

LA LUTTE BIOLOGIQUE: PRINCIPES, MODE D'EMPLOI, VEROUS ET NON-DITS

par Charles Vincent¹, Susan Boyetchko², Tara Gariepy³ et Peter G. Mason⁴

La phytoprotection repose sur l'utilisation optimale d'un ensemble de méthodes de lutte, soit la lutte biologique, la lutte chimique, la lutte physique, les biopesticides et les facteurs humains (Fig. 1). Il existe plusieurs niveaux d'acceptation et d'intégration de ces méthodes, allant de la lutte intégrée (qui peut inclure plusieurs types de méthodes), en passant par la lutte biorationnelle (voir par exemple Aluja *et al.* 2009 pour l'arboriculture), jusqu'à l'agriculture biologique (qui a généralement un cahier de charges contraignant). La lutte biologique jouit d'une grande sympathie au niveau du grand public qui, selon divers sondages dans plusieurs pays (voir McNeil *et al.* 2010 pour le Canada), est de plus en plus prêt à consommer des produits issus de l'agriculture biologique. Quoique ces produits fassent l'objet d'une intention de demande accrue depuis plusieurs années, les ventes au détail de ces produits dépassent rarement 5% du chiffre d'affaires des détaillants en agro-alimentaire. Cette demande croissante pour des produits bios crée des opportunités pour les producteurs bios qui doivent respecter un cahier de charges pertinent à ce marché. Au Canada, le nombre de producteurs bios a augmenté de 5% de 2012 à 2014 (Canada Organic Trade Association 2016). De même, les surfaces dévolues à l'agriculture biologique au Canada sont passées de 340 000 ha (0,5% des surfaces cultivées) en 2000 à 900 000 ha (1,3%) en 2014. Or, cette offre est tributaire de méthodes de lutte conformes aux cahiers de charge bios, ce qui implique le recours systématique à des méthodes alternatives de lutte (Vincent *et al.* 2011), notamment la lutte biologique.

Les attentes. Plusieurs documents (web, vidéos ou imprimés) relatifs à la lutte biologique peuvent frapper l'imagination populaire. Ainsi, le visionnement d'une vidéo comme celle de Smid (2016), qui montre l'égression de centaines de parasitoïdes (*Cotesia glomerata*- Braconidae) d'une larve de son hôte (*Pieris brassicae*- Pieridae), suscite des attentes très élevées de la part du grand public. Ceci n'est pas un phénomène nouveau.

¹ Saint-Jean-sur-Richelieu, Québec, Canada Email: charles.vincent@agr.gc.ca

² Saskatoon, Saskatchewan, Canada Email: sue.boyetchko@agr.gc.ca

³ London, Ontario, Canada Email: tara.gariepy@agr.gc.ca

⁴ Ottawa, Ontario, Canada Email: peter.mason@agr.gc.ca

Dans *Le Malade Imaginaire*, Molière se moquait des attentes élevées envers un traitement miracle supposé régler de nombreuses afflictions médicales: le clystère. Ceci nous emmène à énoncer un premier non-dit: les attentes concernant la lutte biologique sont très élevées.

Comme toute technologie, la lutte biologique a ses forces et ses faiblesses et elle n'est pas la panacée pour résoudre tous les problèmes de phytoprotection. Afin d'avoir une idée objective de l'utilité et des limites de la lutte biologique, il convient de mettre en lumière le principe, les modes d'emploi, les verrous et les non-dits associés à la lutte biologique. Cet éclairage traitera des éléments semblables et dissemblables entre la France et l'Amérique du Nord.

Le principe. Pris dans son sens large, le principe sous-jacent à la lutte biologique est très simple: il s'agit de gérer un organisme ravageur (ou indésirable) avec un autre organisme (par exemple, des parasites) ou un principe extrait d'un autre organisme (ex. biopesticides) (Vincent et Coderre 1992). Ce principe est le même, peu importe la région où la lutte biologique est utilisée.

