

## Les méthodes de lutte physique comme alternatives aux pesticides

Charles Vincent et Bernard Panneton

---



### Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/vertigo/4093>  
DOI : 10.4000/vertigo.4093  
ISBN : 978-2-923982-06-9  
ISSN : 1492-8442

### Éditeur

Les Éditions en environnement Vertigo

### Référence électronique

Charles Vincent et Bernard Panneton, « Les méthodes de lutte physique comme alternatives aux pesticides », *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 2 Numéro 2 | octobre 2001, mis en ligne le 01 octobre 2001, consulté le 03 mai 2019. URL : <http://journals.openedition.org/vertigo/4093> ; DOI : 10.4000/vertigo.4093

---

Ce document a été généré automatiquement le 3 mai 2019.



Les contenus de *Vertigo* sont mis à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.

# Les méthodes de lutte physique comme alternatives aux pesticides

Charles Vincent et Bernard Panneton

- 1 En matière de protection des végétaux en agriculture, on peut utiliser cinq types d'approches soient la lutte chimique, la lutte biologique, la lutte physique, les biopesticides et les facteurs humains (Fig. 1). Théoriquement, la **lutte intégrée** s'ouvre à toute technique de protection des plantes en fonction de ses mérites dans une situation donnée. En pratique, la **lutte chimique** constitue, et de loin, le type de méthode le plus utilisé en agriculture commerciale. Ceci est dû à des raisons essentiellement économiques et techniques (Tableau 1).

## APPROCHES EN PROTECTION DES PLANTES

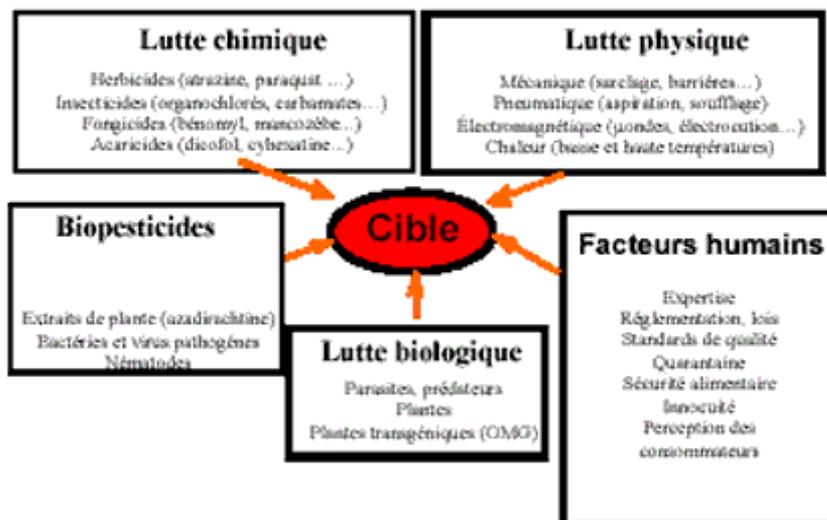


Figure 1. Les cinq types d'approches en protection des végétaux (D'après Panneton et al. 2000a).

