



Ordre des
AGRONOMES
du Québec

LE SAVOIR POUR NOURRIR LE MONDE

**GUIDE DE BONNES PRATIQUES
VISANT À RÉDUIRE L'UTILISATION ET LES RISQUES DES INSECTICIDES
DE LA FAMILLE DES NÉONICOTINOÏDES DANS LA CULTURE DE POMMES DE TERRE**

Le 25 février 2019

Partenariat

Le comité « pesticides » de l'Ordre des agronomes du Québec (Ordre) 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, Ordre

Équipe de rédaction

Marie-Pascal Beaudoin, agr., conseillère en horticulture et en agriculture biologique, MAPAQ

Luc Bérubé, agr., conseiller en pommes de terre et en agroenvironnement, Groupe Pousse-Vert

Luc Bourgeois, Ph.D., directeur technique et scientifique, Bayer Crop Science Inc.

Katia Colton-Gagnon, agr., M.Sc., coordonnatrice en phytoprotection, Union des producteurs agricoles

Jean Durand, agr., gestionnaire des comptes commerciaux, Syngenta

Chantal Foulds, agr., M.Sc., conseillère appui, Union des producteurs agricoles

François Labrie, agr., conseiller agronomique, La Coop Fédérée

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

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

Janique Lemieux, agr., conseillère scientifique, direction des matières dangereuses et des pesticides du MELCC

Guy Roy, agr., expert horticole, Synagri

Patrice Thibault, agr., conseiller et avertisseur du réseau d'avertissements phytosanitaire dans la pomme de terre

Chantal Veilleux, agr., experte horticole, Corteva, Division agricole DowDuPont

Table des matières

INTRODUCTION ET OBJECTIFS DU GUIDE	1
1. Mise en contexte	1
2. Appliquer la démarche professionnelle et les étapes menant à une recommandation en phytoprotection	3
3. Produits phytosanitaires de remplacement et méthodes alternatives aux insecticides	5
3.1 Diagnostic phytosanitaire et limite du dépistage	5
3.2 Produits phytosanitaires de remplacement	6
3.3 Méthodes alternatives aux insecticides	6
4. Bonnes pratiques concernant l'utilisation des néonicotinoïdes	8
4.1 Déterminer le niveau de pression des ravageurs	8
4.2 Effectuer le dépistage des ravageurs	9
4.3 Gérer la résistance des insectes aux insecticides	10
4.4 Élaborer un plan de phytoprotection	10
4.5 Utiliser les indices de risque des pesticides pour l'environnement et pour la santé	11
5. Méthodes et moments d'application des néonicotinoïdes	11
5.1 Traitement du planton	12
5.2 Traitement dans le sillon	12
5.3 Traitement sur le feuillage	13
5.4 Moments d'application	13
5.5 Stratégies d'intervention pour réduire l'utilisation et les risques associés aux néonicotinoïdes	14
Principaux points de réflexion pour établir une stratégie d'intervention réduisant l'utilisation et les risques associés aux néonicotinoïdes	15
6. La gestion de la résistance aux insecticides du groupe 4	16
7. Les bonnes pratiques générales	18
7.1 Recommander l'entretien et le réglage du pulvérisateur et des autres équipements	18
7.2 Recommander le port d'équipement de protection individuelle	19
7.3 Protéger les utilisateurs de traitements de semences en milieu clos et assurer une gestion sécuritaire des eaux de lavage	19
7.4 Respecter les conditions et restrictions des étiquettes des néonicotinoïdes	20
8. Les pratiques culturales et de conservation des sols	21

8.1	Principales formes dégradation de sols en culture de pommes de terre	21
8.2	Méthodes culturales et de conservation des sols bénéfiques	22
	RÉFÉRENCES	26
	ANNEXE I	28
	Description des principaux insectes de la pomme de terre	28
	Altise de la pomme de terre - Potato flea beetle	31
	<i>Epitrix cucumeris</i> (Harris)	31
	Ordre/Famille : Coleoptera/Chrysomelidae	31

INTRODUCTION ET OBJECTIFS DU GUIDE

Ce guide s'adresse aux agronomes qui offrent des services-conseils en phytoprotection aux producteurs de pommes de terre. Il ne concerne que des insecticides de la famille des néonicotinoïdes (imidaclopride, clothianidine, thiaméthoxame) utilisés dans cette culture. Ces pesticides font partie du groupe de résistance 4. Les néonicotinoïdes sont utilisés pour contrôler la population du doryphore et d'autres insectes secondaires. L'annexe 1 du guide présente la description des principaux insectes ravageurs de la pomme de terre.

Le guide propose de bonnes pratiques dans la gestion des insectes dans la pomme de terre, notamment pour :

- diversifier les moyens de lutte pour contrôler les insectes;
- réduire les risques sur la santé et l'environnement associés à l'utilisation des néonicotinoïdes;
- gérer l'évolution de la résistance des insectes aux insecticides du groupe 4.

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

1. Mise en contexte

Réévaluation des insecticides de la famille des néonicotinoïdes par l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA)

Dans le cadre du programme de réévaluation de l'ARLA de Santé Canada, des pesticides sont réévalués pour s'assurer qu'ils respectent les normes en vigueur en matière de santé et d'environnement. Les insecticides de la famille des néonicotinoïdes (imidaclopride, clothianidine, thiaméthoxame) sont visés par ce programme. En effet, certains risques pour l'environnement identifiés aux projets de réévaluation des trois néonicotinoïdes pourraient conduire à de nouvelles normes, telles que l'abandon graduel de certaines utilisations en milieu agricole ou l'ajout de mesures d'atténuation des risques.

L'agronome peut consulter les échéanciers des travaux de l'ARLA en utilisant l'hyperlien suivant :

<https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/securite-produits-consommation/rapports-publications/pesticides-lutte-antiparasitaire/fiches-renseignements-autres-ressources/concernant-pesticides-classe-neonicotinoïdes.html>

Présence de pesticides dans l'eau au Québec en zone de pommes de terre

Le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) échantillonne annuellement des cours d'eau des régions agricoles du Québec pour y vérifier la présence de pesticides. Les suivis démontrent que l'utilisation des pesticides dans la culture de pommes de terre participe de manière non négligeable à la contamination des cours d'eau. Par exemple, les concentrations de néonicotinoïdes dépassent les critères de qualité de l'eau établis pour la protection des espèces aquatiques. Tous les échantillons prélevés présentent des concentrations de thiaméthoxame qui dépassent le critère de qualité de l'eau, alors que les concentrations de clothianidine et d'imidaclopride dépassent le critère dans 96 % à 100 % des échantillons (GIROUX, 2014 et GIROUX, 2018, communication personnelle).

Par ailleurs, la culture de pommes de terre s'effectue souvent dans des sols sableux. Or, cette texture de sol est perméable à l'infiltration des pesticides qui peuvent ainsi être facilement transportés de la surface du sol vers les plans d'eau ou vers la nappe d'eau souterraine. Pour cette raison, le MELCC mène de façon ponctuelle des campagnes d'échantillonnage de l'eau des puits des producteurs de pommes de terre et de leurs voisins. Les néonicotinoïdes appliqués sur les plantons ou dans le sillon se retrouvent directement dans les sols. Par conséquent, l'absence de bonnes pratiques (voir les sections 7 et 8), accroît les risques de contamination des sources d'eau souterraine et de surface (Giroux, 2014). Les applications foliaires peuvent contaminer les sols, mais également par dérive aérienne, ayant ainsi un impact important sur les humains, la flore et la faune environnante.

Les sources de contamination par des pesticides peuvent être diffuses (érosion, ruissellement, lessivage, écoulement préférentiel et dérive) et/ou ponctuelles (déversement accidentel). Elles doivent être considérées préalablement à l'utilisation des pesticides. La figure 1 illustre ces sources potentielles de contamination.

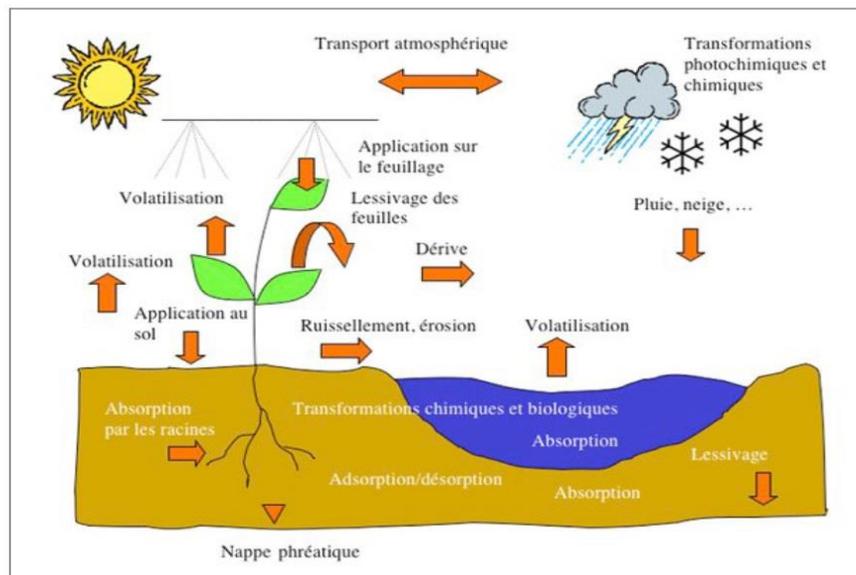


Figure 1 : Le devenir des pesticides dans l'environnement extérieur (image de Josée Fortin, Ph. D., professeure à l'Université Laval)

Pour des informations détaillées, consultez l'hyperlien suivant :

<https://www.mapaq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/ProtectionCultures/Troussepesticides/Fiche5.pdf>

Réglementation québécoise sur les pesticides

En février 2018, le MELCC apportait des modifications au *Règlement sur les permis et certificats pour la vente et l'utilisation des pesticides* et au *Code de gestion des pesticides*. De nouvelles règles doivent désormais être respectées lors de la vente et de l'utilisation des pesticides les plus à risque pour la santé et l'environnement.

Les pesticides visés incluent notamment la clothianidine, l'imidaclopride et le thiaméthoxame, trois néonicotinoïdes utilisés dans la culture de pommes de terre. Ainsi, l'application en champ à des fins agricoles de ces pesticides est interdite, à moins d'avoir obtenu au préalable une justification agronomique signée par un agronome.

