Une initiative de la Communauté de pratique sur la surveillance phytosanitaire des mauvaises herbes, établie par le Conseil canadien de la santé des végétaux

Protocole de surveillance harmonisé pour l'amarante tuberculée (*Amaranthus tuberculatus*) et d'autres espèces d'*Amaranthus*

V 9

Sandra Flores-Mejia (CÉROM) et Kristen Obeid (MAAARO) en collaboration avec: Jaimie Schnell (ACIA), Shaun Sharpe (AAC), Marie-Josée Simard (AAC) et Amélie Picard (LEDP-MAPAQ)

Mis à jour mai 2026

Table de matières

1. OBJECTIF 2

2. CONTEXTE 2

3. MESURES DE BIOSÉCURITÉ POUR PRÉVENIR LA PROPAGATION D'*AMARANTHUS TUBERCULATUS*, DES ESPÈCES NON INDIGÈNES ET HYBRIDES D'*AMARANTHUS* 3

3.1. MATÉRIEL 3

3.2. PROCÉDURE 3

4. IDENTIFICATION DES ESPÈCES D'*AMARANTHUS* 5

4.1. IDENTIFICATION CLASSIQUE 5

4.2. IDENTIFICATION À L'AIDE DE TECHNIQUES MOLÉCULAIRES 6

5. SURVEILLANCE DE L'AMARANTE TUBERCULÉE (*AMARANTHUS TUBERCULATUS*) 7

5.1. COLLECTE DE DONNÉES 7

5.2. DÉPISTAGE PRÉCOCE DE L'AMARANTE TUBERCULÉE (*AMARANTHUS TUBERCULATUS*) 8

5.2.1. MATÉRIELS 8

5.2.2. PROCÉDURE 8

5.3. DÉPISTAGE TARDIF DE L'*AMARANTHUS TUBERCULATUS* 10

5.3.1. MATÉRIELS 10

5.3.2. PROCÉDURE 11

6. TESTS DE RÉSISTANCE AUX HERBICIDES ET IDENTIFICATION DES ESPÈCES 14

6.1. TESTS ET LABORATOIRES DISPONIBLES 14

6.1.1. EN ONTARIO 14

6.1.2. AU QUÉBEC 15

6.1.3. DANS LES PROVINCES DES PRAIRIES 16

6.2. ÉCHANTILLONNAGE POUR L'ÉVALUATION DE LA RÉSISTANCE AUX HERBICIDES ET/OU L'IDENTIFICATION À L'ESPÈCE À L'AIDE DE TESTS MOLÉCULAIRES (LEDP-MAPAQ, TURNKEY GENOMICS). 17

6.3. ÉCHANTILLONNAGE POUR TESTER LA RÉSISTANCE AUX HERBICIDES AU MOYEN DE TESTS CLASSIQUES 18

7. QUE FAIRE SI UNE NOUVELLE POPULATION D'ESPÈCES NON INDIGÈNES D'AMARANTHUS EST DÉTECTÉE 20

8. OUVRAGES CITÉS 21

Protocole de surveillance harmonisé pour l'amarante tuberculée (*Amaranthus tuberculatus*) et d'autres espèces d'*Amaranthus*

Sandra Flores-Mejia (Centre de Recherche sur les Grains)
Kristen Obeid (Ministère de l'agriculture, de l'alimentation et des affaires rurales de l'Ontario)

En collaboration avec :

Jaimie Schnell (Agence canadienne d'inspection des aliments)
Shaun Sharpe (Agriculture et agroalimentaire Canada)
Marie-Josée Simard (Agriculture et agroalimentaire Canada)
Nicolle MacDonald (Agriculture et agroalimentaire Canada)
Amélie Picard (Laboratoire d'Expertise et de Diagnostic en Phytoprotection - Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec)

1. Objectif

Harmoniser les protocoles de surveillance des espèces du genre *Amaranth*us, dont l'amarante tuberculée (*Amaranthus tuberculatus),* à l'échelle du Canada**.** Le document peut servir de modèle pour la surveillance future des mauvaises herbes, y compris les hybrides des espèces *d'Amaranthus*.

2. Contexte

La détection précoce d'espèces non indigènes ou d'espèces récemment introduites dans une région, comme l'amarante tuberculée et l'amarante de Palmer (*A. palmeri*), est cruciale pour établir un programme de lutte efficace.

L'amarante de Palmer et l'amarante tuberculée sont des mauvaises herbes prolifiques et très compétitives comptant au sein de leurs populations des biotypes qui sont résistants à plusieurs groupes d'herbicides (jusqu'à huit groupes aux États-Unis) (Sprague & Burns, 2021). Ces deux espèces sont dioïques, les plants n'ayant que des fleurs mâles ou que des fleurs femelles. Seuls les plants femelles produisent des graines. Présentement, au Canada, l'amarante tuberculée n'est signalée qu'en Ontario, au Québec et au Manitoba. Les autres espèces d'*Amaranthus* présentes au Canada sont monoïques (c.-à-d. des fleurs mâles et des fleurs femelles sont présentes sur un même plant) et toutes peuvent produire des graines. Il existe plusieurs espèces monoïques d'*Amaranthus* qui ne sont pas indigènes au Canada, mais qui sont maintenant répandues dans de nombreuses provinces, y compris l'amarante à racine rouge (*A. retroflexus*), l'amarante de Powell (*A. powelli*), l'amarante hybride (*A. hybridus*) et l'amarante blanche (*A. albus*) (Weaver et al. 1980; Costea et Tardiff 2003; Costea et al. 2004; data.canadensys.net/vascan). Parmi les autres espèces d'amaranthes présentes au Canada, on retrouve l'amarante livide (*A. blitum*) avec une répartition limitée en Ontario, au Québec et en Colombie-Britannique, et l'amarante fausse-blite (*A. blitoides*) qui est présente partout au Canada, sauf dans les provinces de l'atlantique (Costea et Tardiff, 2003). Les espèces signalées comprennent également l'amarante épineuse (*A. spinosus*) en Ontario et au Manitoba, l'amarante hypocondriaque (*A. hypochondriacus*) en Colombie-Britannique et l'amarante queue-de-renard (*A. caudatus*) au Québec et en Saskatchewan. L'amarante hypocondriaque, l'amarante queue-de-renard et l'amarante couleur de sang (*A. cruentus*) sont cultivées pour le grain ou comme fourrage ailleurs dans le monde, et il est possible de les cultiver en Amérique du Nord (Nurse et al., 2016; Speciality Cropportunities – Grain Amaranth (gov.on.ca)). Espèce indigène, l'amarante de Californie (*A. californicus*) est présente en Saskatchewan et en Alberta (voir data.canadensys.net/vascan).

