



Pyrale du maïs

(*Ostrinia nubilalis*)



Impacts des changements climatiques sur les risques phytosanitaires



Contexte

Le secteur agricole devra s'adapter aux changements climatiques (CC) de diverses manières. L'un des nouveaux défis auxquels il devra faire face concerne les ennemis des cultures puisque la biologie des organismes nuisibles est très sensible aux variations du climat. Dans ce contexte, les CC anticipés d'ici 2050 affecteront forcément les relations cultures/ennemis des cultures ainsi que la pression qu'exercent ces derniers. Ceci est particulièrement important puisque le secteur agricole cherche à diminuer le recours aux produits de lutte antiparasitaire tel que les pesticides, compte tenu de leurs effets néfastes sur l'environnement et la santé humaine.

Le projet « Études de cas pour faciliter une gestion efficace des ennemis des cultures dans le contexte de l'augmentation des risques phytosanitaires liés aux changements climatiques » a permis :

- 1) d'effectuer une étude de cas au niveau régional pour évaluer **l'impact potentiel des CC sur la pyrale du maïs dans la culture du maïs sucré**;
- 2) d'évaluer les **vulnérabilités actuelles et futures** du secteur agricole et finalement;
- 3) d'identifier et de documenter les **options d'adaptation** disponibles.

Le but est de fournir de l'information utile à la prise de décision à la ferme dans un contexte de lutte antiparasitaire intégrée favorisant une agriculture durable et porteuse de bénéfices pour la société tout en assurant une rentabilité des entreprises agricoles.

La pyrale du maïs au Québec

La pyrale du maïs est l'insecte causant le plus de dommages dans la culture du maïs sucré. Ce ravageur est toutefois bien contrôlé dans la culture du maïs-grain puisque l'usage de plants transgéniques résistants (Bt) y est permis, ce qui limite le développement de l'insecte.

Dans la culture de maïs sucré, des cultivars Bt sont disponibles depuis l'été 2012 au Québec, mais leur usage n'est pas encore largement répandu. Les producteurs doivent donc encore lutter contre ce ravageur durant certaines périodes de la saison de croissance. De plus, la tolérance quant à la présence de larves dans l'épi de maïs sucré est pratiquement nulle chez le consommateur, obligeant une efficacité optimale des moyens de lutte.

Sur le territoire québécois, on retrouve deux races de pyrale du maïs dont l'apparition au champ se chevauche durant la saison de croissance : l'univoltine (une génération/année) et la bivoltine (deux générations/année). La période de vulnérabilité du maïs sucré à la pyrale commence lorsque les plants atteignent le stade six feuilles et que la pyrale a commencé sa période de ponte. La première génération de la race bivoltine cause généralement moins de dommages puisque sa densité est habituellement faible en lien avec une forte mortalité hivernale. La deuxième génération de la race bivoltine, qui se développe au cours du mois d'août, est plus abondante et cause plus de dommages.

Actuellement, l'utilisation d'insecticides chimiques demeure la méthode de contrôle la plus utilisée pour lutter contre la pyrale du maïs dans la culture du maïs sucré. Les trichogrammes, de petits parasitoïdes d'œufs de pyrale, sont aussi utilisés, mais dans une faible proportion de champs de maïs sucré (autour de 15 %). Cette faible popularité s'explique en partie par le suivi plus rigoureux et l'accompagnement d'un conseiller requis pour l'utilisation des trichogrammes, particulièrement lors des premières années d'utilisation de cette méthode.

Impact des CC sur les insectes ravageurs

Organismes poikilothermes, les insectes dépendent directement des conditions climatiques qui régulent la vitesse de leur métabolisme. Le réchauffement climatique aura donc un effet sur la vitesse de leur développement en modifiant le voltinisme (le nombre de générations par année), l'abondance des populations, la survie hivernale et l'aire de répartition des insectes. Une altération indirecte de la biologie d'un ravageur peut également survenir suite à la modification physiologique ou morphologique d'une plante cultivée en réponse aux CC. La diminution de la concentration des composés de défense, l'augmentation du ratio C : N et les modifications au niveau de la structure de la feuille sont autant de paramètres pouvant affecter le potentiel de résistance des cultures face à leurs ravageurs.



Impact des CC sur la pyrale du maïs

Scénarios climatiques et régions analogues



Les régions ciblées

La **Montérégie** (est et ouest) est de loin la région où l'on cultive le plus le maïs sucré, avec ses 7 000 ha de production. Néanmoins, puisque la distribution des races univoltines et bivoltines suit un patron nord-sud, nous avons utilisé la région de la Montérégie pour suivre les populations de la race bivoltine et la région de la **Capitale-Nationale** afin d'observer la race univoltine.

