



Ordre des
AGRONOMES
du Québec

**GUIDE DE BONNES PRATIQUES
VISANT UNE UTILISATION
RAISONNÉE DU CHLORPYRIFOS
DANS LES CRUCIFÈRES**

Le 7 avril 2020

Partenariat

Le comité ad hoc de l'Ordre des agronomes du Québec (OAQ) sur les bonnes pratiques visant une utilisation raisonnée du chlorpyrifos dans les crucifères a collaboré avec des ressources du Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements Climatiques (MELCC) et du Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) pour rédiger ce guide.

Coordination du projet

Raymond Leblanc, agr., M.Env., MBA.,
conseiller en pratique professionnelle, OAQ.

Équipe de rédaction

Marie-Eve Bérubé, agronome, M.Sc, spécialiste en gestion intégrée des ennemis des cultures, MAPAQ.

Elisabeth Fortier, agronome, agente de projet, Association des producteurs maraîchers du Québec.

Mélissa Gagnon, agronome, conseillère en productions maraîchères et co-avertisseuse du Réseau d'avertissements phytosanitaires (RAP) Crucifères, MAPAQ.

Denis Giroux, agronome, Réseau de lutte intégrée de Bellechasse.

François Labrie, agronome, conseiller agronomique, Sollio Agriculture.

Pierre Lafontaine, agronome, Ph.D., directeur général, Carrefour industriel et expérimental de Lanaudière (CIEL).

Isabel Lefebvre, M. Sc., professionnelle de recherche et avertisseuse du Réseau d'avertissements phytosanitaires (RAP) Crucifères, CIEL.

Janique Lemieux, agronome, conseillère scientifique, Direction des matières dangereuses et des pesticides, MELCC.

Jacynthe Paré, agronome, Conseillère en agroenvironnement et horticulture, Club conseil Profit-eau-sol.

Rami Razzouk, agronome, conseiller en productions maraîchères, La Coop Unifrontières

Catherine Thireau, agronome, consultante en productions maraîchères.

Chantal Veilleux, agronome, experte horticole, Corteva.

Collaborateurs

Jacques Fadous, agronome, Direction des matières dangereuses et des pesticides, MELCC.

Isabelle Faucher, biochimiste, M. Sc., Direction des matières dangereuses et des pesticides, MELCC.

Isabelle Giroux, M. Sc., responsable du suivi environnemental des pesticides, Direction de la qualité des milieux aquatiques, MELCC.

LEXIQUE

APMQ

Association des producteurs maraîchers du Québec

GIEC

Gestion intégrée des ennemis des cultures

LEDP

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

MAPAQ

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

MELCC

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements Climatiques

OAQ

Ordre des agronomes du Québec

Table des matières

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1. | Introduction et objectifs du guide | 6 |
| 2. | Mise en contexte | 6 |
| 2.1 | Travaux de l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA) | 7 |
| 2.2 | Réglementation du MELCC | 7 |
| 2.3 | Caractéristiques et mouvement du chlorpyrifos | 7 |
| 2.3.1 | Caractéristiques toxicologiques | 8 |
| 2.3.2 | Mouvement du chlorpyrifos dans l'environnement | 8 |
| 2.4 | Présence du chlorpyrifos dans les cours d'eau au Québec | 11 |
| 3. | La démarche professionnelle | 12 |
| 4. | Gestion intégrée de la mouche du chou | 13 |
| 4.1 | Connaissance - Analyse du risque (étape 1 de la GIEC) | 14 |
| 4.2 | Méthodes préventives (étape 2 de la GIEC) | 15 |
| 4.2.1 | Calendrier de plantation | 15 |
| 4.2.2 | Filets anti-insectes | 15 |
| 4.2.3 | Autres méthodes | 15 |
| 4.3 | Surveillance phytosanitaire et dépistage (étape 3 de la GIEC) | 16 |
| 4.3.1 | RAP Crucifères | 16 |
| 4.3.2 | Modèles prévisionnels | 16 |
| 4.3.3 | Plante indicatrice - la barbarée vulgaire | 16 |
| 4.3.4 | Dépistage | 17 |
| 4.4 | Intervention dans les crucifères-feuilles et fleurs (étape 4 de la GIEC) | 18 |
| 4.4.1 | Stades critiques et seuil d'intervention des crucifères-feuilles et fleurs | 18 |
| | Précisions pour les choux chinois | 18 |
| 4.4.2 | Produits de remplacements du chlorpyrifos à la transplantation des crucifères feuilles et fleurs : spinosad et cyantraniliprole | 19 |
| 4.5 | Intervention dans les crucifères-racines (étape 4 de la GIEC) | 21 |
| 4.5.1 | Stades critiques et seuil d'intervention dans les crucifères-racines | 21 |
| 4.5.2 | Produit de remplacement du chlorpyrifos au semis : cyantraniliprole | 21 |
| 5. | Gestion intégrée des vers gris | 22 |
| 5.1 | Connaissance - Analyse du risque | 22 |
| 5.2 | Méthodes préventives | 22 |
| 5.3 | Surveillance phytosanitaire et dépistage | 23 |
| 5.4 | Intervention phytosanitaire contre les vers gris | 23 |
| 5.4.1 | Stade critique : Stade plantule (surtout au printemps) | 23 |
| 5.4.2 | Seuil d'intervention | 23 |
| 5.4.3 | Produits de remplacement du chlorpyrifos | 24 |
| 6. | Outil d'aide à la décision, en appui à la justification agronomique | 26 |
| 6.1 | PRÉVENIR ET ÉVALUER LE RISQUE | 27 |

| | | |
|------------|--|-----------|
| 6.2 | GÉRER LE RISQUE (étape 4 de la GIEC) | 28 |
| | ARBRE DÉCISIONNEL POUR LA JUSTIFICATION AGRONOMIQUE ¹ DU CHLORPYRIFOS post-semis/transplantation des crucifères-feuilles/fleurs (sauf choux chinois), sur une base de dépistage bi-hebdomadaire (étapes 4 et 5 de la GIEC). | 29 |
| | ARBRE DÉCISIONNEL POUR LA JUSTIFICATION AGRONOMIQUE ¹ DU CHLORPYRIFOS post-semis/transplantation des choux chinois, sur une base de dépistage bi-hebdomadaire au sol (étapes 4 et 5 de la GIEC). | 30 |
| | ARBRE DÉCISIONNEL POUR LA JUSTIFICATION AGRONOMIQUE ¹ DU CHLORPYRIFOS post-semis/transplantation des crucifères-racines (rutabaga, radis, radis asiatique), sur une base de dépistage bi-hebdomadaire (étape 4 de la GIEC) | 31 |
| 7. | Utilisation raisonnée du chlorpyrifos | 32 |
| 7.1 | Restrictions à l'étiquette du chlorpyrifos | 32 |
| 7.1.1 | Conditions d'utilisation du chlorpyrifos - Application en bande (formulation liquide) | 33 |
| 7.1.2 | Conditions d'utilisation du chlorpyrifos - Application en sillon (formulation granulaire) | 33 |
| 8. | Recommander les bonnes pratiques générales | 34 |
| 8.1 | Importance de la qualité de l'eau de pulvérisation | 34 |
| 8.2 | Équipement de protection individuelle (EPI) | 36 |
| 8.3 | Assurer le respect des zones tampons et recommander les distances d'éloignement applicables | 36 |
| 8.4 | Recommander les bonnes pratiques de gestion du pulvérisateur | 39 |
| 8.5 | Recommander les bonnes pratiques pour prévenir la résistance aux pesticides | 40 |
| 9. | Stratégies de lutte en développement | 41 |
| 10. | Références bibliographiques | 42 |
| 11. | Annexe | 43 |

Liste des tableaux

| | | |
|------------|---|----|
| Tableau 1. | Principales caractéristiques du chlorpyrifos ¹ . | 10 |
| Tableau 2. | Fréquence moyenne de dépassement du CVAC pour le chlorpyrifos dans les cours d'eau du Québec où il a été détecté depuis 2010. | 11 |
| Tableau 3. | Distances d'éloignement à respecter au moment de la mise en terre ou sur la terre d'un pesticide de la classe 3 A. | 37 |
| Tableau 4. | Zones tampons à respecter selon la dose d'application du chlorpyrifos*, pour protéger les habitats aquatiques en fonction de sa profondeur. | 38 |

Liste des figures

| | | |
|-----------|--|----|
| Figure 1. | Mouvement du chlorpyrifos dans l'environnement. | 9 |
| Figure 2. | Schéma de la Gestion intégrée des ennemis des cultures, MAPAQ, 2011. | 13 |

Liste des annexes

| | | |
|-----------|---|----|
| Annexe 1. | Principales caractéristiques des matières actives homologuées contre la mouche du chou dans les cultures de crucifères au Québec ¹ . | 43 |
|-----------|---|----|

1. Introduction et objectifs du guide

Ce guide s'adresse aux agronomes qui offrent des services-conseils en phyto-protection aux producteurs qui cultivent des crucifères. Il porte principalement sur une approche professionnelle visant à réduire l'utilisation du chlorpyrifos dans les crucifères, soit en utilisant des méthodes alternatives ou des insecticides de remplacement.

Le guide propose de bonnes pratiques dans la gestion des insectes dans les crucifères, notamment pour :

- diversifier les moyens de lutte pour contrôler les insectes ;
- réduire les risques sur la santé et l'environnement associés à l'utilisation du chlorpyrifos ;
- favoriser l'adoption de la GIEC ;
- gérer l'évolution de la résistance des insectes aux insecticides, de manière indirecte.

Mentionnons que le contenu de ce guide sera évolutif en fonction des nouvelles connaissances en phytoprotection liées à cette production.

2. Mise en contexte

Les crucifères représentent un groupe de cultures maraîchères d'importance sur le marché québécois, totalisant près de 6000 ha au Québec. Les principales cultures de crucifères-feuilles et fleurs telles que le brocoli, le chou et le chou-fleur, représentent à elles seules plus de 4 000 ha, tandis que les crucifères-racines (rutabaga, navet, radis, etc.) représentent plus de 1000 ha (MAPAQ, 2019). Le chlorpyrifos est surtout utilisé pour contrôler la mouche du chou, un ravageur d'importance dans ces cultures. Son utilisation n'est toutefois pas sans risque pour la santé et l'environnement.

2.1 Travaux de l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA)

La réévaluation du chlorpyrifos par Santé Canada pourrait conduire à l'abandon de l'ensemble des utilisations agricoles de ce pesticide. De nouvelles données disponibles pour le chlorpyrifos indiqueraient une augmentation du niveau de risque pour les arthropodes utiles, les oiseaux, les mammifères et l'ensemble du biote aquatique de l'environnement.

En parallèle, en raison des dernières études portant sur l'impact du chlorpyri-

fos sur la santé humaine, la réévaluation du chlorpyrifos est également réalisée à l'international, notamment par l'Environmental Protection Agency (EPA) des États-Unis et l'Autorité européenne de sécurité des aliments.

L'ARLA envisage donc de [réévaluer le niveau de risque du chlorpyrifos](#) pour la santé humaine, y compris l'évaluation des risques liés à l'eau potable.

2.2 Réglementation du MELCC

À la suite des modifications réglementaires du Code de gestion des pesticides réalisées par le MELCC en 2018, il est désormais exigé que l'application de cinq pesticides parmi les plus à risque, dont le chlorpyrifos, soit justifiée par un agronome. L'objectif de cette exigence réglementaire vise à favoriser l'accompagnement des agriculteurs par les agronomes afin de réduire l'utilisation de ces pesticides, pour protéger la santé et l'environnement. Avant de les recommander, l'agronome doit notamment évaluer le

recours à des alternatives à moindres risques. Les interventions phytosanitaires doivent être réalisées en tenant compte de la GIEC.

Les données du bilan des ventes de pesticides au Québec en 2017 démontrent que le chlorpyrifos est l'un des dix pesticides qui contribuent le plus aux indicateurs de risques pour la santé (2,4 %) et l'environnement (7,7 %). Ce bilan est mis à jour annuellement ([cliquez ici pour accéder au bilan le plus récent](#)).

2.3 Caractéristiques et mouvement du chlorpyrifos dans l'environnement

Les principales caractéristiques du chlorpyrifos sont présentées dans le tableau 1, à la fin de la section 2.3.

2.3.1 Caractéristiques toxicologiques

Le chlorpyrifos fait partie de la famille chimique des organophosphorés. Son mécanisme d'action sur les ravageurs ciblés consiste à inhiber l'enzyme acétylcholinestérase, ce qui cause l'interruption de la transmission de l'influx nerveux. Toutes les espèces animales non ciblées, y compris l'humain, sont très sensibles à ce mécanisme d'action, peu importe la durée d'exposition. Ainsi, cet ingrédient actif est très toxique, ce qui se reflète dans ses indices de risque pour la santé (IRS) et l'environnement (IRE) très élevés (tableau 1).

Plus précisément, le chlorpyrifos est considéré toxique pour les insectes bénéfiques, dont les abeilles et les oiseaux, et très toxique pour les poissons (SAG pesticides). En fait, la présence des insecticides organophosphorés est indésirable dans l'environnement puisqu'ils représentent un risque élevé de bioaccumulation dans l'organisme, ce qui peut gravement affecter les espèces fauniques de tout genre, notamment les organismes aquatiques.

