc.ca/acrobat/f/documentation/2011/11-244-03W.pdf>.
- Duquette, P. (12 juillet 2010). *Gatineau veut remiser ses mouchoirs*. Accessible au : <http://www.lapresse.ca/le-droit/actualites/ville-de-gatineau/201007/12/01-4297667-gatineau-veut-remiser-ses-mouchoirs.php>.
- Emanuel, M.B. (1988). Hay fever, a post industrial revolution epidemic: a history of its growth during the 19th century, *Clinical Allergy*, 18 (3), p. 295-304.
- Emberlin, J. (1994). The effects of patterns in climate and pollen abundance on allergy, *Allergy*, 49 (18 Suppl), p. 15-20.
- Emberlin, J. et J. Norris-Hill (1991). Spatial variation of pollen deposition in north London, *Grana*, 30 (1), p. 190-195.
- Fischbach, F.A. (1986). Biophysical factors in ragweed pollen: Avoidance strategies in a community, *Grana*, 25 (3), p. 221 - 233.

- Frei, T. (1998). The effects of climate change in Switzerland 1969-1996 on airborne pollen quantities from hazel, birch and grass, *Grana*, 37 (3), p. 172-179.
- Frenguelli, G. (2002). Interactions between climatic changes and allergenic plants, *Monaldi Archive Chest Disease*, 57 (2), p. 141-143.
- Francoeur, R. (1990). Les campagnes de dépistage de l'herbe à poux de la Communauté urbaine de Montréal, *Quatre-temps (SAJIB)*, 14(3), p. 27-31.
- Frenz, D., S. Melcher, L. Murray et R. Sand (1997). A comparison of total pollen counts obtained 5.6 km apart, *Aerobiologia*, 13 (3), p. 205-208.
- Frenz, D.A. (1999). Comparing pollen and spore counts collected with the Rotorod Sampler and Burkard spore trap, *Annals of Allergy, Asthma and Immunology*, 83 (5), 341-349.
- Frenz, D.A. (2000). The effect of windspeed on pollen and spore counts collected with the Rotorod Sampler and Burkard spore trap, *Annals Of Allergy, Asthma & Immunology: Official Publication Of The American College Of Allergy, Asthma, & Immunology*, 85 (5), p. 392-394.
- Frenz, D.A. (2000). Interpreting atmospheric pollen counts for use in clinical allergy: Spatial variability, *Annals of Allergy, Asthma and Immunology*, 84 (5), p. 481-491.
- Frère Marie-Victorin (1995). *Flore laurentienne*, 3^e édition. Montréal : Presses de l'Université de Montréal.
- Galan, C., P.C. Gonzalez, P.A. Teno et E.D. Vilches (2007). *Spanish Aerobiology Network (REA): Management and Quality Manual*, Universidad de Cordoba.
- Garneau, M., M.-C. Breton, F. Guay, I. Fortier, M.-F. Sottile et D. Chaumont (2006). Hausse des concentrations des particules organiques (pollens) causée par le changement climatique et ses conséquences potentielles sur les maladies respiratoires des populations vulnérables en milieu urbain, Fonds d'action pour le changement climatique (FACC), sous composante Impacts et Adaptation. Accessible au : http://www.ouranos.ca/media/publication/34_Rapport_Garneau_sante_2006.pdf.
- GIEC (2007). Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Genève, GIEC.
- Goulet, L., C. Christin et É. Hudon (1996). *Prévalence et gravité des symptômes d'allergie respiratoire chez les résidents de l'Île de Montréal*, Régie régionale de la santé et des services sociaux de Montréal-Centre.
- Goyette-Pernot, J. (2006). L'Ambroisie : analyse statistique et modélisation numérique de sa trajectoire aérobiologique. Thèse (Ph. D.) en Sciences, Université de Fribourg, Fribourg.
- Goyette-Pernot, J. (2007) La modélisation numérique : une approche intéressante pour l'aérobiologie, *Le Flash herbe à poux* vol. 8 (no 3). Accessible au : http://extranet.santemonteregie.qc.ca/hPoux_flash.html.

