

RAPPORT DU QUÉBEC SUR LA MALHERBOLOGIE

présenté à

LA SOCIÉTÉ CANADIENNE DE MALHERBOLOGIE

(CANADIAN WEED SCIENCE SOCIETY – CWSS)

par

l'Équipe Malherbologie

du

Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection (LEDP) – MAPAQ



Tests moléculaires de détection de la résistance des mauvaises herbes aux herbicides, automne 2023- LEDP

30 octobre 2023

Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection, 2700, rue Einstein, Québec (Québec) G1P 3W8

Services offerts en phytoprotection par la

Direction de la phytoprotection (DP)

du

Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec (MAPAQ)

1. Réglementation - Loi sur la protection sanitaire des cultures

Les lois et les règlements relatifs à la phytoprotection ont pour objet de prévenir l'introduction, l'établissement et la propagation d'organismes nuisibles susceptibles de causer des pertes économiques importantes dans les productions végétales. La Direction de la phytoprotection a la responsabilité d'appliquer ou de faire respecter la Loi sur la protection sanitaire des cultures (LRQ, chap. P-42.1) et les règlements qui s'y rapportent pour assurer la protection des végétaux cultivés à des fins commerciales par des exploitants agricoles contre certains organismes nuisibles définis par règlement.

Depuis l'adoption de la nouvelle loi en 2010, aucune réglementation n'a été développée au niveau des mauvaises herbes.

http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=/P_42_1/P42_1.html

Espèces exotiques envahissantes (éριοchloé velue)

L'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) applique la Loi sur la protection des végétaux laquelle vise à protéger les ressources végétales canadiennes en empêchant l'importation, l'exportation et la propagation des ennemis des végétaux. Lors de la découverte au Québec du premier spécimen d'éριοchloé velue, la Direction de la phytoprotection, appuyée par les directions régionales, a travaillé de concert avec l'ACIA afin de s'assurer que la réglementation qu'elle met en œuvre respecte les intérêts de l'agriculture québécoise.

Il n'y a pas eu de nouveau développement en 2021 : l'éριοchloé velue (*Eriochloa villosa*) demeure un organisme de quarantaine en vertu de la *Loi sur la protection des végétaux*. La responsabilité d'appliquer les règles de confinement et d'éradication est confiée aux producteurs. Depuis 2014, aucun cas n'avait été signalé, hormis en 2021, dans les Laurentides (au Québec), région où un site d'éριοchloé velue a été identifié.

2. Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection du MAPAQ (LEDP)

La division de la malherbologie du Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection fournit un service d'identification des mauvaises herbes; émet des diagnostics relativement aux cas présumés de phytotoxicité causés par l'emploi des herbicides (ou pesticides en général); contribue à la mise en œuvre de stratégies de lutte aux mauvaises herbes problématiques et est responsable depuis 2019 du « Service de détection des mauvaises herbes résistantes aux herbicides » (SDD), offert à la clientèle agricole, avec la collaboration du Centre de recherche sur les grains (CÉROM).

Identification des mauvaises herbes : un service gratuit d'identification par courriel est offert (mauvaiseherbe@mapaq.gouv.qc.ca) depuis la saison 2021, aux conseillers et producteurs agricoles québécois. Environ une centaine de demandes sont reçues annuellement, en plus des demandes déposées via le site du LEDP ([MAPAQ - Formulaire en ligne du Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection \(gouv.qc.ca\)](https://www.mapaq.gouv.qc.ca/ledp)). Ce nouveau service est apprécié de la clientèle pour l'identification expresse et simplifiée, ce qui facilite le dépistage. Ce service permet aussi à l'équipe de malherbologie de prendre connaissance des problématiques de mauvaises herbes survenant dans les cultures au Québec.

Diagnostic de phytotoxicité des herbicides : en 2023, le LEDP a reçu plusieurs demandes (75) de diagnostic de phytotoxicité causée par les herbicides (ou pesticides) causés par une dérive, des erreurs, des résidus, rémanence, etc. Le glyphosate est en tête de liste des causes de phytotoxicité, mais les herbicides des groupes 4, 27, 2, et 5 sont aussi en cause. Les demandes de diagnostic sont associées aux grandes cultures principalement, aux cultures maraîchères, aux petits fruits, à la vigne et aux cultures ornementales. L'offre de ce service ne prévoit uniquement que le diagnostic en lien direct avec les problématiques de phytotoxicité sur les cultures en croissance. Cette orientation, mise en place en 2019, a contribué à réduire considérablement le nombre de demandes reçues par rapport aux années précédentes. Les demandes ne répondant pas aux critères définis par le LEDP sont redirigées vers les laboratoires privés offrant le service d'analyse des pesticides dans les végétaux, dans les sols et/ou dans l'eau.

Service de détection de la résistance des mauvaises herbes aux herbicides : le service de détection des mauvaises herbes résistantes aux herbicides du LEDP est en mesure d'offrir deux types de tests de détection : le **test moléculaire**, disponible pour certaines combinaisons de mauvaises herbes et de groupes d'herbicides, offert uniquement au LEDP du MAPAQ; et le **test classique**, offert principalement pour les espèces de mauvaises herbes et/ou les matières actives pour lesquelles le test moléculaire n'est pas disponible, aussi offert par le LEDP mais réalisés au CÉROM, depuis 2014.

