

Fiche technique :

**Gestion de la petite herbe à poux
(*Ambrosia artemisiifolia* L.) résistante
aux herbicides**

Table des matières

Herbe à poux (<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.)	1
Biologie	1
Germination, émergence et développement	1
Dispersion des graines	1
Banque de graines.....	2
Nuisibilité	2
Résistance aux herbicides chez la petite herbe à poux	2
Résistance aux herbicides : Définitions et concepts clés.....	4
Développement de la résistance chez les mauvaises herbes.....	5
Méthodes de gestion de petite herbe à poux résistante aux herbicides	7
Dépistage	7
Méthodes préventives	8
Méthodes culturales	8
Travail du sol	8
Date de semis.....	8
Taux de semis.....	9
Paillis et cultures de couverture	9
Rotation des cultures	9
Méthodes physiques.....	9
Désherbage mécanique	9
Méthodes chimiques	10
Conclusion.....	10
Bibliographie.....	11

Mise en garde

Tout pesticide doit être utilisé conformément aux dispositions du Code de gestion des pesticides et aux instructions du fabricant inscrites sur l'étiquette du produit. En cas de disparité entre l'étiquette et une disposition du Code de gestion des pesticides, la règle la plus contraignante s'applique.

Les renseignements contenus dans ce document ne remplacent en aucun cas les recommandations fournies sur l'étiquette du produit. Les utilisateurs d'un produit doivent toujours lire attentivement et respecter les directives inscrites sur l'étiquette de celui-ci avant son emploi.

La mention des marques de commerce dans ce rapport sert exclusivement à fournir des exemples concrets de produits commerciaux. Des produits de valeur comparable peuvent exister.

L'outil proposé n'inclut pas les doses, les délais de réentrée, l'utilisation d'adjuvants, etc. Par conséquent, les auteurs n'assument aucune responsabilité légale relative au choix et à l'utilisation de tout produit phytosanitaire.

Cette fiche technique a été produite dans le cadre du projet « Détection et répartition de la folle avoine et de la petite herbe à poux résistantes à des herbicides dans les régions du Saguenay–Lac-Saint-Jean et de la Montérégie » réalisé conjointement par le CÉROM et l'Université Laval. Ce projet a été réalisé avec le soutien financier du Programme Innov'Action Agroalimentaire.

Copyright © CÉROM, août 2018

Rédaction : Sandra Flores-Mejia, Ph.D. , Romain Néron, B.SC.-botaniste et Annie Marcoux, agr., M.Sc.

Herbe à poux (*Ambrosia artemisiifolia* L.)

La petite herbe à poux (AMBEL) est une plante d'origine nord-américaine, abondamment répandue au Canada, principalement au sud de l'Ontario et au Québec et elle demeure plutôt rare dans les autres provinces ¹.

Biologie

Germination, émergence et développement

Les graines de la petite herbe à poux entrent dans une période de dormance lorsqu'elles tombent des plantes. Elles nécessitent une période de stratification hivernale avant de germer, dont la température idéale est de 4°C ² avec un taux d'humidité du sol variant entre 14 et 22 %¹. Les graines germent rarement si elles sont enfouies à plus de 5 cm de profondeur.

La plage de température pour la germination se situe entre 7 °C et 28 °C avec une température optimale autour de 15 °C ³. La fluctuation de la température diurne entre 10 °C et 30 °C produit un taux de germination de 75 %. Ces conditions sont semblables aux conditions printanières retrouvées en Ontario et au Québec, les provinces canadiennes où la petite herbe à poux est la plus abondante ¹.

En Europe, la petite herbe à poux émerge au printemps (avril) ³ mais dans une parcelle expérimentale à Ottawa, 90 % de l'émergence a eu lieu avant le 15 juin et le taux de croissance était maximal entre le 15 juillet et le 15 août ¹. À Saint-Hyacinthe, au Québec, dans les parcelles où aucune perturbation de sol n'a eu lieu après le 9 mai, l'émergence a commencé vers le 15 mai et s'est poursuivie jusqu'au 20 juin ⁴. La croissance végétative et la floraison semblent être associées à l'origine du biotype de la petite herbe à poux. Les écotypes originaires du nord du Canada ont un taux de croissance végétative plus réduit que ceux du sud.

Les fleurs se développent sous forme de capitules, les fleurons mâles se trouvent au sommet du plant tandis que les fleurs femelles se trouvent à l'aisselle des feuilles ¹. La floraison semble être influencée par la photopériode, car les écotypes du nord ont une floraison plus hâtive que les biotypes du sud. Sur une période de huit ans, la date moyenne de la première floraison à Ottawa était le 7 août ¹. La période de floraison survient principalement durant les mois d'août et septembre, ce qui correspond à une période moyenne d'entre 119 et 125 jours après sa germination ^{1,5}. La production de graines se fait par la suite jusqu'à l'automne, mais la maturation de celles-ci est inégale, car la croissance de la petite herbe à poux est indéterminée et varie selon le climat ¹.