- Hakizimana, G., C. Gagné et S. Courchesne-O'Neill (2012). Les déterminants de l'intention des propriétaires résidentiels de la région de Lanaudière à éliminer l'herbe à poux sur leurs terrains, Joliette, Agence de la santé et des services sociaux de Lanaudière, Direction de santé publique, Service de prévention et contrôle des risques d'origine biologique et environnementale et Service de surveillance, recherche et évaluation.
- Hall, S.A. (1992). Comparative pollen influx at a nine-trap array in the grand prairie of northern Texas, *Texas Journal of Science*, 44 (4), p. 469-474.
- Hamel-Fortin, S. (2002) Prévalence régionale de l'allergie saisonnière (rhume des foins), *Le Flash herbe à poux* 3 (3). Accessible au : http://extranet.santemonteregie.qc.ca/hPoux_flash.html.
- Hasnain, S.M., C.H. Katelaris, E. Newbegin et A.B. Singh (2007). Aeroallergen Monitoring Standard for The Asia Pacific Region - A WAO manual for the use of the Burkard Volumetric Spore Trap and Burkard Personal Volumetric Air Sampler, World Allergy Organization.
- Holdaway, C.A. (2004). *Automation of pollen analysis using a computer microscope*. Thèse en "Computer Systems Engineering", Massey University, Turitea.
- Holt, K., G. Allen, R. Hodgson, S. Marsland et J. Flenley (2011). Progress towards an automated trainable pollen location and classifier system for use in the palynology laboratory, *Review of Palaeobotany and Palynology*, 167 (3-4), p. 175-183.
- Huynen, M. et B. Menne (2003). Phenology and human health: allergic disorder. Report of a WHO meeting, Rome, Italy, 16-17 January 2003, Organisation mondiale de la Santé.
- Hydro-Québec *Maîtrise de la végétation*. Accessible au : <http://www.hydroquebec.com/vegetation/fr/>. ISQ (2001). *Enquête sociale et de santé 1998*, Les Publications du Québec. Accessible au : http://www.stat.gouv.qc.ca/publications/sante/pdf/e_soc98v2.pdf. Consulté le 27 août 2010.
- ISQ (2010). *Enquête québécoise sur la santé de la population (EQSP) 2008*, Rapport de l'onglet Plan commun de surveillance produit par l'Infocentre de santé publique à l'Institut national de santé publique du Québec.
- Jacques, L., S. Goudreau, C. Plante, M. Fournier et R.L. Thivierge (2008). *Prévalence des manifestations allergiques associées à l'herbe à poux chez les enfants de l'île de Montréal*, Direction de la santé publique de Montréal.
- Jager, S. (1998). Global aspects of ragweed in Europe, dans *6th International congress on Aerobiology, Satellite Symposium Proceedings: Ragweed in Europe* (Perugia, Italy, 31 août-5 septembre 1998), ALK Abello.
- Jelks, M.L. (1991). Interpretation of pollen counts, *Annals Of Allergy*, 67 (1), p. 1-2.
- Knox, R.B. (1993). Grass pollen, thunderstorms and asthma, *Clinical And Experimental Allergy: Journal Of The British Society For Allergy And Clinical Immunology*, 23 (5), p. 354-359.

