L'entomologie au service de l'agriculture

Par Jean-Philippe Légaré, M. Sc. Biologiste-entomologiste
Laboratoire de diagnostic en phytoprotection, MAPAQ

Déjeuner-conférence pour l'Ordre des agronomes du Québec
Saint-Nicolas, 26 mars 2015

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

Plan de présentation

1. L'entomologie et les insectes
2. Les insectes en agriculture
   - Insectes ravageurs
   - Insectes bénéfiques
3. Changements climatiques et entomofaune
4. L'entomologie dans la gestion intégrée des ennemis des cultures
5. L'entomologie au MAPAQ
   - Le Laboratoire de diagnostic en phytoprotection

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

L'entomologie

Définition :

- Partie de la zoologie qui traite des insectes et, par extension, des autres arthropodes terrestres
- Science consacrée à l'étude des insectes

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

Les insectes

Diversité des insectes

- Plus d'un 1,5 million d'espèces décrites
- Trois fois plus nombreux que les autres animaux combinés
- Nombre d'espèces estimé entre 6 et 10 millions
- Représentent potentiellement plus de 90 % de la diversité animale
- Les insectes sont présents dans tous les habitats, excepté les océans
- Multitudes de rôles écologiques

Le règne animal

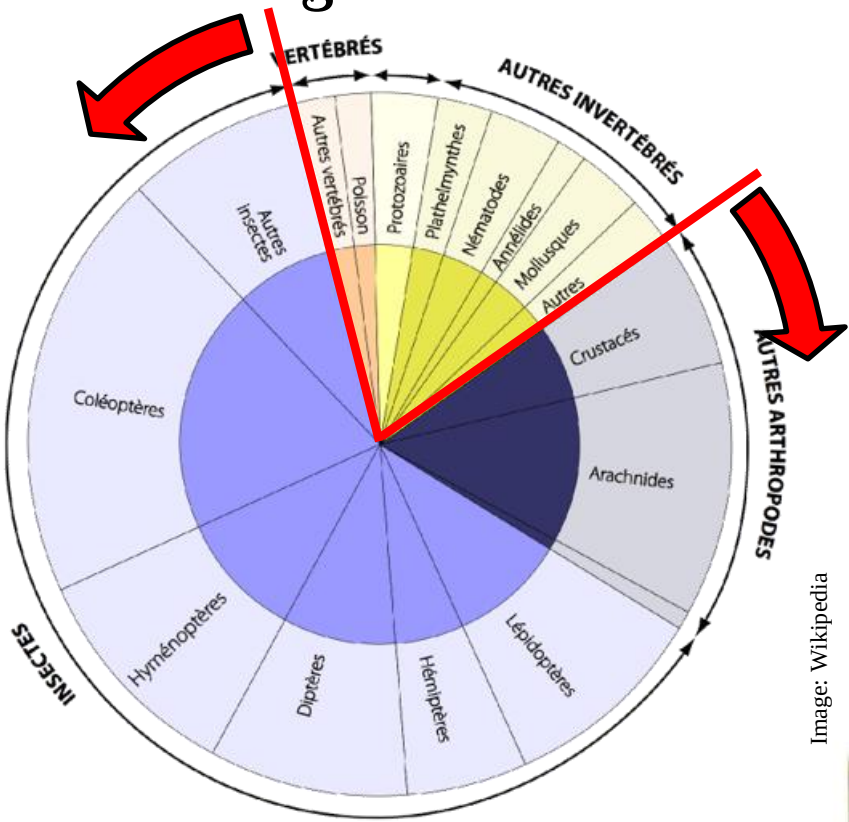


Image: Wikipedia

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

Les insectes

Diversité des insectes

- Plus d'un 1,5 million d'espèces décrites
- Trois fois le nombre de tous les autres animaux combinés
- Nombre d'espèces estimé entre 6 et 10 millions
- Représentent potentiellement plus de 90 % de la diversité animale
- Les insectes sont présents dans tous les habitats, excepté les océans
- Multitudes de rôles écologiques

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

Les insectes

Abondance des insectes

- ~ 300 millions d'insectes pour 1 humain
- Ex.: Essaims de criquets pèlerins

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

Les insectes

Capacité d'adaptation inégalée

- Les insectes sont présents sur terre depuis 350 millions d'années (comparativement à 2 millions pour l'être humain) (Tripelhorn & Johnson, 2005)
- Évolution morphologique et comportementale incroyable

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

Quelques ordres d'insectes

Thysanoptère
- Thrips

Hémiptère
- Punaises
- Pucerons

Neuroptère

Collembole

Coléoptère
- Scarabées
- Taupins

Dermaptère
- Perce-oreilles

Odonate
- Libellules

Lépidoptère
- Papillons

Hyménoptère
- Guêpes
- Abeilles
- Fourmis

Orthoptère
- Criquets
- Sauterelles

Diptère
- Mouches
- Moustiques

Autres taxons

Acari
- Acariens

Aranea
- Araignées

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

Insectes ravageurs en agriculture

La phytoprotection

Définition :

La recherche en phytoprotection vise à comprendre les interactions entre les plantes et leurs ennemis naturels et à développer des approches de lutte aux organismes nuisibles, qu'elles se basent sur des composés chimiques, des agents de lutte biologique ou des plantes résistantes développées par croisements sexués ou par transgénèse.

Insectes ravageurs des cultures

- À l'échelle mondiale, environ 1000 ravageurs de grande importance contre 30 000 ravageurs mineurs (Hill, 1994)
- À l'échelle mondiale, pertes de 30 à 40 % de l'ensemble des cultures produites (évaluées à 300 000 millions $US) (Hill, 1997; Pimentel *et al.* 1997)

Types de ravageurs agricoles

1 - Espèces indigènes ou bien établies

- Biologie bien connue et assez stable
- Bon contrôle biologique
- Bien établies = introduites depuis très longtemps

2 - Espèces migratrices

- Biologie bien connue
- Populations plus variables

3 - Espèces vectrices de maladies

- Reste beaucoup de connaissances à acquérir
- Seuil de tolérance très faible

4 - Espèces exotiques envahissantes

- Énorme problématique en expansion

Espèce indigène

Charançon de la carotte

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

Espèces indigènes ou établies

Les vers blancs

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

Espèces migratrices

La légionnaire uniponctuée

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

Espèces vectrices de maladie

Pucerons, cicadelles et aleurodes

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

Espèces exotiques

- Des 750 000 espèces estimées aux É-U, environ 50 000 (bénéfiques ou nuisibles) ont été introduites (Pimentel *et al.,* 2000)
- Aux É-U, le coût annuel associé aux dommages et au contrôle des espèces exotiques envahissantes est estimé à 120 milliards $ (Pimentel, 2007)
- Exemple canadien : sur un horizon de 30 ans, on estime que les coûts associés à l'agrile du frêne atteindront 2 milliards $ (Ressources naturelles Canada)

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

Espèces exotiques envahissantes

Introductions récentes au Québec

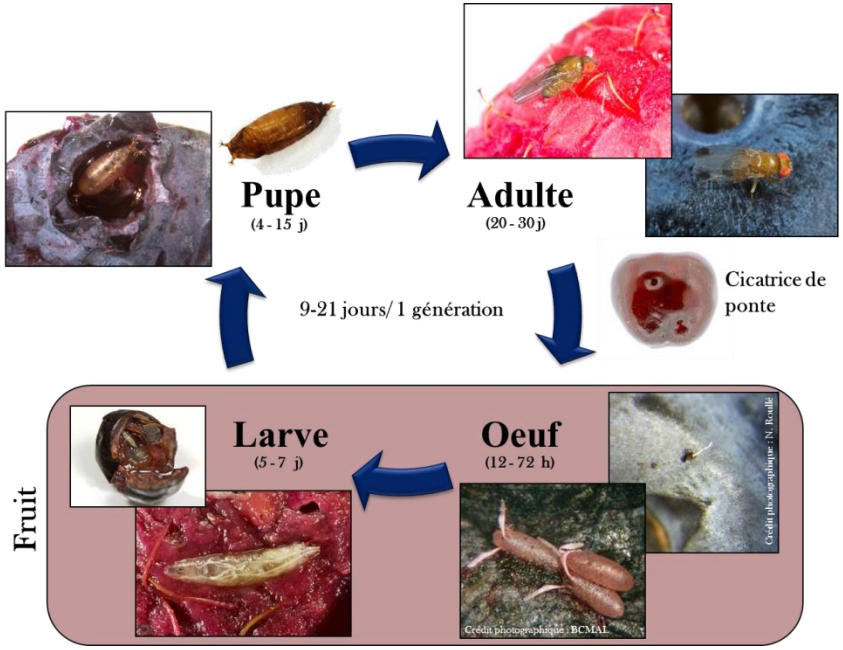
1994 - Coccinelle asiatique
2000 - Charançon de la silique
2002 - Puceron du soya
2003 - Cécidomyie du chou-fleur
2008 - Tipule des prairies
2008 - Agrile du frêne
2008 - Petit coléoptère de la ruche
2008 - Punaise marbrée
2009 - Ver-gris occidental des haricots
2009 - Clepsis spectrana
2009 - Trichomalus perfectus
2010 - Drosophile à ailes tachetées
2013 - African fig fly
2013 - Granulate Ambrosia Beetle

