

PROJET
HERBE
A 2007-2010
POUX




Évaluation de l'efficacité du projet de mobilisation
pour la lutte contre l'herbe à poux sur la qualité de
vie des personnes allergiques

VOLET ENVIRONNEMENTAL



Agence de la santé
et des services sociaux
de la Montérégie

Québec 

Direction de santé publique

Auteur

Direction de Santé publique de la Montérégie

Rédaction et chercheure principale

Diane Lyse Benoit, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement en horticulture

Responsable de projet

Elisabeth Masson, secteur santé environnementale, DSP, ASSSM

Collaboratrice

Marie-Josée Simard, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures

Secrétariat et mise en pages

Annie Leduc, secteur santé environnementale, DSP, ASSSM

Pascale Potvin, secteur santé environnementale, DSP, ASSSM

Ce document est disponible en version électronique sur le portail Extranet de l'Agence –
<http://extranet.santemonteregie.qc.ca/sante-publique/sante-environnementale/nuisance/herbe-a-poux.fr.html>

Dans ce document, le générique masculin est utilisé sans intention discriminatoire et uniquement dans le but d'alléger le texte.

Dépôt légal

Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2013

Bibliothèque et Archives Canada, 2013

ISBN 978-2-89342-614-3 (PDF)

Reproduction ou téléchargement autorisés à des fins non commerciales avec mention de la source :
Direction de santé publique de la Montérégie (2013). Évaluation de l'efficacité de la mobilisation pour la lutte contre l'herbe à poux sur la qualité de vie des personnes allergiques : volet environnemental. Longueuil : Agence de la santé et des services sociaux de la Montérégie, 27 p.

© Tous droits réservés

Agence de la santé et des services sociaux de la Montérégie, août 2013

Table des matières

Résumé du Projet Herbe à poux 2007-2010.....	5
Avant-propos.....	6
Contexte du projet.....	6
Cadre conceptuel.....	7
Objectifs généraux.....	8
Introduction.....	9
1 Méthodologie.....	11
1.1. Déroulement général de l'étude.....	11
1.2. Inventaire de l'herbe à poux en milieu rural.....	11
1.3. Inventaire par quadrat de l'herbe à poux en milieu urbain afin d'estimer la densité de plants d'herbe à poux dans différents milieux.....	12
1.4. Surveillance pollinique.....	13
1.4.1. Généralités sur le capteur.....	13
1.4.2. Échantillonnage.....	13
1.4.3. Site d'échantillonnage.....	14
1.4.4. Période d'échantillonnage.....	14
1.4.5. Analyses statistiques.....	14
2 Résultats.....	15
2.1 Inventaire de l'herbe à poux en milieu rural.....	15
2.2 Inventaire de l'herbe à poux en milieu urbain.....	16
2.3 Surveillance pollinique.....	19
3 Discussion.....	23
Conclusion.....	25
Références.....	27

Liste des tableaux

Tableau 1.	Répartition des champs inventoriés dans les deux régions agricoles selon les systèmes de production et des cultures	12
Tableau 2.	Analyse de variance pour un modèle mixte de la densité d' <i>Ambrosia artemisiifolia</i> évaluée par échantillonnage sélectif	17
Tableau 3.	Analyse de variance pour un modèle mixte des concentrations de pollen d' <i>Ambrosia artemisiifolia</i> en 2007 et 2010.....	20

Liste des figures

Figure 1.	Cadre conceptuel du projet de mobilisation pour la lutte contre l'herbe à poux	7
Figure 2.	Description d'un rotorod	13
Figure 3.	Densité de l'herbe à poux en bordure de route à l'entrée des champs (roadside), en bordure de champ (field border) et au centre de champ (field centre) à Saint-Jean-sur-Richelieu et Salaberry-de-Valleyfield. Les histogrammes suivis de différentes lettres sont significativement différents dans chaque territoire ($p < 0,05$).....	15
Figure 4.	Densité moyenne de l'herbe à poux par champ de maïs et de soya traité avec des herbicides conventionnels ou des herbicides non sélectifs utilisés dans les cultures transgéniques. Les histogrammes suivis de différentes lettres sont significativement différents pour chaque culture ($p < 0,05$).....	16
Figure 5.	Comparaison des populations d'herbe à poux estimées par quadrats disposés aléatoirement et les populations estimées par quadrats sélectionnés en présence d'herbe à poux dans les deux municipalités à l'étude	17
Figure 6.	Comparaison des populations d' <i>A. artemisiifolia</i> dans les deux municipalités à l'étude, toutes années confondues. Valeurs retransformées des mesures de densités faites à partir d'échantillonnages sélectionnés.....	18
Figure 7.	Comparaison des populations d'herbe à poux en différents habitats dans les deux municipalités à l'étude en 2007 (T0) et 2010 (T3). Valeurs retransformées des mesures de densités faites à partir d'échantillonnages sélectionnés.....	18
Figure 8.	Disposition des points d'échantillonnage et classement des mesures de densités d'herbe à poux dans la ville expérimentale en 2007 et 2010.....	19
Figure 9.	Concentration moyenne de pollen dans l'air en 2010 dans les deux municipalités. Les colonnes suivies de mêmes lettres minuscules ne sont pas significativement différentes ($p < 0,05$) et les colonnes suivies de mêmes lettres majuscules ne sont pas significativement différentes ($p < 0,05$).....	20
Figure 10.	Concentration moyenne de pollen dans l'air dans les deux municipalités à l'étude en 2007 (T0) et 2010 (T3). Valeurs retransformées des mesures de concentrations de pollen.....	21

Résumé du Projet Herbe à poux 2007-2010

L'herbe à poux (*Ambrosia artemisiifolia* L.) est une mauvaise herbe répandue dans l'est du Canada. Son pollen constitue la plus importante cause de rhinite allergique saisonnière dans tout le nord-est de l'Amérique du Nord. Il serait responsable de 50 % à 90 % des allergies saisonnières. L'ampleur de la problématique pour la société québécoise est appuyée par d'importants coûts pour le traitement de la rhinite allergique associée au pollen de cette plante : en 2005, ces coûts ont été évalués entre 156,5 et 234 millions de dollars. La prévalence de la rhinite semble être en constante augmentation depuis les dernières décennies à l'échelle mondiale, notamment au Québec.

Dans le but de réduire les symptômes de rhinite allergique et d'améliorer la qualité de vie des personnes allergiques en diminuant les concentrations de pollen, la Direction de santé publique de la Montérégie et Agriculture et Agroalimentaire Canada ont conduit, pendant quatre ans, une étude dans deux municipalités du sud du Québec. La prévalence de l'allergie au pollen de l'herbe à poux sur le territoire d'étude est estimée entre 14,8 % et 20 % dans la population générale.

Le Projet Herbe à poux 2007-2010 a évalué les effets environnementaux et sanitaires d'une mobilisation permettant une gestion multisectorielle de l'herbe à poux dans un milieu expérimental (intervention optimale). Les effets sur la qualité de l'air étaient estimés par la mesure des concentrations de pollen et la densité des plants d'herbe à poux. L'évolution des effets sur la santé était documentée à l'aide de questionnaires RQLQ (rhinoconjunctivitis quality of life questionnaire). Les résultats de l'évaluation ont été comparés avec une ville témoin (intervention minimale).

L'implication soutenue des organisations locales a engendré la diminution de la densité des plants d'herbe à poux et des concentrations de pollen dans la ville mobilisée. Une réduction statistiquement et cliniquement significative de l'intensité de certains symptômes chez une personne allergique sur deux résidant dans le milieu expérimental de même qu'une amélioration de la qualité de vie ont été observées. Le mode d'intervention intégré, tel qu'appliqué, s'est donc montré efficace d'un point de vue de santé publique. Cette étude est la première à montrer l'efficacité de la mobilisation pour le contrôle de l'herbe à poux¹.