Les tests de détection moléculaires¹ ont été en partie développés ou adaptés par Agriculture et Agroalimentaire Canada mais également mis au point techniquement par le LEDP. Ces tests sont offerts à tout producteur agricole ou conseiller du Québec aux prises avec un problème soupçonné de résistance des mauvaises herbes aux herbicides.

Le service de détection est offert au Québec depuis 2011, grâce à la participation financière du MAPAQ, du CÉROM et de divers partenaires financiers (Bayer CropScience, Dow Agrosiences Canada (Corteva Agrosience), les Producteurs de grains du Québec, les Producteurs de semences du Québec) ainsi qu'avec la collaboration d'AAC (Marie-Josée Simard, Ph.D.; Martin Laforest, Ph.D.) et de l'Université de Guelph (François Tardif, Ph.D.). La responsabilité du service de détection, assumée par le CÉROM de 2014 à 2018, est assurée depuis la saison 2019, par le LEDP.

Voici la liste des tests moléculaires disponibles à saison 2023¹ au LEDP (*N.B.* : de nouveaux tests sont ajoutés en continu à cette liste, en fonction des besoins manifestés par la clientèle agricole) :

Amarante à racine rouge :	- résistance aux herbicides des groupes 2, 5 et 14;
Amarante de Palmer :	- résistance aux herbicides des groupes 2, 5, 9 (glyphosate) ² , 10 et 14;
Amarante de Powell :	- résistance aux herbicides des groupes 2, 5 et 14;
Amarante tuberculée :	- résistance aux herbicides des groupes 2, 5, 9 (glyphosate) et 14;
Canola :	- résistance aux herbicides du groupe 9 (glyphosate);
Chénopode blanc :	- résistance aux herbicides des groupes 2 ² et 5;

¹ Technologie sous licence d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC)

² Test ne faisant pas partie de la Technologie d'AAC.

Digitaire sanguine :	- résistance aux herbicides du groupe 1;
Fétuque chevelue :	- résistance aux herbicides du groupe 5;
Folle avoine :	- résistance aux herbicides des groupes 1 ² et 2 ² ;
Grande herbe à poux :	- résistance aux herbicides des groupes 2 ² , 5 ² et 9 (glyphosate);
Kochia à balais :	- résistance aux herbicides des groupes 2 ² , 5 ² et 9 (glyphosate) ² ;
Lampourde glouteron :	- résistance aux herbicides du groupe 2 ² ;
Morelle noire de l'Est :	- résistance aux herbicides du groupe 2;
Moutarde des oiseaux :	- résistance aux herbicides du groupe 9 (glyphosate);
Panic spp. :	- résistance aux herbicides du groupe 2 ² ;
Petite herbe à poux :	- résistance aux herbicides des groupes 2, 5, 9 (glyphosate) et 14 ² ;
Renouée liseron :	- résistance aux herbicides du groupe 2;
Sétaire géante :	- résistance aux herbicides des groupes 1 et 2;
Stellaire moyenne :	- résistance aux herbicides du groupe 2;
Sétaire verte :	- résistance aux herbicides du groupe 2;
Vergerette du Canada :	- résistance aux herbicides des groupes 2 ² , 5 ² , 9 (glyphosate).

Portrait de la résistance au Québec

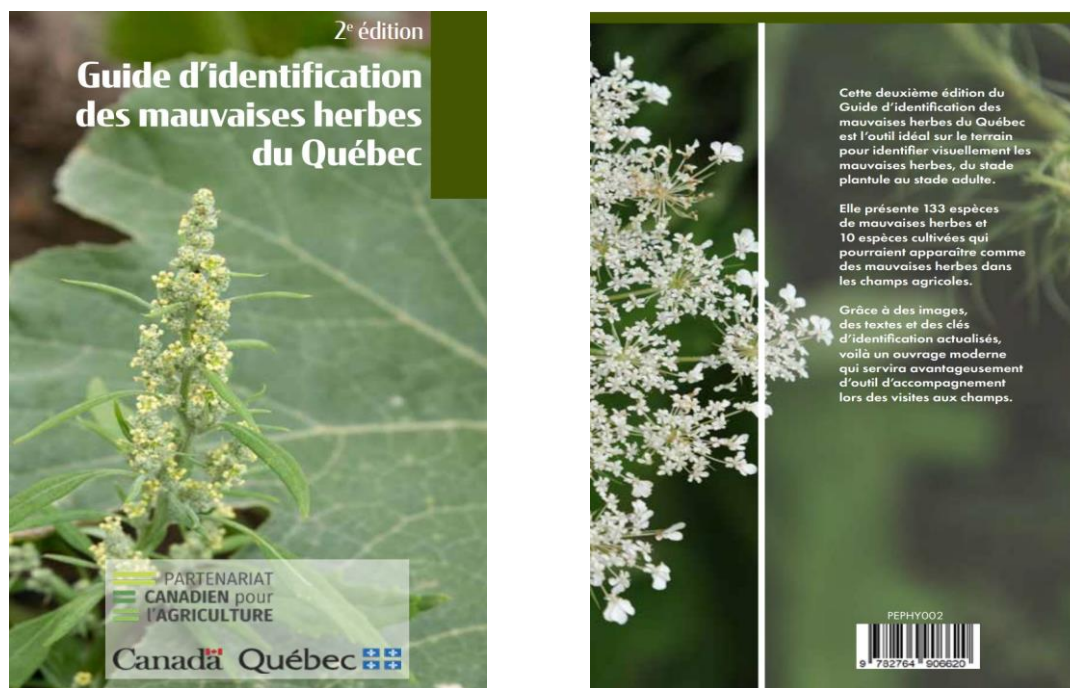
Le portrait provincial de la résistance des mauvaises herbes aux herbicides 2011-2023 est actuellement en préparation (les résultats ne sont pas tous disponibles). Les données sur la résistance des mauvaises herbes aux herbicides sont à consulter dans le portrait 2011-2022 au : [Malherbologie, Bulletin d'information No 1 : Portrait de la résistance des mauvaises herbes aux herbicides au Québec \(2011-2022\) | Réseau d'avertissements phytosanitaires \(RAP\) - Agri-Réseau | Documents \(agrireseau.net\).](#)