Les travaux poursuivis par l'ARLA et les dépassements fréquents des critères de qualité de l'eau par les néonicotinoïdes dans l'eau au Québec renforcent les différents constats scientifiques qui sont la base des modifications réglementaires sur les pesticides du MELCC.

Des informations sont disponibles concernant le bilan des ventes des pesticides au Québec, ainsi que les impacts des pesticides sur la qualité de l'eau en utilisant l'hyperlien suivant :

<http://www.environnement.gouv.qc.ca/pesticides/pesti-guide.htm>

2. Appliquer la démarche professionnelle et les étapes menant à une recommandation en phytoprotection

Le contenu de cette section est tiré de l'annexe 2 de la *Grille de référence de l'Ordre des agronomes du Québec sur l'élaboration d'un plan de phytoprotection ou d'une recommandation ponctuelle*.

Cette section résume les principales étapes et les principaux éléments 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

- Rencontrer le client.
- Rédiger un mandat clair.

Étape 2 : analyser l'historique des données de l'entreprise agricole

Collecter et analyser les données relatives à la phytoprotection et aux régies des sols et des cultures.

- Consulter le dossier en phytoprotection et le registre des interventions phytosanitaires.

- Analyser l'historique des données de dépistage des ennemis des cultures.
- Considérer la problématique de résistance aux ennemis des cultures aux pesticides.
- Considérer les régies des sols (ex. : travail du sol, gestion des résidus) et des cultures (ex. : rotation des cultures (précédente et subséquente), cultures de couverture, bande riveraine).

Étape 3 : effectuer un diagnostic phytosanitaire des parcelles concernées

- a) Identifier les zones tampons et les zones sensibles (ex. : puits d'eau, cours d'eau) et les facteurs à risque environnemental (ex. : absence d'une bande riveraine, pente abrupte, sol érodé, sol sableux).
- b) Identifier les problèmes phytosanitaires d'ordre biotique et abiotique.
- c) Identifier les caractéristiques agronomiques de la parcelle (ex. : texture de sol, % de matière organique).
- d) Consulter les bulletins du réseau d'avertissements phytosanitaires sur la pomme de terre.
- e) Visiter les parcelles pour dépister les ennemis des cultures :
 - identifier les ennemis des cultures;
 - évaluer la situation globale de la parcelle et déterminer le niveau de pression des insectes;
 - utiliser les protocoles de dépistage et les seuils d'intervention, lorsque disponibles;
 - consulter les documents de référence ou des professionnels experts dans le domaine;
 - documenter les observations de dépistage et les classer dans le dossier en phytoprotection du client.
- f) Considérer l'environnement externe de l'entreprise agricole (ex. : la présence d'autres producteurs de pommes de terre à proximité, la région agricole).

Étape 4 : analyser les différentes options d'intervention sur la base du concept de la lutte intégrée

- Identifier les stratégies en phytoprotection du producteur agricole.
- Établir une stratégie de rotation des groupes et des modes d'action des pesticides pour éviter la résistance des ennemis des cultures.
- Analyser les différentes options pour contrôler les ennemis des cultures dépistés et qui nécessitent une intervention.
- Proposer des méthodes de lutttes alternatives à l'emploi des pesticides (lutte mécanique et différentes régies des cultures).
- Considérer les indices de risque pour l'environnement et la santé. L'outil « SAgE pesticides » permet de déterminer les indices de risque des pesticides et de sélectionner le traitement.
- Choisir et recommander une intervention phytosanitaire efficace pour assurer un bon contrôle des insectes.

Étape 5 : diagnostic environnemental associé au contenu de l'étiquette d'un pesticide

À la suite de l'analyse des interventions possibles, si un pesticide est recommandé par l'agronome pour contrôler l'ennemi de la culture, l'agronome doit effectuer un diagnostic environnemental en considérant les informations précisées sur l'étiquette du produit. Au-delà du mode d'emploi du pesticide à respecter, l'agronome doit considérer les restrictions relatives à son utilisation afin de limiter notamment les pertes du pesticide par les phénomènes de lessivage, de ruissellement et de dérive.

À titre d'exemple, il peut s'agir des facteurs suivants :

- la texture de sol;
- le pourcentage de matière organique;
- la pente de la parcelle;
- les distances d'éloignement de la zone tampon;
- les conditions météorologiques.

Il est possible de consulter les étiquettes des pesticides en utilisant l'hyperlien suivant :

<http://pr-rp.hc-sc.gc.ca/lr-re/index-fra.php>

L'agronome doit sensibiliser et informer le producteur agricole sur les risques potentiels de lessivage, de ruissellement et de dérive du pesticide dans les zones à risque environnemental (ex. : puits, plans d'eau). Pour ce faire, il doit passer en revue les éléments de la section 2.3 de la *Grille de référence de l'Ordre des agronomes du Québec sur l'élaboration d'un plan de phytoprotection ou d'une recommandation ponctuelle* avec le producteur agricole et la personne responsable des applications des produits phytosanitaires.

Étapes 6 : recommandation finale et 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'Ordre des agronomes du Québec 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.

3. Produits phytosanitaires de remplacement et méthodes alternatives aux insecticides

3.1 Diagnostic phytosanitaire et limite du dépistage

Dans la lutte au doryphore, plusieurs moyens de lutte peuvent être envisagés. Actuellement, les néonicotinoïdes sont sans contredit l'outil le plus utilisé dans le contrôle des populations

d'insectes nuisibles. Malgré cela, il est important de poser le meilleur diagnostic possible sur chaque entreprise. Dans une vision à moyen et long terme, la lutte au doryphore ne peut pas reposer simplement sur les insecticides du groupe 4. Il est primordial dans une approche de gestion intégrée des ennemis des cultures et dans la prévention de l'apparition de la résistance, de mettre l'emphase sur d'autres moyens de lutte ou encore la combinaison de plusieurs moyens de contrôle.

C'est à l'aide d'un diagnostic phytosanitaire qu'il est possible d'identifier d'autres interventions que les néonicotinoïdes et qu'il est souhaitable de les intégrer dans la gestion d'une entreprise. Dans la réalisation du diagnostic, il faudra bien évaluer l'entreprise et l'environnement dans lequel elle évolue et non seulement se baser sur les informations recueillies lors du dépistage. En effet, certaines méthodes alternatives seront fortement influencées par le contexte global dans lequel se retrouve l'entreprise.

Le développement des drones provoque un engouement certain pour ces objets technologiques. D'abord utilisés pour le dépistage, bien des essais sont menés avec des drones spécialisés pour vérifier la possibilité d'interventions localisées avec des pesticides ou des insectes prédateurs.

3.2 Produits phytosanitaires de remplacement

Le premier outil en gestion intégrée des ennemis des cultures, dans la prévention de l'apparition de la résistance et dans la diminution de l'utilisation des néonicotinoïdes est l'utilisation de méthodes alternatives et d'insecticides ayant d'autres modes d'action. La section présente les bonnes pratiques culturales pour la bonne gestion de la résistance des insectes aux insecticides du groupe 4.

Il est important de consulter SAgE pesticides et les communiqués du Réseau d'avertissements phytosanitaires dans la pomme de terre, car on y retrouve des informations sur la lutte aux ennemis des cultures incluant les produits phytosanitaires homologués dans la pomme de terre.

<https://www.sagepesticides.gc.ca/>

<https://www.agrireseau.net/rap>

3.3 Méthodes alternatives aux insecticides

Voici un survol de différents moyens de lutte possibles au doryphore. Il faut noter que certains d'entre eux ne peuvent s'appliquer à toutes les entreprises, en raison de leur coût et des limites techniques. De plus, certains peuvent être utilisés en combinaison pour accroître leur efficacité. Cela renforce l'importance de réaliser le meilleur diagnostic possible.

➤ Pesticides biologiques

Il existe des pesticides biologiques homologués contre le doryphore de la pomme de terre. Le *bacillus thuringiensis (Bt)* et le *spinosad* sont les deux matières actives de ces produits phytosanitaires. Dans le cas du *Bt*, sa disponibilité actuelle est souvent déficiente.

Malheureusement, cela expose les producteurs biologiques au développement de la résistance, car ces derniers se tournent vers le *spinosad* et risquent de l'utiliser à outrance.

Dans le cas du *Bt*, la période d'application est très importante pour maximiser son efficacité. Le dépistage doit être rigoureux et intensif.

➤ **Lutte mécanique**

Dans la lutte au doryphore, diverses méthodes « mécaniques » ont été développées avec le temps. Certaines sont efficaces, mais souvent elles représentent des limites relatives à la capacité de superficie traitée ou aux coûts importants de l'opération. Les deux techniques qui sont les plus connues sont le brûlage thermique et l'aspiration ou la soufflerie.

Le brûlage thermique consiste à effectuer le passage d'un système de brûleurs près des insectes. Le brûlage cause la mort des insectes ou des masses d'oeufs par la hausse subite de la température dans un très court laps de temps pour ne pas affecter les plants. Cette technique représente des coûts importants (propane) et ne peut être utilisée qu'en début de saison, alors que les plants sont relativement petits.

L'aspirateur est un appareil qui ramasse les insectes par un courant d'air qui les aspirent. L'appareil provoque la chute des insectes du feuillage : ceux-ci tombent dans des « plateaux » à partir desquels ils sont aspirés. L'appareil peut être passé à tous les stades dès que les plants sont suffisamment développés. La limite de la méthode est la capacité en surface couverte de l'appareil.

Les équipements de contrôle pneumatique et de ramassage d'insectes (ex. : bio-collector) sont aussi des techniques mécaniques en développement.

➤ **Pièges fosses**

Les pièges fosses consistent à faire des sillons en bordure des champs et qui sont recouverts d'une pellicule de plastique noire. Au printemps, ces pièges vont capter les doryphores qui migreront entre deux champs ou deux zones. La technique est efficace contre les adultes qui migrent par la voie terrestre. Cependant, elle ne sera d'aucune efficacité contre les adultes qui voleront. La technique peut être intéressante pour un producteur qui est isolé et qui peut faire des rotations en bloc.

➤ **Rotation en bloc**

La rotation en bloc consiste à concentrer les parcelles en pommes de terre d'une entreprise dans une zone « restreinte ». C'est-à-dire que l'on va éviter de répartir un peu partout les champs en pommes de terre. La technique veut, de cette façon, éloigner d'une année à l'autre les champs qui sont en pommes de terre et donc rendre plus difficile la migration des doryphores. Il est évident que cette technique n'est d'aucune utilité dans une région où il y a un grand nombre de

producteurs de pommes de terre situés à proximité l'un et l'autre. Dans ce cas, sans la collaboration entre les producteurs, les efforts de la rotation en bloc seront vains.

