



4^{ème} Conférence Internationale sur les Méthodes Alternatives en Protection des Cultures

Evolution des cadres réglementaires européen et français
Nouveaux moyens et stratégies innovantes

4th International Conference on Non Chemical Crop Protection Methods

*Evolution of European and French regulations
New innovative tools and strategies*

8, 9 & 10 mars 2011
March 8th, 9th & 10th 2011

NOUVEAU SIÈCLE
Lille - France



This document should be cited as follows:

Vincent, C. Méthodes de lutte non chimiques au Canada: bilan et perspectives. pp. 468-477 *in* Proceedings 4ième Conférence Internationale sur les Méthodes Alternatives en Protection des cultures- Evolution des cadres réglementaires européen et français- Nouveaux moyens et stratégies innovantes Association française de protection des plantes (AFPP), Lille (France), 8-10 mars 2011, 896 p.

This document may be downloaded from the **Download Center** of:
<http://eduportfolio.org/6644>

**AFPP – QUATRIÈME CONFÉRENCE INTERNATIONALE
SUR LES MÉTHODES ALTERNATIVES EN PROTECTION DES CULTURES
LILLE – 8, 9 ET 10 MARS 2011**

METHODES DE LUTTE NON-CHIMIQUES AU CANADA : BILAN ET PERSPECTIVES

C. VINCENT

Centre de Recherche et Développement en Horticulture,
Agriculture et Agroalimentaire Canada, 430 Boulevard Gouin,
Saint-Jean-sur-Richelieu, Qc, Canada J3B 3E6

Email : charles.vincent@agr.gc.ca

RESUME

La lutte contre les ennemis des cultures implique cinq familles d'approches soit la lutte chimique, la lutte biologique, la lutte physique, les biopesticides et le facteur humain. La situation canadienne en matière de phytoprotection sera abordée selon ces cinq familles d'approches. Quoique les pesticides soient par définition exclus du thème de la Conférence, ils seront brièvement abordés car ils constituent un étalon auquel les autres approches de lutte sont comparées. Pour illustrer différents aspects de ma présentation, je ferai fréquemment appel à des exemples issus de mon expérience professionnelle.

Mots-clés : Lutte biologique, Lutte physique, Biopesticides, Facteur humain, Législation.

ABSTRACT

The management of crop pests involve five families of approaches, namely pesticidal, biological and physical control, as well biopesticides and human factor. The Canadian situation will be treated according to these five families of approaches. Although pesticides are by definition excluded from the theme of this Conference, they will be briefly treated as they are benchmark against which other management approaches are compared. To illustrate several points, I will frequently draw on examples from my professional experience.

Keywords: Biological Control, Physical Control, Biopesticides, Human factor, Legislation.

Le Canada est un vaste pays (terre: 9 984 670 km² - eau: 891 163 km²) occupé par 33 millions d'habitants. Les superficies cultivables abondantes et relativement peu coûteuses, de même que le climat tempéré continental, permettent une agriculture extensive. Certaines zones, notamment le sud du Québec, de l'Ontario et de la Colombie-Britannique permettent une agriculture relativement intense et variée. Parce qu'il partage une frontière terrestre de 6 414 km avec les Etats-Unis, le Canada a forcément des problèmes phytosanitaires en commun avec ce pays. Il a aussi des réglementations phytosanitaires ayant des similarités avec son voisin méridional.

La lutte incessante contre les bioagresseurs des plantes cultivées est un domaine multidisciplinaire en constante évolution. En principe, ce domaine fait appel à cinq familles d'approches soit : la lutte chimique, la lutte biologique, la lutte physique, les biopesticides et le facteur humain (terme générique qui regroupe notamment la législation, la recherche, l'acquisition et la diffusion des connaissances, l'éducation, etc.) (Panneton et al. 2000). Etant donné le temps qui m'est alloué, je ferai une revue sommaire de ces diverses approches avec emphase sur la situation canadienne, le tout teinté de mon expérience professionnelle.

Ma position fondamentale est que toute technologie comporte des forces, des faiblesses et des risques, et que ces cinq approches doivent être utilisées de façon optimale pour qu'un système de phytoprotection soit durable dans un contexte agricole donné. J'abonde entièrement avec la philosophie de Gerlernter et Lomer (2000) qui stipulent que la mesure du succès commercial des pesticides microbiens peut être évaluée selon les cinq critères suivants: 1) l'efficacité technique, 2) l'efficacité pratique, 3) la viabilité commerciale, 4) la persistance, et 5) le bénéfice public. Selon ces auteurs, un seul critère est essentiel: l'efficacité technique. Une fois ce premier critère acquis, les quatre autres critères peuvent moduler le degré de succès si au moins deux des quatre autres critères sont rencontrés. Il convient toutefois de nuancer que, bien que cette grille d'analyse soit utile, elle ne peut être strictement transposée à toutes les approches de la phytoprotection. Ainsi, on ne s'attend pas à ce qu'un projet de lutte biologique conduit pour le bien public soit nécessairement économiquement rentable à court terme. Il faut toutefois qu'une certaine efficacité technique soit au rendez-vous pour que l'investissement (certains diront la dépense ...) public soit justifié.