Le présent document propose un protocole commun pour la surveillance des espèces du genre *Amaranthus*, notamment l'amarante tuberculée. Des protocoles spécifiques ont été élaborés au Québec pour la surveillance de l'amarante tuberculée (détection précoce, détection tardive et échantillonnage aux fins de la détection de la résistance aux herbicides) (Mathieu et al., 2020a, Mathieu et al., 2020b, Mathieu et al., 2020c, Picard et al., 2021). Ces protocoles forment d'ailleurs l'assise du présent document.

3. Mesures de biosécurité pour prévenir la propagation d'*Amaranthus tuberculatus*, des espèces non indigènes et hybrides d'*Amaranthus*

Comme l'amarante tuberculée n'est pas largement répandue au Canada, il est important d'adopter des mesures de biosécurité pour prévenir sa dissémination accidentelle dans d'autres parties de ferme ou d'autres lieux.

3.1. Matériel

- Des couvre-chaussures ou une brosse pour nettoyer les bottes avant la sortie du champ (voir la trousse de nettoyage des bottes)
- Vêtements de protection (salopette)[1] et couvre-chef (casque, bandeau, attache à cheveux, etc.)
- Sacs de type Ziploc
- Rouleau de dépoussiérage
- Contenant réservé aux vêtements souillés, aux bottes et aux sacs de déchets
- Brosse à cheveux
- Autres articles utiles :
    - Trousse de nettoyage des bottes (contenant de plastique, pompe manuelle remplie d'eau, brosse)
    - brosse, grattoir, petit balai
    - détergent et désinfectant pour les mains, gants jetables
    - vaporisateur contenant un agent nettoyant
    - essuie-tout, lingettes et guenilles
    - chaussures propres pour entrer dans le véhicule et le conduire

3.2. Procédure

Suivez la procédure suivante avant et après le dépistage de chaque champ pour éviter de transporter des semences ou du pollen de mauvaises herbes d'un champ à l'autre.

Au moment d'entrer dans le champ

1. Assurez-vous d'avoir des vêtements, un véhicule et des instruments propres avant d'arriver à la ferme.
2. Dans la mesure du possible, évitez de prendre votre véhicule personnel pour vous rendre au champ, utilisez plutôt un véhicule qui appartient à la ferme.
3. Garez le véhicule sur une route pavée ou de gravelle afin de réduire les risques de contamination du véhicule. N'entrez pas dans le champ avec le véhicule.
4. Enfilez vos vêtements de protection. Le cas échéant, attachez vos cheveux.
5. Enfilez toujours des couvre-chaussures. Utilisez une paire de couvre-chaussures par champ. Si vous n'avez pas de couvre-chaussures, utilisez une brosse pour nettoyer les semelles de vos bottes avant de sortir de chaque champ.

Avant de sortir du champ

1. Brossez-vous les cheveux et secouez votre couvre-chef (casque, casquette, etc.).

[1] On recommande aux dépisteurs de porter des vêtements de protection (p. ex. salopette) et un couvre-chef une fois que les amarantes ont entamé leur floraison ou leur fructification, afin de réduire les risques de transport de pollen et de semences par les vêtements. Les salopettes en tissu sont préférables aux salopettes jetables, car ces dernières produisent de l'électricité statique qui peut attirer le pollen et les semences.

2. Retirez vos vêtements de protection et secouez-les ou nettoyez-les à l'aide d'un rouleau de dépoussiérage. Glissez les vêtements de protection (jetables) dans un sac à déchets ou mettez-les dans un contenant de plastique.
3. Enlevez les couvre-chaussures tout juste avant d'entrer dans le véhicule. Si vous n'aviez pas mis de couvre-chaussures, nettoyez les semelles de vos bottes avec une brosse avant de sortir de chaque champ. Si vos bottes sont boueuses, vous pouvez les laver au moyen de la *trousse de nettoyage des bottes* (par exemple avec une pompe à pression manuelle) pour enlever toute trace de terre ou de matières végétales. Débarrassez-vous des eaux usées dans le champ, mais évitez de les jeter au bord du champ ou dans un cours d'eau (pour éviter que des semences soient transportées dans les champs adjacents).
4. Placez les couvre-chaussures souillés dans un sac à déchets.
5. Assurez-vous que le véhicule (c.-à-d. les pneus) est propre avant de partir de la ferme.
6. Jetez à la poubelle tout le matériel de protection souillé (couvre-chaussures, salopette jetable, etc.) en utilisant un double sac à déchets.

Renseignements additionnels

En français :

- Trousse d'information - La biosécurité dans le secteur des grains
    - La Fiche 7 (Lignes directrices pour les intervenants du secteur des grains)
    - Fiche 3A (Équipements et véhicules de transport – mesures à prendre)

En anglais :

- OMAFRA Farm Visit Biosecurity Protocol (en annexe; anglais seulement).

4. Identification des espèces d'*Amaranthus*

4.1. Identification classique

Les espèces d'amarante ne sont pas faciles à distinguer au stade plantule car les différences morphologiques sont subtiles à ce stade, et plusieurs espèces sont difficiles à distinguer avant la floraison. Des tests génétiques permettant d'identifier les espèces sont recommandés lorsque les plantes ne sont pas en fleurs (voir section 6 : *Tests de résistance aux herbicides et identification des espèces*). L'amarante à racine rouge et l'amarante hybride (non illustrée) ont une pubescence plus prononcée (duvet soyeux ou poils courts et fins) que les autres espèces d'amarantes : Les feuilles en développement de l'amarante à racine rouge ont quelques poils sur la marge et sur les nervures sous les feuilles, tandis que les feuilles de l'amarante hybride n'ont des poils que sur la marge de la base des feuilles (Kummer 1951). La tige de l'amarante à racine rouge finira par être clairement pubescente (après la troisième feuille) et la tige de l'amarante de Powell sera aussi quelque peu pubescente par rapport à l'amarante tuberculée qui est glabre. Les feuilles primordiales (cotylédons) des graines d'amarante tuberculée sont petites (de 1,5 à 7,5 mm de longueur) comparativement aux autres espèces (**photo 1**).

