

# Enquête sur la résistance des ennemis des cultures aux pesticides

**Rémy Fortin, agronome consultant**

*Collaboration :*

**Danielle Bernier, agronome-malherbologiste, MAPAQ**

**Denise Bachand, chargée de projets, CRAAQ**

*Cultivons l'avenir, une initiative fédérale-provinciale-territoriale*



## TABLE DES MATIÈRES

1.	OBJECTIFS DU PROJET .....	2
2.	MISE EN SITUATION.....	3
3.	MÉTHODOLOGIE.....	6
4.	FACTEURS RELIÉS AU DÉVELOPPEMENT DE LA RÉSISTANCE .....	6
4.1	La formation.....	6
4.2	Disponibilité des ressources et expertise.....	7
4.3	Disponibilité de l'information .....	8
4.4	Recherche .....	8
4.5	Gestion des cultures.....	9
5.	DISPONIBILITÉ DES TECHNIQUES.....	9
6.	PORTRAIT DE LA RÉSISTANCE AU QUÉBEC.....	11
6.1	Mauvaises herbes .....	11
6.1.1	Cas confirmés résistants .....	11
6.1.2	Cas soupçonnés de résistance.....	13
6.2	Organismes pathogènes.....	14
6.2.1	Cas confirmés résistants .....	14
6.2.2	Cas soupçonnés de résistance.....	14
6.3	Insectes .....	14
6.3.1	Cas confirmés résistants .....	14
6.3.2	Cas soupçonnés de résistance.....	15
7.	CONSÉQUENCES DU DÉVELOPPEMENT DE LA RÉSISTANCE.....	15
8.	À SURVEILLER DANS UN PROCHE AVENIR .....	17
9.	PRÉOCCUPATIONS DES INTERVENANTS.....	17
9.1	Laboratoire de diagnostic du MAPAQ.....	18
9.2	L'industrie .....	18
10.	RECOMMANDATIONS.....	19
11.	RÔLES DES ORGANISATIONS .....	21
11.1	Le MAPAQ .....	21
11.2	L'industrie .....	21
12.	CONCLUSION .....	22

## ANNEXES

ANNEXE 1 .....	23
ANNEXE 2 .....	24
ANNEXE 3 .....	27
ANNEXE 4.....	31
ANNEXE 5.....	32
ANNEXE 6.....	34
ANNEXE 7.....	36
ANNEXE 8.....	37
ANNEXE 9.....	38

## **NOTE AUX LECTEURS**

Le présent rapport ne représente pas l'opinion du rédacteur, ni de la Commission de phytoprotection du Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ). Il résulte du bilan effectué après analyse des commentaires recueillis auprès des gens consultés.

Ce projet a été réalisé grâce à une aide financière du Programme d'appui pour un secteur agroalimentaire innovateur, un programme issu de l'accord du cadre *Cultivons l'avenir* conclu entre le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation et Agriculture et Agroalimentaire Canada.

### **1. OBJECTIFS DU PROJET**

Ce projet vise à dresser un état de la situation des ennemis des cultures présents au Québec qui ont développé une résistance aux pesticides ou aux biopesticides ou qui sont en voie de le faire et de ceux qui sont les plus aptes de la développer.

Du début du mois d'août 2011 jusqu'à la mi-janvier 2012, une enquête a été menée auprès d'une cinquantaine d'experts œuvrant dans les organisations présentes au Québec et impliquées dans le secteur de la phytoprotection, qui avait pour but de répertorier des connaissances et des données qualitatives et quantitatives dans le domaine de la résistance des ennemis des cultures aux pesticides, soit :

- dresser un bilan des ennemis des cultures ayant développé de la résistance aux pesticides au Québec;
- lister les ennemis des cultures les plus sujets à développer de la résistance;
- lister les modes d'action (groupes et familles chimiques) les plus aptes au développement de la résistance;
- inventorier les techniques actuellement disponibles au Québec ou ailleurs, facilement transférables, pour la détection de la résistance des ennemis des cultures.

Ce rapport présente l’avis des personnes rencontrées sur l’état de la situation par groupe d’ennemis (insectes, maladies, mauvaises herbes) ainsi qu’une liste d’actions ou d’activités recommandées à mettre en place pour contrer le développement de résistance des ennemis des cultures aux pesticides. Il résume également les techniques d’évaluation de la résistance disponibles au Québec.

## **2. MISE EN SITUATION**

L’agriculture d’aujourd’hui offre des technologies de pointe aux agriculteurs. La phytoprotection est en constante évolution et propose des solutions très évoluées au sens technologique. La phytoprotection fait face à de sérieux enjeux posés par l’utilisation de ces outils parfois très complexes. Notamment, la gestion de la résistance des ennemis des cultures représente aujourd’hui un défi important. Elle doit faire partie intégrante des programmes de gestion des cultures. En effet, les conseillers et les entreprises agricoles sont confrontés de plus en plus avec cette problématique, soit la gestion de la résistance des ennemis des cultures aux pesticides.

En février 2008, un atelier sur la gestion de la résistance, organisé par l’Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA) de Santé Canada et CropLife Canada, a eu lieu à Ottawa. Plusieurs recommandations ont été identifiées pour améliorer la gestion de la résistance au Canada. Pour n’en citer que quelques-unes, mentionnons l’encouragement d’une bonne approche phytosanitaire, une surveillance accrue de la résistance et l’augmentation de la collaboration entre les divers intervenants. Il en est également ressorti que le risque de résistance augmente de plus en plus, étant donné la prévalence des modes d’action à site unique pour beaucoup de nouveaux produits. L’impact de la réévaluation sur la disponibilité des produits et les conséquences de la pression économique sur les risques agronomiques sont d’autres facteurs pouvant influencer le risque de résistance<sup>1</sup>. On constate une sensibilisation accrue de l’importance du problème et on note certains efforts collaboratifs sur le plan national et international. L’utilisation croissante de cultures génétiquement modifiées s’ajoute également.

---

<sup>1</sup> Évènement conjoint en phytoprotection, CRAAQ/SPPQ, 2009. Pierre Beauchamp, ARLA.

La présence sur le marché de ces cultures encourage l'emploi de certaines matières actives à répétition, par exemple les cultures « Roundup Ready ».

Jusqu'à maintenant, près de 200 espèces de mauvaises herbes résistantes aux herbicides ont été recensées dans près de 60 pays<sup>2</sup>. Ces observations peuvent se situer très près de nous. En Ontario, par exemple, plusieurs champs du sud-ouest ont été infestés en 2010 par l'herbe à poux géante résistante au glyphosate. Depuis, deux autres espèces de mauvaises herbes ont été identifiées comme résistantes au glyphosate au Canada. En 2011, la vergerette du Canada a été identifiée en Ontario et, au début de 2012, nous apprenions que du kochia à balai résistant au glyphosate avait été retrouvé en Alberta. En 2011, au Québec, six nouveaux cas de mauvaises herbes résistantes au groupe 2 ont été confirmés<sup>3</sup>.

La sensibilisation de la population agricole québécoise est d'ailleurs amorcée. À titre d'exemple, la revue Producteur Plus, dans son édition de février 2011, a consacré un dossier sur la phytorésistance. Également, Le Bulletin des agriculteurs a organisé une table ronde avec des experts et y rapporte les discussions, dans son édition de février 2011. Il est mentionné que le risque qu'une mauvaise herbe du Québec développe une résistance au glyphosate au Québec est très réel. Preuve à l'appui, les semences de la vergerette du Canada sont munies d'une aigrette comme le pissenlit. Elles sont donc très facilement transportées par le vent. Les risques en sont pour autant plus grands puisque maintenant des plants résistants sont présents en Ontario. Le glyphosate est la matière active la plus vendue au Québec (Bilan des ventes des pesticides au Québec, 2008, MDDEP). Il est souvent sous la mire; il faut penser à l'importance des superficies cultivées au Québec en cultures tolérantes au glyphosate, mais les autres matières actives doivent également demeurer sous surveillance. D'autant plus qu'il n'y a pas que les mauvaises herbes qui sont susceptibles de développer de la résistance, mais également tous les autres ennemis des cultures.

---

<sup>2</sup> Évènement conjoint en phytoprotection, CRAAQ/SPPQ, 2009. François Tardif, Université de Guelph.

<sup>3</sup> Évènement conjoint en phytoprotection, CRAAQ/SPPQ, 2009. Danielle Bernier, MAPAQ.

Les intervenants possèdent certaines informations sur les stratégies à adopter pour éviter ou ralentir le développement de la résistance. Des données et des connaissances ont été présentées lors d'un évènement tenu le 22 octobre 2009 et organisé conjointement par le CRAAQ et la Société de protection des plantes du Québec (SPPQ). De plus, les compagnies de produits phytosanitaires font aussi de la sensibilisation à ce sujet. Les étiquettes des pesticides mettent en garde les utilisateurs face à cette éventualité.

La Commission de phytoprotection du CRAAQ est très préoccupée par le développement et la présence de la résistance des ennemis des cultures aux pesticides. Cette problématique figure depuis 2008 dans les axes d'interventions énumérées dans son plan d'action annuel. Les premières activités de sensibilisation ont eu lieu lors de l'évènement mentionné précédemment qui avait pour thème « Résistance et approche systémique : nouveaux défis ». À la suite de ce colloque, une démarche était nécessaire pour améliorer les connaissances au sujet de cette problématique et assurer une concertation de l'ensemble des intervenants. Un comité de travail *ad hoc* sur le sujet, mandaté par la Commission, fut alors mis en place (Annexe 1).

