



Ordre des
AGRONOMES
du Québec

GRILLE DE RÉFÉRENCE ET LIGNE DIRECTRICE CONCERNANT LA RECOMMANDATION SUR L'UTILISATION DES TRAITEMENTS DE SEMENCES INSECTICIDES DANS LE MAÏS ET LE SOYA

Le 18 septembre 2020

Partenariat

Le comité *ad hoc* concernant la recommandation sur l'utilisation des traitements de semences insecticides de l'Ordre des agronomes du Québec (OAQ) a collaboré avec des professionnels du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) et du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) pour rédiger cette **grille de référence** et la ligne directrice concernant l'application d'un arbre décisionnel sur l'utilisation des traitements de semences insecticides dans le maïs et le soya.

Coordination du projet

Raymond Leblanc, agronome et conseiller en pratique professionnelle, OAQ

Équipe de rédaction

Sébastien Boquel, Ph. D., chercheur en entomologie, Centre de recherche sur les grains (CÉROM)

Abdenour Boukhalfa, agronome et responsable du Comité d'inspection professionnelle (CIP), OAQ

Gabriel Bourgeois, agronome et conseiller en agroenvironnement, Club Gestrie-Sol

Isabelle Couture, agronome, membre du CIP, OAQ

Annie Desrosiers, agronome et conseillère agronomique, représentante de l'Association des marchands de semences du Québec (AMSQ)

Brigitte Duval, agronome et conseillère en phytoprotection, MAPAQ

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

Yvan Faucher, agronome et conseiller en grandes cultures, MAPAQ, Montérégie-Est

François Labrie, agronome et conseiller agronomique, Sollio Agriculture

Pierre-Antoine Thériault, agronome et conseiller à la Direction de phytoprotection, MAPAQ

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

Stéphane Myre, agronome et conseiller agronomique, représentant de l'AMSQ

Julien Saguez, Ph. D., biologiste-entomologiste, chercheur en biosurveillance, CÉROM

Salah Zoghalmi, agronome et conseiller aux affaires agronomiques, Les Producteurs de grains du Québec

Collaboratrices

Julie Breault, agronome et conseillère en grandes cultures, MAPAQ, Montréal-Laval-Lanaudière

Geneviève Labrie, Ph. D., biologiste-entomologiste, chercheuse au Centre de recherche agroalimentaire de Mirabel

Stéphanie Mathieu, agronome et conseillère en grandes cultures, MAPAQ, Montérégie-Ouest

Table des matières

1. Mise en contexte.....	4
2. Utilisation systématique des traitements de semences insecticides dans le maïs et le soya : une pratique phytosanitaire non durable.....	6
3. Fonctionnement des traitements de semences insecticides.....	7
4. Principaux ravageurs des semis : facteurs de risque, prévention et méthodes de lutte alternatives.....	9
4.1 VERS FIL-DE-FER (VFF).....	9
4.2 MOUCHE DES SEMIS.....	11
5. Ravageurs secondaires: facteurs de risque, prévention et méthodes de lutte alternatives.....	13
5.1 VERS BLANCS.....	13
5.2 VER-GRIS NOIR.....	14
5.3 CHRYDOMÈLES DES RACINES DU MAÏS.....	15
6. Impacts des pertes de population dans le maïs et le soya.....	18
6.1 IMPACTS DES PERTES DE POPULATION DANS LE SOYA.....	18
6.2 IMPACTS DES PERTES DE POPULATION DANS LE MAÏS-GRAIN ET FOURRAGER.....	19
7. Pourquoi et quand dépister les ravageurs des semis ?.....	22
8. Applications de l'outil vff qc et de l'arbre décisionnel sur les tsi.....	24
8.1 APPLICATION DE L'OUTIL VFF QC.....	24
8.2 LIGNE DIRECTRICE RELATIVE À L'APPLICATION DE L'ARBRE DÉCISIONNEL SUR LES TRAITEMENTS DE SEMENCES INSECTICIDES DANS LE MAÏS ET LE SOYA.....	25
8.3 ARBRE DÉCISIONNEL SUR LES TRAITEMENTS DE SEMENCES INSECTICIDES DANS LE MAÏS ET LE SOYA (VFF ET MOUCHE DES SEMIS).....	27
9. Références.....	28
Annexe 1 : Principales recherches québécoises sur les ravageurs des semis.....	30
Annexe 2 : Présence des insecticides utilisés pour traiter les semences dans les plans d'eau du Québec.....	32
Annexe 3 : Autres ravageurs secondaires.....	37
Annexe 4 : Calendrier et périodes d'observation et/ou de dépistage des ravageurs.....	38

1. Mise en contexte

Cette grille de référence présente les situations et les facteurs de risque favorisant la présence et l'abondance des ravageurs des semis en grandes cultures. Elle vise à guider l'agronome dans sa prise de décision de recommander ou non des traitements de semences insecticides (aussi appelé : traitements insecticides par enrobage des semences) dans le maïs et le soya. La grille de référence intègre une ligne directrice concernant l'application d'un arbre décisionnel présenté à la section 8.2. L'arbre décisionnel découle du contenu de la grille de référence.

La grille de référence concerne tous les insecticides (ex. : néonicotinoïdes, cyantraniliprole, chlorantraniliprole) homologués pour les traitements de semences insecticides (TSI) utilisés dans le maïs et le soya. Si le TSI recommandé concerne des semences de la classe 3A : semences de maïs fourrager, de maïs grain ou de soya traitées avec les néonicotinoïdes clothianidine, imidaclopride ou thiaméthoxame; l'agronome doit rédiger une justification et une prescription agronomiques pour permettre l'utilisation et l'achat de ce TSI conformément aux articles 74.1 à 74.3 du *Code de gestion des pesticides*. Il doit notamment y identifier et évaluer le problème phytosanitaire, faire une analyse des interventions phytosanitaires possibles, puis expliquer la raison motivant le choix d'un TSI.

Au Québec, les principaux ravageurs des semis sont **les vers fil-de-fer (VFF) et la mouche des semis**. Ceux-ci font donc partie de l'arbre décisionnel, mais les autres ravageurs apparaissant sur des étiquettes de TSI sont aussi abordés dans la grille de référence.

L'utilisation de TSI doit être recommandée en dernier recours. Cela signifie que la recommandation de l'agronome doit être basée sur une analyse agronomique, en se servant de l'arbre décisionnel présenté à la section 8.2. Si le TSI est recommandé, son usage doit être justifié dans le plan de phytoprotection ([grille de référence de l'Ordre](#)).

L'agronome doit s'appuyer sur les éléments suivants pour guider sa prise de décision :

- Les facteurs de risque associés aux champs de l'entreprise agricole, l'outil VFF QC évalue le niveau de risque relatif à la présence des VFF;
- La présence et l'abondance des ravageurs des semis, selon les résultats du dépistage et l'historique d'infestations causant des dommages d'importance économique;
- La prévention et les méthodes de lutte alternatives (ex. : rotation des cultures, hybride de maïs Bt) autres que les TSI, lorsqu'elles sont applicables et efficaces.

Plusieurs organisations ont réalisé des études, des revues de littérature, des guides d'identification, des fiches techniques et des outils d'aide à la décision concernant les ravageurs des semis en grandes cultures. Cette grille de référence se base sur plusieurs de ces travaux québécois qui sont listés à l'annexe 1.

La recommandation d'un TSI constitue un acte agronomique, car il nécessite de réaliser un diagnostic agronomique et d'élaborer une recommandation en phytoprotection. Par conséquent, cette recommandation doit être justifiée et signée par un agronome et classée dans le dossier du client.

2. Utilisation systématique des traitements de semences insecticides dans le maïs et le soya : une pratique phytosanitaire non durable

En 2019, les TSI étaient encore majoritairement utilisés dans le maïs et en moindre proportion dans le soya. Les interventions phytosanitaires évoluent constamment en fonction des résultats des travaux de recherche et du transfert des connaissances en phytoprotection auprès des professionnels et des producteurs agricoles. Les études scientifiques du Centre de recherche sur les grains (CÉROM) sur **le principal ravageur des semis qu'est le VFF**, ont mené au résultat suivant :

D'après les études menées au Québec entre 2011 et 2016, *« moins de 5 % des sites avec des comparables traités et non-traités avec des insecticides de semence présentaient des populations de ravageurs suffisantes pour justifier l'utilisation de méthodes de lutte »* (Labrie et coll., 2020). *« Le risque d'avoir des VFF en forte abondance dans un champ et des dommages associés à ces ravageurs dépend d'une combinaison de facteurs agroenvironnementaux qui varient selon la région agricole »* (Sanguéz et coll., 2017).