- Laaidi, K., M. Laaidi et J.-P. Besancenot (1997). Pollens, pollinoses et météorologie, *La Météorologie*, 8 (20), p. 41-56.
- Laaidi, M., K. Laaidi et J.-P. Besancenot (2002). Synergie entre pollens et polluants chimiques de l'air : les risques croisés, *Environnement, Risques et Santé*, 1 (1), p. 42-49.
- Laplante, L., P. Poulin et F. Ranger (1992). *Rapport d'étude sur la prévalence de la rhinite allergique à Laval*, DSC - Cité de la santé de Laval, Module santé du travail et santé environnementale.
- Légifrance). *Code de l'environnement*. Accessible au : <http://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do?cidTexte=LEGITEXT000006074220&dateTexte=20100824>. Consulté le 24 août 2010.
- Levetin, E. (2004). Methods for aeroallergen sampling, *Current Allergy and Asthma Reports*, 4 (5), p. 376-383.
- Li, P., W.J. Treloar, J.R. Flenley et L. Empson (2004). Towards automation of palynology 2: the use of texture measures and neural network analysis for automated identification of optical images of pollen grains, *Journal of Quaternary Science*, 19 (8), p. 755-762.
- Longhi, S., A. Cristofori, P. Gatto, F. Cristofolini, M.S. Grando et E. Gottardini (2009). Biomolecular identification of allergenic pollen: a new perspective for aerobiological monitoring? *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, 103 (6), p. 508-514.
- Makra, L., M. Juhász, E. Borsos et R. Béczi (2003) Ragweed pollen concentration and its meteorological components in Szeged, Hungary, *EURASAP Newsletter* (no 51). Accessible au : <http://www.eurasap.org/51/paper1.html>.
- Malaspina, T.T., M. Moriondo, M. Bindi, L. Cecchi et S. Orlandini (2007). A phenological model to evaluate the impact of the expected climate change on Cupressaceae main pollen season in Central Italy, *Italian Journal of Agrometeorology*, 12 (3), p. 45-51.
- MAPAQ *Distribution géographique de l'herbe à poux au Québec*. Accessible au : <http://www.mapaq.gouv.qc.ca/dgpar/arico/herbierv/compherbier-ambel.htm>. Consulté le 12 juillet 2010.
- Masson, E. (2001). L'Ambrosia (herbe à poux), une problématique de santé publique : l'approche québécoise, dans 14^e entretiens du Centre Jacques-Cartier - Corridors de déplacement des personnes et des ressources : handicap ou opportunité pour une gestion durable de l'environnement (Lyon, 3-4 décembre 2001). Accessible au : http://extranet.santemonteregie.qc.ca/hPoux_infoProOutils.html.
- MDDEFP). *Tendances des températures 1961-2010*. Accessible au : <http://www.mddep.gouv.qc.ca/climat/tendances/index.htm>. Consulté le 30 juillet 2012.
- Mitsumoto, K., K. Yabusaki, K. Kobayashi et H. Aoyagi (2009). Development of a novel real-time pollen-sorting counter using species-specific pollen autofluorescence, *Aerobiologia*, 26 (2), p. 99-111.

- MSSS (2008). *Programme national de santé publique 2003-2012*, Gouvernement du Québec. Accessible au : <http://msssa4.msss.gouv.qc.ca/fr/document/publication.nsf/0/f83b3d7956d513758525743c0068adff?OpenDocument>.
- MSSS. *Herbe à poux*. Accessible au : <http://www.herbeapoux.gouv.qc.ca/index.php?accueil>. Consultée le 23 août 2010.
- Muradil, M., Y. Okamoto, S. Yonekura, H. Chazono, M. Hisamitsu, S. Horiguchi, T. Hanazawa, Y. Takahashi, K. Yokota et S. Okumura (2010). Reevaluation of pollen quantitation by an automatic pollen counter, *Allergy and Asthma Proceedings*, 31 (5), p. 422-427.
- Nadeau, M.-J., É. Masson, N. Noisel et J. Groulx (2011). Projet Herbe à poux 2007-2010. Réduire le pollen de l'herbe à poux : mission réaliste. Le succès d'une communauté mobilisée, Agence de la santé et des services sociaux de la Montérégie.
- Néron, R. et C.J. Bouchard (2004). Le point sur la présence de l'herbe à poux en Gaspésie et en Abitibi-Témiscamingue, *Le Flash herbe à poux*, 5 (2^e édition spéciale), 2 p.
- OMS (2003). Des nuisances environnementales déclenchent des troubles allergiques chez les enfants, dans *Document d'information EURO/01/03*, OMS. Accessible au : <http://test.cp.euro.who.int/document/mediacentre/fsw hdf.pdf>.
- Pappas, C.S., P.A. Tarantilis, P.C. Harizanis et M.G. Polissiou (2003). New method for pollen identification by FT-IR spectroscopy, *Applied Spectroscopy*, 57 (1), p. 23-27.
- Paquette, D., B. Lévesque, D. Gauvin, S. Gingras et P. Mercier (2003). *La rhinite allergique et le pollen de l'herbe à poux à Québec de 1994 à 1998*, Régie régionale de la santé et des services sociaux de Québec.
- Paradis, J. et J.-V. Patenaude (1990). Le pollen de l'herbe à poux : ses répercussions médicales, *Quatre-temps (SAJIB)*, 14 (3), p. 14-22.
- PasseportSanté.net *Rhinite allergique : traitements médicaux*. Accessible au : http://www.passeportsante.net/fr/Maux/Problemes/Fiche.aspx?doc=rhinite_allergique_pm_sommaire. Consulté le 24 août 2010.
- Pedersen, B. et L. Moseholm (1993). Precision of the daily pollen count. Identifying sources of variation using variance component models, *Aerobiologia*, 9 (1), p. 15-26.
- Ranta, H., C. Sokol, S. Hicks, S. Heino et E. Kubin (2008). How do airborne and deposition pollen samplers reflect the atmospheric dispersal of different pollen types? An example from northern Finland, *Grana*, 47 (4), p. 285-296.
- Rantio-Lehtimäki, A., A. Koivikko, R. Kupias, Y. Mäkinen et A. Pohjola (1991). Significance of sampling height of airborne particles for aerobiological information, *Allergy*, 46 (1), p. 68-76.
- Raynor, G.S., E.C. Ogden et J.V. Hayes (1970). Dispersion and Deposition of Ragweed pollen from experimental sources, *Journal of applied meteorology*, 9 (December 1970), p. 885-895.