La mise en œuvre. C'est lors de la mise en œuvre de la lutte biologique et de l'évaluation de ses effets que les considérations différentes et les difficultés se multiplient. En effet, selon Gerlernter et Lomer (2000), les critères de succès de méthodes de lutte biologique sont 1) l'efficacité technique, 2) l'efficacité pratique, 3) la viabilité commerciale, 4) la persistance, et 5) le bénéfice public. Ces auteurs soutiennent qu'un seul critère est essentiel au succès: 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. Cette grille d'analyse ne peut être strictement transposée à toutes les approches de la phytoprotection. Par exemple, on s'attend à ce qu'un projet de lutte biologique conduit pour le bien public soit économiquement rentable à moyen ou long terme, et pas nécessairement à court terme comme dans le monde commercial. Par ailleurs, cette liste de critères est incomplète, car un sixième critère est incontournable: la conformité des méthodes de lutte aux lois et règlements. Ces réglementations peuvent changer sensiblement d'un pays à l'autre, comme c'est le cas entre la France, le Canada et les USA (voir Dominique Coutinot, cette séance).

Les critères de succès peuvent être envisagés selon trois perspectives: 1) celui qui développe la méthode de lutte; 2) celui qui commercialise la méthode de lutte; 3) celui qui utilise la méthode de lutte. A ce titre, l'agriculteur prend la décision ultime d'utiliser une méthode donnée en conformité au cahier de charge auquel il est astreint. Ceci nous emmène à formuler un second non-dit: au cours de nos carrières, nous n'avons jamais rencontré un producteur agricole qui pulvérisait des pesticides par plaisir: ils le font par nécessité.

Dans la pratique, les agriculteurs comparent, selon ces critères de succès, les performances des diverses méthodes à celles d'autres méthodes, la méthode de référence par excellence étant les pesticides. Ainsi, pour un problème donné (un ravageur affectant une culture), l'efficacité technique des méthodes de lutte biologique doit donc être comparable aux méthodes de lutte homologuées (notamment les pesticides homologués pour un usage donné) pour qu'il y ait adoption d'une méthode. Toutefois, ces comparaisons font souvent fi des coûts cachés des pesticides (anglais- externalités), dont l'estimé est méconnu, et dont l'estimation est difficile et variable d'une situation à l'autre (Bourguet et Guillemaud 2016, Foucart 2016).

En raison de la pléiade de principes actifs en cause et de la nature complexe du vivant, les solutions de lutte biologique de chaque système (organisme cible/culture/solution biologique) ont un cahier de charge relativement détaillé et unique (Vincent *et al.* 2007). La traduction de ce fait en termes populaires nous conduit à énoncer un troisième non-dit: la lutte biologique est comme de la haute couture. Ceci signifie que le développement de méthodes de lutte biologique doit se faire sur une durée de plusieurs années et que la mise en œuvre de solutions de lutte biologique requiert une grande rigueur et une bonne expertise de la part du praticien. Ceci nous emmène à énoncer un quatrième non-dit: développer un agent de lutte biologique, c'est comme partir en aventure (Lazarovits *et al.* 2007).

Ce constat a été énoncé fréquemment dans plusieurs études de cas rapportés dans Vincent *et al.* (2007). Il a été vérifié au Canada dans le cas du programme de lutte biologique classique de l'hoplocampe du pommier (*Hoplocampa testudinea*-Tenthredinidae) avec le parasite larvaire *Lathrolestes ensator* (Ichneumonidae) (Vincent *et al.* 2013, 2016). Il implique également qu'une solution de lutte biologique est rarement applicable dans d'autres systèmes, ce qui fait que les coûts de développement des méthodes de lutte biologique ne peuvent être amortis sur plusieurs systèmes. Enfin, de telles exigences ne sauraient être acceptables lors de situations qui créent un sentiment d'urgence et de panique, comme par exemple la venue de ravageurs invasifs telles la Drosophile à ailes tachetées (*Drosophila suzukii*- Drosophilidae) ou la Punaise diabolique (*Halyomorpha halys*- Pentatomidae). Dans la plupart des régions d'Amérique du Nord où ces deux espèces polyphages sont maintenant présentes, les programmes de lutte ont dû être complètement changés, de sorte qu'il n'est pas rare que plusieurs traitements insecticides supplémentaires soient maintenant appliqués chaque année pour diminuer les dommages à la récolte de plusieurs cultures horticoles. A titre d'exemple, dans les bleuetières (*Vaccinium corymbosum* et *angustifolium*- Ericaceae) du Michigan, où *Drosophila suzukii* est arrivée en 2010, les producteurs effectuent maintenant 5 à 8 traitements insecticides (adulticides) chaque saison (comm. pers. Rufus Isaacs, Michigan State University). Etant donné l'ampleur de la menace, ces traitements ont une priorité élevée. Toutefois, ils ont un impact négatif sur les ennemis naturels des bleuetières. Il en va de même de l'impact de la