¹ Les résultats du Projet Herbe à poux 2007-2010 ont fait l'objet de différentes publications, dont un résumé scientifique disponible en ligne. <http://www.herbeapoux.gouv.qc.ca/index.php?documentation>

Avant-propos

Contexte du projet

L'ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia* L.) ou plus communément, l'herbe à poux est une plante indigène de l'est du Canada particulièrement présente au Québec (Simard & Benoit, 2010a). Près d'un Québécois sur six, soit 16,8 % de la population du Québec, présente des symptômes de rhinite allergique saisonnière (Ministère de la Santé et des Services sociaux, 2008). L'herbe à poux constitue le facteur déclenchant le plus fréquent de ce type de rhinite. La proportion de la population ayant reçu un diagnostic médical d'allergie à l'herbe à poux combinée à la proportion des individus ayant eu des symptômes de rhinite allergique en août est estimée à 12,1 %, dans les régions où l'herbe à poux est fréquente ou abondante. La prévalence associée exclusivement au pollen de l'herbe à poux dans ces mêmes régions atteindrait 17,5 %, et même 20 %, en Montérégie (Tardif, 2008).

La sévérité des symptômes physiques liés à la rhinite allergique est variable dans le temps et dépend de la sensibilité de chaque individu ainsi que de la concentration de pollen dans l'air. Les effets du pollen de l'herbe à poux sur la santé se manifestent principalement par des éternuements et des picotements des yeux et du nez. L'allergie à ce pollen peut également exacerber l'asthme chez les personnes prédisposées. Les différents symptômes peuvent devenir incommodants et altérer, de façon parfois importante, la qualité de vie des personnes touchées (troubles du sommeil, perturbation des activités quotidiennes et difficultés à travailler, par exemple). L'ensemble de ces effets engendre des coûts associés aux frais médicaux, à la perte de productivité et aux autres frais divers, coûts estimés en 2005 entre 156 et 234 millions de dollars pour le Québec (Tardif, 2008).

Compte tenu des répercussions des changements climatiques, la distribution géographique de l'herbe à poux et la période de pollinisation tendent à s'accroître (Breton, Garneau, Fortier, Guay, & Louis, 2006).

De ce fait, si le contrôle de la plante demeure tel qu'il est aujourd'hui en ce qui concerne l'efficacité, c'est-à-dire variable d'une organisation et d'une région à l'autre, peu intégré dans les pratiques courantes d'entretien et peu concerté entre les acteurs d'une même communauté, une augmentation de la durée et de l'intensité des symptômes ainsi que de la prévalence de l'allergie à l'herbe à poux sont prévisibles. Cette augmentation entraînera de plus des coûts supplémentaires pour l'ensemble de la société québécoise.

La rhinite allergique causée par le pollen de l'herbe à poux est liée au niveau d'exposition de cet allergène. Puisqu'il n'existe pas de traitement curatif jusqu'à ce jour, mis à part la désensibilisation, la principale mesure préventive est la diminution des concentrations de pollen dans l'environnement ambiant. Des méthodes efficaces de contrôle existent pour réduire la présence de l'herbe à poux et ainsi limiter les effets du pollen sur la santé. Dans cette optique, les partis concernés doivent agir collectivement et de façon concertée. L'efficacité de ce type d'intervention à diminuer le nombre de plants présents sur un territoire donné a été démontrée (Comtois & Gagnon, 1988). De plus, on sait qu'il existe une association entre les concentrations de pollen d'herbe à poux et l'apparition des symptômes de rhinite allergique.

Cependant, peu d'informations ont été recensées sur l'impact des programmes de contrôle de l'herbe à poux sur la sévérité des symptômes. Il devient impératif de démontrer cet impact permettant de renforcer le plaidoyer en faveur d'une action intégrée et multiacteur sur l'herbe à poux.

Cadre conceptuel

L'étude repose sur un cadre conceptuel (figure 1) fondé sur l'influence favorable d'une mobilisation sur la santé des personnes allergiques à l'herbe à poux. Celui-ci stipule donc que la mobilisation et la concertation d'acteurs locaux entraîneront l'application du plan d'actions concertées et la mise en place de mesures de contrôle de l'herbe à poux dans une municipalité expérimentale.

Dans l'optique où les mesures de contrôle sont appliquées correctement, le nombre de plants d'herbe à poux retrouvés sur le territoire de la municipalité serait diminué (Schneeberger, 1989; Toupin, 1992) ce qui, plausiblement, diminuerait la concentration pollinique dans l'air. En s'appuyant sur l'existence d'une corrélation entre les concentrations de pollen d'herbe à poux et l'apparition des symptômes de rhinite allergique (Comtois & Gagnon, 1988), il est possible de penser que la diminution de la concentration de pollen dans l'air conduirait à une diminution de la sévérité des symptômes chez les personnes atteintes de rhinite allergique, et par le fait même à une amélioration de leur qualité de vie.

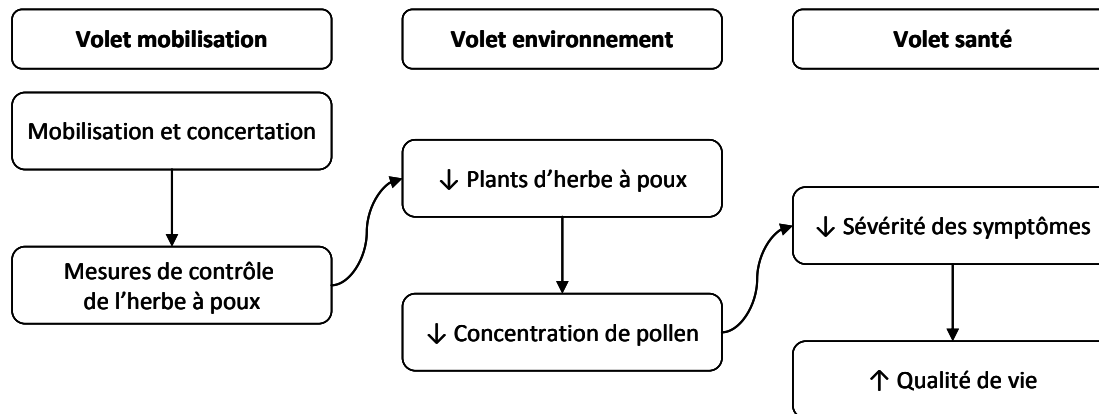


Figure 1. Cadre conceptuel du projet de mobilisation pour la lutte contre l'herbe à poux

Le cadre conceptuel prévoit une comparaison de la situation avec un autre milieu, celui-ci non mobilisé pour contrôler l'herbe à poux. La municipalité expérimentale où une intervention optimale a été mise en place (Salaberry-de-Valleyfield, Montérégie) est alors comparée à une municipalité témoin, c'est-à-dire où une intervention minimale a été réalisée, sans mobilisation particulière (Saint-Jean-sur-Richelieu, Montérégie)². Les deux milieux ont des caractéristiques environnementales, démographiques et économiques similaires. La mobilisation a été amorcée en 2008 et maintenue jusqu'en 2010. Les données environnementales et sanitaires ont été collectées dès 2007, servant de mesures initiales, prémobilisation.

² Le choix des deux territoires (voir les cartes des zones à l'étude à l'Annexe I) repose sur leurs caractéristiques comparables, en matière de types d'infrastructures et de secteurs d'activités économiques (agricole, commercial ou industriel). Les principales caractéristiques démographiques et socio-économiques sont similaires : nombre d'habitants (39 672 c. 39 274), âge médian de la population (44,6 c. 43,1 ans), taux de chômage (7,1 c. 6,0 %) et proportion de la population non diplômée (32,9 c. 29,4 %). De plus, les deux villes à l'étude sont entourées d'un territoire agricole et traversées par un cours d'eau important. La proximité géographique permet de s'assurer d'une exposition similaire aux conditions météorologiques.

Objectifs généraux

L'étude a pour objectif d'évaluer les impacts sanitaires et environnementaux de la mobilisation d'une communauté pour la lutte contre l'herbe à poux sur la qualité de vie des personnes allergiques. Pour ce faire, l'étude vise à :

- évaluer les stratégies d'action déployées quant au processus et à l'atteinte des résultats de la mobilisation pour le contrôle de l'herbe à poux (volet mobilisation);
- déterminer si la mobilisation pour la lutte contre l'herbe à poux permet de réduire la présence de l'herbe à poux sur le territoire étudié et les concentrations de pollen de source locale (volet environnement);
- déterminer si la mobilisation permet de réduire des symptômes d'allergie au pollen et d'améliorer la qualité de vie (volet santé).