LUTTE CHIMIQUE

Quoique le thème de cette conférence soit les méthodes de lutte non-chimiques, une brève allusion à la lutte chimique est indiquée car celle-ci sert d'étalon auquel les autres approches de lutte sont jugées. Dans la plupart des pays industrialisés, les pesticides constituent une famille de technologies dont l'usage est important tant sur le plan économique qu'environnemental. Du strict point de vue des agriculteurs, il est actuellement sans conteste qu'à court terme, ils ont un intérêt économique à recourir aux pesticides. En clair, s'ils utilisaient des technologies plus coûteuses, il faudrait que ces coûts puissent être compensés par une hausse conséquente des prix des produits agricoles. Ce type de situation est observé dans certains marchés (par exemple le marché des produits «bio») qui, quoiqu'en croissance soutenue depuis plusieurs années (Granatstein et al. 2010), constituent actuellement des parts négligeables des marchés agricoles.

Toutefois, la dominance des pesticides comme technologies de gestion des problèmes phytosanitaires est lentement érodée par divers facteurs, notamment par le développement de populations résistantes aux pesticides. Par exemple, certaines populations de la tordeuse à bandes obliques (*Choristoneura rosaceana* Tortricidae) ont développé de la résistance à l'azinphos-méthyl au Québec (Smirle et al. 1998). Dans ce cas, quoiqu'il existe des alternatives technologiquement intéressantes, notamment l'utilisation d'extraits d'huile de tanaïs comme larvicide (Larocque et al. 1999), ce genre de solution se heurte à une barrière réglementaire. Il est rapporté de plus en plus fréquemment au Québec et en Ontario (de même que dans plusieurs Etats de la Nouvelle-Angleterre) qu'à l'instar de ce qui a été observé dans quelques

régions françaises, certaines populations du carpocapse de la pomme (*Cydia pomonella* Tortricidae) sont devenues également résistantes à des insecticides recommandés. Dans ce cas, parmi la panoplie de techniques alternatives aux insecticides (Cossentine et Vincent 2002), des méthodes efficaces tels que la confusion sexuelle des mâles et le virus de la granulose (Vincent et al. 2007a) sont homologuées au Canada.

Il est très probable qu'à moyen terme, le facteur le plus déterminant concernant l'utilisation des pesticides soit un resserrement des normes réglementaires, ce qui aurait pour effet de rendre les autres approches de lutte relativement plus compétitives. Le retrait de certains insecticides à large spectre aura vraisemblablement pour effet la résurgence d'insectes qui sont actuellement considérés comme ayant une importance secondaire ou tertiaire (Vincent et Roy 1992). Ces retraits font suite à des réévaluations périodiques et prévues par la réglementation. A titre d'exemple, la réévaluation de l'azinphos-méthyl est en cours au Canada et aux Etats-Unis et, à cet effet, certaines informations sont disponibles sur le WEB (ARLA 2007, EPA 2009).

LA LUTTE BIOLOGIQUE

Au Canada, la lutte biologique est une discipline dont l'intérêt a été, au fil des ans, constamment soutenu tant du grand public que de la communauté scientifique. Le Canada est un chef de file dans ce domaine et plusieurs chercheurs canadiens sont des leaders de niveau international. Chaque décennie, les efforts consentis en lutte biologique sont mis à jour par les chercheurs canadiens. Ainsi, la dernière mise à jour, effectuée par Mason et Huber (2002), rapporte quelque 102 histoires de cas en agriculture et en foresterie. Plusieurs chercheurs canadiens sont membres des Comités d'édition de journaux prestigieux tels que *Biological Control* et *BioControl*. Les «Proceedings of the Third International Symposium on Biological Control of Arthropods» ont été édités par trois canadiens: Mason, Gillespie et Vincent (2008). Il semble que ce sera également le cas du Quatrième Symposium qui se tiendra à Santiago au Chili en 2013. Des chercheurs canadiens participent à des efforts pour établir des modes équitables d'accès aux agents de lutte biologique (Cock et al. 2010). Le premier ouvrage francophone consacré entièrement à la lutte biologique (Vincent et Coderre 1992) a été conçu et réalisé au Canada.

Le réseau Biocontrôle, réseau de recherche financé par le Conseil de recherche en sciences naturelles et génie du Canada (CRSNG), a publié 13 dossiers de 2004 à 2008 (voir Réseau Biocontrôle du Canada pour le lien WEB). Ce réseau a financé le premier sondage mondial visant à cerner l'opinion des citoyens en regard de la lutte biologique (McNeil et al. 2010). De ce sondage effectué dans les règles de l'art, il en ressort que 80 % de la population canadienne se dit intéressée aux questions environnementales et de nutrition. Les canadiennes sont plus préoccupées que les canadiens en ce qui concerne l'innocuité des aliments, et les citoyens âgés de moins de 24 ans ou de plus de 65 ans sont les moins préoccupés par ces questions. La population canadienne croit que les aliments produits de façon biologique ou ayant recours à des méthodes de lutte biologique sont plus sécuritaires. Il est intéressant de noter que les canadiens perçoivent que les OGM et les produits alimentaires irradiés représentent moins de risques que les mets gras ou les contaminations bactériennes. Ces auteurs concluent que l'éducation du public est un facteur clé pour faire évoluer positivement la situation.