2.3.2 Mouvement du chlorpyrifos dans l'environnement

Le destin d'un pesticide dans l'environnement dépend de divers processus physiques, chimiques et biologiques. En effet, la matière active peut emprunter différents chemins avant d'atteindre les eaux de surfaces ou les nappes souterraines (figure 1).

Une fois appliqué, le pesticide peut se disperser dans l'air par le phénomène de dérive des pesticides, mais il peut aussi s'y retrouver, selon son degré de volatilisation, au moment d'être intercepté par les plantes ou le sol. Le chlorpyrifos est toutefois peu sujet à la volatilisation. Les molécules adsorbées sur les surfaces des particules de sol peuvent également être transportées dans l'atmosphère par le vent (c.-à-d. érosion éolienne).

Le chlorpyrifos est un produit de contact qui doit être appliqué au sol pour être in-

géré par les larves qui s'attaquent aux racines de la plante-hôte. Dès le moment où il entre en contact avec le sol, le chlorpyrifos peut prendre différentes directions. Dans le sol, la matière active peut être adsorbée à la surface des particules de sol ou se dissiper dans l'environnement, notamment dans les sols pauvres (ex. : sols sableux). Le chlorpyrifos, ayant une faible solubilité à l'eau et un coefficient d'adsorption élevé (K_{oc}), il n'est pas sujet au lessivage à travers les horizons de sol (c.-à-d. lixiviation), ni à la dissolution dans les eaux de surface.

En présence de matière organique et d'une activité biologique adéquate, la dégradation du pesticide est alors favorisée dans les sols. En fait, la biodégradation constitue la principale voie de dégradation des pesticides dans les sols. Les produits de dégradation du chlorpyrifos,

notamment le TCP (3, 5, 6-trichloropyridin-2-ol), prendront alors différentes formes à persistance variable. En l'absence de matière organique, le chlorpyrifos sera alors entraîné par l'action de l'eau selon différents types d'écoulement. Il peut d'abord être transporté via l'écoulement de surface (érosion hydrique ou ruissellement) lors d'une forte pluie ou d'une irrigation abondante. Dans les sols pauvres dépourvus de structure, le chlorpyrifos peut aussi se déplacer via le sys-

tème de drainage ou être lessivé par les forces de gravité et de capillarité du sol (lixiviation).

Autrement, les pesticides dissous dans l'eau seront dégradés, notamment par les processus physico-chimiques d'hydrolyse et de photolyse à des vitesses très variables. À noter que le chlorpyrifos est peu persistant en conditions aérobies, c'est-à-dire en eaux vives.

Figure 1 | Mouvement du chlorpyrifos dans l'environnement.

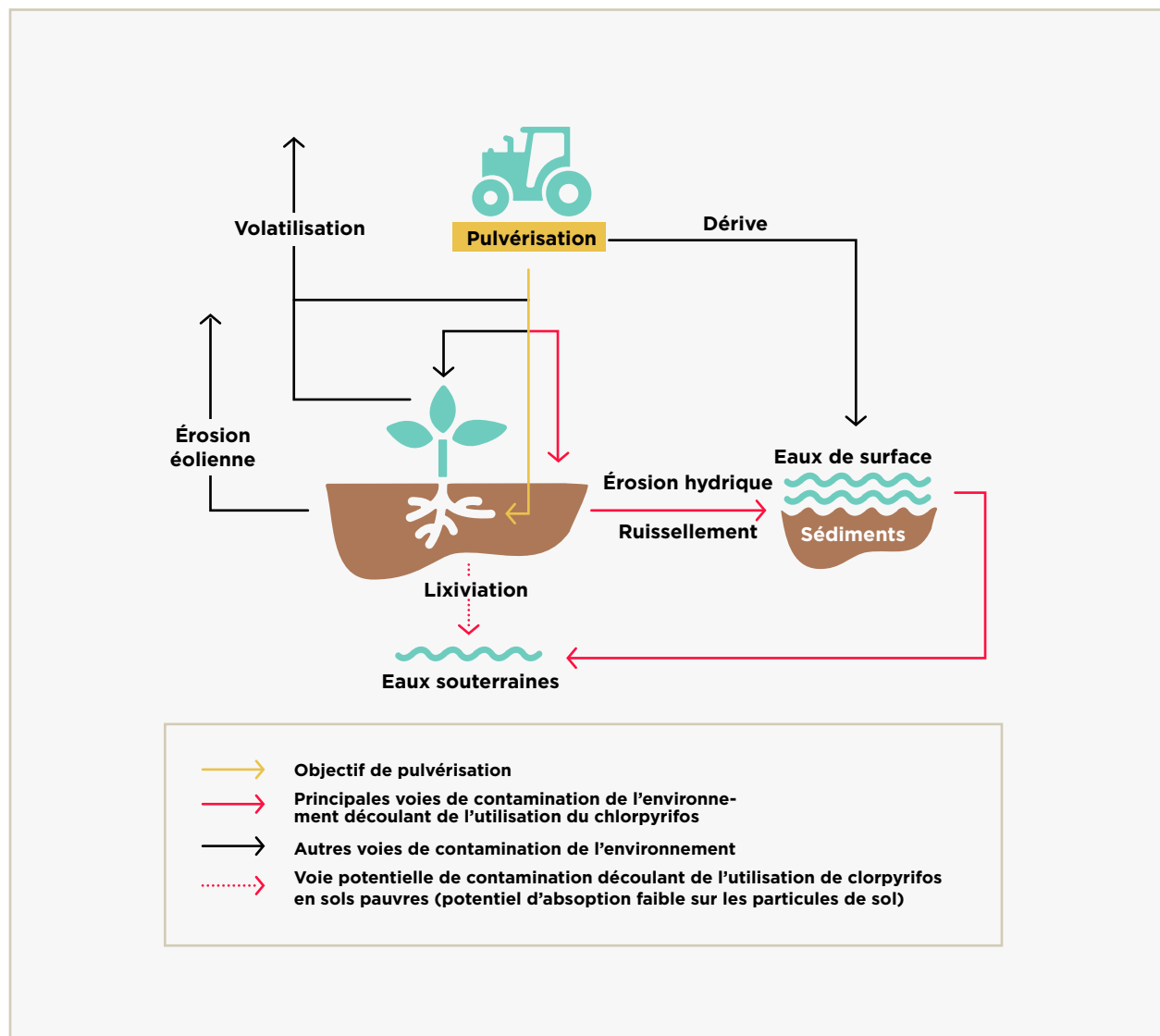


Tableau 1 | Principales caractéristiques du chlorpyrifos¹

| Caractéristiques | Type de formulation | | | Indicateurs théoriques |
|--|---|-----------------------|------------------------------------|--|
| | Granulé (G) | Poudre mouillable (W) | Concentré émulsifiable (EC, E, NT) | |
| IRE | 795 | 701 | 735 - 742 | - |
| IRS | 285 | 240 | 621 - 646 | - |
| Coefficient de partage octanol/eau (log P) ² | 4.7 (Risque de bioaccumulation élevé) | | | < 2,7 = Faible 2.7 - 3 = Modéré > 3 = Élevé |
| Solubilité aqueuse à 20° C ³ | 1,4 mg/L (Peu soluble) | | | ≤ 50 = Faible 50 - 500 = Modérée > 500 = Élevée |
| Demi-vie dans l'eau à pH 7 ⁴ | En conditions aérobies : 5 jours (Faiblement persistant) Hydrolyse : 72 jours (Persistant) Photolyse : 29,6 jours (Modérément persistant) | | | - |
| Coefficient d'adsorption sur le carbone organique (Koc) ⁵ | 360 à 31000 ml/g (Modérément mobile à immobile dans le sol; fortement adsorbé sur le carbone organique) | | | < 15 = Très mobile 15 - 75 = Mobile 75 - 500 = Modérément mobile 500 - 4000 = Peu mobile > 4000 = Immobile |
| Indice GUS ⁶ | 0.58 (Potentiel de lessivage [lixiviation] faible) | | | < 1,8 = Faible 1.8 - 2,8 = Modéré > 2,8 = Élevé |
| Demi-vie au sol ⁷ | 95,5 jours (Persistant) | | | - |
| Constante de la loi de Henry ⁸ | 4,2 x 10 ⁻⁶ atm.m ³ /mol (Peu volatil) | | | < 2,5 x 10 ⁻⁷ = Non volatil 2.5 x 10 ⁻⁷ - 2,5 x 10 ⁻⁵ = Modérément volatil > 2,5 x 10 ⁻⁵ = Volatil |

¹ Pour plus d'informations concernant les risques associés à l'utilisation du chlorpyrifos, consultez [SAgE Pesticides](#).

² La bioaccumulation désigne la tendance qu'un composé a à s'accumuler dans les organismes. Le coefficient de partage octanol/eau (Log P) correspond à l'indicateur de quantification de la bioaccumulation des pesticides.

³ La solubilité désigne la quantité d'une substance pouvant être dissoute par litre d'eau, à 20 °C.

⁴ La demi-vie dans l'eau désigne le temps nécessaire pour que 50 % de la concentration initiale d'une matière active se transforme dans l'eau.

⁵ Le coefficient d'adsorption sur le carbone organique (Koc) est une constante d'adsorption dérivée du coefficient de partage sol/eau (KD), pour une matière active donnée. Il constitue un indicateur du potentiel d'adsorption d'une matière active sur les particules de sol.

⁶ La mobilité est estimée par le potentiel de lessivage (lixiviation) d'une matière active et la dose maximale appliquée pour le traitement par l'indice GUS (Groundwater Ubiquity Score).

⁷ La demi-vie au sol désigne le temps nécessaire pour que 50 % de la concentration initiale d'une matière active se dégrade.

⁸ La volatilisation des pesticides, estimée par la loi de Henry, est définie comme le mouvement des vapeurs de pesticides dans l'air. La volatilisation est considérée différemment du mouvement des pesticides par la dérive de pulvérisation ou l'érosion éolienne.

2.4 Présence du chlorpyrifos dans les cours d'eau au Québec

De 2010 à 2018, le chlorpyrifos a été détecté dans 13 cours d'eau du sud du Québec (tableau 2). Cependant, quatre d'entre eux, qui drainent des secteurs de productions maraîchères, comptent pour 92 % des 219 détections répertoriées de ce produit. Ce sont le ruisseau Rousse à Oka, les ruisseaux Gibeault-Delisle et Norton dans la zone des terres noires de Châteauguay et le ruisseau Saint-Régis à Saint-Constant. Pour évaluer le risque pour l'environnement, le critère de vie

aquatique chronique (CVAC) est une valeur de référence qui correspond à la concentration maximale d'un produit à laquelle les organismes aquatiques peuvent être exposés pendant toute leur vie sans subir d'effets néfastes. Le CVAC du chlorpyrifos est de 0,002 µg/l. Toute concentration égale ou supérieure à cette valeur est susceptible de causer un effet indésirable lorsque les organismes sont exposés de manière prolongée.

Tableau 2 | Fréquence moyenne de dépassement du CVAC pour le chlorpyrifos dans les cours d'eau du Québec où il a été détecté depuis 2010.

| Région | Cours d'eau | Fréquence de dépassement du CVAC (%) | Nombre d'échantillons | Années de référence |
|------------------|------------------|--------------------------------------|-----------------------|------------------------|
| Centre-du-Québec | Saint-Zéphirin | 1,1 | 90 | 2015-2017 ¹ |
| Montérégie | Chibouet | 0,8 | 120 | 2011-2014 ² |
| | Des Hurons | 2,2 | 90 | 2015-2017 ¹ |
| | Saint-Régis | 13,3 | 90 | 2015-2017 ¹ |
| | Déversant-du-Lac | 5,4 | 58 | 2015-2016 ³ |
| | Gibeault-Delisle | 58,3 | 60 | 2013-2014 ³ |
| Laurentides | Norton | 43,4 | 60 | 2013-2014 ³ |
| | Sans nom (golf) | 3,4 | 22 | 2010-2011 ⁴ |
| Laurentides | Rousse | 61,1 | 58 | 2015-2016 ³ |
| | Mascouche | 9,1 | 11 | 2013 ² |
| | L'Achigan | 9,1 | 11 | 2012 ² |
| | Point-du-Jour | 1,8 | 54 | 2010-2012 ⁵ |

¹ Giroux, 2019.

² Giroux, 2015.

³ Giroux, 2017.

⁴ Giroux et al., 2013.

⁵ Giroux, 2014.

Les suivis réalisés en 2013 et 2014 par le MELCC, dans le ruisseau Gibeault-Delisle, démontrent une diminution de la présence du chlorpyrifos durant les dernières années comparativement à 2006 et 2007. En effet, au cours de cette période, le chlorpyrifos dépassait en moyenne le CVAC dans 58 % des cas comparativement à environ 100 % en 2006-2007. L'adoption de la GIEC dans la culture de l'oignon, dont l'utilisation des mouches

stériles contre la mouche de l'oignon, ainsi que diverses activités de sensibilisation ont assurément contribué à cette amélioration. Ces efforts doivent être maintenus et la recherche de méthodes alternatives doit se poursuivre pour protéger l'environnement de l'utilisation du chlorpyrifos. Pour plus d'informations concernant le suivi des pesticides dans les rivières au Québec, consultez les [travaux du MELCC](#).