Les objectifs spécifiques de l'évaluation environnementale³ sont de :

- mesurer les populations d'herbe à poux sur le territoire rural en périphérie de la ville de Salaberry-de-Valleyfield et de Saint-Jean-sur-Richelieu en 2007;
- mesurer les populations d'herbe à poux sur le territoire urbain de la ville de Salaberry-de-Valleyfield à chaque année entre 2007 et 2010 inclusivement et sur le territoire de Saint-Jean-sur-Richelieu en 2007 et 2010;
- mesurer la concentration de pollen dans les municipalités de Salaberry-de-Valleyfield et de Saint-Jean-sur-Richelieu à chaque année entre 2007 et 2010 inclusivement;
- déterminer la contribution des sources de pollen régionales et locales au contenu pollinique de l'air à Salaberry-de-Valleyfield.

³ Ce rapport se concentre exclusivement sur l'évaluation des effets sur la plante et les concentrations de pollen. La description et l'évaluation de l'intervention (volet mobilisation; Groulx, 2013) ainsi que des effets sur la santé (volet santé; Noisel *et al.* 2013) sont disponibles (voir <http://extranet.santemonteregie.qc.ca/sante-publique/sante-environnementale/nuisance/herbe-a-poux.fr.html>).

Introduction

L'herbe à poux (*Ambrosia artemisiifolia* L., Asteraceae) est une mauvaise herbe annuelle indigène de l'Amérique du Nord (Basset & Terasmae, 1962; Vincent, 1990). Les inflorescences portent des fleurs mâles ou femelles. La taille, la forme des feuilles, l'allocation aux inflorescences et la pubescence sont variables d'un plant à l'autre (Basset & Crompton, 1975). Un seul plant d'herbe à poux peut produire des millions de grains de pollen et 3 000 à 62 000 graines. Quatre pour cent de ces graines peuvent rester viables dans le sol pour au moins 39 ans (Dickerson & Sweet, 1971; Toole & Brown, 1946). Les graines sont dispersées par l'eau, les oiseaux et l'humain (Gebben, 1965). Toutefois, la réinfestation très lente d'un secteur, 70 ans après son éradication (Mandeville, 1995), et d'autres observations portent à croire que l'humain est l'agent le plus efficace de dispersion, particulièrement via le transport de sol.

L'herbe à poux est présente, de façon importante, dans le sud du Québec, notamment en Montérégie. Son pollen est un des plus abondants et un des plus allergènes au Québec. En effet, l'herbe à poux est l'agent étiologique de la moitié des cas de pollinose en Amérique du Nord. De plus, entre 1993 et 2004, la période de pollinisation a augmenté de 43 % dans la grande région de Montréal.

L'herbe à poux est présente en milieu urbain et agricole. Dans les champs en culture, on retrouve l'herbe à poux dans les champs de maïs et de soya, ainsi que dans certaines cultures horticoles telles que les carottes et les oignons (Bouchard 2006). Le pollen produit par les populations d'herbe à poux localisées dans les grands centres urbains (sources locales) contribuerait le plus aux réactions allergiques des populations humaines (Comtois 1995; Rogers 1996). Toutefois, lorsque les vents dominants transportent le pollen soulevé par les masses d'air (Saar et al 2000; Cecchi et al. 2006), il a été souvent énoncé que le pollen produit par les populations rurales d'herbe à poux pouvait contribuer aux allergies d'individus vivant dans des centres où le pollen de source locale est peu abondant. L'herbe à poux peut aussi germer très tôt dans des concentrations élevées de sels, ce qui expliquerait à ce jour la dominance de cette espèce dans les premiers 50 cm de bordure le long des routes (DiTommaso 2004). Les populations agricoles d'herbe à poux peuvent aussi être denses dans les champs où les mesures de contrôle n'ont pas fonctionné ou ne sont pas appliquées (Lewis 1973; Bazzaz 1974). Toutefois, l'information concernant la distribution actuelle des populations agricoles est déficiente. Le dernier inventaire de mauvaises herbes à grande échelle au Québec a été fait dans les années 80.

Des études récentes portent à croire que ce sont les populations des bords de routes qui contribuent à la persistance des populations dans les champs (Lavoie et al. 2007; Simard & Benoit 2010). Finalement, la production de fleurs et de graines des populations localisées sur le bord des chemins a été très peu étudiée (Vincent et al. 1992). La production de fleurs des populations rurales n'a pas été étudiée puisque les études en milieu agricole se sont concentrées sur la production de graines (Weaver & Downs 2005) et le contrôle des plants (Lewis 1973; Grangeot et al. 2006).

En milieu urbain, l'herbe à poux est présente autant sur les terrains publics que privés, mais il semblerait que certains milieux soient plus favorables à son établissement, comme les terrains vagues, les abords de routes et de rues, les sites industriels et les développements résidentiels. Une meilleure évaluation de la distribution et la densité de l'herbe à poux en milieu urbain permettrait d'estimer la quantité de pollen émise en fonction des territoires. La caractérisation des habitats les plus propices à l'établissement et à la croissance de l'herbe à poux en ville permettrait d'établir une stratégie de contrôle de l'herbe à poux dans le but de réduire significativement la prévalence de la rhinite allergique saisonnière

1 Méthodologie

1.1. Déroulement général de l'étude

L'évaluation du volet environnement repose sur un devis quasi expérimental de type prétest, post-test avec groupe de comparaison non équivalent. L'étude s'est déroulée sur une période de quatre ans, soit de l'été 2007 (T0) à l'automne 2010 (T3). La première année a permis d'établir le portrait de la situation dans les deux territoires à l'étude avant les interventions de mobilisation. À cette fin, l'inventaire des plants d'herbe à poux en milieu rural (section I), l'inventaire en milieu urbain (section II) et le compte pollinique (section III) ont été effectués durant l'été 2007 dans les deux milieux à l'étude (expérimental et témoin). Par la suite, le compte pollinique a été mesuré chaque année à la même période dans les deux milieux, alors que les densités de plants ont été mesurées chaque année dans le milieu expérimental, mais seulement à la fin de l'étude (T3 [2010]) dans le milieu témoin.

1.2. Inventaire de l'herbe à poux en milieu rural

Des inventaires d'herbe à poux ont été effectués en juillet-août dans des champs et des bordures de champs de maïs et de soya localisés dans deux régions : Salaberry-de-Valleyfield (2007) et Saint-Jean-sur-Richelieu (2007-2008). Chaque territoire rural était sous-divisé en secteurs de ~20 km². Les champs ont été sélectionnés pour couvrir chaque secteur et un minimum de champs de soya, le maïs étant la culture dominante, pour représenter la production conventionnelle avec labour, la production avec travail réduit du sol et les productions transgéniques (tableau 1).

Le nombre de plants d'herbe à poux était compté dans des quadrats de 0,25 m² localisés tous les 20 m le long de transepts en W à travers les champs ou le long de transepts parallèles au bord du champ dans des quadrats plus grands (rectangles de 1 m x 0,5 m). Le côté le plus long de ces quadrats était perpendiculaire à la bordure, de façon à ce que la moitié du quadrat soit localisée dans la section labourée. De plus, les plants d'herbe à poux ont aussi été dénombrés dans des quadrats de 1 m x 0,5 m placés tous les 2 m le long d'un transept de 6 m de chaque côté de l'entrée des champs en bordure de routes. Tous les quadrats étaient localisés et géoréférencés; la distance Euclidienne de chaque quadrat par rapport à la route la plus rapprochée a ainsi pu être calculée par le logiciel ArcGIS II 9.1 (ESRI). La fréquence d'*A. artemisiifolia* a été analysée en fonction des variables d'habitat et les populations ont été cartographiées. Les analyses statistiques étaient basées sur des modèles de régression de Poisson à inflation nulle. Les effets du positionnement (centre du champ c. bordure de champ c. bord de route), de la culture (maïs c. soya), de la méthode de répression (herbicide conventionnel c. herbicide non sélectif utilisé dans les cultures transgéniques) et du travail du sol (conventionnel avec labour c. travail réduit du sol) sur l'abondance d'*A. artemisiifolia* ont été vérifiés. L'effet de la distance par rapport à l'entrée du champ sur la densité de l'herbe à poux a été vérifié par une analyse de variance (valeurs transformées $(\ln x + 1)$); l'effet de la distance par rapport à la route la plus rapprochée sur la densité et, d'autre part, l'effet de la présence de l'herbe à poux en bordure de champ ont été testés par régression linéaire avec corrélation non paramétrique et par régression logistique, respectivement.