Les principes impliqués en lutte biologique reposent essentiellement sur l'exploitation d'une espèce vivante en vue de régir les populations ou les dommages d'une espèce dommageable ciblée. Mais, comme on transige avec du matériel vivant, le passage de la théorie à la pratique est parsemé d'embûches et il est fréquent de voir des programmes de lutte biologique s'étaler sur 10-20 ans avant que l'impact désiré ne se fasse sentir (voir Vincent et al. 2007b pour plusieurs histoires de cas). Ainsi, dans le cadre d'un programme de lutte biologique classique, il a fallu sept ans pour introduire un parasitoïde (*Latholestes ensator* Ichneumonidae) à la ferme

expérimentale d'Agriculture et Agro-alimentaire Canada de Frelighsburg (Qc) depuis l'Europe occidentale en vue de gérer les populations de l'hoplocampe de la pomme (*Hoplocampa testudinea* Tenthredinidae) (Vincent et al. 2001). Par la suite, il a fallu consentir des efforts soutenus pour disséminer ce parasitoïde à diverses localités canadiennes. Il s'agit ici d'un système biologique particulier puisque *H. testudinea* n'a qu'un hôte connu, soit le pommier, et que *L. ensator* n'a un hôte connu: *H. testudinea*. De plus, ce parasite ne peut être multiplié par élevage, ce qui rend la logistique de dissémination fastidieuse. Une telle approche, qui offre en théorie une solution partielle mais permanente pour gérer les problèmes engendrés par *H. testudinea*, prend donc plusieurs années à mettre en œuvre, ce qui contraste énormément avec l'effet immédiat des insecticides. Toutefois, comme *H. testudinea* n'a aucun ennemi naturel connu en Amérique du Nord et que les méthodes alternatives et efficaces contre ce ravageur sont peu nombreuses (Vincent et al. 2002a), *L. ensator* est pour l'instant la seule méthode douce en vue.

La coccinelle asiatique (*Harmonia axyridis* Coccinellidae), un insecte prédateur introduit par les américains aux USA pour fins de lutte biologique, est un autre cas d'espèce. Trouvée pour la première fois au Canada en 1994, cette coccinelle polyphage très vorace a déplacé plusieurs espèces de coccinelles prédatrices indigènes (Lucas et al. 2007). Elle cause maintenant l'émoi de plusieurs citoyens car, dans certains cas, plusieurs centaines voire des milliers d'adultes envahissent les maisons à l'automne pour y passer l'hiver. Les facteurs qui expliquent la préférence marquée d'une maison par rapport à une autre maison voisine sont méconnus. Une fois dans les maisons, on rapporte des cas de morsures d'humains par ces coccinelles, de même que des cas d'allergies. Il s'agit du premier cas d'allergie causée par une espèce de coccinelle mentionné dans la littérature scientifique médicale. L'utilisation d'insecticides à l'intérieur des maisons étant proscrite ou inefficace, les citoyens ont recours à l'aspirateur, une méthode de lutte physique (et non-pesticide) qui requiert un travail considérable lorsque les populations sont importantes. On rapporte également que lorsque les adultes sont abondants dans les vignobles à l'automne et que lorsque pressés avec les raisins récoltés, ils relâchent, suivant un réflexe de défense, plusieurs méthoxy-pyrazines, notamment le 2-isopropyl-3-méthoxy-pyrazine. Des quantités infimes de cette molécule dénaturent le vin et le rendent impropre à la commercialisation, une condition appelée «ladybug taint» en anglais. Cette situation a été observée surtout en 2001 dans la vallée du Niagara et de l'Ohio lors de fortes infestations de pucerons du soya (*Aphis glycines* Aphidae). Ce cas, qui a fréquemment défrayé les manchettes des médias nord-américains à l'automne depuis plusieurs années, porte ombrage à la cause de la lutte biologique. Le public s'attend à ce que les impacts des ennemis naturels qui sont introduits à des fins de lutte biologique soient positifs et déterminés à l'avance. En raison de la complexité des systèmes biologiques, par exemple de la présence d'hôtes potentiels mais non identifiés dans les zones où l'on devrait effectuer des lâchers de ces agents de lutte, cet objectif ne peut être complètement atteint *a priori*, pour des raisons techniques et économiques.

Entre ces deux cas extrêmes, il y a bien sûr des centaines de cas différents abordés dans Mason et Huber (2002). Les serres horticoles, où le confinement des ravageurs et des ennemis naturels confère un environnement propice à la lutte biologique, ont eu leur lot de succès. Quoique les niveaux de succès de ces nombreux cas soient variables et souvent imprévisibles, la lutte biologique garde une bonne cote de sympathie au sein de la population et de la communauté scientifique canadiennes.