Punaise diabolique, notamment dans la région mi-atlantique des USA (Virginie Occidentale, Pennsylvanie, Maryland et Delaware).

Le Canada. Au Canada, plus de 400 agents de lutte biologique ont été relâchés (Mason et al. 2013), dont 74 espèces commerciales (Mason *et al.* 2013b). Parmi les agents relâchés, 78% étaient entomophages et 22% des phytophages. Le Canada a présentement plus de 50 biopesticides homologués (Mason *et al.* 2013b, Carisse et Boyetchko- cette séance).

Le Canada a connu de nombreux succès en lutte biologique, par exemple avec *Tetrastichus julis* (Fig. 2a) introduit en 1974 contre le Léma à pieds noirs, *Oulema melanopus* (Chrysomelidae); *Dacnusa dryas* (Fig. 2b) introduit en 1979 contre la mineuse virgule de la luzerne, *Agromyza frontella* (Agromyzidae); et *Perilitus aethiops* (Fig. 2c), *P. coleasei* et *Bathyplectes anurus* introduits en 1970-1971 contre le charançon postiche de la luzerne, *Hypera postica* (Curculionidae). Au fil du temps, les normes fédérales canadiennes relatives à l'importation et au relâchement d'agents de lutte biologique ont été resserrées. Ceci est dû à plusieurs facteurs, notamment la publication d'un article influent écrit par Louda *et al.* (2003) dans lequel il était mentionné que les effets non-intentionnels étaient le tendon d'Achille de la lutte biologique. Suite à l'analyse de dix projets ayant des données quantitatives sur les effets non-intentionnels, Louda *et al.* (2003) en émis six recommandations visant à minimiser les risques de dérapage des programmes de lutte biologiques.

Certains cas, notamment celui la coccinelle asiatique (*Harmonia axyridis*- Coccinellidae) dans la partie septentrionale de l'Amérique du Nord, et un afflux important d'organismes invasifs causant de graves problèmes en agriculture, ont également mené à un resserrement des réglementations au niveau nord-américain. Importée dans les années '60 par le USDA pour fins de lutte biologique, *H. axyridis* a causé de nombreux problèmes inattendus: 1) le déplacement des populations de coccinelles indigènes (Lucas *et al.* 2007a, b); 2) des nuisances graves parce que les adultes entrent en masse dans les habitations pour passer l'hiver, notamment au Québec où les hivers sont rigoureux (Labrie et al. 2008); 3) la première mention des problèmes médicaux (allergies) causés par des ennemis naturels (Yarbrough *et al.* 1999); 4) le goût du vin est dénaturé (« ladybug taint »), lorsque des adultes sont pressés avec les raisins à la récolte suite à relâchement réflexe de défense de plusieurs methoxypyrazines, notamment le 2-isopropyl- 3-methoxypyrazine (Vincent et Pickering 2013). Ces problèmes, particulièrement les nuisances hivernales, ont suscité une couverture médiatique importante et négative, ce qui a quelque peu terni l'image de la lutte biologique. Ceci nous emmène à énoncer un cinquième non-dit: la lutte biologique peut causer des problèmes inattendus.

Dorénavant, avant d'avoir l'aval des autorités gouvernementales canadiennes pour faire des lâchers d'ennemis naturels, les dossiers scientifiques doivent être bien étoffés, ce qui implique des coûts et délais accrus.