3. Fonctionnement des traitements de semences insecticides

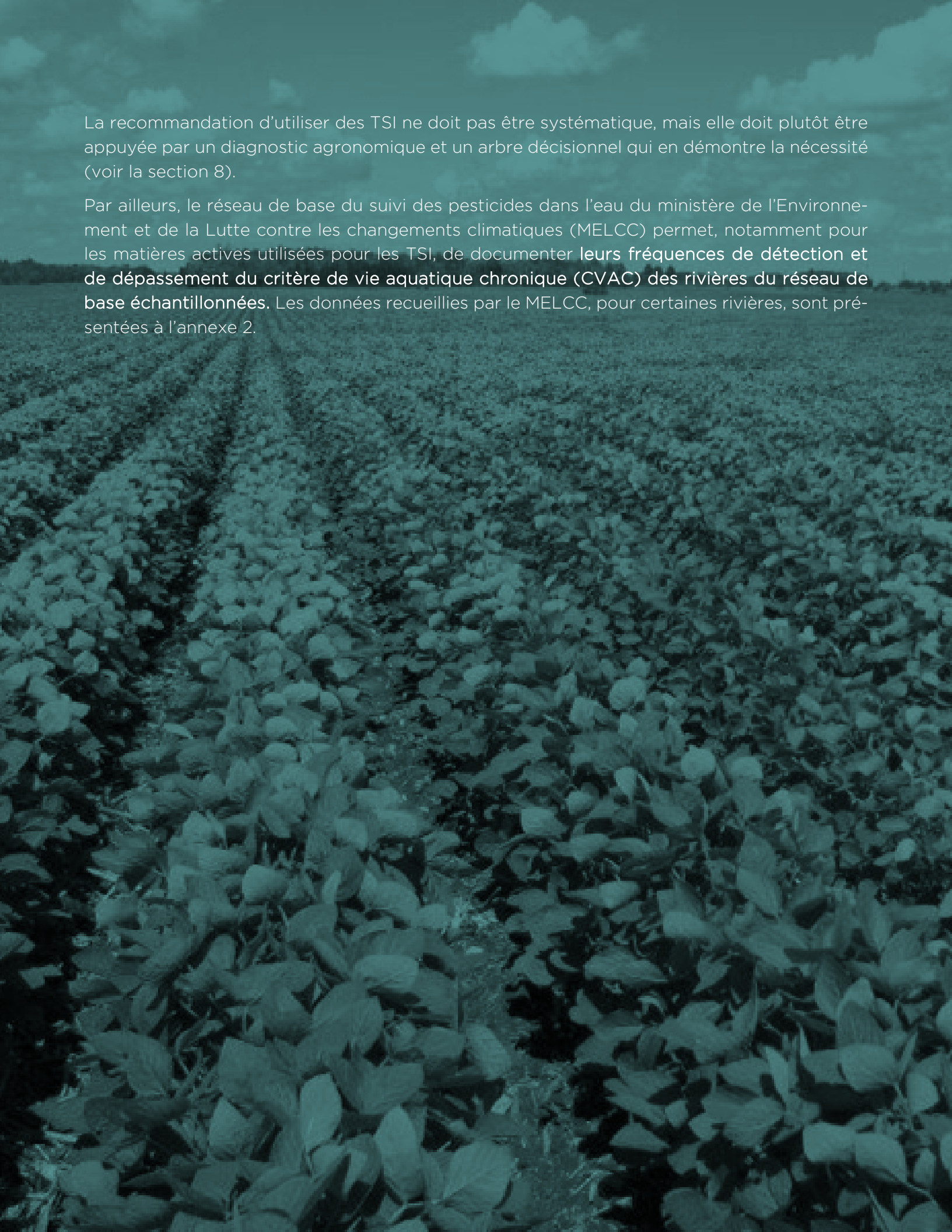
Les insecticides utilisés pour traiter les semences de maïs et de soya sont des produits appliqués en enrobage des semences, en usine. Il s'agit de produits systémiques, c'est-à-dire que lorsque la germination débute, une partie du produit est absorbé par la plante qui débute sa croissance, et le produit est réparti dans la plante.

Les TSI peuvent assurer une protection efficace contre certains ravageurs des semis présents sous ou au-dessus du niveau du sol. Pour chaque produit, il est important de vérifier l'étiquette à jour afin de connaître les espèces pour lesquelles il y a suppression ou répression. Par exemple, un produit peut être homologué seulement contre certaines espèces de VFF. De plus, les étiquettes présentent les doses qui doivent être appliquées sur les semences pour lutter contre tels ou tels ravageurs. Certains ravageurs seront contrôlés seulement par des doses élevées de certains TSI.

La protection apportée par les TSI est efficace en début de saison seulement. À mesure que la saison avance et que la plante croît, le produit se lessive dans le sol, et le produit qui a pu être absorbé par la plante se dilue dans cette dernière. Selon certaines étiquettes, l'efficacité moyenne des TSI varie de 45 à 60 jours après la mise en terre des semences traitées. Selon Alford et Krupke (2017), l'efficacité moyenne de la clothianidine chez le maïs est de 37 jours. Les conditions météorologiques suivant le semis peuvent influencer la durée de l'efficacité (ex. : des pluies abondantes favorisent le lessivage des produits sur les semences).

De façon générale, les ravageurs des semis ne sont pas tués par les insecticides utilisés en TSI (Grewal et coll., 2001; Hummell et coll., 2009; Vernon et coll., 2008, 2009; van Herk et coll., 2007, 2008, 2018). Ils deviennent plutôt paralysés et inactifs pendant la période où la culture est plus sensible (début de saison). Pour que le produit soit efficace, le ravageur doit ingérer une partie d'un grain traité ou une partie d'une plantule issue d'un grain traité. Cela explique pourquoi, même dans un champ avec TSI, de faibles dommages de ravageurs des semis peuvent être observés (Labrie et coll. 2020). Cela explique aussi pourquoi les TSI ne font pas diminuer les niveaux de population de VFF dans un champ. D'autres pratiques doivent être adoptées pour atteindre cet objectif (ex. : rotation des cultures).

De plus, les TSI sont hautement solubles. Une étude a démontré que pour la clothianidine chez le maïs, moins de 1,5 % du produit entre dans la plante (Alford et Krupke, 2017). Les pertes peuvent s'effectuer au moment du semis (ex. : perte de poussière par le système de ventilation du semoir; Schaasfma et coll., 2016, 2017, 2018) et après le semis (ruissellement et lessivage dans le sol; Chrétien et coll., 2017; Schaasfma et coll., 2015, 2019).



La recommandation d'utiliser des TSI ne doit pas être systématique, mais elle doit plutôt être appuyée par un diagnostic agronomique et un arbre décisionnel qui en démontre la nécessité (voir la section 8).

Par ailleurs, le réseau de base du suivi des pesticides dans l'eau du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) permet, notamment pour les matières actives utilisées pour les TSI, de documenter **leurs fréquences de détection et de dépassement du critère de vie aquatique chronique (CVAC) des rivières du réseau de base échantillonnées**. Les données recueillies par le MELCC, pour certaines rivières, sont présentées à l'annexe 2.

4. Principaux ravageurs des semis : facteurs de risque, prévention et méthodes de lutte alternatives

Cette section présente les facteurs de risque favorisant la présence et l'abondance des principaux ravageurs des semis, soit les VFF et la mouche des semis. Elle présente aussi les moyens de prévention et les méthodes de lutte alternatives.

Maïs grain et fourrager :

- [Vers fil-de-fer](#)
- [Mouche des semis](#)

Soya :

- [Mouche des semis](#)

4.1 Vers fil-de-fer (VFF)

À l'échelle du Québec, moins de 5 % des champs de maïs présentent des populations de VFF atteignant les seuils économiques d'intervention (Labrie et coll., 2020). Une étude sur les VFF dans les grandes cultures au Québec (Saguez et coll., 2017) a montré que **l'espèce majoritaire est le taupin trapu, *Hypnoidus abbreviatus*, une espèce connue pour être peu dommageable**. Le seuil économique d'intervention est de 3 VFF par piège lorsque le taupin trapu est le plus abondant dans un champ. Le seuil est de 1 VFF par piège lorsque des espèces de plus grande taille et plus dommageables pour les cultures, telles que *Agriotes*, *Melanotus* et *Limonius*, sont majoritairement présentes dans un champ.

Facteurs de risque

Bien que l'historique d'infestations soit un facteur très important à considérer, les études scientifiques du CÉROM sur les VFF ont permis d'identifier d'autres facteurs déterminants pour l'évaluation des risques (faible, modéré, élevé). En effet, l'appréciation du risque qu'un champ présente une population de VFF qui atteint ou dépasse les seuils d'intervention repose sur une combinaison des facteurs présentés ci-dessous. Ceux-ci ne sont pas présentés par ordre d'importance, car il n'est pas possible de le faire, du fait que selon les régions certains facteurs ont plus d'importance que les autres.

- **Région agricole :** Certaines régions du Québec, comme la Chaudière-Appalaches, le Centre-du-Québec, la Capitale-Nationale et la Montérégie-Ouest, présentent une plus forte

abondance de VFF en raison du paysage, des types de rotation des cultures et des conditions climatiques.

- **Type de sol** : Les sols organiques en particulier et les sols minéraux de texture légère à moyenne peuvent abriter des populations de VFF plus importantes. Les risques sont très faibles dans les sols argileux.
- **Taux de matière organique** : Les champs avec plus de 10 % de matière organique sont plus à risque d'héberger des VFF, puisque ceux-ci peuvent s'en nourrir.
- **Précédents cultureux** : Le maïs sur retour de prairies de graminées ou sur retour de céréales ainsi que les champs en monoculture de maïs peuvent abriter une plus grande population de VFF. Les champs ayant eu des prairies durant les trois années précédentes ont une plus forte probabilité d'héberger des VFF. Selon les études, les champs en alternance maïs-soya présentent généralement peu de VFF.
- **Travail de sol** : Un sol travaillé présente une plus faible abondance de VFF qu'un sol en semis direct. C'est un facteur à considérer, mais il représente un très faible pourcentage d'explication de l'abondance des VFF.

Prévention et méthodes de lutte alternatives

La **rotation des cultures** est un des moyens les plus efficaces de diminuer les populations de VFF dans un champ. Certaines cultures, telles que le soya, sont moins attractives, mais cela ne signifie pas qu'il n'y a pas de VFF dans cette culture. De plus, des études montrent que la moutarde brune et le sarrasin pourraient être répulsifs et même létaux contre les VFF.

Le **contrôle des mauvaises herbes**, notamment les graminées, fait également partie des méthodes de prévention. Cela permet de réduire les populations de VFF, notamment en privant les jeunes larves de nourriture.

Réaliser le **semis à la bonne profondeur et dans des conditions favorables** à une levée rapide et uniforme contribue également à protéger la culture des dommages que pourraient causer les VFF présents dans le champ. Cela réduit le temps d'exposition des semences et des plantules à l'attaque par les VFF. Des températures modérées et un sol humide favorisent la présence des VFF près de la surface du sol, tandis qu'un temps sec et chaud les pousse plus profondément dans le sol.

D'autres moyens de lutte sont possibles, comme celui d'effectuer un **travail de sol au printemps et/ou à l'automne**, lorsque les larves sont près de la surface (sol pas trop sec et une température se situant entre huit 8 °C et 25 °C afin de les blesser et les exposer à la dessiccation et aux prédateurs). Les VFF sont en effet la proie de plusieurs prédateurs et ennemis naturels, parmi lesquels des carabes, des oiseaux, des petits rongeurs et des mammifères.

4.2 Mouche des semis

Les études portant sur la mouche des semis ont permis d'identifier les principaux facteurs de risque qui favorisent la présence et l'émergence de ce ravageur dans le maïs et le soya. L'appréciation du risque qu'un champ subisse une infestation par le ravageur repose sur une combinaison des facteurs suivants.