3. La démarche professionnelle

Le contenu de cette section est tiré de l'annexe 2 de la [Grille de référence de l'OAQ sur l'élaboration d'un plan de phytoprotection ou d'une recommandation ponctuelle](#). Cette section résume les principales étapes que l'agronome doit considérer dans l'élaboration d'une recommandation en phytoprotection.

- Étape 1** Identifier les besoins et les objectifs de l'entreprise agricole.
- Étape 2** Analyser l'historique des données de l'entreprise agricole.
- Étape 3** Effectuer un diagnostic phytosanitaire des parcelles concernées.
- Étape 4** Analyser les principales options disponibles d'intervention sur la base du concept de la lutte intégrée.
- Étape 5** Effectuer un diagnostic environnemental associé au contenu de l'étiquette d'un pesticide.
- Étape 6** Élaborer une recommandation finale et une justification agronomique.

Selon les résultats des diagnostics phytosanitaire et environnemental, l'agronome élabore une recommandation relative au traitement phytosanitaire le plus approprié à la situation. Cette recommandation doit être conforme à l'étiquette du pesticide, notamment la dose et les contraintes d'utilisation.

La recommandation en phytoprotection comprend les informations minimales

précisées à l'annexe 1 de la [Grille de référence de l'OAQ sur l'élaboration d'un plan de phytoprotection ou d'une recommandation ponctuelle](#). L'agronome doit signer, dater, remettre et expliquer le contenu de la recommandation en phytoprotection au client. L'agronome effectue un suivi de l'efficacité du traitement et documente le résultat et les éléments de la justification agronomique appuyant la recommandation.

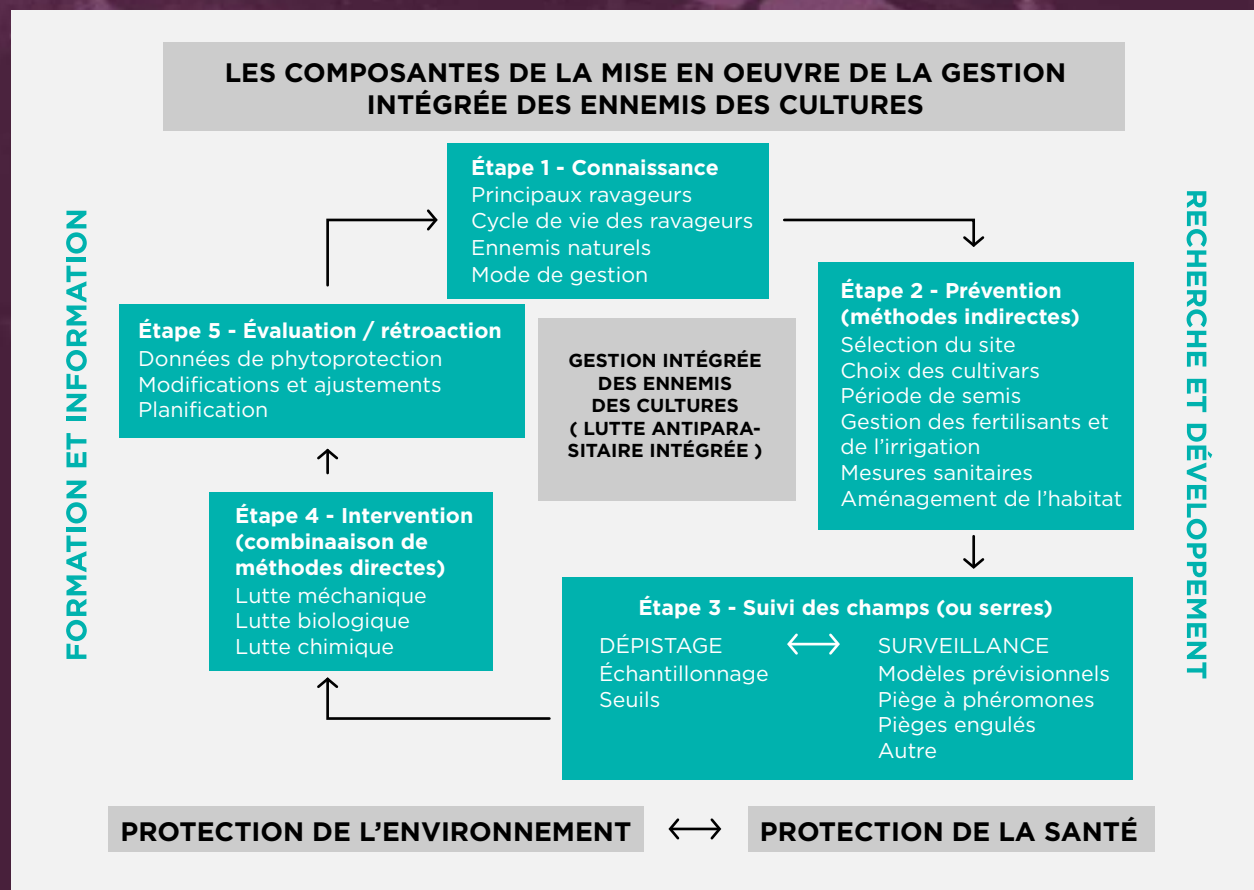
4. Gestion intégrée de la mouche du chou



La GIEC est une « méthode décisionnelle qui consiste à avoir recours à toutes les techniques nécessaires pour réduire les populations d'organismes nuisibles de façon efficace et économique, dans le respect de la santé et de l'environnement » (MAPAQ, 2011). La GIEC combine ainsi des méthodes préventives (culturales, génétiques, etc.) et des interventions biologiques, mécaniques, et chimiques. L'utilisation de pesticides chimiques n'est

pas exclue, mais survient uniquement si les autres méthodes de lutte sont insuffisantes pour contrôler le problème et si elle est faite en combinaison avec d'autres méthodes de lutte. Tel que précisé dans le schéma suivant (figure 2), le MAPAQ aborde la GIEC en cinq étapes : la connaissance; la prévention, le suivi agronomique, l'intervention phytosanitaire et l'évaluation (ou rétroaction).

Figure 2 | Schéma de la gestion intégrée des ennemis des cultures (GIEC), MAPAQ, 2011



4.1 Connaissance — Analyse du risque (étape 1 de la GIEC)

L'analyse du risque est synonyme de «Penser avant d'agir». En fait, cette première étape de la GIEC est importante puisqu'une bonne connaissance des ennemis des cultures influence l'efficacité de chacune des étapes subséquentes, notamment l'intervention phytosanitaire. L'analyse du risque est un processus permettant de caractériser et d'évaluer les menaces pour la culture. Par exemple, en tenant compte des conditions permettant aux ennemis des cultures de survivre et de se reproduire, il devient plus facile de développer une stratégie d'intervention rigoureuse. En ce qui a trait à la mouche

du chou, l'analyse du risque commence par une bonne connaissance du ravageur et de la culture :

- Biologie de l'insecte (identification de l'espèce, cycle vital, dégâts causés, plante-hôte, etc.).
- Conditions météorologiques favorables (et défavorables) à la ponte et/ou à la survie des stades juvéniles (œufs et larves).
- Sensibilité et stades de vulnérabilité de la culture aux dégâts de l'insecte.
- Identification des ennemis naturels du ravageur.

Ces informations sont présentées plus en détail dans la [fiche technique](#) sur la mouche du chou du RAP Crucifères.

Pour définir une stratégie de lutte intégrée, de concert avec le producteur agricole, il faut également tenir compte de l'historique de la ferme :

- Régie culturale (ex. méthodes de lutte préventives).
- Pression de ponte habituelle.
- Période critique (ex. quelle génération cause le plus de dégâts à la culture?)
- Autres insectes ravageurs à considérer pendant la/les période(s) critiques de la mouche du chou.
- Historique de maladies du sol à risque de profiter des dégâts de la mouche du chou pour entrer dans la plante (ex. *Fusarium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Pythium* sp., etc.).
- Composantes (mauvaises herbes crucifères, baissières, etc.) et conditions (ex. humidité du sol) environnementales favorables au ravageur.
- Signes de développement de résistance du ravageur au traitement phytosanitaire.
- Tolérance du marché (dégâts d'insectes).

4.2 Méthodes préventives (étape 2 de la GIEC)

Les pratiques agricoles préventives permettent de limiter la présence et la pression exercée par les ennemis des cultures.

4.2.1 Calendrier de plantation

La mouche du chou cause des dommages particulièrement importants au printemps puisque les conditions climatiques en début de saison favorisent souvent la survie des œufs et des larves de la pre-

mière génération. Retarder les semis et plantations de début de saison peut donc s'avérer une stratégie intéressante pour limiter les dégâts causés par les larves de la première génération.

4.2.2 Filets anti-insectes

L'utilisation de filets anti-insectes est possible pour de petites superficies, mais peu envisageable économiquement pour les grandes superficies actuellement. Dans tous les cas, il est recommandé d'utiliser des arceaux pour l'installation des filets anti-insectes afin de créer un espace entre le filet et la culture et de favoriser une bonne aération, en plus d'éviter que des insectes grignotent ou pondent à travers.

Pour les crucifères, l'utilisation de filets ayant des mailles entre 0,8 et 1,0 mm est recommandée puisqu'ils permettent de protéger les plants de tous les ravageurs provenant de l'environnement terrestre (CIEL, 2016). L'utilisation de mailles plus petites n'est pas recommandée puisque ce type de filet risque de nuire à la circulation de l'air et de favoriser le développement de maladies.

4.2.3 Autres méthodes

Les rotations de 4 ans sans culture de crucifères, la gestion des mauvaises herbes crucifères et le déchiquetage des résidus après la récolte sont d'autres exemples de méthodes de lutte préventive contre la mouche du chou. Consultez la [fiche technique](#) du RAP Crucifères pour de plus amples informations.

4.3 Surveillance phytosanitaire et dépistage (étape 3 de la GIEC)

4.3.1 RAP Crucifères

À chaque année, le [RAP Crucifères](#) diffuse de l'information concernant la mouche du chou et les autres ennemis des crucifères. Tôt au printemps, la liste des moyens de lutte phytosanitaire est publiée dans le bulletin sur les insecticides et les bioinsecticides homologués dans les cultures de crucifères dans lequel les tableaux sont divisés par ravageur. Par ailleurs, les

premiers avertissements phytosanitaires de la saison permettent de rester à l'affût quant aux premiers signes d'activités de la mouche du chou pour chaque région. Enfin, la [fiche technique](#) sur la mouche du chou est mise à jour lorsque nécessaire. Elle constitue donc un bon outil pour en connaître davantage sur la biologie et la gestion de ce ravageur.

4.3.2 Modèles prévisionnels

Sur le territoire américain, plusieurs stations météorologiques permettent de prédire l'émergence de la mouche du chou pendant la saison, à partir du [modèle prévisionnel NEWA](#) (Network for environment and weather application) développé par l'Université Cornell. Dès ses premiers avertissements phytosanitaires de la saison, le RAP Crucifères fait la

conversion du modèle NEWA en fonction de l'accumulation de degrés-jours enregistrée pour chaque région du Québec, à partir des données disponibles dans Agrométéo. Toutefois, l'utilisation de ce modèle ne constitue qu'un outil de prévision afin de cibler la période critique de dépistage.

4.3.3 Plante indicatrice — la barbarée vulgaire

La floraison de la barbarée vulgaire est un bon indicateur de la présence d'œufs de mouche du chou, puisque la ponte de la 1ère génération coïncide souvent avec la floraison de cette plante (Perderson & Eckenrode, 1981).

4.3.4 Dépistage

Dès la plantation ou lorsque les crucifères semées ont atteint le stade 2 feuilles :

- Il est nécessaire de procéder au dépistage dans les champs, à la recherche d'œufs de la mouche du chou.
- Le dépistage doit être fait deux fois par semaine.
- Le dépistage consiste à fouiller délicatement le sol autour des plants sur un rayon de 5 cm jusqu'à une profondeur de 2,5 cm à la recherche d'œufs de la forme d'un grain de riz d'une grosseur de 1 à 2 mm.
 - Lorsque les sols lourds sont secs, il faut déplacer délicatement les mottes qui se forment afin de trouver les œufs qui y sont collés.
 - Lorsque les sols légers sont secs, il est facile de perdre les œufs de vue en grattant puisqu'ils ont tendance à l'enfoncer. Il faut donc y aller une petite section à la fois.
- À chaque dépistage, un minimum de 25 plants par champ doit être évalué de manière à couvrir l'ensemble de la surface cultivée.
 - Dans un champ de 2 ha (5 acres), cela signifie que le dépistage se fait à raison de 5 plants/acre.
 - Dans un champ de 10 ha (25 acres), cela signifie que le dépistage se fait à raison de 1 plant/acre. Il est recommandé d'augmenter (ex. doubler) le nombre de plants dépistés de manière à mieux représenter la superficie cultivée.
- Lors de conditions plus adverses, les œufs peuvent aussi être pondus à la surface du sol, près du collet des plants ou encore sur les tiges ou près du point de croissance. Il faut donc vérifier la présence d'œufs à ces endroits.
- Puisque les conditions fraîches et humides sont favorables à la survie des œufs et des larves, les baissières constituent des sites favorables à leur développement. Attention de ne pas confondre les dégâts de larves de mouche du chou et ceux causés, par exemple, par les larves d'altises, les limaces et les vers fil-de-fer.
- Comme la mouche du chou pond également ses œufs dans le feuillage des **choux chinois**, les feuilles de la pomme doivent aussi être inspectées afin d'évaluer la présence d'œufs ou de larves tant au centre des pommes qu'à la base des plants.