Le climat attendu

Afin d'évaluer les impacts potentiels des CC sur la pyrale du maïs, des scénarios climatiques pour la période 2041-2070 (horizon 2050) ont été construits pour les deux régions ciblées (la Montérégie et la Capitale-Nationale), à partir d'un ensemble de neuf simulations climatiques provenant du Modèle régional canadien du climat (MRCC 4.2.3).

Les résultats retrouvés au Tableau 1 représentent la différence (25^e et 75^e percentile) entre le climat futur et le climat de référence pour ces régions (1971-2000).

Les régions analogues

Des analogues spatiaux ont ensuite été déterminés pour les deux régions ciblées en considérant les modifications attendues pour trois indicateurs qui sont la longueur de la saison de croissance, le cumul de degrés-jours de croissance (base 5) et le cumul de précipitations durant la saison de croissance. Cela a permis d'identifier des régions aux États-Unis où le climat actuel a des similitudes avec le climat futur projeté du Québec. L'analyse de la situation de la pyrale du maïs dans ces régions analogues a permis d'évaluer l'impact que pourrait avoir les CC sur cet ennemi dans le futur au Québec.

Tableau 1. Différences (25^e et 75^e percentiles) entre le climat futur (2041-2070) et le climat de référence (1971-2000) évaluées à partir d'un ensemble de neuf simulations climatiques provenant du MRCC.

Montérégie

Moyenne de la température estivale (Juin-Juillet-Août)

+ 2,3 à 2,7 °C

- 4,3 à + 7,5 %

+ 18,6 à 26,6 jours

+ 2,2 à 2,5 °C

+ 1,8 à + 4,3 %

+ 21,8 à 30,6 jours

Capitale-Nationale

Cumul de précipitations estivales

Longueur de la saison de croissance

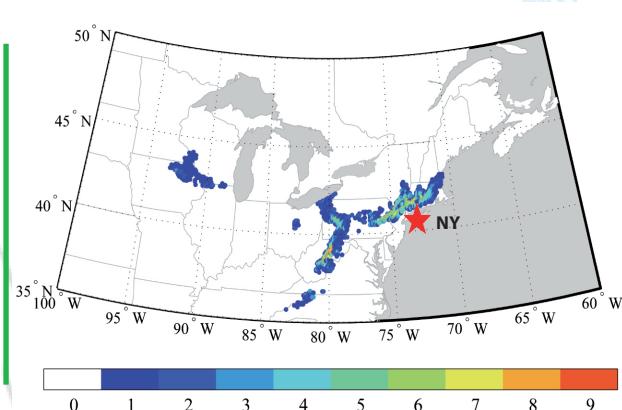
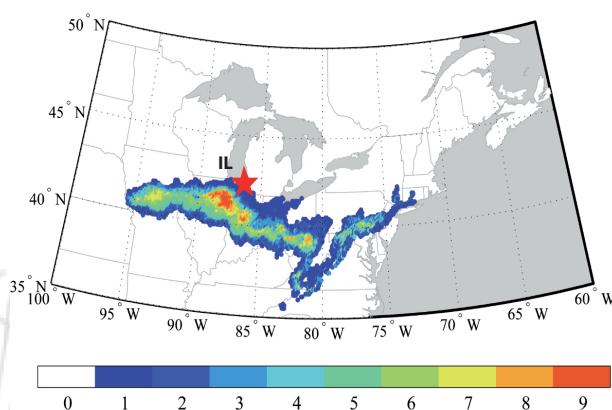


Figure 1. Identification des régions possédant actuellement les mêmes caractéristiques climatiques que celles projetées pour la Montérégie et la Capitale-Nationale à l'horizon 2050. Les couleurs de l'échelle représentent le nombre de scénarios climatiques identifiant la même région.

Impact des CC sur la pyrale du maïs

Scénarios climatiques et régions analogues



Pour la Montérégie, les régions analogues identifiées sont l'Iowa, l'Illinois, l'Indiana, l'Ohio et la Pennsylvanie. Pour la Capitale-Nationale, ce sont les États de l'Iowa, de la Virginie-Occidentale, de la Pennsylvanie, du Massachusetts, du Connecticut et de New York (Figure 1). Les deux régions analogues retenues pour l'étude sont l'État de l'**Illinois** pour la Montérégie et l'État de **New York** pour la Capitale-Nationale. Elles ont été choisies en fonction de l'importance des superficies de maïs sucré cultivées dans ces régions et parce que la pyrale du maïs y représente le principal ravageur. Une revue de littérature et des entrevues avec des spécialistes locaux, ont permis d'analyser la situation concernant la pyrale du maïs dans les deux régions analogues.