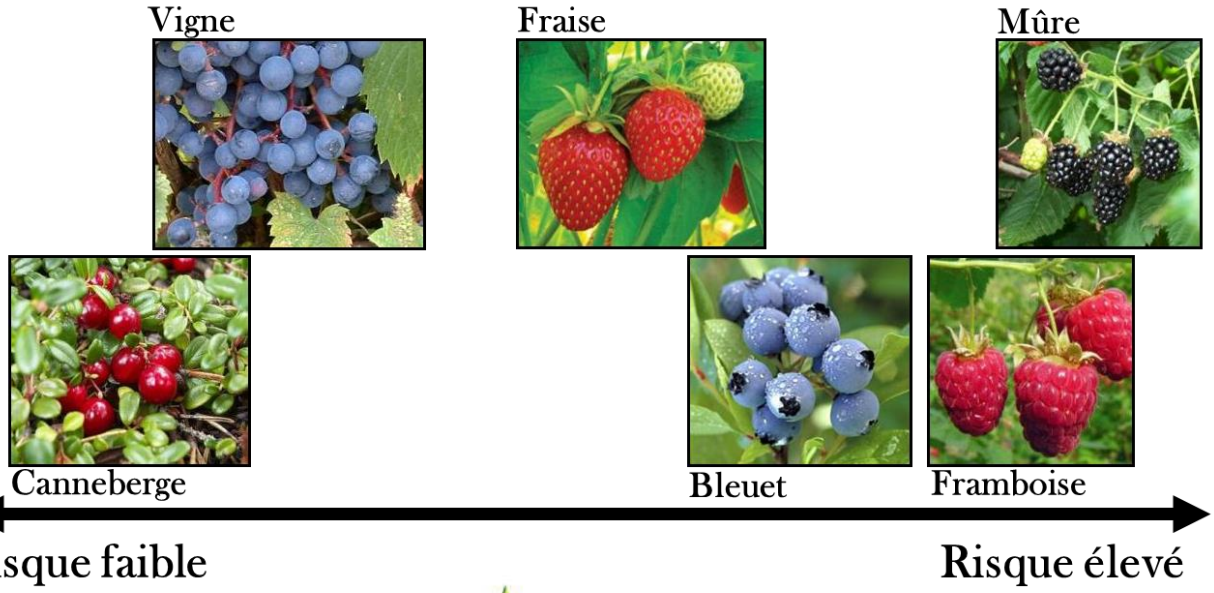
Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec
iriis phytoprotection
SAgE PESTICIDES

La drosophile à ailes tachetées

Problématique

- Taux de reproduction élevé
- Multitude de plantes hôtes (cultivées et indigènes)
- Dommages sévères





Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

Problématique

- Taux de reproduction élevé
- Multitude de plantes hôtes (cultivées et indigènes)
- Dommages sévères

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

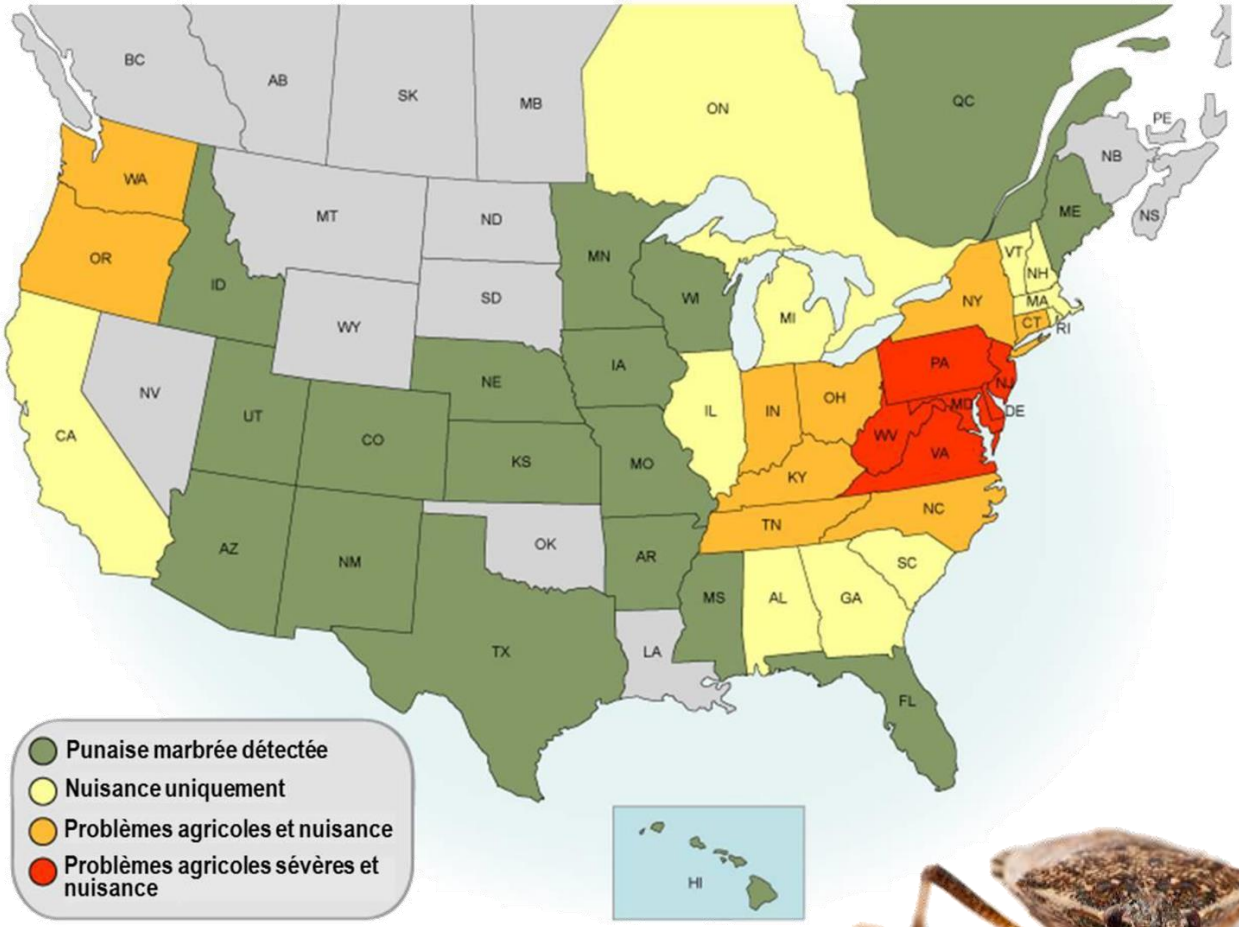
SAgE PESTICIDES

La punaise marbrée

Distribution actuelle aux É-U

Carte de distribution nord-américaine de la punaise marbrée

USDA, 2014



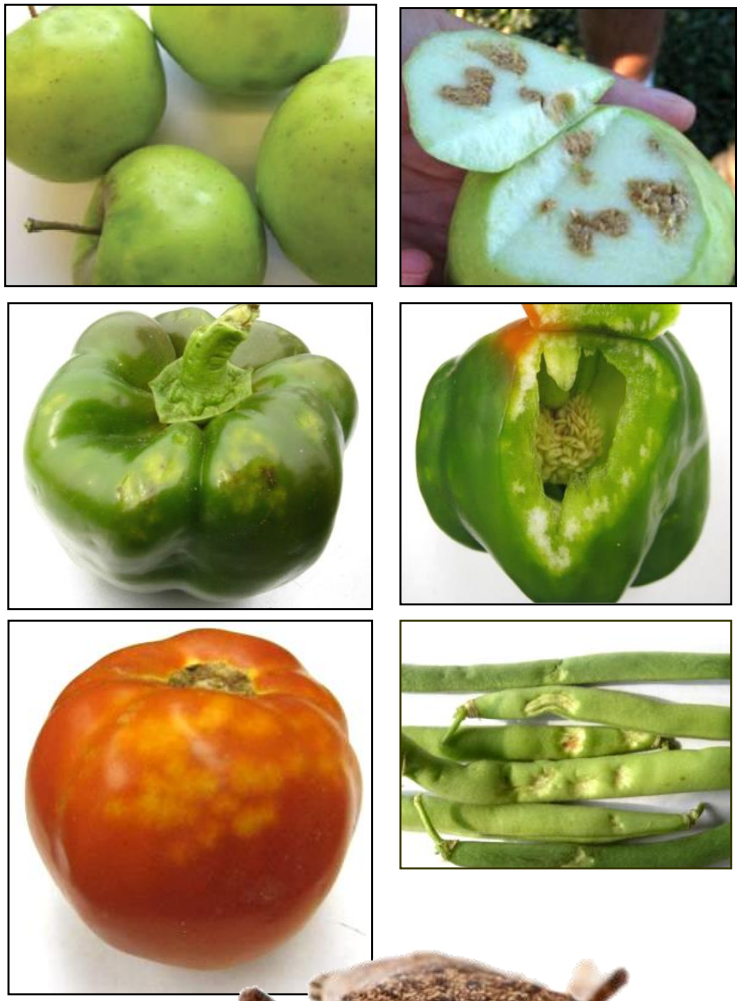
Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

Problématique

- + de 300 plantes hôtes et dommages importants
- Potentiel de dispersion élevé
- Absence de stratégies de contrôle efficaces
- Nuisance dans les habitations



Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

Problématique

- + de 300 plantes hôtes et dommages importants
- Potentiel de dispersion élevé
- Absence de stratégies de contrôle efficaces
- Nuisance dans les habitations

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

Problématique

- + de 300 plantes hôtes et dommages importants
- Potentiel de dispersion élevé
- Absence de stratégies de contrôle efficaces
- Nuisance dans les habitations

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

Problématique

- + de 300 plantes hôtes et dommages importants
- Potentiel de dispersion élevé
- Absence de stratégies de contrôle efficaces
- Nuisance dans les habitations

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

Problématique

- La valeur des cultures à risque d'être attaquées par la punaise marbrée excède 21 milliards $
- En 2010, les pertes économiques dans les vergers pommicoles du Nord-Est américain ont été évaluées à 37 millions $ (US Apple Association)
- Le USDA a investi environ 6 millions $ pour la recherche axée sur les méthodes de contrôle

Source : USDA-ARS

Source : David E. Reed

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

Insectes ravageurs post-récolte

Pertes après la récolte

- Les pertes à l'entreposage peuvent égaler ou surpasser les baisses de rendement ou de qualité causées au champ (Richard & Boivin, 1994)
- Entre le quart et le tiers des grains entreposés sont perdus annuellement durant l'entreposage (Australian department of agriculture and food, 2013)

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

Les insectes bénéfiques

Insectes bénéfiques

- Prédateurs/parasitoïdes présents dans le milieu
- Insectes introduits dans le milieu (lutte biologique) :
  - Mouches stériles dans l'oignon – Prisme
  - Insectes vecteurs de biopesticides : Flying doctors hive de Biobest

Source : Alex Wild

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

Insectes bénéfiques

- Prédateurs/parasitoïdes présents dans le milieu
- Insectes introduits dans le milieu (lutte biologique) :
  - Mouches stériles dans l'oignon – Prisme
  - Insectes vecteurs de biopesticides : Flying doctors hive de Biobest

Source : A. Dumont

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

Insectes bénéfiques

- Prédateurs/parasitoïdes présents dans le milieu
- Insectes introduits dans le milieu (lutte biologique) :
  - Mouches stériles dans l'oignon – Prisme
  - Insectes vecteurs de biopesticides : Flying doctors hive de Biobest

Source : Biobest

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

Insectes bénéfiques

Les risques de la lutte biologique - Cas de la Coccinelle asiatique

- Établissement aux É-U en 1988 et au Québec en 1994
- Prédateur très efficace et d'une grande utilité en agriculture
- Nuisance dans les habitations
- Menace les espèces de coccinelles indigènes
- Impact sur les autres prédateurs (prédation intraguilde)
- Règles désormais plus strictes
- Succès ou échec ?

