

CHAPITRE I

LA LUTTE BIOLOGIQUE ET SES TECHNIQUES

par **Bernard PINTUREAU**

1. PROTECTION DES PLANTES ET DES ANIMAUX

Cet ouvrage ne traite pas de tous les aspects de la protection des plantes cultivées et des animaux de ferme, mais seulement de ceux impliquant des arthropodes nuisibles, essentiellement des insectes et des acariens, et des adventices souvent appelées mauvaises herbes. Il n'aborde pas plus l'ensemble des moyens de protection, puisqu'il ne concerne que la lutte biologique que certains préfèrent nommer contrôle biologique. Il intéresse en outre beaucoup plus les cultures (Photos 1 et 2) que les élevages (Photo 3), les animaux de ferme concernés étant surtout le bétail, bien que les volailles et d'autres espèces puissent également être impliquées. Par extension, certains moyens de lutte biologique décrits pourront aussi être appliqués à quelques insectes et autres arthropodes vivant dans nos maisons.

Les végétaux cultivés et le bétail ont malheureusement d'autres ennemis que ces arthropodes et adventices et ceux-ci ne doivent pas être négligés par les agriculteurs et éleveurs. Ils ont d'ailleurs fait l'objet de bien d'autres travaux. Parmi ces ennemis, il y a des maladies qui peuvent être d'origine physiologique (une carence, par exemple) mais aussi souvent parasitaire. Un microorganisme pathogène, phytopathogène dans le cas des plantes, est alors en cause. Chez les plantes, il peut s'agir de virus provoquant divers symptômes (nanisme, nécroses, flétrissements, etc.), comme la mosaïque du tabac ou le virus Y de la pomme de terre. Il peut aussi s'agir de bactéries comme *Agrobacterium* ou *Pseudomonas*, également responsables de diverses perturbations dans les cultures (nécroses, pourritures, flétrissements, etc.), ou de microorganismes apparentés mais moins typiques comme certains mycoplasmes ou certaines rickettsies. Il peut enfin s'agir de champignons comme les mildious, les charbons ou les rouilles qui affectent divers organes végétaux. Chez les animaux, il peut s'agir de virus provoquant par exemple la stomatite vésiculaire chez de nombreux mammifères, de bactéries par exemple à l'origine d'infections colibacillaires, de champignons provoquant diverses mycoses ou de protozoaires par exemple à l'origine de la trypanosomiase chez les bovins.

Des animaux autres que les arthropodes attaquent aussi les cultures et nuisent au bétail. Ainsi, des vers phytophages du groupe des nématodes, comme les *Heterodera* et les *Meloidogyne*, attaquent le système racinaire de nombreuses espèces cultivées. D'autres vers parasitent le système digestif de la plupart des animaux en élevage à la ferme. Des mollusques comme les limaces et escargots peuvent consommer un grand nombre de

feuilles, en préférant souvent les jeunes pousses. Des espèces de plus grande taille, comme certains oiseaux granivores ou frugivores et de nombreux mammifères (taupes, chevreuils, sangliers, etc.), occasionnent enfin divers dégâts aux plantes. Ces mammifères, surtout les plus grands, sont plutôt qualifiés d'herbivores que de phytophages.

La lutte biologique est l'utilisation d'organismes vivants ou de leurs produits pour lutter contre d'autres organismes considérés comme nuisibles (Vincent & Coderre, 1992 ; Van Driesche & Bellows, 1996 ; Rechcigl & Rechcigl, 2000). En ne traitant que d'elle, nous écartons la lutte chimique qui a recours à des produits phytosanitaires ou vétérinaires de synthèse, souvent appelés pesticides ou biocides dans le cas de la protection des plantes (insecticides, acaricides et herbicides, pour ce qui nous concerne ici), agissant comme des toxiques sur les organismes cibles (Hassall, 1982 ; Nicolino & Veillerette, 2007). Sous sa forme « aveugle » (utilisation de produits de manière inconsidérée, notamment appliqués par des moyens aériens), celle-ci est particulièrement néfaste aux milieux naturels, à la biodiversité et à la santé humaine. Elle est moins nuisible mais encore à éviter sous sa forme raisonnée qui consiste à utiliser les plus faibles quantités de produits possibles, en fréquence des traitements et en dose à chaque traitement, seulement lorsque cela semble absolument nécessaire, et en choisissant les produits présentant la plus grande spécificité pour un ravageur, la plus faible toxicité pour l'environnement et la plus faible rémanence.