Mentionnons que la gestion de la résistance fait également partie des actions ciblées dans le repositionnement de la Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture réalisé à la suite de consultations auprès des divers groupes d'intervenants.

En effet, dans le document intitulé Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture 2011-2021<sup>4</sup> dont l'objectif général est « Accroître l'adoption de la gestion intégrée des ennemis des cultures et réduire les risques des pesticides pour la santé et l'environnement en assurant la viabilité économique des productions agricoles », l'objectif 6.2 se lit comme suit : Réduire le risque de développement d'ennemis des cultures résistants aux pesticides et aux biopesticides.

Pour atteindre cet objectif, quatre actions sont définies, dont les deux suivantes :

- (6.2.1) Identifier, développer et rendre accessibles les techniques d'évaluation de la résistance des ennemis des cultures aux pesticides.
- (6.2.2) Dresser un état de situation au regard des ennemis des cultures présents au Québec qui ont développé une résistance aux pesticides et aux biopesticides.

---

<sup>4</sup> [http://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Publications/Strategie\\_phytosanitaire.pdf](http://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Publications/Strategie_phytosanitaire.pdf)

Le développement de la résistance incite l'utilisation de plus d'un pesticide alors qu'un seul était nécessaire il y a quelques années. La perte d'un pesticide pour un ennemi ciblé peut être catastrophique dans certaines cultures où seulement quelques produits sont homologués. Les solutions de rechange n'étant que peu ou pas disponibles, il s'ensuit des coûts et des soucis supplémentaires pour les conseillers et les entreprises agricoles.

### **3. MÉTHODOLOGIE**

Cinquante experts ont été ciblés pour participer à l'enquête (Annexe 2) et ont discuté sur plusieurs sujets répertoriés dans un questionnaire élaboré pour les entrevues (Annexe 3). Il s'agit de chercheurs, de conseillers ou d'intervenants représentant un large éventail d'organisations comme le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (Direction de la phytoprotection et directions régionales, Réseau d'avertissements phytosanitaires), Agriculture et Agroalimentaire Canada, centres de recherche (CÉROM, IRDA, CIEL, CRLB), Université Laval, Institut québécois du développement de l'horticulture ornementale (IQDHO), producteur agricole, clubs-conseils en agroenvironnement, réseaux de lutte intégrée et intervenants du secteur privé (compagnies de produits phytosanitaires, distributeurs d'intrants et consultants).

L'objectif du projet étant de connaître l'opinion et les connaissances des différents intervenants québécois sur la situation de la problématique de la résistance des ennemis des cultures aux pesticides au Québec, le présent rapport ne contient pas de revue de littérature exhaustive sur le sujet.

### **4. FACTEURS RELIÉS AU DÉVELOPPEMENT DE LA RÉSISTANCE**

Les facteurs décrits ci-après ont été classés en différentes catégories pour en faciliter la compréhension. Cependant, ils sont présentés par ordre d'importance selon les experts interrogés. À leur avis, il y a plusieurs éléments ou facteurs pour expliquer le développement de la résistance aux pesticides.

#### **4.1 La formation**

- La formation des bacheliers en agronomie est déficiente en phytoprotection et notamment sur les pesticides.



- Les conseillers et conseillères doivent maîtriser et utiliser une quantité très importante d'informations de toutes sortes (lois, règlements, fertilisation, environnement, régie des cultures, phytoprotection, etc.). Pour faire une recommandation de pesticides efficace, ils doivent en avoir une très bonne connaissance.
- Compte tenu de la quantité variée et importante de produits phytosanitaires disponibles sur le marché, il leur est très difficile de se tenir à jour. Ainsi, plusieurs conseillers font d'excellents diagnostics de problèmes phytosanitaires, mais sont très inconfortables pour faire une recommandation des pesticides à utiliser pour régler la problématique identifiée.
- La méconnaissance, mauvaise interprétation ou mauvaise utilisation de l'IRPeQ : dans le choix d'un traitement, les indicateurs de risque pour la santé et l'environnement sont davantage pris en considération que les risques de développement de la résistance qui sont souvent complètement oubliés. Cette situation peut défavoriser la rotation des groupes de pesticides et augmenter les risques de développement de la résistance qui sont souvent mal compris.

#### **4.2 Disponibilité des ressources et expertise**

- Les services individuels aux producteurs sont en diminution constante.
- Le mandat principal des conseillers des clubs conseils en agroenvironnement est l'élaboration et la mise en place des plans de fertilisation. Ils doivent assumer de nombreuses tâches administratives en lien avec la réglementation du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) et les différentes demandes du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ). La phytoprotection est absente des mandats des conseillers en agroenvironnement. De plus, leur emploi du temps et leurs ressources financières limitées rendent très difficile, voire impossible leur implication dans cette problématique pour le moment.
- Le suivi du développement ou des risques de développement de la résistance sont évidemment absents des services offerts par la majorité des conseillers et conseillères agricoles, tant du secteur public que privé. Le coût des visites sur une base régulière et le maintien des registres de traitements est un obstacle important et représente une facture que les producteurs hésitent à assumer.

- Le peu de tests de résistance des ennemis des cultures offerts par les différents laboratoires et centres de recherche au Québec.
- Le peu d'experts au Québec qui sont en mesure de réaliser un bon diagnostic concernant la résistance.
- Les producteurs acceptent de payer pour des tests de confirmation de la résistance seulement lorsque cela présente des problèmes de rentabilité de la production.
- Les délais pour réaliser les tests d'efficacité nécessaires à l'homologation des pesticides sont trop longs et retardent l'arrivée de nouveaux produits sur le marché.
- Le développement de la résistance a mis en lumière l'absence de réseaux de dépistage bien organisés et le manque d'outils disponibles (par exemple : documentations, tests rapides, trousse de dépistage, etc.) pour cette problématique.
- La grande rotation du personnel au sein des clubs agroenvironnementaux occasionne un problème sur le plan des connaissances : peu d'expérience des nouveaux conseillers, formation toujours à reprendre, perte d'expertise causée par les nombreux départs.

### **4.3 Disponibilité de l'information**

- À l'heure actuelle, il y a peu d'information sur le sujet au Québec.
- Le portrait des insectes ravageurs en grandes cultures dans les différentes régions du Québec est mal connu et encore moins le portrait de la résistance aux insecticides.
- Une problématique particulière rapportée est que l'information sur le sujet circule mal. Le peu d'information disponible ne se rend pas toujours au conseiller qui en aurait besoin pour comprendre les problèmes et ainsi faire le travail nécessaire au contrôle de la résistance.

### **4.4 Recherche**

- Présentement, au Québec, peu d'efforts ou de projets ciblent la lutte à la résistance des maladies aux fongicides.
- La diminution du nombre de chercheurs, les restrictions des budgets dédiés à la recherche permettent difficilement de répondre aux besoins exprimés.
- Il est difficile d'identifier ou de trouver une liste des priorités de recherche, peu importe le secteur d'activités.
- Il n'y a pas de concertation entre les priorités et les actions des différents organismes subventionnaires.

#### - 4.5 Gestion des cultures

La majorité des experts rencontrés sont d'avis que le développement de la résistance des ennemis des cultures aux pesticides est principalement attribuable à :

- Un manque de rotation des cultures au Québec et sur le plan mondial.
- La concentration de la production légumière sur un territoire relativement restreint.
- L'utilisation répétitive des mêmes programmes de protection phytosanitaires année après année.
- L'absence de registre de pesticides pour la majorité des producteurs qui font faire des arrosages à forfait.
- L'utilisation de traitements préventifs, particulièrement en ce qui a trait aux insecticides.
- L'utilisation des doses réduites de pesticides.
- La courte période de rotation des herbicides, plus spécifiquement dans le cas des herbicides du groupe 2.
- L'augmentation de l'utilisation des fongicides dans les céréales depuis les cinq dernières années.
- La faible demande des agriculteurs pour des services de diagnostic et de conseil en phytoprotection.

## 5 DISPONIBILITÉ DES TECHNIQUES

Bien que la disponibilité des techniques soit relativement connue au Québec, l'enquête a permis de préciser leur disponibilité et accessibilité.

#### - *Laboratoire de diagnostic en phytoprotection du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec*

En ce moment, le laboratoire de diagnostic offre des tests de détection de la résistance pour un champignon. Il s'agit de tests de résistance aux fongicides pour *Botrytis cinerea*. De plus, il est possible de faire détecter la résistance au cuivre pour les bactéries suivantes : *Xanthomonas campestris*, *Xanthomonas hortorum*.

La détection de la résistance à la streptomycine est également offerte pour la bactérie *Erwinia amylovora*.

Grâce à une entente avec l'Université de Guelph, il est possible d'obtenir la validation de cas douteux de mauvaises herbes résistantes (voir l'information sur l'Université de Guelph plus loin).

- ***Laboratoire de production fruitière intégrée de l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), Saint-Bruno***

Pour des fins de recherche et pour leurs clients, ce laboratoire réalise des tests de résistance sur les insectes de la pomme, particulièrement sur le carpocapse de la pomme. Des tests de résistance à plusieurs fongicides sont également disponibles pour la tavelure de la pomme (*Venturia inaequalis*).