Tableau 1. Répartition des champs inventoriés dans les deux régions agricoles selon les systèmes de production et des cultures

	Salaberry-de-Valleyfield (Nombre de champs)	Saint-Jean-sur-Richelieu (Nombre de champs)
Nombre total inventorié	68	17 (14) *
Culture		
maïs	46	7
Soya	22	10
Culture transgénique		
Résistant au glyphosate		
Maïs	19	1
Soya	11	---
Résistant au glufosinate		
Maïs	7	---
Système de production		
Travail réduit du sol	34	---
Conventionnel avec labour	34	17

* Les 17 champs de Saint-Jean-sur-Richelieu et tous ceux de Salaberry-de-Valleyfield ont été inventoriés (bordure et centre). Quatorze champs additionnels à Saint-Jean-sur-Richelieu ont été inventoriés en bordure seulement.

1.3. Inventaire par quadrat de l'herbe à poux en milieu urbain afin d'estimer la densité de plants d'herbe à poux dans différents milieux

Des quadrats étaient disposés à l'aide d'une grille stratifiée divisant les villes étudiées en secteurs de 1,5 km² :

- A. Salaberry-de-Valleyfield — ville expérimentale (SDV) avec 13 secteurs
- B. Saint-Jean-sur-Richelieu — ville témoin (SJR) avec 18 secteurs.

Quatre types d'habitats ont été identifiés au sein de chaque municipalité :

- résidentiel (rue, boulevard),
- industriel (sites industriels, gare de triage, carrières),
- aménagé (parc, golf, espace vert) et
- perturbé (chantier de construction, site de dépôt de neige, chemin de fer et transport électrique).

Les plants d'herbe à poux ont été dénombrés dans des quadrats (50 x 50 cm) positionnés au hasard dans chaque habitat par secteur le long de bord de route (pour un total de 312 à 432 quadrats par ville). Ces quadrats ont tous été géoréférencés à l'aide d'un GPS offrant une précision de ± 1 m. Les données sur le pourcentage des composants de sols (gravier, asphalte, gazon, etc.) dans les quadrats, la couverture des mauvaises herbes et les composants du sol sous le couvert de l'herbe à poux ont également été recueillies par une évaluation visuelle. Les densités de plants ont été analysées avec un modèle factoriel mixte ANOVA, réalisée sur les valeurs transformées [$\ln(\sqrt{x + 0,5} + 1)$]. Des comparaisons multiples ont été effectuées selon le test de *Hochberg's GT2* au seuil de probabilité de $\alpha = 0,05$. Les résultats présentés sont les valeurs retournées (retransformées) à leur échelle originale.

1.4. Surveillance pollinique

1.4.1. Généralités sur le capteur

L'appareil utilisé pour capter le pollen de l'herbe à poux est un rotorod (figure 2). Il est constitué d'une tige en laiton en forme de U mise en rotation à l'aide d'un petit moteur (12 V). Les particules sont capturées sur les bras verticaux de la tige, sur lesquels a été préalablement disposée une bande enduite de graisse de silicone. Le débit d'échantillonnage dépend de la vitesse de rotation du rotorod (en tours min⁻¹) et des dimensions de la surface de capture.

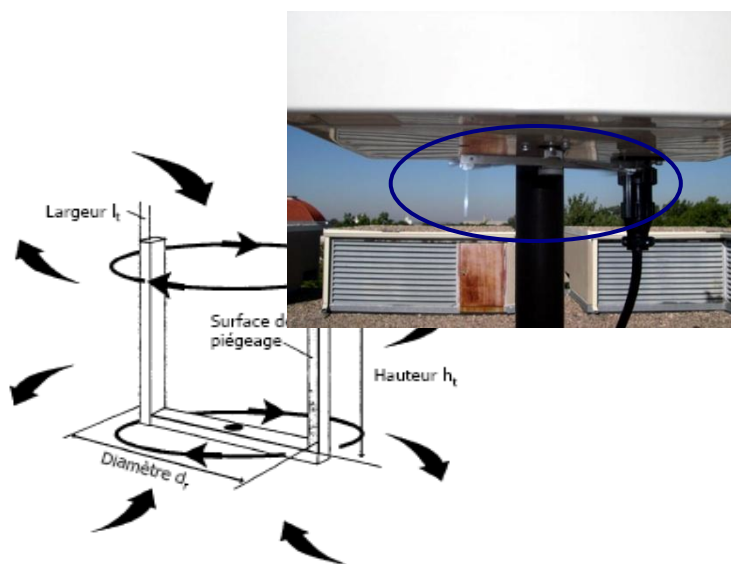


Figure 2. Description d'un rotorod

La relation permettant de calculer la teneur en pollen par m³ d'air est la suivante :

$N_{\text{grains de pollen}} \text{ (en grains.m}^{-3}\text{)} = (N_{\text{grains}} \times 1000) / (20,65 \times \text{Temps en minute})$

Soit $N_{\text{grains de pollen}} = N_{\text{grains}} \times 0,968523$ (pour une mesure pendant 50 minutes)

Avec les batteries de 12V que nous avons utilisées, les rotorods avaient une vitesse de rotation de 2400 tours par minute. Chaque capteur était relié à une minuterie qui permettait de faire des cycles de 10 minutes par heure, les jours de mesure, entre 7 h et 11 h (heures pendant lesquelles l'émission de pollen est la plus importante), soit 50 minutes de capture par jour. Le rotorod est reconnu comme un appareil fiable dont les mesures de concentration pollinique de l'herbe à poux sont constantes et reproductives (Heffer & Ratz, 2005), même si Panneton a démontré récemment que ce type d'échantillonneur surestime les quantités de particules (Panneton, 2010).

1.4.2. Échantillonnage

Les concentrations de pollen (nombre de grains de pollen/m³) ont aussi été déterminées par comptage des grains en laboratoire à partir d'un échantillonnage journalier effectué pendant la dernière quinzaine d'août. Le pollen a été collecté par 30 capteurs rotorod disposés selon les habitats. Quinze capteurs ont été installés dans chaque ville, dont douze pour l'inventaire de source locale, un capteur pour l'inventaire de source régionale et deux autres en zone agricole. L'emplacement de tous les capteurs était géoréférencé à l'aide d'un GPS offrant une précision de ± 1 m. Lors de l'installation des capteurs, ils étaient calibrés avec un tachymètre stroboscopique à 2400 rpm ± 1 %.

Les mesures répétées pour l'inventaire des concentrations de pollen pour chacun des sites n'ont pas toujours été prises par les mêmes personnes d'année en année. L'erreur systématique engendrée par ce biais peut évoluer dans les deux directions. Pour limiter l'effet du biais d'évaluateur, des protocoles de collecte des informations ont été développés et une formation fournit chaque année aux évaluateurs afin d'uniformiser l'approche méthodologique du dénombrement du pollen sous binoculaire. L'évaluation des plaques de pollen a été faite à l'aveugle. De plus, pour la variable « concentration de pollen », s'ajoute l'erreur aléatoire qu'entraîne l'instrument de mesure lui-même (rotorod; voir ci-dessus). Une erreur aléatoire de cette nature augmente l'écart-type et diminue la puissance.