La technique peut être combinée avec les pièges fosses et les traitements de bordure.

➤ **Traitements de bordure**

Le traitement de bordure, pour un certain nombre de rangs, consiste en l'application localisée en bordure des parcelles d'un insecticide au sillon. Ce traitement agira comme une culture piège qui intercepte les doryphores adultes au printemps lors de leur migration. La technique permet de diminuer la quantité d'insecticide appliquée à la plantation. Des traitements foliaires de bordures peuvent aussi être une option dans certaines situations.

➤ **Culture génétiquement modifiée (OGM)**

Au Canada, il existe trois variétés homologuées de pommes de terre modifiées génétiquement qui sécrètent la toxine du *Bt* dans leur feuillage. Ces variétés OGM sont un outil efficace, mais, qui en raison des réticences des consommateurs, ne sont pas actuellement utilisées par les producteurs du Québec.

➤ **Gestion des volontaires**

Les champs en rotation sont une source de maintien des populations de doryphores. En effet, les plants qui repoussent dans un champ en rotation sont un excellent refuge pour les insectes. Il est primordial que la lutte à ces volontaires soit réalisée.

4. Bonnes pratiques concernant l'utilisation des néonicotinoïdes

4.1 Déterminer le niveau de pression des ravageurs

La première étape dans la lutte d'un ravageur est de bien connaître son cycle, son mode de reproduction, ses habitudes et, de surcroît, les seuils de dommage et d'intervention à utiliser. Le seuil de dommage est le point où il y a suffisamment de dommage à la culture qui cause des pertes de rendement économique inacceptables et qui justifie un traitement pour contrôler les ravageurs. Le seuil économique d'intervention est le moment où il faut intervenir pour ne pas atteindre le seuil de dommage.

Au niveau du doryphore, quelques seuils d'intervention existent, mais tous datent de plusieurs années et aucun d'eux n'a été validé récemment dans les conditions du Québec. Il devient difficile de dicter un seuil d'intervention fiable et les risques d'erreurs sont ainsi élevés. Dans le cas du doryphore, il est important de déterminer le niveau de pression pour orienter nos actions dans la lutte de cet insecte.

Le niveau de pression de l'insecte dans un champ doit être évalué par le dépistage et corroboré par un historique de données de l'entreprise.

On peut diviser les niveaux de pression de la manière suivante :

➤ **Pression légère**

La pression légère présente des populations très faibles de doryphores. Au printemps, la pression est assez faible pour permettre une sortie sans encombre des plants de pommes de terre. Durant la saison, on observera des individus de façon parsemée dans les champs avec une défoliation légère des plants.

➤ **Pression modérée**

On considère une pression modérée lorsque la levée des plants au printemps est ralentie. On retrouvera sur l'ensemble du champ des individus et les dommages de défoliation seront facilement identifiables.

➤ **Pression élevée**

Dans plusieurs cas, on va observer des pressions élevées. Dans ces cas, la sortie de terre des plants, au printemps, est compromise. On observera des niveaux de défoliation importants, voire même complets.

La détermination du niveau de pression de l'insecte est primordiale dans l'établissement d'une stratégie de lutte efficace basée sur l'utilisation des différents moyens de lutte.

Le niveau de pression donnera aussi beaucoup d'indications sur les risques d'apparition de la résistance des insectes aux insecticides. Une pression élevée provoquera souvent une plus forte utilisation d'insecticides et une mauvaise gestion de ceux-ci augmente les risques de développer la résistance.

Lorsque des applications foliaires sont envisagées, il est important d'effectuer les traitements au bon moment. De façon générale, les larves de premiers stades seront plus sensibles à un pesticide que les adultes. Le dépistage doit être régulier afin de permettre la meilleure période d'application des insecticides.

Dans tous les cas, il ne faut jamais oublier que toute intervention doit être suivie d'une évaluation de son efficacité. Il est important d'identifier les causes d'insuccès d'un traitement pour éviter de répéter les erreurs. Le suivi permettra aussi de mettre à jour la stratégie de lutte sur l'entreprise.

4.2 Effectuer le dépistage des ravageurs

Le dépistage de la culture est une étape importante afin de réduire les risques et l'utilisation des pesticides, dont les néonicotinoïdes. Un suivi régulier des ravageurs dans tous les champs doit être réalisé pour bien documenter la problématique. La fréquence du dépistage peut varier selon le développement du ravageur.

Le dépistage de la culture de pommes de terre inclus aussi la recherche et l'identification d'autres insectes de la culture. Dans le cas de certains d'entre eux, le dépistage peut être appuyé par l'utilisation de pièges permettant une identification plus rapide et facile des individus. Par exemple, l'utilisation de pièges collants jaunes permet de capturer des insectes comme les pucerons et les cicadelles.

Lors du dépistage, différents insectes secondaires peuvent être observés. Ceux-ci doivent aussi faire partie du plan d'intervention phytosanitaire de l'entreprise, puisque certains traitements, entre autres, permettent le contrôle de plus d'un ravageur. Par exemple, un traitement au planton d'un insecticide du groupe 4 peut contrôler le doryphore et le puceron à la fois.

Les principaux insectes ravageurs secondaires sont (voir l'annexe 1) :

- altises;
- cicadelles;
- pucerons.

4.3 Gérer la résistance des insectes aux insecticides

La gestion de la résistance est un enjeu majeur dans la lutte au doryphore. Elle doit être au cœur de la stratégie phytosanitaire de chaque entreprise. La gestion de la résistance du doryphore est sans aucun doute un point majeur, mais en aucun temps il ne faut oublier que la lutte aux ennemis secondaires fait aussi partie de la gestion de la résistance. La section 6 du présent document en fait déjà état.

4.4 Élaborer un plan de phytoprotection

Faisant suite à la bonne évaluation de la situation de l'entreprise, de ses méthodes de lutte, de sa situation géographique, il est recommandé d'élaborer un plan de phytoprotection adapté à chaque entreprise. Ce dernier doit se baser sur les données historiques et les observations recensées, les problématiques récurrentes et actuelles, les niveaux de pression des ravageurs et inclure différentes stratégies de lutte disponibles et celles à privilégier.

Après avoir identifié le ou les niveaux de pression des ravageurs dans les champs de l'entreprise, il faut situer celle-ci dans son contexte géographique. Par exemple, une entreprise peut effectuer des rotations en bloc pour diminuer la pression du doryphore, mais ces voisins peuvent faire tout le contraire et influencer négativement la bonne pratique instaurée par la première.

Par ailleurs, il faut identifier les méthodes de lutte à la portée de l'entreprise et les conditions dans lesquelles elles seront efficaces. La stratégie doit tenir compte de plusieurs facteurs et méthodes de lutte. Les différentes étapes de la lutte intégrée doivent faire partie intégrante de la démarche. Le plan doit présenter les interventions planifiées sur l'entreprise. Les recommandations devraient toucher certains aspects, notamment :

- les seuils, les stades et les moments visés;

- les produits phytosanitaires recommandés et leur dosage;
- la quantité de bouillie à utiliser;
- les restrictions retrouvées sur les étiquettes;
- la gestion de la résistance;
- les indices de risque pour l'environnement (IRE) et pour la santé (IRS) des différents traitements.

Le plan de phytoprotection devrait inclure une stratégie de suivi et une mise à jour annuelle. Pour ce faire, le registre des interventions et des pesticides est primordial. Combiné avec les observations du dépistage, il permet de réaliser l'analyse des résultats observés dans le suivi. De cette façon, la mise à jour du plan phytoprotection est optimale et permet l'atteinte des objectifs dans la lutte au doryphore tout en visant à optimiser l'utilisation des pesticides dans la pomme de terre.

4.5 Utiliser les indices de risque des pesticides pour l'environnement et pour la santé

La production de pommes de terre pose tout un défi dans la rationalisation des impacts des pesticides dans le milieu agricole. La présence de ravageurs et de maladies importants, tels le doryphore et le mildiou, provoque une utilisation élevée de pesticides.

Le suivi des indices de risque pour l'environnement et pour la santé (IRE et IRS) est un outil de sensibilisation auprès des producteurs et d'intervenants. Dans le cas de la production de pommes de terre, plusieurs traitements sont possibles. Cela permet de réaliser des choix dans la réalisation du plan de phytoprotection. Pour éviter des produits phytosanitaires de remplacement ayant des indices de risque plus élevé, le suivi du cumul des IRE et IRS est fortement recommandé. Il permet de situer les choix dans l'entreprise dans le temps et leur impact sur la stratégie de rationalisation des pesticides.

<https://www.sagepesticides.gc.ca/>

5. Méthodes et moments d'application des néonicotinoïdes

L'utilisation des néonicotinoïdes dans la culture de pommes de terre date déjà de plusieurs années. L'imidaclopride a été homologué pour la première fois en 1995 au Canada. Les néonicotinoïdes, qui appartiennent au groupe 4, procurent encore aujourd'hui une bonne suppression¹ contre certains insectes piqueurs et/ou broyeurs de la pomme de terre. Certains procurent même une bonne suppression contre les vers fil-de-fer. Cette section présente les trois méthodes d'application des néonicotinoïdes dans les pommes de terre, soit les traitements du planton, dans le sillon et sur le feuillage.

¹ Tel que défini par l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA), l'allégation de « suppression » pour un insecticide fait référence au niveau le plus élevé d'efficacité. Il peut être acceptable de formuler une allégation de moindre portée, par « répression ».

On estime approximativement la répartition suivante des traitements de néonicotinoïdes dans la pomme de terre: 45 % au planton, 45 % dans le sillon et 10 % au feuillage.

5.1 Traitement du planton

Le traitement du planton est appliqué à l'intérieur d'un bâtiment avec un applicateur spécialisé. Il permet au producteur de pommes de terre de gagner du temps lors de la plantation, comparativement à l'application dans le sillon, car il n'y a pas de remplissage à faire du réservoir au champ. Ces insecticides sont systémiques et ils doivent être appliqués partout autour du planton pour en favoriser l'uniformité de la dose du produit par planton. Les insectes visés par cette méthode de traitement sont les doryphores, les vers fil-de-fer, les pucerons, les altises et les cicadelles.