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

Les pollinisateurs

Les pollinisateurs

Importance de la pollinisation en agriculture

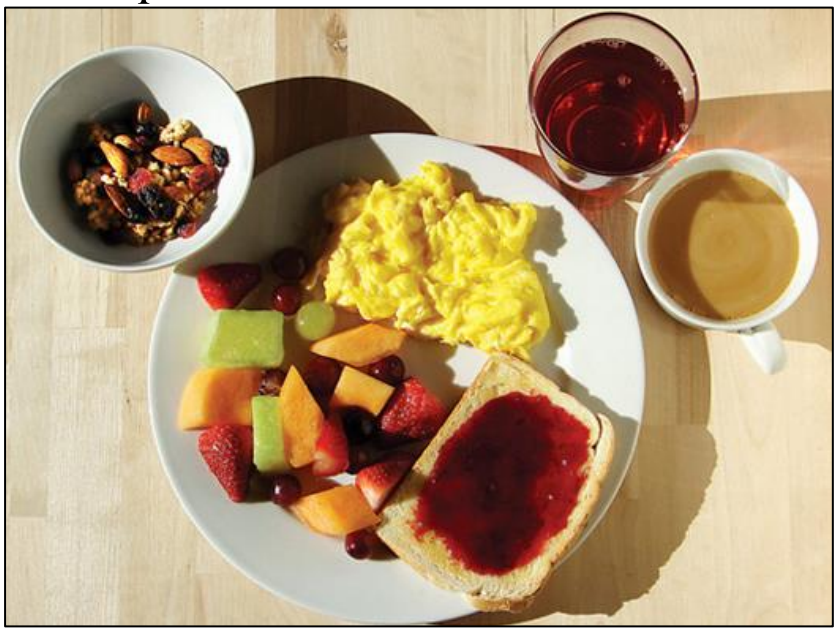
- Sur les 115 principales cultures à l'échelle mondiale, 87 cultures (75 %) sont dépendantes de la pollinisation animale
- 60 % de la production mondiale de nourriture provient de cultures ne nécessitant pas de pollinisation animale

Klein et al., 2006

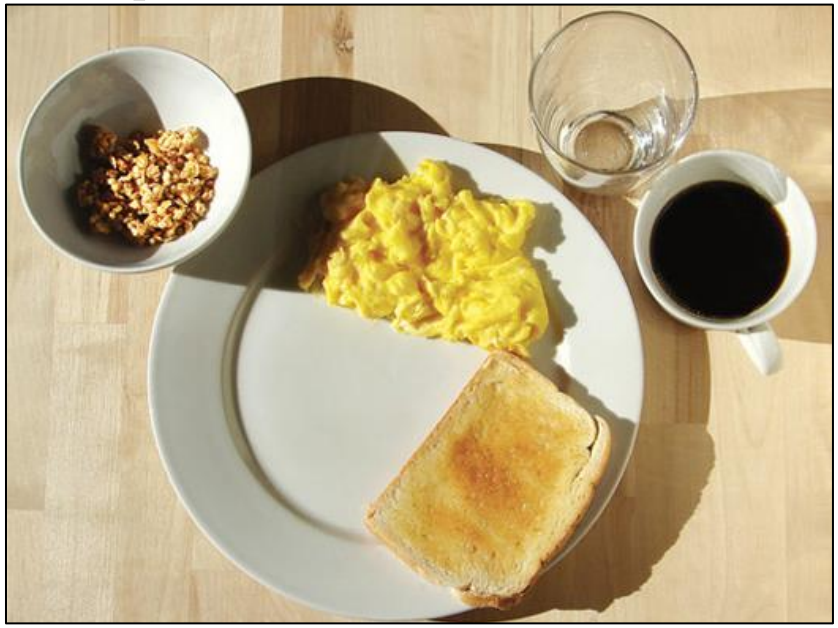
Les pollinisateurs

Importance de la pollinisation en agriculture

Avec pollinisation



Sans pollinisation



Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

Les pollinisateurs

Importance de la pollinisation en agriculture

- On estime que l'abeille domestique occasionne des gains économiques de l'ordre de 12 à 16 milliards $ aux É-U (Morse et Calderone, 2000)
- L'importance de la pollinisation par les insectes est estimée à 153 milliards d'euros à l'échelle mondiale (Gallai *et al.* 2009)
- Impacts socio-économiques majeurs

Les pollinisateurs

Importance de la pollinisation en agriculture

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

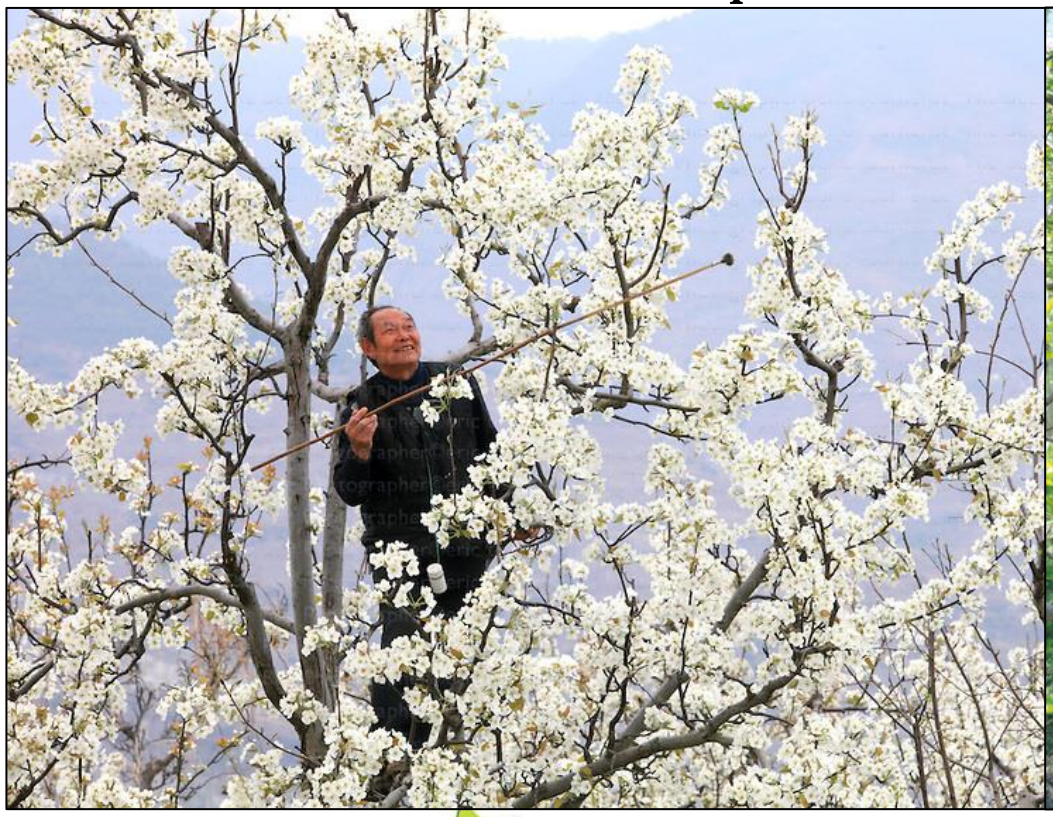
iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

Les pollinisateurs

Importance de la pollinisation en agriculture

Pollinisation manuelle dans la province de Sichuan en Chine due au déclin des pollinisateurs



Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

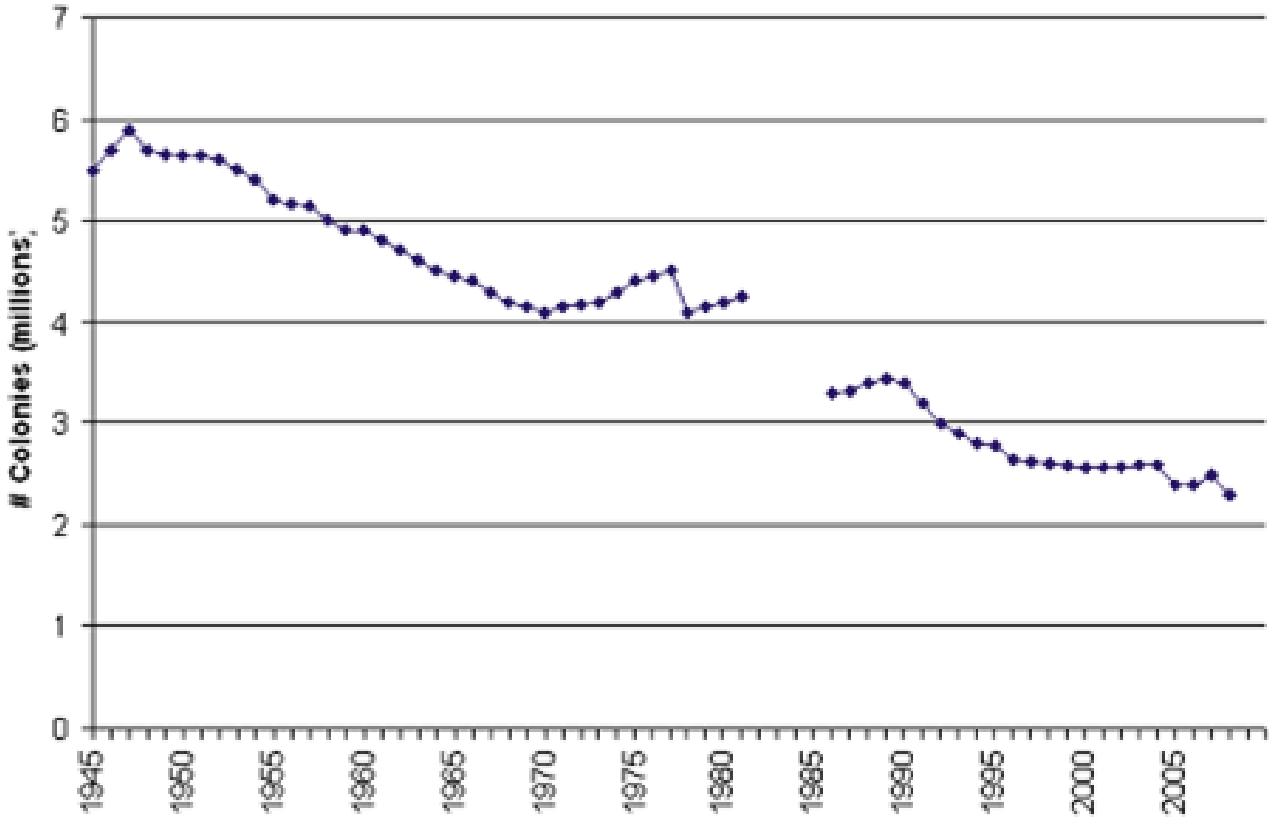
iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