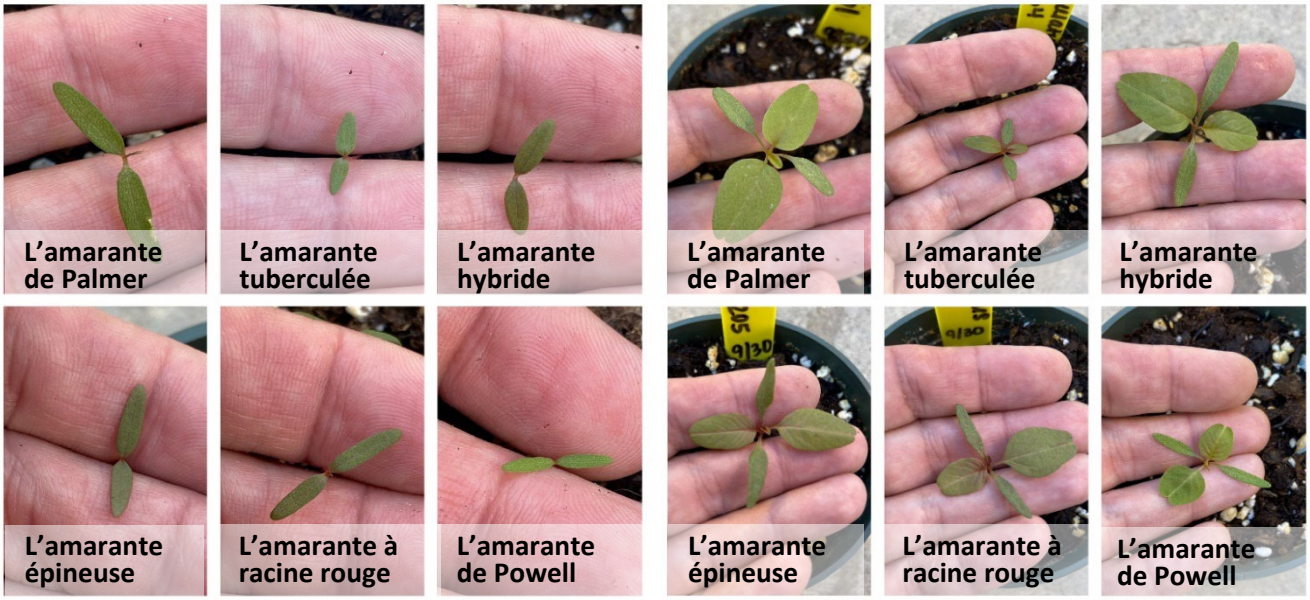

Photo 1. Photos de six espèces d'amarantes présentes au Canada et aux Etats-Unis, aux stades cotylédons et deux feuilles. (Crédit photo : Lynn Sosnoskie, Ph. D., Université Cornell)

Généralement, les plantules de chénopode blanc (*Chenopodium album*) sont confondues avec ceux des espèces d'*Amaranthus* puisque les cotylédons et les premières feuilles sont de formes similaires (**photo 2A**). De même, les semis de la famille des Polygonacées, y compris la renouée liseron (*Fallopia convolvulus*) (**photo 2B**) et la renouée persicaire (*Persicaria lanigera*) (**photo 2C**) peuvent facilement être confondus avec les plantules d'amarantes en raison de leurs cotylédons étroits.

Photo 2. Autres plantules qui peuvent être confondues avec l'amarante tuberculée. A) chénopode blanc, B) renouée liseron, C) renouée persicaire. Crédit photo : LEDP, MAPAQ.

Autres ressources utiles pour l'identification des amarantes :

- en français : Différenciation entre les espèces d'amarantes (Réseau d'avertissements phytosanitaires)
- en anglais : Pigweed Species Identification Guide available | Grower (thegrower.org)

4.2. Identification à l'aide de techniques moléculaires

L'Ontario et le Québec proposent un test moléculaire pour l'identification des différentes espèces d'amarantes. La procédure d'échantillonnage et d'envoi d'échantillons est décrite à la section 6 (*Tests de résistance aux herbicides et identification des espèces*).

5. Surveillance de l'amarante tuberculée (*Amaranthus tuberculatus*)

5.1. Collecte de données

Le dépistage de l'amarante tuberculée sert à détecter de nouveaux sites d'infestation et à prélever des échantillons aux fins de tests de détection de la résistance aux herbicides. Deux méthodes de dépistage sont présentées à la section 5.2 (*Surveillance précoce de l'amarante tuberculée*) et à la section 5.3 (*Surveillance tardive de l'amarante tuberculée*).

Les renseignements suivants doivent être collectés pour chaque site dépisté, peu importe le type de dépistage effectué (précoce ou tardif), car ils aideront à déterminer les meilleures stratégies de lutte à employer dans chaque champ :

a) Renseignements sur le site

- la région
- la municipalité (du champ)
- le nom de la ferme
- le nom du producteur
- l'adresse (du champ)
- le numéro du champ
- les coordonnées GPS du secteur du champ et l'espèce de mauvaise herbe si elle pousse en plaques
- l'année actuelle de la culture (indiquez si la variété hybride est porteuse de caractères issus de nouvelles technologies comme Roundup Ready, Liberty Link, etc.)
- la texture du sol
- la culture précédente
- le travail du sol effectué l'automne précédent
- le travail du sol effectué au printemps
- la date de semis
- le type de semis (semis direct ou conventionnel)
- le(s) traitement(s) herbicide(s) effectué(s) dans l'année courante
- la présence d'une culture de couverture ou intercalaire
- le recours à des travaux à forfait
- la présence de toute autre espèce d'amarante

b) Stade phénologique de l'amarante tuberculée

Déterminer le stade phénologique de la plante est utile pour déterminer : les profils d'émergence (la date de la première émergence et des périodes d'émergence subséquentes au cours de la saison); la fenêtre d'application de produits chimiques (la plupart des herbicides étant moins efficaces une fois que les mauvaises herbes mesurent plus de 10 cm de haut); la fenêtre de désherbage manuel possible pour empêcher la production de semences ou pour collecter des semences aux fins d'essais d'herbicides.

Les stades phénologiques suivants sont proposés :

- Stade plantule : deux vraies feuilles ou moins.
- Stade végétatif < 10 cm : le stade végétatif mesure moins de 10 cm.
- Stade végétatif > 10 cm : le stade végétatif mesure plus de 10 cm.
- Stade végétatif > culture : le stade végétatif est plus grand que la plante cultivée (précisez la culture).
- Stade floraison : les étamines et les pistils sont visibles.
- Stade fructification : présence de semences matures.

Étant donné la coexistence possible de nombreuses cohortes d'amarantes tuberculées de différents stades phénologiques, on recommande de noter à chaque visite le stade phénologique prédominant, le stade phénologique des plantes les plus jeunes et celui des plantes les plus avancées.

c) Distribution dans le champ et pourcentage d'infestation

- Il faut dépister autant le champ que le bord ou l'entrée du champ, afin de constater la présence ou l'absence d'amarante tuberculée.
- Si l'amarante tuberculée est présente, notez le pourcentage d'infestation général (0 % – 100 %). Autrement, vous pouvez noter le pourcentage d'infestation selon les catégories suivantes :
    - 1: <1 %,
    - 2: 1-5 %,
    - 3: 6-25 %,
    - 4: 26-50 %,
    - 5: 51-75 %,
    - 6: >75 %
- Notez la distribution générale des plantes dans le champ : plantes isolées, plantes qui poussent en plaques, en rangées ou qui sont distribuées au hasard.