LA LUTTE PHYSIQUE

Il s'agit ici d'une famille de technologies dont les principes remontent aux débuts de l'agriculture (Vincent et al. 2000, 2003). Des avancées technologiques récentes, comme les capteurs et la disponibilité d'ordinateurs performants à coût abordable, permettent maintenant d'envisager le développement de méthodes performantes de lutte physique. On distingue

généralement deux contextes d'application: la pré- et la post-récolte. En contexte de pré-récolte, les pesticides sont fréquemment des technologies dominantes. Par exemple, dans le contexte de la lutte contre la punaise terne (*Lygus lineolaris* Miridae) en fraisières, les traitements insecticides sont préférés à la lutte pneumatique car elle ne donne pas des résultats comparables à ceux des insecticides (Vincent et Lachance 1993, Vincent 2002). Comme il est difficile de traiter un produit récolté en respectant les normes de résidus et que la valeur ajoutée est maximale pour un produit fini, les méthodes de lutte physique peuvent être utiles en post-récolte. Un des exemples les plus classiques est le traitement des céréales par le froid ou des atmosphères inertes pour tuer les insectes des céréales stockées en silo.

Parmi les méthodes de lutte physique qui ont fait l'objet de développement en pré-récolte, mentionnons le kaolin, un aluminosilicate d'origine minérale formulé comme une fine poudre pulvérisable en suspension dans l'eau. Au cours d'expérimentations réalisées en champs, des pulvérisations de kaolin sur des bleuets cultivés (*Vaccinium corymbosum*) diminuent la ponte des femelles de mouche du bleuet (*Rhagoletis pomonella* Tephritidae) dans les fruits. Les résidus de kaolin interféreraient avec les mécanismes de reconnaissance des fruits utilisés par les femelles pour trouver des hôtes fiables pour le développement de leur progéniture (Lemoyne et al. 2008). Toutefois, les producteurs sont récalcitrants à traiter les fruits au kaolin car ceux-ci sont couverts de résidus blanchâtres qui diminueraient leurs qualités cosmétiques à la récolte. Lors d'essais en vergers, les pomiculteurs nous ont également fait des remarques similaires.

Dans d'autres situations, la lutte physique est plus attrayante car plusieurs organismes en subissent simultanément les effets. Ainsi, le déchiquetage des feuilles de pommiers à l'automne réduit considérablement l'inoculum de la tavelure du pommier (*Venturia inaequalis*), et les populations hibernantes de la mineuse marbrée (*Phyllonorycter blancardella* Gracillariidae) (Vincent et al. 2004). Toutefois, le déchiquetage réduit aussi les populations hibernantes des insectes parasites de la mineuse marbrée.

Un autre cas est la pose de paillis de cellulose sous le feuillage des pommiers (Benoit et al. 2006). Ce paillis garde l'humidité au sol et empêche l'émergence de mauvaises herbes sous les pommiers. Il peut également diminuer le nombre d'adultes du charançon de la prune (*Conotrachelus nenuphar* Curculionidae) et de l'hoplocampe de la pomme (*H. testudinea*) qui émergeraient du sol. Dans un contexte où des plantes hôtes non-traitées seraient à proximité de ces pommiers traités au paillis, il y aurait une ré-infestation des pommiers à partir des hôtes non-traités. Cette méthode de lutte conviendrait donc à des petites surfaces isolées, comme les arbres fruitiers cultivés en banlieue (où, comme nous le verrons plus loin, l'utilisation des pesticides est interdite).

LES BIOPESTICIDES

Les biopesticides constituent un cas hybride entre la lutte chimique et la lutte biologique augmentative. En effet, les méthodes utilisées pour produire des biopesticides peuvent fréquemment faire l'objet d'économies d'échelle, ce qui permet d'en réduire considérablement le coût unitaire en fonction des volumes produits et commercialisés. Ils ont aussi (comme le yaourt...) une durée de vie prolongée mais définie, ce qui n'est pas le cas des agents de lutte biologique vivants qui, par définition, ne sont utiles que lorsque maintenus en vie, et qu'il faut par conséquent nourrir, même pendant les vacances des employés. La plupart des agriculteurs possèdent des pulvérisateurs à insecticides qui conviennent parfaitement à l'application des biopesticides. Enfin, certains biopesticides, notamment les biopesticides d'origine végétale (Regnault-Roger et al. 2008) offrent la possibilité de lutter contre des ravageurs en mettant en valeur des ressources renouvelables.