Nous ne traitons pas non plus de plusieurs autres méthodes de lutte moins nocives. Il en est ainsi de la lutte culturale qui consiste à opposer des moyens techniques aux ravageurs. Par exemple, une plantation à un moment où le ravageur est absent, une extensification, un mélange d'espèces cultivées à l'intérieur d'une parcelle peuvent éviter bien des problèmes. L'enfouissement des résidus de culture du maïs, qui permet de tuer les chenilles de la pyrale du maïs passant l'hiver dans les tiges sèches, est aussi une technique culturale de lutte contre les ravageurs. De même, la lutte physique consistant à créer des conditions climatiques ou d'accès à la culture qui sont néfastes aux ravageurs, n'est pas abordée dans cet ouvrage. Par exemple, une forte augmentation de la température dans une serre peut éliminer les pucerons en prévision de la culture suivante, et des opérations d'aspersion bien orientées peuvent empêcher la colonisation de certaines espèces nuisibles. L'installation de pièges englués ou de filets protecteurs fait aussi partie de ces méthodes physiques.

2. LUTTE INTEGREE

Dans de nombreux cas, la lutte biologique n'est pas suffisante pour contrôler les différents ravageurs présents sur une culture, et il est alors nécessaire de recourir à la lutte intégrée. Celle-ci a été définie par l'Organisation Internationale de Lutte Biologique comme la « Lutte contre les organismes nuisibles qui utilise un ensemble de méthodes satisfaisant les exigences à la fois économiques, écologiques et toxicologiques, en réservant la priorité à la mise en œuvre délibérée des éléments naturels de limitation et en respectant les seuils de tolérance ». Ces seuils de tolérance, seuils de nuisibilité ou seuils économiques définissent le niveau des populations de ravageurs qu'un agriculteur peut admettre sans grand risque pour sa récolte, ou sans que la dépense en moyens de lutte ne dépasse le gain de récolte. Cette stratégie doit donc privilégier la lutte biologique, mais elle peut aussi avoir recours à d'autres moyens, y compris chimiques raisonnés en cas de besoin absolu.

Cette lutte ne devrait d'ailleurs pas seulement être intégrée dans l'espace mais aussi dans le temps. Il faut en effet éviter les phénomènes de résistance des ravageurs aux armes qui leurs sont opposées. De tels phénomènes sont bien connus à l'encontre des pesticides, mais peuvent aussi survenir à l'encontre de certains auxiliaires utilisés en lutte biologique. Des ravageurs sont déjà du reste résistants à *Bacillus thuringiensis* ou au virus de la granulose, respectivement bactérie et virus entomopathogènes très utilisés sur plusieurs cultures.

Les populations de ravageurs et d'organismes utiles sont en effet coadaptés dans la nature et coévoluent. Or, une méthode de lutte basée sur de fréquents lâchers ou épandages de ces organismes utiles agit comme une forte pression qui sélectionne le ravageur : elle doit en détruire beaucoup en peu de temps et aussi souvent que nécessaire. Ceci est alors propice à l'instauration d'un processus de résistance du ravageur car, d'une part les individus qui sont détruits à chaque traitement sont les plus faciles à détruire, et d'autre part les deux populations antagonistes ne se coadaptent pas : l'organisme utile ne s'adapte pas en permanence au ravageur puisque le premier est en élevage dans la biofabrique durant la plus grande partie de l'année tandis que le deuxième reste en plein champ. La résistance peut, par exemple, provenir d'une meilleure protection physique ou chimique des ravageurs.

Des mesures préventives sont donc nécessaires pour éviter ces phénomènes. Celles-ci consistent simplement à ne pas exercer en permanence des pressions de sélection de même nature sur le ravageur. Une telle intégration de la lutte dans le temps doit alors avoir recours au plus grand nombre possible d'armes, et conduire à la prise de conscience qu'aucun moyen de lutte n'est parfait et définitif, la seule perfection résidant dans la multiplication de l'imparfait.

3. MOYENS DE LA LUTTE BIOLOGIQUE

Il est possible de diviser les moyens ou méthodes de la lutte biologique en deux catégories, celle qui n'a pas recours à des auxiliaires et celle qui y a recours. Ces auxiliaires sont ceux de l'agriculteur ou de l'agriculture, c'est-à-dire des organismes présents à la ferme sans faire l'objet d'un élevage particulier et qui améliorent les résultats du travail accompli. Il en existe deux types, les organismes pollinisateurs des plantes (essentiellement des insectes, comme de nombreux Hyménoptères) qui jouent un rôle essentiel dans la culture des fruits et légumes, et les ennemis naturels des arthropodes nuisibles et adventices dont nous allons traiter dans cet ouvrage (Debach & Rosen, 1991).