5.2. Dépistage précoce de l'amarante tuberculée (*Amaranthus tuberculatus*)

Un dépistage précoce au début de la saison permet d'intervenir pour maîtriser les mauvaises herbes. La propagation d'infestations par la machinerie agricole est une grande préoccupation. Les fermes qui n'ont pas d'infestation connue d'amarantes tuberculées, mais qui ont récemment acheté et utilisé de la machinerie importée (p. ex. une moissonneuse-batteuse d'occasion) ou qui partagent de la machinerie avec d'autres producteurs qui ont des champs infestés d'amarantes tuberculées sont particulièrement à risque. On recommande de dépister en début de saison (c.-à-d. au début de la période de germination et surtout avant que les plantes produisent des graines) les champs à risque et/où les champs dont on soupçonne une infestation d'amarante tuberculée. Selon les observations faites en Ontario et au Québec, l'émergence de l'amarante tuberculée pourrait commencer à la fin mai ou au début juin.

5.2.1. Matériels

- Calepin, crayon, etc.
- Appareil photo ou téléphone cellulaire
- GPS ou téléphone cellulaire (ayant des capacités GPS)
- Marqueur indélébile
- Sacs Ziploc
- Canif

5.2.2. Procédure

Il est important de recueillir des renseignements préliminaires auprès du producteur pour savoir dans quel ordre les champs ont été récoltés (au moyen de machinerie nouvellement importée ou de machinerie mise en commun) l'automne précédent, et par où la machinerie est entrée dans chaque champ, etc.

Consultez la section 4 (Identification des espèces d'amarantes*)* pour obtenir des renseignements additionnels et une liste des ressources disponibles pour identifier l'amarante tuberculée et d'autres espèces d'amarantes.

1. Pendant le dépistage, portez une attention particulière aux entrées de champs et aux bords de fossés et de cours d'eau.
2. Inspectez les bords des fossés et des cours d'eau sur les 100 premiers mètres à partir de l'entrée du champ et sur une largeur d'environ 15 mètres à partir du bord du fossé ou du cours d'eau (**voir la figure 1**). Marchez ce secteur de fond en comble, en séparant chaque secteur enquêté de quelques rangs pour déterminer si l'amarante tuberculée est présente. Portez une attention particulière aux groupes ou aux plaques de plantules.
3. Si vous trouvez une amarante tuberculée ou si vous croyez en avoir trouvé une :
    a. Notez le stade phénologique, la distribution et le pourcentage d'infestation, comme indiqué à la section 5.1 (*Collecte de données)*.
    b. Enregistrez l'emplacement de la plante ou de la plaque de plantes au moyen d'un GPS ou d'une application GPS sur votre smartphone (p. ex., application Handy GPS de BinaryEarth). Nommez le point ainsi : no de champ site 1, 2 ou 3, etc.
    c. Prenez des photos pour documenter les plantes observées dans le champ. Envoyez les photos à un laboratoire de diagnostic régional ou à un spécialiste en vulgarisation régional pour faire confirmer l'identification et attendez de recevoir d'autres directives avant d'expédier des échantillons de tissus foliaires ou de collecter des semences[2].
    d. Prélevez des échantillons de tissus végétaux de la plante aux fins de la confirmation de l'espèce d'amarante et des tests de détection de la résistance aux herbicides. Consultez la section 6 (*Tests de résistance aux herbicides et identification des espèces)* pour savoir si un test moléculaire est offert dans votre province aux fins de la détection de la résistance aux herbicides et pour connaître la procédure de prélèvement et d'envoi d'échantillons aux fins d'analyses. Si des semences sont présentes, collectez-en quelques-unes en suivant la procédure décrite à la section 6.3 (*Échantillonnage de la résistance aux herbicides au moyen de tests conventionnels sur banc d'essai par le LEDP*) et envoyez-les au laboratoire aux fins d'analyses.
4. Une fois que la présence d'amarantes tuberculées a été confirmée, vous pouvez communiquer les données relatives au site (sans fournir de renseignement personnel) ou en apprendre davantage sur les moyens de lutte possibles en contactant votre laboratoire de diagnostic régional ou un spécialiste de vulgarisation régional. Consultez la section 7 (*Que faire si une nouvelle population d'espèces non indigènes d'Amaranthus est détectée)* pour plus d'information.

[2] Au Québec, l'image peut être envoyée au LEDP à l'adresse suivante : mauvaiseherbe@mapaq.gouv.qc.ca. Pour plus d'information, consultez le document : RAP-malherbologie, Avertissement No 2, 17 mai 2021. https://www.agrireseau.net/rap/documents/105598

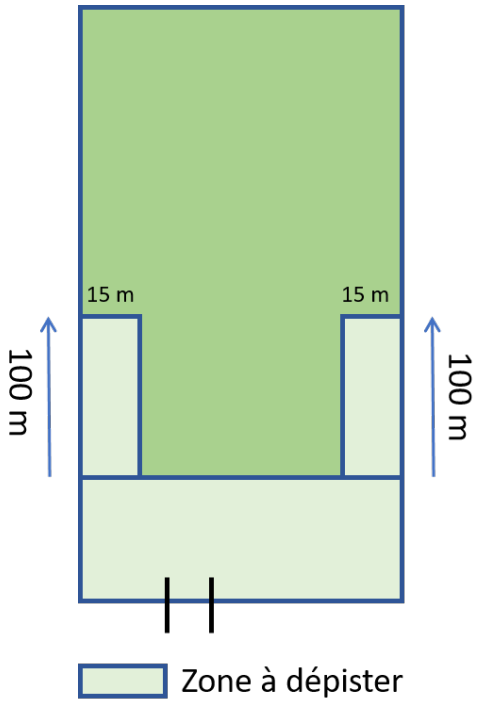

Figure 1. Zone à dépister dans les champs ciblés. Adaptée de : Mathieu, S. et Duval, B. 2020. Protocole de dépistage de l'amarante tuberculée - Printemps. Plan d'intervention phytosanitaire pour lutter contre l'amarante tuberculée. Coordination services-conseils (CSC). p. 5.

5.3. Dépistage tardif de l'*Amaranthus tuberculatus*

Comme indiqué précédemment, les fermes qui n'ont pas d'infestation connue d'amarante tuberculée, mais qui ont récemment acheté et utilisé de la machinerie importée (p. ex., une moissonneuse-batteuse d'occasion) ou qui partagent de la machinerie qui a été utilisée dans des champs déjà infestés d'amarante tuberculée sont plus à risque. Il est donc important de demander au producteur quel champ il a récolté en premier, et par où la machinerie est entrée dans chaque champ. Ces renseignements peuvent être utiles pour repérer les endroits où l'amarante tuberculée est plus susceptible d'être présente.

La surveillance effectuée à la fin d'août et en septembre pourrait être complétée par un prélèvement de semences matures et de tissus foliaires aux fins de tests de détection de la résistance aux herbicides. Consultez la section 6.3 (Échantillonnage aux fins de tests de détection de la résistance aux herbicides) pour plus d'information.