Au Canada, la lutte biologique est encadrée sur le plan règlementaire aux niveaux fédéral (Loi sur la protection des végétaux, 1990; Loi sur les produits antiparasitaires, 2002), provincial (Lois sur les lâchers d'organismes à Terre-Neuve, en Ontario et en Colombie-Britannique) et municipal (Lois contraignant l'usage de pesticides dans plusieurs provinces). En terminant, les coûts de développement, de mise en œuvre des programmes, d'effets non-intentionnels et de coûts cachés (anglais- externalities) de lutte biologique doivent être comparés à ceux de technologies compétitrices (notamment les pesticides) sur le moyen et long terme.

Le Canada est un chef de file sur le plan de l'information concernant les avancées en lutte biologique. Ainsi, le premier ouvrage francophone consacré entièrement à la lutte biologique (Vincent et Coderre 1992) a été conçu et réalisé au Canada. Chaque décennie, les efforts consentis en lutte biologique sont mis à jour par les chercheurs canadiens. Ainsi, Mason et Huber (2002), rapportent quelque 102 histoires de cas en agriculture et en foresterie de 1981 à 2000, alors que Mason et Gillespie (2013) rapportent 71 histoires de cas pour la période 2001 à 2012. Plusieurs chercheurs canadiens sont membres des Comités d'édition de journaux prestigieux tels que *Biological Control* et *BioControl*. Les « *Proceedings of the International Symposium on Biological Control of Arthropods* » ont été édités par Mason, Gillespie et Vincent (2008-Third Proceedings) et Mason, Gillespie et Vincent (2013a- Fourth Proceedings). Vincent *et al.* (2007) ont dirigé un ouvrage mettant en exergue 45 études de cas de par le monde. Des chercheurs canadiens ont participé à des efforts pour établir des modes équitables d'accès aux agents de lutte biologique (Cock *et al.* 2010).

Les verrous. Parsa *et al.* (2014) ont dressé une liste de 51 obstacles à l'adoption de la lutte intégrée dans les pays en voie de développement. Par ordre décroissant de fréquence, les dix premiers obstacles à l'adoption de la lutte intégrée sont 1) formation et soutien technique insuffisant aux agriculteurs; 2) déficience de politiques et de soutien gouvernemental; 3) faible niveau d'éducation et d'alphabétisation des agriculteurs; 4) la lutte intégrée est trop difficile à mettre en œuvre comparé à la lutte conventionnelle avec des pesticides; 5) grande influence de l'industrie agrochimique; 6) financement inadéquat pour la lutte intégrée, notamment le financement à long terme; 7) accès limité à des intrants de lutte intégrée, par exemple les cultivars résistants et les biopesticides; 8) accès limité aux publications de vulgarisations et aux connaissances; 9) coûts de la lutte intégrée sont plus apparents que leurs bénéfiques; 10) désintérêt des agriculteurs pour le changement de pratiques de phytoprotection. Cette liste est quelque peu différente lorsque l'on considère les pays développés.

Quoiqu'il n'existe pas d'étude systématique et exhaustive comme celle de Parsa *et al.* (2014) pour la lutte biologique, la liste de verrous à l'adoption de la lutte intégrée a de nombreux points communs avec des positions énoncés dans notre ouvrage *Biological control: case studies from around the world* (Vincent *et al.* 2007).

En tenant compte de la liste des critères de succès de Gerlenter et Lomer (2000), les verrous concernant la lutte biologique sont différents de ceux de technologies concurrentes, notamment les pesticides (Tableau 1). Par exemple, l'efficacité technique de la lutte biologique est relativement variable. L'efficacité pratique, mise en évidence lors de la mise en œuvre des méthodes de lutte biologique, est également variable: elle varie simple de simple à complexe. Or, une complexité élevée lors de la mise en œuvre peut être un verrou en soi.

Dominique Coutinot (cette séance) a traité des différences législatives et règlementaires entre le Canada et la France. Il existe toutefois des différences liées à la géographie des deux pays. Le Canada a une surface de 9 984 670km² (dont 891 163 km² en eaux douces) et une population de 35.7M, alors que la France occupe 552 000km² pour une population de 66M. Au Canada, les superficies cultivables sont abondantes et relativement peu coûteuses. Le climat tempéré continental permet une agriculture variée. Certaines zones, notamment le sud du Québec, de l'Ontario et de la Colombie-Britannique permettent une agriculture relativement intensive. Comme le Canada a une frontière terrestre de 6 414 km avec les USA, il partage plusieurs problèmes et réglementations phytosanitaires en communs avec ce pays. Les problèmes de phytoprotection (insectes, maladies) rencontrés en Amérique du Nord sont fréquemment différents de ceux de l'Europe et, s'ils sont semblables, leurs importances relatives sont différentes.