Chacun des moyens de lutte biologique va faire l'objet d'un chapitre spécial. Les premiers concerneront les moyens sans recours aux ennemis naturels, en commençant par l'utilisation d'extraits végétaux ayant des effets toxiques sur les arthropodes nuisibles et surtout les ravageurs des plantes.

La lutte variétale, parfois appelée lutte génétique, viendra ensuite. Celle-ci consiste à sélectionner des plantes cultivées ou des animaux de ferme plus résistants à un ravageur ou un organisme nuisible. Le même résultat est maintenant parfois recherché par des transferts de gènes, comme chez le maïs résistant à la pyrale après le transfert du gène de

la toxine de la bactérie *Bacillus thuringiensis*. Notons que la lutte variétale est un moyen de lutte biologique qui déroge à deux principes essentiels de la lutte intégrée. Cette dernière doit en effet donner « la priorité à la mise en œuvre délibérée des éléments naturels de limitation », c'est-à-dire notamment chercher à établir un équilibre entre les espèces présentes dans un agrosystème, or la sélection de variétés résistantes a plutôt pour but de nettement déplacer cet équilibre à l'avantage de la plante cultivée ou de l'animal élevé. La lutte intégrée doit aussi respecter « les seuils de tolérance », or l'arme est ici préventive et permanente, et son utilisation ne peut donc pas être proportionnée à des niveaux de populations encore indéterminés. En fait, ces dérogations aux principes de la lutte intégrée ne perturbent que peu les populations naturelles présentes dans les exploitations agricoles lorsque la sélection est empirique et donc très lente. Des adaptations aux nouvelles conditions peuvent alors progressivement s'établir. Lorsqu'elle est appliquée plus scientifiquement, la sélection crée de plus brusques changements, mais elle est alors en général réservée au contrôle des ravageurs ou autres espèces nuisibles contre lesquels il est difficile de lutter par d'autres moyens. A l'inverse, il sera tentant de généraliser l'utilisation des OGM, ou plus exactement des PGM (plantes génétiquement modifiées) et peut-être bientôt des AGM (animaux génétiquement modifiés) qui permettent d'obtenir plus rapidement des résistances très fortes, à des espèces dont les ennemis peuvent être combattus par d'autres moyens. Ces PGM, notamment, représentent ainsi un moyen de lutte trop efficace qui pourra faire passer la résistance des plantes d'un statut d'exception à la lutte intégrée à un statut de perturbateur des biocénoses qui évolueront de façon difficilement prévisible (apparition d'une insensibilité à la résistance chez les organismes nuisibles, disparition de populations utiles, etc.).

Le chapitre suivant traitera de la confusion sexuelle qui consiste à saturer l'atmosphère d'un champ ou d'un verger avec la phéromone sexuelle d'un ravageur. Dans la nature, cette substance permet aux deux sexes de se rencontrer. Diffusée en de nombreux points, elle brouille les pistes et empêche les accouplements puis les pontes. Parmi les moyens n'utilisant pas les auxiliaires, la lutte autocide, également parfois appelée lutte génétique, sera enfin décrite. Celle-ci consiste à lâcher dans une population d'une espèce nuisible, des individus de la même espèce présentant des tares. Il peut s'agir d'individus porteurs de gènes très défavorables à la population visée, mais il s'agit plus fréquemment d'individus mâles stérilisés par irradiation et qui effectueront des accouplements inféconds.

Les moyens ayant recours à des ennemis naturels seront ensuite détaillés. Il est de nouveau possible de distinguer plusieurs catégories parmi ces auxiliaires. Des microorganismes, tout d'abord, permettent de mener une lutte microbiologique. Ceux-ci, qu'il s'agisse de virus, de bactéries ou de champignons (microorganismes les plus utilisés), sont choisis parmi les plus pathogènes pour les ravageurs ou autres espèces nuisibles et donc parmi les plus aptes à créer des maladies fatales. Ensuite, des organismes phytophages permettent de lutter contre les adventices. Ils doivent être très précisément choisis pour leur spécificité et leur innocuité vis-à-vis des plantes cultivées.