- ***Centre de recherche et développement en horticulture d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, Saint-Jean-sur-Richelieu***

Dans le cadre de ses activités de recherche, Mme Odile Carisse, chercheure en phytopathologie, et son équipe réalisent différents tests de résistance aux fongicides par la technique de sondes moléculaires.

Pour les laboratoires mentionnés plus haut, il faut préciser que les ressources humaines et financières attribuées à ces activités sont très limitées. S'il devait y avoir une demande accrue de validation, toutes ces organisations auraient besoin de budget et de ressources humaines supplémentaires pour conduire ces activités.

- ***Université de Guelph***

Le département de « Plant agriculture » de l'Université de Guelph offre gratuitement aux producteurs agricoles et aux conseillers de l'Ontario le service de détection de la résistance aux herbicides. François Tardif, Ph.D., professeur-chercheur, est responsable de cette activité.

Dans le cadre des différents projets de recherche menés par des chercheurs de l'Université de Guelph, des tests de résistance aux fongicides sont réalisés. Cependant, ils ne sont pas offerts au même titre que ceux pour la détection de la résistance aux herbicides. Ils sont réalisés dans le cadre de projets de recherche ou de besoins spécifiques.

Grâce à une entente entre M. François Tardif, professeur-chercheur, et Mme Danielle Bernier, agronome-malherbologiste à la Direction de la phytoprotection du MAPAQ, des échantillons de mauvaises herbes soupçonnées résistantes à différents herbicides sont acheminés au laboratoire de Guelph. Toutefois, jusqu'à maintenant, ce nombre se limitant entre 5 à 10 échantillons par année, le service est offert gratuitement. Les cas soumis représentent ceux portés à l'attention du laboratoire de diagnostic seulement.

L'Université de Guelph a également été mandatée par Agriculture Canada pour un projet spécifique de deux ans pour établir un portrait de la résistance du champignon responsable de la tavelure (*Ventura inaequalis*) aux fongicides. Ce projet est réalisé en collaboration avec le laboratoire de l'IRDA.

- ***Centre de recherches de Saskatoon d'Agriculture et agroalimentaire Canada***

Dans le cadre de son offre de service et de différents travaux de recherche réalisés dans les provinces des prairies concernant la gestion intégrée des cultures, le service de dépistage et de détection de la résistance aux herbicides est disponible pour les conseillers et les producteurs agricoles. Hugh Beckie, Ph.D., chercheur, est une des personnes responsables du dossier.

Aucune information à ce jour ne porte à croire que ce laboratoire a réalisé des tests pour le Québec.

## **6. PORTRAIT DE LA RÉSISTANCE AU QUÉBEC**

Les experts interrogés ont tous une certaine connaissance d'ennemis reconnus comme résistants. Cependant, ils ont également une liste d'ennemis potentiellement résistants ou sous surveillance, mais pour lesquels aucun test ou évaluation n'a été réalisé ici au Québec.

### **6.1 Mauvaises herbes**

#### ***6.1.1 Cas confirmés résistants***

Actuellement, grâce à la collaboration de l'équipe du D<sup>f</sup> François Tardif de l'Université de Guelph en Ontario, il est possible de faire valider quelques cas de semences de mauvaises herbes soupçonnées résistantes. Depuis 2006, comme le volume de demande est assez limité (4-8) annuellement, D<sup>f</sup> Tardif accepte de réaliser les tests de résistance gratuitement.

Jusqu'à maintenant, 6 espèces différentes de mauvaises herbes à feuilles larges sont officiellement reconnues résistantes aux herbicides au Québec. Toutefois, c'est à la fin des années 1970, début 1980, que les premières mauvaises herbes résistantes ont été identifiées. La moutarde des oiseaux et le chénopode blanc résistants à l'atrazine furent les premiers cas diagnostiqués dans la culture du maïs, dans la région de Sherbrooke. Dans les années 1990, de l'herbe à poux et du séneçon vulgaire résistants au linuron, groupe 7, dans la culture des sapins de Noël, furent également identifiés. Les herbicides disponibles dans la production de la carotte se limitant presque exclusivement au linuron, l'herbe à poux fut également confirmée résistante dans les zones productrices de carotte.

La venue sur le marché de plusieurs nouveaux herbicides pour les cultures de maïs et de soya fit en sorte que ce n'est qu'au début des années 2000 que le développement de la résistance revint dans les préoccupations des producteurs de grandes cultures du Québec. L'arrivée en grand nombre d'herbicides du groupe 2, par exemple : Ultim, Accent, Refine, Pursuit, etc., herbicides avec un site d'action très spécifique, très efficace, utilisés à répétition, fait en sorte que la résistance s'installe rapidement partout où les produits sont utilisés.

Aujourd'hui, nous avons donc six espèces de mauvaises herbes résistantes à trois groupes d'herbicides : l'amarante à racine rouge (2, 5, 7), le chénopode blanc (2, 5), la moutarde des oiseaux (5), le séneçon vulgaire (7), la petite herbe à poux (2, 7) et, la dernière en liste, la morelle noire de l'Est (2). Ces mauvaises herbes résistantes se retrouvent majoritairement dans les cultures de maïs et de soya, dans les sapins de Noël et dans les cultures légumières, principalement les carottes. L'imazéthapyr (Pursuit), herbicide utilisé surtout dans le soya, est le produit pour lequel la résistance s'est manifestée le plus souvent. Cependant, il faut garder en mémoire que lorsque la résistance est acquise, toute la descendance sera affectée. De plus, comme la résistance se développe pour un mode d'action spécifique, l'utilisation d'autres herbicides du même groupe devient inutile, puisque la plante sera également résistante à tous les produits du même groupe.

Il est possible qu'une même plante soit résistante à plus d'un groupe, nous sommes alors en présence de résistance multiple. Aux États-Unis, des plantes résistantes à deux, trois et même quatre groupes différents ont été identifiées. Pour le Québec, ce phénomène de résistance multiple n'a pas encore été diagnostiqué. C'est dans la région de la Montérégie où nous retrouvons le plus de cas de résistance. Toutefois, des cas de résistance ont aussi été confirmés dans d'autres régions du Québec (Annexe 4).

### ***6.1.2 Cas soupçonnés de résistance***

L'annexe 5 présente des commentaires et des observations ou soupçons exprimés par les personnes rencontrées. Les mauvaises herbes présentées dans le tableau n'ont pas été validées par des tests de résistance. Dans les espèces mentionnées, nous retrouvons neuf mauvaises herbes à feuilles larges et quatre graminées annuelles. Certaines espèces, comme la cardamine et le gaillet, sont difficiles à éliminer et bien peu de traitements homologués sont efficaces sur ces plantes. Il est peu probable que nous soyons en présence de résistance. L'asclépiade, qui demande une dose élevée de glyphosate, est sensible à un stade précis de son développement; encore ici, il y a matière à réflexion.

Quant à l'ériochloé velue, il s'agit d'une nouvelle espèce réglementée au Québec depuis décembre 2010. Aucun herbicide au Canada n'est homologué pour cette espèce. Dans la littérature, dont celle des États-Unis, la liste des traitements cités comme efficaces dans la culture du soya et du maïs est très limitée. Encore là, des essais préliminaires au Québec n'ont pas permis d'obtenir une efficacité supérieure à 70-75 %. Le glyphosate est actuellement celui qui a obtenu une efficacité supérieure à 85 %. Des essais d'efficacité des herbicides sont réalisés en 2012 chez un producteur infesté pour évaluer différents produits. Ce projet est financé grâce à une aide financière du Programme de soutien à l'innovation en agroalimentaire, un programme issu de l'accord du cadre *Cultivons l'avenir* conclu entre le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation et Agriculture et Agroalimentaire Canada.

Quant aux autres espèces mentionnées, il y a effectivement des cas douteux rapportés, mais ils n'ont pas été validés.

Il devient alors important et même essentiel pour chacune de ces espèces et produits mis en cause de s'assurer de leur résistance. Dans certaines cultures, les solutions pour la lutte aux mauvaises herbes étant très limitées, il devient nécessaire de confirmer ou d'infirmer ces appréhensions pour ne pas restreindre davantage les ressources ou, si c'est le cas, de prévoir d'autres solutions de désherbage et d'éviter la dissémination, la multiplication et l'expansion de ces espèces au Québec.

## **6.2 Organismes pathogènes**

### ***6.2.1 Cas confirmés résistants***

En ce qui concerne les fongicides, nous remarquons (Annexe 6) que la problématique de la résistance occupe une place importante dans les cultures de la pomme de terre, de la fraise et de la framboise. La vigne commence également à se démarquer d'autres cultures. Toutes ces cultures nécessitent plusieurs traitements au cours de la saison. Cependant, la pomme est également grandement touchée.

### ***6.2.2 Cas soupçonnés de résistance***

Comme on peut le constater à l'annexe 7, les cas douteux de résistance aux fongicides se retrouvent quatre fois sur cinq dans le secteur des petits fruits, soit les fraises et les framboises. Contrairement aux herbicides et insecticides, il existe déjà une certaine connaissance du potentiel du risque de développement de la résistance.

## **6.3 Insectes**

### ***6.3.1 Cas confirmés résistants***

Jusqu'à maintenant, peu de cas d'insectes résistants ont été confirmés au Québec (Annexe 8). Les seuls cas confirmés concernent le carpocapse de la pomme, la fausse-teigne des crucifères et la tordeuse à bandes obliques.