En général, on peut dire que le principal inconvénient de l'application d'un insecticide sur les plantons est l'exposition des travailleurs qui manipulent la semence de pommes de terre traitée avant qu'elle soit enfouie dans le sillon. Des mesures de sécurité importantes doivent être prises, dont un équipement de protection individuelle (voir la section 7.7) qui respecte les indications de l'étiquette, pour minimiser les possibilités d'exposition directes ou indirectes chez le travailleur.

Pour certaines variétés de pommes de terre, requérant une masse de semences moindre par unité de surface, cette méthode peut dans certains cas diminuer les quantités d'insecticides utilisés à l'hectare, étant donné que la dose du produit est basée sur une quantité de semences plutôt qu'une superficie. La Russet Burbank en est un bel exemple. Ainsi, selon la variété choisie, le recours à cette méthode peut être favorisé.

Il est à noter que dans certains cas, la masseensemencée de plantons à l'hectare peut être importante. Par exemple, pour une production de semence qui demande des plantons de gros calibre et une faible distance d'écartement sur le rang. Aussi, bien que l'espacement entre les rangs soit de 91 cm en général, des espacements plus restreints peuvent être recommandés dans certains cas (<91 cm). Pour toutes ces situations, le producteur et son conseiller doivent s'assurer de ne jamais dépasser la quantité maximale d'insecticide ou d'ingrédient actif à l'hectare permise annuellement, telle qu'indiquée sur l'étiquette.

5.2 Traitement dans le sillon

Le traitement des plantons de pommes de terre dans le sillon nécessite un équipement spécialisé. Ce dernier, installé sur le planteur de pommes de terre, est composé d'un réservoir qui contient l'insecticide dilué dans l'eau, d'une petite pompe et de jets applicateurs. L'insecticide doit aller directement sur les plantons, pour un effet maximal, après que les disques du planteur aient entrouvert un sillon dans le sol. L'insecticide est alors appliqué en même temps que l'engrais granulaire de synthèse.

Bien que cette méthode exige plus de temps de préparation lors de la plantation, elle diminue les possibilités d'exposition chez le travailleur. Cette méthode a pour avantage d'obtenir une

application d'insecticide plus uniforme sur la surface du champ, mais pas nécessairement concentré dans la zone de croissance des plantes.

Les possibilités de résistance des insectes aux insecticides sont moindres comparativement au traitement des plantons qui présente bien souvent des quantités non uniformes de pesticides appliqués. Toutefois, le traitement dans le sillon est plus sujet aux pertes de matière active par lessivage par rapport au traitement du planton, puisque l'application est faite directement sur un sol à nu.

La quantité de bouillie doit être de 100 litres à l'hectare. Une quantité moindre peut occasionner une mauvaise application. La poussière engendrée par la machinerie peut causer l'obstruction des buses si la dose et la pression d'application de la bouillie sont trop faibles. Il est important de suivre la recommandation d'application appropriée pour l'équipement utilisé.

5.3 Traitement sur le feuillage

Le traitement foliaire ne requière pas d'équipement spécialisé si ce n'est qu'un pulvérisateur conventionnel utilisé pour les applications de fongicides ou d'herbicides dans les pommes de terre.

Les insecticides foliaires doivent être appliqués avec suffisamment d'eau et de pression pour assurer une couverture complète du feuillage pour un effet optimal. Il faut cependant éviter d'appliquer l'insecticide lorsque de fortes pluies sont prévues.

L'application des néonicotinoïdes sur le feuillage nécessite un suivi au champ plus serré pour dépister les insectes. Considérant que ces produits sont photodégradables et peu systémiques, il est important de déterminer le bon moment du traitement. Dans le cadre d'une gestion intégrée des insectes nuisibles et de l'utilisation de traitements sur le feuillage, la quantité totale de matière active à l'hectare peut être inférieure annuellement. Le traitement sur le feuillage est préconisé dans les zones où la pression d'insectes est légère ou modérée.

Concernant la gestion de la résistance spécifiquement aux insecticides du groupe 4 qui sont appliqués sur le planton ou au sillon, et comme il est mentionné dans la section 6 de ce document, il n'est pas recommandé d'utiliser des produits du groupe 4 en application foliaire lors de la même saison de la culture. Cela est particulièrement vrai pour la lutte contre le doryphore de la pomme de terre.

5.4 Moments d'application

Le choix du moment d'application doit être fait en prenant compte les informations à jour du dépistage en les combinant au diagnostic phytosanitaire global de l'entreprise. Il y aura des cas où le traitement à la plantation sera suffisant pour maintenir la population des insectes sous le seuil de dommage. Par contre, il y aura des situations où il sera nécessaire de faire des traitements foliaires, en s'assurant toutefois de gérer la résistance des insectes aux insecticides.

Aussi, il sera nécessaire de traiter à la suite d'une intervention à la plantation lorsque l'efficacité des traitements de printemps n'est pas suffisante ou, suivant les résultats du dépistage, lorsque la population d'insectes est suffisante pour créer des dommages économiques à la culture. Dans les cas où la pression des insectes est légère, il est pertinent de privilégier les traitements foliaires. On pourra ainsi mieux cibler nos interventions et les réaliser que lorsque nécessaires.

Dans tous les cas, les applications des traitements foliaires doivent permettre d'atteindre les insectes. La pulvérisation doit être efficace et les volumes de bouillie appliqués doivent être conformes aux directives des étiquettes des produits. En terminant, tout traitement doit faire partie d'une bonne gestion des modes d'action des insecticides pour permettre d'éviter l'apparition de la résistance, du moins, la retarder au maximum.

5.5 Stratégies d'intervention pour réduire l'utilisation et les risques associés aux néonicotinoïdes

La figure à la page suivante présente les principaux points de réflexion que l'agronome doit considérer pour établir une stratégie d'intervention réduisant l'utilisation et les risques associés aux néonicotinoïdes.

Principaux points de réflexion pour établir une stratégie d'intervention réduisant l'utilisation et les risques associés aux néonicotinoïdes

Quel est le niveau de pression du doryphore et du risque des insectes secondaires?

Élevée

Légère - modérée

1. Recommander le traitement au planton ou au sillon
2. Recommander des pesticides à moindre risque selon le ravageur visé
3. Considérer les différents groupes et modes d'action des pesticides pour éviter la résistance des ennemis des cultures
4. Respecter l'étiquette du pesticide pour établir la recommandation
5. Effectuer un dépistage régulier pour suivre l'évolution de la problématique des ravageurs, tout au long de la saison
6. Recommander une rotation des cultures de longue durée (3 ans)
7. Suivre l'efficacité du traitement

Évaluer si un 2^e
traitement est requis

1. Effectuer un dépistage régulier pour suivre l'évolution de la problématique des ravageurs, tout au long de la saison
2. Éviter la recommandation de plus d'une application de néonicotinoïdes au cours de la même saison de culture
3. Favoriser l'alternance de différents groupes et modes d'action des pesticides pour éviter la résistance des ennemis des cultures
4. Bien cibler le moment d'application
5. Suivre l'efficacité du traitement

1. Effectuer un dépistage régulier pour suivre l'évolution de la problématique des ravageurs, tout au long de la saison
2. Faire l'essai de méthodes alternatives aux pesticides
3. Recommander un traitement foliaire
4. Respecter l'étiquette du pesticide pour établir la recommandation
5. Recommander des pesticides à moindre risque selon le ravageur présent
6. Considérer les différents groupes et modes d'action des pesticides pour éviter la résistance des ennemis des cultures
7. Recommander l'application de pesticides de manière localisée lorsque possible
8. Recommander une rotation des cultures de longue durée (3 ans)
9. Bien cibler le moment d'application
10. Suivre l'efficacité du traitement

Évaluer si un 2^e
traitement est requis

1. Effectuer un dépistage régulier pour suivre l'évolution de la problématique des ravageurs, tout au long de la saison
2. Éviter la recommandation de plus d'une application de néonicotinoïdes au cours de la même saison de culture, en alternant avec d'autres groupes de pesticides
3. Favoriser l'alternance de différents groupes et modes d'action des pesticides pour éviter la résistance des ennemis des cultures
4. Bien cibler le moment d'application
5. Suivre l'efficacité du traitement

6. La gestion de la résistance aux insecticides du groupe 4

À ce jour, le doryphore est le seul insecte résistant à certains insecticides du groupe 4 au Canada, dont l'imidaclopride. Cependant, il faut noter que pour le doryphore la sélection de population résistante à l'imidaclopride a pris une dizaine d'années alors que pour plusieurs autres groupes d'insecticide cette évolution a pris seulement une ou deux saisons d'utilisation. Bien que le doryphore résiste à l'imidaclopride, les autres néonicotinoïdes comme le clothianidine et le thiaméthoxame restent efficaces dans la plupart des cas. Pour cette raison, la vigilance et l'utilisation judicieuse de ces produits sont primordiales pour maintenir le contrôle des doryphores dans la pomme de terre.

Le doryphore a la particularité de s'adapter très rapidement aux insecticides et autres moyens de lutte (http://potatobeetle.org/AJPR_Review.html). En effet la résistance du doryphore est répertoriée à plus de cinquante matières actives (<https://www.pesticideresistance.org/>). La prédisposition des doryphores à la résistance est probablement liée aux facteurs suivants (http://potatobeetle.org/AJPR_Review.html) :

- les doryphores sont capables de détoxifier les glycoalkalïdes toxiques provenant de leur diète exclusive de feuilles de la pomme de terre, ce qui a favorisé cet insecte à avoir un métabolisme supérieur à bien d'autres insectes;
- les doryphores sont très prolifiques, ce qui accroît le taux d'apparition de mutation bénéfique (comme la résistance) et accroît la vitesse d'expansion des individus résistants dans la population;
- tous les stades de croissance du doryphore se retrouvent sur des plantes de la famille des solanacées (la majorité sont des cultures), ce qui limite la présence d'un réservoir génétique d'individus qui ne sont pas contrôlés par les insecticides ou autre moyen de lutte antiparasitaire.

Toutefois, le doryphore n'est pas le seul insecte ravageur de la pomme de terre et la stratégie de lutte mise en place pour les autres insectes doit s'adapter au programme de contrôle des doryphores pour freiner l'évolution de la résistance de ce dernier. Ainsi, l'utilisation des néonicotinoïdes pour le contrôle des autres insectes ravageurs dans la culture de la pomme de terre doit être évitée. L'IRAC (Insecticide Resistance Action Committee) a publié en 2014 un guide pratique pour enrayer la résistance des insectes aux produits du groupe 4. Ce guide (voir Group 4 IPM Guidelines) est régulièrement mis à jour et accessible sur Internet au :

https://www.irac-online.org/search/s=resistance+group+4/?s=resistance+group+4&search_nonce=93793f4f9a&_wp_http_referer=%2Fsearch%2Fresistance%2Bgroup%2B4&format=Guidelines&relevanssi=true&offset=0

Le guide offre une liste de pratiques culturales pour freiner l'évolution de la résistance des insectes aux produits phytosanitaires du groupe 4 :

1. Appliquer la dose d'insecticide recommandé sur l'étiquette : une dose réduite ou une dose variable à la suite d'une mauvaise uniformité de l'application peut favoriser la survie d'individus moins sensibles qui, en se croisant, engendrent des individus encore plus tolérants.