Illinois | Montérégie

Arrivée depuis 1939 en Illinois, la pyrale du maïs attaque également **la pomme de terre, le poivron et le haricot vert**. On dénombre **entre deux et trois générations par année**, la race univoltine étant inexistante. **La vitesse de développement de la race bivoltine en Illinois est plus rapide** que celle observée au Québec : elle se développe effectivement entre 22 et 71 % plus rapidement selon le stade de développement étudié. Depuis **l'utilisation répandue du maïs-grain Bt**, les populations de pyrales du maïs ont chuté significativement dans cet État et aux alentours. Néanmoins, la pyrale du maïs demeure toujours l'ennemi numéro un du maïs sucré dans cette région.

Lorsqu'il y a présence de dommages par les larves de pyrale ou présence de plusieurs adultes à l'émergence de la panicule, il est recommandé de traiter à l'aide **d'insecticides chimiques à un intervalle variant de 3 à 5 jours**, comparativement à un intervalle de 7 à 10 jours au Québec. **Les températures élevées diminueraient toutefois l'efficacité des pyrèthroïdes** (la classe des insecticides les plus couramment utilisés), et ce, de façon plus marquée que pour d'autres classes de pesticides. Il s'ensuivrait une diminution du contrôle exercé sur le ravageur, d'autant plus que les températures chaudes **diminuent également la fenêtre d'action pour contrôler la pyrale** du maïs puisqu'elles augmentent sa vitesse de développement.

Depuis les années 90, les **cultivars Bt sont maintenant disponibles pour le maïs sucré** (Attribute). Les cultivars Bt demeurent toutefois sensibles à d'autres espèces de ravageurs, et il n'est pas rare que deux à quatre pulvérisations d'insecticides chimiques soient nécessaires au cours de la saison.

Certains des impacts potentiels des CC qui ont été identifiés à partir de l'analyse de la situation dans les régions analogues ont été validés à l'aide de modèles bioclimatiques développés par Agriculture et Agroalimentaire Canada. Le climat projeté (2041-2070) pour les deux régions ciblées du Québec a été utilisé pour prédire la phénologie de la pyrale dans le futur. Ces résultats ont été comparés à la situation actuelle dans les régions analogues, ce qui a permis d'évaluer en partie la validité des impacts issus des analogues spatiaux.

New York | Capitale-Nationale

La culture du maïs sucré est une des cultures légumières les plus importantes produites dans l'État de New York (4^e rang). La pyrale du maïs est le ravageur le plus important dans la culture du maïs sucré, pouvant causer des pertes considérables sur le marché frais. Les pertes peuvent être totales lorsque les dommages représentent 10 à 15 % de la production. La pression du ravageur varie d'une année à l'autre et d'une région à l'autre (Niagara County et Long Island ont toujours des populations plus élevées). **Les deux races sont présentes**, soit la bivoltine dans les régions plus au sud et l'univoltine dans les régions plus au nord. On observe une **arrivée plus hâtive des adultes** comparativement à la région de la Capitale-Nationale. Le vol des premiers adultes de la race bivoltine peut être aperçu entre la mi-mai et la mi-juin, alors que le deuxième vol arrive habituellement entre la fin-juillet et la fin-août. Certaines années, lorsque les étés sont chauds, une troisième génération peut se développer. Les pics de vols d'adultes pour la génération univoltine s'aperçoivent quant à eux à la mi-juillet.

La plupart des producteurs utilisent des insecticides pour contrôler la pyrale du maïs. Une **faible proportion de producteurs utilise la lutte biologique** (lâchers de trichogrammes). Certains producteurs se sont aussi tournés vers la technologie Bt, mais les variétés de maïs sucré Bt ne sont actuellement disponibles que pour le marché de la transformation.

Impact des CC sur la pyrale du maïs

Modélisation bioclimatique



Le Tableau 2 présente les résultats de la modélisation pour la Montérégie et la Capitale-Nationale.

Pour la région de la Capitale-Nationale, **la date d'arrivée des adultes risque d'être devancée de 15 à 20 jours**, tel qu'observé actuellement pour la race univoltine dans l'État de New York. Malgré le fait que la race bivoltine soit présente dans la région analogue, les résultats de la modélisation **ne prévoient pas de génération supplémentaire** pour la Capitale-Nationale à l'horizon 2050.