Dispersion des graines

La petite herbe à poux est pollinisée par le vent ou par autofécondation. Un seul plant peut produire plus d'un milliard de grains de pollen et entre 3 000 à 62 000 graines par plante ^{1,6}. Un seul plant isolé peut réussir à se reproduire et installer une nouvelle population ³.

Les graines, compte tenu de leur grosseur, ne peuvent être transportées par le vent. La plupart des graines tombent à côté de la plante mère. La dispersion par les animaux (les oiseaux, les insectes, etc.), l'eau et

l'humain (par le mouvement de l'équipement agricole entre les champs) sont les méthodes les plus communes de dispersion de la petite herbe à poux. Le vent est un moyen de dispersion pour le pollen, mais pas pour les graines ^{1,3}.

En Europe, des graines de petite herbe à poux sont très présentes dans les mélanges de graines pour oiseaux, particulièrement ceux préparés avec des graines de tournesol ³. Au Québec, les bords de route sont souvent infestés de petite herbe à poux et constituent des foyers potentiels de propagation dans les champs cultivés ⁶.

Banque de graines

Si aucune mesure n'est prise pour empêcher la maturation des graines, les plants de petite herbe à poux ont la capacité de s'établir et de devenir très présents dans la banque de graines en seulement quelques années ⁷. À long terme, il est très important de prévenir la production de graines afin de réduire la banque de semences du sol et ainsi diminuer la production de pollen³ (voir la section «Résistance aux herbicides»).

L'enfouissement des graines à plus de 10 cm dans le sol empêche leur germination au printemps. Les graines sont cependant viables dans le sol pendant plusieurs années. Jusqu'à 85 % des graines sont encore viables après 20 ans, tandis que seulement 4 % des graines restent viables après 40 ans ³.

Certaines graines tombent dans une dormance secondaire³ qui peut être brisée avec la stratification et l'exposition à la lumière¹. Donc, la perturbation du sol, incluant le travail du sol propre à la production des cultures annuelles, favorise la germination des graines de la petite herbe à poux.

Nuisibilité

La petite herbe à poux se retrouve abondamment dans les cultures de céréales et les cultures en rangs. Il s'agit d'une mauvaise herbe très compétitive pour les cultures en rangs telles que le maïs et le soya. La présence de seulement 2 plants/10 m² occasionne des pertes de rendement estimées à 13 % dans le maïs et jusqu'à 50 % dans le soya ^{8,9}. Des pertes de rendement de plus de 90 % ont été rapportées avec une densité de 12 plants/m de rang dans la culture du soya ¹⁰.

L'émergence prolongée des graines complique la gestion phytosanitaire, celles-ci pouvant échapper aux traitements herbicides de présemis, si l'action résiduelle de ces derniers est réduite, et même échapper aux herbicides appliqués en postlevée ⁷.

La petite herbe à poux n'est pas seulement une plante nuisible en agriculture, elle constitue également un réel problème de santé publique, étant responsable d'allergies respiratoires saisonnières, notamment la fièvre (rhume) des foins ^{6,11}.

Résistance aux herbicides chez la petite herbe à poux

La mutation conférant une résistance aux herbicides du groupe 2, inhibiteurs de l'acétolactase synthase (ALS), est dominante. Elle est donc attribuée à la plante si un ou les deux allèles du gène sont résistants. La résistance peut être transmise non seulement par la dispersion des graines, mais aussi par le pollen parce que le gène responsable se trouve dans le noyau des cellules, et non dans l'ADN plastidique ¹².

Entre 1976 et 2016, «The International Survey of Herbicide Resistant Weeds» a répertorié 37 cas de petite herbe à poux résistante à cinq groupes d'herbicide soit aux groupes 2, 5, 7, 9 et 14, dont 31 cas situés aux États-Unis et 6 au Canada¹³. En Ontario, des populations résistantes aux groupes 2 et 5 (inhibiteurs de la photosynthèse au niveau du photosystème II), ainsi qu'au glyphosate (groupe 9, inhibiteurs de la synthèse des acides aminés) ont été signalées¹³. Au Québec, la petite herbe à poux a été déclarée résistante au cloransulam-méthyl et à l'imazéthapyr (groupe 2)¹³⁻¹⁵, au linuron (groupe 7)^{13,16} et à l'atrazine (groupe 5)¹³. En 2012 et 2013, au Québec, le «Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection» du MAPAQ a répertorié 10 populations de petite herbe à poux résistantes aux herbicides du groupe 2 dans des champs de soya, dans la région de la Montérégie^{17,18}. Néanmoins, parce que les cas suspectés sont soumis sur une base volontaire, la présence de populations résistantes au Québec est probablement sous-estimée.