Conclusion

Comme toute technologie, la lutte biologique a ses forces et ses faiblesses. Elle pourrait occuper plus d'espace dans l'arsenal des méthodes de lutte en phytoprotection. L'interdiction de l'utilisation de pesticides dans plusieurs villes canadiennes constitue un verrou majeur contre les pesticides et, de ce fait, une opportunité intéressante pour les méthodes de lutte biologique en milieux urbains. Il en va de même en France, qui a récemment interdit de l'utilisation de pesticides dans ses espaces verts et ses jardins (Garric 2014). En agriculture, la demande accrue et soutenue pour les produits de l'agriculture biologique devrait également créer des opportunités pour la lutte biologique. Il devra toutefois y avoir une adéquation entre la demande et l'offre pour de tels produits.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) Aluja, M. A., T. C. Leskey et C. Vincent (Eds.) 2009. – Biorational Tree-Fruit Pest Management, CABI Publishing, Wallingford, U.K., 295 p.
- (2) Bourguet, D. et T. Guillemaud 2016. – The Hidden and External Costs of Pesticide Use, pp. 35-120 *In* Eric Lichtfouse (ed.). Sustainable Agriculture Reviews vol. 19, Springer, Heidelberg.
- (3) Canada Organic Trade Association 2016. – Organic Agriculture in Canada by the Numbers. Téléchargeable depuis : <https://ota.com/sites/default/files/By%20The%20Numbers-20Organic%20Agriculture%20in%20Canada%20V2.pdf>

- (4) 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.
- (5) Foucart, S. 2016. – Les coûts cachés exorbitants des pesticides. *Le Monde* (22 mars 2016).
- (6) Garric, A. 2014. – Les pesticides interdits dans les espaces verts et les jardins. *Le Monde* (24 janvier 2014).
- (7) 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.
- (8) Labrie, G., D. Coderre, et E. Lucas 2008. – Overwintering Strategy of Multicolored Asian Lady Beetle (Coleoptera: Coccinellidae): Cold-Free Space As a Factor of Invasive Success. *Ann. Entomol. Soc. Am.* **101**, 860-866.
- (9) Lazarovits, G., M. Goettel et C. Vincent 2007. – Adventures in Biocontrol, pp. 1-6 *In* Vincent, C., M. Goettel et G. Lazarovits (Eds.), *Biological Control: a global perspective. Case Histories from around the world*. CABI Publishing, Wallingford, U.K., 440 p.
- (10) Louda, S.M., Pemberton, R.W., Johnson, M.T. et Follett, P.A. 2003. – Non target effects - the Achilles'Heel of biological control? Retrospective analyses to reduce risk associated with biocontrol introductions. *Annual Review of Entomology* **48**, 365–396.
- (11) Lucas, E., C. Vincent, G. Labrie, G. Chouinard, F. Fournier, F. Pelletier, N. J. Bostanian, D. Coderre, M.-P. Mignault & P. Lafontaine. 2007b. – The multicolored Asian ladybeetle *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) in Quebec agroecosystems ten years after its arrival. *Eur. J. Entomol.* **104**, 737-743.
- (12) Lucas, E., G. Labrie, C. Vincent et J. Kovach 2007a. – The Multicoloured Asian Ladybeetle *Harmonia axyridis* - beneficial or nuisance organism ? pp. 38-52 *in* Vincent, C., M. Goettel et G. Lazarovits (Eds.), *Biological Control: a global perspective. Case Histories from around the world*. CABI Publishing, Wallingford, U.K., 440 p.
- (13) Mason, P. J. et J. T. Huber (Eds.) 2002. – *Biological Control Programmes in Canada 1981-2000*. CABI Publishing, Wallingford, UK, 583 p.
- (14) Mason, P. G. et D. R. Gillespie (Eds.) 2013. – *Biological Control Programmes in Canada 2001-2012*. CABI Publishing, Wallingford, U.K. 518 p.
- (15) Mason, P. G., D. R. Gillespie et C. Vincent (Eds.) 2008. – *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. Téléchargeable depuis : https://www.researchgate.net/publication/273318268_Mason_P_G_D_R_Gillespie_C_Vincent_Eds_2008_Proceedings_of_the_Third_International_Symposium_on_Biological_Control_of_Arthropods_Christchurch_New_Zealand_8-13_February_2009_United_States_Department_of
- (16) Mason, P. G., D. R. Gillespie et C. Vincent (Eds.) 2013a. – *Proceedings of the Fourth International Symposium on Biological Control of Arthropods*. Pucón, Chile, 4-8 March 2013, 380 p. Téléchargeable depuis: https://www.researchgate.net/publication/273257107_Mason_P_G_D_R_Gillespie_C_Vincent_Eds_2013_Proceedings_of_the_Fourth_International_Symposium_on_Biological_Control_of_Arthropods_Pucón_Chile_4-8_March_2013_381_p
- (17) Mason, P.G., J. Tood Kabaluk, B. Spencer, D.R. Gillespie 2013b. – Regulation of Biological Control in Canada *in* pp. 1-5 *in* P. G. Mason et D. R. Gillespie (Eds.), *Biological Control Programmes in Canada 2001-2012*. CABI Publishing, Wallingford, U.K.
- (18) 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.