- Raynor, G.S., E.C. Ogden et J.V. Hayes (1975). Spatial variability in airborne pollen concentrations, *The Journal of allergy and clinical immunology*, 55 (3), p. 195-202.
- Rieux, C., M.-B. Personnaz et M. Thibaudon (2008). Spatial variation of airborne pollen over south-east France: characterization and implications for monitoring networks management, *Aerobiologia*, 24 (1), p. 43-52.
- Rittenour, W.R., R.G. Hamilton, D.H. Beezhold et B.J. Green (2012). Immunologic, spectrophotometric and nucleic acid based methods for the detection and quantification of airborne pollen, *Journal of Immunological Methods*, 383 (1-2), p. 47-53.
- Rodriguez-Damian, M., E. Cernadas, A. Formella et P. Sa-Otero (2004). Pollen Classification using Brightness-Based and Shape-Based Descriptors, dans *Proceedings of the Pattern Recognition, 17th International Conference on (ICPR'04) Volume 2 - Volume 02*, IEEE Computer Society.
- Rodríguez-Rajo, F., D. Fdez-Sevilla, A. Stach et V. Jato (2010). Assessment between pollen seasons in areas with different urbanization level related to local vegetation sources and differences in allergen exposure, *Aerobiologia*, 26 (1), p. 1-14.
- Scharring, S., A. Brandenburg, G. Breitfuss, H. Burkhardt, W. Dunkhorst, M. von Ehr, M. Fratz, D. Giel, U. Heimann, W. Koch, H. Lödding, W. Müller, O. Ronneberger, E. Schultz, G. Sulz, *et al.* (2006). Online Monitoring of Airborne Allergenic Particles (OMNIBUSS), dans *Biophotonics*, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, p. 31-87.
- Schenk, M.F., A.J.H. Van Vliet, M.J.M. Smulders et L.J.W.J. Gilissen (2006). Strategies for prevention and mitigation of hay fever, dans *Allergy matters: new approaches to allergy prevention and management*, Springer, p. 131-143.
- Sequeira, K. et D. Stewart (2007). Pathophysiologie de l'asthme et de la maladie pulmonaire obstructive chronique (MPOC), *Revue pharmaceutique canadienne*, 140 (suppl 3), p. s6-s7.
- Simard, M.-J. et D.-L. Benoît (2011). Effect of repetitive mowing on common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) pollen and seed production, *Annals of agricultural and environmental medicine*, 18 (1), p. 55-62.
- Singer, B.D., L.H. Ziska, D.A. Frenz, D.E. Gebhard et J.G. Straka (2005). Increasing Amb a 1 content in common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) pollen as a function of rising atmospheric CO₂ concentration, *Functional Plant Biology*, 32 (7), p. 667-670.
- Sofiev, M., J. Bousquet, T. Linkosalo, H. Ranta, A. Rantio-Lehtimäki, P. Siljamo, E. Valovirta et A. Damialis (2009). Pollen, Allergies and Adaptation, dans *Biometeorology for Adaptation to Climate Variability and Change*, Springer Netherlands, p. 75-106.
- Solomon, W., H. Burge, J. Boise et M. Becker (1980). Comparative particle recoveries by the retracting rotorod, rotoslide and Burkard spore trap sampling in a compact array, *International Journal of Biometeorology*, 24 (2), p. 107-116.
- Solomon, W.R. (1984). Aerobiology of pollinosis, *The Journal of allergy and clinical immunology*, 74 (4 Pt 1), p. 449-461.