Facteurs de risque

- **Amendements organiques** : L'enfouissement de fumiers, lisiers, cultures de couverture ou toute autre matière végétale fraîche au printemps près de la date de semis, constitue un important facteur de risque, particulièrement le fumier de poulet (ce dernier appliqué deux semaines ou moins avant le semis; autres fumiers solides appliqués deux jours ou moins avant le semis). En outre, les cultures de couverture ou autre matière végétale (ex. : mauvaises herbes abondantes) incorporées vivantes constituent un facteur de risque, contrairement à celles détruites chimiquement ou par le gel de l'hiver précédent.
- **Travail de sol** : Les champs fraîchement labourés, humides et riches en matière organique sont plus à risque que des champs sans travail de sol. Toutefois, les champs sans travail de sol où seuls des résidus de soya ou de maïs sont présents ne semblent pas problématiques.
- **Sols avec résidus de culture abondants** : Les champs avec de grandes quantités de végétaux en décomposition (autres que les pailles et les chaumes) peuvent favoriser l'infestation par la mouche des semis. L'incorporation des résidus de culture par le travail réduit du sol favorise la ponte du ravageur (Barlow, 1965; Gregory et Musick, 1976).
- **Conditions défavorables à la levée** : Les dates de semis précoces dans des conditions de température froides et humides ou encore des semis dans des sols lourds qui retiennent l'humidité ralentissent la germination et l'émergence des plantes. Ceci allonge la durée de la période à risque pendant laquelle la mouche des semis occasionne des dégâts à la culture. Ce ravageur a moins d'impact sur la culture une fois la levée terminée, notamment lorsque la plantule n'a plus besoin du grain pour se développer.
- **Historique d'infestations** : Dans les champs ayant déjà subi des dommages importants de la mouche des semis, le risque d'infestations serait plus élevé uniquement lorsque les pratiques favorisant la présence de la mouche des semis sont toujours utilisées (selon les facteurs de risque mentionnés précédemment).
- **Semis dans la période de pic d'activité de la mouche des semis** : Les modèles prédictifs développés aux États-Unis et validés au Québec montrent que le pic d'émergence de la mouche des semis se situe en général dans la deuxième moitié du mois de mai. Un semis

durant cette période, en présence des facteurs de risque listés plus haut, serait plus à risque de présenter des dommages par la mouche des semis.

En l'absence des facteurs de risque mentionnés ci-haut, les situations suivantes ne sont pas à risque pour la mouche des semis :

- semis dans une prairie (ou autre végétation) détruite chimiquement ou par le gel hivernal;
- soya en semis direct sur un précédent de maïs;
- rotation maïs-soya, sans engrais vert ni fumier appliqué au printemps.

Les risques ne sont actuellement pas connus pour les terres organiques et pour les applications de boues municipales.

Prévention et méthodes de lutte alternatives

Il est trop tard pour intervenir lorsque des dommages de la mouche des semis sont observés. Il est cependant nécessaire de réaliser un diagnostic et une évaluation des dommages afin de vérifier si les problèmes observés sont liés à la présence du ravageur. En effet, les problèmes de la levée des cultures ont souvent d'autres causes que les ravageurs des semis. En cas de dommages d'importance économique liés à la présence du ravageur, des stratégies préventives devront être mises en place pour la prochaine saison de culture.

- **Amendements organiques** : L'enfouissement de matières organiques (fumiers, lisiers, cultures de couverture ou toute autre matière végétale fraîche) devrait être fait le plus longtemps à l'avance (à l'automne ou deux à trois semaines avant le semis).
- **Favoriser une levée rapide en semant dans de bonnes conditions** : Le semis effectué dans des conditions qui favorisent une germination rapide (préparation du lit de semences, profondeur de semis adaptée à la culture, température et humidité du sol, etc.) est primordial.
- **Date de semis en fonction du pic d'activité** : Si possible, évitez les semis dans les champs à risque lors du pic d'activité de la mouche. Lorsque des modèles prédictifs basés sur les degrés jours existent, leur utilisation s'avère utile pour éviter de semer pendant les dates de fortes abondances du ravageur.
- **Densité de semis** : Une densité de semis plus élevée permettrait de compenser jusqu'à un certain point les pertes pouvant être causées par la mouche des semis.
- **Semis direct** : Les dommages causés par la mouche des semis se produisent rarement dans les champs en semis direct.

5. Ravageurs secondaires: facteurs de risque, prévention et méthodes de lutte alternatives

Cette section présente les facteurs de risque favorisant la présence et l'abondance des ravageurs secondaires des semis de maïs et de soya. Elle présente aussi les moyens de prévention et les méthodes de lutte alternatives. **Les problèmes liés à ces ravageurs sont peu fréquents (Labrie et coll., 2020).**

5.1 Vers blancs

Les vers blancs sont des larves qui appartiennent principalement à trois espèces de coléoptères (hanneton européen, hanneton commun et scarabée japonais). Les larves peuvent causer des dégâts au maïs et au soya en se nourrissant de racines et peuvent couper les plants.

Facteurs de risque

- **Historique d'infestations** : Les champs ayant déjà connu une infestation par les vers blancs sont plus à risque de subir d'autres infestations.
- **Précédent culturel** : Les champs avec précédent de prairies ou ayant été infestés de mauvaises herbes sont à surveiller.
- **Type de sol** : Les sols légers avec une humidité modérée favorisent la survie des larves et sont donc plus à risque.

Prévention et méthodes de lutte alternatives

- Éviter de semer des cultures sensibles (ex. : maïs, céréales, prairies de graminée) dans les champs à risque et éviter les semis hâtifs, surtout en conditions fraîches et humides qui retardent la levée.
- Un travail de sol, tel qu'un labour, expose les larves aux prédateurs (ex. : oiseaux, moufettes, rats laveurs).
- Il n'y a actuellement aucun seuil économique d'intervention pour les vers blancs au Québec, mais l'ampleur de la problématique selon l'historique d'infestations dans un champ permet d'établir la bonne stratégie d'intervention pour l'année suivante. En Ontario (Baute et coll., 2014), le seuil d'intervention est de 2 larves et plus par pied carré (30 cm²). Si les

populations de vers blancs sont élevées, soit 4 vers blancs ou plus par pied carré, utiliser un TSI homologué contre les vers blancs à la dose indiquée sur l'étiquette pour ce ravageur.

5.2 Ver-gris noir

Les papillons du ver-gris noir (VGN) arrivent des États-Unis au début du printemps. Leurs larves (chenilles) peuvent causer des dommages importants en coupant les plants si le maïs est à un stade peu avancé, soit de 1 à 5 feuilles. Il est difficile de prévoir quand et où auront lieu les infestations. Il faut une synchronisation entre les stades de maïs vulnérables et la présence des larves pour que des dommages économiques surviennent. Il est important de consulter les bulletins diffusés par le RAP Grandes cultures qui émet des prévisions de dates de coupe et détermine le moment propice au dépistage.

Facteurs de risque

- **Mauvaises herbes et résidus de culture :** Les champs ayant eu une forte abondance de mauvaises herbes au début du printemps (2 à 3 semaines avant le semis) ou ayant des résidus de culture (soya ou graminées fourragères) sont plus susceptibles de subir des dommages. La ponte a lieu dans la végétation dense, au ras du sol et habituellement avant le travail du sol au printemps. Même si le maïs est la principale culture affectée, les larves semblent préférer s'alimenter sur les mauvaises herbes. Lorsque le désherbage est fait tardivement, les larves migrent vers le maïs et les dommages à la culture apparaissent si le maïs est encore au stade vulnérable (1 à 5 feuilles).
- **Les semis tardifs :** Au Québec, on estime que le maïs qui a pu être semé dans les dates de semis recommandées parvient généralement au stade « 6 feuilles », bien avant que les larves ne soient assez développées pour couper les plants. Les semis tardifs sont plus à risque. À partir du stade « 6 feuilles », le point de croissance du maïs est sorti du sol et la larve ne peut plus causer de pertes de rendement.
- **Historique d'infestations :** Les champs ayant déjà connu une infestation par le VGN sont plus à risque de subir d'autres infestations.

Prévention et méthodes de lutte alternatives

- La destruction des mauvaises herbes au moins 2 semaines avant le semis, particulièrement dans les champs ayant un historique de dommages, permet de diminuer leur attractivité pour les VGN.
- Le dépistage des champs à risque lorsque le maïs est au stade vulnérable permet de déterminer si le seuil économique d'intervention est atteint et si un traitement insecticide foliaire en postlevée est justifié. Le RAP Grandes cultures installe des pièges à phéromone dans plusieurs régions du Québec pour surveiller l'arrivée des adultes en provenance des États-Unis. Les captures permettent d'estimer le risque et la date probable d'apparition des premiers dommages.
- Certains hybrides Bt sont homologués contre le VGN. Cette méthode de lutte protège les plants seulement contre les premiers stades larvaires. En cas d'infestations sévères, des dommages peuvent être observés même dans des champs ensemencés de maïs Bt ayant un effet sur le ravageur.