- 2 L'évolution vers la lutte intégrée s'est amorcée avec la lutte biologique classique. Dans un contexte d'agriculture durable, la lutte biologique (prise dans son sens large) peut offrir de nombreuses méthodes de lutte alternatives aux insecticides de synthèse (Vincent et Coderre 1992). En pratique, l'application de la lutte biologique repose souvent sur une multitude d'actions et d'informations complexes et fines.
- 3 Parmi les méthodes de lutte biologique, les biopesticides occupent une place de choix car ils se prêtent souvent à la production de masse requise pour l'industrie et ils s'appliquent avec un pulvérisateur conventionnel, ce qui en facilite l'adoption par les producteurs agricoles. Les biopesticides peuvent être à base de bactéries, champignons, virus, nématodes et d'extraits de plantes (Vincent 1998). Ils sont généralement compatibles avec des méthodes de lutte biologique classiques (ex. lâchers de prédateurs ou de parasites), quoiqu'ils peuvent avoir des effets néfastes sur les organismes utiles (Giroux et al. 1994, Roger et al. 1995).
- 4 La lutte physique en protection (Figure 2: Vincent, Panneton et Fleurat-Lessard 2000) des plantes regroupe toutes les techniques de lutte dont le mode d'action primaire ne fait intervenir aucun processus biologique, biochimique ou toxicologique. Par opposition, les autres techniques ne sont efficaces que si une interaction est établie entre un processus issu du vivant chez l'ennemi visé (physiologie, comportement, écologie) et l'agent de lutte. Parfois, l'action primaire a une action répressive directe comme dans le cas où des insectes sont tués sur le coup par des chocs mécaniques. D'autres fois, les réactions au stress induit par la méthode physique apportent l'effet désiré. Plusieurs techniques de lutte physique ont suffisamment de qualités ou d'avantages pour enrichir l'arsenal de lutte intégrée.
- 5 L'utilisation de méthodes de lutte physique doit s'inscrire dans une démarche de lutte intégrée. En effet, comme toute méthode de lutte, les méthodes physiques ont leurs forces et leurs faiblesses (Tableau 1) et certaines sont susceptibles d'avoir des effets secondaires sur la faune et la flore. Dans un contexte de lutte intégrée, la décision d'avoir recours à une méthode de lutte physique doit donc se faire au mérite en fonction des mêmes critères que ceux utilisés pour décider de la pertinence d'une pulvérisation d'un pesticide: efficacité, rentabilité, impacts non-désirés. De plus, il n'existe pas de technique de lutte physique ayant le potentiel de devenir la seule technique nécessaire (ou suffisante) pour tous les traitements phytosanitaires sur une culture donnée. Ce potentiel est la force principale du système de protection des plantes reposant sur la pulvérisation de pesticides, mais c'est probablement aussi sa faiblesse puisque cela tend à amplifier le taux de développement des résistances et à occulter les techniques alternatives. Seule l'application du concept de lutte intégrée permet de sortir du piège de la solution unique et ouvre la porte à l'implantation en conditions commerciales de techniques de lutte physique.
- 6 Il convient de distinguer deux types fondamentaux de méthodes en lutte physique: les méthodes actives et les méthodes passives. Les méthodes actives utilisent de l'énergie au moment de l'application pour détruire, blesser ou stresser les ennemis des cultures, ou pour les enlever du milieu. Ces méthodes n'agissent qu'au moment de l'application et ne présentent pratiquement pas de rémanence. Les méthodes passives procèdent par une modification du milieu et ont un caractère plus durable. On peut aussi classer les méthodes physiques selon le mode d'utilisation de l'énergie, soit la lutte mécanique, lutte

thermique, lutte électromagnétique et lutte pneumatique. Dans ce contexte, on imagine facilement que d'autres classes peuvent s'ajouter au besoin: lutte acoustique, lutte thermodynamique...

Tableau 1. Comparaison entre les méthodes de lutte en protection des plantes (D'après Panneton et al. 2000b).

	MÉTHODES		
CARACTÉRISTIQUE	CHIMIQUE	BIOLOGIQUE	PHYSIQUE
Apparition	20ième siècle	20ième siècle	Avec l'agriculture
Homologation	Requise	Quelques cas	Jamais
Sciences en support	Chimie analytique et de synthèse, biologie	Biologie, biotechnologie, écologie	Ingénierie (mécanique, électrique, électronique), biologie
Références scientifiques	Très abondantes	Abondantes	Peu
Action résiduelle (résidus et rémanence)	Oui (variable)	Oui (si reproduction)	Négligeable
Possibilités d'utilisation avec une autre méthode	Oui (parfois difficile avec méthodes biologiques)	Oui	Oui
Méthode active ou passive	Active	Active	Active et passive
Application en grandes cultures	Elevée	Faible	Faible à modérée
Application pour des cultures à forte marge à l'hectare	Elevée	Modérée à élevée	Modérée à élevée
Sécurité pour la culture	Moyenne à élevée (phytotoxicité)	Élevée	Élevée (passives) Faible (actives)
Main-d'œuvre requise	Faible	Elevée	Moyenne à élevée
Rendement de chantier (hectares par heure)	Elevé	Variable	Faible (actives) Elevé (passives)
Site d'action	Appareil photosynthétique, système nerveux (quelques gènes seulement)	Systèmes d'adaptation aux stress biotiques	Systèmes d'adaptation aux stress abiotiques
Exigences environnementales ou toxicologiques, sécurité	Elevées et coûteuses	Moyennes (ex. virus)	Faibles (exception: rayonnement électromagnétique)