1.4.3. Site d'échantillonnage

- Chaque ville était sous-divisée en secteur d'une superficie de 1,5 km². Les capteurs de source locale étaient disposés le plus possible au centre des secteurs et attribués à quatre types d'habitat (résidentiel, aménagé, industriel et perturbé), soit trois capteurs par habitat.
- Les capteurs de source locale étaient situés à une hauteur de 1,5 m. Ces capteurs ont été installés sur des terrains privés ou publics qui devaient répondre à des critères précis (éloignement des obstacles pouvant nuire à l'écoulement de l'air près des capteurs, accessibilité restreinte, accessibilité à une source électrique, etc.). Des ententes devaient préalablement être conclues avec les responsables de terrain. La recherche de ces sites de mesures a été faite de deux façons :
 - par un repérage des sites de mesures réalisé *in situ*. Des contacts téléphoniques ont été par la suite établis avec les responsables des terrains ciblés pour vérifier leur intérêt à recevoir un capteur sur leur terrain et s'assurer de l'éligibilité du site aux critères prédéterminés.
 - par le biais des participants à l'enquête santé. Lors de la sélection des participants à l'enquête santé, l'intervenant de la Direction de santé publique vérifiait, lors du contact téléphonique de présélection à l'enquête (juin-juillet), la réceptivité du participant à recevoir un capteur sur son terrain. Il s'assurait de plus de vérifier l'éligibilité du site (localisation dans les parcelles géographiques ciblées et autres critères prédéterminés).
- Un capteur régional a été installé dans chaque ville, à une hauteur d'environ 15 m, sur un édifice municipal exempt d'obstacles physiques majeurs pouvant nuire à l'écoulement normal de l'air près du capteur. Il permettait d'obtenir le bruit de fond du contenu pollinique de l'air.

1.4.4. Période d'échantillonnage

- À partir de la semaine du 1er août : 2 fois par semaine
- À partir du ~ 20 août et jusqu'au 31 août : tous les jours
- Total : 18 jours de mesures
- Horaire des prises de mesures : de 7 h à 11 h
- Répétition de l'échantillonnage : 2007 à 2010

1.4.5. Analyses statistiques

Les concentrations de pollen ont été analysées par analyse factorielle de variance sur les données transformées ($\ln(\sqrt{x} + 1)$). Des comparaisons multiples ont été effectuées selon le test de *Hochberg's GT2* au seuil de probabilité de $\alpha = 0,05$. Les résultats présentés sont basés sur des valeurs retransformées.

2 Résultats

2.1 Inventaire de l'herbe à poux en milieu rural

Selon des modèles de régression de Poisson à inflation nulle, la densité moyenne de l'herbe à poux le long des bords de routes est de 4,1 plants/m² (zone de Saint-Jean-sur-Richelieu) et 16,1 plants/m² (zone de Salaberry-de-Valleyfield). La densité de l'herbe à poux est plus faible dans les bordures de champs (1,3 plants/m²) et dans les champs, que le long des routes (figure 3). Les champs labourés et les champs où le travail du sol était réduit ont des densités équivalentes d'herbe à poux. L'abondance d'herbe à poux dans les champs est vraisemblablement reliée à l'efficacité du traitement herbicide. Les champs de maïs transgénique résistants à l'herbicide ont des densités plus élevées que les champs conventionnels (0,44 c. 0,07 plants/m²), alors que les champs de soya résistants à l'herbicide ont moins d'herbe à poux que les conventionnels (0,02 c. 1,33 plants/m²) (figure 4). Une légère augmentation du nombre de plants d'herbe à poux en bordure de champ est associée à la proximité d'une route, alors que la densité de l'herbe à poux le long de la route ne dépend pas de la proximité d'une entrée de champ. Ceci suggère que les bords de route sont actuellement les foyers potentiels de propagation dans les champs plus que l'inverse.

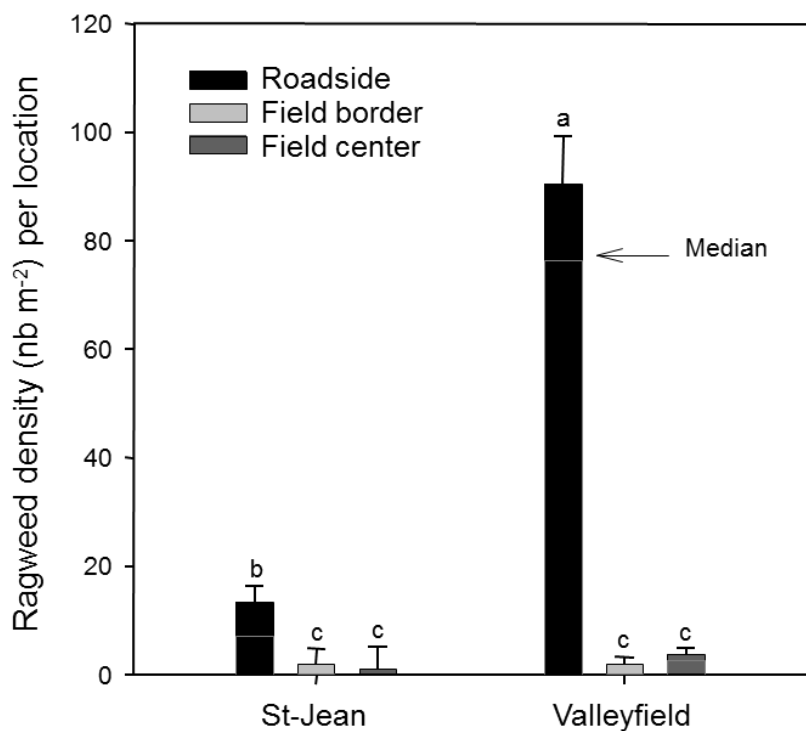


Figure 3. Densité de l'herbe à poux en bordure de route à l'entrée des champs (roadside), en bordure de champ (field border) et au centre de champ (field center) à Saint-Jean-sur-Richelieu et Salaberry-de-Valleyfield. Les histogrammes suivis de différentes lettres sont significativement différents dans chaque territoire ($p < 0,05$)

Source : (Simard & Benoit, 2010b)

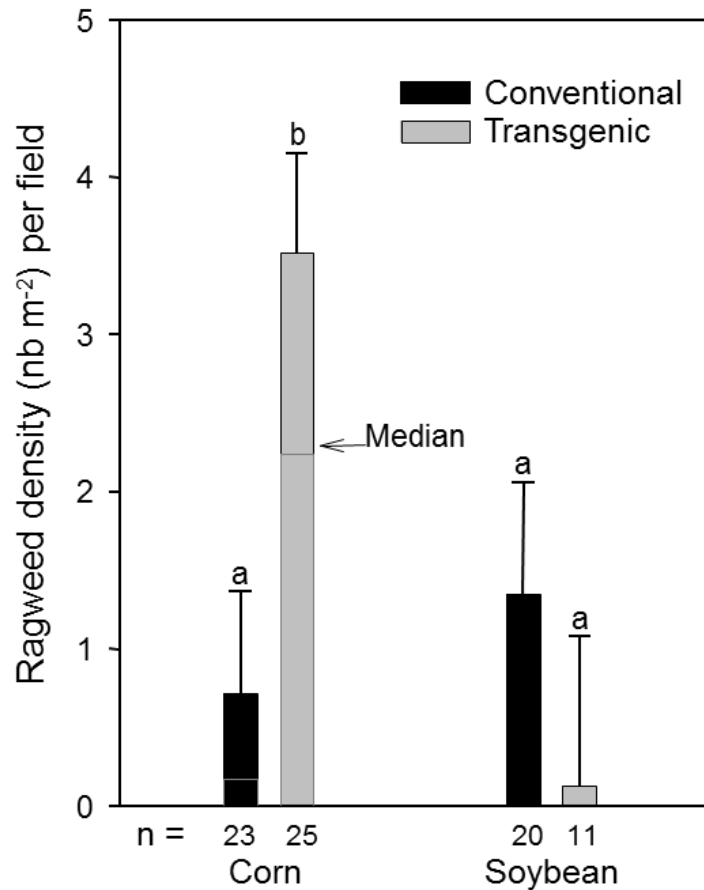


Figure 4. Densité moyenne de l'herbe à poux par champ de maïs et de soya traité avec des herbicides conventionnels ou des herbicides non sélectifs utilisés dans les cultures transgéniques. Les histogrammes suivis de différentes lettres sont significativement différents pour chaque culture ($p < 0,05$)

Source : (Simard & Benoit, 2010b)

2.2 Inventaire de l'herbe à poux en milieu urbain

Au début du projet en 2007, les deux municipalités ont des populations similaires d'*A. artemisiifolia* ($7,8 \pm 0,5$ plants/m² à Saint-Jean-sur-Richelieu et $8,0 \pm 0,5$ plants/m² à Salaberry-de-Valleyfield; moyenne \pm écart-type). Les deux méthodes d'estimation du nombre de plants d'herbe à poux, aléatoirement ou par sélection, ont mis en évidence une évolution temporelle équivalente des populations d'herbe à poux (figure 5). Par conséquent, les résultats sont seulement rapportés pour l'échantillonnage par sélection.