5.3.1. Matériels

- Calepin, crayon, etc.
- Appareil photo ou téléphone cellulaire
- GPS ou téléphone cellulaire (ayant des capacités GPS)
- Marqueur indélébile
- Sacs Ziploc
- Sacs de plastique
- Seau ou contenant en plastique
- Canif

5.3.2. Procédure

1. Le dépistage peut être fait de la mi-août à la fin septembre.
2. Pendant le dépistage, portez une attention particulière aux entrées de champs et aux bords de fossés et de cours d'eau.
3. Marchez le champ de fond en comble, en séparant chaque secteur enquêté par dix mètres pour être certain que le secteur entier a été inspecté (voir la **figure 2**). Scrutez l'ensemble du champ (balayage du champ) et recherchez la présence d'amarantes tuberculées qui dépassent le couvert végétal de la culture (**photo 3A**). À noter toutefois qu'il est possible que des plantes de l'amarante poussent sous le couvert végétal de la culture (**photo 3B**).
4. Si vous trouvez une amarante tuberculée ou si vous croyez en avoir trouvé une :
    a. Notez le stade phénologique, la distribution et le pourcentage d'infestation, comme indiqué à la section 5.1 (*Collecte de données)*.
    b. Enregistrez l'emplacement de la plante ou de la plaque de plantes au moyen d'un GPS ou d'une application GPS sur votre téléphone intelligent (p. ex., application Handy GPS de BinaryEarth). Nommez le point ainsi : no de champ site 1, 2 ou 3, etc.
    c. Prenez des photos pour documenter les plantes observées dans le champ. Envoyez les photos à un laboratoire de diagnostic régional ou à un spécialiste en vulgarisation régional pour faire confirmer l'identification et attendez de recevoir d'autres directives avant d'expédier des échantillons de tissus foliaires ou de collecter des semences[3].
    d. Prélevez des échantillons de tissus végétaux de la plante aux fins de la confirmation de l'espèce d'amarante et des tests de détection de la résistance aux herbicides. Consultez la section 6 (*Tests de résistance aux herbicides et identification des espèces)* pour savoir si un test moléculaire est offert dans votre province aux fins de la détection de la résistance aux herbicides et pour connaître la procédure de prélèvement et d'envoi d'échantillons aux fins d'analyses. Si des semences sont présentes, collectez-en quelques-unes en suivant la procédure décrite à la section 6.3 (*Échantillonnage de la résistance aux herbicides au moyen de tests conventionnels sur banc d'essai par le LEDP*) et envoyez-les au laboratoire aux fins d'analyses.
5. Une fois que la présence d'amarantes tuberculées a été confirmée, vous pouvez communiquer les données relatives au site (sans fournir de renseignement personnel) ou en apprendre davantage sur les moyens de lutte possibles en contactant votre laboratoire de diagnostic régional ou un spécialiste de vulgarisation régional. Consultez la section 7 (*Que faire si une nouvelle population d'espèces non indigènes d'Amaranthus est détectée)* pour plus d'information.

[3] Au Québec, l'image peut être envoyée au LEDP à l'adresse suivante : mauvaiseherbe@mapaq.gouv.qc.ca. Pour plus d'information, consultez le document : RAP-malherbologie, Avertissement No 2, 17 mai 2021. https://www.agrireseau.net/rap/documents/105598

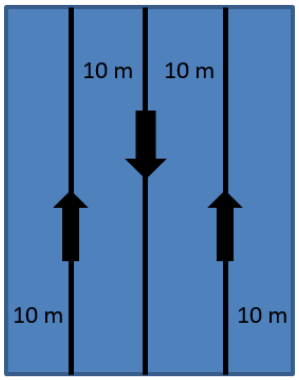

Figure 2. Dépistage du champ à l'automne. Adapté de Mathieu, S. et coll. 2020. Dépistage de l'amarante tuberculée. Projet RAP – dépistage de l'amarante tuberculée. Réseau d'avertissements phytosanitaires (RAP) : p. 8.

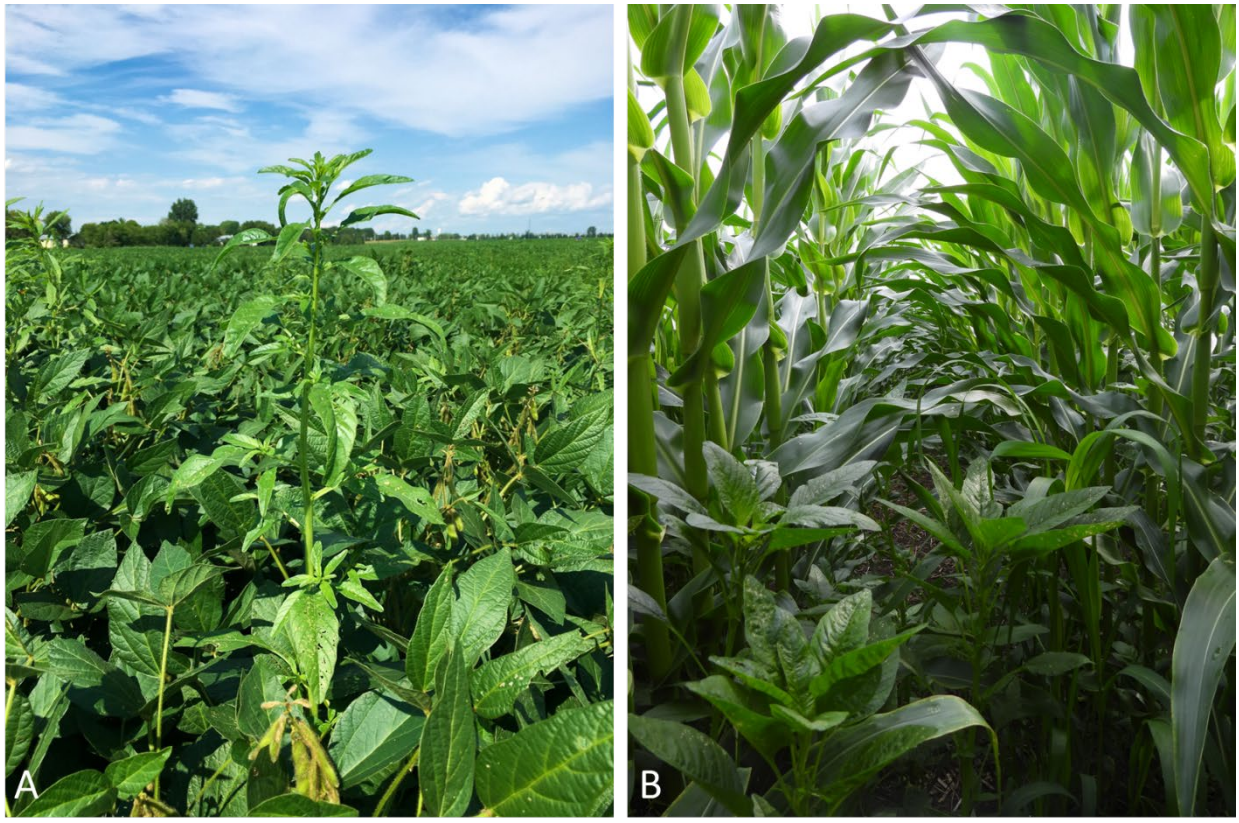

Photo 3. Amarante tuberculée dans un champ de soja (A) et sous la canopée du maïs (B). Crédit photo : Sandra Flores-Mejia (CÉROM)