Des animaux s'attaquant aux arthropodes à combattre, souvent qualifiés d'organismes entomophages auxquels il faut associer des acarophages, peuvent enfin être utilisés. Il peut s'agir de prédateurs, c'est-à-dire d'individus d'une espèce s'attaquant chacun à plusieurs autres individus d'autres espèces, appelés proies, pour se nourrir. Il en existe dans de nombreux groupes d'animaux, par exemple de mammifères (hérisson, etc.), d'oiseaux (mésange, etc.), de reptiles (lézard, etc.), de batraciens (crapaud, etc.) ou de poissons

(carpe, etc.). Nous nous limiterons toutefois aux arthropodes prédateurs. Les organismes entomophages peuvent aussi être des parasites, c'est-à-dire des individus d'une espèce s'attaquant chacun à un seul individu d'une autre espèce, appelé hôte, pour se nourrir et se développer. Bien que ceci ne concerne pas les espèces qui nous intéressent ici, notons que certains parasites possèdent plus d'un hôte, appartenant souvent à des groupes systématiques très différents, pour accomplir leur cycle de développement. Ainsi, la douve du foie (vers du groupe des trématodes) a besoin d'un hôte intermédiaire, un mollusque d'eau douce et plus précisément une limnée, avant de parasiter son hôte définitif, le mouton.

Plus que de véritables parasites, il sera en fait surtout question de parasitoïdes dans cet ouvrage. Il s'agit d'insectes qui sont parasites durant la plus grande partie de leur cycle (la larve, et souvent l'œuf et la nymphe se trouvent à l'intérieur ou tout au moins au contact de l'hôte), mais totalement libres durant la phase adulte. Ils peuvent alors se nourrir de nectar, de miellat ou d'autres substances plus ou moins liquides. Certains parasitoïdes, dits idiobiontes, déposent leurs œufs dans ou sur leur hôte après l'avoir tué. D'autres parasitoïdes, dits koinobiontes, laissent au contraire leur hôte en vie alors qu'ils se développent jusqu'au stade nymphal. Les parasitoïdes qui attaquent une espèce libre sont dits parasitoïdes primaires, tandis que ceux qui attaquent d'autres parasitoïdes sont dits parasitoïdes secondaires ou hyperparasitoïdes. Mais ces organismes sont si diversifiés que bien d'autres catégories ont été distinguées.

Parmi les moyens de lutte n'ayant pas recours à un auxiliaire que nous avons cités, l'un est à la frontière de la lutte biologique. Il s'agit de la confusion sexuelle utilisant des phéromones de synthèse issues de l'industrie chimique, et non des substances naturelles. Ce moyen de lutte est malgré tout traité dans la suite de l'ouvrage car l'industrie produit des molécules identiques à celles secrétées naturellement, molécules qui ne sont pas toxiques (elles ont un rôle d'attraction) et qui sont spécifiques (elles ne sont actives que sur l'espèce visée).

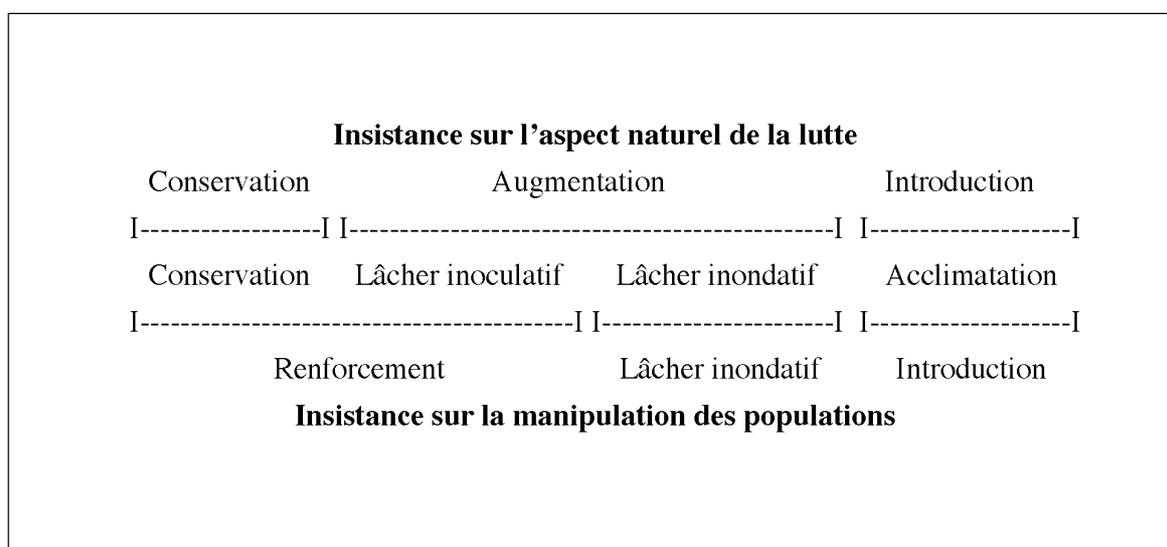
D'autres méthodes de lutte sont aussi à la limite de la lutte biologique, mais s'éloignent un peu trop pour être retenues ici. Ainsi, la lutte à l'aide de régulateurs de croissance d'insectes (à ne pas confondre avec les régulateurs de croissance des plantes qui sont des préparations renfermant des hormones de croissance et favorisant la productivité végétale) a recours à des produits de synthèse qui simulent l'action de l'hormone juvénile ou de l'ecdysone, deux hormones des insectes. Il s'agit de créer un déséquilibre hormonal afin d'induire diverses perturbations physiologiques, et notamment des mues anormales. Ainsi, le fénoxycarbe mime l'action de l'hormone juvénile et le tébufénozide mime l'action de l'ecdysone. Mais ces substances agissant comme des hormones naturelles ont des compositions très différentes de celles des hormones. De plus, elles sont toxiques (elles tuent les espèces visées, même si ce n'est pas immédiatement) et relativement peu spécifiques.