Impact géographique	Dérive, ruissellement, évaporation, chaîne alimentaire	Colonisation par des parasites ou prédateurs d'habitats non visés	Restreint à la zone traitée (exception: rayonnement électromagnétique)
Quantité d'énergie requise	Élevée pour la production	Faible	Faible (passives) Elevée (actives)
Machinerie requise	Pulvérisateur terrestre ou aérien	Peu ou pas	Machines nombreuses et variées, peu d'utilisations multiples de la même machine
Marché actuel	32 milliards \$US (192 milliards FF)	Environ 1.5% du marché des pesticides chimiques	Négligeable

- 7 Il n'y a pas de relation stricte entre les classes de méthodes de lutte physique et les grands groupes d'ennemis des cultures: mauvaises herbes, insectes et acariens, pathogènes microscopiques. Bien sûr, quelques associations telle que la lutte mécanique contre les mauvaises herbes (sarclage) sont naturelles, mais on retrouve pratiquement une méthode dans chacune des classes qui s'applique à un groupe d'ennemis particulier. Ici, la lutte pneumatique fait exception puisqu'elle n'est appliquée que pour le contrôle des insectes.
- 8 Dans la lutte contre les insectes, la lutte physique peut avoir recours à plusieurs technologies dont certaines mettent en oeuvre des méthodes actives: les chocs thermiques (chaleur), les radiations électromagnétiques (micro-ondes, radio-fréquences, infrarouge), les chocs mécaniques et la lutte pneumatique (soufflage/aspiration). Au champ, l'utilisation de barrières physiques représente la seule méthode passive disponible.
- 9 Des applications faisant appel aux chocs thermiques pour la protection des cultures au champ se développent. L'utilisation de chocs thermiques suppose que la denrée ou la culture à protéger est moins sensible que la cible à une variation soudaine et forte de température. L'étude des seuils de thermosensibilité et des réactions physiologiques aux stress thermiques de courte durée est donc au coeur du développement des techniques de lutte par choc thermique.
- 10 Plusieurs pistes d'application des radiations électromagnétiques comme outil de lutte contre les insectes ont été explorées. Les radiations électromagnétiques non-ionisantes tuent les insectes par réchauffement interne des individus. L'utilisation des radio-fréquences, des micro-ondes (ex. Biron et al. 1996) ou de l'infrarouge s'apparente donc aux méthodes par choc thermique à la différence qu'avec les radiations électromagnétiques, le transfert d'énergie s'effectue sans l'intermédiaire d'un fluide caloporteur. Au champ, les technologies basées sur les radiations électromagnétiques sont souvent trop dispendieuses. De plus, des règlements viennent limiter les bandes de fréquence disponibles soit pour des raisons de sécurité pour les utilisateurs et l'environnement, soit pour réserver des plages de fréquence à des applications spécifiques ne tolérant pas d'interférences (e.g. systèmes d'aide à l'atterrissage d'avions par micro-ondes).