Photo 4. Amarante tuberculée en serre (A) et dans un champ de soja (B). Crédit photo : Marie-Josée Simard, AAC (A) et MAPAQ, Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection (B)

6. Tests de résistance aux herbicides et identification des espèces

6.1. Tests et laboratoires disponibles

Il existe deux types de tests pour détecter la résistance aux herbicides :

1. Les tests moléculaires - disponibles seulement pour certaines combinaisons d'espèces et de groupes de résistance aux herbicides. Nécessite une quantité relativement faible de tissu (tissu foliaire de la taille d'un quart).
2. Les tests classiques, qui consiste à faire croître les mauvaises herbes à partir des graines et à appliquer le ou les herbicides sur les jeunes plantules, sont disponibles pour toutes les espèces de mauvaises herbes et tous les groupes de résistance aux herbicides. Ces tests nécessitent des graines matures recueillies à partir de la population suspectée. Ces essais peuvent prendre plus de 6 mois.

6.1.1. En Ontario

1) En Ontario, seuls les tests moléculaires sont effectués par TurnKey Genomics pour les combinaisons d'espèces et de groupes d'herbicides répertoriés dans le **Tableau 1.**

TurnKey Genomics
a/s Chris Grainger
34 Hill Trail
Guelph, Ontario
N1E 7C5 519-635-4470
chris@turnkeygenomics.ca
https://turnkeygenomics.ca/

Tableau 1. Tests moléculaires offerts en Ontario pour la détection de la résistance aux herbicides et l'identification des espèces d'*Amaranthus* en Ontario. Technologie homologuée par AAC.

Espèce de mauvaise herbe	Groupe d'herbicides	Résistance et tests
Amarante à racine rouge *A. retroflexus* Amarante de Powell *A. powelli*	-	Identification à l'espèce
	2	Site cible (S653N & W574L)
	5	Site cible (A251V, S264G, V219I & F274L), séquençage psbA pour diverses mutations
	14	Site cible (ΔG210 in PPX2L)
Amarante tuberculée *A. tuberculatus*	-	Identification à l'espèce
	2	Site cible (S653N & W574L)
	5	Site cible (A251V, S264G, V219I & F274L), séquençage psbA pour diverses mutations
	9	Site cible : amplification du gène EPSPS
	14	Site cible (ΔG210 in PPX2L)

2) L'Université de Guelph offre d'effectuer des tests classiques pour tester la résistance aux herbicides dans les graines de mauvaises herbes. Veuillez consulter les directives portant sur la soumission d'un échantillon de mauvaises herbes ici (anglais seulement).

Adresse postale :

À l'attention : Peter J. Smith, University of Guelph, Plant Agriculture Department, Crop Science Building, Guelph, Ontario, N1G 2W1
Courriel : psmith@uoguelph.ca
Tél. (519) 824-4120 Ext 58372 | Télécopieur : (519) 763-8933

6.1.2. Au Québec

1) Au Québec, les tests moléculaires sont offerts par le Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection (LEDP) du MAPAQ pour les combinaisons d'espèces et de groupes d'herbicides énumérés au **Tableau 2**.

Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection (LEDP)
Complexe scientifique,
2700, rue Einstein, D.1.200h
Québec (Québec) G1P 3W8
Tél. : 418 643 5027, poste 2700
https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Productions/md/Services/Pages/Formulairephytoprotection.aspx
https://cerom.qc.ca/services-de-detection/

Les tests classiques sont réalisés en collaboration avec le Centre de recherche sur les grains (CÉROM), le LEDP servant de point de contact (coordonnées ci-dessus).

Veuillez noter :

1. Au Québec, le LEDP offre actuellement ses services gratuits pour l'identification et la détection de la résistance aux herbicides des espèces d'amarantes.
2. Tous les échantillons envoyés au LEDP doivent être envoyés avec une demande d'analyse disponible ici.
3. Évitez d'envoyer des échantillons les vendredis ou à proximité des jours fériés pour éviter qu'ils ne traînent dans le poste et ne se flétrissent.

Tableau 2. Tests moléculaires disponibles pour la détection de la résistance aux herbicides et l'identification à l'espèce d'*Amaranthus* au Québec. Technologie homologuée par AAC.

Espèce de mauvaise herbe	Groupe d'herbicides	Résistance et tests
Amarante à racine rouge *A. retroflexus*	-	Identification à l'espèce
	2	A122T, A205V, D376E, W574L, S653N, & S653T
Amarante de Powell *A. powellii*	5	S264G, V219I, A251V et F274L
	14	R128I

Amarante tuberculée *A. tuberculatus*	-	Identification à l'espèce
	2	A122T, A205V, D376E, W574L, S653N, & S653T
	5	S264G
	9	Amplification du gène EPSPS, P106S
	14	R128I, ΔG210 dans PPX2L
Amarante de Palmer *A. palmeri*	-	Identification à l'espèce
	2	A122T, A205V, D376E, W574L, S653N, S653T
	5	V219I, A251V, S264G, F274L
	9	Amplification du gène EPSPS, P106S
	10	Amplification du gène GS2
	14	R128I, G399A, ΔG210

6.1.3. Dans les provinces des Prairies

1) Dans les provinces des Prairies, les tests classiques sont offerts par Ag-Quest Inc.

Ag-Quest, Inc.
www.agquest.com
Pour les échantillons envoyés par courrier : Box 144, Minto, Manitoba, R0K 1M0
Pour les échantillons envoyés par Purolator : 210 South Railway St, Minto, Manitoba, R0K 1M0
Courriel : haisheng.xie@agquest.com
Tél. (204) 776-5565 | Cell (204) 305-0428 | Fax (204) 776-2250

Une description complète des tests conventionnels sur banc d'essai disponibles, des exigences en matière d'échantillons de semences, des instructions de paiement et d'expédition sont disponibles ici (anglais seulement).