Les pollinisateurs

Le déclin de l'abeille domestique

Nombre de colonies d'abeilles aux États-Unis de 1945 à 2008



Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

Les pollinisateurs

Causes du déclin de l'abeille domestique

Varroa destructor

Acarien des trachées (*Acarapis woodi*)

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

Les pollinisateurs

Causes du déclin de l'abeille domestique

Petit coléoptère de la ruche –*Aethina tumida*

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

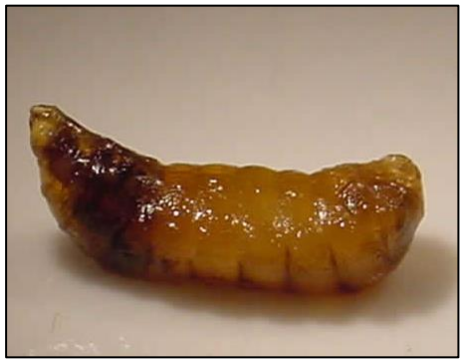
iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

Les pollinisateurs

Autre causes du déclin de l'abeille domestique

- Dix-huit virus
- Maladies bactériennes
- Transhumance
- Insecticides



Syngenta.com

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

PESTICIDES

Les pollinisateurs

Pollinisateurs alternatifs

- Près d'une dizaine d'espèces de pollinisateurs ont été domestiquées pour la pollinisation des cultures
  - Bourdons (*Bombus* spp.)
  - Osmies (*Osmia* spp.)
  - Abeille découpeuse de la luzerne (*Megachile rotundata*)

Crédit photographique : Joseph Moisan-De Serres (MAPAQ)

Dôme à mégachiles pour la pollinisation du bleuet nain au SLSJ

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

Changements climatiques et entomofaune

« *Études de cas pour faciliter une gestion efficace des ennemis des cultures dans le contexte des changements climatiques* »

Annie-Ève Gagnon Ph.D.

Ouranos

Agroclimatologie
Outils disponibles et changements climatiques

7 mars 2012

Effets des changements climatiques

Impacts directs

Ravageurs

Phénologie
Dynamique des populations
Distribution géographique
Espèces envahissantes
Interactions interspécifiques

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

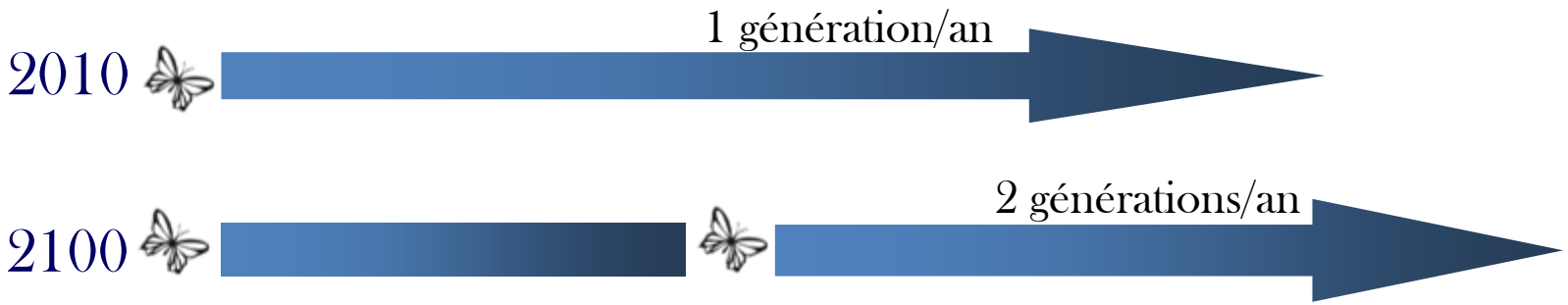
iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

OURANOS

Effets des changements climatiques

- Extension de la saison de croissance ou augmentation de la T° engendrant une augmentation du voltinisme des espèces
- Augmentation de la T° permettant l'expansion de l'aire de répartition des espèces



Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

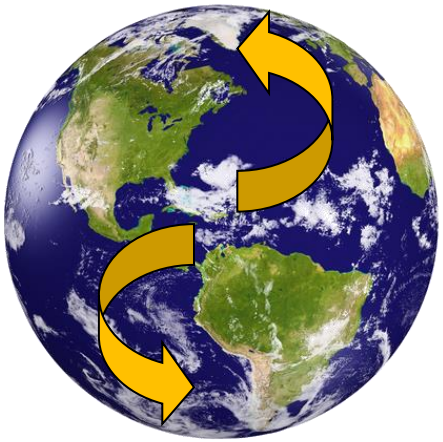
SAgE PESTICIDES

OURANOS

Effets des changements climatiques

- Extension de la saison de croissance ou augmentation de la T° engendrant une augmentation du voltinisme des espèces
- Augmentation de la T° permettant l'expansion de l'aire de répartition des espèces

Migration vers les pôles



Migration en altitude

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

OURANOS

Effets des changements climatiques

Ravageurs

Phénologie
Dynamique des populations
Distribution géographique
Espèces envahissantes
Interactions interspécifiques

Culture

Productivité de la culture
Modification du ratio C:N
Synchronisme ravageur/culture
Stress hydrique et thermique
Transmission de virus

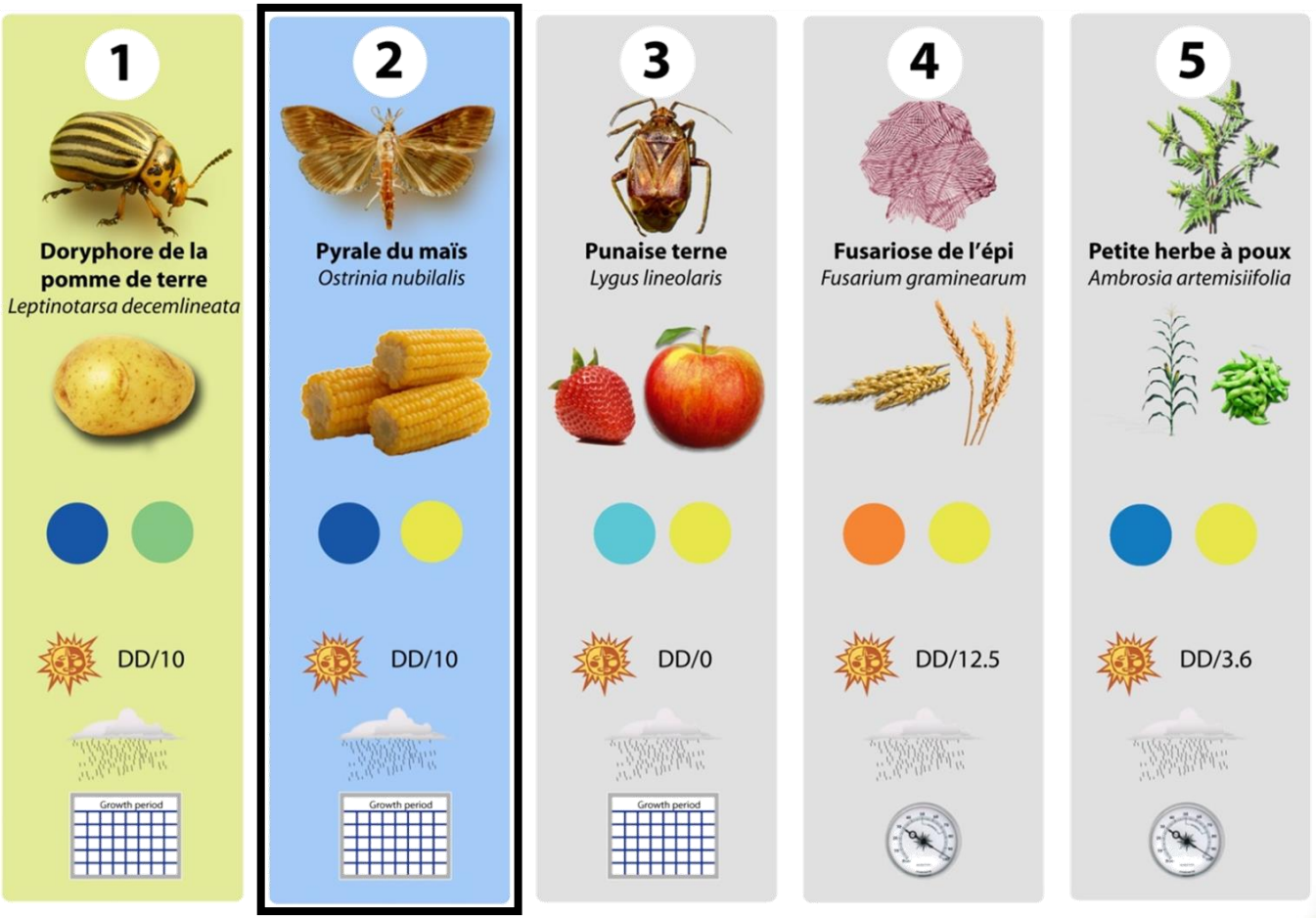
Mesures de gestion

Quantité et efficacité des pesticides
Efficacité des agents de lutte biologique
Espèces envahissantes
Résistance

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec
iriis phytoprotection
SAgE PESTICIDES
OURANOS

Effets des changements climatiques

Cinq études de cas réalisées – ex.: pyrale du maïs



- Capitale-Nationale
- Lac-St-Jean
- Centre-du-Québec
- Lanaudière
- Montérégie
- Bas-St-Laurent