À cet effet, un inventaire de la petite herbe à poux ayant développé de la résistance à l'herbicide imazéthapyr appartenant au groupe 2 a été réalisé dans la région de la Montérégie en 2014 et 2015^{14,15}. Au total, 123 champs ont été échantillonnés dans 54 localités. Les résultats ont montré qu'environ 81 % des populations de l'herbe à poux échantillonnées étaient résistantes (résistance + résistance en développement) à l'imazéthapyr (Tableau 1 et Figure 1). Un questionnaire remis aux producteurs participant à l'inventaire a permis d'identifier certaines pratiques agricoles associées au développement de la résistance des mauvaises herbes. Les faits saillants de cette enquête sont présentés plus bas dans le texte.

Tableau 1 Classement des populations de petite herbe à poux, en fonction des trois diagnostics possibles : sensible^z, résistance en développement^y, résistante^x à l'herbicide imazéthapyr en 2014 et 2015 en Montérégie¹⁵

Diagnostic	Petite herbe à poux					
	2014		2015		2014 et 2015	
	Nombre de champs	% du total	Nombre de champs	% du total	Nombre de champs	% du total
Sensible	19	24,3	5	11,1	24	19,5
Progression	17	21,8	9	20,0	26	21,1
Résistant	42	53,8	31	68,9	73	59,3
Total	78	100,0	45	100,0	123	100,0

^zUne population sensible contenait un plant au moins résistant à l'herbicide

^yUne population avec résistance en développement contenait plus d'un et moins du tiers des plants résistants à l'herbicide

^xUne population résistante contenait le tiers ou plus de plants résistants à l'herbicide

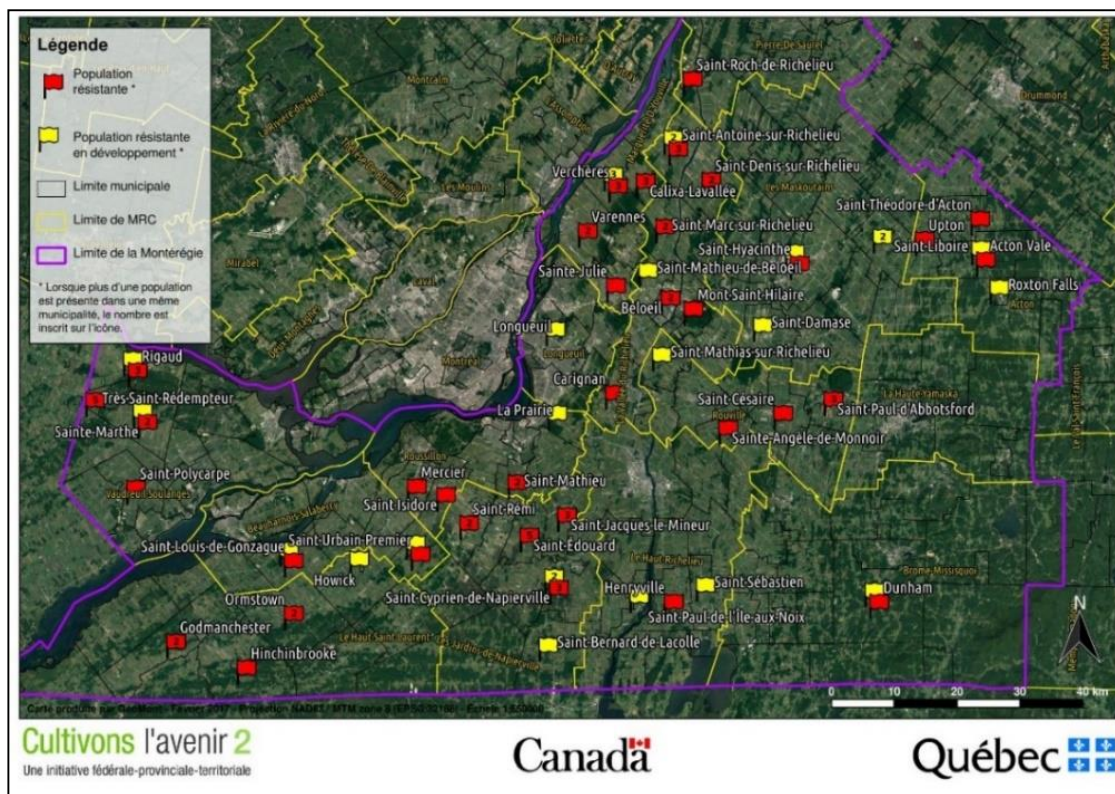


Figure 1. Localisation des populations de petite herbe à poux confirmées résistantes aux herbicides du groupe 2 lors d'un inventaire réalisé en Montérégie (2014-2015) ¹⁴.

Résistance aux herbicides : Définitions et concepts clés

Afin d'éviter toute confusion entre les différents niveaux de tolérance de la plante et la résistance de la plante, la Société américaine de malherbologie (Weed Science Society of America, WSSA) a défini les deux termes.