- Stach, A., H. Garcia-Mozo, J.C. Prieto-Baena, M. Czarnecka-Operacz, D. Jenerowicz, W. Silny et C. Galan (2007). Prevalence of *Artemisia* species pollinosis in Western Poland: impact of climate change on aerobiological trends 1995-2004, *J Investig Allergol Clin Immunol*, 17 (1), p.39-47.
- Stinson, K.A. et F.A. Bazzaz (2006). CO₂ enrichment reduces reproductive dominance in competing stands of *Ambrosia artemisiifolia* (common ragweed), *Oecologia*, 147 (1), p. 155-163.
- Tardif, I. (2008). Portrait des coûts de santé associés à l'allergie au pollen de l'herbe à poux, année 2005, Agence de la santé et des services sociaux de la Montérégie.
- Thibaudon, M., K. Elias et J.-P. Besancenot (2004). Ambrosie et allergie, le cas de la France, *Environnement, Risques et Santé*, 3 (6), p. 353-367.
- Thibaudon, M., G. Olivier et A. Cheynel (2008). L'index clinique : outil d'évaluation de l'impact sanitaire du pollen, *Environnement, Risques et Santé*, 7 (6), p. 411-416.
- Thibaudon, M., R. Outteryck et C. Lachasse (2005). Bioclimatologie et Allergie, *Revue française d'Allergologie et d'Immunologie Clinique*, 45 (6), p. 447-455.
- TQHP (2002). *Dossier herbe à poux : fiches d'aide à la décision*, Table québécoise sur l'herbe à poux. Accessible au : <http://extranet.santemonteregie.qc.ca/sante-publique/sante-environnementale/nuisance/herbe-a-poux.fr.html#Outil>.
- U.S. Department of Health and Human Services (2003). Airborne allergens - something in the air. National Institute of Allergy and Infectious Diseases, National Institute of Health: 40 p.
- U.S. EPA (2008). *Review of the impacts of climate variability and change on aeroallergens and their associated effects*, National Center for Environmental Assessment. Accessible au : <http://cfpub.epa.gov/ncea/cfm/recordisplay.cfm?deid=190306>.
- U.S. EPA (2012). *Climate change indicators in the United States, 2012*, U.S. Environmental Protection Agency. Accessible au : <http://www.epa.gov/climatechange/pdfs/climate-indicators-full-2012.pdf>.
- Velasco-Jiménez, M., P. Alcázar, E. Domínguez-Vilches et C. Galán (2012). Comparative study of airborne pollen counts located in different areas of the city of Córdoba (south-western Spain), *Aerobiologia*, 29 (1), p. 113-120.
- Ville de Gatineau *Herbe à poux*. Accessible au : http://www.ville.gatineau.qc.ca/page.asp?p=environnement/herbe_poux. Consulté le 27 août 2010.
- Ville de Montréal *Réseau de surveillance de la qualité de l'air*. Accessible au : www.rsqa.qc.ca. Consulté le 27 août 2010.
- Ville de Québec *Plantes qui dérangent*. Accessible au : http://www.ville.quebec.qc.ca/environnement/arbres_plantes_faune/plantes.aspx. Consulté le 27 août 2010.