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

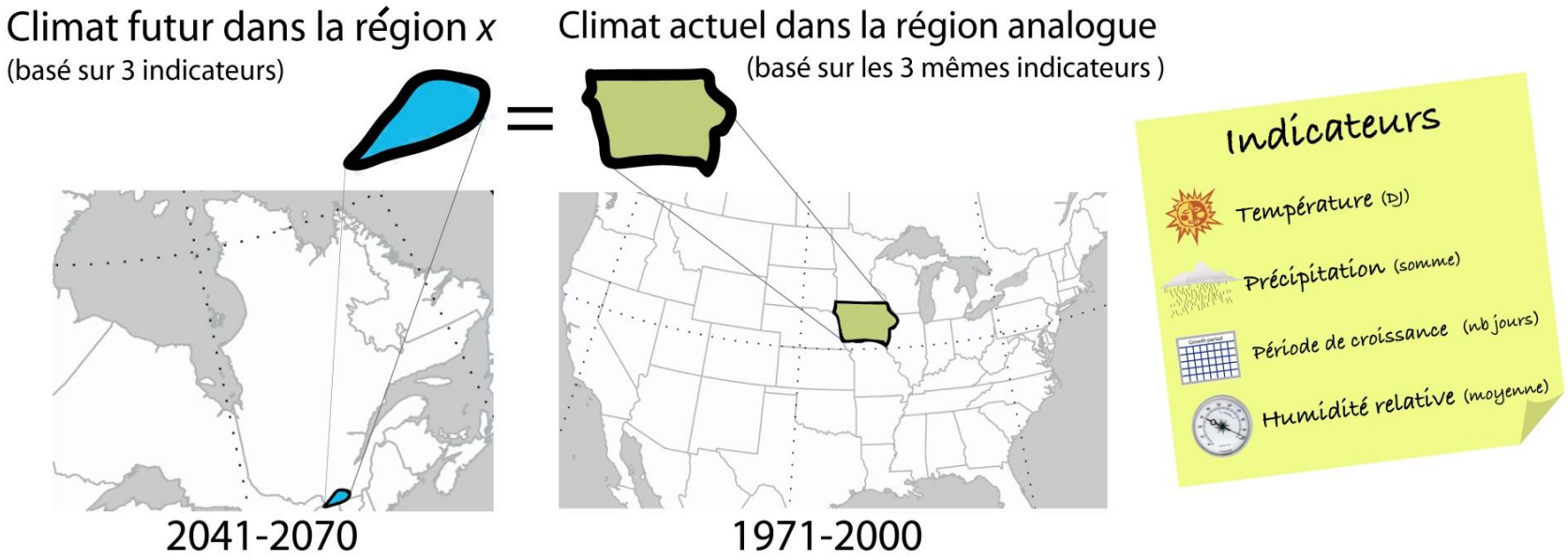
iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

OURANOS

Effets des changements climatiques

Méthode des analogues spatiaux



Une fois l'analogue spatial trouvé, il suffit de regarder quel est l'état de la problématique de la pyrale du maïs dans cette région et quelles sont les stratégies utilisées contre ce ravageur.

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec · iriis phytoprotection · SAgE PESTICIDES · OURANOS

Effets des changements climatiques

Résultats :

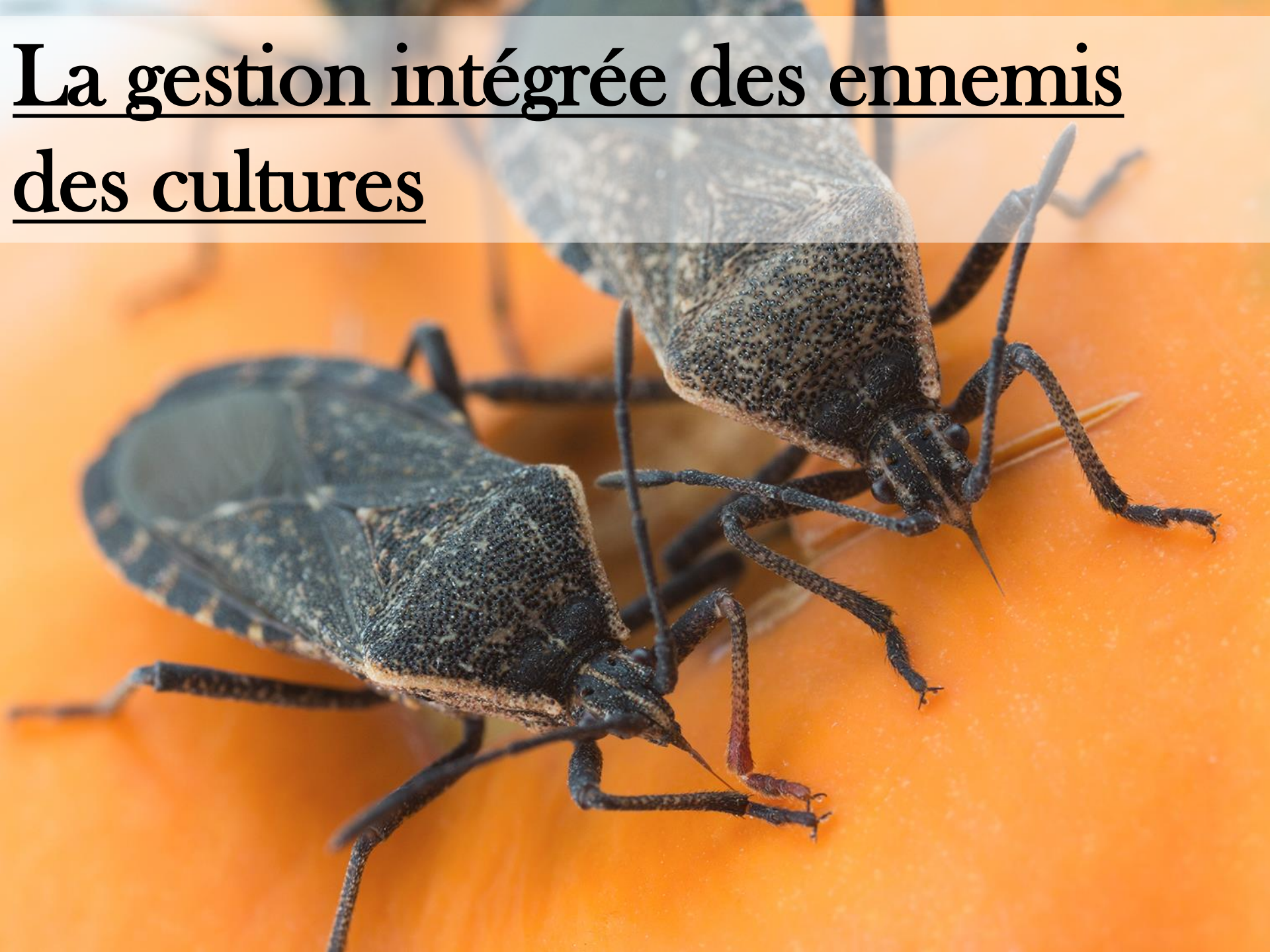
- Arrivée plus hâtive de la pyrale en saison
- Augmentation de la fréquence d'application de pesticides
- Utilisation de cultivars transgéniques

Implications futures pour le Qc :

- Augmentation des traitements insecticides ?
- Perte d'efficacité des traitements avec trichogrammes ?
- Devrons-nous nous tourner vers les cultivars transgéniques?

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec · iriis phytoprotection · SAgE PESTICIDES · OURANOS

La gestion intégrée des ennemis des cultures



Gestion intégrée des ravageurs

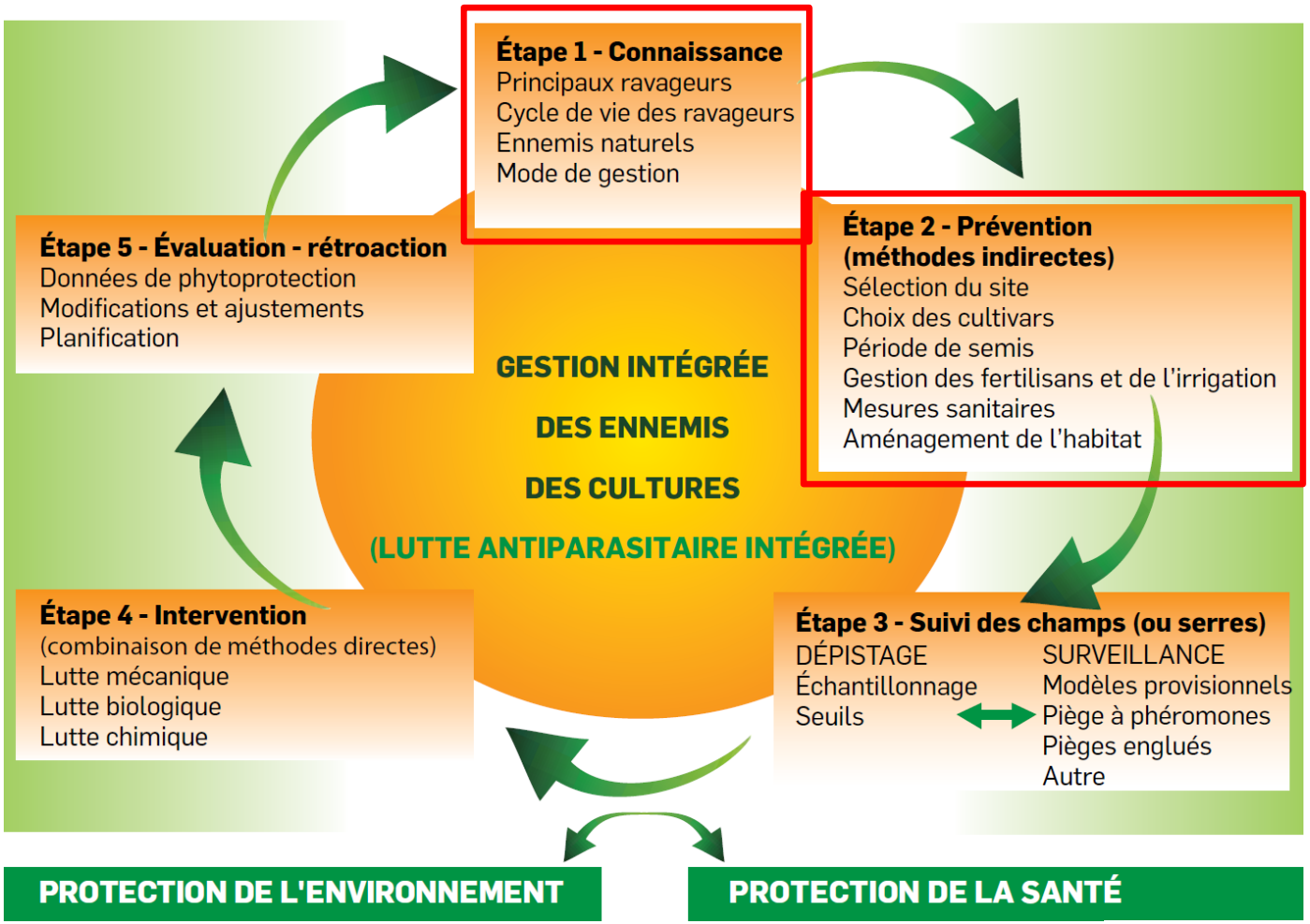
Processus décisionnel visant à réduire les populations de ravageurs de façon efficace et économique tout en minimisant les risques pour la santé et l'environnement