4.4 Intervention dans les crucifères-feuilles et fleurs (étape 4 de la GIEC)



4.4.1 Stades critiques et seuil d'intervention des crucifères-feuilles et fleurs

Les crucifères-feuilles et fleurs doivent être dépistées de la plantation (ou stade 2 feuilles si semées) jusqu'à ce que les plants aient atteint 10 à 12 feuilles. À partir de ce stade, les plants sont moins sensibles aux dégâts de la mouche du chou. Toutefois, bien que les racines soient suffisamment grosses pour supporter les attaques de ce ravageur, les dégâts constituent des portes d'entrée privilégiées par les maladies telluriques.

Au Québec, comme partout dans le Nord-Est américain, il n'y a pas de seuil de nuisibilité établi pour la mouche du chou dans les crucifères-feuilles et fleurs. Toutefois, étant donné que ce ravageur n'est problématique qu'à l'implantation de ces cultures, les plants peuvent être protégés des dégâts éventuels dès la transplantation par des interventions phytosanitaires appropriées. L'analyse du risque est une étape importante pour déterminer s'il est judicieux d'effectuer un traitement contre la mouche du chou ([voir section 4.1](#)).



Précisions pour les choux chinois :

Dommmages au niveau des racines

Les choux chinois, toutes variétés confondues, sont sensibles aux dégâts de la mouche du chou, au niveau des racines, jusqu'au début de la formation de la pomme. Tout comme pour les autres crucifères-feuilles, il n'existe pas de seuil de nuisibilité pour la mouche du chou.

Dommmages dans le feuillage*

Lorsque les pommes de choux chinois commencent à se former, les mouches du genre *Delia* pondent leurs œufs dans le feuillage. C'est pourquoi, ces cultures sont sensibles aux attaques de la mouche du chou jusqu'à la récolte.

* À noter qu'aucune méthode de lutte curative n'est actuellement disponible contre la mouche du chou dans le feuillage des choux chinois. Consultez le Bulletin insecticides et bioinsecticides du [RAP Crucifères](#) qui met à jour annuellement la liste des produits homologués contre les ravageurs des crucifères.

4.4.2 Produits de remplacements du chlorpyrifos à la transplantation des crucifères feuilles et fleurs : spinosad et cyantraniliprole

Ces produits alternatifs* sont intéressants dans le cas où la transplantation est faite dans des périodes critiques, c'est-à-dire que la mouche du chou est active ou sera active dans les jours qui suivent la transplantation (selon nos connaissances sur son développement et le modèle prévisionnel). Les matières actives alternatives au chlorpyrifos à la transplantation ont l'avantage de cibler plusieurs ravageurs des cultures de crucifères. Leur utilisation est donc avantageuse sur le plan de la lutte intégrée des ennemis des

cultures. À noter que si aucune application n'est faite à la transplantation, aucun produit de remplacement au chlorpyrifos n'est actuellement disponible pour contrôler la mouche du chou dans les crucifères-feuilles et fleurs une fois la culture mise en terre.

Les informations écotoxicologiques (risques pour la santé et l'environnement) de ces produits alternatifs sont présentées dans l'annexe 1.

* Il est recommandé de toujours vous référer aux étiquettes des pesticides pour les doses, les modes d'application et les renseignements supplémentaires disponibles sur le site web de [Santé Canada](#). En aucun cas la présente information ne remplace les recommandations indiquées sur les étiquettes des pesticides.

Considérant que la recherche sur le site de Santé Canada est parfois fastidieuse, il est possible d'avoir accès à l'étiquette d'un produit à partir de [SAGE Pesticides](#).

Traitement en bassinage à la transplantation : Spinosad

Les produits à base de spinosad ([groupe 5](#)), homologués en bassinage dans les cultures de crucifères-feuilles et fleurs, sont le produit de la fermentation de la bactérie *Saccharopolyspora spinosa*. Lorsqu'il est ingéré par les insectes, le spinosad agit sur leur système nerveux, provoquant la paralysie et la mort.

Le traitement doit être appliqué en bassinage* sur les plateaux de transplants, au minimum 24 heures avant la transplantation pour respecter le délai de sécurité.

Le produit étant systémique, il doit être appliqué de manière à atteindre le système racinaire pour ensuite être transporté dans le xylème de la plante. Son effet résiduel permet de contrôler les dommages causés par la mouche du chou, tout en permettant le contrôle indirect d'autres ravageurs. En fait, le spinosad est homologué contre les altises, la cécidomyie du chou-fleur et les thrips selon un mode d'application différent que pour la mouche du chou, c'est-à-dire en application foliaire.

* Le bassinage est un mode d'application qui vise à mouiller complètement et profondément le substrat des plateaux multi cellules. Les applications par bassinage doivent donc être faites de manière à obtenir un trempage complet du substrat, sans toutefois dépasser le seuil de saturation en eau, afin d'éviter de lessiver une quantité de produit. Une application en bassinage inadéquate pourrait résulter en une protection sous-optimale de la culture contre les ravageurs ciblés.

Il existe diverses formulations à base de spinosad, dont certaines peuvent être utilisées en régie biologique. Consultez les organismes de certification pour valider quels sont les produits commerciaux certifiés biologiques.

Traitement à la transplantation : cyantraniliprole

Les produits à base de cyantraniliprole, de la classe des diamides* ([groupe 28](#)), agissent par contact et ingestion sur le système musculaire et nerveux des insectes, causant la paralysie et la mort de ces derniers. Les insecticides à base de cyantraniliprole homologués contre la mouche du chou à la transplantation peuvent être appliqués par pulvérisation

dans le sillon, dans l'eau de transplantation ou par application de surface en bande (drench). Cette matière active est également homologuée contre d'autres ravageurs des crucifères telles que les altises, la cécidomyie du chou-fleur et les chenilles défoliatrices, selon le même mode d'application que pour la mouche du chou.

* Ne pas effectuer une application foliaire subséquente de n'importe quel insecticide du groupe 28 pendant une période minimale de 60 jours après n'importe quel traitement au sol avec l'insecticide à base de cyantraniliprole.



4.5 Intervention dans les crucifères-racines (étape 4 de la GIEC)

4.5.1 Stades critiques et seuil d'intervention dans les crucifères-racines

Après le semis, lors de la levée des cotylédons, la mouche du chou est peu attirée par les plants. À partir du stade 2 feuilles de la culture, les femelles commencent à pondre leurs œufs autour du collet des plants. De légers dégâts de larves sur les jeunes racines de moins de 1 cm de diamètre peuvent être tolérés, lorsque la pression du ravageur est faible, puisque la galerie creusée par la larve pourra se cicatriser et presque disparaître pendant le grossissement de la racine. Lorsque le légume est formé, les plants peuvent supporter des

dégâts de larves sur leurs racines sans nuire à leur croissance. Toutefois, ces dégâts engendrent le déclassement ou le rejet des légumes lors de la mise en marché. En effet, il n'existe pas de seuil de nuisibilité de l'insecte. C'est plutôt un seuil de tolérance pour la mise en marché qui fait en sorte que les dégâts doivent être réduits au minimum pour éviter les pertes directes lors du classement pour la vente. L'analyse du risque est un bon moyen pour déterminer s'il est judicieux d'effectuer un traitement contre la mouche du chou ([voir section 4.1](#)).

4.5.2 Produit de remplacement du chlorpyrifos au semis : cyantraniliprole

Les produits à base de cyantraniliprole, de la classe des diamides* ([groupe 28](#)), agissent par contact et ingestion sur le système musculaire et nerveux des insectes, causant la paralysie et la mort de ces derniers. Les insecticides à base de cyantraniliprole homologués contre la mouche du chou au semis des lé-

gumes-racines doivent être appliqués en bande dans le sillon. Cette matière active est également homologuée contre les alitises, pour le même mode d'application. Les informations écotoxicologiques (risques pour la santé et l'environnement) de ces produits alternatifs sont présentées dans l'annexe 1

* Ne pas effectuer une application foliaire subséquente de n'importe quel insecticide du groupe 28 pendant une période minimale de 60 jours après n'importe quel traitement au sol avec l'insecticide à base de cyantraniliprole.

Il est recommandé de toujours vous référer aux étiquettes des pesticides pour les doses, les modes d'application et les renseignements supplémentaires disponibles sur le site web de [Santé Canada](#). En aucun cas la présente information ne remplace les recommandations indiquées sur les étiquettes des pesticides.

Considérant que la recherche sur le site de Santé Canada est parfois fastidieuse, il est possible d'avoir accès à l'étiquette d'un produit à partir de [SAgE Pesticides](#).



5. Gestion intégrée des vers gris

Le schéma de la gestion intégrée des ennemis des cultures est présenté à la [section 4](#). Pour des informations concernant les vers gris, consultez la [fiche technique](#) du RAP Général. Comme plusieurs espèces sont susceptibles de s'attaquer aux cultures de crucifères, le contenu suivant fait référence aux vers gris, toutes espèces confondues.

5.1 Connaissance - Analyse du risque

L'étape de l'analyse du risque est décrite à la [section 4.1](#). En ce qui a trait aux vers gris, l'analyse du risque commence par une bonne connaissance du ravageur et de la culture

- Biologie de l'insecte (identification de l'espèce, cycle vital, dégâts causés, plante-hôte, etc.)
- Conditions météorologiques favorables (et défavorables) à la ponte et/ou à la survie des stades juvéniles (œufs et larves)
- Sensibilité et stades de vulnérabilité de la culture aux dégâts de l'insecte (ex. stade plantule de la culture ou pommaison des choux chinois)
- Identification des ennemis naturels du ravageur.

Pour définir une stratégie de lutte intégrée, de concert avec le producteur agricole, il faut également tenir compte de l'historique de la ferme :

- Régie culturale (ex. méthodes de lutte préventives)
- Pression de ponte habituelle.
- Période critique.
- Autres insectes ravageurs à considérer pendant la/les période(s) critiques (contrôle indirect des vers gris souvent possible).
- Historique de maladies à risque de profiter des dégâts causés par les vers gris
- (ex. maladies saprophytes dans les pommes de choux chinois)
- Composantes (ex. mauvaises herbes et matière organique) et conditions environnementales favorables au ravageur.
- Signes de développement de résistance du ravageur au traitement phytosanitaire.

5.2 Méthodes préventives

Parmi les pratiques préventives, il est recommandé d'éviter de cultiver des légumes sur un retour de prairie, de pâturage ou des terrains infestés de mauvaises herbes l'année précédente. Il est également conseillé d'enfouir les débris de la culture précédente ou les mauvaises

herbes au moins deux semaines avant le semis ou la transplantation de la culture. Enfin, le désherbage des champs de manière à prévenir la formation de zones à haute densité de mauvaises herbes permet de limiter les sites de ponte potentiels pour les papillons.

5.3 Surveillance phytosanitaire et dépistage

Le dépistage des vers gris faucheurs débute dès la levée des semis ou dès la transplantation. Afin de détecter ces vers lors du dépistage des champs de crucifères, portez attention aux plants coupés au niveau du sol et/ou dont les feuilles sont grignotées. Les vers gris ont tendance à suivre un même rang pour se nourrir. Lorsque vous trouvez ces plants coupés, fouillez le sol autour des plantules sur une profondeur de 5 cm. Attention de ne pas confondre les dégâts des vers gris avec ceux causés, par exemple, par les marmottes et les bernaches.

Par ailleurs, les vers gris grimpeurs (ou aériens) sont souvent observés dans le feuillage des choux chinois. Le chlorpyrifos n'est cependant pas homologué pour ce type d'usage. En fait, aucune matière active n'est homologuée contre les vers gris dans le feuillage des choux chinois, bien qu'on puisse supposer que les produits de lutte contre les autres chenilles défoliatrices puissent avoir un certain effet indirect sur ces lépidoptères.

5.4 Intervention phytosanitaire contre les vers gris

5.4.1 Stade critique : Stade plantule (surtout au printemps)

Dans la majorité des cultures de crucifères, ce sont les plantules qui sont sensibles aux dégâts de vers gris puisque les larves coupent la tige pour se nourrir. L'activité des larves de vers gris étant plus élevée au printemps (jusqu'en juillet

selon l'espèce), c'est principalement pendant cette période que les dégâts sont observés. Dans une moindre mesure, il est possible d'en observer jusqu'en octobre, selon les périodes d'activité et le nombre de générations de chaque espèce.

5.4.2 Seuil d'intervention

Le moment d'intervenir contre les vers gris pour la majorité des jeunes plantules de légumes, comme suggéré en Ontario, est lorsque 5 % des plants sont affectés. Un traitement localisé peut être effectué si la zone affectée est limitée à une petite parcelle ou en bordure de champ. Comme les

vers gris sortent du sol la nuit pour s'alimenter sur les plantules, il est préférable d'intervenir en soirée ou avant le lever du soleil, et lorsque la température est supérieure à 10 °C. Il est important d'agir rapidement lorsqu'il y a présence de dommages, car les vers gris peuvent être très voraces.