Bailey et al. (2010) ont effectué une revue exhaustive de la situation des biopesticides au Canada. Ils rapportent que, de 1972 à 2008, 46 biopesticides ont été homologués au Canada, soit 20 bioinsecticides, 16 biofungicides/bactéricides, 8 bioherbicides et 2 préservatifs du bois. Les auteurs affirment que plusieurs facteurs expliquent cette effervescence. Ces facteurs

concernent plusieurs acteurs, à savoir les gouvernements, le public et les industries qui développent et commercialisent les biopesticides. Les gouvernements auraient eu une grande influence par des révisions des législations, des politiques et des programmes favorables au développement de biopesticides.

Je suis un chercheur qui peut témoigner de l'effet qu'a eu de tels programmes, car j'ai participé au développement du Virosoft^{CP4}® et du Requiem®. Le Virosoft^{CP4} a été développé dans le cadre d'un partenariat entre le Centre de Recherche et de Développement en Horticulture d'Agriculture et Agroalimentaire Canada et la firme québécoise BioTEPP. Il est le premier insecticide viral à être homologué pour usage agricole dans l'histoire du Canada. L'histoire de son développement est traitée dans Vincent et al. (2007a). Sur le plan scientifique, revu par Lacey et al. (2008), l'agent actif est un granulovirus qui, l'année de son homologation au Canada (en 2001), avait été homologué en Europe et aux USA depuis au moins deux décennies. Sur le plan micro-économique, le Virosoft^{CP4} est un outil de lutte qui permet aux pomiculteurs d'effectuer une alternance d'insecticides ayant des principes actifs différents mais ce, à un coût supérieur aux traitements conventionnels. Cet outil est d'autant plus apprécié que, tel que mentionné précédemment, certaines populations du carpocapse de la pomme auraient développé de la résistance à certains insecticides homologués. Sur le plan macro-économique, comme le Virosoft^{CP4} est entièrement manufacturé au Québec et que son principal marché est majoritairement aux USA, la balance commerciale relative à ce bioinsecticide est en faveur du Canada. Sur le plan social, l'homologation d'un bioinsecticide viral pour une denrée comestible constitue une avancée majeure aux yeux du public et ouvre la porte à l'homologation d'autres insecticides viral pour usage agricole au Canada.

Le développement du Requiem®, dont l'histoire est relatée dans Chiasson et al. (2008), s'est échelonné de 1993 à 2008. Ce programme a débuté en 1993 lorsque H. Chiasson, employée de la firme québécoise Codena, est venue faire des études post-doctorales dans mon laboratoire. Quoique l'intention initiale était de développer plusieurs bioinsecticides botaniques, nous avons, après quelques années de travail, rapidement recentré le programme sur des extraits de *Chenopodium ambrosioides* var. *ambrosioides*, pour des raisons économiques et de potentiel appréhendé. Des bioessais avec des extraits de *Chenopodium* ont démontré que ces extraits avaient des propriétés insecticides (Chiasson et al. 2004a) et acaricides (Chiasson et al. 2004b). En 2008, la firme californienne Agraquest a acheté la firme Codena et le biopesticide d'origine végétale a été homologué aux USA sous le nom de Requiem®. Il s'agissait du premier biopesticide d'origine végétale à être homologué aux USA depuis 1995. A l'automne 2010, Agraquest a signé une entente avec le Gouvernement du Canada concernant les redevances liées au Requiem®.

En tant que chercheur gouvernemental, ces deux projets m'ont apporté une grande satisfaction et un sentiment de devoir accompli. Toutefois, j'ai payé un prix professionnel en termes de publications scientifiques car, dans le cadre de projets comportant des enjeux commerciaux, de nombreuses informations doivent demeurer confidentielles afin de préserver l'avantage compétitif des firmes privées.

Enfin, dépendant des gènes en cause, les organismes génétiquement modifiés (OGM) peuvent être considérés comme des biopesticides. On peut citer, à titre d'exemple, les plantes qui expriment la toxine de *Bacillus thuringiensis* (exemple Cry1a) suite à des transformations génétiques. Il s'agit d'un sujet très complexe et encore controversé en 2010, car plusieurs pays ne s'entendent pas sur les bénéfices et surtout sur les risques appréhendés de ces technologies. Au Canada, les OGM sont sous la responsabilité légale de Santé Canada.

REGLEMENTATION

Créée en 1995, l'Agence de Réglementation de la Lutte Antiparasitaire (ARLA) de Santé Canada est chargée de la réglementation des pesticides au Canada, ainsi que des ressources et des responsabilités liées à la mise en œuvre de la réglementation de la lutte antiparasitaire.

Les provinces peuvent également réglementer l'utilisation des pesticides. Par exemple, le Québec a un Code de gestion des pesticides pour encadrer en amont l'usage et la vente des pesticides depuis le 3 avril 2003. Cette responsabilité est dévolue au Ministère du Développement Durable, Environnement et Parcs du Québec. Les municipalités québécoises peuvent de surcroît contraindre l'usage des pesticides. Ainsi, plusieurs villes du Québec interdisent l'utilisation d'herbicides pour fins cosmétiques dans les gazons des particuliers et les parcs municipaux. En 1991, Hudson (Québec) a été la première municipalité canadienne à restreindre l'usage des pesticides sur son territoire. S'en est suivi des batailles juridiques dans les cours de justice québécoises, qui se sont terminées par le jugement N° 26937 de la Cour Suprême du Canada en 2000 en faveur de la réglementation de Hudson.