2. Rotation entre différents groupes d'insecticides : la rotation entre produits de différents modes d'action est efficace pour ralentir le processus de sélections d'individus résistants. Spécifiquement aux insecticides systémiques du groupe 4 qui sont appliqués sur le planton ou au sillon, il est impératif de ne pas utiliser des produits du groupe 4 en foliaire lors de la même saison de la culture afin de briser la pression de sélection.

3. Utiliser des produits efficaces contre l'insecte ciblé : il est primordial de maintenir un historique des produits utilisés en tenant à jour le registre d'utilisation de pesticides exigé par la réglementation sur les pesticides. À la suite des interventions phytosanitaires, la réussite du traitement pour chacun des pesticides utilisés devrait aussi être évaluée et notée afin de réduire ou éviter l'utilisation d'un pesticide si l'on remarque une baisse de contrôle par rapport à une utilisation antérieure dans des conditions similaires. D'autre part, il n'est pas recommandé d'utiliser un mélange de pesticides incluant un pesticide du groupe 4, si l'application d'un pesticide du groupe 4 a été réalisée au cours de la saison de culture.

4. Rotation entre les sous-groupes 4A, 4C et 4D : il est recommandé de faire des rotations de différentes familles de groupes. Dans le cas où il n'y a pas d'alternatives, une rotation entre produits de **sous-groupes différents est recommandable, s'il est suivi d'une évaluation rigoureuse de son efficacité.**

5. L'utilisation de mélanges : combiner plusieurs modes d'action seulement si chaque composant du mélange est efficace individuellement. Ne pas utiliser un mélange avec des insecticides du même groupe.

6. L'utilisation d'un insecticide du groupe 4 sur plusieurs insectes dans la même culture : le doryphore étant présent durant toute la saison, il est déconseillé d'utiliser plus d'une application d'un insecticide du groupe 4 par saison même si on vise un autre insecte que le doryphore. Il faut noter que l'application d'un produit du groupe 4 au planton ou dans le sillon offre dans la plupart des cas un contrôle de la plupart des ravageurs pour toute la saison. Cependant si l'insecte se développe et cause des ravages au cours de la saison, il est vivement recommandé d'utiliser un insecticide autre que du groupe 4.

7. Insectes ayant de multiples générations par saison : la pression de sélection est d'autant plus forte que l'insecte a plusieurs générations successives lors de la même saison. Pour le doryphore il y a généralement deux générations par saison et c'est pourquoi il est primordial de changer de méthode de contrôle entre la première et la deuxième génération.

8. Ne pas utiliser des insecticides du groupe 4 en foliaire si une baisse de contrôle a été observée lors d'une application antérieure : surtout ne pas suivre cette application avec un autre pesticide du même groupe.

9. Utilisation d'agents de contrôle sans mode d'action spécifique : si possible utilisez des pesticides comme des savons ou huiles pour les insectes secondaires, car il n'y a pas de produits de cette catégorie **pour le contrôle du doryphore**.

10. Complémenter le travail des organismes bénéfiques : éviter d'utiliser des produits ou des pratiques agricoles qui vont nuire aux organismes bénéfiques. Cependant, il y a très peu d'organismes naturels pour contrôler les doryphores.

11. Bonnes pratiques agricoles : la rotation des cultures, la plantation de cultures en dérobé pour attirer les insectes nuisibles afin de les contrôler avant de planter la culture commerciale, et la variation de la date de plantation sont quelques exemples de pratiques qui peuvent freiner l'évolution de la résistance.

12. Parcelles refuges : la présence de parcelles refuges peut aider à maintenir une banque génétique d'individus sensibles. Cependant, si l'infestation devient trop grande, la parcelle refuge peut aussi devenir un potentiel de réservoir de mutation (les mutations bénéfiques sont de l'ordre d'un individu par million). Il est donc important de gérer la population d'insectes de ces parcelles par des moyens non chimiques comme mécanique ou par brûlage.

13. La surveillance : une surveillance continue des ravageurs et une bonne planification des interventions phytosanitaires (choix et efficacité de pesticides) sont les outils essentiels pour observer les premiers signes de l'évolution d'une population d'insectes sensibles vers une population résistante.

14. Les équipements de pulvérisation : entretenir et calibrer régulièrement le pulvérisateur et autres équipements. Choisir les bonnes buses et vérifier leur performance.

7. Les bonnes pratiques générales

7.1 Recommander l'entretien et le réglage du pulvérisateur et des autres équipements

L'entretien et le réglage des équipements utilisés pour effectuer les traitements phytosanitaires sont souvent des opérations négligées. Par conséquent, cela affecte négativement l'efficacité des applications de traitements phytosanitaires. Il faut être en mesure de respecter les directives de l'étiquette, atteindre la cible et diminuer la contamination de l'environnement.

Le réglage du pulvérisateur, au minimum une fois l'an, est la première étape. Il permet de détecter la plupart des anomalies des équipements et aussi de valider si le taux d'application respecte la dose indiquée sur l'étiquette du produit phytosanitaire.

Le nettoyage des équipements souillés, tels que le pulvérisateur ou les équipements de traitement des plantons, doit être fait de sorte que les eaux de lavage ne contaminent pas l'environnement. Les aires de nettoyage et de rinçage doivent faire l'objet d'une analyse adéquate et des mesures de correction doivent être envisagées le cas échéant.

7.2 Recommander le port d'équipement de protection individuelle

Dans toutes les étapes d'intervention avec la présence de pesticides, il est important de recommander aux utilisateurs de pesticides de porter les équipements de protection individuelle (EPI). Malheureusement, les EPI sont souvent mal utilisés, mal adaptés et souvent 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. La fiche technique suivante présente les bonnes pratiques sécuritaires et les EPI recommandés :

<http://www.irsst.qc.ca/media/documents/PubIRSST/DS-1000.pdf?v=2018-11-16>

7.3 Protéger les utilisateurs de traitements de semences en milieu clos et assurer une gestion sécuritaire des eaux de lavage

Avant de débiter le traitement liquide, il est important de bien estimer le volume de semences, le débit dans le traiteur, les doses homologuées de fongicides et d'insecticides appliquées sur les semences et le nombre d'heures de travail. Si un contenant entier de traitement de semences est utilisé, il devra être rincé trois fois et incorporer l'eau usée dans le volume de solution d'eau et du produit phytosanitaire.

Il est important de suivre les bonnes pratiques lorsque l'appareil d'application doit être nettoyé en minimisant les résidus de bouillie. Il est recommandé de débrancher toute alimentation électrique avant le nettoyage. Durant cette opération, il faut s'assurer de la protection de l'utilisateur et des travailleurs sur place. Les travailleurs devraient porter des vêtements de protection appropriés pendant le nettoyage, incluant un masque respiratoire muni de cartouches, lunettes protectrices ou protecteur facial et des gants résistants aux produits chimiques.

Il est important de suivre les bonnes pratiques pour la gestion des eaux de rinçage lors du nettoyage du baril « traiteur » afin de minimiser la quantité d'eau générée. La mise en place d'un système de traitement des effluents phytosanitaires devrait également être préconisée. Les deux documents informatifs suivants sont pertinents pour gérer les eaux de rinçage adéquatement :

[La manipulation des pesticides et la gestion des contenants](#)

[Aire de rinçage d'équipement de pulvérisation et système de traitement des effluents phytosanitaires](#)

Le nettoyage du baril traiteur et ses composantes devrait se faire avec un minimum d'eau. Nettoyer les tubes d'alimentation avec l'eau tiède puis l'utilisation d'un nettoyant type Simple Green. Terminer le nettoyage avec un rinçage à l'eau claire. Inspecter la tuyauterie pour toute perte potentielle, usure et accumulation de produit séché. Remplacer les pièces brisées, percées telles que requises. Si nécessaire, une laveuse à pression, grattoirs peuvent être utilisés à une distance sécuritaire et les travailleurs portant les équipements de protection appropriés (impermeables).

En résumé, les étapes sont :

1. estimer le volume de semences pour évaluer la quantité du pesticide nécessaire pour le traitement des semences;
2. préparer la quantité de bouillie en fonction du nombre d'heures de travail disponibles pour réaliser la tâche;
3. s'assurer que l'utilisateur et les travailleurs sont protégés avec des équipements de protection individuelle appropriés;
4. appliquer le pesticide avec un équipement calibré et sécuritaire;
5. réutiliser l'eau de lavage dans le volume de bouillie et du produit phytosanitaire;
6. rincer trois fois l'appareil d'application, avec un minimum d'eau et nettoyer les tubes d'alimentation;
7. remplacer les pièces défectueuses;
8. récolter les eaux de rinçage et en disposer selon les règles de bonnes pratiques;
9. nettoyer les équipements de protection individuelle et le matériel servant à l'application des pesticides.

7.4 Respecter les conditions et restrictions des étiquettes des néonicotinoïdes

L'étiquette est un document légal auquel l'agronome est tenu de respecter lorsqu'il élabore une recommandation en phytoprotection. L'agronome doit donc bien maîtriser les contenus des étiquettes des néonicotinoïdes utilisés dans la pomme de terre, notamment les mesures de protection, les modes d'emploi et d'application (ex. : dose, intervalle entre les traitements), les autres restrictions indiquées et les stratégies d'intervention (ex. : résistance aux insecticides). Cette section vise à attirer l'attention de l'agronome concernant les principales informations générales que l'on retrouve sur les étiquettes de ces insecticides :

- recommandations relatives au mode d'emploi et d'application :
 - traitement foliaire;
 - traitement au planton;
 - traitement dans le sillon.
- recommandations relatives aux cultures de rotation;
- recommandations relatives à la gestion de la résistance aux insecticides du groupe 4;
- recommandations en matière de gestion de la dérive de pulvérisation;
- recommandations sur la gestion des risques sur l'environnement et la santé :
 - distances d'éloignement et zones tampons;
 - pratiques d'entreposage et d'élimination de contenants;
 - premiers soins.
- restrictions durant les inversions de températures;
- restrictions sur le nombre permis de traitements d'un insecticide dans une saison de culture.