5.4.3 Produits de remplacement du chlorpyrifos

Il existe plusieurs matières actives*, provenant de différents [groupes de résistance](#), homologuées contre les vers gris dans les crucifères. Ces ingrédients actifs étant aussi homologués contre d'autres ravageurs des crucifères, leur utilisation peut s'avérer avantageuse d'un point de vue de GIEC.

La cyperméthrine (ex. Mako, Ripcord, Up-Cyde), de la famille des pyréthriinoïdes de synthèse (groupe 3), ainsi que le chlorantraniliprole (ex. Coragen) et le cyantraniliprole (ex. Exirel), de la famille de diamides (groupe 28) sont homologués en application au sol contre les vers gris dans toutes les cultures de crucifères. Également, le chlorantraniliprole (groupe 28), en combinaison avec la lambda-cyhalothrine (pyréthriinoïde de synthèse, groupe 3) (ex. Voliam Express) sont homologués pour le contrôle des vers gris dans les crucifères

du [sous-groupe de cultures](#) 5A, en application dans le feuillage. Les produits commerciaux homologués contre les vers gris dans les cultures de crucifères sont listés dans le Bulletin des insecticides et bioinsecticides du [RAP Crucifères](#) qui est mis à jour annuellement.

Les informations écotoxicologiques (risques pour la santé et l'environnement) de ces produits alternatifs sont disponibles sur [SAgE Pesticides](#).

* Il est recommandé de toujours vous référer aux étiquettes des pesticides pour les doses, les modes d'application et les renseignements supplémentaires disponibles sur le site web de [Santé Canada](#). En aucun cas la présente information ne remplace les recommandations indiquées sur les étiquettes des pesticides.

Considérant que la recherche sur le site de Santé Canada est parfois fastidieuse, il est possible d'avoir accès à l'étiquette d'un produit à partir de [SAgE Pesticides](#).



Le chapitre suivant présente un outil d'aide à la décision pour une utilisation raisonnée du chlorpyrifos dans les crucifères. Nous vous recommandons d'imprimer cette section comme aide-mémoire.

6. Outil d'aide à la décision, en appui à la justification agronomique

Dans les cultures de crucifères, l'utilisation du chlorpyrifos contre la mouche du chou ne doit être recommandée qu'en dernier recours. Ultimement, cela signifie que l'agronome doit avoir évalué toutes les stratégies alternatives, qu'elles soient préventives ou curatives, de nature physique, chimique ou biologique, avant de procéder à une telle recommandation. Le cheminement proposé à l'agronome dans ce guide s'inspire du schéma de la GIEC qui propose une série d'étapes à suivre

afin de faire un choix éclairé en matière de lutte antiparasitaire. L'outil d'aide à la décision, en appui à la justification agronomique du chlorpyrifos, est donc construit dans la même suite logique que les étapes du schéma de la GIEC :

Étape 1 - Connaissance

Étape 2 - Prévention (méthodes indirectes)

Étape 3 - Suivi des champs

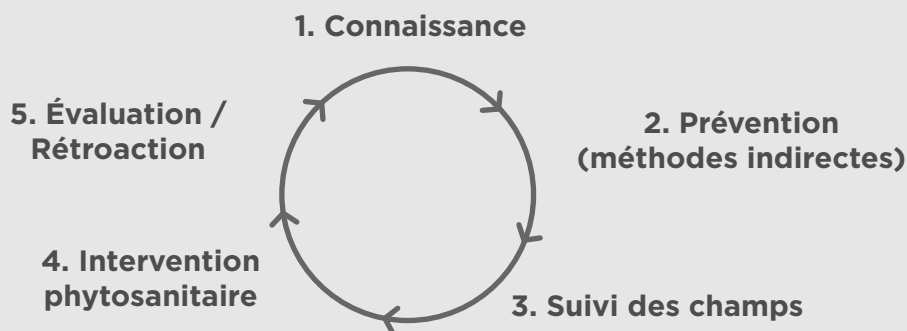
Étape 4 - Intervention

Étape 5 - Évaluation/Rétroaction

L'outil d'aide à la décision est construit en 3 segments :

- Le tableau Prévenir et évaluer le risque (étapes 1 à 3 de la GIEC) qui présente une série de questions et de stratégies en lien avec la lutte contre la mouche du chou et les vers gris dans les crucifères.
- Le tableau Gestion du risque (étape 4) qui présente les moyens de lutte chimique contre la mouche du chou, selon la période et la méthode d'application.
- Les 3 arbres décisionnels, selon les cultures suivantes :
 - Crucifères-racines
 - Crucifères-feuilles/fleurs, sauf choux chinois
 - Choux chinois seulement.

Le schéma de la Gestion intégrée des ennemis des cultures, en bref :



6.1 PRÉVENIR ET ÉVALUER LE RISQUE

| Étapes de la GIEC | Mouche du chou | Vers gris |
|---|--|---|
| 1.1. CONNAISSANCE | | |
| Connaître le ravageur et ses caractéristiques | Fiche technique RAP Crucifères IRIS Phytoprotection | Fiche technique RAP Général IRIS Phytoprotection |
| 1.2. ANALYSE DU RISQUE | | |
| Historique du champ et/ou de la ferme | <ul style="list-style-type: none"> - Quelle est la pression de ponte habituelle? Est-ce que l'activité des larves cause beaucoup de dégâts à la culture? - Quelle est la période critique pendant la saison de production? - Quelle est la tolérance du marché au niveau des dégâts d'insectes? - Quels sont les autres insectes ravageurs à considérer pendant la/ les période(s) critiques de la mouche du chou? Est-ce qu'il existe des moyens de lutte pour contrôler plusieurs ravageurs à la fois? - Quel est l'historique de maladies susceptibles de profiter des dégâts de la mouche du chou pour entrer dans la plante? - Quelles sont les composantes environnementales à corriger pour rendre le milieu moins propice (attractivité, reproduction et survie) à l'insecte? - Est-ce qu'il y a des signes de développement de résistance du ravageur au traitement phytosanitaire? - Quels sont les moyens de lutte disponibles? | |
| 2. MÉTHODES PRÉVENTIVES | | |
| Rotation culturale | - Minimum 4 ans sans culture de crucifères | - Éviter les retours de prairie, de pâturage ou des terrains infestés de mauvaises herbes l'année précédente. |
| Régie culturale | - Nivelier le champ pour réduire les risques d'infestation dans les baissières. - Déchiqueter les résidus de culture après la récolte | - Enfouir les débris de la culture précédente ou les mauvaises herbes au moins 2 semaines avant le semis ou la transplantation de la culture. |
| Calendrier de plantation/semis | - Retarder les semis et plantations de début de saison, si possible, pour limiter les dégâts causés par les larves de la première génération. | - Vers gris de type faucheursurtout actifs tôt au printemps. |
| Gestion des adventices | - Détruire les mauvaises herbes crucifères en bordure et à l'intérieur du champ, susceptibles d'attirer le ravageur | - Désherber les champs de manière à prévenir la formation de zones à haute densité de mauvaises herbes. |
| Filets anti-insectes (d'exclusion) | - Utiliser des arceaux pour l'installation des filets anti-insectes afin de créer un espace entre le filet et la culture. - Utiliser des filets ayant des mailles entre 0,8 et 1,0 mm. | n/a |
| 3. SURVEILLANCE PHYTOSANITAIRE (évaluer le risque) | | |
| RAP Crucifères | - Consulter les avertissements phytosanitaires du RAP Crucifères pour connaître l'état de la situation pour chaque région. | |
| Modèle prévisionnel | - Université Cornell : NEWA Le RAP Crucifères fait la conversion de ce modèle en fonction des données météorologiques de chaque région. | n/a |
| Plante indicatrice | - La floraison de la barbarée vulgaire coïncide avec la ponte de la 1 ^{ère} génération. | n/a |

6.2 GÉRER LE RISQUE (étape 4 de la GIEC)

| Matières actives homologuées contre la mouche du chou | | Au semis/transplantation | | | En cours de saison | |
|---|-----------------------------------|---|---|-----------|---|---------|
| | | Chlorpyrifos (Formulation granulaire) 15G | Cyantranilprole | Spinosad | Chlorpyrifos (Formulation liquide) 480 EC, 4E, NT | |
| Culture | Méthode d'application | Nb application maximum ¹ | DAAR ² (jour) | | | |
| | | | | | | |
| Crucifères-feuilles/ fleurs | Brocoli | Sillon | Sillon, eau de transplantation, en bande sur la surface | Bassinage | 2 | 32 |
| | Chou | | | | 2 | 32 |
| | Chou-fleur | | | | 2 | «»»» 32 |
| | Chou de Bruxelles | | | | 3 | «»»» 32 |
| | Brocoli chinois | | | | 1 | 21 |
| | Chou chinois (pak-choï/ bok-choï) | | | | 2 | 32 |
| | Chou chinois (pé-tsaï/ nappa) | | | | 2 | «»»» 15 |
| Crucifères-racines | Rutabaga | Sillon | | | 4 | «»»» 30 |
| | Navet/ rabiolo | | Sillon | | | |
| | Radis | | | | 1 | 21 |
| | Radis asiatique (daïkon) | | | | 3 | 32 |
| Délai de sécurité (réentrée au champ) | | Chou-fleur : 10 j Autres : 24 h | 12h | 24h | Chou-fleur : 10 j Autres : 24 h | |

¹ Le nombre d'applications maximum tient compte de toutes les formulations homologuées, y compris l'utilisation d'un granulé en début de saison.

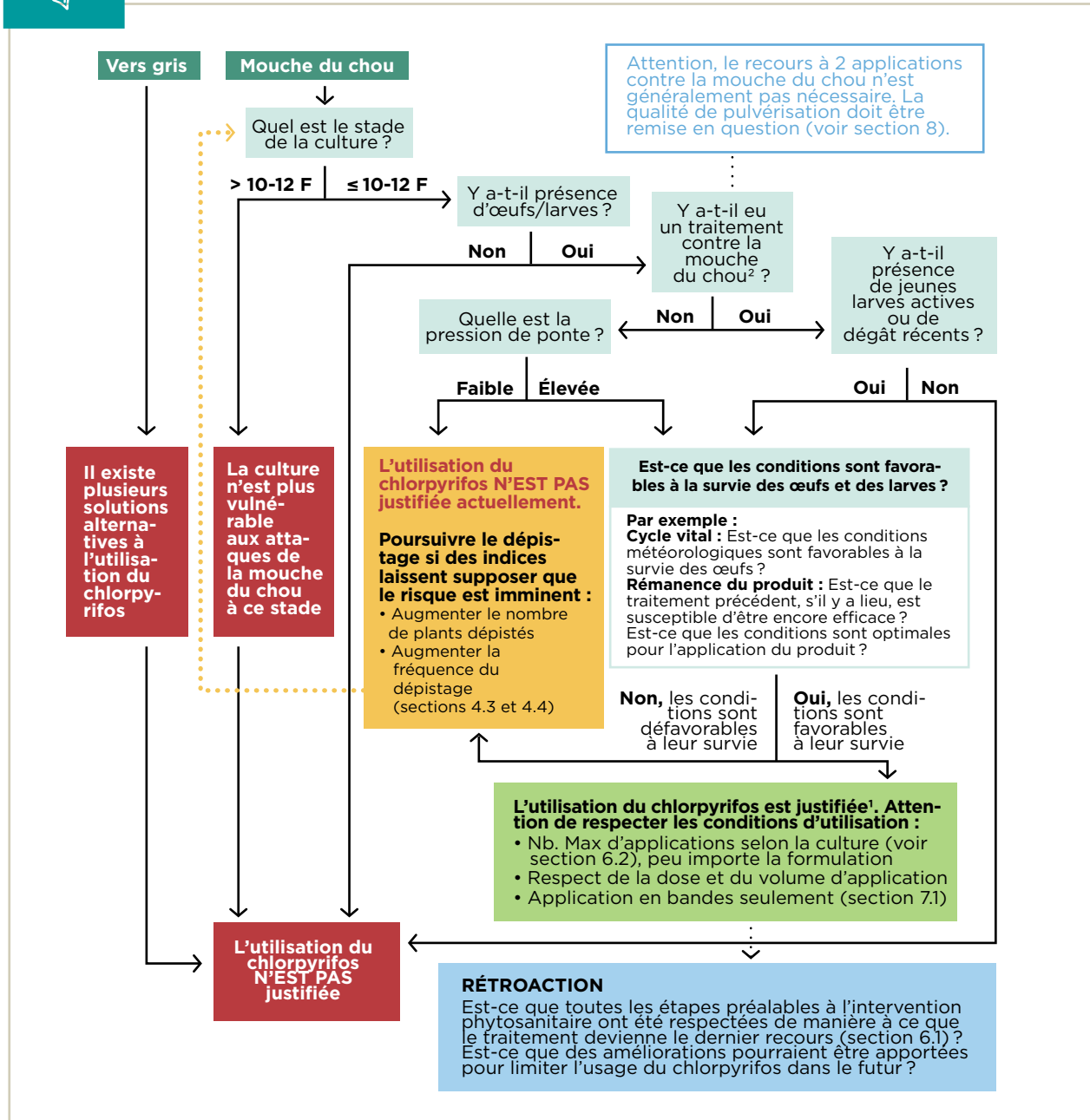
² Délai d'attente avant récolte

- : Non-homologué dans cette culture
 - : Usage à éviter
 - : Usage possible si intervention nécessaire (voir 1,2 Analyse du risque dans le tableau de la section 6.1)
 - : Usage recommandé si intervention nécessaire
-
- : Aussi homologué contre les vers-gris
 - : Aussi homologué contre la cécidomyie du chou-fleur
 - : Aussi homologué contre les altises
 - : Aussi homologué contre les chenilles défoliatrices



ARBRE DÉCISIONNEL POUR LA JUSTIFICATION AGRONOMIQUE¹ DU CHLORPYRIFOS

post-semis/transplantation des crucifères-feuilles/ fleurs (sauf choux chinois), sur une base de dépistage bi-hebdomadaire (étapes 4 et 5 de la GIEC).