Pour la Montérégie, **la date d'arrivée des adultes serait aussi devancée**, et on prévoit **l'apparition d'une deuxième génération pour la race univoltine et possiblement d'une troisième pour la bivoltine**.

Ces résultats viennent corroborer la situation actuelle en Illinois où la pyrale produit deux à trois générations par année.

Pour les deux régions, on prévoit un développement plus rapide de l'insecte, **diminuant ainsi la fenêtre d'action normalement disponible pour un traitement phytosanitaire**, soit entre l'éclosion des œufs et le deuxième stade larvaire.

On prévoit également une **augmentation de la période de vulnérabilité du maïs** (du stade 6-feuilles à la récolte) causée par une prolongation de la culture de maïs sucré - un début plus hâtif au printemps et une récolte plus tardive à l'automne.

Tableau 2. Synthèse des résultats de la modélisation pour la pyrale du maïs pour le climat futur (2041-2070) dans les régions de la Montérégie et de la Capitale-Nationale en comparaison avec la situation pour le climat de référence (1971-2000).

	Capitale-Nationale -univoltine-	Montérégie -univoltine-	Montérégie -bivoltine-
Dates d'arrivée des adultes	15 à 20 jours plus tôt	14 à 17 jours plus tôt	F1 * 9 à 14 jours plus tôt F2 ** 20 à 27 jrs plus tôt
Fenêtre d'intervention phytosanitaire	2 à 3 jours de moins	1 jour de moins	F1 1 jour de moins F2 7 jours de moins
Possibilité d'une génération supplémentaire	Faible probabilité de voir l'apparition d'une 2 ^e génération	Possibilité d'une 2 ^e génération partielle, voire complète	Possibilité d'une 3 ^e génération partielle
Période de vulnérabilité du maïs sucré à la pyrale	9 à 14 jours de plus	11 à 16 jours de plus	

* F1 = première génération

** F2 = deuxième génération

À retenir - Impacts potentiels des CC

- Vitesse de développement plus rapide de la pyrale du maïs causant : une arrivée plus hâtive des adultes, l'augmentation du nombre de générations par saison de culture et une diminution de la période d'intervention.

- Diminution de l'efficacité de certaines méthodes de lutte chimiques et augmentation conséquente du nombre de traitements avec ces pesticides.

- Augmentation de la pression de la pyrale du maïs dans diverses cultures telles que le poivron, la pomme de terre et le haricot.¹

- Utilisation potentiellement accrue des cultivars Bt dans le maïs sucré.

¹Selon les données obtenues de l'Illinois, dans leur contexte climatique, l'utilisation répandue du maïs-grain Bt a fait chuter les populations de pyrale dans cette culture. Toutefois, une augmentation de la pression de l'insecte est observée dans des cultures telles la pomme de terre, le haricot et le poivron.

Vulnérabilités du secteur agricole face aux CC

Entrevues avec les producteurs et ateliers de consultation



Entrevues avec les producteurs

Nous avons dans un premier temps évalué les vulnérabilités du secteur agricole en nous attardant sur la pression de l'ennemi à laquelle des producteurs font et devront faire face, ainsi que sur leur capacité à gérer les problèmes phytosanitaires actuels et futurs. Pour ce faire, les impacts potentiels des CC ressortant de la présente étude ont été présentés à six producteurs de maïs sucré de la région de la Montérégie, dans le cadre d'entrevues effectuées directement à la ferme. Voici une synthèse des différentes vulnérabilités actuelles et futures mentionnées par les producteurs.

ACTUELLES

- Producteurs plus ou moins bien entourés de ressources humaines (conseillers agricoles)
- Faible capacité financière
- Les producteurs qui utilisent la lutte biologique éprouvent des difficultés à être compétitifs par rapport aux producteurs qui n'utilisent que la lutte conventionnelle

FUTURES

- Développement de résistance du ravageur aux insecticides
- Perte d'accessibilité des terres au printemps due aux augmentations possibles des précipitations printanières.

Ateliers de consultation

Dans un second temps, nous avons consulté les organisations chargées d'apporter un appui aux producteurs dans le secteur de la phytoprotection (organismes de recherche et développement (R&D), institutions, organismes de transfert technologique, regroupements de conseillers agricoles, syndicat agricole) afin d'évaluer qualitativement et de prioriser les principales vulnérabilités, dont celles soulevées par les producteurs lors des entrevues. On retrouve ci-dessous les vulnérabilités ressortant de ces ateliers. Il est à noter que ces vulnérabilités concernent le secteur de la phytoprotection en général et non seulement le cas de la pyrale du maïs.