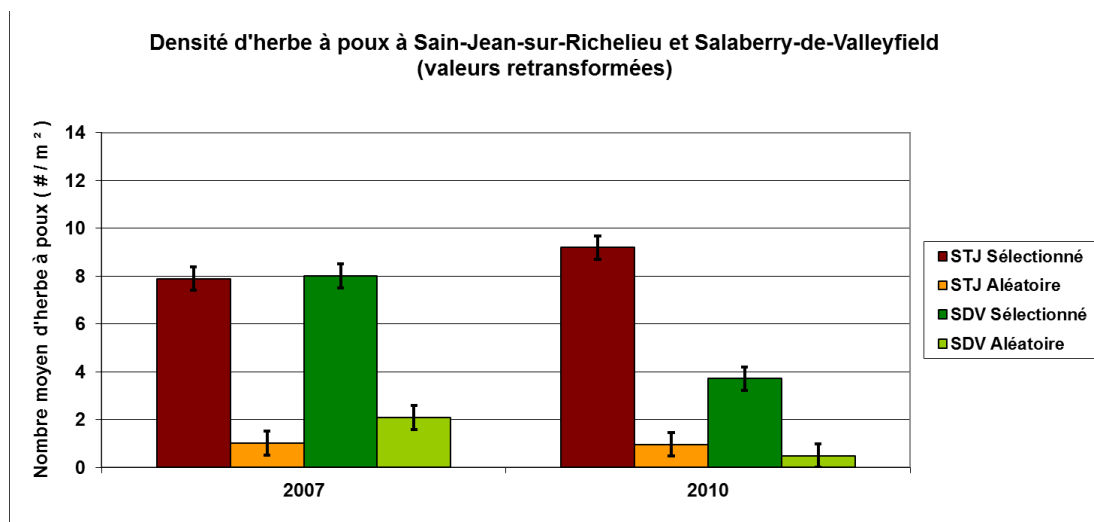


Figure 5. Comparaison des populations d'herbe à poux estimées par quadrats disposés aléatoirement et les populations estimées par quadrats sélectionnés en présence d'herbe à poux dans les deux municipalités à l'étude

L'analyse de variance indique que les différences entre les années, les interactions « année et ville » et « année et habitat » ne sont pas significatives (tableau 2). Ces observations appuient l'hypothèse initiale que le nombre relatif moyen de plants d'herbe à poux (nombre de plants d'herbe à poux/m²) n'est pas significativement différent d'une ville à l'autre à T0 (avant intervention).

Tableau 2. Analyse de variance pour un modèle mixte de la densité d'*Ambrosia artemisiifolia* évaluée par échantillonnage sélectif

Source	df	Valeur de F	Prob > F	Niveau de signifiante
Année	1	1,16	0,28	NS
Ville	1	6,08	0,01	**
Année x Ville	1	2,87	0,09	NS
Habitat	3	38,12	< 0,0001	***
Année x Habitat	3	0,59	0,62	NS
Ville x Habitat	3	4,60	0,003	**
Année x Ville x Habitat	3	4,49	0,004	**

** $P < 0,01$; *** $P < 0,0001$

Sur l'ensemble du projet, les populations d'herbe à poux recensées se distribuent de façon similaire dans les différents habitats analysés dans les deux villes. Les différences ne sont pas statistiquement significatives pour les milieux aménagés, industriels et perturbés. Par contre, dans chacune des municipalités, les populations d'herbe à poux en zone résidentielle sont statistiquement plus faibles que dans les autres habitats (figure 6).

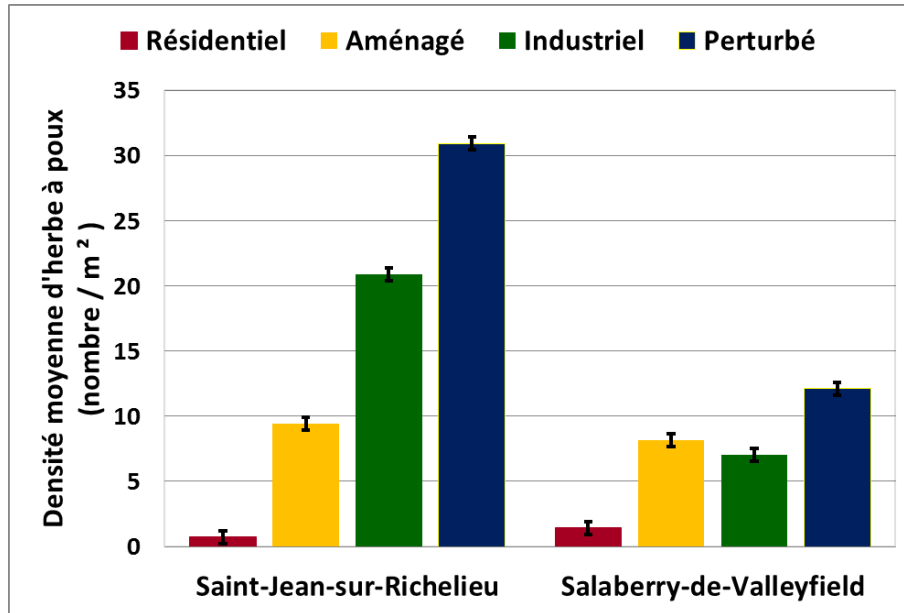


Figure 6. Comparaison des populations d'*A. artemisiifolia* dans les deux municipalités à l'étude, toutes années confondues. Valeurs retransformées des mesures de densités faites à partir d'échantillonnages sélectionnés

Il n'y a pas de différence significative des densités de plants d'herbe à poux entre T0 et T3 pour la ville témoin, sauf pour les terrains perturbés (figure 7). Par contre, le contrôle de l'herbe à poux dans la ville expérimentale a généré un effet significatif sur le nombre de plants dans les habitats résidentiel (3 c. 1 plants/m²), industriel (11 c. 4 plants/m²) et perturbé (20 c. 7 plants/m²) (figure 7). Cependant, dans l'habitat perturbé, certains endroits se sont révélés plus problématiques (par exemple, les dépôts à neige et les bords de routes).

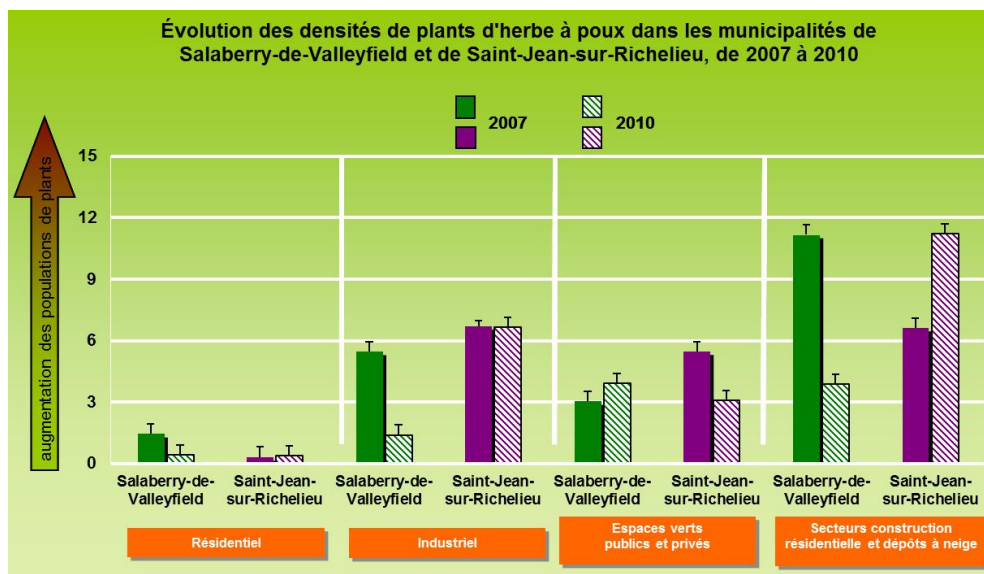


Figure 7. Comparaison des populations d'herbe à poux en différents habitats dans les deux municipalités à l'étude en 2007 (T0) et 2010 (T3). Valeurs retransformées des mesures de densités faites à partir d'échantillonnages sélectionnés

La cartographie des deux villes nous indique une plus grande absence d'herbe à poux aux points d'échantillonnage en 2010 (T3) dans la ville expérimentale qu'en 2007 (T0) (figure 8).