La **tolérance** ^{19,20} a été définie comme la capacité inhérente d'une espèce à survivre et à se reproduire après un traitement herbicide. Cela implique qu'il n'y a avait pas de sélection ou de manipulation génétique pour rendre la plante tolérante.

En contrepartie, la **résistance** ^{19,20} est la capacité héréditaire d'une plante à survivre et à se reproduire à la suite d'une exposition à une dose d'herbicide normalement létale pour le type sauvage. Chez une plante, la résistance peut être naturelle ou induite par des techniques telles que le génie génétique ou la sélection de variants produits par culture tissulaire ou par mutagenèse.

Une **mauvaise herbe résistante aux herbicides** ²¹ se définit comme ayant la capacité évoluée à supporter un herbicide et à compléter son cycle de vie, lorsque l'herbicide est utilisé à la dose recommandée, en condition normale d'utilisation.

Chez un herbicide, le **mode d'action** est la réaction biochimique par laquelle un herbicide agit sur une plante afin d'inhiber un ou des mécanismes nécessaires à la croissance normale de la plante. Plusieurs herbicides peuvent avoir une matière active différente, mais avoir le même mode d'action. Actuellement, il existent environ 200 matières actives, réparties en 29 groupes, en fonction du mode d'action^{20,22}.

La **résistance simple**²³ est la résistance des mauvaises herbes à un groupe d'herbicides en particulier, tandis que la résistance à plusieurs groupes d'herbicides est connue sous le nom de **résistance multiple**²³. Les mauvaises herbes peuvent aussi être résistantes à plus d'une famille chimique à l'intérieur d'un même groupe d'herbicides. Ce phénomène est appelé **résistance croisée**²³.

Développement de la résistance chez les mauvaises herbes

Il est possible de trouver des biotypes de mauvaises herbes qui sont naturellement résistants aux herbicides, comme dans le cas des plantes résistantes aux inhibiteurs d'ALS où la présence d'une mutation naturelle est estimée à 1 plant sur 100 000 comparativement à une mutation de résistance au glyphosate qui ne serait présente que dans une proportion d'un plant sur 100 millions¹³. S'ils se reproduisent, ces biotypes résistants ont le potentiel de produire des semences qui pourront aussi être résistantes.

Si l'un de ces biotypes est présent dans un champ, qu'il survit une application d'herbicide et qu'il produit des semences, le nombre de semences résistantes augmente. Ce processus est appelé la **pression de sélection**, et elle a été identifiée comme le concept-clé derrière l'apparition de la résistance. La pression de sélection est surtout causée par l'utilisation répétée d'un herbicide ou d'herbicides du même groupe^{21,24}. Les biotypes résistants sont donc sélectionnés au fil du temps et c'est la population de mauvaises herbes qui devient résistante^{21,23}.

Les caractéristiques biologiques de chaque espèce sont un facteur important pour le développement de la résistance, particulièrement pour les espèces annuelles avec des taux élevés de reproduction et de dissémination (graines et/ou pollen)²⁵. Certaines pratiques agricoles augmentent le risque de développement de la résistance chez les mauvaises herbes, particulièrement :

1. **L'absence de rotation des cultures** : Elle diminue l'éventail d'herbicides disponibles ce qui favorise la sélection de spécimens résistants^{25,26}.
2. **L'utilisation répétée du même herbicide** ou des herbicides ayant le même mode d'action : spécialement avec l'utilisation de doses réduites, ainsi que l'utilisation d'herbicides à très grande efficacité, lesquels amènent une pression de sélection élevée sur les populations de mauvaises herbes^{21,26}.

L'absence de rotation dans les cultures et l'utilisation répétitive des herbicides du groupe 2 sont des causes possibles du développement de la résistance chez la petite herbe à poux en Montérégie¹⁴. Les résultats de l'inventaire de la présence de la petite herbe à poux résistante aux herbicides en Montérégie montrent que dans les cinq dernières années 56 % des producteurs (33/59) ont cultivé du soya dans leurs champs durant trois années ou plus. Parmi eux, 49 % des producteurs (29/59) ont eu des plantes de petite herbe à poux confirmées comme résistantes (Figure 2A). Durant les quatre années précédant l'échantillonnage, 70 % (46/65) des producteurs ont utilisé des herbicides du groupe 2, pendant 2 à 4 ans. Quarante des producteurs (61 %) qui ont utilisé des herbicides du groupe 2 pendant plus de deux ans ont

des mauvaises herbes résistantes dans leurs champs, comparativement à 18 % qui ont utilisé ce groupe d'herbicides au cours de la dernière année seulement (Figure 2B).