Les étiquettes des pesticides sont disponibles au site Internet suivant :

<http://pr-rp.hc-sc.gc.ca/lr-re/index-fra.php>

8. Les pratiques culturales et de conservation des sols

8.1 Principales formes de dégradation des sols en culture de pommes de terre

Le sol est la ressource essentielle de production d'aliments d'une entreprise agricole. Il est de toute première importance de veiller à son entretien, à sa conservation et à son amélioration. Les sols sableux utilisés pour la production de la pomme de terre contiennent peu de matière organique et sont souvent mal structurés et résistent moins bien à l'érosion. La conductivité hydraulique élevée de ces types de sols accélère la migration verticale des pesticides et leur faible activité biologique limite la biodégradation des pesticides d'autant plus que la migration verticale est très rapide (Giroux et Sarassin, 2011).

Les principales formes de dégradation des sols utilisés pour la production de pommes de terre sont :

- détérioration de la structure;
- appauvrissement en matière organique;
- compaction;
- érosion.

Détérioration de la structure

Ce problème est caractérisé par la perte de stabilité des agrégats du sol de même que par la réduction de leur nombre et de leur diamètre.

La stabilité structurale du sol est associée à la résistance des agrégats à se briser sous l'effet des gouttelettes de pluie ou sous l'effet de pression comme celles du poids de la machinerie. Par exemple, la matière organique contribue à rendre les agrégats plus résistants alors que les conditions d'humidité diminuent cette résistance. Le travail de sol en condition humide est à proscrire, car il cause notamment la compaction des sols.

Appauvrissement de la matière organique

Il est important de rappeler que la production de pommes de terre apporte une faible quantité de matière organique au sol et contribue à la dégradation des sols. Celle-ci est intimement liée à la monoculture de pommes de terre.

Cette diminution de matière organique se produit lorsque les pratiques culturales accélèrent sa minéralisation ce qui fait en sorte que les apports de matériel organique (ex. : résidus de culture, engrais de ferme, compost) au sol sont inférieurs aux pertes. Cet appauvrissement réduit la capacité du sol à fournir des éléments nutritifs pour la culture et aussi à retenir les engrais de synthèse qui sont appliqués, réduit sa rétention en eau utile et diminue son activité biologique, favorisant les pertes de pesticides dans l'environnement. Les effets néfastes sur la culture sont

nombreux : sensibilité à la sécheresse, augmentation du coût de la fertilisation (ex. : augmentation de l'apport d'azote), réchauffement plus lent du sol.

Compaction

La compaction est le réarrangement des particules du sol sous l'effet d'une pression externe. Elle se manifeste dans la couche cultivée et dans le sous-sol. Un sol compacté est souvent associé à une perte de rendement, car les plantes n'ont pas les conditions optimales de croissance. Les nombreux passages ainsi que les charges importantes des machineries agricoles utilisées dans la culture de la pomme de terre sont responsables de la compaction.

Érosion

L'érosion des sols est causée notamment par des forces associées à l'eau (pluies intenses, ruissellement), au vent (particules de sol en suspension dans l'air) et au travail du sol. Les particules de sol sont entraînées par ces forces et causent une perte de sol arable entraînant la matière organique, les éléments nutritifs et les pesticides ailleurs dans l'environnement. Ce phénomène contribue de façon importante à l'appauvrissement de la matière organique et à la dégradation de la structure du sol.

Les impacts les plus importants liés à la dégradation des sols sont des pertes de rendement et une pollution diffuse des cours d'eau du Québec.

Les techniques du contrôle de l'érosion comme la stabilisation du talus des fossés et des berges des cours d'eau, les voies d'eau engazonnées, la stabilisation des sorties d'eau vous sont plus spécifiquement expliquées au lien suivant :

<https://www.agrireseau.net/agroenvironnement/documents/Amenagements.pdf>

8.2 Méthodes culturales et de conservation des sols bénéfiques

Rotation de cultures

La rotation de cultures est en fait une succession de différentes cultures dans un même champ. Les cultures sont alternées d'une année à l'autre dans une séquence planifiée. Il y a plusieurs avantages à faire des rotations de cultures :

- réduire l'incidence des insectes et maladies et par conséquent réduire les applications des pesticides, dont les néonicotinoïdes;
- réduire le développement de résistance en diversifiant les groupes de produits phytosanitaires utilisés;
- minimiser les populations de mauvaises herbes et diminuer le coût des herbicides;
- maintenir la fertilité des sols et diminuer les coûts liés à l'achat d'engrais de synthèse;
- maximiser les rendements;
- minimiser l'érosion.

Pour la pomme de terre, il faut idéalement planifier des cultures de rotation sur une période de 3 ans (ex. : pomme de terre – céréales – engrais vert) afin de profiter de tous les avantages de cette bonne pratique. La durée des rotations a une incidence directe sur les maladies telluriques (agents pathogènes du sol) notamment la rhizoctonie (Morissette et al, 2014). Une rotation courte sur 2 ans est insuffisante pour restaurer la structure des sols (Po et al, 2009).

Par exemple il a été démontré que les rotations de cultures retardent l'arrivée des doryphores et permettent à la culture de pommes de terre de mieux s'implanter (Morissette et Martel, 2014).

Engrais verts

Les engrais verts sont des cultures destinées à être incorporées dans le sol afin d'en améliorer la fertilité. Ils sont cultivés de 2 façons principales :

- a) **engrais vert à la dérobée**: la totalité de la croissance de l'engrais vert se fait avant ou après la culture principale.
- b) **engrais vert intercalaire**: une partie ou la totalité de la croissance se fait en même temps que la culture principale. Dans la pomme de terre, la culture intercalaire est composée généralement d'espèce annuelle (en semis pur ou mixte) qui est implantée après le renchaussage dans l'entre-rang.

En recouvrant le sol au cours des périodes critiques, les engrais verts le protègent contre l'érosion et jouent le rôle d'éponges en recyclant les excès de fertilisants. L'engrais vert permet d'apporter un apport d'azote essentiel à la culture et améliore l'état du sol en favorisant l'activité biologique au niveau de la matière organique. De plus, considérant les problèmes de compaction en culture de pommes de terre, certains engrais verts ayant des forts systèmes racinaires peuvent contribuer à stabiliser la structure du sol. L'engrais vert est aussi un atout intéressant dans la lutte aux mauvaises herbes. Il contribue à limiter les mauvaises herbes qui tentent de s'établir bien qu'il ne réprime pas celle déjà en place.

À titre de précision, **une culture de couverture** n'est pas considérée comme un engrais vert, car il n'est pas enfoui. C'est une plante, ou mélange de plantes, semée(s) après (en dérobée) ou pendant (intercalaire) la croissance de la culture principale et dont le principal objectif est de couvrir et de nourrir le sol. Donc la culture de couverture n'est pas récoltée ni détruite mécaniquement ou chimiquement à l'automne (MAPAQ, 2018). Dans la culture de la pomme de terre, puisque la récolte est tardive durant la saison, il existe peu de culture de couverture possible. Toutefois les opportunités se situent plutôt au niveau de l'année suivant la récolte; par exemple, l'implantation de seigle après une culture récoltée d'avoine.

Bande de protection riveraine et les distances d'éloignement

C'est une bande de terrain conservée sous une couverture herbacée ou arbustive permanente de chaque côté d'un cours d'eau. Les rives et les talus sont stabilisés par de la végétation pour prévenir l'érosion, et plus la bande est large plus elle protège le cours d'eau.

Par ailleurs, le Code de gestion des pesticides prévoit donc des distances d'éloignement par rapport à ces éléments sensibles. L'article 30 oblige le respect de distances d'éloignement des

cours ou plans d'eau et des fossés en milieu agricole au moment de l'application de pesticides des classes 1 à 5 par voie terrestre. Les distances d'éloignement de 1 à 3 mètres des cours d'eau et des fossés sont exigées en fonction de l'aire totale d'écoulement. De plus, les étiquettes des pesticides précisent aussi des distances d'éloignement plus importantes des zones tampons (ex. : Admire; 15 mètres d'un plan d'eau).

Tableau 2: Distances d'éloignement selon la réglementation en vigueur sur les pesticides du MELCC

Objet de la protection	Distances d'éloignement
Lacs et milieux humides	3 m
Cours d'eau et fossés	1 m ou 3 m
Sites de prélèvement d'eau	3 m, 30 m ou 100 m <i>selon le type de site</i>

Considérant que certaines Municipalités Régionales de Comté (MRC) et municipalités ont des dispositions spécifiques s'appliquant aux exploitations agricoles, il est donc important de vérifier la réglementation auprès des autorités municipales.

Pour plus d'information sur les bandes riveraines, consultez le site suivant :

<http://www.bandesperiveraines.quebec/>

Haies brise-vent

Les haies brise-vent sont des rangées d'arbres ou d'arbustes implantées de façon à réduire la vitesse des vents dominants. Leur objectif est de protéger le sol des effets de l'érosion éolienne. Considérant la légèreté des sols en culture de pommes de terre, cette technique devrait être priorisée. Il y a plusieurs avantages et effets bénéfiques à l'implantation d'une haie brise-vent, notamment :

- augmentation des rendements de culture en limitant les pertes d'eau par évaporation;
- création de microclimats;
- conservation de l'humidité du sol;
- amélioration de l'habitat faunique;
- amélioration de la biodiversité;
- diminution des poussières en suspension.

Pour plus d'information sur les haies brise-vent, consultez le site suivant :

https://www.agrireseau.net/references/6/4200_Fiche_technique-brise-vent.pdf

Plantation en courbe de niveau ou la culture en contre-pente

Cette pratique consiste à planter les cultures en rang perpendiculairement à la pente. Les rangs de la récolte vont créer des barrières et freiner l'eau d'écoulement. Cette pratique diminue le potentiel d'érosion de 30-50 % (CAGR, 1992) et est d'autant plus efficace dans la pomme de terre, car cette culture est plantée en billons formant des barrages pour l'eau d'écoulement.

Cloisonnement inter rangs ou entres-buttes

Dans le cas d'un champ de pommes de terre avec des rangs en parallèle à la pente, il existe des butteurs modifiés (par exemple le Dyker de Grimme) qui forment des buttes perpendiculaires à la pente entre les rangs. Cette pratique freine la vitesse d'écoulement de l'eau profitant de la pente et canalisée par les billons des rangs de pommes de terre.