- 11 Les barrières physiques constituent une famille étendue de techniques de lutte physique. Les technologies de barrières physiques sont applicables en champ ou en cultures abritées. Au champ, les barrières peuvent prendre plusieurs formes, par exemple les tranchées, les fibres celluloses (contre la mouche du chou: Fig. 3: Lavoie 1999)), les filets contre les oiseaux frugivores en bleutières (ex. Vincent et Lareau 1993). Elles sont déployées à différentes échelles pour protéger soit un champ complet, un rang de culture ou des plants.
- 12 Dans la lutte pneumatique (Fig. 4) (ex. Vincent et Lachance 1993, Chagnon et Vincent 1996, Chiasson et al. 1997), on crée des courants d'air qui délogent les insectes, lesquels meurent dans le transit des tuyaux ou lors du passage à travers la turbine (chocs mécaniques). Lorsque délogés par soufflage, les individus de certaines espèces d'insectes, diminués physiquement, meurent simplement parce qu'ils sont incapables de remonter sur la plante hôte. D'autres machines recueillent les insectes délogés à l'aide d'un système de captage pour les éliminer dans un deuxième temps. Une bonne connaissance du comportement de l'animal est nécessaire pour améliorer l'efficacité de cette méthode (Vincent et Chagnon 2000).



Figure 2. A) Larve de la mouche du chou, *Delia radicum* L. (Anthomyiidae), B) A gauche : plantule saine de chou. A droite : plantule flétrie suite à une attaque de la mouche du chou. C) essai de fibres de cellulose (produites par Cascades Multi-Pro, Drummondville, Qc) comme écran physique pour empêcher la ponte des femelles de mouches du chou.

(Photos de Lavoie 1999).

- 13 En phytopathologie, on retrouve moins de travaux scientifiques concernant la lutte physique. On peut utiliser des films de polyéthylène ayant des propriétés filtrantes à l'égard de parties spécifiques du spectre de lumière solaire pour lutter contre le *Botrytis* en serre. C'est donc une technique passive faisant appel à une barrière physique. Le traitement des semences de blé à l'aide de micro-ondes pour le contrôle de *Fusarium gramineum* a été évalué. Des essais similaires ont été réalisés pour inactiver *Ustilago nuda* sur des graines d'orge. Dans la culture de la pomme de terre, on utilise souvent un fongicide en complément d'un défoliant chimique comme mesure sanitaire prévenant la transmission de l'infection par *Phytophthora infestans* à la prochaine production. Le défanage thermique, qui remplace la défoliation chimique, réduit significativement la viabilité de *P. infestans* présent dans les feuilles au moment du défanage.

- 14 Au cours de la conservation prolongée des produits agricoles non périssables (grains et graines, fruits secs, produits dérivés, plantes séchées et déshydratées, épices, plantes aromatiques et condimentaires, café, cacao, etc.), les pertes les plus importantes sont infligées par des insectes ou des acariens, ou sont la conséquence de la prolifération de certains micro-organismes, les autres agents de détérioration ayant une influence négligeable. La méthode la plus répandue actuellement pour prévenir les attaques des ravageurs des grains et graines est la lutte chimique avec des insecticides à longue persistance d'action. Les avantages de cette pratique sont liés à son faible coût, à sa facilité de mise en œuvre et à la durée de la protection qui se prolonge plusieurs mois, jusqu'à ce que le niveau de résidus encore actifs ne devienne inférieur au seuil légal pour les espèces cibles. Cependant, l'usage régulier des insecticides comporte de sérieux inconvénients, comme la possibilité de créer des races résistantes et des risques de dépassement des limites de tolérance pour les résidus d'insecticides (LMR) à cause d'applications multiples par différents opérateurs de la chaîne commerciale du grain. Cette situation est difficilement acceptée car les résidus de pesticides issus d'usages mal maîtrisés ont une très mauvaise image dans l'opinion du consommateur. Il en résulte, tant de la part de l'industrie de transformation utilisatrice les grains traités, que des consommateurs avertis, une pression pour que le recours à ce type de moyens de protection soit limité à l'indispensable et pour une absence de résidus dans les produits finis. Les stratégies d'utilisation de tels insecticides à action rémanente, seulement autorisés sur les céréales brutes, privilégient un diagnostic préalable du risque avant chaque utilisation ainsi qu'une évaluation du résultat en termes de coût économique et de fermeture possible des marchés.