Tests moléculaires réalisés par le LEDP MAPAQ, Québec :

- 163 demandes de tests moléculaires ont été effectuées par la clientèle agricole en 2023 (identification moléculaire et test de détection de la résistance);
- les espèces d'adventices pour lesquelles des tests moléculaires ont été réalisés étaient : *Amaranthus tuberculatus*, *Amaranthus powellii*, *Amaranthus retroflexus*, *Avena fatua*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Ambrosia trifida*, *Abutilon theophrasti*, *Chenopodium album*, *Erigeron canadensis*, *Solanum ptychanthum*, *Setaria faberi*, *Brassica rapa*, *Brassica napus*;
- les groupes d'herbicides suivants ont été testés : 2, 5, 9 (glyphosate), 14;
-

3. Nouvelle édition du Guide d'identification des mauvaises herbes

En avril 2023, le MAPAQ présentait le nouveau « Guide d'identification des mauvaises herbes du Québec » (voir images ci-bas), une refonte de la première édition, réalisée en 1998. Le travail a été effectué par le LEDP du MAPAQ, en collaboration avec le Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ) qui en assure l'édition et la mise en marché. C'est Amélie Picard, agronome et malherbologue au LEDP qui en est l'auteure. L'ouvrage s'inspire des commentaires reçus des utilisateurs de l'ancien guide. Une version papier et une version numérique ont été produites. La nouvelle édition conserve l'identification par photo, les images ayant été mises à jour et une attention particulière ayant apportée aux images du stade plantules des mauvaises herbes, plus difficiles à distinguer. Des nouveautés telles que les logos pour identifier les espèces envahissantes, allergènes et réglementées ont aussi été intégrées.



4. SAgE pesticides

Il s'agit d'une base de données sous forme de site internet, simple et gratuite, où sont répertoriés tous les renseignements nécessaires pour gérer de façon rationnelle et sécuritaire l'ensemble des pesticides utilisés en agriculture au Québec.

Cette base de données s'adresse aux conseillers et aux producteurs agricoles. Tous les traitements phytosanitaires homologués pour les cultures d'importance économique au Québec s'y retrouvent. Cet outil donne accès à l'ensemble de l'information sur les risques pour la santé humaine et l'environnement pour chacun des pesticides disponibles. Elle est le fruit d'une collaboration entre plusieurs organisations (MAPAQ/MELCC/INSPQ). Le MAPAQ est responsable du contenu des usages agricoles (produits commerciaux, cultures, ravageurs/maladies/mauvaises herbes, dose, période d'intervention, etc.). L'information se trouve en général sur l'étiquette du produit. Le MELCC (Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques) est responsable des données écotoxicologiques et physicochimiques (risques pour l'environnement : écotoxicité et comportement dans l'environnement). L'INSPQ (Institut national de santé publique du Québec) vérifie les données toxicologiques (risques pour la santé humaine : toxicité aiguë et effets à long terme). On consulte SAgE pesticides au : www.sagepesticides.qc.ca

5. IRIIS phytoprotection

Il s'agit d'un site web visant à soutenir l'identification et le diagnostic des ennemis des plantes cultivées au Québec. Des problématiques relatives à l'entomologie, la malherbologie et la phytopathologie y sont documentées sous forme de fiches, lesquelles présentent de l'information scientifique et technique de référence ainsi que des images de grande qualité. Les utilisateurs ont accès à une banque d'images documentées, validée par les experts du Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection (LEDP) du MAPAQ.

Dans la section *Mauvaises herbes et autres plantes*, plus de 250 espèces sont présentées sur le site d'IRIIS phytoprotection. Les espèces y sont classées selon certains groupes (mauvaises herbes agricoles, plantes *Équipe Malherbologie – Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection (MAPAQ), octobre 2023*

des milieux naturels, plantes rudérales et espèces exotiques envahissantes) et sous forme de fiches techniques. Une fiche technique contient de l'information relative à l'identification de la plante, aux conditions favorables à sa croissance ainsi qu'aux méthodes de prévention et de répression de la mauvaise herbe.

En appui à l'information donnée dans les fiches techniques, de nombreuses images sont présentées afin d'illustrer les différentes espèces. Près de 3000 images servent de support visuel à la description botanique de chaque espèce et permettent d'aider à l'identification des plantes. De nouvelles images sont constamment ajoutées afin de mieux illustrer les mauvaises herbes.

Un module d'identification des mauvaises herbes et autres plantes est aussi présenté sur IRIIS et permet de retrouver toutes les mauvaises herbes du site. Il contient une clé d'identification illustrée, simple d'utilisation permettant l'identification des mauvaises herbes en fonction du stade de croissance.