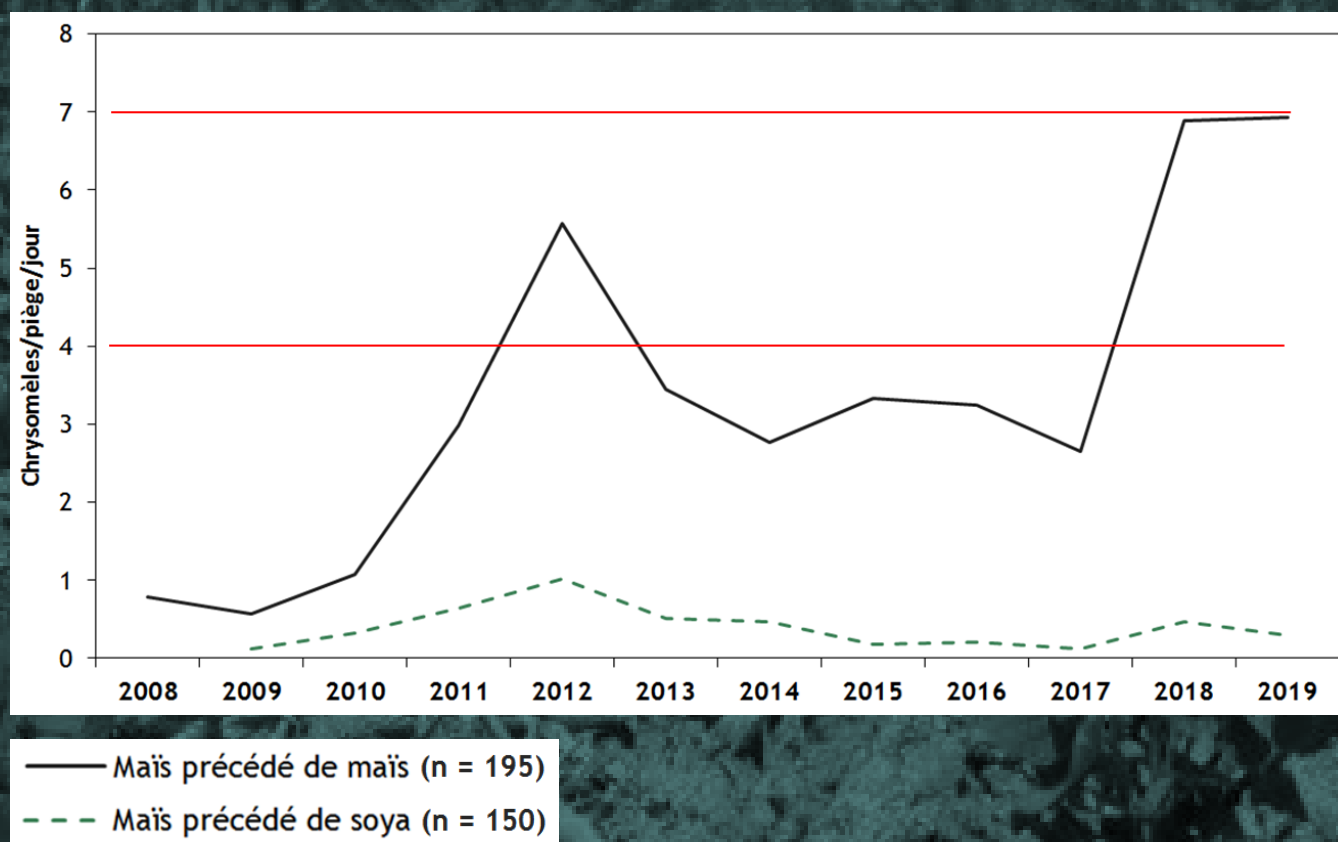
5.3 Chrysomèles des racines du maïs

Les deux espèces de chrysomèles des racines du maïs présentes au Québec, soit la chrysomèle des racines du maïs de l'ouest (la plus abondante et de couleur jaune et noir) et la chrysomèle des racines du maïs du nord (de couleur verte), sont considérées comme des ravageurs secondaires. Les dommages sont surtout causés aux racines par les larves, mais aussi, dans une moindre mesure, par les adultes qui se nourrissent du pollen et des soies, nuisant ainsi parfois à la pollinisation.

Facteurs de risque

- **Les champs de maïs sur précédent de maïs :** Les adultes pondent dans le sol, uniquement dans des champs de maïs. La saison suivante, les larves doivent s'alimenter de racines de maïs pour pouvoir compléter leur cycle vital. Ainsi, la rotation (même une simple alternance maïs-soya) est le moyen le plus efficace pour lutter contre ce ravageur. Le graphique 1 suivant, basé sur des données de plus d'une dizaine d'années, démontre que les champs de maïs précédés de soya n'atteignent pas le seuil économique d'intervention contre les chrysomèles des racines du maïs. Les champs de maïs précédés de maïs, quant à eux, atteignent parfois les seuils économiques d'intervention (24 % des champs suivis par le RAP, ces champs étant ciblés comme étant à risque pour les chrysomèles).

Graphique 1 : Niveaux de populations de chrysomèles des racines du maïs adultes (toutes espèces confondues) dans les champs suivis par le RAP Grandes cultures de 2008 à 2019.



Les deux lignes rouges horizontales indiquent les seuils économiques d'intervention (chrysomèle des racines du maïs de l'ouest : 4 chrysomèles par piège par jour; chrysomèle des racines du maïs du nord : 7 chrysomèles par piège par jour).

Source : RAP Grandes cultures

- **Historique d'infestations** : Les champs ayant un historique de dommages sont plus à risque.
- **Type de sol** : Les sols de texture lourde ou moyenne sont plus à risque. Les adultes ont besoin de fissures dans le sol pour pondre leurs œufs, et les sols avec ces textures ont souvent de telles fissures en période plus sèche, pendant la période de ponte qui se situe généralement en août.

Prévention et méthodes de lutte alternatives

- La rotation des cultures constitue la meilleure méthode de lutte préventive contre ce ravageur. Son efficacité à réduire les populations de chrysomèles est supérieure à tous les autres moyens de lutte.
- Le semis d'hybrides de **maïs Bt-chrysomèle est une alternative** qui permet de contrôler le ravageur lorsqu'il n'est pas possible de faire des rotations. Vous pouvez consulter [la liste des hybrides de maïs et caractères Bt](#) disponibles au Canada (avril 2020) pour connaître les différents gènes de résistance disponibles sur le marché et les exigences concernant la mise en place des refuges. Attention toutefois, car des cas de résistance à certains caractères Bt ont été rapportés et de nouveaux cas pourraient être observés. Il est donc important de faire une rotation des caractères Bt afin de limiter le développement de la résistance. De plus, l'utilisation d'hybrides Bt-chrysomèle devrait être limitée aux champs de maïs sur précédent de maïs et ayant un historique d'infestations par la chrysomèle des racines du maïs.
- Quant aux TSI, seule la dose la plus élevée de certains insecticides de la famille des néonicotinoïdes est homologuée contre les larves de la chrysomèle des racines du maïs (se référer aux étiquettes pour les détails). De plus, l'efficacité est limitée, car la protection est en début de saison, alors que les larves font des dommages plus importants plus tard en saison. Les TSI n'empêchent pas l'émergence d'adultes. **Pour toutes ces raisons, les TSI ne sont pas une option dans le contrôle des chrysomèles des racines du maïs.**

Tableau 1 : Résumé des principaux ravageurs secondaires

MAÏS - GRAIN ou FOURRAGER		SECTION
Vers blancs	Utiliser un TSI uniquement dans les champs ayant subi des pertes économiques par le passé (historique d'infestations).	5.1
Ver-gris noir	Infestations sporadiques : approche préventive avec TSI non recommandé. Réseau de surveillance du RAP Grandes cultures : suivre les recommandations de dépistage.	5.2
Chrysomèles des racines du maïs (de l'ouest et du nord)	Meilleure méthode de lutte préventive : rotation des cultures (éviter le maïs sur précédent de maïs). Méthode alternative : utilisation d'hybride Bt-chrysomèle (attention à la résistance).	5.3
SOYA		
Vers blancs	Utiliser un TSI uniquement dans les champs avec facteurs de risque et ayant subi des pertes économiques par le passé (historique d'infestations).	5.1
Ver-gris noir	Infestations sporadiques rarissimes. Consultez la section sur les facteurs de risques. Réseau de surveillance du RAP Grandes cultures : suivre les recommandations de dépistage.	5.2

L'annexe 3 présente d'autres ravageurs secondaires potentiels (tableau 9).

6. Impacts des pertes de population dans le maïs et le soya

Selon la culture et l'espèce de ravageur, les impacts des dommages causés aux plants sur le rendement sont très variables. Il est très important d'avoir en tête la résilience des cultures face à l'adversité, que ce soit pour les dommages abiotiques (ex. : grêle, vent) que biotiques (ex. : insectes, maladies). Dans le cas des ravageurs des semis, il est pertinent de déterminer quelle culture est plus à risque selon le ravageur. Plusieurs facteurs autres que les insectes peuvent causer des pertes de population dans le maïs et le soya. L'outil « **Logiciel d'évaluation de la qualité des semis de maïs** » élaboré par le club-conseil [Gestrie-sol](#), peut s'avérer très utile pour déterminer les causes d'une mauvaise levée ou d'une perte de population.

Il est possible qu'une perte de population soit uniforme ou localisée. Dans le cas d'une perte de population uniforme, les plants adjacents peuvent, dans une certaine mesure, compenser. Dans le cas d'une perte de population localisée, la baisse de rendement dans ces zones sera plus importante.

Facteurs pouvant affecter la levée de la culture

- **Humidité du sol dans la zone de semis** : Il s'agit de la cause la plus commune de la variabilité de la levée des cultures. Les différences d'humidité du sol dans la zone de semis sont causées principalement par les variations de type de sol, la topographie, l'inégalité du travail du sol, la profondeur de semis, la présence de résidus, un mauvais contact sol-semence, etc.
- **La température de sol dans la zone de semis** : Le type de sol et les résidus de culture mal distribués peuvent faire varier la température du sol et retarder l'atteinte de la température critique de germination.
- **Autres facteurs** : Le croûtage des sols, les dommages d'herbicides, la fonte des semis, certains insectes de sol, etc.; peuvent occasionner des pertes de population.

6.1 Impacts des pertes de population dans le soya

« Les plants de soya ont une remarquable capacité de compensation dans les peuplements clairsemés. D'après des études effectuées en Ontario, une réduction de 33 % du peuplement, si elle est uniforme, n'a pas d'effet notable sur le rendement. »¹

¹ Source : Tiré du Guide agronomique des grandes cultures, Publication 811F, MAAARO, 2017

Le tableau 2, provenant du Guide agronomique des grandes cultures de l'Ontario, illustre l'impact des pertes de population dans le soya. Le guide spécifie que même une population réduite de l'ordre de 40 % permet d'obtenir un rendement équivalent, et ce, indépendamment de l'écartement des rangs.

Au Québec, plusieurs régions requièrent de semer du soya de maturité très hâtive (maturité relative «000» soit 2300 à 2400 unités thermiques de maïs [UTM]). Une perte de population dans ces zones sera plus difficile à compenser que dans une zone plus tardive, comme 2600 UTM et plus. Dans les zones à plus faible UTM, la saison de croissance plus courte et les variétés utilisées n'offrent pas les mêmes possibilités physiologiques à la plante pour compenser une perte de population. De ce fait, les recommandations de taux de semis sont, la plupart du temps, adaptées en conséquence : le taux de semis sera plus élevé pour une variété hâtive.