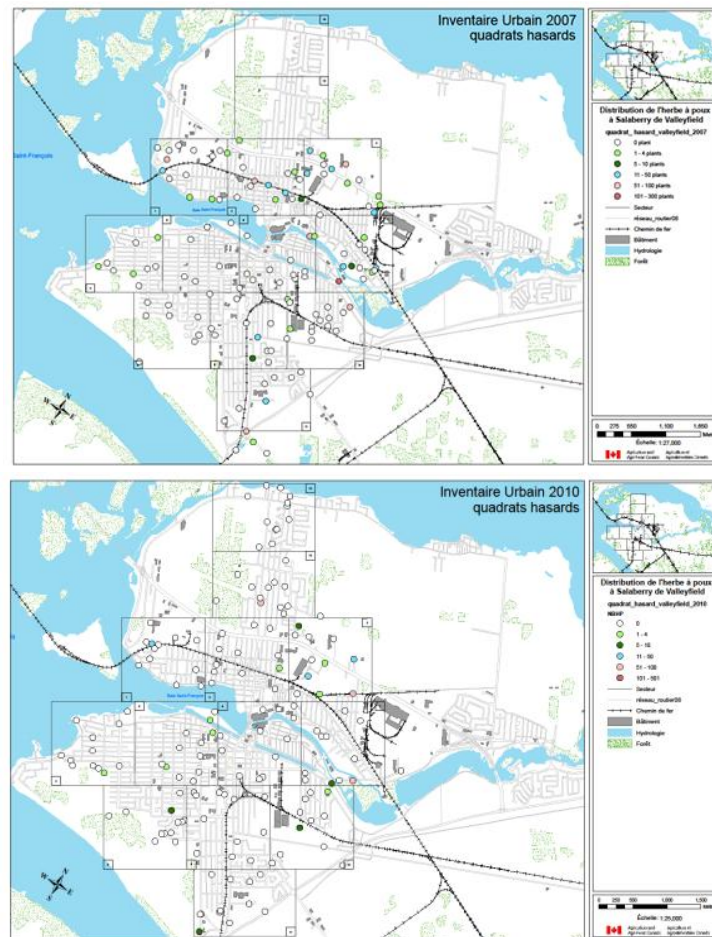


Figure 8. Disposition des points d'échantillonnage et classement des mesures de densités d'herbe à poux dans la ville expérimentale en 2007 et 2010

L'importance de la densité de l'herbe à poux varie avec l'habitat urbain et la distribution de la densité de l'herbe à poux peut être classée comme suit :

résidentiel << aménagé <= industriel < perturbé

Les habitats perturbés et industriels sont identifiés comme les habitats les plus problématiques au sein des municipalités pour la gestion de l'herbe à poux.

2.3 Surveillance pollinique

Au début du projet en 2007 (T0), les deux municipalités ont des concentrations similaires de pollen d'*A. artemisiifolia* (193 ± 31 grains de pollen/m³ en Saint-Jean-sur-Richelieu et 286 ± 47 grains de pollen/m³ en Salaberry-de-Valleyfield). Contrairement à ce qui est observé pour la variable « ville », les concentrations de pollen dans les différents habitats sont significativement différentes ($p < 0,05$) (tableau 3).

Tableau 3. Analyse de variance pour un modèle mixte des concentrations de pollen d'*Ambrosia artemisiifolia* en 2007 et 2010

Source	df	Valeur de F	Prob > F	Niveau de signifiante
2007				
Ville	1	1,93	0,1655	NS
Habitat	3	49,79	< 0,0001	***
Ville x Habitat	3	41,32	< 0,0001	***
2010				
Ville	1	44,14	< 0,0001	***
Habitat	3	51,90	< 0,0001	***
Ville x Habitat	3	1,01	0,3891	NS

** P < 0,01; *** P < 0,0001

Les concentrations de pollen en 2010 (T3) sont significativement différentes entre les villes et les habitats. Elles sont généralement statistiquement plus faibles dans la ville expérimentale que dans la ville témoin (101 c. 235; 192 c. 312; 111 c. 174; 447 c. 823 grains/m³, respectivement pour les habitats résidentiels, industriels, aménagés et perturbés de Salaberry-de-Valleyfield c. Saint-Jean-sur-Richelieu). Les concentrations de pollen observées en zone agricole sont généralement similaires aux concentrations en milieu urbain, sauf pour les habitats perturbés qui sont significativement plus élevés que tous les autres habitats (figure 9).

Dans la ville expérimentale, les concentrations de pollen sont plus faibles ou similaires à T3 qu'à T0, sauf pour l'habitat industriel. C'est ainsi que l'on observe une réduction de 58 % en milieu résidentiel et une diminution de 16 % en milieu aménagé. Par contre entre 2007 (T0) et 2010 (T3), les concentrations de pollen ont augmenté significativement dans tous les habitats de la ville témoin (figure 10).

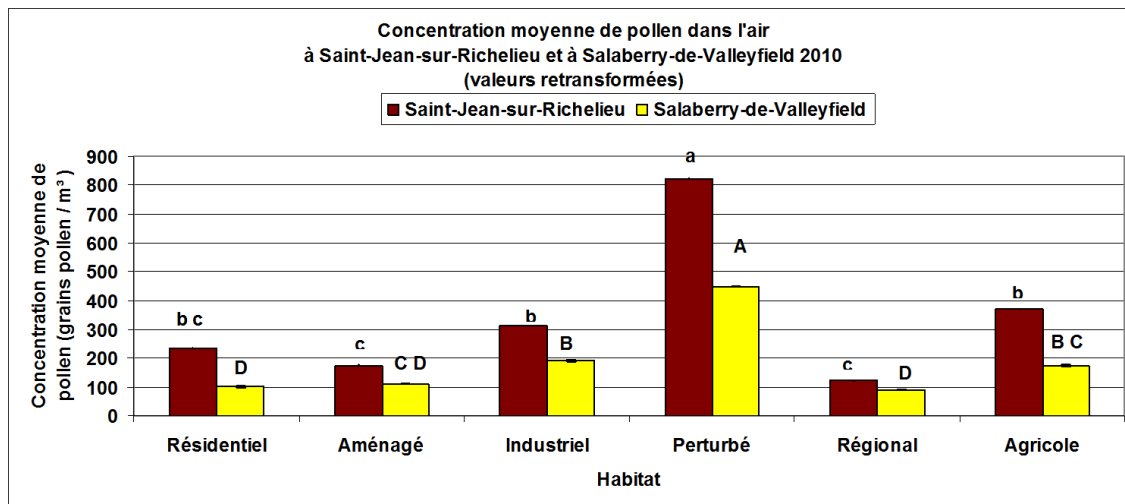


Figure 9. Concentration moyenne de pollen dans l'air en 2010 dans les deux municipalités. Les colonnes suivies de mêmes lettres minuscules ne sont pas significativement différentes ($p < 0,05$) et les colonnes suivies de mêmes lettres majuscules ne sont pas significativement différentes ($p < 0,05$)