En plus des fiches techniques sur les principales mauvaises herbes des cultures, de l'information est aussi présentée sur les dommages aux cultures qui sont causés par des *phytotoxicités*, liées à l'utilisation des pesticides en général. De nombreuses fiches présentent de l'information sur les herbicides plus particulièrement ainsi que les symptômes qu'ils peuvent causer aux cultures. Plus de 600 images sont présentées afin d'aider à l'identification de telles problématiques.

Dans l'avenir, l'objectif est d'enrichir le contenu de façon à ce que la plupart des problématiques rencontrées chez les plantes cultivées au Québec soit y documentée. De nouvelles images et fiches techniques sont ajoutées en continu sur le site par l'équipe du LEDP : [IRIIS phytoprotection](#).

6. *Herbier du Québec*

Celui-ci compte près de 200 000 spécimens de végétaux provenant principalement de la flore québécoise, mais aussi d'une minorité de différents continents. L'Herbier du Québec comprend une excellente représentation de la flore adventice, *i.e.* de la flore nuisible aux cultures du Québec. En plus des spécimens adultes de mauvaises herbes, l'Herbier comprend une collection importante de plantules de mauvaises herbes ainsi que de nombreux spécimens de milieux naturels, allant de spécimens rares aux spécimens envahissants. Des spécimens sont constamment ajoutés à la collection, par les conservateurs et conservateurs associés de l'Herbier ou encore grâce aux échanges effectués avec d'autres herbiers dans le monde.

L'Herbier du Québec possède son propre site internet (herbierduquebec.gouv.qc.ca) servant à promouvoir sa visibilité et permettant de consulter en ligne des documents uniques et fragiles, habituellement réservés qu'aux spécialistes en botanique. Des espèces adventices des cultures ainsi que des plantes des milieux naturels y sont présentées à travers plus de 450 fiches. Chacune d'elles présente les plus beaux spécimens qui représentent le mieux la variabilité de l'espèce, à différents stades de croissance (plantule/végétatif/adulte) ainsi que des images précisant les caractéristiques spécifiques pouvant aider à l'identification des espèces. Des fiches et images sont ajoutées en continu au site afin de présenter la presque totalité des espèces documentées dans l'Herbier du Québec, celui-ci constituant donc un outil précieux pour la connaissance des espèces présentes sur le territoire québécois.

7. *Collection – Phytobanque des espèces adventices et agricoles du LEDP (PSAAL)*

Une collection visant à regrouper l'ensemble des semences des espèces de mauvaises herbes présentes au Québec ainsi que les semences d'espèces cultivées, d'arbres et d'arbustes composant *Équipe Malherbologie – Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection (MAPAQ), octobre 2023*

notre patrimoine végétal provincial a été instaurée à la saison 2019, par l'Équipe malherbologie du LEDP.

Comme la section malherbologie du LEDP a le mandat d'offrir une expertise en matière d'identification des espèces adventices, en plus de devoir demeurer à l'affût des espèces exotiques envahissantes susceptibles de s'établir au Québec, la collection de semences constitue, à ce chapitre, un nouvel outil de référence pour l'identification. De plus, la banque s'active dans la recherche en ayant pour objectif de répondre aux besoins de différents projets en malherbologie, notamment celui sur la résistance des mauvaises herbes aux herbicides. Enfin, cette collection a aussi le mandat de contribuer à préserver une partie de la flore du Québec (collection de matériel génétique).

La collection de semences est conservée (mise en congélation des spécimens) dans les installations du LEDP. Pour l'instant, elle se compose de 187 espèces de mauvaises herbes, réparties en 32 familles; 68 espèces cultivées, réparties en 24 familles; et 28 espèces d'arbres et arbustes, réparties en 12 familles.

L'inventaire des semences récoltées s'effectue en continu et les données sont consignées sur support informatique. La prise de photographies (macrophotographie en multi-couches) des spécimens est aussi effectuée parallèlement à l'enrichissement de la collection (*cf.* photos à la fin du présent document). La collection en est à ses débuts et compte sur la collaboration des conseillers et partenaires pour l'enrichissement de son contenu

8. Réseau d'avertissement phytosanitaire (RAP)

Le RAP a pour mission d'informer les producteurs et autres intervenants en agriculture au Québec sur la présence et l'évolution des ennemis des cultures par région, et aussi présenter des stratégies d'intervention appropriées, dans un contexte de gestion intégrée des cultures et de développement durable.

RAP Grandes cultures - groupe de travail sur la malherbologie

Mis sur pied en 2017, les objectifs poursuivis par ce groupe sont d'assurer la surveillance des mauvaises herbes sur le terrain et fournir une information en temps réel sur les problèmes saisonniers rencontrés en grandes cultures et les solutions pour y remédier, dans une gestion intégrée des ennemis des cultures.

Plus précisément, le groupe recueille des informations sur la distribution de mauvaises herbes problématiques. Les informations recueillies sont diffusées via le RAP Grandes cultures. On y présente notamment : les méthodes de dépistage; les meilleures pratiques en fonction du calendrier cultural; les problèmes saisonniers en lien avec la malherbologie; les dommages de toxicité sur les cultures; les meilleures pratiques de désherbage visant à réduire les risques environnementaux et sanitaires ainsi que pour lutter contre la résistance des mauvaises herbes aux herbicides.