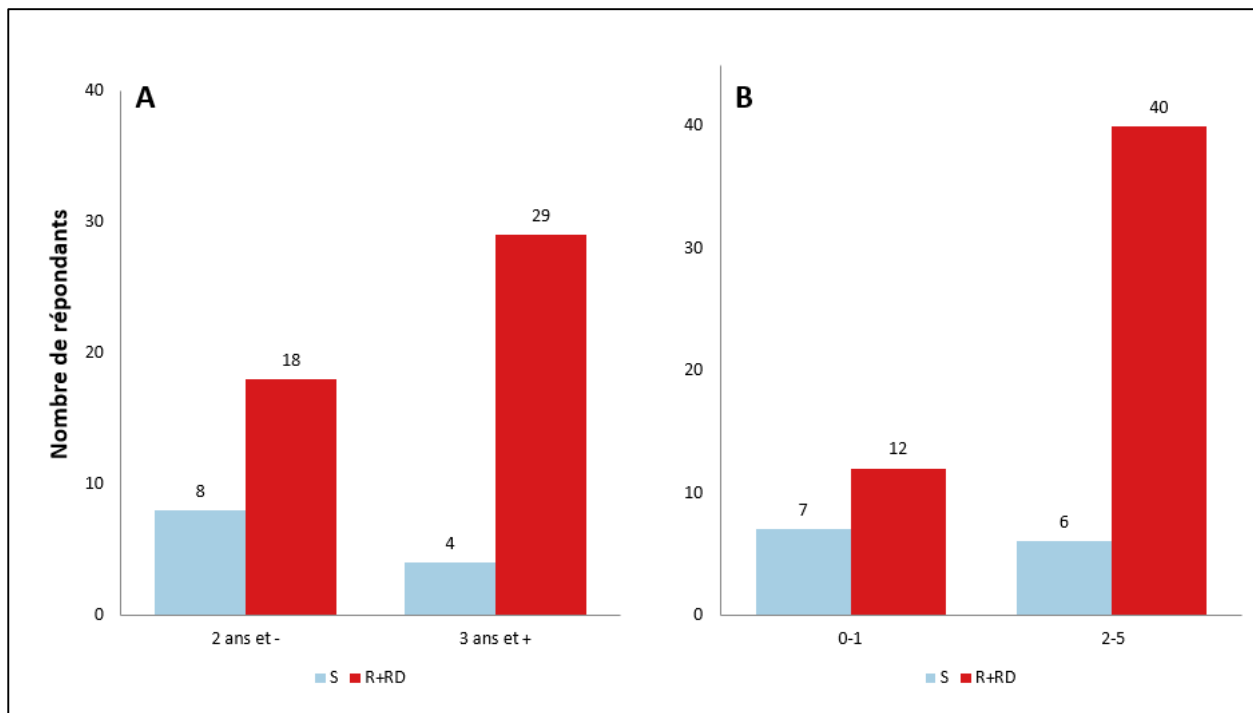


Figure 2 A) Années en soya dans la rotation des cinq dernières années en Montérégie (2 ans et - vs 3 ans et +) regroupées par le classement de la résistance* des mauvaises herbes.

B) Usage des herbicides du groupe 2 en Montérégie dans les derniers cinq ans selon le classement de la résistance de la petite herbe à poux

* S= sensible, R+RD = résistance et résistance en développement

Fait important à mentionner : seulement 24 % des producteurs (15/62) ont été capables de définir correctement le terme « rotation des groupes d'herbicides » (rotation des modes d'action). La mauvaise compréhension des concepts-clés peut entraîner des mesures de lutte inadéquates.

En général, il est difficile d'identifier visuellement la présence des mauvaises herbes résistantes avant que la résistance ne soit présente dans au moins 10 à 20 % de la population²⁷. En Montérégie, 25 % des producteurs (16/64) n'avaient pas observé d'augmentation des populations de petite herbe à poux dans leurs champs dans les dernières années. Quarante pourcent des producteurs ayant eu la confirmation de petite herbe à poux résistante dans leurs champs ne le soupçonnaient pas.

Les indicateurs d'une résistance potentielle aux herbicides comprennent ²⁶ :

- A. L'absence de contrôle d'une espèce qui est normalement contrôlée par l'herbicide à la dose appliquée. En particulier si le contrôle est réalisé sur les mauvaises herbes de la même espèce, à proximité de la plante non contrôlée et sur les autres espèces de mauvaises herbes inscrites sur l'étiquette de l'herbicide.
- B. La présence de colonies (« patch ») de plants non contrôlés d'une espèce de mauvaises herbes.

SAVIEZ-VOUS ?

Le Service de détection du CÉROM offre gratuitement le diagnostic de détection de la résistance aux herbicides des échantillons de mauvaises herbes.

Pour obtenir plus des renseignements, incluant le protocole pour l'échantillonnage des graines de mauvaises herbes pour la détection de la résistance, svp contactez Sandra Flores-Mejia aux coordonnées suivantes : sandra.flores-mejia@cerom.qc.ca ou 450 – 464 - 2715 poste 219

Méthodes de gestion de petite herbe à poux résistante aux herbicides

La lutte aux mauvaises herbes résistantes exige l'adoption de pratiques de lutte intégrée, incluant les moyens chimiques, culturaux, physiques et biologiques, ce qui minimise la sélection des caractères de résistance aux herbicides^{26,28}.