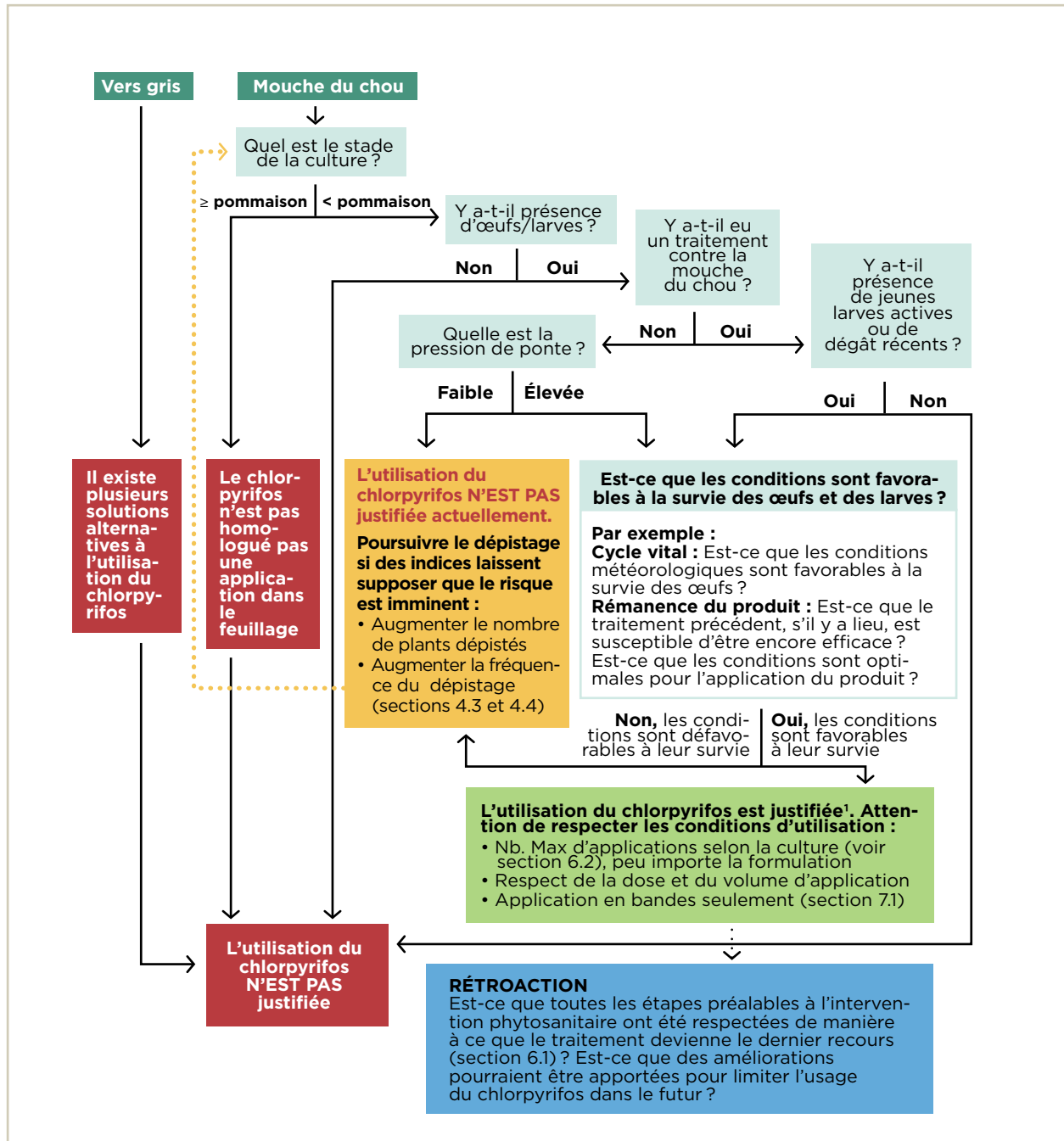
¹ Pour la justification agronomique du chlorpyrifos au semis/transplantation des crucifères-feuilles/fleurs, référez-vous au tableau «Prévenir le risque». Cette justification doit tenir compte notamment des étapes préalables à l'intervention phytosanitaire et inclure tous les renseignements exigés à l'article 74.1 du Code de gestion des pesticides.

² Dans les cultures de crucifères-feuilles/fleurs, les traitements contre la mouche du chou visent principalement la première génération puisque la pression de ponte est généralement plus importante au printemps. Un traitement à la plantation devrait donc suffire à protéger le plant jusqu'à ce qu'il y ait atteint 10-12 feuilles, stade où il n'est plus vulnérable aux attaques de l'insecte.



ARBRE DÉCISIONNEL POUR LA JUSTIFICATION AGRONOMIQUE¹ DU CHLORPYRIFOS

post-semis/transplantation des choux chinois, sur une base de dépistage bi-hebdomadaire au sol (étapes 4 et 5 de la GIEC).

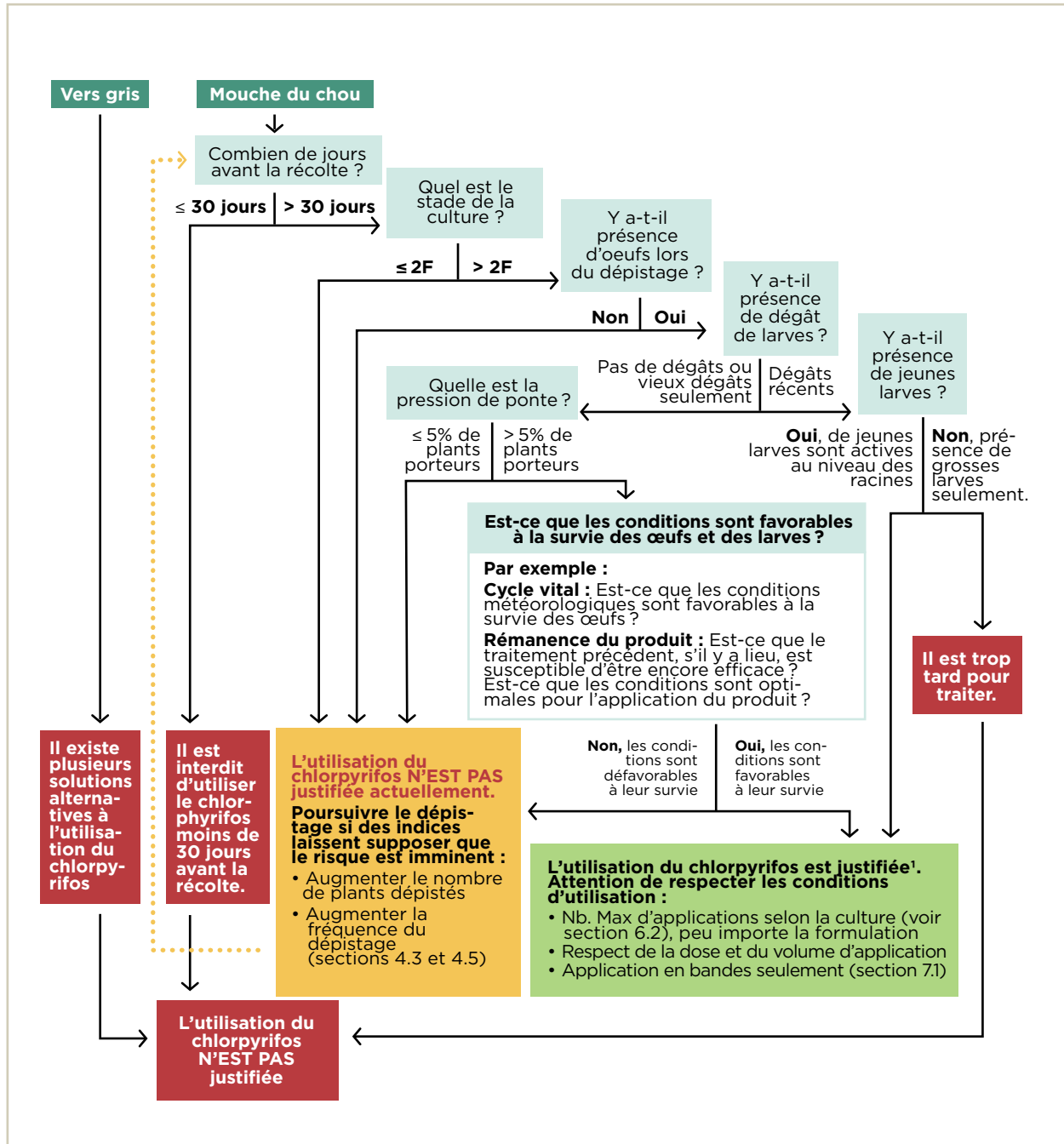


¹ Pour la justification agronomique du chlorpyrifos au semis/transplantation des choux chinois, référez-vous au tableau « Prévenir le risque ». Cette justification doit tenir compte notamment des étapes préalables à l'intervention phytosanitaire et inclure tous les renseignements exigés à l'article 74.1 du Code de gestion des pesticides.



ARBRE DÉCISIONNEL POUR LA JUSTIFICATION AGRONOMIQUE¹ DU CHLORPYRIFOS

post-semis/transplantation des crucifères-racines (rutabaga, radis, radis asiatique), sur une base de dépistage bi-hebdomadaire (étape 4 de la GIEC)



¹ Pour la justification agronomique du chlorpyrifos au semis/transplantation des crucifères-racines, référez-vous au tableau «Prévenir le risque». Cette justification doit tenir compte notamment des étapes préalables à l'intervention phytosanitaire et inclure tous les renseignements exigés à l'article 74.1 du Code de gestion des pesticides.

7. Utilisation raisonnée du chlorpyrifos

Selon les fondements de la GIEC, l'utilisation du chlorpyrifos, comme pour toute autre matière active, devrait être justifiée uniquement si les autres méthodes de lutte sont jugées insuffisantes pour contrôler le/les ravageur(s) ciblé(s). Une utilisation raisonnée du chlorpyrifos signifie que l'agronome a suivi les étapes

préalables à l'intervention phytosanitaire, c'est-à-dire que l'analyse du risque, la prévention et le suivi au champ ont été respectés. Lorsque tous ces aspects sont évalués et que l'intervention phytosanitaire est justifiée, il faut alors s'assurer de respecter les restrictions à l'étiquette.

7.1 Restrictions à l'étiquette du chlorpyrifos

Selon la culture, des précisions sont apportées sur l'étiquette en fonction des modes d'application possibles pour lutter contre la mouche du chou ou les vers gris. Avant de recommander une application de chlorpyrifos, assurez-vous d'avoir bien lu l'étiquette du produit commercial sur le site de [Santé Canada](#) afin de prendre connaissance des restrictions qui s'appliquent. Par exemple, pour contrôler la

mouche du chou, l'application en pleine largeur du champ est proscrite. Il faut donc tenir compte des conditions d'utilisation pour l'application en bande.

Par ailleurs, le nombre de traitement permis en post-levée de la culture varie selon l'utilisation ou non de la formulation granulaire de chlorpyrifos au moment du semis ou de la transplantation.

7.7.1 Conditions d'utilisation du chlorpyrifos - Application en bande (formulation liquide)

Les traitements de chlorpyrifos en bande visent à appliquer le produit dans la zone des racines. Pour les traitements en bande contre la mouche du chou, l'insecticide doit être appliqué sur une bande de 20 cm au-dessus du rang (10 cm de chaque côté du rang), tel que précisé sur l'étiquette. La quantité d'insecticide et le volume de bouillie à l'hectare tiennent compte de l'espacement entre les rangs.

Une conversion de la dose doit donc être faite en fonction de l'espacement entre les rangs. Par exemple, la dose de 210 ml/1000 m de rang, homologuée notamment dans le brocoli, le chou, le chou-fleur et le rutabaga contre la mouche du chou, doit être convertie comme suit, pour un espacement de 76 cm (30 pouces) entre les rangs :

1) Calculer la longueur de rang dans 1 ha (10 000 m² = 100 m x 100 m) :

$$\frac{100 \text{ m large}}{0,76 \text{ m d'entre-rang}} = \frac{X \text{ m}^2 \text{ de rang}}{100 \text{ m de long}}$$

X = 13 158 m de rang de long dans un hectare

2) Convertir la dose en volume d'application par hectare :

$$\frac{13\ 158 \text{ m de rang}}{1 \text{ ha}} \times \frac{210 \text{ ml}}{1000 \text{ m de rang}} = \frac{2\ 763 \text{ ml}}{\text{ha}} = \mathbf{2,8 \text{ L/ha d'une formulation à 480 g/L}}$$

3) Calculer le volume d'eau en fonction des précisions à l'étiquette (125 litres/1000 m de rang) nécessaire à la préparation de la bouillie appliquée sur la bande de 20 cm.

$$\frac{125 \text{ L d'eau}}{1000 \text{ m de rang}} = \frac{X \text{ L d'eau}}{13\ 158 \text{ m de rang/ha}}$$

X = 1645 L d'eau/ha appliqué sur la bande de 20 cm au-dessus du rang

7.1.2 Conditions d'utilisation du chlorpyrifos — Application dans le sillon (formulation granulaire)

La formulation granulaire est homologuée dans les crucifères en application dans le sillon. Ainsi :

- Une seule application n'est permise (au semis)
- L'application doit être faite en bande avec un applicateur spécialisé
- La dose est en gramme/100 m de rang
- Le produit doit être incorporé au sol au moment de l'application

8. Recommander les bonnes pratiques générales

La section suivante présente les bonnes pratiques générales concernant l'utilisation des pesticides, de la préparation de la bouillie jusqu'à l'application au champ.