Tableau 2 : Rendement prévu des peuplements de soya optimaux et réduits

% par rapport à un peuplement complet	ÉCARTEMENT DES RANGS				Rendement final prévu en % du rendement optimal
	18 cm (7 po)	36 cm (14 po)	53 cm (21 po)	76 cm (30 po)	
100 %	553 300 plants/ha	402 600 plants/ha	392 700 plants/ha	405 100 plants/ha	100 %
80 %	442 100 plants/ha	323 600 plants/ha	313 700 plants/ha	323 600 plants/ha	100 %
60 %	331 000 plants/ha	242 100 plants/ha	237 100 plants/ha	244 500 plants/ha	100 %
40 %	222 300 plants/ha	160 600 plants/ha	158 100 plants/ha	163 000 plants/ha	87 %
20 %	111 200 plants/ha	81 500 plants/ha	79 000 plants/ha	81 500 plants/ha	62 %

Source : Tiré du Guide agronomique des grandes cultures, Publication 811F, MAAARO, 2017

6.2 Impacts des pertes de population dans le maïs-grain et fourrager

Pour le maïs, il existe une fiche technique [*Rendement du maïs-grain et densité de peuplement*](#). Dans cette fiche, on cite l'étude de Nafziger (1994) qui démontre que pour un peuplement de 74 000 à 84 000 plants/ha, une réduction de 5 000 plants/ha (environ six [6] % du peuplement en moins) donne le même rendement.

Le tableau 3, tiré de cette fiche, donne la proportion du rendement optimal obtenu en pourcentage selon les dates de semis et les différentes densités de peuplement finales. Le rendement optimal est atteint avec des densités de semis variant entre 69 200 et 79 100 plants/ha.

Par exemple, pour un semis en date du 5 mai et une densité de semis de 74100 plants/ha, une perte de population de 20 % (59 300 plants/ha) entraînerait une perte de rendement de trois (3) %.

Tableau 3 : Rendements potentiels du maïs-grain selon différentes dates de semis et différentes densités finales de peuplement

	DENSITÉ DE PEUPLEMENT (x 1000 plants/ha)						
	59,3	64,2	69,2	74,1	79,1	84,0	89,0
DATE DE SEMIS	POURCENTAGE DE PEUPLEMENT OPTIMAL (%)						
30 avril	97	99	100	100	100	99	97
5 mai	96	98	99	99	99	98	97
10 mai	94	96	97	97	97	96	95
15 mai	92	93	94	95	95	94	92

Source : adapté de Nafziger, 1994

Une autre étude plus récente menée par le Comité ontarien du maïs (2006 à 2010) donne des résultats semblables (tableau 4). Par exemple, pour le site Élora, pour une perte de peuplement de 16,6 % (74100 plants/ha plutôt que 88900 plants/ha), les rendements diminuent de trois (3) %. Pour une perte de population de 33,3 % (59 300 plants/ha plutôt que 88900 plants/ha), les rendements diminuent de sept (7) %.

Tableau 4 : Rendement en grain prévu selon les densités de peuplement

DENSITÉ DE PEUPLEMENT	ELORA (<2800 UTM)	EXETER (2800 À 3 200 UTM)	RIDGETOWN (> 3 200 UTM)
59 300 plants/ha	96	97	97
74100 plants/ha	100	100	100
88 900 plants/ha	103	102	101

- Les rendements sont indexés sur une densité de 74100 plants/ha = 100.
- Toutes les données se rapportent à du maïs semé au plus tard le 10 mai.

Source : Essais menés par le Comité ontarien du maïs entre 2006 et 2010.

Les résultats de ces deux études démontrent clairement qu'une perte de population doit être substantielle, de l'ordre de 20 %, pour qu'elle engendre une perte de rendement significative. Toutefois, il faut considérer qu'il s'agit de populations uniformes (pertes non localisées). De plus, dans un champ, il est possible qu'un plant soit affecté sans nécessairement mourir. Il sera

donc moins vigoureux et subira un retard de croissance. Un plant de maïs en retard affecte plus le rendement que l'absence d'un plant. Le maïs peut compenser pour un plant manquant, mais il subira la compétition d'un plant en retard. Par contre, selon une étude ontarienne, il faudrait un (1) plant sur six (6) avec un retard de croissance de deux (2) feuilles pour diminuer le rendement de quatre (4) % (Liu et coll., 2004).

En conclusion, quelle serait donc la perte de population acceptable pour le soya et le maïs? Le soya compense beaucoup pour une perte de population en début de saison, pouvant subir des pertes de population allant jusqu'à 40 % sans perte de rendement. Il faut toutefois tenir compte de la population initiale et de la zone de maturité. Le maïs, quant à lui, peut subir des pertes de rendement selon le pourcentage de diminution du peuplement ou selon des retards de croissance d'une partie du peuplement. Selon les études, ces pertes peuvent aller de zéro (0) à sept (7) % selon le cas.

7. Pourquoi et quand dépister les ravageurs des semis ?

Cette section porte précisément sur le dépistage de certains ravageurs des semis dans le but de décider si un TSI doit être recommandé ou non. Dans le maïs, ce dépistage peut être fait pour les VFF et les vers blancs. Pour la mouche des semis, dans le soya comme dans le maïs, il n'y a pas de dépistage possible; la décision doit se baser sur les facteurs de risque (section 4.2). La présente section portera donc principalement sur les VFF et les vers blancs dans la culture du maïs.

Dépistage dans le maïs

Lorsque des dommages de ravageurs des semis sont constatés, il est souvent trop tard pour intervenir. Lorsque des VFF ou des vers blancs sont présents dans un champ une année, ils le seront aussi probablement les saisons suivantes si la régie de culture n'est pas modifiée. Il est donc important d'avoir une bonne connaissance des ravageurs présents (dépistage) et de l'ampleur des dommages qu'ils ont causés (diagnostic et évaluation) dans les champs au cours des dernières années. Cette démarche permet de **bâtir un historique des champs** et de faire des choix éclairés pour les saisons suivantes concernant la rotation des cultures, le travail du sol, la date de semis, l'utilisation ou non de TSI, etc.

Le dépistage consiste à identifier et à dénombrer les insectes au champ, alors que le diagnostic et l'évaluation consistent à déterminer la cause d'un problème au champ et à évaluer l'impact sur la culture. Le dépistage peut être fait même dans les champs avec TSI. Les TSI n'affectent pas le piégeage des ravageurs des semis. Que la semence semée soit traitée ou non, les pièges-appâts donneront des résultats de piégeage comparables.

Si aucun historique de champ n'est disponible, l'outil [VFF QC](#) doit être utilisé pour déterminer le niveau de risque d'un champ (faible, modéré, élevé) et les champs à prioriser pour le dépistage. En effet, pour des entreprises avec de grandes superficies en culture, il serait laborieux de dépister tous les champs. L'outil peut donc être utilisé pour déterminer le niveau de risque de certains champs représentatifs des superficies de l'entreprise. L'agronome pourra ensuite prioriser le dépistage des champs les plus à risque.

Il est possible également de dépister les vers blancs. Si aucune donnée de dépistage ni aucun historique des dommages n'est disponible, il est pertinent de questionner l'entreprise agricole afin de savoir si des problèmes d'importance économique ont été constatés par le passé. En l'absence de telles informations, et seulement si le champ correspond aux facteurs de risque, un TSI peut être envisagé. Par contre, le champ devra être dépisté ou faire l'objet d'une évaluation de la levée de la culture pour déterminer si les vers blancs ont causé des dommages

d'importance économique. Ainsi, dès la saison suivante, la recommandation ou non d'un TSI devra être ajustée en fonction de ces nouvelles informations.

De façon générale, le dépistage des ravageurs des semis devrait se faire au printemps, le plus souvent après le semis, pendant 2 à 3 semaines. La température du sol à une profondeur de 10-15 cm doit se situer entre 8 °C et 26 °C depuis au moins une semaine et les conditions d'humidité du sol adéquates pour la remontée des insectes à la surface du sol et pour la germination des pièges-appâts, ceci afin d'assurer une bonne efficacité du piégeage. Plus précisément, un calendrier est proposé dans le [Guide des ravageurs de sol en grandes cultures](#) (voir le calendrier et les périodes d'observation des ravageurs à l'annexe 4).

Pour plus d'information, consulter la Fiche technique du RAP « [Ravageurs des semis : dépistage et seuils économiques d'intervention](#) » et le [protocole de dépistage du RAP](#).

Suivi de la levée dans le maïs et le soya

Il est toujours important de faire un suivi des champs après la levée de la culture, que la semence soit traitée ou non. Pour les champs à risque faible et donc sans TSI, un suivi habituel des populations de maïs ou de soya pourrait être fait, avec une investigation plus particulière si des problèmes sont constatés. Dans certaines situations, le suivi au champ prend encore plus d'importance : par exemple, pour les champs à risque modéré où le choix de ne pas utiliser de TSI est nouveau et qu'aucun historique du champ n'est disponible. Si des problèmes sont constatés au champ après la levée de la culture, il sera important d'investiguer pour en connaître la cause et apporter les meilleures solutions pour les prochaines saisons de culture. L'outil « **Logiciel d'évaluation de la qualité des semis de maïs** » est disponible pour évaluer la qualité des semis et les problématiques d'émergence. Pour connaître les modalités d'utilisation de l'outil, il s'agit de contacter le club conseil [Gestrie-Sol](#).

8. Applications de l'outil VFF QC et de l'arbre décisionnel sur les TSI

8.1 Application de l'outil VFF QC

L'outil [VFF QC](#) contient un modèle mathématique permettant de prédire les niveaux de risque pour chaque champ. Ce modèle utilise une base de données de plus de 1000 champs dépistés au Québec au cours des 10 dernières années. Le modèle est très robuste et considéré fiable à 95 % (Labrie et coll., 2020). Les niveaux de risque pour le principal VFF, soit le taupin trapu, *Hypnoidus abbreviatus*, sont déterminés ainsi :

- **Faible** : le champ présente un risque faible d'infestation (0 à 1,5 VFF/piège).
- **Modéré** : le champ présente un risque modéré d'infestation (1,6 à 2,9 VFF/piège).
- **Élevé** : le champ présente un risque élevé d'infestation (3,0 VFF/piège et plus). Ce niveau de risque correspond à une perte de plus de cinq (5) % des plantules de maïs.