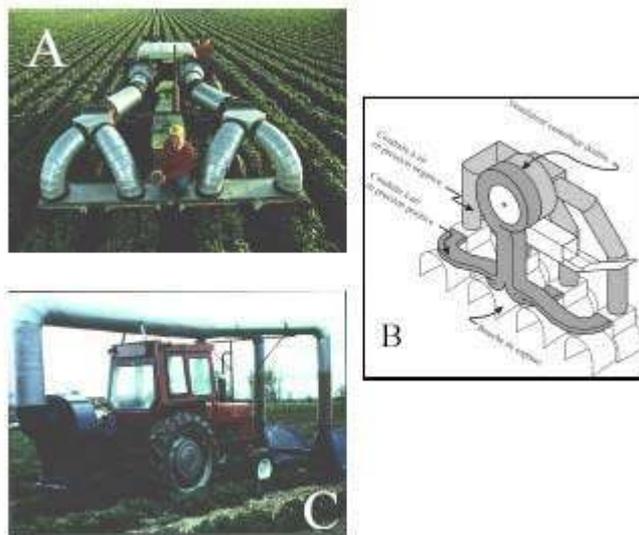


Figure 3. A) Ed Show devant son aspirateur à insectes en Californie (photo reproduite du National Geographic). B) Ventilateur centrifuge double (adapté de Boiteau 1992), C) nymphe de punaise terne, *Lygus lineolaris* P. de B. (Miridae), 4) Biovac, prototype de Premier Tech (Rivière-du-Loup, Qc)

utilisé en fraisières dans Vincent et Lachance (1993).

- 15 Parmi les facteurs humains (Fig. 1), le cadre réglementaire de la lutte physique est très différent de celui des produits agro-chimiques. D'abord, plusieurs technologies sont soumises à des règles d'utilisation qui visent la protection de l'utilisateur et des personnes. Parfois, comme dans le cas de l'utilisation du gaz propane, une formation

spécifique est exigée. L'utilisation de l'énergie électromagnétique rayonnante est limitée par des règlements sur les télécommunications dont plusieurs sont le résultat d'ententes internationales. Signalons par exemple le cas des micro-ondes, où peu de fréquences sont réservées pour des applications industrielles, scientifiques et médicales. Ce qui caractérise le cadre réglementaire pour les technologies de lutte physique, c'est qu'il est complètement défini a priori. Il s'agit simplement que l'équipement utilisé soit conformes aux normes appropriées (touchant la sécurité de l'utilisateur pour l'essentiel).

## Conclusion

- 16 Il est clair que la lutte physique n'a pas bénéficié des mêmes efforts de recherche et développement que la lutte chimique ou la lutte biologique. Il a fallu attendre le début des années '90 pour que la lutte physique émerge réellement comme une alternative aux pesticides conventionnels, quand elle a été abordée avec les mêmes moyens que la lutte biologique : des modèles sur l'impact des stress physiques sur les ravageurs ou sur les mauvaises herbes, liés à des effets physiologiques précis permettant de comprendre le processus létal au point de vue de la modélisation mécanistique. La lutte physique comporte de nombreux défis scientifiques et techniques que plusieurs équipes de recherche s'appliquent à relever. A mesure que les pressions favorisant l'essor de l'agriculture durable s'accroîtront, de nouvelles équipes verront le jour et de nouvelles compagnies se formeront pour développer et mettre en marché ces technologies. Comme la lutte physique offre des opportunités intéressantes de réduction des pesticides de synthèse, leur développement peut contribuer grandement à l'atteinte des objectifs de réduction des pesticides que se sont fixés plusieurs pays et organismes et dans ce contexte, les organisations responsables devraient supporter activement le développement et l'implantation des méthodes de lutte physique à l'intérieur de programmes de lutte intégrée en phytoprotection.
- 17 Dans l'état actuel de gestion de la protection des cultures et des denrées post-récolte, la contribution de la lutte physique à la protection intégrée est jugée insuffisante. Pourtant, on dispose de techniques performantes et compatibles avec les stratégies de lutte intégrée ou raisonnée et qui, dans certaines situations particulières, peuvent constituer l'élément majeur d'une telle stratégie. Il faut garder présent à l'esprit que le système de production intensif pour toutes les productions végétales est condamné à régresser progressivement pour pouvoir s'adapter aux politiques de réduction des prix à la production, aux exigences de qualité sanitaire et de sécurité défendues par les consommateurs et à la rareté croissante de nouveaux pesticides dans de nombreux secteurs de la production végétale, différents des grandes cultures. Les recherches associées à l'extension des usages de la lutte physique et au génie des procédés sont de nature à favoriser cette évolution qui paraît inéluctable.