Voici des documents publiés en 2023 par le RAP Grandes cultures - malherbologie : (*Compilation fournie par S. Florès-Mejia, CEROM, 20-10-2023*) :

Votre trousse « résistance des mauvaises herbes » pour 2023. Billet de blogue. B. Duval, S. Flores-Mejia, A. Marcoux, S. Mathieu et D. Miville. [Votre trousse « Résistance des mauvaises herbes » pour 2023 | Grandes cultures - Agri-Réseau | Blogue \(agrireseau.net\).](#)

« Prévention et gestion de la résistance des ennemis des cultures aux pesticides ». Fiche technique RAP, juillet 2023. C. Thireau, M.-E. Berubé, A. Marcoux, D. Miville, L. Thériault. [Document 110683.pdf \(agrireseau.net\)](#)

« GARDEZ L'ŒIL OUVERT : UN PLANT D'AMARANTE DE PALMER IDENTIFIÉ EN ONTARIO ». RAP-malherbologie Grandes cultures, Avertissement No 19, 1^{er} septembre 2023. [Grandes cultures.](#)

RAP-Malherbologie

Depuis 2019, un RAP-malherbologie, dédié spécifiquement aux problématiques rencontrées avec les mauvaises herbes, non seulement en grandes cultures mais dans toute culture présente au Québec, est en place. Ce réseau donne une information en temps réel sur : l'introduction/découverte d'espèces de mauvaises herbes au Québec; les moyens de lutte et divers outils disponibles pour les conseillers et producteurs; des fiches techniques de mauvaises herbes problématiques; les résultats (bilan annuel et portrait provincial) des tests de détection de mauvaises herbes résistantes aux herbicides au Québec, sous la responsabilité du LEDP et avec la collaboration du CÉROM.

En 2021, le RAP-malherbologie présentait une nouveauté, soit le suivi de la croissance de l'amarante tuberculée (AT) sur le territoire agricole québécois. Des conseillers sur le terrain informaient hebdomadairement du stade de croissance de l'AT, ceci afin d'obtenir plus d'information sur sa croissance sous nos conditions climatiques. Cette information a permis de cerner les moments-clés de sa croissance au cours de l'été : son émergence, ses différents stades végétatifs, sa floraison et sa production de graines matures. Cet exercice permet d'informer les conseillers et producteurs agricoles des moments-clés pour dépister et lutter contre l'AT.

Documents publiés par le RAP – Malherbologie en 2023 :

« **SURVEILLANCE DE LA PETITE HERBE À POUX RÉSISTANTE AUX HERBICIDES DU GROUPE 14** ». Réseau d'avertissements phytosanitaires. Avertissement – Malherbologie No 2, 13 juin 2023. <https://www.agrireseau.net/documents/111157/>

« **Portrait de la résistance des mauvaises herbes aux herbicides au Québec (2011-2022)** ». Réseau d'avertissements phytosanitaires. Bulletin – Malherbologie N° 1, 19 juin 2023. [Malherbologie, Bulletin d'information No 1 : Portrait de la résistance des mauvaises herbes aux herbicides au Québec \(2011-2022\) | Réseau d'avertissements phytosanitaires \(RAP\) - Agri-Réseau | Documents \(agrireseau.net\)](#)

9. Activités et projet de recherche en malherbologie au Québec

A. Plan provincial d'intervention phytosanitaire de lutte contre l'amarante tuberculée

Débuté en 2020, le Plan provincial d'intervention phytosanitaire pour lutter contre l'amarante tuberculée en était à sa dernière (4^e) année d'opération. Ce plan vise principalement à offrir, aux producteurs touchés par la présence d'amarante tuberculée (AT), un encadrement agronomique, assurant une réponse rapide et efficace contre cette mauvaise herbe envahissante et limitant ainsi la progression de l'AT sur le territoire agricole québécois.

L'encadrement de la ferme, réalisé par un(e) agronome, permet d'établir une stratégie de lutte sur l'entreprise en tenant compte des cultures et des différents moyens de contrôle disponibles. Cette aide ponctuelle facilite la prise en charge de la problématique par l'entreprise. Une aide financière est aussi disponible pour aider l'entreprise à éradiquer l'AT de ses champs, l'année de découverte.

Le plan a jusqu'à maintenant permis d'aider 35 entreprises, sur un total de 1240 ha. Le degré d'infestation moyen de l'AT était de 2,5/4, les degrés d'infestation allant de 1 à 4, 4 étant un degré d'infestation très élevé. Les cultures infestées étaient le soya et le maïs principalement. L'historique des cultures (jusqu'à 4 ans) était le suivant : soya principalement (19 cas/35 cas), maïs (12/35), et diverses cultures (blé/avoine/chou-fleur/prairies/framboise/piment, etc.). Il a

été observé que si aucune rotation culturale n'est effectuée, un degré d'infestation de 3 à 4 est présent dans 50% des cas, alors qu'avec une rotation effectuée, le degré d'infestation 4 survient dans environ 25% des cas - Encourageons le dépistage de l'amarante tuberculée! - Coordination services-conseils (coordination-sc.org).

Des résultats très encourageants sont visibles chez les producteurs pris en charge depuis 2020.

B. Grand inventaire des mauvaises herbes

Débuté en 2021, ce projet s'échelonne sur plusieurs années et couvrira l'ensemble du Québec. Le Grand inventaire s'adaptera à chacune des régions agricoles du Québec et permettra d' : obtenir une vision d'ensemble et actuelle de la distribution des mauvaises herbes au Québec; de déterminer la fréquence et l'abondance des mauvaises herbes dans les principales cultures de chaque région agricole; d'évaluer les différents facteurs influençant la dynamique des mauvaises herbes; et d'effectuer un constat de l'évolution des mauvaises herbes au cours de ces 40 dernières années.