Historiquement, la plupart des organismes ravageurs importés au Canada provenaient d'Europe. Depuis environ deux décennies, la globalisation des échanges commerciaux a créé des situations propices à l'avènement d'espèces invasives au Canada, ce qui est par ailleurs vrai dans la plupart des pays du monde. En réaction à ce phénomène et dans une perspective de prévention, des réglementations et des normes ont été ou seront mises en place. Ainsi, les agents de lutte biologique vivants font également l'objet de réglementations entourant les conditions d'importation et les mesures de confinement des organismes importés (De Clerck-Floate et al. 2006). À ce chapitre, Hunt et al. (2008) affirment que l'Europe pourrait apprendre de l'Australie, de la Nouvelle-Zélande, du Canada et des États-Unis car ces pays ont mis en œuvre des mesures réglementaires pour l'importation et la dissémination d'arthropodes vivants pour des fins de lutte biologique. Le Canada a travaillé à l'élaboration de normes de confinement des phytoravageurs (ACIA 2007).

Pour mettre au point des programmes efficaces et objectifs, les recherches fondamentale et appliquée demeurent la pierre angulaire de tout système durable en phytoprotection. Rien ne peut être substitué à une connaissance approfondie et renouvelée des organismes cibles. À titre d'exemple, seules des informations originales acquises suite à des travaux de recherche en vergers ont permis d'élaborer un programme permettant la lutte contre le charançon de la prune avec un minimum d'insecticides (Vincent et al. 1999).

Le vocable « facteur humain » englobe de nombreuses composantes, y compris la diffusion des informations auprès des publics spécialisés et non-spécialisés. On pourrait croire que l'avènement du WEB a eu un effet très positif en phytoprotection. Selon moi, cet effet est mitigé car le WEB ne permet qu'une circulation et un stockage efficace d'informations, mais non la création de nouvelles informations. D'une part, le WEB permet une diffusion rapide et à moindre coût de comptes-rendus de conférences ou journées d'information (exemple Vincent et al. 2002b, 2005 ; Mason et al. 2008 ; Agri-réseau MAPAQ). D'autre part, la qualité de ces informations est variable, et parfois douteuse. Il convient donc de demeurer circonspect concernant les informations diffusées sur le WEB. Somme toute, l'imprimé a encore sa place, qu'il soit destiné à un public spécialisé de haut niveau (exemple Aluja et al. 2009), ou encore des guides d'identification d'insectes au champ (exemples Chouinard et al. 2000, Agnello et al. 2006, Lambert et al. 2007).

CONCLUSION

Les agriculteurs souhaiteraient protéger leurs plantes cultivées avec des méthodes non-pesticides et des impacts environnementaux minimes. De nombreuses discussions me portent à croire que ce souhait est partagé par le grand public. Toutefois, ce dernier est-il prêt à payer le prix réel des denrées agricoles produites majoritairement avec des méthodes non-pesticides ? J'en doute. Cela me fait penser aux paroles d'une chanson de Petula Clark : « tout le monde veut aller au ciel, mais personne ne veut mourir ». Pour se sortir de cette impasse, des interventions gouvernementales, que ce soit par le financement de programmes de recherche, de législations nouvelles ou des dispositifs nouveaux de taxation (écotaxes), sont nécessaires.

REMERCIEMENTS

Je remercie Julien Saguez, Pierre Lemoyne et Gaétan Racette pour une relecture du manuscrit.