La petite herbe à poux est une plante annuelle dicotylédone qui se multiplie exclusivement par les graines. Parce que les graines ne sont pas dispersées par le vent, **les stratégies de contrôle permettant de réduire la production des graines fertiles aux champs**³ sont primordiales. Les producteurs doivent lutter contre l'herbe à poux tôt en saison pour éviter la compétition avec la culture. La gestion des populations résistantes de l'herbe à poux demande une attention particulière et un suivi rigoureux¹⁷.

Voici les recommandations agronomiques indispensables à la gestion de populations de petite herbe à poux résistantes :

Dépistage

Le dépistage constitue une composante incontournable à la réussite de tout programme de gestion des mauvaises herbes, incluant la petite herbe à poux. Le dépistage en temps opportun permet d'évaluer l'efficacité des pratiques prescrites²⁶, ainsi que l'identification de la « période critique de lutte contre les mauvaises herbes », selon laquelle le contrôle des mauvaises herbes devient un facteur déterminant pour le rendement de la culture²⁹. Le dépistage implique aussi de :

- Garder les registres des champs cultivés : ces registres documentent les outils de gestion utilisés au cours des saisons précédentes, ainsi que leur efficacité sur les mauvaises herbes problématiques présentes. Ils servent également à surveiller les changements survenus dans les populations de mauvaises herbes au fil du temps.
- Débuter peu de temps après le semis, afin de déterminer quelles interventions seront nécessaires (chimiques, physiques, etc.) pour le contrôle des populations de mauvaises herbes présentes.
- Faire le suivi après les interventions en prélevée afin de vérifier l'efficacité du traitement appliqué et évaluer la nécessité d'effectuer d'autres interventions.
- Faire le dépistage systématique de tous les champs, quelques semaines après l'application des herbicides en post-levée afin de déterminer l'efficacité des traitements et l'emplacement des mauvaises herbes non détruites. Le manque d'efficacité du traitement herbicide pourrait indiquer une évolution de la résistance ²⁶.
- Évaluer par ailleurs si la présence de mauvaises herbes non détruites par le traitement peut être expliquée autrement que par la résistance aux herbicides ²⁶.
- Procéder à l'échantillonnage de plantes soupçonnées de résistance, afin d'effectuer un test de détection de la résistance.

Méthodes préventives

- Les plants de petite herbe à poux présents dans les bords de route doivent aussi être gérés. L'implantation d'espèces pérennes et la réduction du travail du sol peuvent permettre de réduire l'abondance de la petite herbe à poux ^{1,6}.
- Le compostage ne permettrait pas de détruire les graines de petite herbe à poux. Il est donc déconseillé de procéder au compostage des plantes matures et/ou d'utiliser du compost pouvant contenir des graines de petite herbe à poux ³.

Méthodes culturales

Travail du sol

- L'enfouissement des graines à plus de 10 cm, par un profond, par exemple, avec le chisel à l'automne, empêche la germination des graines au printemps suivant ³.
- L'établissement de la petite herbe à poux est favorisé dans les sols travaillés. Le semis direct pourrait de ce point de vue aider à réduire l'incidence de la petite herbe à poux.
- Le travail du sol au printemps stimule la germination de l'herbe à poux. La méthode du faux-semis représente une autre option pour détruire les graines qui auraient germé ⁴.

Date de semis

- Privilégier le semis hâtif : les pertes de rendement seront plus importantes si l'herbe à poux émerge en même temps ou avant la culture plutôt que lorsque la culture a eu de 4 à 6 semaines pour s'établir sans la présence de mauvaises herbes ⁸.
- Le contrôle de la petite herbe à poux est difficile dans la culture du soya : une stratégie efficace consiste à retarder le semis afin de permettre l'émergence de la petite herbe à poux et ensuite la détruire par un travail du sol ou un brûlage, avant le semis de la culture ⁸.

Taux de semis

- Un taux de semis élevé de la culture peut réduire efficacement la croissance des plants de petite herbe à poux, induit par la plus forte compétition avec la culture, ce qui ne préviendra cependant pas la production de graines³.

Paillis et cultures de couverture

- Une couverture de sol avec un paillis (foin, herbe coupée, etc.) ou un autre type de couverture végétale pourrait empêcher la germination des graines et la croissance des plantules³.

Rotation des cultures

- Pour les champs infestés de petite herbe à poux résistante aux herbicides du groupe 2, une rotation de culture avec le maïs ou le blé peut s'avérer nécessaire afin de permettre le choix d'herbicides de groupes différents.
- Pour les producteurs de maïs et de soya dont les champs sont infestés de petite herbe à poux résistante au glyphosate, une rotation avec le blé d'automne représente une avenue intéressante³⁰.
- L'introduction du trèfle rouge dans la rotation, par exemple après la récolte du blé d'automne, pourrait limiter le développement de l'établissement de la petite herbe à poux³¹. Le semis au printemps de trèfle rouge se fait à la volée sur sol gelé. La fauche d'automne produira une biomasse fourragère en plus de réduire substantiellement la production de graines de l'herbe à poux³¹.