L'absence de lieux pour effectuer des tests et la difficulté à réaliser des élevages de certains insectes sont grandement responsables de cette situation.



### ***6.3.2 Cas soupçonnés de résistance***

Comme très peu de cas de résistance sont confirmés, il n'est pas surprenant de se retrouver avec une vingtaine d'espèces d'insectes soupçonnés par des observations de mauvaise efficacité de traitements au champ d'avoir développé de la résistance aux insecticides (Annexe 9). La liste des matières actives en cause est aussi très variée. Ces insectes sont présents dans de nombreuses cultures et régions du Québec. Les plantes ornementales et horticoles semblent cependant les plus affectées.

## **7. CONSÉQUENCES DU DÉVELOPPEMENT DE LA RÉSISTANCE**

- Le développement de la résistance a des impacts considérables sur la gestion des ennemis des cultures.
- Une des premières conséquences est l'augmentation des doses de pesticides utilisés par les producteurs. Souvent, il s'écoule un certain laps de temps entre le moment où il y a confirmation ou suspicion d'une problématique de résistance; l'accroissement des doses appliquées est donc un des premiers réflexes.
- Les traitements se composent maintenant de plus en plus souvent d'au minimum deux matières actives.
- Une fois la résistance identifiée ou suspectée, il s'ensuit inévitablement une modification au niveau des produits de protection à utiliser.
- Souvent, les produits ou solutions de remplacement sont plus dispendieux, d'où l'augmentation des coûts de production. Les nouvelles molécules ou solutions envisagées peuvent présenter des contraintes ou des conditions d'utilisation plus spécifiques ou exigeantes ou avoir un impact négatif sur les risques liés à la santé humaine et à l'environnement.
- Un autre problème engendré par le développement de la résistance est, selon le problème rencontré, la réduction, voire l'absence dans certaines situations d'autres pesticides ou solutions.

À l'heure actuelle, il n'existe pas nécessairement de méthodes alternatives de remplacement de pesticides pour tous les ennemis des cultures. Lorsqu'elles sont disponibles, ces méthodes sont également plus ou moins complexes à implanter ou à intégrer dans une stratégie de lutte dans un contexte de productivité et de rentabilité pour les entreprises agricoles.

À ce jour, malgré la littérature abondante sur la problématique de la résistance aux pesticides, plusieurs experts rencontrés lors de l'enquête affirment que la différence entre les concepts de tolérance et de résistance aux pesticides est mal comprise. Nombreux sont ceux et celles qui soutiennent que, pour plusieurs cas soupçonnés de résistance, il s'agit de mauvaise gestion des pesticides. Des personnes interrogées rapportent que les échecs rencontrés lors des traitements sont attribuables à :

- une mauvaise période d'application;
- une mauvaise dose;
- une mauvaise calibration ou un mauvais entretien du pulvérisateur;
- un mauvais synchronisme entre le développement ou la présence de l'ennemi et le traitement réalisé;
- une mauvaise qualité de l'eau, particulièrement le pH;
- dans de nombreux cas, l'utilisation du mauvais produit.

Les producteurs agricoles sont prêts à payer pour des tests de confirmation de la résistance dans la mesure où ce problème nuit à la rentabilité et à la productivité de l'entreprise.

Des personnes rencontrées ont souligné que les intervenants sont conscients de la menace de la présence et du développement de la résistance. Néanmoins, ils trouvent qu'un certain nombre de producteurs et qu'une minorité de fournisseurs d'intrants ne prennent pas la situation au sérieux. Il semble qu'on banalise la situation et que les fournisseurs concernés négligent de mentionner le bien-fondé et la nécessité de faire la rotation des groupes ou des modes d'action des pesticides. Pour eux, le développement de la résistance aux pesticides ne représente pas une priorité. En agissant de cette façon, ils minimisent, voire anéantissent, une partie des efforts fournis par les autres intervenants face à la gestion de la résistance.

## 8. À SURVEILLER DANS UN PROCHE AVENIR

L'enquête a permis d'identifier des pistes ou des problèmes spécifiques à surveiller ou des précisions à apporter dans un avenir rapproché :

- Il devient essentiel de confirmer les cas suspects mentionnés dans les tableaux des annexes 5, 7 et 9.
- Il faut s'assurer de dépister les champs où la présence de mauvaises herbes toujours en croissance a été observée à la suite des traitements herbicides, particulièrement le glyphosate.
- La surveillance des vers fil-de-fer et des hannetons dans des champs où des traitements de clothianidine, groupe 4A, ont été effectués est aussi à prioriser.
- Il est également nécessaire d'apporter une attention particulière aux ennemis suivants face à leur sensibilité aux pesticides :
  - la punaise terne (*Lygus lineolaris*);
  - la brûlure hâtive des variétés hâtives et sensibles des pommes de terre dans l'Ouest du Québec (strobilurines);
  - la fusariose des céréales;
  - la rouille asiatique du soya;
  - la pourriture bactérienne de l'oignon (*Burkholderia cepacia* ou *Pseudomonas cepacia*);
  - la pourriture bactérienne brunâtre (*Burkholderia gladioli* pv. *alliicola* ou *Pseudomonas gladioli* pv. *Alliicola*) (traitements préventifs au cuivre).

## 9. PRÉOCCUPATIONS DES INTERVENANTS

Les personnes rencontrées ont soulevé plusieurs questions qui, pour le moment, demeurent sans réponse. Un forum d'échanges est prévu à la suite de cette enquête et devra notamment essayer de répondre à ces différentes interrogations.

Voici la liste des questions qui sont revenues le plus souvent :

- Qui doit prendre en charge le dossier de la résistance?
- Qui va assurer le rôle de veille, de surveillance, de dépistage de la résistance?

- Quel est le mandat du MAPAQ (donc du gouvernement provincial) face à cette problématique?
- Quel est le rôle de la Direction de la phytoprotection du MAPAQ?
- Est-ce que la pérennité du Réseau d'avertissements phytosanitaires (RAP) est assurée?

### **9.1 Laboratoire de diagnostic du MAPAQ**

Le laboratoire de diagnostic du MAPAQ arrive déjà difficilement à assurer la validation de la résistance de la moisissure grise et du blanc aux fongicides.

- Qu'arrivera-t-il s'il y a une augmentation importante du nombre d'échantillons?
- Sera-t-il en mesure de continuer d'offrir ce service?
- Quel est son rôle?
  - Appuyer les conseillers agricoles du MAPAQ?
  - Appuyer aussi les conseillers du secteur privé?
  - Offrir un service de diagnostic spécialisé sur la résistance?
  - Être responsable des collections de plantes, d'insectes et autres nécessaires pour assurer un diagnostic précis?
  - Y aurait-il possibilité d'utiliser des outils de biologie moléculaire visant à détecter des gènes de résistance?

### **9.2 L'industrie**

- Qu'est-ce que l'industrie est prête à faire lorsqu'il y a un doute de résistance?
- Quel est le rôle de l'industrie?
  - Assurer la surveillance en milieu agricole et en milieu forestier?
  - Mettre en place un laboratoire de détection de la résistance pour les producteurs agricoles et forestiers?
- L'industrie est-elle prête à contribuer au développement, au partage et à la diffusion des connaissances, au développement ou à la mise en commun des méthodes de détections, à soutenir financièrement certaines activités reliées au développement de la résistance?
- Est-ce imaginable d'obtenir une collaboration entre les différents partenaires privés et publics pour développer et mettre en place un centre d'expertise en phytoprotection?

## 10. RECOMMANDATIONS

Malgré les nombreuses interrogations, la réalisation de cette enquête a tout de même permis de mettre en lumière des idées de pistes de solutions ou d'actions à mettre en place pour limiter, retarder ou encore empêcher le développement de la résistance. De plus, les recommandations proposées par les experts consultés suggèrent aussi la responsabilité des différentes organisations dans la gestion de la résistance aux ennemis des cultures.

**Note de la rédaction :** *Les recommandations ne sont pas présentées par ordre d'importance ou de priorité. Ce travail devra être réalisé lors du Forum sur la résistance aux ennemis des cultures.*

### **Recommandations en lien avec les structures et les organisations**

- Mettre en place au Québec un programme de surveillance de la résistance aux pesticides.
- Mettre en place un centre d'expertise en phytoprotection, en collaboration avec tous les partenaires du milieu : gouvernements, industrie, universités, associations de producteurs et en assurer la pérennité.
- Mettre en place des équipes de conseillers à temps plein en phytoprotection pour répondre aux besoins des producteurs (accompagnement individuel).
- Identification au sein du MAPAQ ou des corporations de recherche affiliées d'une personne dédiée notamment à la gestion de la résistance des ennemis des cultures aux pesticides. En plus d'assurer une veille et la surveillance sur le territoire agricole du Québec, elle pourrait être une personne-ressource importante pour informer les différentes autorités des actions à mettre en place et à développer. Elle devrait également suivre l'évolution du problème et des différentes solutions proposées sur le plan québécois, canadien et international.

### **Recommandations en lien avec la formation**

- Assurer la formation des conseillers dans le domaine des stratégies de lutte intégrée aux ennemis des cultures et du dépistage de la résistance aux pesticides.
- Offrir régulièrement (par exemple, aux deux ans) de la formation pratique sur la pulvérisation des pesticides (types de pulvérisateur, buses, pression), particulièrement en horticulture.