4. TECHNIQUES DE LUTTE A L'AIDE D'AUXILIAIRES

La plupart des moyens de lutte biologique présentent des variantes en fonction de la technique ou de la méthodologie d'application utilisée. En cas de recours à des auxiliaires, ces techniques peuvent être divisées en quatre catégories. Mais celles-ci font en fait

souvent l'objet de deux classifications, comprenant chacune trois groupes, selon que l'on souhaite insister plutôt sur l'aspect naturel de la lutte biologique ou sur son aspect de manipulation des populations dans des agrosystèmes anthropiques (voir encadré ci-dessous). Les lâchers, surtout ceux effectués en grande quantité et qui sont qualifiés d'inondatifs ou de répétés, peuvent en outre être distingués des autres techniques sous l'appellation de traitements biologiques.

La conservation ou préservation consiste à maintenir des organismes utiles en quantité suffisante dans un agrosystème afin qu'ils demeurent efficaces contre les organismes nuisibles. Les actions menées n'ont alors pour but que de conserver le patrimoine naturel dans les meilleures conditions. Celles-ci peuvent se situer dans des zones non cultivées (mise en place de haies protectrices, par exemple) ou dans des zones cultivées (plantation de végétaux nectarifères permettant aux parasitoïdes adultes de se nourrir, par exemple). Cette technique peut être associée à celle du lâcher inoculatif sous le nom de renforcement.



Les lâchers inoculatifs sont indiqués lorsque la population locale d'un organisme utile présente momentanément des effectifs trop réduits (souvent au printemps) qu'il est possible de renforcer à l'aide d'un petit élevage suivi de quelques lâchers ponctuels. Cette technique peut être associée à celle des lâchers inondatifs sous le nom d'augmentation.

Les lâchers inondatifs et/ou répétés (ou encore périodiques) consistent par contre à lâcher des organismes utiles en grand nombre contre des populations de ravageurs ou d'autres organismes nuisibles difficiles à réguler. Ils supposent d'importants moyens de multiplication des auxiliaires dans des biofabriques. Les lâchers sont alors effectués comme des traitements chimiques, souvent plusieurs fois et à forte dose, et la technique peut être commercialisée.

L'acclimatation ou introduction a pour but d'installer un organisme utile, efficace contre un ravageur donné ou une autre espèce nuisible, dans une région où il fait cruellement défaut. Cet organisme utile est donc capturé dans une zone géographique et

lâché dans une autre zone parfois après un élevage de courte durée. Il s'agit généralement de lutte contre un ravageur lui-même introduit accidentellement.

REFERENCES

- Debach P. & Rosen D. 1991. Biological control by natural enemies, second edition. Ed. Cambridge University Press, Cambridge (Grande-Bretagne), 440 pp.
- Hassall K.A. 1982. The chemistry of pesticides : their metabolism, mode of action and uses in crop protection. Ed. Verlag Chemie, Weinheim (Allemagne), 372 pp.
- Nicolino F. & Veillerette F. 2007. Pesticides, révélations sur un scandale français. Ed. Fayard, Paris (France), 384 pp.
- Rechcigl J.E. & Rechcigl N.A. 2000. Biological and biotechnological control of insect pests. Ed. Lewis Publishers, Boca Raton (Etats-Unis), 374 pp.
- Vincent C. & Coderre D. 1992. La lutte biologique. Ed. Gaëtan Morin, Québec (Canada), 671 pp.
- Van Driesche R.G. & Bellows T.S. Jr. 1996. Biological control. Ed. Chapman & Hall, New York (Etats-Unis), 539 pp.