Méthodes physiques

Désherbage mécanique

- Le pourcentage d'efficacité du désherbage mécanique (ex. houe, peigne et sarcleurs combinés) de la petite herbe à poux est associé aux stades phénologiques de la mauvaise herbe : cotylédons (90 %) ; 2-4 feuilles (73 %) ; 6-10 feuilles (44 %) 10 feuilles et plus (7 %) ^{4,32}.
- Le buttage représente une méthode de contrôle efficace qui permet d'enterrer l'herbe à poux, du stade cotylédon au stade 4 à 6 feuilles. Le buttage réalisé 20 jours après le semis a déjà permis de réduire la population de l'herbe à poux d'environ 80 % sur le rang⁴.
- Le pyrodésherbage sur le rang démontre un pourcentage de répression de la petite herbe à poux variant de 50 à 77 %. Cette méthode est plus efficace lorsque l'herbe à poux a moins de 4 feuilles⁴.
- La tonte de la petite herbe comme stratégie de réduction de la production des graines démontre un pourcentage d'efficacité de 24 % ³³.
- La fauche de la petite herbe à poux à la maturité des graines augmente le risque de dispersion de la mauvaise herbe. Après une fauche, le plant peut se développer horizontalement et se reproduire. La coupe doit être effectuée aussi près du sol que possible (2 à 6 cm) afin de minimiser la repousse³.
- L'arrachage des plants, avant la floraison, représente un excellent moyen de réduire les populations de petite herbe à poux, mais n'est envisageable qu'en présence de faibles populations.

Méthodes chimiques

- Adopter une méthode de gestion intégrée de mauvaises herbes et éviter l'utilisation exclusive du contrôle chimique.
- Les caractéristiques d'émergence de la petite herbe à poux la rendent difficile à maîtriser avec une seule application d'herbicides, soit en prélevée ou en postlevée, et même avec plusieurs applications d'herbicides ayant le même mode d'action⁸.
- Un programme de lutte chimique contre l'herbe à poux comprend différentes étapes et combine des traitements de prélevée et de postlevée, ayant plus de deux modes d'action⁸ :
 1. Les plants sont détruits avant le semis de la culture par un travail du sol ou par brûlage.
 2. L'application d'herbicides en prélevée contre l'herbe à poux afin de réduire la compétition avec la culture. Il faut noter que la plupart des herbicides homologués ne maîtrisent pas les plants résistants au groupe 2⁸.
 3. L'application d'herbicides en postlevée doit être réalisée avant que la plante n'atteigne le stade 2 à 6 feuilles. Cette application doit être faite rapidement si aucun herbicide en prélevée n'a été utilisé.
 4. Un dépistage réalisé 2 semaines après l'application en postlevée aidera à déterminer l'efficacité du traitement. Si une nouvelle émergence de plants s'effectue, une nouvelle application d'herbicides peut être réalisée de 3 à 4 semaines après la première application en postlevée, toujours en utilisant des herbicides avec différentes modes d'action que ceux utilisés au préalable.

Conclusion

Le développement de mauvaises herbes résistantes aux herbicides constitue un problème d'importance en agriculture. Ceci peut expliquer la grande demande pour le développement de méthodes de détection rapide de la résistance de même que de moyens de gestion efficace de la résistance chez les mauvaises herbes. L'adoption d'une approche de lutte intégrée qui inclut les diverses pratiques culturales demeure encore la meilleure approche pour freiner l'évolution de la résistance des mauvaises herbes.