Veuillez noter :

- Les échantillons sont acceptés de partout au Canada.
- Des tests sont disponibles pour la plupart des herbicides de postlevée et certains herbicides appliqués au sol. De nouveaux tests peuvent être développés en réponse à la demande des clients ; les producteurs sont invités à contacter Ag-Quest au (204) 776-2087 pour consultation.
- Pour recevoir les résultats avant la saison printanière suivante, veuillez-vous assurer que les échantillons sont reçus d'ici le 31 décembre.

2) Le Laboratoire de protection des cultures de la Saskatchewan offre des services d'identification taxonomique des mauvaises herbes (des directives sont disponibles ici) et des tests classiques (des directives sont disponibles ici). Veuillez noter que ces directives sont disponibles en anglais seulement.

Adresse postale : 1610 Park Street, Regina, SK, S4N 2G1
Courriel : cpl@gov.sk.ca

Tél. (306) 787-8130

Veuillez noter que pour les tests classiques, la date limite de soumission annuelle est le 15 janvier pour les graines de mauvaises herbes récoltées au cours de l'année précédente.

6.2. Échantillonnage pour l'évaluation de la résistance aux herbicides et/ou l'identification à l'espèce à l'aide de tests moléculaires (LEDP-MAPAQ, TurnKey Genomics).

Pour les tests moléculaires, on prélève des tissus végétaux frais.

a) <u>Trousses de collecte d'échantillons</u>

- 1 sac de congélation en plastique de type « Ziploc » (27 cm X 27 cm)
- 10 sacs de congélation en plastique de type « Ziploc » (16,5 cm X 15 cm)
- 10 enveloppes pour pièces de monnaie en papier non ciré et étiquettes pour indiquer les renseignements requis
- Perles en gel de silice (10 grammes)
- Instructions d'échantillonnage
- Historique du champ – voir la section 5.1 (*Collecte de données*)

Pour plus d'information sur les trousses de collecte d'échantillons, contactez Cesar Cappa à caesar.kappa@ontario.ca.

b) <u>Collecte d'échantillons de tissus végétaux[4] :</u>

1) Étiquetez clairement les enveloppes des échantillons :
   a) Nom et adresse du producteur (s'il est impossible de fournir ces données, veuillez indiquer les coordonnées GPS. Les renseignements relatifs au producteur ne sont jamais publiés; tous les renseignements sont rapportés à l'échelle nationale)
   b) Numéro/identification du champ
   c) Date d'échantillonnage
   d) Les coordonnées GPS ou toute information pouvant être utile pour identifier les échantillons de plantes (p. ex. leur taille moyenne), ainsi que l'emplacement exact du lieu de collecte de l'échantillon
   e) Nom du dépisteur
2) Prélever une feuille bien développée (le but est de s'assurer que l'échantillon est suffisamment grand). Déposez l'échantillon de tissu foliaire dans une enveloppe en papier non scellée. Ne placez pas d'échantillons provenant de plus d'une plante dans chaque enveloppe.
3) Pour déterminer le pourcentage de plantes qui sont résistantes dans un champ ou dans un secteur du champ, prélevez au moins 10 échantillons (10 enveloppes) par champ, en prélevant chaque échantillon sur une plante différente. Avant de déterminer les points à échantillonner dans le champ, recherchez des zones dans le champ qui sont densément peuplées de mauvaises herbes dont la présence ne peut pas être expliquée par une défaillance mécanique de l'équipement agricole ou par des problèmes météorologiques.

[4] La procédure complète en français est disponible ici (page 7, section "Envoi d'un échantillon de mauvaise herbe").

4) Glissez l'enveloppe pour pièce de monnaie en papier dans un sac de plastique qui contient des billes de gel de silice.
5) Refermez le sac de plastique dès que possible, en prenant soin d'y retirer le plus d'air possible (hermétique).
6) Gardez les échantillons secs et au frais et les expédier pour analyse dès que possible. Le matériel végétal doit avoir séché après 24 heures.
7) Instructions d'expédition : expédier de préférence les feuilles dans les 24 heures suivant la récolte dans une glacière/un contenant en polystyrène pour le protéger contre les températures extrêmes; utiliser le service de livraison rapide.
8) Pour les adresses de livraison, voir les sections 6.1.1 (en Ontario) et 6.1.2 (au Québec).

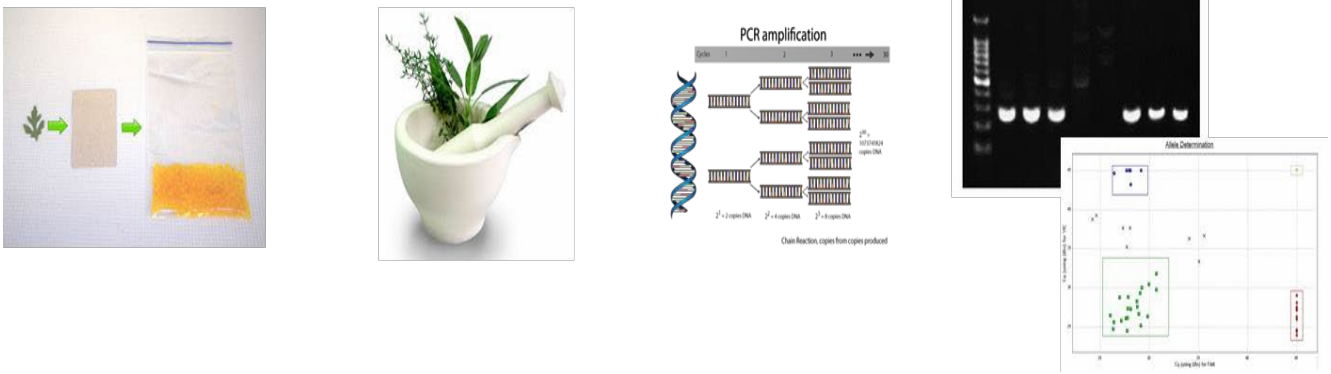

Photo 5. Exemple d'une trousse de collecte d'échantillons. Crédit photo : Kristen Obeid (MAAARO)

6.3. Échantillonnage pour tester la résistance aux herbicides au moyen de tests classiques[5]

Des graines matures sont récoltées pour ces tests sur banc d'essai. Dans le cas de l'amarante tuberculée, seulement les plantes femelles produisent des graines (**photo 6**). Les graines sont mûres lorsqu'elles sont dures.

1) Les échantillons doivent être constitués d'au moins 1000 graines matures d'un minimum de 40 plantes (équivaudront à un contenant de 500 ml). Un nombre similaire de graines doit être récolté pour chacun des plants échantillonnés.
2) Enlever grossièrement les impuretés, les débris végétaux, les insectes ou d'autres débris qui pourraient nuire à la bonne conservation de l'échantillon.
3) Placer les graines dans un sac ou une enveloppe de papier. Bien identifier les échantillons en y inscrivant tous les détails indiqués dans la section 6.2.b.
4) Avant l'envoi des échantillons au LEDP, les conserver dans un endroit sec, à température ambiante. Au besoin, étaler les graines sur un grand plateau afin de les faire sécher et éviter la formation d'humidité.
5) Conserver un registre ou un plan de la zone infestée.
6) Instructions d'expédition : bien sceller les graines contre l'humidité et utiliser un service de livraison rapide. Reportez-vous à la section 6.1.2 pour l'adresse d'expédition du LEDP.