Ce projet fait en effet suite au Programme d'inventaire des mauvaises herbes dans les cultures du Québec, tenu de 1980 à 1984, lequel a permis de bâtir un portrait de la distribution et de l'abondance des mauvaises herbes dans les plus importantes cultures des cinq principales régions agricoles du Québec de l'époque. La réalité agricole québécoise étant bien différente d'il y a 40 ans, il est opportun de maintenant de réitérer l'exercice. Le Centre de recherche sur les grains (CÉROM) a été mandaté, en partenariat avec le LEDP du MAPAQ, pour assurer la mise en œuvre de ce nouvel inventaire.

Le suivi des champs pour l'inventaire a débuté en 2021 et sous la coordination du CEROM, des étudiants ont sillonné les cultures de chaque MRC de la Montérégie-Ouest et Montérégie-Est afin d'y répertorier et compiler les mauvaises herbes présentes.

Centres de recherche au Québec – activités et projets en malherbologie

C. Centre de recherche sur les grains (CÉROM)

Des projets en malherbologie sont en cours de réalisation au CÉROM. Voici une liste des projets menés par l'équipe en 2023 :

Projets en cours de réalisation – CEROM responsable de projet

Flores-Mejia, S, Marcoux, A.; Miville, D. « **Service de détection de la résistance aux herbicides** ». Convention CÉROM-MAPAQ 2020-2026. Annexe 7 : Détection de la résistance des mauvaises herbes aux herbicides.

Flores-Mejia, S., Marcoux, A.; Miville, D.; Picard, A. Bourgeois, B., Menchari, Y. « **Inventaire des mauvaises herbes du Québec – volet Montérégie** ». Convention CÉROM-MAPAQ 2020-2023. Annexe 7. Avril 2020 – avril 2024 (Extension dû à la COVID-19).

Flores-Mejia, S., Marcoux, A.; Miville, D.; Picard, A. Bourgeois, B., Menchari, Y. « **Inventaire des mauvaises herbes du Québec. Volet : Centre-du-Québec et les Laurentides** ». Avril 2023 – avril 2026.

Flores-Mejia, S., Bipfubusa, M., Laforest, M., Michaud, D., Mathieu, S. et Marcoux, A. « **Développement des méthodes de détection moléculaire de la résistance aux herbicides des groupes 5, 14 et 27 pour l'amarante tuberculée** ». Prime-Vert volet CIMDEC. No. 19-008-2.2-C-CEROM. Avril 2019 - août 2024.

Flores-Mejia, S., Navarro, J., Akpakouma, A., Tétrault, M., Gosselin, Y. Zoghliami, S., Dupuis, M., Marcoux, A., Miville, D. Comtois, S. Handfield, M. « **La folle avoine résistante aux herbicides dans la région du Bas-Saint-Laurent: détection et lutte collaborative** ». InnovAction volet 1. (IA120598) Décembre 2021 – août 2024 (projet) et décembre 2021 – août 2025 (volet transfert de connaissances).

Flores-Mejia, S., Mathieu, S., Tremblay, J., Picard, A., Marcoux, A., Girardville, D. « **Dépistage des mauvaises herbes collectées lors du lavage de la batteuse** ». Projet RAP-Recherche. Avril 2023-juillet 2024.

Projets en cours de réalisation – CEROM collaborateur

Brodeur et al. « **Le rôle des pesticides en agriculture au Québec : États des lieux** ». FQRNT – RQRAD. 2022-2025.

Abdi, D. et al. « **Sensibilisation à l'utilisation des cultures de couverture dans le contrôle des mauvaises herbes dans des systèmes de grandes cultures biologiques intégrant le chanvre industriel au Saguenay-Lac-Saint-Jean** » – volet malherbologie. Programme PrimeVert. 2023-2025.

Boquel, S., Flores-Mejia, S., McElroy, M., Latraverse, A., Brassard, H., Akpakouma, A., Samson, V. « **Le canola d'automne dans les rotations de cultures comme moyen de lutte aux ravageurs et aux mauvaises herbes en régie conventionnelle et biologique** » – volet malherbologie. Programme PrimeVerte volet 3.1. 2021-2024.

Boquel, S. et al. « **Réseau de surveillance des pucerons ailés et des plantes réservoirs de virus (CMV et potyvirus) et méthodes de lutte contre la transmission des virus dans les cultures de soya et de cucurbitacées (CUCUVIR)** » – volet malherbologie. Convention CÉROM-MAPAQ 2023-2026. 2023-2025.

Autres publications et mentions dans les médias :

Florès-Mejia, S. - [La folle avoine résistante aux herbicides du groupe 1 dans la région du Bas-Saint-Laurent - YouTube](#)

Florès-Mejia, S., Mathieu, S. et Duval, B. - **DÉPISTAGE DES MAUVAISES HERBES ET DÉTECTION DE RÉSISTANCES**. Grandes cultures, Avertissement No 15. 22 juillet 2022 | Réseau d'avertissements phytosanitaires (RAP) - Agri-Réseau | Documents (agrireseau.net)

Référence : Mme Sandra Florès-Mejia, Ph. D., CEROM, T: (450) 464-2715 poste 219 / T: 450-464-8767 / sandra.flores-mejia@cerom.qc.ca

D. Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA)

Des essais en malherbologie se réalisent également à l'IRDA. Voici une liste des projets en cours de réalisation, menés par l'équipe en 2023 :

2023-2025 : Vitrine sur le désherbage électrique dans le bleuet nain. Ce projet vise à mettre en place une vitrine de démonstration de la technique du désherbage électrique à la Ferme des Chutes, qui produit des bleuets nains en régie biologique et utilise cette pratique de désherbage. L'objectif est de faire connaître et de favoriser l'adoption de la technique du désherbage électrique comme méthode alternative pour le contrôle des mauvaises herbes dans le bleuet nain au Saguenay-Lac-Saint-Jean.