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

Gestion intégrée des ravageurs



Adapté de : AUSVEG

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

Gestion intégrée des ravageurs

Ex.: aménagement de l'habitat

Utilisation de bandes florales augmentant la diversité de pollinisateurs et d'ennemis naturels dans les champs

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

Gestion intégrée des ravageurs

Ex.: introduction de prédateurs

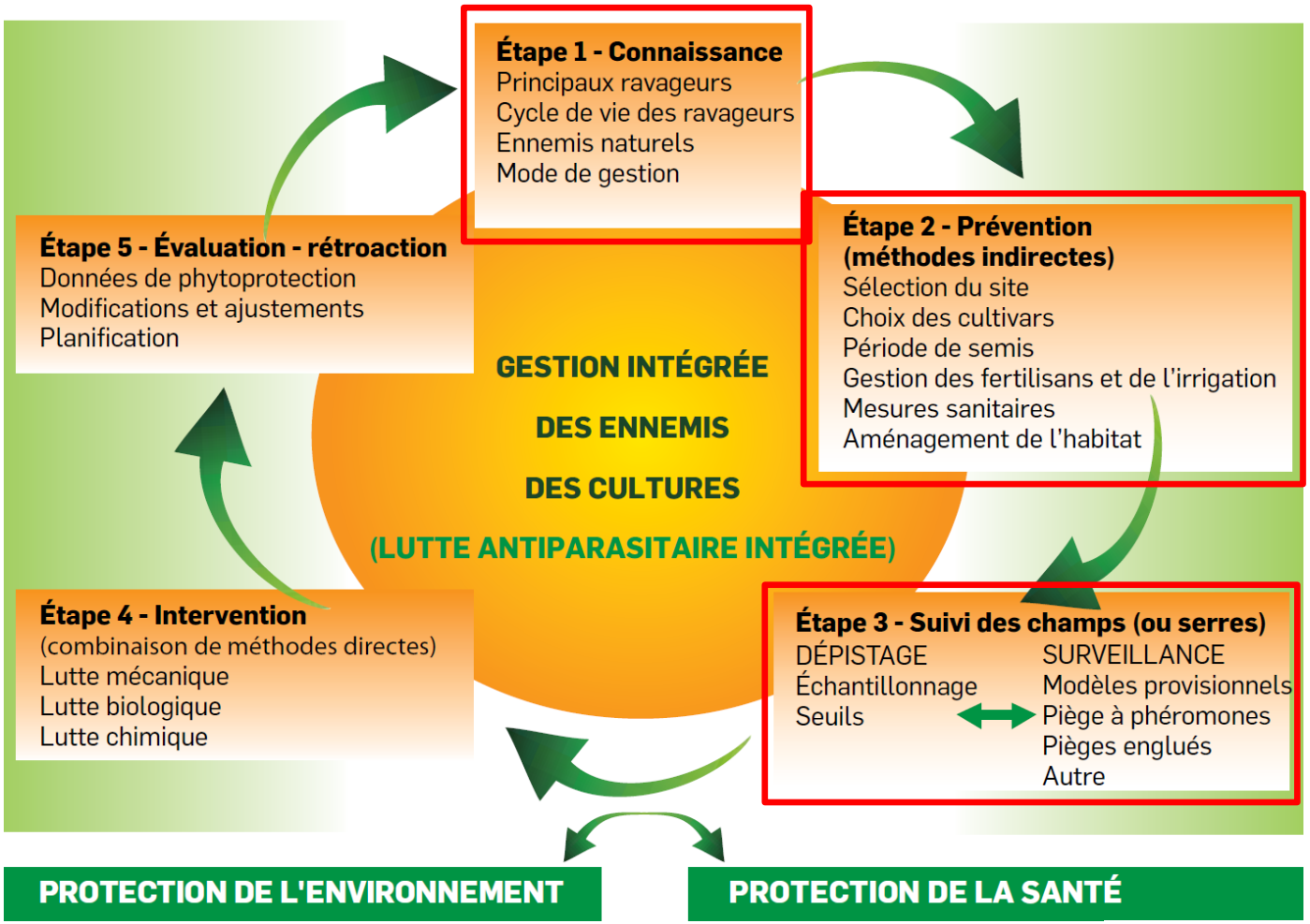
Introduction en serres de plants de molènes hébergeant des colonies de punaises prédatrices de l'espèce *Dicyphus hesperus*.