-
- (19) Panneton, B., C. Vincent, et F. Fleurat-Lessard 2000. – Place de la lutte physique en phytoprotection, pp. 1-24 in C. Vincent, B. Panneton et F. Fleurat-Lessard (Eds.) La lutte physique en phytoprotection, INRA Editions, Paris, 347 p.
- (20) Parsa, S., S. Morse, A. Bonifacio, T. C. B. Chancellor, B. Condori, V. Crespo-Pérez, S. L. A. Hobbs, J. Kroschel, M. N. Ba, F. Rebaudo, S. G. Sherwood, S. J. Vanek, E. Faye, M. A. Herrera, et O. Dangles 2014. – Obstacles to integrated pest management adoption in developing countries. Proceedings of the National Academy of Science (USA) **111**, 3889-3894.
- (21) Smid, H. 2016. – Time lapse video of parasitic wasp larva (*Cotesia glomerata*- Braconidae) escaping from a larval host (*Pieris brassicae*- Pieridae). Laboratory of Entomology, Wageningen University, The Netherlands.
http://www.bugsinthepicture.com/index.php?option=com_content&view=article&id=63&Itemid=122
- (22) Vincent, C. et D. Coderre (Eds.) 1992. – La lutte biologique. Gaëtan Morin Editeur (Montréal) & Lavoisier Tech Doc (Paris), 671 p.
- (23) Vincent, C. 2011. – Méthodes de lutte non chimiques au Canada: bilan et perspectives. 4ième Conférence International sur les Méthodes Alternatives en Protection des cultures - Evolution des cadres règlementaires européen et français- Nouveaux moyens et stratégies innovantes, Lille (France), 9 mars 2011. Téléchargeable depuis :
https://www.researchgate.net/publication/273574444_Vincent_C_Methodes_de_lutte_non_chimiques_au_Canada_bilan_et_perspectives_4ieme_Conference_International_sur_les_Methodes_Alternatives_en_Protection_des_cultures_-_Evolution_des_cadres_reglementaires
- (24) Vincent, C., D. Babendreier, U. Kuhlmann et J. Lasnier 2013. European Apple sawfly, *Hoplocampa testudinea* Klug (Hymenoptera: Tenthredinidae), pp. 198-202 in P. G. Mason & D. R. Gillespie (Eds.), Biological Control Programmes in Canada 2001-2012. CABI, Wallingford, U.K.
- (25) Vincent, C., M. Appleby, A. Eaton et J. Lasnier 2016. – Dissemination of *Lathrolestes ensator* (Ichneumonidae), a larval parasite of the European Apple Sawfly, *Hoplocampa testudinea* (Tenthredinidae), in Eastern North America. Biological Control (sous-presse). DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2016.03.012>
- (26) Vincent, C., et G. Pickering 2013. – Multicolored Asian ladybeetle, *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae), in pp. 192-198 P. G. Mason et D. R. Gillespie (Eds.), Biological Control Programmes in Canada 2001-2012. CABI Publishing, Wallingford, U.K.
- (27) Vincent, C., M. Goettel et G. Lazarovits (Eds.) 2007. – Biological control: case studies from around the world. CABI Publishing, Wallingford, U.K., 440 p.
- (28) Yarbrough, J.A., Armstrong, J.L., Blumberg, M.Z., Phillips, A.E., McGahee, E., et W.K. Dolen 1999. – Allergic rhinoconjunctivitis caused by *Harmonia axyridis* (Asian lady beetle, Japanese lady beetle, or lady bug). Journal of Allergy and Clinical Immunology **104**, 704-705.