8.1 Importance de la qualité de l'eau de pulvérisation

La qualité de l'eau de pulvérisation est souvent négligée dans le secteur agricole. Pourtant, les réactions chimiques qui ont lieu dans la bouillie influencent l'efficacité des pesticides qui y sont mélangés. Les principaux paramètres de qualité de l'eau impliqués dans ces réactions sont le pH, l'alcalinité et la turbidité.

Valeur de pH

Les pesticides sont généralement des formulations neutres, légèrement acides ou légèrement alcalines. Un pH légèrement acide (entre 5,5 et 6,5) de l'eau est optimal pour la majorité des pesticides. Certaines matières actives sont toutefois favorisées par un pH légèrement alcalin. Il est donc important de suivre les recommandations sur l'étiquette d'homologation quant à l'ajustement du pH de la solution de pulvérisation. Dans le cas du chlorpyrifos, la vitesse de dégradation par réaction d'hydrolyse est accélérée

avec l'augmentation du pH (demi-vie de 1,5 jours à pH 8). L'abaissement du pH de l'eau de pulvérisation est souhaitable pour la majorité des pesticides bien que certains pesticides soient plus susceptibles à la dégradation. Afin de bien évaluer la qualité de l'eau, la mesure du pH doit être prise avant l'ajout du pesticide*. Si des correctifs sont nécessaires, les produits acidifiants peuvent être ajoutés à l'eau avant l'ajout du pesticide. Plusieurs produits neutralisants sont disponibles sur le marché pour corriger le pH.

*** La majorité des étiquettes de pesticides ne mentionnent pas d'ajuster le pH de l'eau de pulvérisation. Cependant, sur l'étiquette Verimark® (cyantraniliprole), il est spécifié d'abaisser le pH de la solution mais, seulement après que les pesticides y soient ajoutés.**

Alcalinité de l'eau

L'alcalinité mesure la résistance de l'eau à un changement de pH après l'ajout d'un produit acidifiant. Plus l'alcalinité est élevée, plus la diminution de pH est lente et plus la quantité d'acidifiant nécessaire est élevée. La mesure du pH de l'eau de pulvérisation après l'ajout du produit acidifiant est donc souhaitable pour s'assurer d'obtenir le pH visé.

Turbidité — particules en suspension et dureté de l'eau

Les pesticides étant mis en solution, l'utilisation d'une eau claire est recommandée afin de favoriser la dissolution. En effet, la présence de particules en suspension (ex. débris végétaux; particules d'argile; matière organique) dans l'eau de pulvérisation nuit à la performance du pesticide, notamment en fonction de son coefficient d'adsorption sur le carbone organique (tableau 1; annexe 1), qui reflète sa force de liaison avec les particules en suspension dans l'eau.

La dureté de l'eau peut aussi affecter certaines formulations de pesticides. Les ingrédients actifs chargés négativement peuvent être attirés et se lier avec des molécules chargées positivement (cations)

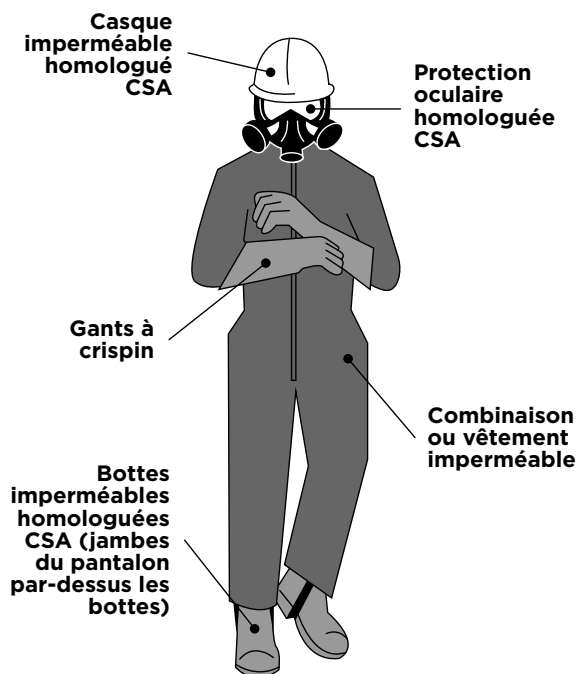
dans l'eau de la solution de pulvérisation. À l'inverse, les pesticides chargés positivement peuvent se lier aux particules chargées négativement dans l'eau. Ces réactions affectent la performance de la solution de pulvérisation de différentes façons. Par exemple, ces réactions peuvent entraîner la formation d'un précipité qui risque d'obstruer les buses et d'ainsi nuire à la qualité de pulvérisation. À l'application, l'absorption par la cible (ex. plante; insecte) peut également être affectée par ce type de liaison.

Pour plus de détails, consultez le document « [The impact of water quality on pesticide performance](#) ».

8.2 Équipement de protection individuelle (EPI)

Peu importe la matière active et la méthode d'application utilisées, il est important de recommander aux utilisateurs de pesticides de porter les équipements de protection individuelle (EPI) pour toutes les étapes d'intervention avec la présence de pesticides. Ceci inclut le port de gants lors de la transplantation des plants traités au spinosad par bassinage. Malheureusement, les EPI sont souvent mal utilisés, mal adaptés et manquants dans les entreprises agricoles. L'utilisation de gants, de vêtements de protection appropriés et d'un appareil de protection respiratoire adéquat et entretenu est essentielle pour minimiser le risque d'absorber des pesticides. Il faut toujours prendre connaissance des précautions indiquées sur l'étiquette des produits utilisés.

Consultez la [fiche technique](#) Pesticides - Pratiques sécuritaires et équipements de protection individuelle (EPI) pour de plus amples informations.



8.3 Assurer le respect des zones tampons et recommander les distances d'éloignement applicables

Afin de protéger la ressource eau et ses écosystèmes, la réglementation sur les pesticides prévoit des distances d'éloignement par rapport à ces éléments sensibles (tableau 3). Des distances d'éloignement d'un ou trois mètres doivent être respectées à proximité de tous les cours d'eau et

plan d'eau, lors de l'application de pesticide par voie terrestre en milieu agricole. Des distances plus restrictives s'appliquent à proximité des sites de prélèvement d'eau. Ces distances exigées au Code de gestion des pesticides et encadrées par le MELCC sont présentées ci-dessous.

Tableau 3 | Distances d'éloignement à respecter au moment de la mise en terre ou sur la terre d'un pesticide de la classe 3 A.

| Éléments à protéger | Distance d'éloignement minimale |
|--|---------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • Plan d'eau • Partie de cours d'eau ou de fossé dont l'aire totale d'écoulement est > 2 min 2 s • Étang, marais, marécage, tourbière | 3 m |
| <ul style="list-style-type: none"> • Partie de cours d'eau ou de fossé dont l'aire totale d'écoulement est ≤ 2 min 2 s | 1 m |
| <ul style="list-style-type: none"> • Site de prélèvement d'eau* de catégorie 1 ou 2 • Site de prélèvement d'eau destiné à la production d'eau embouteillée | 100 m |
| <ul style="list-style-type: none"> • Site de prélèvement d'eau de catégorie 3 | 30 m |
| <ul style="list-style-type: none"> • Autre site de prélèvement d'eau souterraine** | 3 m |

* Au sens du Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection (chapitre Q-2, r. 35,2).

** Site destiné à la production d'eau de source ou minérale au sens du Règlement sur les eaux embouteillées (chapitre P-29, r. 2).

Le tableau 4 présente un exemple de zones tampons exigées à certaines étiquettes de produits commerciaux contenant du chlorpyrifos et homologués dans la culture des

crucifères. Ces distances sont présentées à titre d'exemple. En tout temps, l'étiquette du pesticide doit être consultée pour connaître la zone tampon applicable.

Tableau 4 | Zones tampons à respecter selon la dose d'application du chlorpyrifos*, pour protéger les habitats aquatiques en fonction de sa profondeur.

| Dose d'application (g m. a/ha) | Zone tampon à respecter selon la profondeur de l'habitat aquatique | | |
|-----------------------------------|---|--------------|------------|
| | < 1 mètre | 1 à 3 mètres | > 3 mètres |
| ≤ 576 | 50 | 40 | 30 |
| > 576 et ≤ 1152 | 55 | 45 | 35 |
| >1152 et ≤ 2 304 | 60 | 50 | 40 |

* Tiré des étiquettes [Lorsban 15G](#), [Citadel 480 EC](#), [Pyrinex 480 EC](#)

Réduction de la distance des zones tampons possible si :

- La rampe du pulvérisateur comprend un écran réduction de la dérive sur toute sa longueur et qui s'étend jusqu'au couvert végétal ou au sol.
Réduction de la distance de 70 %.
- Chaque buse de la rampe comprend un écran conique fixé à une hauteur inférieure à 30 cm du couvert végétal ou du sol.
Réduction de la distance de 30 %.

De plus, les étiquettes des pesticides peuvent aussi préciser des zones tampons. L'ARLA permet une réduction de la zone tampon exigée à l'étiquette d'un pesticide en utilisant le [Calculateur de zone tampon](#) (outil interactif), à condition que l'applicateur conserve les données utilisées pour le calcul de la réduction de zone tampon, démontrant qu'ils ont respecté le mode d'emploi sur l'étiquette. Le calcula-

teur tient compte notamment des conditions météorologiques et de certains paramètres du pulvérisateur, dont les buses et la hauteur de la rampe de pulvérisation.

Dans tous les cas, la distance la plus restrictive entre le [Code de gestion des pesticides](#) et l'[étiquette d'homologation](#), ou le calculateur de zone tampon, doit être respectée.

Protection des pollinisateurs et des insectes auxiliaires

Il est également nécessaire de tenir compte de la protection des pollinisateurs et des insectes bénéfiques avant de recommander l'utilisation du chlorpyrifos. La localisation des ruchers d'abeilles est possible en consultant les plateformes web [BeeConnected](#), ou [ApiProtection](#). D'ailleurs, il est important de rappeler aux producteurs d'informer les apiculteurs de

la région avant un traitement si des ruches se trouvent dans les champs adjacents. La dérive de pulvérisation en direction des mauvaises herbes en fleurs doit également être limitée pour protéger les abeilles dans le secteur traité et les insectes bénéfiques dans les habitats situés près de la zone de traitement tels que les haies et les forêts-parcs.

8.4 Recommander les bonnes pratiques de gestion du pulvérisateur

L'entretien du pulvérisateur est une opération qui devrait être faite tout au long de la saison pour s'assurer du fonctionnement adéquat des différentes composantes (pompe, filtres, jets, agitateurs, valves, manomètres, etc.) et de l'uniformité d'application de tous les jets. Le réglage du pulvérisateur tient compte de différents paramètres afin de déterminer le volume de bouillie/ha et ainsi la quantité de bouillie et de pesticides nécessaire pour la superficie à pulvériser. Les paramètres de réglage sont le volume du réservoir, la pression, la vitesse d'avancement, le débit des buses et l'espacement entre les buses. Le débit des buses devrait être fait sur plusieurs buses pour s'assurer de l'uniformité.

Les traitements contre la mouche du chou ont deux aspects particuliers : l'application faite en bande sur le rang et le volume d'eau élevé/ha à une faible pression, qui ont pour objectif de projeter la bouillie au sol près du collet des plants, où les

œufs de mouche du chou sont pondus. L'espacement entre les jets « actifs » devrait correspondre à l'espacement entre les rangs pour s'assurer que chaque jet pulvérise la bouillie au-dessus de chaque rang avec le même volume. Le volume d'eau appliqué est fonction de la capacité de la pompe, du type de jet et de la largeur de rampe. Certains modèles de pompes (pompe centrifuge) fournissent un volume d'eau élevé à faible pression (40-60 psi). Des jets à gros débit et angle étroit sont nécessaires pour l'application en bande étroite au-dessus du rang. La largeur de la rampe d'arrosage est fonction de la capacité de la pompe à fournir le volume d'eau nécessaire et du nombre de rangs qui peut être pulvérisé dans un même passage. Étant donné que les jets pulvérisent en bande étroite au-dessus du rang, il est important que le [pulvérisateur](#) soit bien aligné sur les rangs de manière à ce que le produit soit appliqué sur la cible.

8.5 Recommander les bonnes pratiques pour prévenir la résistance aux pesticides

Pour les produits appliqués à la transplantation (ou au semis) :

- Analyser le risque (voir sections [4.1](#) et [5.1](#)) que représente l'ennemi avant de recommander un traitement. Il est souhaitable d'opter pour une formulation qui permette d'optimiser la GIEC afin de réduire les applications de pesticides.