Équipe Malherbologie – Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection (MAPAQ), octobre 2023

2020-2023 Évaluation d'un robot désherbeur en production maraîchère biologique. Le projet propose d'adapter cette nouvelle stratégie de lutte robotisée contre les mauvaises herbes pour les légumes de champ en contexte québécois d'agriculture biologique. Sa performance sera évaluée dans le maïs sucré, les haricots et l'oignon espagnol. Il sera comparé au désherbage manuel, à la houe maraîchère et au sarcler tiré par le tracteur.

2019-2023 : Développement de stratégies et moyens pour désherber la carotte en rotation avec les grandes cultures biologiques. Les objectifs poursuivis dans ce projet sont : d'établir une stratégie de désherbage et développer des moyens pour réprimer les mauvaises herbes dans la culture de la carotte en rotation avec les grandes cultures biologiques; et de déterminer l'impact des moyens développés en présemis et/ou prélevée de la carotte sur la répression des mauvaises herbes et l'effet des stratégies de désherbage sur le rang en postlevée sur la répression des mauvaises herbes et le rendement.

2019-2023 : Développement d'une stratégie de binage pour les grandes cultures et légumes de transformation biologiques semés en rangs étroits. Les objectifs poursuivis dans ce projet sont : d'établir une stratégie de répression des mauvaises herbes dans des cultures semées à rangs étroits en utilisant le binage tardif en complément aux passages précoces de la houe rotative et/ou de la herse étrille, les conditions optimales d'utilisation (outils et vitesse appropriés), les stades optimaux des cultures, l'effet de l'utilisation de voies d'accès et l'impact de l'ajout d'un système de guidage avec caméra sur la précision de binage.

Référence : Élise Smedbol, Ph.D., chercheure en malherbologie, T : 450-658-7368 poste 320 / elise.smedbol@irda.qc.ca

E. Agriculture et agroalimentaire Canada (AAC)

Des essais en malherbologie sont également en cours, au Centre de recherche et de développement d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) de Saint-Jean-sur-Richelieu. Voici une liste des projets menés par l'équipe de malherbologie :

Marie-Josée Simard, Ph. D. (AAC, Saint-Jean-sur-Richelieu), chercheure principale - Weed Sentinels. - In many crops, weeds are the most important pest group. Weeds have to be managed and successful management is all about timing. A critical weed management window occurs early in the growing season and is technically narrower when weeds are not controlled using pesticides. knowing precisely when a given weed population will emerge could increase the cost effectiveness of weeding operations. The adoption of predictive models based on hydrothermal time has been limited, especially since different models need to be adapted for each weed species, climatic region and crop. Instead of relying on multiple models we argue that weed emergence could be monitored in situ through the accelerated development and monitoring of local populations. Accelerated development would be achieved by upgrading low-tech fiberglass plate "greenhouses" occasionally used by weed scientists into smart connected "weed sentinels". Different mini-greenhouse models will be evaluated, weeds will be grown under these structures and pictures will be taken to generate a database. Annotated pictures will be used to develop deep-learning models using artificial intelligence. The selected devices and deep learning models will be tested in the field and weed samples will be taken to test for species composition and herbicide resistance using molecular tools. If successful, growers would increase their efficiency by being able to accurately plan early weed management operations, especially in organic productions. A signal could be sent by the "weed sentinels" when weed emergence has started and (eventually) what species are present. This alert could also indicate that, based on current forecasts, will have to be managed before a specified date.

Marie-Josée Simard, Ph. D. (AAC, Saint-Jean-sur-Richelieu), collaborateur: Sprayable RNAi for weed control. - Weed control is an important consideration for producers to support sustainable and profitable crop production. Herbicide use, in terms of kilograms, represents almost 75% of all on-farm pesticide purchases in Canada. However, producers are losing a number of herbicides, which are the key tool in their toolbox to control weeds in their field due to the spread of herbicide resistance. Moreover, no new herbicide modes of action have been introduced since the last three decades. Therefore, growers are in desperate need for new weed control methods that are both effective and sustainable. Spray-induced gene silencing through RNA interference holds

Équipe Malherbologie – Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection (MAPAQ), octobre 2023

the promise to serve such a purpose. It can kill weeds by an entirely new mechanism with molecules that are both environmentally friendly, safe and species specific. This process does not involve genetic manipulation. Much work remains to be done however to develop a strategy that will ensure the success of the approach. Developments in double strand RNA design (the active ingredient), formulation and delivery methods are needed to achieve an effective sprayable RNAi herbicide.

Marie-Josée Simard, Ph. D. (AAC, Saint-Jean-sur-Richelieu), collaborateur : **Weed control using abrasives.** - Integrated weed management is a diversified approach to weed management that includes a number of tools combined together such as mechanical, biological, genetic, cultural and chemical. It is expected that the combination of two or more of these tools will provide more efficacious weed control in comparison to any singular method. In this research we are proposing to add air-propelled abrasives into systems that have already implemented one or more of these tools such as tillage or herbicides. We are focusing our efforts on the in-crop weed control portion of the system, because it is anticipated that a pre-emergence soil applied herbicide or tillage will be used for early season weed control.