BIBLIOGRAPHIE

- ACIA 2007. Normes relatives au confinement des installations manipulant des phytoravageurs. Agence Canadienne d'Inspection des aliments, Publication A104-65/2008F, Ottawa, 81 p.
- Agnello, A., G. Chouinard, A. Firlej, W. Turechek, F. Vanoosthuyse et C. Vincent 2006. Field Guide to Tree Fruit Insect, Mite and Disease Pests and Natural Enemies of Eastern North America. Natural Resource, Agriculture, and Engineering Service (NRAES), Cooperative Extension Publication 169, Ithaca, NY, 238 p.
- Agri-Réseau MAPAQ <http://www.agrireseau.qc.ca/default.aspx>
- Aluja, M. A., T. C. Leskey et C. Vincent 2009 (Eds.). Biorational Tree-Fruit Pest Management, CABI Publishing, Wallingford, U.K., 295 p.
- ARLA (Agence de Réglementation de Lutte Antiparasitaire) 2007. Note de réévaluation REV 2007-08. Mise à jour concernant la réévaluation de l'azinphos-méthyl. Santé Canada. Site internet consulté le 10 novembre 2010. www.pmr-arla.gc.ca
- Bailey, K.L., S.M. Boyetchko et T. Längle 2010. Social and economic drivers shaping the future of biological control: A Canadian perspective on the factors affecting the development and use of microbial biopesticides. *Biological Control* 52: 221–229.
- Benoit, D. L., C. Vincent et G. Chouinard 2006. Management of weeds, apple sawfly (*Hoplocampa testudinea* Klug) and plum curculio (*Conotrachelus nenuphar* Herbst) with cellulose sheets. *Crop Protection* 25:331-337.
- Chiasson, H., C. Vincent et N. J. Bostanian 2004a. Insecticidal properties of *Chenopodium*-based botanical. *J. Econ. Entomol.* 97: 1378-1383.
- Chiasson, H., N. J. Bostanian et C. Vincent 2004b. Acaricidal properties of a *Chenopodium*-based botanical. *J. Econ. Entomol.* 97: 1373-1377.
- Chiasson, H., U. Delisle, N. J. Bostanian et C. Vincent 2008. Recherche, développement et commercialisation de FACIN^{MD}, un biopesticide d'origine végétale. Étude d'un cas de réussite en Amérique du Nord. pp. 451-463 in Regnault-Roger, C., B. J. R. Philogène et C. Vincent (Eds.) Biopesticides d'origine végétale. Lavoisier Tech & Doc, 2^{ième} éd., Paris, 546 p.
- Chouinard, G., A. Firlej, F. Vanoosthuyse et C. Vincent 2000. Guide d'identification des ravageurs du pommier et de leurs ennemis naturels. Conseil des Productions végétales du Québec, Québec, Qc, 69 p.
- Cock, M. J. W., J. C. van Lenteren, J. Brodeur, B. I. P. Barratt, F. Bigler, K. Bolckmans, F. L. Cònsoli, Fabian Haas, P. G. Mason, J. Roberto et P. Parra 2010. Do new Access and Benefit Sharing procedures under the Convention on Biological Diversity threaten the future of biological control? *BioControl* 55:199-218.
- Cossentine, J. E. et C. Vincent 2002. *Cydia pomonella* (L.), Codling Moth (Lepidoptera: Tortricidae) pp. 90-94 in P. J. Mason & J. T. Huber (Eds.) Biological Control Programmes in Canada 1981-2000. CABI Publishing, Wallingford, UK, 583 p.
- De Clerck-Floate, R.A., P.G. Mason, D.J. Parker, D.R. Gillespie, A.B. Broadbent et G. Boivin 2006. Guide relatif à l'importation et à la dissémination au Canada d'arthropodes exotiques destinés à la lutte biologique. Agriculture et agro-alimentaire Canada, No. Cat., A42-105/2006F-PDF52 p.
- EPA (Environmental Protection Agency) 2009. Azinphos-méthyl Phaseout. Site internet consulté le 10 novembre 2010. http://www.epa.gov/opp00001/reregistration/azm/phaseout_fs.htm
- Gerlernter, W. D. et C. J. Lomer 2000. Success in Biological Control of Above-ground Insects by Pathogens, pp. 297-322 in Gurr, G. et S. Wratten (eds.) Biological Control: Measures of Success. Kluwer Academic Publishers, Boston, 429 p.
- Granatstein, D., E. Kirby et H. Willer 2010. Organic Horticulture Expands Globally. *Chronica Horticulturae* 50(4): 31-38.
- Hunt, E. J., U. Kuhlmann, A. Sheppard, T.-K. Qin, B. I. P. Barrat, L. Harrison, P. G. Mason, D. Parker, R. V. Flanders et J. Goolsby 2008. Review of invertebrate biological control agent regulation in Australia, New Zealand, Canada and the USA: recommendations for a harmonized European system. *J. Appl. Entomol.* 132: 89–123.