- Arrivée de **nouveaux ennemis** des cultures
- **Adaptation** des différents ennemis des cultures aux nouvelles conditions climatiques
- **Inefficacité des outils de lutte** pour certains nouveaux ennemis des cultures
- **Manque de ressources humaines** pour soutenir les producteurs
- **Diminution du soutien** en provenance du secteur public.
- **Spécialisation** des cultures
- Manque de coordination entre la R&D et le **transfert technologique**
- **Insuffisance du processus de veille** technologique au Québec et ailleurs

Mesures d'adaptations face aux CC

Issues de l'étude de cas et des ateliers de consultation



Tirées de l'étude de cas

Différentes mesures d'adaptation ont été proposées suite à l'analyse de la situation actuelle dans les régions analogues.

Dépistage

- Réaliser le dépistage et le piégeage plus tôt en saison pour mieux cibler la date de la première intervention.
- Réaliser un dépistage rigoureux pour assurer un bon contrôle des pyrales lors du moment critique de lutte (entre le stade œufs et le deuxième stade larvaire).
- Valoriser l'utilité du dépistage afin de promouvoir un usage raisonnable des insecticides.

Lutte chimique

- Faire une rotation des groupes d'insecticides afin de diminuer les risques de résistance.
- Utiliser les insecticides les plus sensibles à la température en début de saison.
- Répertorier la sensibilité aux températures élevées des insecticides utilisés au Québec.

Trichogrammes

- Offrir un meilleur appui aux producteurs pour l'utilisation des trichogrammes.
- Ajuster les doses de lâchers de trichogrammes selon les densités de pyrales.

Cultivars Bt

- Fournir une information claire et neutre par rapport à l'utilisation du maïs sucré Bt afin que les producteurs et les consommateurs puissent faire un choix éclairé.

Ateliers de consultation

Les ateliers de consultation ont aussi été l'occasion de faire ressortir différentes mesures d'adaptation pour le secteur de la phytoprotection. Tout comme pour l'évaluation des vulnérabilités, nous avons demandé aux intervenants du secteur de la phytoprotection d'évaluer qualitativement et de prioriser les principales mesures d'adaptation du secteur face aux CC.

- Offrir davantage de **soutien (financier et humain)** aux producteurs et aux conseillers (service d'extension) concernant l'utilisation de la lutte antiparasitaire.
- Rendre disponible un **réseau de détection** d'arrivée de nouveaux ravageurs.
- Disponibilité d'**outils de lutte intégrée adaptés** aux nouvelles conditions (dépistage, seuils et modèles).
- Disponibilité d'**outils d'aide à la décision et de transfert d'informations adaptés** aux nouvelles conditions (dépistage, seuils, modèles prévisionnels et utilisation des Technologies de l'Information et de la Communication).
- **Planter et soutenir les méthodes de lutte intégrée** en priorisant les moyens les plus efficaces (ex. : rotations des cultures, diversification et aménagement du territoire).
- **Accroître la recherche** (nombre de chercheurs, durée de financement, support scientifique) pour développer des méthodes de lutte intégrée et approfondir les connaissances sur les ennemis des cultures (ex. : systèmes cultureaux).

Les informations contenues dans ce feuillet technique découlent du rapport intitulé « Études de cas pour faciliter une gestion efficace des ennemis des cultures dans le contexte de l'augmentation des risques phytosanitaires liés aux changements climatiques » par Gagnon, A.-È., Arsenault-Labrecque, G., Bourgeois, G., Bourdages, L., Grenier, P. et Roy, M. (2013) Ouranos, 156 p.

Les coûts relatifs aux travaux ont été assumés par Ouranos grâce au Fonds vert dans le cadre de la mise en œuvre du Plan d'action 2006-2012 sur les changements climatiques du gouvernement du Québec.

Les travaux sont également réalisés en collaboration avec Ressources naturelles Canada



Ressources naturelles
Canada Natural Resources
Canada

Canada



Rédaction :

Geneviève Arsenault-Labrecque, Ouranos/MAPAQ

Révision :

Anne Blondlot, Ouranos

Josée Boisclair, IRDA

Sophia Boivin, MAPAQ

Brigitte Duval, MAPAQ

Pierrot Ferland, MAPAQ

Jean-Philippe Légaré, MAPAQ

Rosemarie Vallières, MAPAQ

Christine Villeneuve, MAPAQ