L'outil VFF QC est disponible gratuitement et comprend plusieurs modules qui permettent :

1. D'évaluer le niveau de risque des VFF dans un champ;
2. De télécharger la méthode de dépistage des VFF en grandes cultures;
3. De saisir des données de dépistage;
4. De télécharger le [Guide d'identification des VFF dans les grandes cultures au Québec](#);
5. D'obtenir des informations sur d'autres ravageurs ciblés par les TSI.

L'évaluation du niveau de risque et la saisie de données de dépistage peut également se faire à partir du site www.info-sols.ca en cliquant sur l'icône représentant un ver fil-de-fer.

Consultez la [fiche technique](#) sur l'outil VFF QC, ainsi que les deux vidéos expliquant comment [évaluer le niveau de risque](#) d'un champ et [comment saisir les données](#).

Il est important de continuer à alimenter la base de données pour renforcer la fiabilité de l'outil. Ainsi, il est vivement encouragé de transmettre les données de dépistage pour les régions avec de plus faibles superficies en maïs et pour lesquelles il y a peu de données actuellement. Il est également suggéré de faire parvenir au CÉROM des données de dépistage pour les champs dans lesquels les dépisteurs constatent que le nombre de VFF est élevé ou différent de la prédiction du modèle, que les populations de VFF soient faibles ou abondantes. Les données peuvent être saisies dans l'[outil VFF QC](#). Avant de transmettre les données de

dépistage et autres informations connexes au CÉROM, le conseiller doit s'assurer d'avoir préalablement obtenu l'autorisation du propriétaire de l'entreprise, en utilisant le [formulaire disponible](#). Par ailleurs, le [Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection](#) offre ses services pour l'identification des ravageurs des semis.

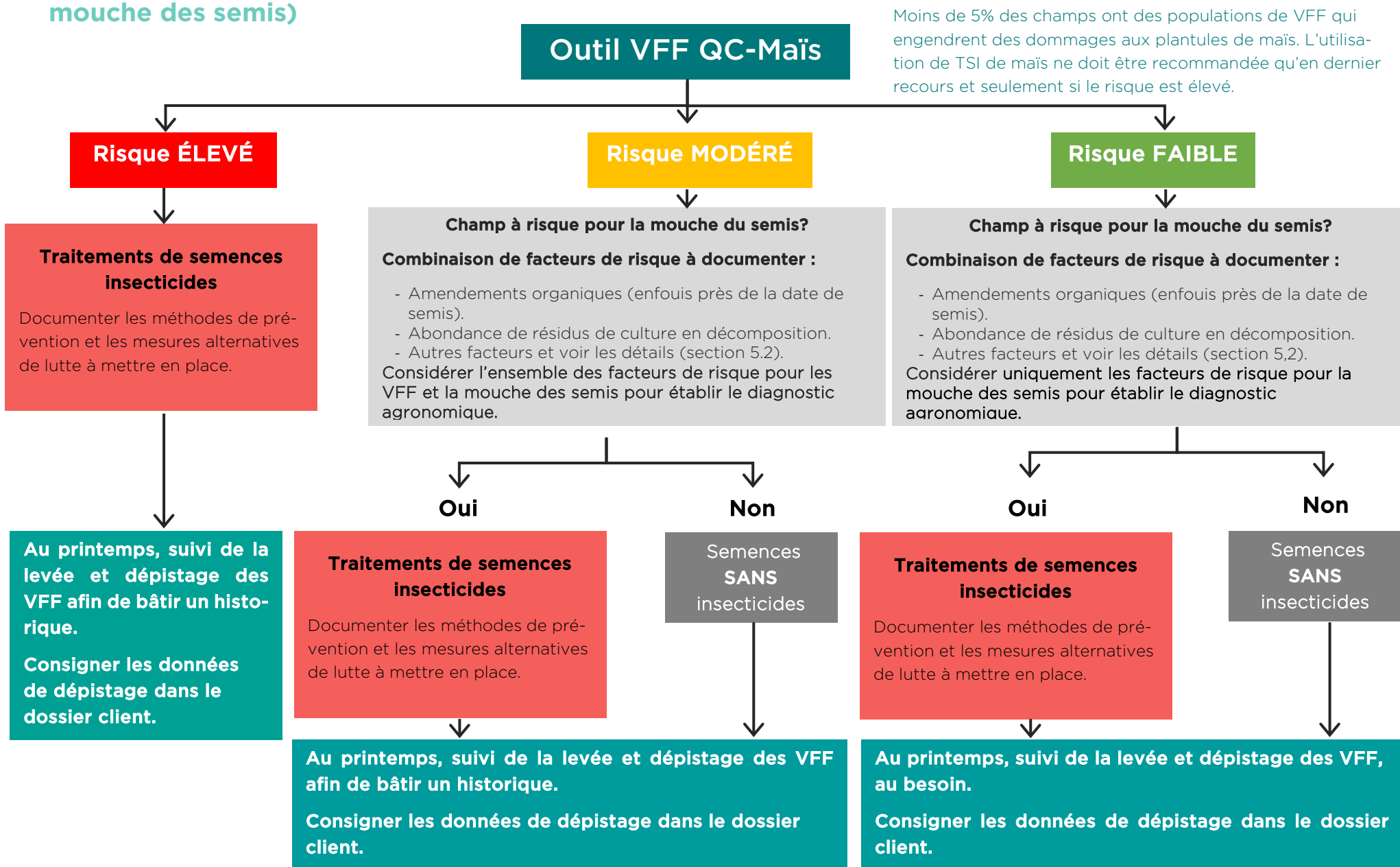
8.2 Ligne directrice relative à l'application de l'arbre décisionnel sur les traitements de semences insecticides dans le maïs et le soya

L'arbre décisionnel présenté à la page 28 vise à guider l'agronome dans sa prise de décision de recommander ou non un TSI. Le diagnostic agronomique relatif à cette prise de décision par l'agronome doit se faire avant l'achat des semences à l'automne, à l'aide de l'outil VFF QC et des historiques des données de dépistage (si elles existent déjà). Selon les situations, au printemps suivant, l'agronome devra effectuer des dépistages pour valider la présence des ravageurs des semis et/ou évaluer la levée du maïs et du soya. Ces données, en plus des résultats de l'outil VFF QC, pourront affiner le diagnostic pour les prochaines années. Les observations doivent être classées dans le dossier du client afin de bâtir un historique des données en phytoprotection de l'entreprise agricole. De plus, il est fortement recommandé que les résultats de dépistage soient soumis dans l'outil VFF QC pour améliorer le modèle d'évaluation du niveau de risque.

Cette sous-section constitue une synthèse de la grille de référence et elle résume les principales étapes de l'application de l'arbre décisionnel menant à la recommandation ou non d'un TSI. L'arbre décisionnel concerne que les VFF et la mouche des semis.

ÉTAPE 1	ÉTAPE 2	ÉTAPE 3	ÉTAPE 4	ÉTAPE 5	ÉTAPE 6
Identifier les besoins et les objectifs en phytoprotection de l'entreprise agricole	Analyser l'historique des données de l'entreprise agricole	Évaluer le niveau de risque relatif à la présence des VFF à l'aide de l'outil VFF QC	Identifier les facteurs de risque pour la mouche des semis	Évaluer la levée du maïs et du soya et effectuer le dépistage des VFF	Effectuer une mise à jour de la stratégie sur l'utilisation des TSI
<p>À l'automne, dans tous les cas, il faut rencontrer le client avant l'achat des semences pour le printemps suivant.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sur le plan de ferme, identifier les champs qui seront en maïs et/ou en soya. Discuter des besoins et des types de semences dans ces cultures. 	<p>Analyser les données relatives à la phytoprotection et aux régies des sols et des cultures, avant la saison de vente des semences (automne).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Consulter le registre des interventions phytosanitaires. - S'il existe, analyser l'historique des données de dépistage des ravageurs des semis pour chaque champ ou groupe de champs (historique des infestations et des dommages). - Considérer la régie des sols (ex. : travail du sol, gestion des résidus, application des engrais organiques) et la régie des cultures (ex. : rotation des cultures (précédentes et subséquentes), cultures de couverture, bande riveraine). - Documenter les facteurs de risque des champs de maïs et de soya de l'entreprise agricole associés aux VFF et à la mouche des semis. 	<p>Dans le maïs</p> <ul style="list-style-type: none"> - Déterminer le niveau de risque (faible, modéré, élevé) relatif à la présence de VFF, avant la période de la vente des semences à l'automne. - Si le niveau de risque est élevé dans le maïs pour le VFF, l'utilisation d'un TSI est justifiée. L'agronome doit élaborer et signer une recommandation. <p>Dans le soya</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ne pas utiliser l'outil VFF QC et passer à l'étape 4. 	<p>Dans le maïs</p> <ul style="list-style-type: none"> - Si le niveau de risque est modéré ou faible pour les VFF, identifier et documenter les facteurs de risque associés à la mouche des semis qui pourraient justifier un TSI. - Risque faible pour les VFF, considérer uniquement les facteurs de risque pour la mouche des semis pour établir le diagnostic agronomique. - Risque modéré pour les VFF, considérer l'ensemble des facteurs de risque pour les VFF et la mouche des semis pour établir le diagnostic agronomique. - Selon les facteurs de risque, établir le diagnostic agronomique justifiant le TSI. <p>Dans le soya</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identifier et documenter les facteurs de risque associés à la mouche des semis qui pourraient justifier un TSI. - Selon les facteurs de risque, établir le diagnostic agronomique justifiant le TSI. 	<p>Au printemps suivant, suivi de la levée du maïs et du soya. Poursuivre le dépistage des VFF, selon le niveau de risque.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Documenter les causes de la mauvaise levée des cultures. - Bâtir un historique des données de dépistage et des dommages observés. - Consigner les données de dépistage dans le dossier client. 	<p>À l'automne, avant l'achat des semences pour la saison suivante, effectuer une rétroaction afin d'ajuster la stratégie sur l'utilisation des TSI en fonction de l'ensemble des observations.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Recommander les méthodes de prévention et de lutte alternatives possibles à mettre en place, selon la situation et les objectifs de l'entreprise agricole. - À la prochaine saison de culture, effectuer un suivi de la stratégie sur l'utilisation des TSI adoptée visant à réduire le niveau de risque, s'il y a lieu, de la présence des VFF et de la mouche des semis.