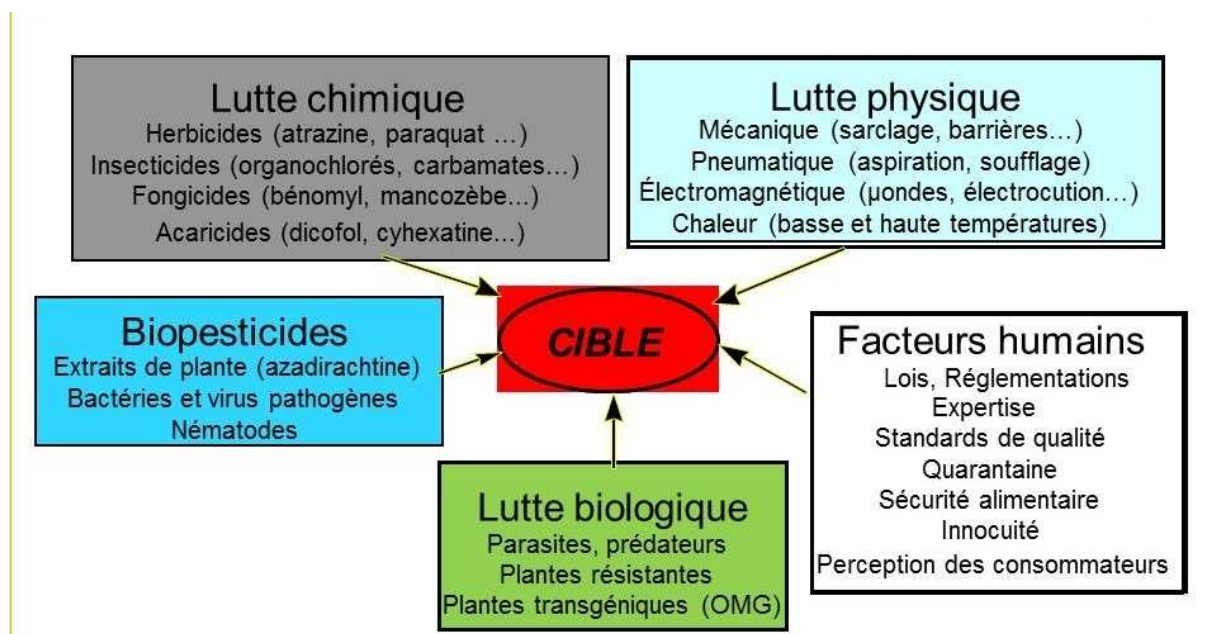


Figure 1. Méthodes de lutte en phytoprotection. (D'après Panneton *et al.* 2000).



Figure 2. Quelques exemples de succès de lutte biologique au Canada: a) *Tetrastichus juli s*; b) *Dacnusa dryas* ; c) *Perilitus aethiops*.

Tableau 1. Verrous (en rouge) en lutte biologique et en lutte avec des pesticides

Critère	Lutte biologique	Pesticides
Efficacité technique	Variable	Elevée et fiable
Mise en oeuvre	Variable, de simple à complexe	Simple
Viabilité commerciale	Marchés de niche	Gros marchés
Durable	Durable	Peu durable
Bénéfice public	Elevé	Faible (externalities)
Conformité aux lois	Peu règlementé	Très règlementé