Pour les produits appliqués après l'implantation de la culture :

- Effectuer une surveillance phytosanitaire et un dépistage adéquats.
- Dépister les ravageurs et ne traiter que lorsque le seuil d'intervention est atteint. Lorsqu'il n'existe pas de seuil d'intervention, évaluer le risque que représente l'ennemi pour la culture (voir sections [4.1](#) et [5.1](#)), en fonction de l'historique de la ferme.
- Une fois le seuil d'intervention atteint et avant même qu'un traitement phytosanitaire soit effectué, il faut tenir compte des conditions environnementales pour évaluer la viabilité du ravageur (ex. en période de sécheresse, le taux de mortalité des œufs et des larves est plus élevé).
- Dans la mesure du possible, choisir une formulation qui permet d'optimiser la GIEC afin de réduire l'application de pesticides.
- Appliquer les pesticides au stade du ravageur où il est le plus vulnérable (ex. le pesticide devrait être présent à l'éclosion des œufs de la mouche du chou).

Peu importe la période d'application :

- Calibrer le pulvérisateur.
- S'assurer de la qualité de l'eau de pulvérisation.
- Traiter lorsque les conditions météorologiques et les prévisions sont propices (ex. pas de fortes pluies ou de sécheresse ou de températures extrêmes)
- Appliquer les doses recommandées et utiliser les bonnes doses.
- Appliquer dans un volume d'eau adéquat.
- S'assurer que le délai entre l'ajout du pesticide dans le pulvérisateur et l'application soit le plus court possible pour éviter la dégradation ou la formation de précipité.
- Alternier les pesticides selon leur famille chimique (groupe de résistance).
- Intégrer dans la rotation des pesticides n'ayant pas un mode d'action spécifique (ex. huiles et savons).
- Établir un programme de détection et de surveillance de la résistance.
- Évaluer l'efficacité du traitement afin de revoir la stratégie (rétroaction), au besoin.

9. Stratégies de lutte en développement

Le secteur de la recherche, en concertation avec les intervenants du milieu, s'efforce de trouver de nouvelles stratégies pour améliorer la GIEC tout en permettant d'accroître la rentabilité des entreprises agricoles. La détermination de seuils d'intervention, l'amélioration de la surveillance phytosanitaire (ex. modèle prévisionnel) et la recherche de nouvelles

stratégies de lutte (physique, biologique ou chimique) sont au cœur des travaux réalisés ici comme ailleurs.

Abonnez-vous aux communiqués du **RAP Crucifères** afin d'en savoir plus sur le développement scientifique en matière de surveillance phytosanitaire et lutte aux ennemis des crucifères.

La mouche du chou stérile — solution en développement

L'utilisation du chlorpyrifos est un des principaux moyens de contrôle chimique pour limiter les dommages de la mouche de l'oignon. Cependant, depuis quelques années, l'élevage et le lâcher de mouches stériles a permis de réduire considérablement l'utilisation du chlorpyrifos pour combattre cet insecte. Il s'agit d'une méthode de contrôle qui consiste à produire de grandes quantités de mouches de l'oignon et de les stériliser par exposition contrôlée à une source de radiation. Pour les reconnaître, elles sont ensuite colorées en rose avant d'être lâchées aux champs pendant l'activité des populations naturelles de mouches. Les mâles stérilisés entrent alors en compétition avec les mâles naturels fertiles pour féconder les femelles. Dans le cas d'un accouplement avec des mâles stériles, les œufs pondus sont aussi stériles et il n'y a donc pas d'émergence de larves. L'effica-

cité de cette méthode de contrôle repose sur le maintien d'un ratio élevé d'insectes stériles par rapport aux insectes naturels durant la période d'activité des populations naturelles de mouche de l'oignon, soit durant toute la saison de production.

Étant donné les bons résultats obtenus dans l'oignon, plusieurs producteurs de crucifères se sont montrés intéressés à cette technologie pour le contrôle de la mouche du chou. Dans ce cas, plusieurs hôtes sont possibles puisque la famille des crucifères est vaste et répandue sur un grand territoire. Ainsi depuis 2013, l'élevage de la mouche du chou a été intégré aux activités de la bio-usine du **Consortium Prisme** et des essais sont menés aux champs dans les cultures de brocoli, de radis et de radis chinois. À l'heure actuelle, la recherche se poursuit afin de développer cette méthode de lutte.

10. Références bibliographiques

Carrefour industriel et expérimental de Lanaudière (CIEL). 2016. Évaluation de l'efficacité et du potentiel d'utilisation des filets anti-insectes pour lutter contre la cécidomyie du chou-fleur dans le brocoli biologique. Programme Innovbio, MAPAQ. [En ligne] https://www.agrireseau.net/documents/92031/evaluation-de-l_ efficacite-et-du-potentiel-d_utilisation-des-filets-anti-insectes-pour-lutter-contre-la-cecidomyie-du-chou-fleur-dans-le-brocoli-biolo?a=1&r=carrefour+industriel+et+exp%C3%A9rimental+de+lanaudi%C3%A8re&page=4. 64 pages.

Giroux, I. 2019. Présence de pesticides dans l'eau au Québec : Portrait et tendances dans les zones de maïs et de soya – 2015 à 2017, Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction générale du suivi de l'état de l'environnement, 64 pages.

Giroux, I. 2017. Présence de pesticides dans l'eau de surface au Québec — Zones de vergers et de cultures maraîchères, 2013 à 2016. Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction de l'information sur les milieux aquatiques, ISBN 978-2-550-78847-8 (PDF), 47 pages.

Giroux, I. 2015. Présence de pesticides dans l'eau au Québec : Portrait et tendances dans les zones de maïs et de soya – 2011 à 2014, Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN. 978-2-550-73603-5, 47 pages.

Giroux, I. 2014. Présence de pesticides dans l'eau au Québec — Zones de vergers et de pommes de terre, 2010 à 2012, Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 978-2-550-71747-8 (PDF), 55 pages.

Giroux, I., C. Laverdière et M.C. Grenon. 2013. Suivi environnemental des pesticides près de terrains de golf, ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Direction du secteur agricole et des pesticides, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, ISBN 978-2-550-67802-1 (PDF), 27 pages.

MAPAQ. 2011. Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture. Gouvernement du Québec [En ligne] https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/agriculture-pecheries-alimentation/publications-adm/strategie/PO_strategie_phytosanitaire_MAPAQ.pdf?1546023858

Pedersen, L.H. et C.J. Eckenrode. 1981. Predicting cabbage maggot flights in New York using common wild plants. New York's food and life science, bulletin: Number 87, 6 pages.

Photographies

| | |
|----------------|--|
| Couverture | louis-hansel-shotsoflouis-CBcJlIRvidk-unsplash, Avril 2020 |
| p.3 | heather-gill-L5yqGpqQd4I-unsplash, Avril 2020 |
| p.6 | tanalee-youngblood-OtqK8y4yVYI-unsplash, Avril 2020 |
| p.13 (mouche) | LEPD (MAPAQ) |
| p.13 (image) | alejandro-duarte-Oe-GZ2zof9w-unsplash, Avril 2020 |
| p.13 (tableau) | adapté de AUSVEG |
| p.36 | IRSST |

11. Annexe

Annexe 1 | Principales caractéristiques des matières actives homologuées contre la mouche du chou dans les cultures de crucifères au Québec¹.

| Propriétés | Chlorpyrifos | | | Cyantranilprole (suspension- traitement dans le sillon) | Spinosad (suspension- traitement en bassinage) | Indicateurs théoriques |
|--|--|-----------------------------|--|--|---|---|
| | Granulé (G) | Poudre mouillable (W) | Concentré émulsifiable (EC, E, NT) | | | |
| IRE | 795 | 701 | 735-742 | 183 | 2 | - |
| IRS | 285 | 240 | 621-646 | 4 | 5 | - |
| Coefficient de partage octanol/eau (log P) ² | 4,7 (Risque de bioaccumulation élevé) | | | 2,02 (Risque faible) | 4,0 (Risque élevé) | < 2,7 = Faible 2,7 - 3 = Modéré > 3 = Élevé |
| Solubilité aqueuse à 20° C ³ | 1,4 mg/L (Peu soluble) | | | 12,3 mg/L (Peu soluble) | 235 mg/L (Modérément soluble) | ≤ 50 = Faible 50 - 500 = Modérée > 500 = Élevée |
| Demi-vie dans l'eau à pH 7 ⁴ | En conditions aérobies : 5 jours (Faiblement persistant) Hydrolyse : 72 jours (Persistant) Photolyse : 29,6 jours (Modérément persistant) | | | En conditions aérobies : 4,1 jours (Faiblement persistant) Hydrolyse : 40 jours Photolyse : 0,17 jours (Sensible) | Hydrolyse : persistant Photolyse : 1 à 2 jours | - |
| Coefficient d'adsorption sur le carbone orga- nique (Koc) ⁵ | 360 à 31000 ml/g (Modérément mobile à immobile dans le sol; fortement adsorbé sur le carbone organique) | | | 133 ml/g (Mobile dans les sols et son potentiel de lessi- vage est élevé) | 844 ml/g (Fortement adsorbé sur les particules de sol, faible risque de contamination des eaux souterraines) | < 15 = Très mobile 15 - 75 = Mobile 75 - 500 = Modérément mobile 500 - 4000 = Peu mobile > 4000 = Immobile |
| Indice GUS ⁶ | (Potentiel de lessivage [lixiviation] faible) | | | Potentiel de lessivage (lixiviation) Élevé | Potentiel de lessivage (lixiviation) Faible | < 1,8 = Faible 1,8 - 2,8 = Modéré > 2,8 = Élevé |
| Demi-vie au sol ⁷ | 95,5 jours (Persistant) | | | 40,6 jours (peu persis- tant) | 34 jours (Faiblement à modérément persis- tant) | - |
| Constante de la loi de Henry ⁸ | 4,2 x 10 ⁻⁶ atm.m ³ /mol (Peu volatil) 2,02 (Risque faible) | | | 1,7 X 10 ⁻¹⁸ atm.m ³ /mol (Non volatil) | Non volatil | < 2,5 x 10 ⁻⁷ = Non volatil 2,5 x 10 ⁻⁷ - 2,5 x 10 ⁻⁵ = Modérément volatil > 2,5 x 10 ⁻⁵ = Volatil |

1 Données tirées de [SAgE Pesticides](#).

2 La bioaccumulation désigne la tendance qu'un composé a à s'accumuler dans les organismes. Le coefficient de partage octanol/eau (Log P) correspond à l'indicateur de quantification de la bioaccumulation des pesticides.

3 La solubilité désigne la quantité d'une substance pouvant être dissoute par litre d'eau, à 20 °C. En général, les substances très solubles ont moins tendance à être adsorbées par les particules du sol. Ces dernières sont donc plus sujettes à la lixiviation (lessivage vertical à travers les horizons du sol).

4 La demi-vie dans l'eau désigne le temps nécessaire pour que 50 % de la concentration initiale d'une matière active se transforme dans l'eau. La photolyse correspond à la dégradation de la matière active sous l'action de la lumière, en fonction du pH de la solution. L'hydrolyse concerne plutôt la dégradation de la matière active par une réaction chimique laquelle une partie de la molécule de la substance réagissante est remplacée par un groupe OH. Ce processus dépend dans une large mesure de l'acidité du milieu (pH). À noter que la persistance (demi-vie) de la matière active dans l'eau est influencée par ses propriétés physico-chimiques.

5 Le coefficient d'adsorption sur le carbone organique (Koc) est une constante d'adsorption dérivée du coefficient de partage sol/eau (KD), pour une matière active donnée. Il constitue un indicateur du potentiel d'adsorption d'une matière active sur les particules de sol. Plus sa valeur est élevée, plus la matière active est susceptible d'être retenue sur les particules de sol, et à risque de contaminer l'environnement par l'érosion (éolienne et hydrique). À l'inverse, une matière active ayant un coefficient d'adsorption faible est plus susceptible d'être transportée dans la solution du sol à travers le profil de sol, et donc de se retrouver dans les eaux souterraines.

6 La mobilité est estimée par le potentiel de lessivage (lixiviation) d'une matière active et la dose maximale appliquée pour le traitement par l'indice GUS (Groundwater Ubiquity Score). Équation : $GUS = \log(TD50) \times (4 \log(Koc))$

7 La demi-vie au sol désigne le temps nécessaire pour que 50 % de la concentration initiale d'une matière active se dégrade. Plus la demi-vie d'une matière active est longue, plus sa persistance dans l'environnement sera élevée puisqu'elle est lentement dégradée. La persistance dans le sol représente la tendance à subsister ou non d'une matière active. Elle tient donc compte de la demi-vie dans le sol (en jours) et de la dose appliquée.

8 La volatilisation des pesticides, estimée par la loi de Henry, est définie comme le mouvement des vapeurs de pesticides dans l'air. La volatilisation est considérée différemment du mouvement des pesticides par la dérive de pulvérisation ou l'érosion éolienne. Les matières actives volatiles sont transportées dans l'atmosphère pour être déposées ailleurs dans l'environnement à des distances très variables à partir du lieu d'application. La loi de Henry permet de déterminer la solubilité des gaz dans l'eau.