8.3 Arbre décisionnel sur les traitements de semences insecticides dans le maïs et le soya (VFF et mouche des semis)



9. Références

- Alford, A., Krupke, C.H. 2017. [Translocation of the neonicotinoid seed treatment clothianidin in maize](#). PLoS One 12 : e0173836.
- Baute, T., J. Smith and G. Quesnel. 2014. [Guide to early season field crop pests](#), 132 pages.
- Bulletin d'information du Réseau d'avertissement phytosanitaire sur la liste des hybrides de maïs disponibles pour la saison 2020 avec traitements de semences aux fongicides seulement (sans insecticides) – Grandes cultures, N° 2, 9 octobre 2019. [En ligne]: https://www.agrireseau.net/documents/Document_93339.pdf
- Grewal, P.S., Power, K.T., Shetlar, D.J. 2001. Neonicotinoid insecticides alter diapause behavior and survival of overwintering white grubs (Coleoptera: Scarabaeidae). Pest Manag. Sci. 57: 852-857.
- Hummell, J.D., Dosdall, L.M., Clayton, G.W., Harker, K.N., O'Donovan, J.T. 2009. Effects of canola-wheat intercrops on *Delia* spp. (Diptera : Anthomyiidae) oviposition, larval feeding damage, and adult abundance. J. Econ. Entomol. 102: 219-228.
- Labrie, G. Gagnon, AEG, Vanasse, A., Latraverse, A. et Tremblay, G. 2020. Impact of neonicotinoid seed treatments on soil-dwelling pest populations and agronomic parameters in corn and soybean in Quebec (Canada). PLoS ONE 15(2): e0229136. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229136>
- Liu, W., Tollenaar, M., Stewart, G., Deen, W. 2004. Response of corn grain yield to spatial and temporal variability in emergence. Crop Science, Vol. 44
- Maisonhaute, J.-É. Labrie, G. et Lucas E. 2016. Population dynamics of the soybean aphid (*Hemiptera : Aphididae*) in Quebec (Canada). J. Econ. Entomol. doi: 10.1093/jee/tow048; 1-4.
- Myers, C et Hill, E. 2014. Benefits of Neonicotinoid Seed Treatments to Soybean Production; United States Environmental Protection Agency.
- Saguez, J et Coll. 2017. *Guide d'identification des VFF dans les grandes cultures au Québec*, Centre de recherche sur les grains, page 12.
- Saguez J., Latraverse A., De Almeida J., van Herk W.G., Vernon R.S., Légaré J-P., Moisan-De Serres J., Fréchette M. et G. Labrie. 2017. Wireworm in Quebec field crops: specific community composition in North America. Environmental Entomology, Volume 46, Issue 4, August 2017, pages 814-8251-12. Doi : 10.1093/ee/nvx116
- Schaafsma A, Limay-Rios V, Baute T, Smith J. 2019. [Neonicotinoid insecticide residues in subsurface drainage and open ditch water around maize fields in southwestern Ontario](#). PLoS One 14(4): e0214787. 10.1371/journal.pone.0214787

Schaafsma A, Limay-Rios V, Forero, L.G. 2017. The role of field dust in pesticide drift when pesticide-treated maize seeds are planted with vacuum-type planters. Pest Manag. Sci. 74 (2): DOI 10.1002/ps.4696.

Schaafsma A, Limay-Rios V, Xue Y, Smith J and Baute T. 2016. Field-scale examination of neonicotinoid insecticide persistence in soil as a result of seed treatment use in commercial maize (corn) fields in southwestern Ontario. Environ Toxicol and Chem 35(2): 295–302.

Schaafsma A, Limay-Rios V, Baute T, Smith J, Xue Y. [Neonicotinoid insecticide residues in surface water and soil associated with commercial maize \(corn\) fields in Southwestern Ontario](#). PLoS One.2015; 10(2) e0118139.

van Herk, W. G., R. S. Vernon, M. Clodius, C. Harding, and J. H. Tolman. 2007. Mortality of five wireworm species (Coleoptera: Elateridae), following topical application of clothianidin and chlorpyrifos. J. Entomol. Soc. Br. Columbia 104: 55-63.

van Herk, W. G., R. S. Vernon, J. H. Tolman, and H. Ortiz Saavedra. 2008a. Mortality of a wireworm, *Agriotes obscurus* (Coleoptera: Elateridae), following topical application of various insecticides. J. Econ. Entomol. 101: 375-383.

Vernon, R.S., van Herk, W.G., Clodius, M. Harding, C. 2009. Wireworm Management I: Stand Protection Versus Wireworm Mortality With Wheat Seed Treatments. J. Econ. Entomol. 102: 2126-2136.

Vernon, R.S., van Herk, W., Tolman, H., Saavedra, O., Clodius, M., Gage. B. 2008. Transitional sublethal and lethal effects of insecticides after dermal exposures to five economic species of wireworms (*Coleoptera: Elateridae*). J. Econ. Entomol. 101: 365-374.

Guides de références et photos décrivant les dommages causés par les différents ravageurs des semis

[Guide des ravageurs de sol en grandes cultures](#), Centre de recherche sur les grains, 78 pages.

[Guide des ravageurs en grandes cultures du MAAARO, 132 pages.](#)

[Guide d'identification des VFF dans les grandes cultures au Québec, Centre de recherche sur les grains, 43 pages.](#)

[Ravageurs, maladies et autres problèmes liés à la culture du maïs grain en début de saison : outil d'aide au diagnostic, 16 pages.](#)

Photographies

Couverture : Photos de Brigitte Duval, agronome et conseillère en phytoprotection, MAPAQ, septembre 2020

Annexe 1 : Principales recherches québécoises sur les ravageurs des semis

TITRE DU PROJET	PROGRAMME DE FINANCEMENT	DATE DE RÉALISATION OU PUBLICATION	LIENS	CENTRE DE RECHERCHE
Impact des traitements insecticides de semences sur les insectes ravageurs du sol et sur les paramètres agronomiques dans la culture du maïs grain	Prime-Vert - MA-PAQ	04-2012 à 03-2014	Rapport final	CÉROM Labrie, G et coll.
Impacts of neonicotinoid seed treatments on soil-dwelling pest populations and agronomic parameters in corn and soybean in Quebec		02-06-2020	Article scientifique	CÉROM Labrie, G et coll.
Évaluation de l'impact des traitements de semences néonicotinoïdes sur les ravageurs des semis et les paramètres agronomiques dans la culture du maïs grain au Québec	Prime-Vert - MA-PAQ	04-2014 à 01-2017	Rapport final	CÉROM Labrie, G et coll.
Impacts des néonicotinoïdes et des fongicides foliaires sur les maladies, les ravageurs des semis, le puceron du soya et les ennemis naturels ainsi que les paramètres agronomiques du soya au Québec	Prime Vert - MA-PAQ	05-2015 à 04-2017	Rapport final	CÉROM Labrie, G et coll.
Élaboration et validation d'un arbre décisionnel pour l'utilisation de semences traitées aux néonicotinoïdes contre les VFF dans le maïs	Prime-Vert - MA-PAQ	02-2016 à 06-2017	Rapport final	CÉROM Labrie, G et coll.
Conception et diffusion de fiches de synthèse sur les vers fils-de-fer pour améliorer la connaissance de ces ravageurs afin de réduire massivement l'utilisation de néonicotinoïdes dans les grandes cultures au Québec	Programme de développement sectoriel - Volet 3 : Appui à l'innovation en réponse à des enjeux sectoriels prioritaires.	12-2016 à 07-2017	Guide Fiches descriptives	CÉROM Saguez, J et coll.

Cultivons l'Avenir 2 - Agriculture et Agroalimentaire Canada - MAPAQ				
Biologie du taupin trapu et évaluation des dommages dans le maïs au Québec	Prime-Vert - MA-PAQ	03-2016 à 02-2018	Rapport final Fiche synthèse	CÉROM Boquel, S et coll.
Optimiser le patron de dépistage des ravageurs des semis dans les grandes cultures en fonction des superficies et des caractéristiques des champs	Prime-Vert - MA-PAQ	05-2017 à 02-2019	Rapport final Fiche synthèse	CÉROM Boquel, S et La-traverse, A
Modèle prévisionnel et facteurs de risques pour la mouche des semis dans les grandes cultures au Québec	Prime-Vert - MA-PAQ	05-2017 à 02-2019	Rapport final Fiche synthèse	CÉROM Boquel, S et La-traverse, A

Annexe 2 : Présence des insecticides utilisés pour traiter les semences dans les plans d'eau du Québec

Suivi du réseau de base

Le réseau de base du suivi des pesticides dans l'eau du MELCC est constitué de 10 stations d'échantillonnage situées dans des rivières à proximité de cultures où de vastes superficies sont traitées ou caractérisées par leur intensité d'utilisation des pesticides à l'hectare. Parmi ces stations, quatre sont en territoire à forte activité agricole où il se cultive principalement du maïs et du soya. Les autres sont situées dans les secteurs de vergers, de pommes de terre, ainsi que de productions maraîchères et elles sont échantillonnées en rotation. Les stations du réseau de base en maïs et en soya sont échantillonnées chaque année, de mai à août, deux fois par semaine. Elles sont situées en Montérégie-Est sur les rivières Chibouet et des Hurons, en Montérégie-Ouest sur la rivière Saint-Régis et au Centre-du-Québec sur la rivière Saint-Zéphirin.

Les données recueillies grâce au réseau de base dans le cadre du [Rapport sur la présence de pesticides dans l'eau du Québec en zone maïs et soya 2015 à 2017 \(Giroux, 2019\)](#) montrent que la clothianidine, le thiaméthoxame et le chlorantraniliprole, trois des cinq matières actives utilisées entre autres comme TSI de maïs et de soya sont fréquemment détectés dans les cours d'eau des bassins versants en cultures de maïs et de soya. Dans les cas de la clothianidine et du thiaméthoxame, ces matières actives sont détectées dans plus de 90 % des échantillons depuis 2012. Le chlorantraniliprole était détecté en moyenne dans 48 % des échantillons en 2013-2014 contre 76 % en 2015-2017, cette matière active constitue l'insecticide du traitement de semences Lumivia qui a été homologué en 2016. Il y a une tendance significative à la hausse des concentrations de clothianidine (depuis 2012) et de chlorantraniliprole (depuis 2013).