### **Recommandations en lien avec la réglementation**

- Obliger la tenue d'un registre de traitements pesticides pour tous les producteurs.
- Permettre la vente de pesticides aux personnes ou entreprises seulement sur la présentation d'une recommandation signée.
- S'assurer de la bonne santé phytosanitaire (absence d'insectes et de maladies) dans les transplants importés des autres provinces et des États-Unis.

### **Recommandations en lien avec l'information**

- Poursuivre annuellement la tenue des journées sur les produits antiparasitaires.
- Mettre à la disposition des conseillers l'information disponible sur les potentiels de risque de développement de résistance pour tous les pesticides utilisés au Québec.
- Poursuivre et accentuer la vulgarisation de la rotation des modes d'actions des pesticides.
- Développer et mettre en ligne gratuitement un site web dédié à la résistance des ennemis des cultures aux pesticides.
- Développer un message commun concernant la résistance pour tous les intervenants du milieu (conseillers privés et publics, chercheurs, fournisseurs d'intrants, producteurs agricoles).
- Assurer la pérennité du Réseau d'avertissements phytosanitaires (RAP) du MAPAQ.
- Encourager la possibilité d'avoir plus d'une personne responsable d'un même réseau au RAP, ce qui permettrait d'alléger le travail des avertisseurs qui est concentré principalement durant la saison estivale qui est aussi celle des vacances (coavertisseurs).
- Recommander de façon systématique l'utilisation d'un herbicide résiduel pour compléter l'action du glyphosate dans les cultures tolérantes aux glyphosate.

### **Recommandations en lien avec le secteur de la recherche**

- Mettre en place un groupe de recherche sur la résistance avec des chercheurs de toutes provenances (universités, gouvernements, industrie).
- Identifier la problématique de la résistance au sein des différents organismes subventionnaires (MAPAQ, Agriculture et Agroalimentaire Canada, UPA, CRSNG, etc.).

- Prioriser :
  - les ennemis des cultures qui nécessitent plusieurs traitements en cours de saison,
  - les parasites obligatoires en phytopathologie.
- Accroître la recherche appliquée de stratégies de lutte intégrée ou programme de phytoprotection.
- Développer un protocole simple de pré-test de résistance des mauvaises herbes directement au champ. Ce test serait utilisé par les conseillers avant de faire une demande pour un test officiel.
- Développer des tests rapides (moins de 24 heures) de dépistage de résistance aux fongicides.
- Mieux cibler les problèmes afin d'optimiser le bénéfice des sommes d'argent investies dans le secteur de la recherche et du développement.
- Encourager le développement de nouveaux fongicides de contact multisites.

## **11. RÔLES DES ORGANISATIONS**

Malgré le questionnement soulevé par la résistance des ennemis des cultures aux pesticides et en lien avec les différentes recommandations formulées pour y faire face, les intervenants rencontrés ont suggéré des rôles qui pourraient être assurés par les différentes organisations.

### **11.1 Le MAPAQ**

Il a été très clair par la plupart des intervenants que le MAPAQ doit assumer le leadership. Il doit mettre en place un programme de surveillance et de suivi de la résistance. Il a même été question de réglementation. Le MAPAQ devrait aussi assurer la formation des participants et des collaborateurs à un tel programme. Le MAPAQ désignerait une personne responsable du dossier. Le réseau de surveillance et de dépistage devrait être intégré au RAP.

### **11.2 L'industrie**

Certaines compagnies de produits phytosanitaires ont déjà signifié leur intérêt à la mise sur pied d'un réseau d'essais de pesticides au Québec. Ces compagnies se disent prêtes à collaborer seules ou avec d'autres pour partager leurs connaissances sur les tests de

détection de la résistance et à partager les frais des tests de résistance. D'autres aimeraient collaborer au réseau de dépistage ou à la mise sur pied d'un centre d'expertise en phytoprotection, à développer des programmes de gestion de la résistance. D'autres encore seraient prêts à réaliser un partenariat avec le laboratoire de diagnostic du MAPAQ. Certains intervenants ont également mentionné qu'ils accepteraient de participer à un réseau de dépistage, en autant que les coûts engendrés par ces activités soient assumés par les producteurs ou qu'ils soient compensés financièrement pour le faire.

Certains intervenants rencontrés nous ont déjà mentionné leur intérêt à collaborer directement au problème de la gestion de la résistance des ennemis des cultures aux pesticides. Ces personnes proviennent de maisons d'enseignement, d'organisations privées, des gouvernements et de l'industrie.

Il faut également mentionner que toutes les personnes rencontrées sont intéressées à s'impliquer dans le dossier à différents degrés. Certaines organisations ont également signifié leur disponibilité pour réaliser des essais d'efficacité de pesticides.

## **12. CONCLUSION**

En plus d'avoir répondu aux objectifs du projet (section 1), le présent rapport servira de document de base et de consultation pour la tenue d'un forum sur la résistance. Ce forum regroupera certains des intervenants rencontrés au cours de l'enquête, mais aussi un groupe de décideurs et de personnes influentes au sein des différentes autorités publiques et privées. Ensemble, ils auront à discuter, mais aussi à prioriser et à sélectionner des actions ou des activités qui pourront être mises en place dans un avenir rapproché. Le forum devra également définir, dans la mesure du possible, la participation des différents intervenants dans les différentes initiatives.



## ANNEXE 1

### Comité *ad hoc* sur la résistance de la Commission de phytoprotection du CRAAQ

Coordination du projet :

**Denise Bachand**, M.Sc., chargée de projets, CRAAQ

Coordination scientifique :

**Danielle Bernier**, M.Sc., agronome-malherbologiste, MAPAQ, Direction de la phytoprotection

Comité de travail :

**Sophia Boivin**, M.Sc., agronome, conseillère en lutte antiparasitaire et en surveillance des espèces exotiques envahissantes, MAPAQ, Direction de la phytoprotection

**Jean-François Foley**, M.Sc., agronome, BASF Canada

**Rémy Fortin**, agronome, président de la Commission de phytoprotection du CRAAQ

**Gérard Gilbert**, agronome-phytopathologiste, Laboratoire de diagnostic en phytoprotection, MAPAQ, Direction de la phytoprotection

**Geneviève Labrie**, Ph.D., biologiste-entomologiste, chercheure, CÉROM

**Claude Parent**, agronome, avertisseur du Réseau grandes cultures du RAP, MAPAQ, Direction de la phytoprotection

**Vincent Philion**, M.Sc., chercheur en phytopathologie, coavertisseur du réseau pommier du RAP, Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA)

## ANNEXE 2

### Liste des participants consultés pour l'Enquête sur la résistance des ennemis des cultures au Québec

Nom	Fonction	Organisation	Ville
Denis Pageau	Chercheur	AAC	Normandin (Québec)
Odile Carisse	Phytopathologiste	AAC	Saint-Jean-sur-Richelieu (Québec)
Charles Vincent	Chercheur scientifique, Entomologie	AAC	Saint-Jean-sur-Richelieu (Québec)
Diane Lyse Benoit	Malherbologiste, chercheure	AAC-CRDH	Saint-Jean-sur-Richelieu (Québec)
Jean-François Foley	Représentant commercial	BASF Canada	Mont-Saint-Hilaire (Québec)
Luc Bourgeois	Gérant de la recherche en horticulture et cultures en rangs	Bayer CropScience	Guelph (Ontario)
Claude Laurin	Gérant de territoire - Grandes cultures	Bayer CropScience	Saint-Joseph-du-Lac (Québec)
David Girardville	Conseiller	CCAE du Suroît	Rigaud (Québec)
Pierre Turcotte	Phytogénéticien	Centre de recherche Les Buissons	Pointe-aux-Outardes (Québec)
Sylvie Rioux	Experte en phytopathologie	CÉROM	Québec (Québec)
Geneviève Labrie	Biologiste-entomologiste en grandes cultures	CÉROM	Saint-Mathieu-de-Beloeil (Québec)
Gilles Tremblay	Chercheur	CÉROM	Saint-Mathieu-de-Beloeil (Québec)
Pierre Lafontaine	Chercheur	CIEL- Centre de valorisation des plantes	L'Assomption (Québec)
Denis Giroux	Conseiller en horticulture	Club agroenvironnemental en horticulture Réseau de lutte intégrée Bellechasse	Québec (Québec)
Vicky Villiard	Conseillère	Club Dura-Sol Drummondville	Drummondville (Québec)
Luc Brodeur	Consultant	Consortium Prisme	Sherrington (Québec)
Pierre Petelle	Vice-président, Chimie	CropLife Canada	Ottawa (Ontario)
Michel Tremblay	Représentant	Dow AgroSciences	Beloeil (Québec)
William Van Tassel	Producteur et vice-président	FPCCQ	Hébertville
Mario Comtois	Conseiller en pépinière	IQDHO	Saint-Hyacinthe (Québec)
Gérald Chouinard	Entomologiste	IRDA	Saint-Hyacinthe (Québec)