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

Gestion intégrée des ravageurs



Adapté de : AUSVEG

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

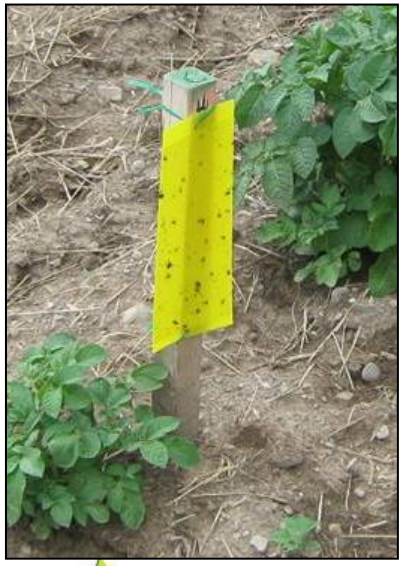
Gestion intégrée des ravageurs

Le dépistage

Crédit photographique : Fihoq

Crédit photographique : OMAFRA

Brigitte Duval, MAPAQ



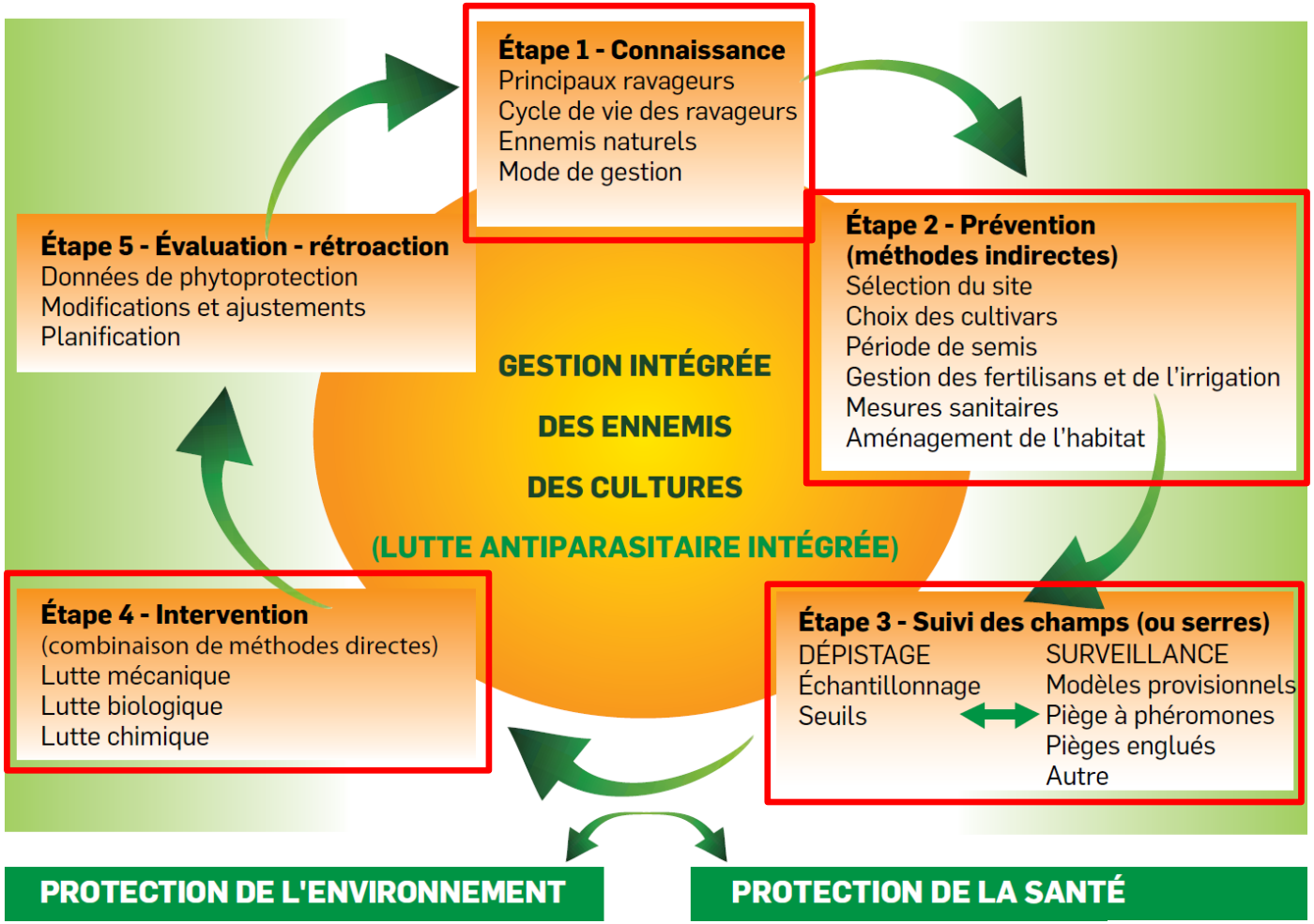
Laure Boulet, MAPAQ

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

Gestion intégrée des ravageurs



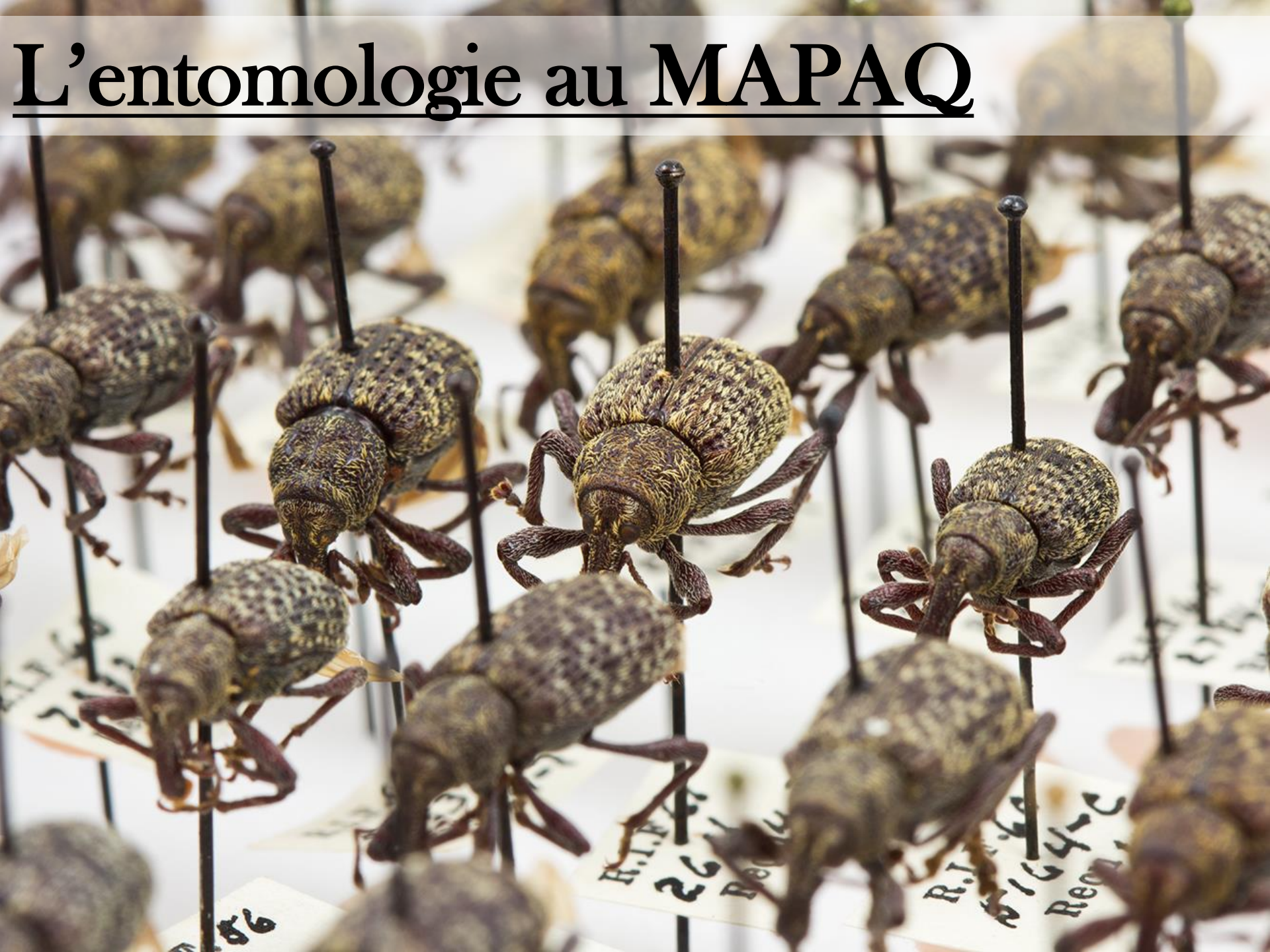
Adapté de : AUSVEG

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

L’entomologie au MAPAQ



Laboratoire de diagnostic en phytoprotection

Mandat

Maintenir une expertise de pointe pour assurer un transfert technologique et une diffusion de l'information auprès des intervenants en phytoprotection afin de les soutenir en matière d'identification et de connaissance des problèmes phytosanitaires

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

Laboratoire de diagnostic en phytoprotection

Offre de service : le diagnostic

- Identification d'insectes, d'autres arthropodes et de symptômes
- Informations sur la biologie (cycle vital, plantes hôtes, etc.)
- Expertise alimentaire

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

Laboratoire de diagnostic en phytoprotection

Année	# Échantillons
2014	2137
2013	2510
2012	1946
2011	1927
2010	1849
2009	2793
2008	1586
2007	1292
2006	1003
2005	884

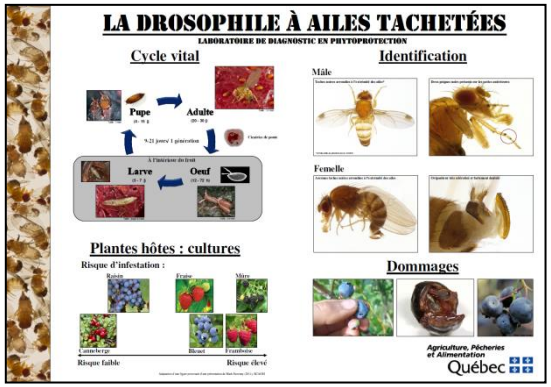
Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

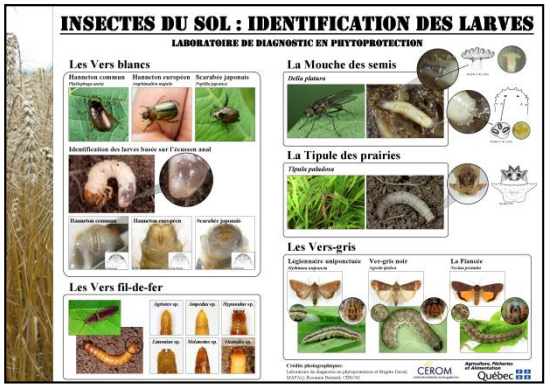
iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

Laboratoire de diagnostic en phytoprotection

Offre de service : transfert de connaissances





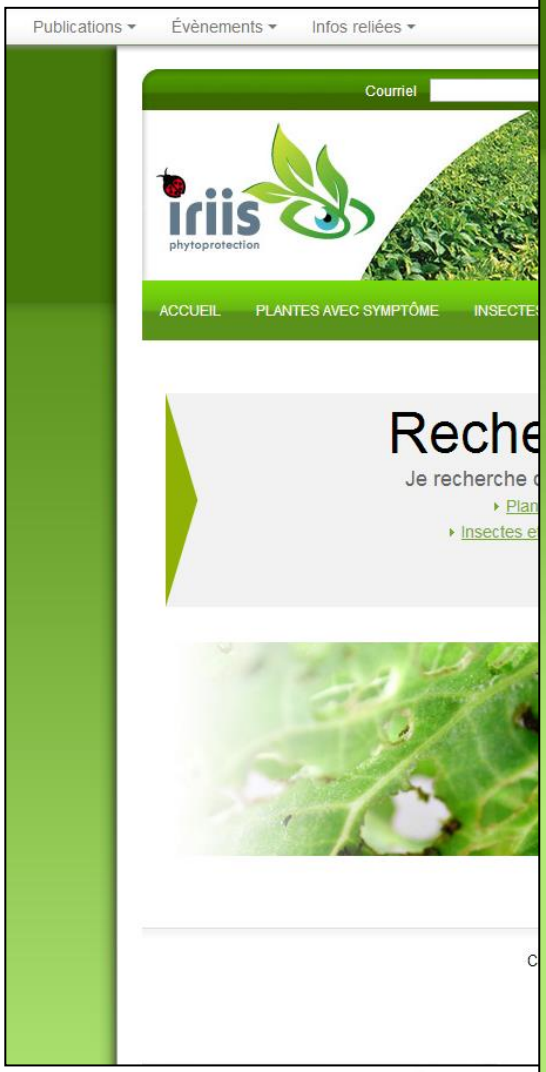
www.agrireseau.qc.ca

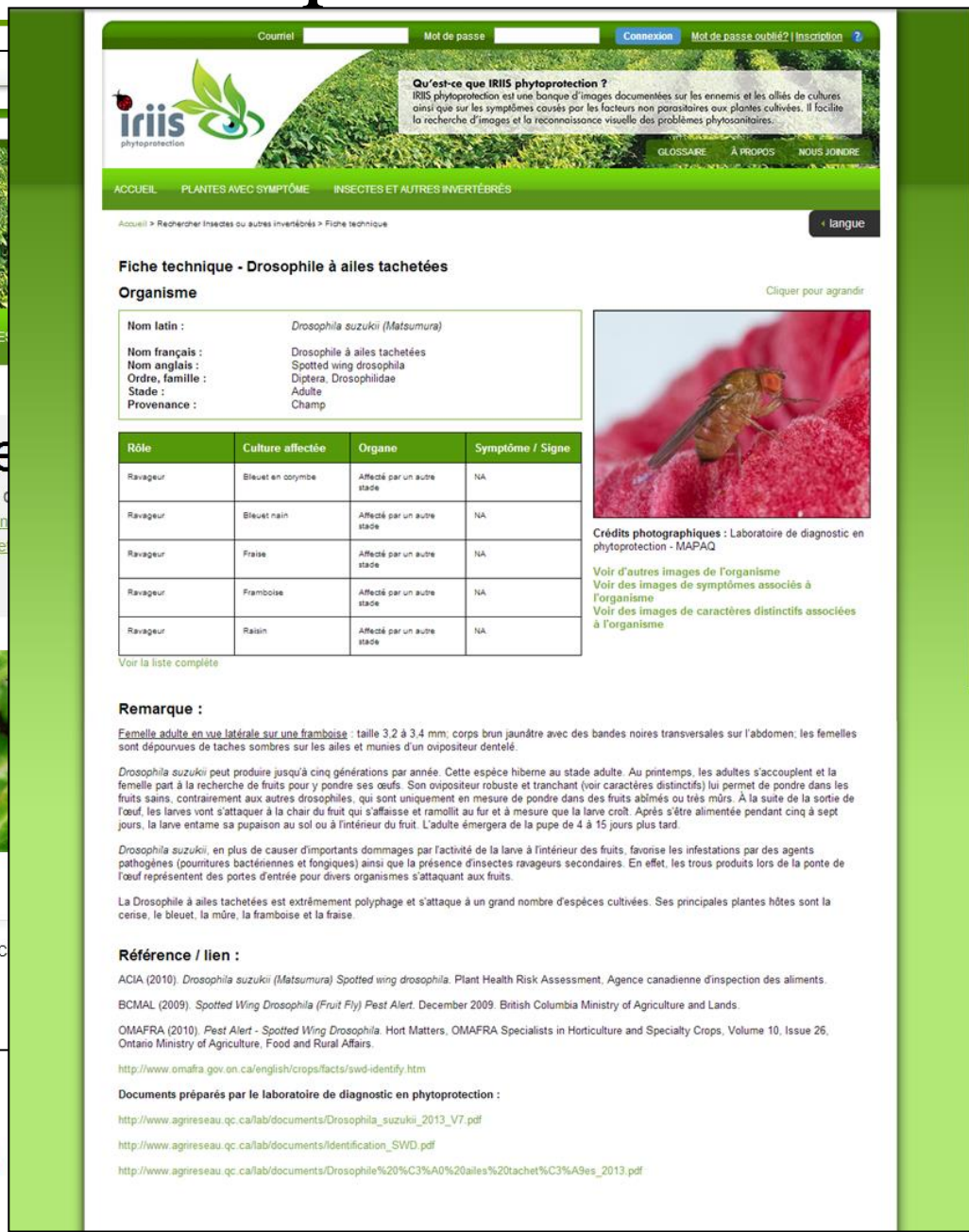
Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