Travail réduit du sol et le semis direct

Le travail réduit du sol fait référence à des opérations de travail primaire et de préparation de sol moins agressive (moins profond) et moins fréquente.

Le semis direct consiste à ensemençer une culture dans un champ sans travail de sol au préalable. Ce type de travail laisse des résidus de cultures à la surface du sol.

La présence de résidus contribue à protéger le sol de l'érosion et à ralentir le ruissellement. De plus, elle permet d'améliorer la structure du sol, et donc augmente la résistance à l'érosion.

RÉFÉRENCES

Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire. 2018. Projet de décision d'examen spécial PSRD2018-01, Examen spécial des risques posés par la clothianidine pour les invertébrés aquatiques : Projet de décision aux fins de consultation.

[En ligne] <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/securite-produits-consommation/pesticides-lutte-antiparasitaire/public/consultations/projet-decision-examen-special/2018/clothianidine/document.html>. Consulté le 16 novembre 2018.

Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire. 2018. Projet de décision d'examen spécial PSRD2018-02, Examen spécial des risques posés par le thiaméthoxame pour les invertébrés aquatiques : Projet de décision aux fins de consultation.

[En ligne] <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/securite-produits-consommation/pesticides-lutte-antiparasitaire/public/consultations/projet-decision-examen-special/2018/thiamethoxame-invertebres-aquatiques/document.html>. Consulté le 16 novembre 2018.

Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire. 2016. *Projet de décision de réévaluation, imidaclopride, PRVD2016-20.*

[En ligne] : http://publications.gc.ca/collections/collection_2016/sc-hc/H113-27-2016-20-fra.pdf. Consultée le 12 février 2018.

Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire. 2017. *Projet de décision de réévaluation PRVD2017-23, Clothianidine et préparations commerciales apparentées : réévaluation axée sur les insectes pollinisateurs.* [En ligne] : <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/securite-produits-consommation/pesticides-lutte-antiparasitaire/public/consultations/decisions-reevaluation/2017/clothianidine-preparations-commerciales-reevaluation-insectes-pollinisateurs.html>. Consultée le 12 février 2018.

Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire. 2017. *Projet de décision de réévaluation PRVD2017-24, Thiaméthoxame et préparations commerciales apparentées : réévaluation de ses effets sur les insectes pollinisateurs.* [En ligne] : <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/securite-produits-consommation/pesticides-lutte-antiparasitaire/public/consultations/decisions-reevaluation/2017/thiamethoxame-preparations-commerciales-apparentees-reevaluation-effets-pollinisateurs.html>. Consultée le 12 février 2018.

Fraser.N. 1998. *La production de pomme de terre biologique.* [En ligne] : <https://www.agrireseau.net/agriculturebiologique/documents/La%20production%20biologique%20de%20la%20pomme%20de%20terre.pdf>. Consulté le 5 février 2018

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., B. Sarrasin. 2011. Pesticides et nitrates dans l'eau souterraine près de cultures de pommes de terre - Échantillonnage dans quelques régions du Québec en 2008 et 2009, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, ISBN 978-2-550-61396-1, 31 p. et 5 annexes.

[En ligne] : http://www.environnement.gouv.qc.ca/pesticides/pomme_terre/pesti-nitrates2008-2009.pdf. Consulté le 15 novembre 2018.

Hogue, R. 2010. *Impact des virus en production de pomme de terre*. [En ligne] : https://www.agrireseau.net/phytoprotection/documents/Hogue_resume.pdf. Consulté le 10 février 2018.

Huseth et al. 2014. *Managing Colorado Potato Beetle Insecticide Resistance: New Tools and Strategies for the Next Decade of Pest Control in Potato*. [En ligne] : <https://academic.oup.com/jipm/article/5/4/A1/2193920>

Morissette, S et S. Martel. 2014. *Problématique et solutions potentielles afin de réduire la contamination de l'eau par les pesticides dans le secteur de production de pommes de terre, revue de littérature et plan d'action*, 50 pages. [En ligne] : https://www.agrireseau.net/phytoprotection/documents/Revue_litterature.pdf

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Institut national de santé publique et l'Union des producteurs agricoles. 2012. *Trousse d'information sur les pesticides : pour protéger l'environnement et la santé humaine*, 9 fiches. [En ligne] : <https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Productions/Protectiondescultures/mauvaisesherbes/Pages/Trousseinformationsurlespesticides.aspx>. Consulté le 24 mai 2018.

Poe E.A, S.S Snapp et A. Kravchenko. Rotational and cover crop determinant of soil structural stability and carbon in potato system. *Agronomy journal* 101(1) :175-183.

Tuduri, L., Jolly, C., Champoux, D. 2017. Pesticides – Pratiques sécuritaires et équipements de protection individuelle (EPI). DS-1000. Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail. [En ligne] <http://www.irsst.qc.ca/media/documents/PubIRSST/DS-1000.pdf?v=2018-11-16>. Consulté le 16 novembre 2018.

ANNEXE I

Description des principaux insectes de la pomme de terre

Toutes les descriptions d'insectes et de photos sont extraites du site IRIS phytoprotection :

<http://www.iriisphytoprotection.qc.ca/recherche/Insecte?rg=2&tc=2&ir=1&tr=4&oba=0&c=68>

Ravageur principal

Doryphore de la pomme de terre - Colorado potato beetle

Leptinotarsa decemlineata (Say)

Ordre/Famille : Coleoptera/Chrysomelidae



Photo : Laboratoire de phytoprotection

Description

Oeuf : 1,7 mm de longueur par 0,8 mm de largeur; il est de forme ovoïde et de couleur orange.

Larve : 9,0 à 15,0 mm à maturité; le corps est rougeâtre chez la jeune larve tandis qu'il est orangé chez la larve plus âgée; la tête, la plaque thoracique et les pattes sont noires; l'abdomen est très convexe avec deux rangées de taches noires sur chaque côté.

Pupe : 9,2 mm; le corps est orangé; les antennes, les ailes et les pattes sont visibles.

Adulte : 10,0 à 11,0 mm; la tête et le thorax sont brun orangé avec des taches noires; les élytres sont très convexes, blanchâtres à jaunâtres et ornées de cinq lignes longitudinales noires; les antennes sont foncées.

Cycle vital

Le doryphore de la pomme de terre produit une ou deux générations par année. Les adultes hibernent dans le sol des champs de pommes de terre infestés l'année précédente. Avec l'augmentation de température au printemps, les adultes remontent à la surface et émergent de façon synchronisée avec l'apparition des premiers plants de pommes de terre. Ils se nourrissent du feuillage durant cinq à dix jours avant de s'accoupler et de pondre leurs œufs. Chaque femelle pond de 300 à 500 œufs durant les mois de juin et de juillet. Selon la température, les œufs éclosent entre 5 à 11 jours plus tard et les larves commencent à se nourrir du feuillage. Elles traversent quatre stades larvaires et se laissent tomber au sol à maturité pour se transformer en pupes. Après deux à trois semaines, la nouvelle génération d'adultes émerge. Si les conditions sont propices (surtout dans le sud), les nouveaux adultes pourront s'accoupler et pondre, entraînant une seconde génération. Dans le cas où les conditions sont peu propices (faible qualité nutritive de l'hôte, température froide, courte photopériode), l'accouplement est inhibé et les adultes se nourrissent et se préparent ensuite pour l'hibernation.

Dommmages

Le doryphore de la pomme de terre est le ravageur le plus important dans la culture de la pomme de terre. Les adultes et les larves se nourrissent du feuillage en grignotant des trous irréguliers à l'intérieur et à la marge des feuilles. Lors de fortes infestations, les plants peuvent être entièrement défoliés sur de grandes surfaces. La tomate et l'aubergine sont aussi susceptibles d'être endommagées par cette espèce.

Ravageurs secondaires

Altise à tête rouge - Redheaded flea beetle

Systema frontalis (Fabricius)

Ordre/Famille : Coleoptera/Chrysomelidae



Photo : laboratoire de phytoprotection

Description

Œuf : 0,7 à 0,85 mm; il est de couleur jaune pâle.

Larve : 8,0 mm à maturité; le corps est blanchâtre et de forme cylindrique; la tête est jaune brunâtre et est plus petite que le premier segment thoracique; le dernier segment abdominal porte un tubercule anal sur lequel une touffe de soies est présente; la tête et le corps de la larve sont recouverts de petites soies éparses.

Pupe : 4,0 à 5,0 mm; de couleur blanc crème.

Adulte : 4,0 à 5,0 mm; le corps et les pattes sont noir métallique; le front est brun rougeâtre; les antennes sont filiformes; les élytres sont densément et finement ponctués; les fémurs postérieurs sont hypertrophiés et adaptés pour le saut.

Cycle vital

L'altise à tête rouge produit une génération par année. Cette espèce hiberne généralement au stade d'œuf, mais également au stade d'adulte. L'adulte est actif de la mi-juillet à août. Trois stades sont nécessaires pour compléter le développement larvaire qui s'étale de mai à juillet. La larve se nourrit principalement des racines de renouée et de chénopode.

Dommmages

Plus de 40 espèces de plantes, dont plusieurs espèces cultivées, peuvent servir d'hôte à l'altise à tête rouge. Se sont exclusivement les adultes qui causent des dommages considérables. Ceux-ci grignotent le feuillage et y creusent de nombreux trous. Ils consomment généralement seulement la face supérieure ou la face inférieure du feuillage, mais les feuilles moins épaisses peuvent être complètement traversées.

L'altise à tête rouge cause rarement des dommages d'importance, mais elle peut parfois atteindre des proportions épidémiques et des traitements sont parfois nécessaires pour limiter les dégâts.

Altise de la pomme de terre - Potato flea beetle

Epitrix cucumeris (Harris)

Ordre/Famille : Coleoptera/Chrysomelidae

L'altise de la pomme de terre attaque surtout la pomme de terre, mais aussi le concombre, l'aubergine, le poivron, la tomate et d'autres plantes comme la stramoine, le tabac, le grand pétunia blanc, la cerise de terre et le doux-amer.

Description

L'altise adulte est petite, car elle mesure 1,7 mm de long et 1 mm de large. Elle est noire, mais ses pattes et ses antennes sont brunes. L'altise saute beaucoup, particulièrement lorsqu'elle est dérangée, mais elle ne vole pas. Elle se tient sur toutes les parties aériennes du plant de pommes de terre et à la surface du sol. Elle se nourrit sur le dessus et l'envers des feuilles, mais principalement sur le dessus.