- Ville de Sherbrooke). *Lutte contre l'herbe à poux*. Accessible au : <http://www.ville.sherbrooke.qc.ca/fr/services-municipaux/service-de-l'entretien-et-de-la-voirie/horticulture/lutte-contre-l'herbe-a-poux/>. Consulté le 27 août 2012.
- Vincent, G. (1990). La petite herbe à poux : La conquête du territoire, *Quatre-temps (SAJIB)*, 14 (3), p. 3-9.
- Wayne, P., S. Foster, J. Connolly, F. Bazzaz et P. Epstein (2002). Production of allergenic pollen by ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) is increased in CO₂-enriched atmospheres, *Ann Allergy Asthma Immunol*, 88 (3), p. 279-282.
- Zhang, Z. (2006). *Resistive pulse sensors for pollen particle measurements*. Thèse (M.Sc.) en Sciences, University of Akron, Akron.
- Zimmermann, B. (2010). Characterization of Pollen by Vibrational Spectroscopy, *Applied Spectroscopy*, 64 (12), p. 1364-1373.
- Ziska, L.H., P.R. Epstein et W.H. Schlesinger (2009). Rising CO₂, Climate Change and Public Health: exploring the links to plant biology, *Environmental Health Perspectives*, 117 (2), p. 155-158.
- Ziska, L.H., D.E. Gebhard, D.A. Frenz, S. Faulkner, B.D. Singer et J.G. Straka (2003). Cities as harbingers of climate change: common ragweed, urbanization and public health, *J Allergy Clin Immunol*, 111 (2), p. 290-295.
- Ziska, L.H., K. Knowlton, C. Rogers, D. Dalan, N. Tierney, M.A. Elder, W. Filley, J. Shropshire, L.B. Ford, C. Hedberg, P. Fleetwood, K.T. Hovanky, T. Kavanaugh, G. Fulford, R.F. Vrtis, *et al.* (2011). Recent warming by latitude associated with increased length of ragweed pollen season in central North America, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108 (10), p. 4248-4251.

ANNEXE 1

**LISTE DES ESPÈCES VÉGÉTALES DONT LE POLLEN SERAIT
IMPORTANT À SURVEILLER DU POINT DE VUE DE LA SANTÉ**

**LISTE^a DES ESPÈCES VÉGÉTALES DONT LE POLLEN SERAIT IMPORTANT À SURVEILLER DU
POINT DE VUE DE LA SANTÉ**

	Nom commun	Nom latin
Arbres et arbustes (printemps)	Robinier	<i>Acacia</i>
	Aulne	<i>Alnus</i>
	Bouleau	<i>Betula</i>
	Caryer	<i>Carya</i>
	Cornouiller	<i>Cornus</i>
	Frêne	<i>Fraxinus</i>
	Genévrier	<i>Juniperus</i>
	Murier	<i>Morus</i>
	Saule	<i>Salix</i>
	Orme	<i>Ulmus</i>
	Tilleul	<i>Tilia</i>
Graminées (été)	Agrostide	<i>Agrostis</i>
	Flouve	<i>Anthoxanthum</i>
	Chiendent	<i>Cynodon</i>
	Dactyle	<i>Dactylis</i>
	Fétuque	<i>Festuca</i>
	Houlque	<i>Holcus</i>
	Ivraie	<i>Lolium</i>
	Fléole	<i>Phleum</i>
	Pâturin	<i>Poa</i>
	Sorgho	<i>Sorghum</i>
Herbacées (automne)	Amaranthe	<i>Amaranthus</i>
	Petite herbe à poux	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>
	Grande herbe à poux	<i>Ambrosia trifida</i>
	Armoise	<i>Artemisia</i>
	Ive	<i>Iva</i>
	Betterave	<i>Beta</i>
	Chénopode	<i>Chenopodium</i>
	Kochia	<i>Kochia</i>
	Soude	<i>Salsola</i>
	Plantain lancéolé	<i>Plantago lanceolata</i>
	Oseille	<i>Rumex</i>
	Chanvre	<i>Cannabis sativa</i>
Pariétaire officinale	<i>Parietaria officinalis</i>	
Ortie	<i>Urtica</i>	

^a Tirée de Asselin *et al.*, 1998.



EXPERTISE
CONSEIL



INFORMATION



FORMATION

www.inspq.qc.ca



RECHERCHE
ÉVALUATION
ET INNOVATION



COLLABORATION
INTERNATIONALE



LABORATOIRES
ET DÉPISTAGE

Institut national
de santé publique

Québec