[5] La procédure complète en français est disponible ici.

Veuillez noter : Les semences doivent être envoyées au LEDP, accompagnées d'un formulaire de demande d'analyse dûment rempli qui se trouve ici, avant le 1er décembre de chaque année.

Faites attention lors de la récolte des graines de l'amarante tuberculée:

L'amarante tuberculée est une plante dioïque c'est-à-dire que les fleurs mâles (fleur staminées) et femelles (fleurs pistillées) sont présentes sur des plants différents. L'identification des fleurs peut être difficile à cause de leur petite taille. Les fleurs femelles peuvent s'identifier grâce aux styles plumeux issus de chaque ovaire (**photo 6B**). En comparaison, les fleurs mâles sont plus facilement identifiables grâce à la présence du pollen, (sous forme de poudre jaunâtre, (**photo 6A**).). La graine est de forme ovale à elliptique, légèrement aplatie et mesurant de 0,7 à 1 mm de diamètre. Elle est présente seulement chez les plantes femelles et est insérée dans une capsule ovoïde (**photo 6C**). La graine est de couleur brun foncé à brun rougeâtre, avec une surface lisse.

Photo 6. Photos des fleurs mâles (A), femelles (B) et d'une graine mature sur une plante femelle (C). Photo crédit : Sandra Flores-Mejia (CÉROM).

7. Que faire si une nouvelle population d'espèces non indigènes d'Amaranthus est détectée

Si vous pensez avoir trouvé une plante ou une population d'espèces non indigènes *d'Amaranthus*, communiquez avec le spécialiste provincial approprié (voir la liste ci-dessous). En l'absence d'un représentant provincial (c.-à-d. pour les détections en C.-B., T.-N.-L., N.-B.), contactez l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) ici.

Veuillez prendre note: Si la plante/population détectée est soupçonnée d'être de l'amarante de Palmer, contactez À LA FOIS le représentant provincial et l'ACIA.

Alberta
Chris Neeser, Ph.D.
Chef de la surveillance des mauvaises herbes, Alberta Agriculture & Irrigation
chris.neeser@gov.ab.ca
403-362-1331 / 403-501-8745

Saskatchewan
Cory Jacob, Pag, CCA
Spécialiste provincial par intérim, Lutte contre les mauvaises herbes, Saskatchewan Ministry of Agriculture
cory.jacob@gov.sk.ca
306-787-4673

Manitoba
Kim Brown-Livingston
Spécialiste des mauvaises herbes, Manitoba Agriculture
Kim.Brown@gov.mb.ca
431-344-0239

Quebec
Amélie Picard
Agronome-malherbologiste
Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection (LEDP), Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
amelie.picard@mapaq.gouv.qc.ca
418-643-5027, extension 2700

Ontario

Cultures horticoles :
Cesar Cappa
Spécialiste de la lutte contre les mauvaises herbes, Ministère de l'agriculture, de l'alimentation et des affaires rurales d'Ontario
cesar.cappa@ontario.ca
519-965-0107

Grandes cultures:
Mike Cowbrough
Spécialiste des mauvaises herbes et Inspecteur en chef, Ministère de l'agriculture, de l'alimentation et des affaires rurales d'Ontario
mike.cowbrough@ontario.ca
519-820-2336

Île-du-Prince-Édouard
Shauna Barry,
Spécialiste agroenvironnemental, Coordonnateur provincial des pesticides à usage limité, Ministère de l'Agriculture et Terres de l'Île-du-Prince-Édouard
slbarry@gov.pe.ca
902-314-0388

Nouvelle-Écosse
Deney Augustine Joseph
Coordonnateur de la protection des végétaux, Coordonnateur provincial des pesticides à usage limité, Nova Scotia Department of Agriculture
Deney.AugustineJoseph@novascotia.ca
902-324-9345

8. Ouvrages cités

1. Mathieu, S. *et al.*. 2020a. Protocole de dépistage de l'amarante tuberculée - Printemps. Plan d'intervention phytosanitaire pour lutter contre l'amarante tuberculée. Coordination services-conseils (CSC). : p. 5.
2. Mathieu, S. *et al.* 2020b. Protocole de dépistage de l'amarante tuberculée - Automne. Plan d'intervention phytosanitaire pour lutter contre l'amarante tuberculée. Coordination services-conseils (CSC). : p. 5.
3. Mathieu, S. *et al.* 2020c. Dépistage de l'amarante tuberculée. Projet RsAP- dépistage de l'amarante tuberculée. Réseau d'avertissements phytosanitaires (RAP). : p. 8.
4. Picard, A., et al. (2021). Réseau de surveillance de la croissance de l'amarante tuberculée. RAP-Malherbologie.
5. Kummer, A.P. 1951. Weed Seedlings. Chicago, University of Chicago Press 435 p.
6. Costea, M., Weaver, S., Tardif, F. 2004. The biology of Canadian weeds. 130. Amaranthus retroflexus L., A. powellii S. Watson and A. hybridus L. Can. J. Plant Sci. 84(2): 631-668.
7. Costea, M., Weaver, S.E., Tardif, F.J. 2005. The biology of invasive alien plants in Canada. 3. Amaranthus tuberculatus (Moq.) Sauer var. rudis (Sauer) Costea & Tardif. Can. J. Plant Sci, 85: 507-522.
8. Costea, M., Tardif, F.J. 2003. The Biology of Canadian Weeds. 126. Amaranthus albus L., A. blitoides S. Watson and A. blitum L. Can. J. Plant Sci, 83: 1039-1066.
9. Weaver, S.E. McWilliams, E.L. 1980. The Biology of Canadian Weeds. 44. Amaranthus retroflexusL., A. powellii S. Wats. and A. hybridus L. Can. J. Plant Sci. 6O: 1215-1234
10. Nurse, R.E., Obeid, K., Page, E.R. 2016. Optimal planting date, row width, and critical weed-free period for grain amaranth and quinoa grown in Ontario, Canada. Can. J. Plant Sci, 96(3): 360-366.
11. Sprague, C., Burns, E., 2021. Multiple herbicide-resistant Palmer amaranth & waterhemp in Michigan. *Michigan State University Weed Science.* Pp. 221-225; URL: https://www.canr.msu.edu/weeds/extension/2022-Weed-Control-Guide/2022%20E-434%20Palmer%20&%20Waterhemp.pdf

ANNEXE:

OMAFRA Farm Visit Biosecurity Protocol (anglais seulement)