Nom	Fonction	Organisation	Ville
Vincent Philion	Chercheur - phytopathologie	IRDA	Saint-Hyacinthe (Québec)
François Labrie	Conseiller technique	La Coop fédérée	Montréal (Québec)
Michèle Roy (retraîtée)	Entomologiste	MAPAQ	Québec (Québec)
Brigitte Duval	Conseillère en phytoprotection	MAPAQ - Centre de services de Nicolet	Nicolet (Québec)
Laure Boulet	Conseillère en horticulture	MAPAQ - Centre de services de Rivière-du-Loup	Rivière-du-Loup (Québec)
Mario Leblanc	Conseiller en horticulture	MAPAQ - Centre de services de Sainte-Martine	Sainte-Martine (Québec)
Alain Garneau	Coordonnateur	MAPAQ - Direction de la phytoprotection	Québec (Québec)
Bruno Gosselin	Coordonnateur du RAP	MAPAQ - Direction de la phytoprotection	Québec (Québec)
Romain Néron	Botaniste	MAPAQ - Direction de la phytoprotection	Québec (Québec)
Danielle Bernier	Malherbologiste	MAPAQ - Direction de la phytoprotection	Québec (Québec)
Sophia Boivin	Conseillère en lutte antiparasitaire	MAPAQ - Direction de la phytoprotection	Québec (Québec)
Michel Lacroix	Directeur	MAPAQ - Direction de la phytoprotection	Québec (Québec)
Claude Parent	Avertisseur grandes cultures	MAPAQ - Direction de la phytoprotection	Québec (Québec)
Luc Urbain	Coordinateur provincial pour les pesticides à usage limité	MAPAQ - Direction de la phytoprotection	Québec (Québec)
André Carrier	Conseiller en horticulture	MAPAQ - Direction régionale de la Chaudière- Appalaches	Sainte-Marie (Québec)
Christian Lacroix	Conseiller en horticulture	MAPAQ - Direction régionale de la Chaudière- Appalaches	Sainte-Marie (Québec)
Pierrot Ferland	Conseiller en horticulture	MAPAQ - Direction régionale de la Mauricie	Trois-Rivières (Québec)
Karine Bergeron	Conseillère	MAPAQ - Direction régionale de la Montérégie, secteur Est	Saint-Jean-sur-Richelieu (Québec)
André Pettigrew	Conseiller	MAPAQ - Direction régionale de l'Estrie	Sherbrooke (Québec)
Denis Ruel	Conseiller en grandes cultures	MAPAQ - Direction régionale du Centre-du- Québec	Nicolet (Québec)

<b>Nom</b>	<b>Fonction</b>	<b>Organisation</b>	<b>Ville</b>
Isabelle Couture	Conseillère en horticulture	MAPAQ - Direction régionale Montérégie-Est	Saint-Hyacinthe (Québec)
Gérard Gilbert	Phytopathologiste	MAPAQ - Laboratoire de diagnostic en phytoprotection	Québec (Québec)
Michel Sénécal	Conseiller en serriculture	MAPAQ- Direction régionale de Montréal-Laval-Lanaudière	L'Assomption (Québec)
Mélissa Gagnon	Conseillère en horticulture	MAPAQ- Direction régionale de Montréal-Laval-Lanaudière	L'Assomption (Québec)
Pierre Lanoie	Responsable du développement technologique	Monsanto Canada Inc.	Saint-Hugues (Québec)
Patrice Thibault	Conseiller technique	Réseau de lutte intégrée Orléans	Québec (Québec)
Anne Vanasse	Professeur	Université Laval	Québec (Québec)
Gilles D. Leroux	Professeur	Université Laval	Québec (Québec)

## ANNEXE 3



### *Enquête sur la résistance des ennemis des cultures*

#### **1. Connaissance des ennemis des cultures**

1.1 Connaissez-vous des (*insectes/maladies/mauvaises herbes*) qui ont développé de la résistance aux pesticides ou aux biopesticides?

---

---

1.2 À quels groupes sont-ils résistants?

---

---

1.3 Depuis combien d'années sont-ils résistants? (*si information disponible*) \_\_\_\_\_

1.4 Dans quelle(s) culture(s) sont-ils présents?

---

---

1.5 Connaissez-vous l'endroit au Québec où cette résistance a été diagnostiquée pour la première fois?

---

1.6 Selon vous, combien d'années ont été nécessaires pour développer cette résistance?

---

#### **2. Rumeurs d'ennemis susceptibles d'être résistants**

2.1 Avez-vous eu connaissance (soupçonnez-vous) ou avez-vous entendu parler d'autres ennemis susceptibles d'être résistants? Si oui, lesquels et à quel endroit?

---

---

---

2.2 Est-il possible de confirmer ces soupçons? (*échantillonnage; graines, insectes, maladies*)

---

---

---

**3. Conséquences actuelles :**

3.1 Quelles sont les conséquences actuelles de la présence ou de la menace de la résistance?

---

---

3.2 Qu'a-t-on mis en place pour lutter contre le développement de cette résistance?

---

---

3.3 La mise en œuvre de ces moyens a-t-elle des conséquences (*économiques, agronomiques, biologiques, santé, environnement*) pour le producteur ou la production agricole visée?

---

---

**4. Causes ou pratiques agricoles ayant contribué au développement de la résistance?**

4.1 Connaissez-vous des usages ou des pratiques culturales qui ont contribué ou qui contribuent au développement de la résistance?

---

---

4.2 Pensez-vous que la problématique de la résistance est connue par tous les intervenants au champ?

---

4.3 À votre avis, la problématique de la résistance est-elle prise au sérieux et en considération au moment de faire des recommandations ou des programmes de lutte intégrée?

---

---

4.4 Croyez-vous que les utilisateurs (incluant les forfaitaires) et les conseillers connaissent bien les bonnes pratiques permettant de gérer le développement de la résistance?

---

---

4.5 Quels sont les moyens mis en place par les différentes organisations (l'ARLA, Agriculture et Agroalimentaire Canada, le MAPAQ, le CRAAQ, les universités, les centres d'expertise et de recherche, l'industrie privée, les CCAE, etc.) pour informer et aider les conseillers et les utilisateurs à gérer les risques liés au développement de la résistance?

---

---

---

#### 4. Causes ou pratiques agricoles ayant contribué au développement de la résistance? (suite)

4.6 Est-ce que, professionnellement, vous et votre organisation jouez un rôle dans la gestion de la résistance?

---

4.7 Quelle est votre implication?

---

---

4.8 Connaissez-vous des organisations qui s'impliquent particulièrement et que font-elles?

---

---

4.9 De quoi aurait besoin votre organisation pour vous impliquer davantage dans le dossier de la résistance?

---

---

4.10 Quelles organisations, selon vous, pourraient offrir des services en ce qui a trait à la gestion de la résistance?

---

---

4.11 Pourrait-il y avoir maillages entre certaines organisations? Lesquels?

---

---

#### 5. Développement futur de la résistance

5.1 Quels sont les ennemis susceptibles de développer de la résistance d'ici les cinq prochaines années au Québec?

---

---

5.2 Selon vous, quels seront les impacts et les risques associés à la venue de ces nouvelles résistances si aucune action n'est entreprise?

---

---

---

**6. Inventaire des techniques disponibles :**

6.1 Connaissez-vous des techniques disponibles au Québec ou ailleurs pour détecter la résistance aux différents pesticides?

---

---

6.2 Quelles organisations offrent ces techniques?

---

---

---

6.3 Croyez-vous que ces techniques sont importables ou devrions-nous les utiliser à l'endroit où elles se trouvent?

---

---

**7. Solutions et recommandations**

7.1 Présentement, existe-t-il des solutions (chimiques ou autres) ou alternatives au(x) problème(s) mentionné(s) en 1)? – *insectes, maladies et mauvaises herbes déjà résistants?*

---

---

7.2 Les moyens mis en place par les différentes organisations sont-ils suffisants?

---

---

---

7.3 Que suggérez-vous?

---

---

---

---

7.4 Selon vous, devrait-il y avoir une organisation pour coordonner et mettre en place les actions reliées à la problématique de la résistance?

---

---

7.5 Si oui, qui devrait être responsable du dossier du développement de la résistance des ennemis des cultures aux pesticides au Québec?

---

---

---

**La Commission de phytoprotection du CRAAQ  
vous remercie de votre précieuse collaboration**



## ANNEXE 4

### Mauvaises herbes résistantes confirmées au Québec

Espèces	Cultures	Herbicides	Matières actives	Groupe* Site d'action	Date d'observation	Localisation**
Amarante à racine rouge <i>Amaranthus retroflexus</i>	Maïs		atrazine	5	Début des années 1980	Estrie Chaudière-Appalaches
	ND	Sencor	métribuzine	5	2007	Île d'Orléans
	soya	Pursuit	imazéthapyr	2	2007	Montréal-Est
	ND	Lorox	linuron	7	2007	Île d'Orléans
	Soya	Pursuit	imazéthapyr	2	2011	Montréal-Est
	Carotte	Lorox	linuron	7	Quelques années	Laval- Lanaudière Montréal-Est
Chénopode blanc <i>Chenopodium album</i>	Maïs		atrazine	5	Début des années 1980	Estrie Chaudière-Appalaches
	Soya	Pursuit	imazéthapyr	2	2008	Montréal-Est
Herbe à poux (petite) <i>Ambrosia artemisiifolia</i>	Sapin de Noël		linuron	7	1990	Estrie
	Soya	Pursuit	imazéthapyr	2	2006	Laurentides
	Productions maraîchères (carottes)		linuron	7	Dans les années 1990-2000	Au Québec
	Soya	Pursuit	imazéthapyr	2	2011	Montréal-Est
	Soya	Pursuit	imazéthapyr	2	2011	Laurentides
Morelle noire de l'Est <i>Solanum ptycanthum</i>	Soya	Pursuit	imazéthapyr	2	2010	Estrie
	ND	Sencor	métribuzine	5	2007	Île d'Orléans
	Soya	Pursuit	imazéthapyr	2	2010 2011	Montréal-Est Montréal-Est
	ND	Lorox	linuron	7	2008	Île d'Orléans
Moutarde des oiseaux <i>Brassica campestris</i>	Maïs		atrazine	5	Début des années 1980	Estrie
Séneçon vulgaire <i>Senecio vulgaris</i>	Sapin de Noël		linuron	7	Dans les années 1990	Estrie

\* Tiré de la base de données des pesticides de l'ARLA <http://pr-rp.hc-sc.gc.ca/lr-re/index-fra.php> ou [http://www.uoguelph.ca/plant/resistant-weeds/assets/111261\\_HerbicidePoster\\_HiRES.pdf](http://www.uoguelph.ca/plant/resistant-weeds/assets/111261_HerbicidePoster_HiRES.pdf)

\*\* Les espèces ont été retrouvées à plus d'un site pour chacune des différentes régions.