Our research aims to develop in-crop weed management tools that do not have to be submitted through the regulatory registration process and can add another mode of action against problem or herbicide resistant weeds. One such tool is the use of air-propelled abrasive grit that is sprayed directly over weeds within the crop. The overarching goal is to cause enough tissue damage that the weed does not recover, or that it will be rendered more susceptible to an in-crop herbicide.

Marie-Josée Simard, Ph. D. (AAC, Saint-Jean-sur-Richelieu), collaborateur : **Développement de bio-herbicides à partir du microbiome de mauvaises herbes.** - In this project, we propose to develop bio-herbicides from weed microbiome. We will search for weed plants with disease symptoms in natural environments as well as healthy plants from the same environment. We will use high-throughput sequencing technologies to characterize the microorganisms living on the leaf surface. Following the identification of potential weed pathogens, we will test their ability to cause disease in healthy weed plants. We will also inoculate plants of cultivated species to ensure safety.

Marie-Josée Simard, Ph. D. (AAC, Saint-Jean-sur-Richelieu), collaborateur : **Plateforme IA pour la classification de multiples stress biotiques et abiotiques.** - An unprecedented level of accuracy and computer vision for crop monitoring is now possible with modern technologies. However, harnessing the power of digital technologies for pest management and agro-ecosystem modeling is severely limited by the lack of large, high-quality datasets enabling the development of complete machine learning models. Generating high-definition datasets to accurately train those models for pest or stress identification is both time-consuming and very expensive. Furthermore, most available datasets are limited to a single stress although, in real field conditions, multi-factor datasets are needed to reliably identify multiple biotic/abiotic interactions which can affect the final yield or quality of horticulture production. In this project, we use existing infrastructure (i.e. thermal and hyperspectral cameras, robotic platform calibrated for lettuce production) for the development of a high-throughput phenotyping platform and analysis pipeline that will be used to train different new artificial intelligence (AI) models (deep learning) with temporal data to accurately classify the stresses (pests, diseases, soil microbiome imbalance, soil nutrient deficiency, drought, etc.) and their interactions. Combining technologies and data acquisition at different time points (temporal) is expected to increase detection robustness, while reducing the amount of data needed to train AI models. These models could then be used to improve stress/pest management with evidence-based decision-making offering new customizable solutions to growers and agronomists. Effective pest management based on remote-sensing and forecasting systems will greatly reduce yield losses and promote better spatial pesticide applications, thus supporting the sector to remain competitive and sustainable.

Marie-Josée Simard, Ph. D. (AAC, Saint-Jean-sur-Richelieu), collaborateur : **Vineyard: une plateforme pour la gestion des ravageurs, pesticides et herbicides basée sur des données recueillies dans les vignobles.** - Vineyard management is a complex task. In order to achieve sustainable yield, growers need to rely on technology and embrace digital transformation (management data driven decisions). Currently, multiple data sources are available to winegrowers, such as weather forecasts, pest and disease management thresholds and UAV imagery. However, data interpretation is still required to provide value to this information. Grapevine

growers must make decisions daily regarding resource allocation and management including, for example, when and where to prune, manage the canopy, apply fertilizers, control weeds, or treat against pests. Since multiple decisions are required throughout the season, there is a need for cost-effective decision making. Currently, winegrowers lack the computational tools needed to integrate data of different formats and sources to schedule management actions that would optimise both yield and resource utilization. Without access to data-driven management recommendations, growers rely on intuition and personal experience to guide their decisions leading to suboptimal resource allocation, yield, grape quality as well as higher inputs of fertilizers and pesticides. Management strategies can be developed and delivered using a Digital Decision Support System (DDSS). The objective of this project is thus to improve data processing, develop models to predict risk and to prescribe management actions (operations). From these models, to conceptualize a DDSS workflow system adapted to northern viticulture. The DDSS will guide grapevine crop and pest management decisions based on site-specific real-time and near-real-time data.

Référence : Mme Marie-Josée Simard, Ph.D., AAC, T: (579) 224-3104 / F: (579) 224-3199 / marie-josee.simard@canada.ca

Ce document a été réalisé par :

L'Équipe malherbologie du Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection (LEDP) :

Annie Marcoux, agronome, M.Sc., malherbologiste au LEDP, annie.marcoux@mapaq.gouv.qc.ca

David Miville, agronome-malherbologiste, M.Sc., david.miville@mapaq.gouv.qc.ca

Amélie Picard, agronome-malherbologiste, M.Sc., amelie.picard@mapaq.gouv.qc.ca

François Bélanger, technicien de laboratoire, francois.belanger@mapaq.gouv.qc.ca

Et avec la collaboration des autres membres de l'équipe du LEDP.

Ainsi que :

Mme Sandra Florès-Mejia, Ph.D., chercheure au Centre de recherche sur les grains (CÉROM);

Mme Élise Smedbol, Ph.D., chercheure à l'Institut de recherche et de développement en agro-environnement (IRDA);

Mme Marie-Josée Simard, Ph.D., chercheure au Centre de recherche et de développement d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC).

Photographies en couches multi-couches (« *photo stacking* ») tirées de :
la **Phytobanque des semences adventives et agricoles du LEDP (PSAAL)**



Semences *Toxicodendron radicans* – TOXRA



Semences de *Malva moschata* L. – MALMO



Semence de *Medicago lupulina* – MEDLU