Les tableaux 5 et 6 (pages 31 et 32) présentent respectivement : la fréquence de détection de certains pesticides dans le réseau de base entre 2012 et 2017 (en %) et la fréquence de dépassement du critère de vie aquatique chronique (CVAC) des rivières du réseau de base échantillonnées entre 2012 à 2017 (en %).

Suivi du Réseau-rivières

Depuis 2012, le MELCC échantillonne environ six rivières par année pour détecter et mesurer la présence de pesticides. Entre 2015 et 2017, ce sont 15 rivières qui ont pu être échantillonnées et analysées en Montérégie, en Chaudière-Appalaches et au Saguenay-Lac-Saint-Jean. En Montérégie, les rivières Yamaska et Richelieu ont été échantillonnées. Pour la région de Chaudière-Appalaches, ce sont les rivières Chaudière, Beaurivage, Etchemin, Le Bras, du Chêne, Boyer et du Sud.

Les tableaux 7 et 8 (pages 37-38) affichent les fréquences de détection et de dépassement du CVAC des rivières situées en Montérégie et Chaudière-Appalaches. Dans la rivière Yamaska, les fréquences de détection et de dépassement de la clothianidine et du thiaméthoxame semblent diminuer. Par contre, on remarque une hausse de la fréquence de détection du chlorantraniliprole, sans toutefois recenser de dépassement.

Le tableau 5 illustre la fréquence de détection des cinq ingrédients actifs (I.A.) utilisés notamment comme TSI. On remarque une augmentation de la fréquence de détection du chlorantraniliprole dans toutes les rivières du réseau de base. Avant l'homologation du Lumivia en 2016, la matière active chlorantraniliprole était déjà utilisée comme traitement insecticide en application foliaire, au sillon et au sol, c'est pourquoi elle était détectée aussi de 2013 à 2016. L'usage systématique de semences traitées, le drainage des terres agricoles et l'absence ou l'insuffisance des bandes riveraines peuvent aussi expliquer la présence de ces produits dans l'eau, puisqu'ils possèdent un potentiel de lessivage élevé. En ce qui concerne la fréquence de dépassement (FDEP), en moyenne, les néonicotinoïdes dépassent le critère de vie aquatique chronique (CVAC) de 0,0083 µg/l dans plus de 97 % des cas dans les quatre rivières du réseau de base en 2017.

Tableau 5 : Fréquence de détection de pesticides dans le réseau de base entre 2012 et 2017 (en %).

	FRÉQUENCE DE DÉTECTION (%)											
	2012				2013				2014			
	Chibouet	Des Hurons	St-Régis	St-Zéphirin	Chibouet	Des Hurons	St-Régis	St-Zéphirin	Chibouet	Des Hurons	St-Régis	St-Zéphirin
Chlothianidine	100	89,6	96,6	100	96,6	79,3	96,6	100	100	93,3	96,4	100
Thiaméthoxame	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	100	96,7	100	96,5
Imidaclopride	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Chlorantraniliprole	NA	NA	NA	NA	-	93	90	3,3	-	96,7	96,5	6,9
Cyantraniliprole	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	2015				2016				2017			
	Chibouet	Des Hurons	St-Régis	St-Zéphirin	Chibouet	Des Hurons	St-Régis	St-Zéphirin	Chibouet	Des Hurons	St-Régis	St-Zéphirin
	Chibouet	Des Hurons	St-Régis	St-Zéphirin	Chibouet	Des Hurons	St-Régis	St-Zéphirin	Chibouet	Des Hurons	St-Régis	St-Zéphirin
Chlothianidine	100	100	100	100	86,7	96,5	90	100	75,9	83,3	58,6	100
Thiaméthoxame	100	100	100	100	100	96,5	93,3	96,7	100	100	100	93,1
Imidaclopride	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	69	40	100	6,9
Chlorantraniliprole	10,3	100	100	3,3	13,3	96,5	100	3,3	82,7	100	100	86,2
Cyantraniliprole	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	51,8	NA

NA : non analysé Tired : produit non détecté

En 2017, la clothianidine, le thiaméthoxame et l'imidaclopride dépassent le CVAC dans, respectivement, 79,4 %, 78,7 % et 30,1 % des échantillons. Quant au chlorantraniliprole, il dépasse le CVAC de 0,22 µg/l dans 3,4 % des échantillons en 2017, alors qu'en 2013 et 2014 il n'était pas détecté. L'augmentation soudaine de détection et de dépassement du CVAC du chlorantraniliprole est probablement associée à la transition de l'utilisation des néonicotinoïdes en TSI vers les diamides, famille chimique du chlorantraniliprole et du cyantraniliprole. Les tableaux 7 et 8 permettent de voir plus en détail l'évolution de la FDEP du CVAC des rivières situées en Montérégie et Chaudière-Appalaches.

Tableau 6 : Fréquences de dépassement du CVAC des rivières échantillonnées du réseau de base entre 2012 à 2017 (en %).

	FRÉQUENCE DE DÉPASSEMENT (%)											
	2012				2013				2014			
	Chibouet	Des Hurons	St-Régis	St-Zéphirin	Chibouet	Des Hurons	St-Régis	St-Zéphirin	Chibouet	Des Hurons	St-Régis	St-Zéphirin
Chlotianidine	80	82,7	46,7	100	90	51,7	56,7	96,7	96,5	90	82,7	96,5
Thiaméthoxame	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	93,1	80	100	82,7
Imidaclopride	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		NA	NA	NA	
Chlorantranilprole	NA	NA	NA	NA	-	-	-	-	-	-	-	-
Cyantranilprole	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	2015				2016				2017			
	Chibouet	Des Hurons	St-Régis	St-Zéphirin	Chibouet	Des Hurons	St-Régis	St-Zéphirin	Chibouet	Des Hurons	St-Régis	St-Zéphirin
	Chibouet	Des Hurons	St-Régis	St-Zéphirin	Chibouet	Des Hurons	St-Régis	St-Zéphirin	Chibouet	Des Hurons	St-Régis	St-Zéphirin
Chlotianidine	100	100	100	100	86,7	96,5	90	100	75,9	83,3	58,6	100
Thiaméthoxame	100	96,6	100	100	100	96,5	93,3	96,7	72,4	70	100	72,4
Imidaclopride	NA	NA	NA		NA	NA	NA		24,1	30	89,6	
Chlorantranilprole	-	-	13,3	-	-	-	3,3	-	-	-	13,8	-
Cyantranilprole	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	-	NA

NA : non analysé Tiret : produit non détecté ou sans dépassement du CVAC

Tableau 7 : Fréquences de détection et de dépassement du CVAC des rivières échantillonnées en Montérégie en 2016 et 2017 (en %).

RIVIÈRE :	YAMASKA	YAMASKA	RICHELIEU	YAMASKA	YAMASKA	RICHELIEU
ANNÉE :	2016	2017	2016	2016	2017	2016
FRÉQUENCE	DÉTECTION			DÉPASSEMENT		
Clothianidine	100	66,7	20	100	66,7	10
Thiaméthoxame	100	100	50	88,9	66,7	10
Imidaclopride	-	66,7	-	-	22,2	-
Chlorantranili-prole	44,4	88,9	-	-	-	-

Tiret : produit non détecté ou sans dépassement du CVAC

Tableau 8 : Fréquences de détection et de dépassement du CVAC des rivières échantillonnées en Chaudière-Appalaches en 2015 et 2016 (en %)

RIVIÈRE : ANNÉE :	DU CHÊNE 2015	CHAUDIÈRE 2015	BEAURIVAGE 2015	ETCHEMIN 2015	LE BRAS 2016	BOYER 2016	DU SUD 2016
FRÉQUENCE		DÉTECTION					
Clothianidine	90,9	9,1	100	81,8	100	100	18,2
Thiamé- thoxame	90,9	63,6	100	90,9	100	90,9	36,4
Chlorantranili- pole	100	-	-	-	-	-	-
FRÉQUENCE		DÉPASSEMENT					
Clothianidine	18,2	9,1	63,6	27,3	100	100	-
Thiamé- thoxame	18,2	18,2	45,4	27,3	100	72,7	18,2
Chlorantranili- pole	-	-	-	-	-	-	-

NA : non analysé Tiret : produit non détecté ou sans dépassement du CVAC

Annexe 3 : Autres ravageurs secondaires

Cette section présente les autres ravageurs secondaires des semis de maïs et de soya qui figurent sur des étiquettes relatives aux TSI. Par contre, pour ces ravageurs, il n'est pas justifié d'utiliser des TSI. D'autres méthodes de lutte doivent être recommandées.

Tableau 9 : Autres ravageurs secondaires

RAVAGEURS		MAÏS-GRAIN ou FOURRAGER	
<u>Légionnaire uniponctué</u>	Infestations sporadiques tous les 5 à 10 ans. Réseau de surveillance du RAP Grandes cultures : suivre les recommandations de dépistage.		
SOYA			
Chrysomèle du haricot	Nouveau ravageur au Québec, mais peu présent pour le moment. Suivre les recommandations du RAP Grandes cultures, qui suit de près ce nouveau ravageur.		
<u>Puceron du soya</u>	Réseau de surveillance du RAP Grandes cultures : suivre les recommandations de dépistage. Les infestations se produisent rarement en début de saison. Selon Maissonhaute et coll., 2016, le puceron du soya peut commencer à arriver dans les champs 40 à 50 jours après le semis, soit après la période durant laquelle le produit est efficace. Les TSI ne sont donc pas une option, car l'efficacité du produit est de beaucoup diminuée 3 à 4 semaines après le semis (Myers et Hill, 2014).		

Annexe 4 : Calendrier et périodes d'observation et/ou de dépistage des ravageurs

			PÉRIODES DE DÉPISTAGE																				
			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Sep-tembre			Octobre		
Ravageurs			D	M	F	D	M	F	D	M	F	D	M	F	D	M	F	D	M	F	D	M	F
Coléoptères	Vers blancs	Vers fil-de-fer																					
		Hanneton européen																					
		Hanneton commun																					
		Scarabée japonais																					
		Chrysomèles des racines du maïs																					
		Chrysomèle du haricot																					
Lépidoptères	Chenilles	Légionnaire uniponctuée																					
		Ver-gris noir																					
Diptères		Mouches des semis																					
Homoptères		Puceron du soya																					



Larves (L)



Adultes (A)



Larves et adultes

Début (D); Milieu (M); Fin (F)