www.iriisphytoprotection.qc.ca





Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

Laboratoire de diagnostic en phytoprotection

Le Réseau d'avertissements phytosanitaires (RAP)

- Réseau Grandes cultures
  - Légionnaire uniponctuée
  - Ravageur du canola
  - Tipule des prairies
  - Ravageurs des semis
- Réseau Pommier
- Réseau Petits fruits
- Réseau Vigne
- Réseau Légumes
- Réseau Pomme de terre
- Autres réseaux …

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

Laboratoire de diagnostic en phytoprotection

Implication dans divers projets de recherche :

- Traitement de semences vs Insectes ravageurs des semis
- Impact des changements climatiques sur les ravageurs agricoles
- Identification des ravageurs par biologie moléculaire
- Cicadelles et phytoplasmes dans le bleuet et la vigne
- Détection du Biotype-Q de *Bemisia tabaci* en serres
- Amélioration des méthodes de dépistage de la cicadelle de la pomme de terre
- La cécidomyie du chou-fleur dans le canola
- Ravageurs et ennemis naturels dans la canneberge

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

Identification par biologie moléculaire

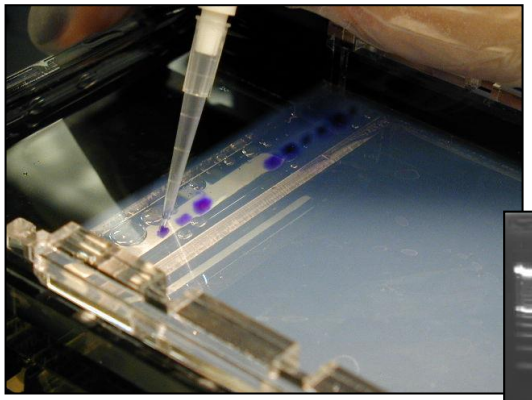
Problématique :

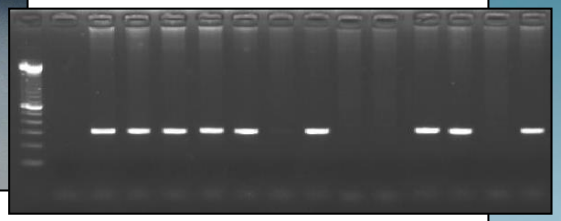
- Difficulté d'identifier les stades larvaires de certaines espèces de papillons
- Augmentation des délais de diagnostic due à l'élevage des spécimens
- Pas idéal pour la gestion intégrée

Identification par biologie moléculaire

Objectifs :

- Développer un outil moléculaire pour l'identification des lépidoptères ravageurs des cultures
- Utilisation du profil génétique pour l'identification des larves
- Diagnostic rapide, précis et permettant une intervention immédiate limitant les dommages aux champs





Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

irda INSTITUT DE RECHERCHE ET DE DÉVELOPPEMENT EN AGROENVIRONNEMENT

En conclusion

- La phytoprotection et l'entomologie sont deux domaines qui évoluent rapidement
- Beaucoup de ressources y sont investies
- Importance accrue de la gestion intégrée des ennemis des cultures
- Il reste beaucoup de défis à relever et de découvertes à faire dans le domaine de l'entomologie agricole

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

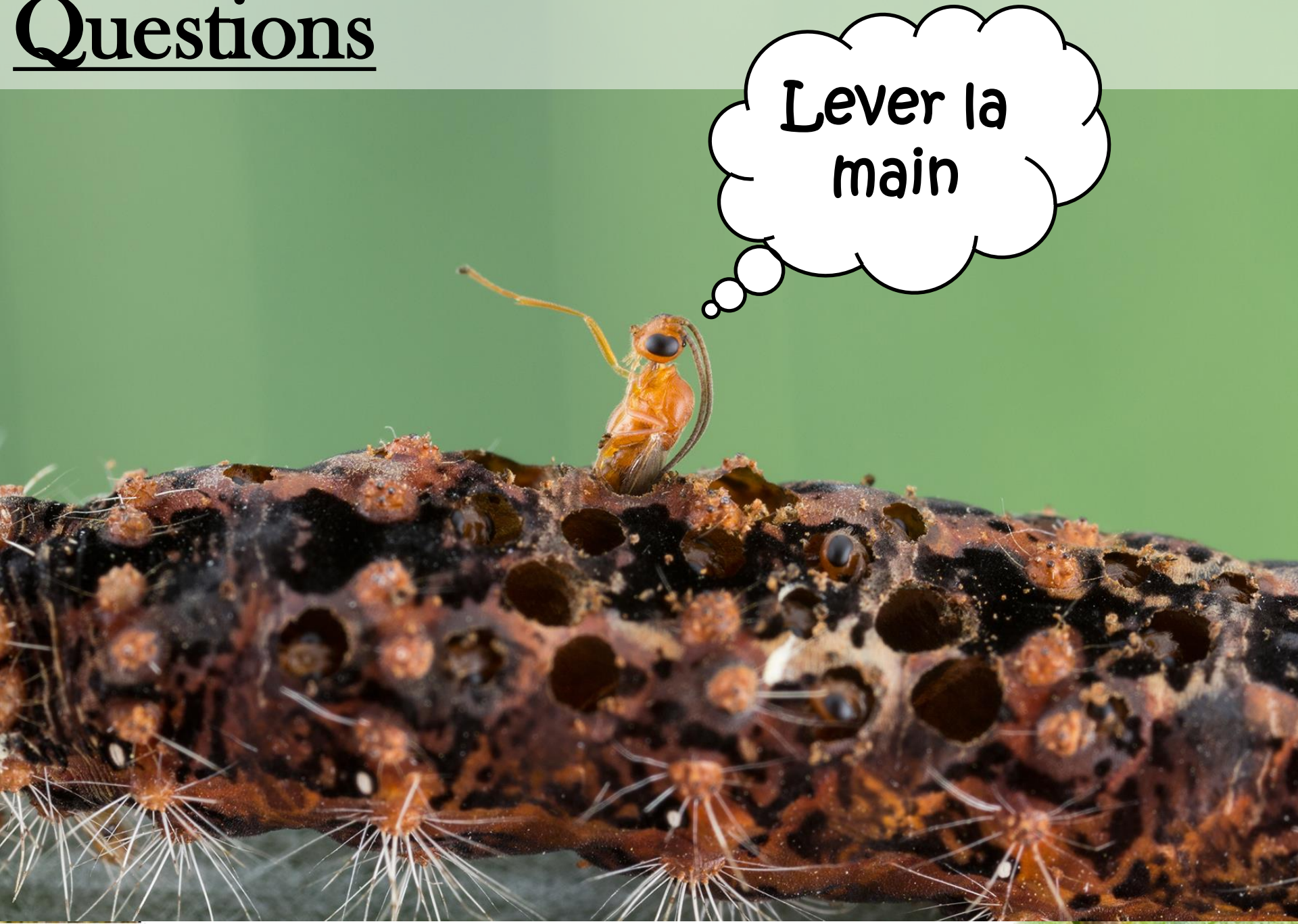
L'avenir de l'entomologie agricole ???

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES

Questions



Références consultées

Australian department of agriculture and food (2013). *Insect pests of stored grain.* Consulté en avril 2014. https://www.agric.wa.gov.au/handling/insect-pests-stored-grain

Capinera J. L. (2001). *Handbook of vegetable pest..* Academic press, New York, New York, 729 pp.

Gorse I. & Balg C. (2013). *Bilan des ventes de pesticides pour l'année 2010.* Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, 85 pp.

Hill D. S. (1994). *Agricultural entomology.* Timber Press Inc., Portland, Oregon, 635 pp.

Hill D. S. (1997). *The economic importance of insects.* London, Chapman and Hall, 395 pp.

Koch R. L. (2003). *The multicolored Asian lady beetle, Harmonia axyridis: A review of its biology, uses in biological control, and non-target impacts.* Journal of insects science Vol. 3:, no. 32, 16 pp.

Marshall S. A. (2006). *Insects: Their Natural History and Diversity.* Firefly Books, Buffalo, New York, 718 pp.

Pimentel D. et al. (1997). *Economic and environmental benefits of biodiversity.* Bioscience, Vol. 47, No. 11, 747-757.

Pimentel D. et al. (2000). *Environmental and economic costs of nonindigenous species in the United states.* Bioscience, Vol. 50, No. 1, 53-65.

Pimentel D. (2007). *Environmental and economic costs of vertebrate species invasions into the United States.* Managing Vertebrate Invasive Species, Paper 38.

Richard C. & Boivin G. (Eds.) (1994). Maladies et ravageurs des cultures légumières au Canada. Société Canadienne de Phytopathologie, Société d'Entomologie du Canada, 590 pp.

Triplehorn C. A. & Johnson N. F. (2005). *Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects, 7th Edition.* Thompson Brooks/Cole. Belmont, California. 864 pp.

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

iriis phytoprotection

SAgE PESTICIDES