- Lacey, L. A., D. Thomson, C. Vincent et S. P. Arthurs. 2008. Codling Moth Granulovirus: a comprehensive review. *Biocon. Sci. Technol.* **18** :639-663.
- Lambert, L., G. Laplante, O. Carisse et C. Vincent 2007. Maladies, ravageurs et organismes bénéfiques chez le fraisier, le framboisier et le bleuétier. Centre de référence en agriculture et agro-alimentaire du Québec (CRAAQ), Québec, Qc, 343 p.
- Larocque, N., C. Vincent, A. Bélanger et J.-P. Bourassa 1999. Effects of tansy oil, *Tanacetum vulgare* L., on the biology of the obliquebanded leafroller, *Choristoneura rosaceana* (Harris) (Lepidoptera: Tortricidae). *J. Chem. Ecol.* **25**:1319-1330.
- Lemoyne, P., C. Vincent, S. Gaul et K. MacKenzie 2008. Kaolin Affects Blueberry Maggot Behavior on Fruit. *J. Econ. Entomol.* **101**: 118-125.
- Lucas, E., G. Labrie, C. Vincent et J. Kovach 2007. The Multicoloured Asian Ladybeetle *Harmonia axyridis* - beneficial or nuisance organism ? pp. 38-52 in Vincent, C., M. Goettel et G. Lazarovits 2007 (Eds.). *Biological Control: a global perspective. Case Histories from around the world.* CABI Publishing, Wallingford, U.K., 440 p.
- Mason, P. G., D. R. Gillespie et C. Vincent 2008 (Eds.). *Proceedings of the Third International Symposium on Biological Control of Arthropods.* Christchurch, New Zealand, 8-13 February 2009, United States Department of Agriculture, Forest Service, Morgantown, WV, FHTET-2008-06, December 2008, 636 p.
- Mason, P. J. et J. T. Huber (Eds.) 2002. *Biological Control Programmes in Canada 1981-2000.* CABI Publishing, Wallingford, UK, 583 p.
- McNeil, J. N., P.-A. Cotnoir, T. Leroux, R. Laprade et J.-L. Schwartz 2010. A Canadian national survey on the public perception of biological control. *Biocontrol.* **55**:445-454.
- Panneton, B., C. Vincent, et F. Fleurat-Lessard 2000. Place de la lutte physique en phytoprotection, pp. 1-24 in C. Vincent, B. Panneton & F. Fleurat-Lessard (Eds.) *La lutte physique en phytoprotection*, INRA Editions, Paris, 347 p.
- Regnault-Roger, C., B. J. R. Philogène et C. Vincent 2008 (Eds.) *Biopesticides d'origine végétale.* 2^{ième} édition, Lavoisier Tech & Doc, Paris, 546 p.
- Réseau Biocontrôle du Canada <http://www.biocontrol.ca/>
- Smirle, M.J., C. Vincent, C. Zurowski et B. Rancourt 1998. Azinphosmethyl resistance in the obliquebanded leafroller, *Choristoneura rosaceana*: reversion in the absence of selection and relationship to detoxication enzyme activity. *Pestic. Biochem. Physiol.* **61**:183-189.
- Vincent, C. 2002. Pneumatic Control of Agricultural Insect Pests, pp. 639-641 in D. Pimentel (ed.) *Encyclopedia of Pest management*, Marcel Dekker Inc., New York, 929 p.
- Vincent, C. et D. Coderre (Eds.) 1992. *La lutte biologique.* Gaëtan Morin Editeur (Montréal) & Lavoisier Tech Doc (Paris), 671 p.
- Vincent, C. et M. Roy. 1992. Entomological limits to biological control programs in Québec apple orchards. *Acta Phytopathol Entomol Hung* **27**: 649-657.
- Vincent, C. et P. Lachance 1993. Evaluation of a tractor-propelled vacuum device for the management of tarnished plant bug populations in strawberry plantations. *Environ. Entomol.* **22**:1103-1107.
- Vincent, C., B. Panneton et F. Fleurat-Lessard 2000 (Eds.) *La lutte physique en phytoprotection*, INRA Editions, Paris, 347 p.
- Vincent, C., B. Rancourt et O. Carisse 2004. Apple leaf shredding as a non-chemical management tactic for apple scab and spotted tentiform leafminer. *Agric. Ecos. Environ.* **104**: 595-604.
- Vincent, C., B. Rancourt, M. Sarazin et U. Kuhlmann 2001. Releases and First Recovery of *Lathrolestes ensator* Brauns (Hymenoptera: Ichneumonidae) in North America, a Parasitoid of *Hoplocampa testudinea* Klug (Hymenoptera: Tenthredinidae). *Can. Entomol.* **133**: 147-149.
- Vincent, C., D. Babendreier et U. Kuhlmann 2002a. European Apple sawfly, *Hoplocampa testudinea* Klug (Hymenoptera: Tenthredinidae) pp. 135-139 in P. J. Mason & J. T. Huber (eds.) *Biological control programmes in Canada 1981-2000.* CABI Publishing, Wallingford, UK, 583 p.
- Vincent, C., G. Chouinard et S. B. Hill 1999. Progress in plum curculio management: a review. *Agric. Ecosyst. Environ.* **73**:167-175.
- Vincent, C., G. Hallman, B. Panneton et F. Fleurat-Lessard 2003. Management of Agricultural Insects with Physical Control Methods. *Annu. Rev. Entomol.* **48**: 261-281.
- Vincent, C., J. Lasnier et N. J. Bostanian 2002b (Eds.). *La viticulture au Québec*, vol 1. Bulletin Technique, 42 p. Téléchargeable au: <http://eduportfolio.org/6644>

Vincent, C., M. Andermatt et J. Valéro 2007a. Madex and Virosoft CP4, Viral Biopesticides for Codling Moth Control. pp. 336-343 *in* Vincent, C., M. Goettel et G. Lazarovits 2007 (eds.). Biological Control: a global perspective. Case Histories from around the world. CABI Publishing, Wallingford, U.K., 440 p.

Vincent, C., M. Goettel et G. Lazarovits 2007b. (Eds.) Biological control: case studies from around the world. CABI Publishing, Wallingford, U.K., 440 p.

Vincent, C., N. J. Bostanian et J. Lasnier 2005 (Eds.). La viticulture au Québec. Vol.2, 53 p. Téléchargeable au: <http://eduportfolio.org/6644>