La larve est un ver blanc et grêle qui porte une tête brun foncé et des pattes minuscules. Les vers mesurent environ 5 mm de longueur lorsqu'ils ont atteint leur plein développement, et ils se tiennent généralement autour des racines des pommes de terre. Les larves pénètrent parfois dans les tubercules et laissent de petits boutons ou creux au lieu de pénétration, et les galeries qu'elles creusent sont remplies de tissu liégeux.

Cycle évolutif

Cette espèce a une seule génération par année. Les altises adultes passent l'hiver à la surface du sol, parmi les déchets ou les broussailles qui se trouvent à l'intérieur ou à proximité du champ de pommes de terre où elles s'étaient alimentées l'été précédent. Les insectes adultes envahissent les champs de pommes de terre au printemps, où ils se nourrissent des feuilles et des plants de pommes de terre qui viennent de lever. Avant cette levée, ils se nourrissent de mauvaises herbes ou de plants spontanés. Les femelles adultes qui ont hiverné pondent leurs oeufs autour des plants de pommes de terre, et elles meurent par la suite. En général, toutes les altises adultes qui ont hiverné sont mortes à la première floraison des plants de pommes de terre.

Les larves éclosent environ une semaine après la ponte, et elles se nourrissent principalement des fines racines des plants de pommes de terre; elles mettent de 4 à 5 semaines pour atteindre leur plein développement, et elles débutent ensuite la pupe dans le sol. Les altises adultes émergent environ sept jours plus tard, généralement à la fin de juillet ou en août, et elles se nourrissent sur les feuilles des plants de pommes de terre. La population d'altises adultes

augmente rapidement durant la levée, jusqu'à un maximum en août. L'alimentation se poursuit sur les feuilles de pommes de terre jusqu'au moment où les adultes intègrent leurs lieux d'hivernage.

Dommmages aux cultures

Les dégâts causés par l'altise en s'alimentant réduisent la quantité et la qualité des tubercules lorsque les insectes adultes se nourrissent des feuilles de pommes de terre au printemps et à la fin de l'été ou lorsque les larves se nourrissent sur les tubercules ou sur les racines; l'altise peut également transmettre des agents pathogènes aux plants. Les feuilles attaquées sont percées de petits trous de 0,1 à 5 mm de diamètre, et elles ont bientôt l'apparence de feuilles criblées de trous lorsque la population d'altises est élevée. Les dégâts causés directement aux tubercules sont mineurs, et ils sont généralement éliminés à l'épluchage.

Les dommages causés par l'insecte adulte au début de la saison ne sont pas jugés importants en général, probablement à cause de l'effet destructeur des pesticides utilisés contre le doryphore de la pomme de terre. L'altise adulte peut causer d'importants dégâts à la fin de l'été dans les cultures de pommes de terre qui ne reçoivent pas de traitements insecticides.

Il arrive parfois que la lutte contre cet insecte soit vraiment rentable dans certaines parties des Maritimes. Les maladies pouvant être transmises par l'insecte sont notamment la flétrissure verticillienne, la flétrissure fusarienne, la rhizoctonie et la gale commune.

Source :

https://www2.gnb.ca/content/gnb/fr/ministeres/10/agriculture/content/cultures/pommes_terre/altise_pomme_de_terre.html

Cicadelle de la pomme de terre - Potato leafhopper

***Empoasca fabae* (Harris)**

Ordre/Famille : Hemiptera/Cicadellidae



Photo : Laboratoire de phytoprotection

Description

Œuf : environ 1,0 mm; il est transparent juste après la ponte et devient vert par la suite.

Larve : 3,0 mm à maturité; le corps est vert pâle et semblable à celui de l'adulte, mais avec des ailes incomplètes; les pattes postérieures sont longues, épineuses et adaptées pour le saut.

Adulte : 3,0 à 4,0 mm; le corps est vert pâle avec des taches blanches sur la tête, le thorax et le scutellum; les pattes postérieures sont longues, épineuses et adaptées pour le saut; les ailes sont translucides et plus longues que le corps.

Cycle vital

La cicadelle de la pomme de terre n'est pas en mesure de survivre à l'hiver sous nos latitudes nordiques. Elle hiverne au stade adulte dans les États américains bordant le golfe du Mexique. Chaque printemps, des cicadelles adultes migrent au Canada, transportées par des courants d'air chaud. Au Québec, les premiers adultes arrivent généralement vers le début du mois de juin. C'est à ce moment qu'on retrouve les adultes dans les champs de luzerne, culture considérée comme étant hôte de prédilection pour la ponte des œufs.

La femelle pond de trois à cinq œufs par jour tout au long de sa vie. Les œufs sont insérés au niveau des pétioles et des nervures des feuilles ou directement dans la tige. Une période d'incubation d'une dizaine de jours est nécessaire à l'éclosion des œufs. Le développement larvaire est maintenu lorsque la température se situe entre 8,4°C et 29°C. Le stade d'adulte est généralement atteint après une période de 20 à 35 jours. Durant leur développement nécessitant cinq stades, les larves se nourrissent sur les feuilles de luzerne jusqu'à ce qu'elles atteignent la maturité et se transforment en adultes. Ce sont les adultes de cette seconde génération qui vont généralement migrer vers d'autres cultures (voir la section suivante). Les adultes possèdent une longévité de 30 à 60 jours.

La cicadelle de la pomme de terre a la capacité de produire plusieurs générations par année. Cependant, au Québec, on en observe généralement une ou deux par année. Les adultes s'accouplent généralement 48 heures après l'émergence et une période de pré-oviposition de trois à huit jours est ensuite requise avant que les femelles puissent pondre. Cette espèce est active jusqu'à l'arrivée des premières gelées. En été, lors des périodes de temps chaud et sec, les populations de cicadelles peuvent exploser, justifiant dans certains cas le recours aux insecticides.

Dommmages

La cicadelle de la pomme de terre est une espèce polyphage pouvant se nourrir sur plus de 200 espèces végétales, ses préférées étant la luzerne, le haricot et la pomme de terre. Parmi les autres plantes hôtes présentes au Québec, on retrouve des cultures comme le trèfle, le concombre, la citrouille, la gourgane, l'aubergine, la rhubarbe, la betterave, le bleuet, la fraise, la framboise, la courge, la patate douce et le soya.

Un des symptômes caractéristiques de la cicadelle de la pomme de terre est le jaunissement de la bordure du feuillage. Généralement, ce symptôme se présente sous forme d'une tache jaune en forme de V à l'extrémité du feuillage des plants infestés. Ce phénomène est couramment appelé brûlure de la cicadelle, ou "hopperburn" en anglais.

Chez les cultures les plus sensibles, comme la pomme de terre, les premiers symptômes sont aussi caractérisés par un jaunissement de la bordure des folioles. Graduellement, la bordure meurt et brunit, ce qui cause un enroulement parfois important du feuillage. Un retard de croissance est aussi fréquemment observé sur les plants lors de fortes infestations. Dans la pomme de terre, les tubercules produits par les plants attaqués sont beaucoup plus petits qu'à la normale. Chez le haricot et le soya, la production de gousses peut être inhibée de façon importante, alors que celles déjà présentes avant l'infestation montrent un développement incomplet.

**Cicadelle de l'aster - Aster leafhopper/
Macrostelus quadrilineatus Forbes
Ordre/Famille : Hemiptera/Cicadellidae**



Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection - MAPAQ

Description

Oeuf : environ 0,7 mm; il est jaune foncé et de forme allongée.

Larve : 2,0 mm à maturité; le corps est vert-jaune avec quelques taches foncées; elle ne possède pas d'ailes.

Adulte : 3,0 mm; le corps est vert-jaune grisâtre; six taches noires sont présentes sur le devant de la tête; les ailes sont semi-translucides et les nervures sont jaunâtres; les pattes arrière sont munies de longues épines.

Cycle vital

La cicadelle de l'aster produit de deux à trois générations par année. Cette espèce hiberne au stade d'œuf sur les graminées. Les larves émergent vers la mi-juin. Environ au même moment, des populations d'individus adultes arrivent du sud par les courants atmosphériques et colonisent les champs de graminées. Les larves et les adultes sont donc présents dans les champs de mi-juin à la fin août. Ces derniers pondent des œufs qui éclosent huit à dix jours plus tard. À mesure que la saison de croissance avance, les nouveaux adultes se dispersent sur des cultures plus succulentes, notamment la laitue et d'autres plantes légumières. À l'automne, les cicadelles migrent vers les graminées pour y pondre des œufs hibernants.

Domages

Cette espèce est présente partout au Canada où l'on cultive des céréales. Elle est très polyphage (plus de 100 espèces de plantes appartenant à au moins 40 familles). Les principaux dommages engendrés par cette espèce résultent du fait qu'elle peut transmettre le phytoplasme responsable de la jaunisse de l'aster.

Les pucerons



Larve - © Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection - MAPAQ

Ils sont extrêmement polyphages, et la plus grande problématique pour le secteur de la pomme de terre est leur grande facilité à transmettre le PVY (mosaïque de la pomme de terre).

Plus d'une centaine de pucerons peuvent être vecteurs du virus. Ils peuvent être non inféodés à la culture de pommes de terre, c'est pourquoi on les appelle non colonisateurs.

Le PVY est transmis presque exclusivement par les pucerons. Le puceron acquiert le PVY en quelques secondes, les particules virales s'attachent aux stylets qui peuvent alors les transmettre immédiatement à une autre plante. Il n'y a pas de période de latence, et il perd rapidement cette charge infectieuse lors de salivation (Radcliffe et Ragsdale, 2002, Pelletier, 2012). **Ce mécanisme de transmission, appelé non persistant, rend les insecticides, de contact ou systémique, inefficace à l'endroit du PVY.** Ces derniers n'ont pas une action suffisamment rapide pour empêcher la dissémination du virus contrairement à l'enroulement (ou PLRV). Il a été démontré qu'avec la présence de pucerons, le pourcentage de virus peut se multiplier entre 5 et 10 fois en une saison (Boquel, 2012). Au Québec plus d'une centaine de variétés de pucerons peuvent être responsables de cette propagation, mais certains pucerons sont plus efficaces au niveau de la transmission.

Pour en savoir plus sur la stratégie de lutte contre les pucerons :

<http://www.fpptq.gc.ca/documents/BrochureStrategiegestionPVY-SamuelMorissette17042012.pdf>