## ANNEXE 5

### Mauvaises herbes soupçonnées de résistance au Québec

Espèces	Cultures	Herbicides	Matières actives	Groupe* Site d'action	Date d'observation	Localisation	Remarques des personnes consultées
Amarante à racine rouge <i>Amaranthus retroflexus</i>	Maïs	Laddok	atrazine et bentazone	5 6	ND	Centre-du-Québec	Diminution de l'efficacité
	Soya et maïs	Basagran	bentazone	6	ND	Centre-du-Québec	Diminution de l'efficacité
	Production maraîchère		linuron	7	ND	Basses-Laurentides Lanaudière Rive Sud	
		Roundup	glyphosate	9	ND	Diverses	L'amarante pourrait devenir problématique dans toutes les productions, mais ce n'est pas documenté au Québec
	Productions horticoles légumières				?	Montréal Ouest	Serait résistante à plusieurs groupes d'herbicides
	Carotte	Gesagard	prométryne	5	Quelques années	Montréal Laval- Lanaudière	Particulièrement en terre minérale
Asclépiade <i>Asclepias syriacus</i>	Arbres de Noël	Roundup	glyphosate	9	ND	Estrie	Traitements inefficaces
Cardamine <i>Cardamine Pratensis</i>	Production ornementale en pot				Quelques années	Plusieurs	Serait résistante à plusieurs des herbicides utilisés dans la production en pot
Chénopode blanc <i>Chenopodium album</i>	Maïs	Laddok	atrazine et bentazone	5 6	ND	Centre-du-Québec	Diminution de l'efficacité
	Soya et maïs	Basagran	bentazone	6	ND	Centre-du-Québec	Diminution de l'efficacité
Digitaire <i>Digitaria ischaemum</i>				2	Quelques années	Saint-Jean-sur-Richelieu	

Espèces	Cultures	Herbicides	Matières actives	Groupe* Site d'action	Date d'observation	Localisation	Remarques des personnes consultées
Érigéron de Philadelphie <i>Erigeron philadelphicus</i>	Arbres de Noël		simazine	5	Quelques années	Estrie	Traitements inefficaces
Ériochloée velue <i>Eriochloa villosa</i>			glyphosate	9	ND	Montréal	Tolérance
Folle avoine <i>Avena fatua</i>	Céréales			1	Quelques années	Saguenay-Lac-Saint-Jean	ND
Gaillet mollugine <i>Galium album</i>	Arbres de Noël	Roundup + 2,4-D	glyphosate	9	ND	Estrie	Traitements inefficaces
			2,4-d	4			
Herbe à poux (petite) <i>Ambrosia artemisiifolia</i>	Soya et maïs (grandes cultures)	Roundup	glyphosate	9	Quelques années	Centre-du-Québec et autres régions	Diminution de l'efficacité
	Carotte	Gesagard	prométryne	5	Quelques années	Montréal Laval-Lanaudière	ND
Séneçon vulgaire <i>Senecio vulgaris</i>	ND	Devrinol	napropamide	15	2010	Capitale Nationale	Perte d'efficacité
	Arbres de Noël	ND	simazine	5	Plusieurs années	Estrie	Traitements inefficaces
Sétaire verte <i>Setaria viridi</i>	Toute production concernée par l'utilisation des herbicides de groupe 2		ND	2	ND	Mirabel	ND
Vergerelette du Canada <i>Erigeron canadensis</i>	Arbres de Noël	Roundup	glyphosate	9	Quelques années	Estrie	Traitements inefficaces
	Arbres de Noël	ND	simazine	5	Quelques années	Estrie	Traitements inefficaces
	Grandes Cultures	Roundup	glyphosate	9	Quelques années	Au Québec	ND

\* Tiré de la base de données des pesticides de l'ARLA <http://pr-rp.hc-sc.gc.ca/ls-re/index-fra.php> et/ou [http://www.uoguelph.ca/plant/resistant-weeds/assets/111261\\_HerbicidePoster\\_HiRES.pdf](http://www.uoguelph.ca/plant/resistant-weeds/assets/111261_HerbicidePoster_HiRES.pdf)

## ANNEXE 6

### Organismes pathogènes résistants confirmés au Québec

Organismes pathogènes	Cultures	Fongicides	Matières actives	Groupe* du fongicide selon mode d'action	Potentiel* de risque de développement de résistance du fongicide	Date d'observation	Localisation	Remarques des personnes consultées
<i>Botrytis squamosa</i>	Oignon		toutes les strobilurines	11	Haut	ND	Montérégie	
				boscalid	7			Moyen à haut
			Rovral	iprodione	2			Moyen à haut
			Elevate	fenhexamide	17			Bas à moyen
			Vanguard	cyprodinil	9			Moyen
			Scala	pyriméthanol	9			Moyen
<i>Botrytis cinerea</i>	Vigne	Pristine	boscalid	7	Moyen	Quelques années	Montérégie	
			pyraclostrobine	11	Haut			
Mildiou <i>Phytophthora infestans</i>	Pomme de terre	ND	benomyl	1	Haut	Depuis l'arrivée de la souche A2	Centre-du-Québec	
	Pomme de terre	ND	bénomyl	1	Haut	Depuis l'arrivée de la souche A2	Partout au Québec	
	Pomme de terre	Ridomyl	mancozèbe et métalaxyl-m et isomère-s	M3 4	Haut Haut	Depuis l'arrivée de la souche A2	Île d'Orléans	
Mildiou <i>Plasmopara viticola</i>	Vigne	Pristine	boscalid	7	Moyen	Quelques années	Montérégie	ND
			pyraclostrobine	11	Haut			
Moisissure grise <i>Botrytis cinerea</i>	Fraise	Tous fongicides sauf Maestro	ND	ND	ND	ND	Île d'Orléans	ND
	Fraise	Lance	boscalid	7	Moyen	2008	Chaudière-Appalaches Côte de Beupré (Capitale Nationale)	0 à 50 % d'efficacité
	Fraise	Rovral	iprodione	2	Moyen à haut	Quelques années	Partout au Québec	ND
	Fraise	Elevate	fenhexamide	17	Bas à moyen	2008	Chaudière-Appalaches	ND
	Fraise	Senator	thiophanate-méthyl	1	Bas	2008	Chaudière-Appalaches	ND

Organismes pathogènes	Cultures	Fongicides	Matières actives	Groupe* du fongicide selon mode d'action	Potentiel* de risque de développement de résistance du fongicide	Date d'observation	Localisation	Remarques des personnes consultées
	Fraise	Pristine	boscalid pyraclostrobine	7 11	Moyen Haut	2008- 2009	Chaudière- Appalaches Côte de Beaupré	ND
	Framboise	Senator	thiophanate- méthyl	1	Bas	2008	Chaudière- Appalaches	ND
	Framboise	Elevate	fenhexamide	17	Bas à moyen	2008	Chaudière- Appalaches	ND
	Framboise	Pristine	boscalid pyraclostrobine	7 11	Moyen haut	2008- 2009	Chaudière- Appalaches Côte de Beaupré (Capitale Nationale)	ND
	Framboise	Lance	boscalid	7	Moyen	2008- 2009	Chaudière- Appalaches Côte de Beaupré (Capitale Nationale)	0 à 50 % d'efficacité
	Framboise	Rovral	iprodione	2	Moyen à haut	Quelques années	Partout au Québec	ND
<i>Oidium</i> <i>Erysiphe</i> <i>necator</i>	Vigne	Pristine	boscalid pyraclostrobine	7 11	Moyen Haut	Quelques années	Montréal	ND
Tavelure <i>Venturia</i> <i>inaequalis</i>	Pomme	Tous les fongicides pénétrants	thiophanate- methyl dodine	1 U12	Haut Moyen	Quelques années Quelques années	Partout au Québec	
			myclobutanil	3	Moyen	Quelques années		
			difénoconazole	3	Moyen	2011		
			trifloxystrobin	11	Haut	2010		

\* tiré de <http://www.frac.info/frac/publication/anhang/FRAC%20Code%20List%202011-final.pdf>  
et/ou  
de la base de données des pesticides de l'ARLA <http://pr-rp.hc-sc.gc.ca/lr-re/index-fra.php>