Bibliographie

1. Bassett, I. J. & Crompton, C. W. The biology of Canadian Weeds.: 11. *Ambrosia artemisiifolia* L. and *A. psilostachya* DC. Can. J. Plant Sci. 55, 463–476 (1975).
2. Willemssen, R. W. Effect of stratification temperature and germination temperature on germination and the induction of secondary dormancy in common ragweed seeds. Am. J. Bot. 62, 1–5 (1975).
3. Buttenschøn, R. M., Waldispühl, S. & Bohren, C. Guidelines for management of common ragweed, *Ambrosia artemisiifolia*. (2010).
4. Weill, A. Moyens de lutte à l'herbe à poux (*Ambrosia artemisiifolia* L.) en culture de soya sans herbicide. (2007).
5. Li, S., Dongchang, G. & Guangqing, G. A study on the phenology of common ragweed and great ragweed. J. Shenyang Agric. Univ. 20, 344–350 (1989).
6. Simard, M.-J. & Benoit, D. L. Distribution and abundance of an allergenic weed, common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.), in rural settings of southern Quebec, Canada. Can. J. Plant Sci. 90, 549–557 (2010).
7. Jhala, A. J., Sandell, L. D. & Kruger, G. R. Control of glyphosate-resistant giant ragweed (*Ambrosia trifida* L.) with 2,4-D followed by pre-emergence or post-emergence herbicides in glyphosate-resistant soybean (*Glycine max* L.). Am. J. Plant Sci. 5, 2289–2297 (2014).
8. Johnson, B. et al. Biology and management of giant ragweed. (2007).
9. Belfry, K. D. & Sikkema, P. H. replant and postemergence control of glyphosate-resistant giant ragweed (*Ambrosia trifida* L.) in corn (*Zea mays* L.). Agric. Sci. 6, 256–262 (2015).
10. Barnes, E. R. Emergence, Competition, and Management of Glyphosate-Resistant Common Ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) in Nebraska Soybean. Thèse de maîtrise. University of Nebraska – Lincoln. (2017).
11. Weill, A. & Duval, J. in Guide de gestion globale de la ferme maraîchère biologique et diversifiée. Équiterre. (2009).
12. Tranel, P. J. & Wright, T. R. Resistance of weeds to ALS-inhibiting herbicides: What have we learned? Weed Sci. 50, 700–712 (2002).
13. Heap, I. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. (2018). Disponible de : <http://www.weedscience.org/Summary/Species.aspx>.
14. Cuerrier, M.-É., Marsan-Pelletier, F., Vanasse, A., Simard, M.-J. & Flores-Mejia, S. Détection et répartition de la folle avoine et de la petite herbe à poux résistantes à des herbicides dans les régions du Saguenay–Lac-Saint-Jean et de la Montérégie. Rapport final. (2018).
15. Marsan-Pelletier, F. Enquête sur la petite herbe à poux (*Ambrosia artemisiifolia* L.) résistante à l'imazéthapyr au Québec. Mémoire de maîtrise. Université Laval.(2018).
16. Saint-Louis, S., Ditommaso, A. & Watson, A. K. Common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) biotype in Southwestern Québec resistant to linuron. Weed Technol. 19, 737–743 (2005).
17. Lanoie, N. & Vanasse, A. Effets des rotations et autres pratiques culturales sur les mauvaises herbes dans les grandes cultures. (2017).
18. Bernier, D., Simard, M.-J. & Cuerrier, M.-É. Résultats du service de détection de la résistance des mauvaises herbes aux herbicides pour les saisons de cultures 2012 et 2013. Bull. d'information 3 (6 mai), 5 (2015).
19. Heap, I. Criteria for confirmation of herbicide-resistant weeds - with specific emphasis on confirming low level resistance. in International survey of herbicide-resistant weeds (2005).
20. WSSA. Technology notes: Herbicide resistance and herbicide tolerance definitions. Weed Technol. 12, 789 (1998).
21. Vencill, W. K. et al. Herbicide resistance: Toward an understanding of resistance development and the impact of herbicide-resistant crops. Weed Sci. 60, 2–30 (2012).
22. Green, J. M. Current state of herbicides in herbicide-resistant crops. Pest Manag. Sci. 70, 1351–1357 (2014).
23. Martin, H., Tardif, F. & Ferguson, G. La résistance des mauvaises herbes aux herbicides. (2004).
24. Bonny, S. Genetically modified herbicide-tolerant crops, weeds, and herbicides: overview and impact. Environ. Manage. 57, 31–48 (2016).

25. Beckie, H. J. Herbicide-resistant weeds: Management tactics and practices. *Weed Technol.* 3, 793–814 (2006).
26. Norsworthy, J. K. et al. Reducing the risks of herbicide resistance: Best management practices and recommendations. *Weed Sci.* 60, 31–62 (2012).
27. Ozair, C. in *Potential Plant Protection Strategies*. Prasad, D. & Sharma, R. (eds.) I.K. International Publishing House Pvt. Ltd. (2010).
28. Evans, J. A. et al. Managing the evolution of herbicide resistance. *Pest Manag. Sci.* 72, (2016).
29. Nazarko, O. M., van Acker, R. C. & Entz, M. H. Strategies and tactics for herbicide use reduction in field crops in Canada: A review. *Can. J. Plant Sci.* 85, 457–479 (2005).
30. Mahoney, K. J., McNaughton, K. E. & Sikkema, P. H. Control of glyphosate-resistant giant ragweed in winter wheat. *Weed Technol.* 4, 868–873 (2015).
31. Mutch, D. R., Martin, T. E. & Kosola, K. R. Red clover (*Trifolium pratense*) suppression of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) in winter wheat (*Triticum aestivum*). *Weed Technol.* 17, 181–185 (2003).
32. Leblanc, M. Initiation au désherbage mécanique dans le maïs et le soya. (2015).
33. Deslauriers, S. Répression mécanique de la petite herbe à poux (*Ambrosia artemisiifolia* L.) en milieu urbain et péri-urbain. Mémoire de maîtrise. Université du Québec à Trois-Rivières. (1992).