---

## BIBLIOGRAPHIE

- Biron, D., C. Vincent, M. Giroux et A. Maire 1996. Lethal effects of microwave exposures on eggs and pupae of the cabbage maggot and cabbage plants J. Microwave Power & Electromagnetic Energy 31:228- 237.
- Chagnon, R. et C. Vincent 1996. A test bench for vacuuming insects from plants. Canadian Agricultural Engineering. 38:167-172.
- Chiasson, H., C. Vincent et D. de Oliveira 1997. Effect of an insect vacuum device on strawberry pollinators. Acta Horticulturae 437:373-377
- Giroux, S., J.-C. Côté, C. Vincent, P. Martel et D. Coderre 1994. Bacteriological insecticide M-One effects on the mortality and the predation efficiency of adult spotted lady beetle *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae). J. Econ. Entomol. 87:39-43.
- Lavoie, A. 1999. Utilisation de fibres de cellulose et de neem (*Azadirachta indica* Juss. Méliacées) et de nématodes entomopathogènes dans la lutte contre la mouche du chou, *Delia radicum* (L.) (Diptera:Anthomyiidae). Mémoire de M.Sc. en biologie, Université du Québec à Montréal, 95p.
- Panneton, B., C. Vincent et F. Fleurat-Lessard 2000a. 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.
- Panneton, B., C. Vincent et F. Fleurat-Lessard 2000b. Bilan et perspectives pour la lutte physique en phytoprotection, pp. 333-339 in C. Vincent, B. Panneton et F. Fleurat-Lessard (Eds.) La lutte physique en phytoprotection, INRA Editions, Paris, 347 p.
- Roger, C., C. Vincent et D. Coderre 1995. Mortality and predation efficiency of *Coleomegilla maculata* lengi Timberlake (Coccinellidae) following application of Neem extracts (*Azadirachta indica* A. Juss., Meliaceae). J. Appl. Entomol. 119:439-443.
- Vincent, C. et M. J. Lareau 1993. Effectiveness of methiocarb and netting for bird control in a highbush blueberry plantation in Quebec, Canada. Crop Protection 12:397-399.
- 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. et R. Chagnon 2000. Vacuuming tarnished plant bug on strawberry: a bench study of operational parameters versus insect behavior. Entomol. Exp. Applic.97: 347-354.
- Vincent, C. (Ed.) 1998 . Les biopesticides. Antennae 5(1): 7-29.
- Vincent, C. et D. Coderre (Eds.) 1992. La lutte biologique. Gaëtan Morin Editeur (Montréal) et Lavoisier Tech Doc (Paris), 671 p.
- Pour des informations complémentaires concernant la protection des végétaux avec emphase sur la lutte physique, vous pouvez télécharger gratuitement (en format PDF: 342 Ko) le chapitre 1 (Panneton et al. 2000a) de l'ouvrage de C. Vincent, B. Panneton et F. Fleurat-Lessard 2000 (eds.). La lutte physique en phytoprotection (Editions INRA, Paris, 347 p.) .

## AUTEURS

### **CHARLES VINCENT**

Centre de recherche et de développement en horticulture, Agriculture et agro-alimentaire  
Canada, 430 boul. Gouin, Saint-Jean-sur-Richelieu, QC J3B 3E6 vincentch@em.agr.ca

### **BERNARD PANNETON**

Centre de recherche et de développement en horticulture, Agriculture et agro-alimentaire  
Canada, 430 boul. Gouin, Saint-Jean-sur-Richelieu, QC J3B 3E6 pannetonb@em.agr.ca