## ANNEXE 7

### Organismes pathogènes soupçonnés de résistance au Québec

Organismes pathogènes	Cultures	Fongicides	Matières actives	Groupe* du fongicide selon mode d'action	Potentiel* de risque de développement de résistance du fongicide	Date d'observation	Localisation	Remarques des personnes consultées
Anthracnose <i>Elsinoe veneta</i>	Framboise	Pristine	boscalid	7	Moyen	ND	Chaudière-Appalaches	ND
			pyraclostrobine	11	Haut			
Moisissure grise <i>Botrytis cinerea</i>	Fraise	ND	ND	ND	ND	Quelques années	Centre-du-Québec	Perte d'efficacité
	Fraise	Scala	pyriméthanil	9	Moyen	Dès la première année d'utilisation	Île d'Orléans (Capitale Nationale)	ND
	Framboise	Pristine	boscalid	7	Moyen	Quelques années	Au Québec	ND
			pyraclostrobine	11	Haut			
Blanc <i>Sphaerotheca macularis</i>	Fraise	Nova	myclobutanil	3	Moyen	Quelques années	Île d'Orléans (Capitale Nationale) Chaudière-Appalaches	ND
	Fraise d'automne	Flint	trifloxystrobine	11	Haut	ND	Côte de Beaupré (Capitale Nationale), Chaudière-Appalaches	Les traitements sont décevants
	Fraise d'automne	Nova	myclobutanil	3	Moyen	Quelques années	Partout au Québec	ND
Blanc <i>Golovinomyces cichoracearum</i>	Cucurbitacées	Cabrio	pyraclostrobine	11	Haut	Quelques années	Montérégie-Est	Perte d'efficacité
Botrytis	Productions légumières	Pristine	boscalid	7	Moyen	ND	Montérégie	ND
			pyraclostrobine	11	Haut			

\* Tiré de <http://www.frac.info/frac/publication/ahang/FRAC%20Code%20List%202011-final.pdf> et/ou de la base de données des pesticides de l'ARLA <http://pr-rp.hc-sc.gc.ca/lr-re/index-fra.php>

## ANNEXE 8

### Insectes confirmés résistants au Québec

Insectes	Cultures	Insecticides	Matières actives	Groupe* Site d'action (MOA)	Date d'observation	Localisation	Remarques des personnes consultées
Carpocapse de la pomme <i>Cydia pomonella</i>	Pomme	Guthion	azinphos-méthyl	1B	2010	Montérégie-Est et Montérégie-Ouest	70 à 80 % sont résistants
Fausse-teignes des crucifères <i>Plutella xylostella</i>	Productions de crucifères	Pyréthrines		3A	1999	Basses-Laurentides	
Tordeuse à bandes obliques <i>Choristoneura rosaceana</i>	Pomme	Guthion	azinphos-méthyl	1B	1998	Deux-Montagnes	

\* Tiré de: [http://www.irac-online.org/wp-content/uploads/2009/09/MoA\\_Classification.pdf](http://www.irac-online.org/wp-content/uploads/2009/09/MoA_Classification.pdf)  
et/ou  
de la base de données des pesticides de l'ARLA <http://pr-rp.hc-sc.gc.ca/ls-re/index-fra.php>

## ANNEXE 9

### Insectes soupçonnés de résistance au Québec

Insectes	Cultures	Insecticides	Matières actives	Groupe* Site d'action (MOA)	Date d'observation	Localisation	Remarques des personnes consultées
Altise du navet <i>Phyllotreta striolata</i>	Canola	Traitements de semences Helix Xtra	thiaméthoxame	4	10 ans, mais inquiétant depuis 2 ans	Québec Saguenay-Lac-Saint-Jean Centre-du-Québec	ND
	Canola	Prosper Fl et Prosper Fx	clothianidin	4	Quelques années	Centre-du-Québec	Perte d'efficacité
Mouche blanche, <i>Bemisia tabaci</i>	Poinsettia en serre ornementale	ND	néonicotinoïdes	4	5 ans	Au Québec	ND
Cécidomyie du chou-fleur <i>Contarinia nasturtii</i>	Toutes productions affectées	Assail	acétamipride	4	2 à 3 ans	Au Québec	Perte d'efficacité 30 % de dommages observables
Charançon de la carotte <i>Listronotus oregonensis</i>	Carotte	ND	phosmet	1B	?	Au Québec	Dommages en fin de saison même après le traitement
Chrysomèle rayée du concombre <i>Acalymma vittatum</i>	Concombre	ND	ND	?	Quelques années	Partout au Québec	Perte d'efficacité des traitements homologués
	Concombre	Sevin	carbaryl	1A	2001 Quelques années	Trois cas en Montérégie-Est Au Québec	Les traitements ont été décevants
	Concombre	Thiodan	endosulfan	2A	2011	Au Québec	Les traitements ont été décevants
Carpocapse de la pomme <i>Cydia pomonella</i>	Pomme	Guthion	azinphos-méthyl	1B	?	Montérégie	ND
	Pomme	Guthion	azinphos-méthyl	1B	2010	Deux-Montagnes et Oka	70 à 80 % des carpocapses sont résistants
	Pomme	Calypso	thiaclopride	4	ND	Montérégie	ND
	Pomme	ND	neonicotinoïdes	4	2010	Deux-Montagnes et Oka	70 à 80 % des carpocapses sont résistants



Insectes	Cultures	Insecticides	Matières actives	Groupe* Site d'action (MOA)	Date d'observation	Localisation	Remarques des personnes consultées
Doryphore de la pomme de terre <i>Leptinotarsa decemlineata</i>	Pomme de terre	Admire	imidaclopride	4	Plusieurs années	Partout au Québec Île d'Orléans	ND
	Pomme de terre	Plusieurs insecticides	ND	ND	De nombreuses années	Centre-du-Québec	ND
Fausse arpeuteuse Plusieurs espèces	Brocoli, choux-fleurs et choux	ND	ND	ND	Quelques années	Centre-du-Québec	Perte d'efficacité des traitements homologués
Fausse-teigne des crucifères <i>Plutella xylostella</i>	Brocoli, choux-fleurs et choux	ND	ND	ND	Quelques années	Centre-du-Québec	Perte d'efficacité des traitements homologués
Fausse-teigne des crucifères	Canola	Matador	lambda-cyhalothrine	3	ND	Au Québec	Les résultats sont très décevants. Destruction de la récolte même avec trois traitements
Mouche blanche Espèces à déterminer	Production en serre	Tous les insecticides homologués	ND	ND	Plusieurs années	Au Québec	ND
Mouche du chou <i>Delia radicum</i>	Productions de crucifères	Lorsban	chlorpyrifos	1B	Plusieurs années	Au Québec	
	Navet	ND	chlorpyrifos	1B	ND	Montmagny-L'Islet et Lanaudière	Les traitements sont décevants
Mouche de l'oignon <i>Delia antiqua</i>	Toutes productions horticoles légumières concernées	Lorsban	chlorpyrifos	1B	Quelques années	Montréal-Laval-Lanaudière	Même avec l'augmentation des doses, les résultats sont décevants
Pucerons	Choux chinois	ND	ND	ND	ND	Au Québec	Perte d'efficacité des traitements homologués
Puceron de la digitale <i>Aulacorthum solani</i>	Serres ornementales	Intercept	imidaclopride	4	ND	Montréal	Les traitements sont décevants
Punaise de lac courge <i>Anasa tristis</i>	Courge	ND	malathion	1B	Quelques années	Montréal-Ouest Saint-Rémi	Perte d'efficacité des traitements homologués

Insectes	Cultures	Insecticides	Matières actives	Groupe* Site d'action (MOA)	Date d'observation	Localisation	Remarques des personnes consultées
Punaise de la courge	Courge	Sevin	carbaryl	1A	Quelques années	Montérégie-Ouest Saint-Rémi	Perte d'efficacité des traitements homologués
Tétranyques	Vivaces en serre et à l'extérieur	Floramite	bifénazate	25	ND	Au Québec	L'efficacité des traitements varie de moyen à décevant
		Shuttle	acéquinocyl	20B			
		Forbid	spiromesifen	23			
	Vivaces en serre et à l'extérieur	Avid	abamectine	6	ND	Au Québec	Efficacité des traitements très décevante
		Apollo	clofentezine	10			
		Kelthane	dicofol	UN			
		Vendex	oxyde de fenbutatine	12			
		Dyno-mite	pyridaben	21A			
	Fraise d'automne	ND	abamectine	6	2 à 3 ans	Côte de Beaupré, Chaudière-Appalaches	Traitements décevants
Thrips	Production en serres ornementales	Success	spinosad	5	Quelques années 2 ans	Au Québec Montérégie	Les traitements sont décevants
		Orthène	acéphate	1B			
		ND	ND	ND			
		ND	ND	ND			
	Crucifères	ND	ND	ND	ND	Au Québec	Perte d'efficacité des traitements homologués
	Tous les Alliums						
Thrips de l'oignon <i>Thrips tabaci</i>		ND	pyréthrinoïdes	3	10 ans	Montérégie Laval- Lanaudière Moins dans la région de Québec	ND

\* Tiré de [http://www.irc-online.org/wp-content/uploads/2009/09/MoA\\_Classification.pdf](http://www.irc-online.org/wp-content/uploads/2009/09/MoA_Classification.pdf)  
ou  
de la base de données des pesticides de l'ARLA <http://pr-rp.hc-sc.gc.ca/lr-re/index-fra.php>