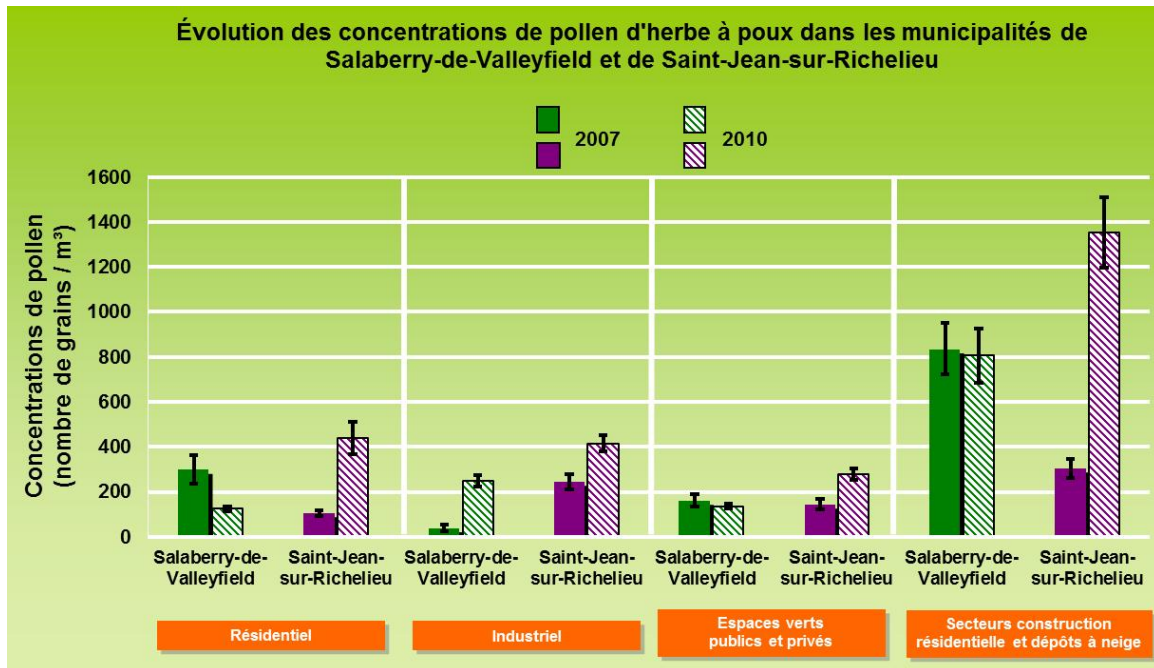


Figure 10. Concentration moyenne de pollen dans l'air dans les deux municipalités à l'étude en 2007 (T0) et 2010 (T3). Valeurs retransformées des mesures de concentrations de pollen

3 Discussion

L'objectif de la gestion de répression de l'herbe à poux dans la ville expérimentale n'était pas d'éliminer les plants d'herbe à poux, mais plutôt de réduire la production de pollen. L'analyse montre que la diminution des plants d'herbes à poux a été atteinte dans tous les habitats de la ville expérimentale, sauf dans les espaces verts publics et privés. Il était même difficile de trouver de l'herbe à poux sur les terrains résidentiels, comparativement à 2007. Par contre, dans la ville témoin, les quantités de plants sont restées semblables entre 2007 et 2010. Cependant, certains habitats se sont révélés être plus problématiques, en particulier à cause de la banque de graines importante dans le sol, par exemple dans les lieux d'élimination de neige et les bords de routes. L'abondance de l'herbe à poux dans ces deux habitats est en partie attribuable à la présence de sels de déglacage dans le sol, ce qui rend le milieu très salin et peu favorable à la croissance des végétaux, tandis que l'herbe à poux s'y installe aisément (Ditomaso, 2004). Ces habitats comportent donc d'importantes banques de graines d'herbe à poux dans le sol. Ces graines peuvent être en dormance pendant plusieurs années avant de germer. Seul un contrôle annuel et efficace de la plante dans ces habitats permettra une réduction progressive de la banque de graines dans le sol.

La coordination des périodes de fauche sur les bords de routes entre la Ville de Salaberry-de-Valleyfield et le Ministère des Transports du Québec, ainsi que la fauche de l'herbe à poux dans la ville expérimentale réalisée aux périodes optimales pour réduire la floraison de l'herbe à poux (en particulier sur les sites très colonisés par l'herbe à poux) a permis de réduire les concentrations de pollen dans la ville expérimentale entre 2007 et 2010. C'est ainsi que l'on a observé une réduction de 58 % en milieu résidentiel et une diminution de 16 % en milieu aménagé. La tonte ralentit la croissance de la plante et réduit la production de pollen et de graines (semences). Une étude d'Agriculture et Agroalimentaire Canada a démontré que deux tontes, pratiquées chaque fois que l'herbe à poux atteint 25 cm de hauteur, permettent de réduire de neuf fois la quantité de pollen et de cinq fois la quantité de semences viables par rapport à un plant qui n'est pas coupé (Simard & Benoit, 2011). Ceci confirme la tendance de réduction des concentrations de pollen observée dans la ville expérimentale.

Conclusion

L'étude a montré qu'une mobilisation, à l'échelle municipale, autour d'une gestion concertée de l'intervention pour le contrôle de l'herbe à poux, a eu pour effet de contrôler effectivement la plante sur le territoire à l'étude, permettant ainsi de diminuer les densités de plants ainsi que les concentrations de pollen dans certains habitats, en particulier dans le milieu résidentiel. Les habitats perturbés (dépôts à neige, bords de route) et industriels ont été identifiés comme les habitats les plus problématiques au sein des municipalités pour la gestion de l'herbe à poux et doivent être suivis avec assiduité.

Références

- Basset, I. J., & Crompton, C. W. (1975). The biology of Canadian weeds. *Ambrosia artemisiifolia* L.; and *A. psilostachya* DC. *Canadian Journal of Plant Science*, 11(55), 463-476.
- Basset, I. J., & Terasmae, J. (1962). Ragweeds, *Ambrosia* species, in Canada and their history in Post Glacial time. *Canadian Journal of Botany* (40), 141-150.
- Breton, M.-C., Garneau, M., Fortier, I., Guay, F., & Louis, J. (2006). Relationship between climate, pollen concentrations of *Ambrosia* and medical consultations for allergic rhinitis in Montreal, 1994-2002. *Science of The Total Environment*, 370(1), 39-50.
- Comtois, P., & Gagnon, L. (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), 279-286.
- Dickerson, C. T., & Sweet, R. D. (1971). Common ragweed ecotypes. *Weed Science*(19), 64-66.
- Ditomaso, A. (2004). Germination behavior of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) populations across a range of salinities. *Weed Science*(52), 1002-1009.
- Gebben, A. I. (1965). *The ecology of common ragweed Ambrosia artemisiifolia L. in southwestern Michigan*. (Univ. Michigan, Ann Arbor, MI).
- Heffer, M. J., & Ratz, J. D. (2005). Comparison of the Rotorod to other air samplers for the determination of *Ambrosia artemisiifolia* pollen concentrations conducted in the Environmental Exposure Unit. *Aerobiologia*, 21(3-4), 233-239.
- Mandeville, J. (1995). *Caractérisation de la dynamique d'Ambrosia artemisiifolia L. à sa limite nord-est actuelle de distribution dans la région du Bas-Saint-Laurent/Gaspésie*. (Mémoire de maîtrise, Université de Montréal).
- Ministère de la Santé et des Services sociaux. (2008). Enquête québécoise sur la santé de la population. Quelques repères - Le Québec et ses régions (p. 22): Ministère de la Santé et des Services sociaux, Direction des communications.
- Panneton, B. (2010). Use of rotating samplers for measuring airborne drift. *Aspects of Applied Biology*(99), 449-452.
- Schneeberger, R.-M. (1989). *L'herbe à poux : biologie et méthodes de contrôle - Revue de la littérature*. Département de Santé Communautaire de Lanaudière.
- Simard, M.-J., & Benoit, D. L. (2010a). Distribution and abundance of an allergenic weed, common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.), in rural settings of southern Quebec, Canada. *Canadian Journal of Plant Science*, 90(4), 549-557.
- Simard, M.-J., & Benoit, D. L. (2011). Effect of repetitive mowing on common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) pollen and seed production. *Ann. Agric. Environ. Med*(18), 55-62.
- Simard, M. J., & Benoit, D. L. (2010b). Distribution and abundance of an allergenic weed, common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.), in rural settings of southern Québec, Canada. *Canadian Journal of Plant Science*(90), 1-8.
- Toole, E. H., & Brown, E. J. (1946). Final results of the Durvel buried seed experiment. *Agric. Res.*(72), 201-210.
- Toupin, M. (1992). *Proposition d'un programme provincial quadriennal de lutte contre l'herbe à poux visant l'amélioration de la santé publique*. (Université Laval).
- Vincent, G. (1990). La petite herbe à poux : La conquête du territoire. *Quatres-temps (SAJIB)*(14), 3-9.