HAL
open science

Biocontrôle et macro-organismes: panorama

N. Ris, Nicolas Borowiec, Alexandre Bout, Allan Debelle, Simon Fellous, Anne Le Ralec, Laura Moquet, Jean-Claude Ogier, Nicolas Olivier Rode, Louise van Oudenhove, et al.

To cite this version:

N. Ris, Nicolas Borowiec, Alexandre Bout, Allan Debelle, Simon Fellous, et al.. Biocontrôle et macro-organismes: panorama. Phytoma , 2022, 756, pp.14-18. hal-03884638

HAL Id: hal-03884638

https://hal.inrae.fr/hal-03884638v1

Submitted on 4 Oct 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

N° 756 AOÛT-SEPTEMBRE 2022 PHYTOMA

Biocontrôle et macro-organismes : panorama

De la lutte biologique par acclimatation à la technique de l'insecte incompatible, les stratégies de biocontrôle faisant appel aux macro-organismes se diversifient.

NICOLAS RIS[1], NICOLAS BOROWIEC[1], ALEXANDRE BOUT[1], ALLAN DEBELLE[2], SIMON FELLOUS[3], ANNE LE RALEC[4], LAURA MOQUET[5], JEAN-CLAUDE OGIER[2], NICOLAS-OLIVIER RODE[3], LOUISE VAN OUDENHOVE[1] ET XAVIER FAUVERGUE[1],

(1) Institut Sophia Agrobiotech, Inrae, CNRS, Univ. Côte d'Azur - Sophia Antipolis. (2) DGIMI, Univ. Montpellier, Inrae - Montpellier. (3) CBGP, Univ. Montpellier, Cirad, Inrae, Institut Agro, IRD - Montpellier. (4) Igepp, Inrae, Institut Agro, Univ. Rennes - Rennes. (5) PVBMT, Cirad, Univ. La Réunion, Saint-Pierre (La Réunion)

Le terme de biocontrôle* (*le premier emploi de certains termes est indiqué par un astérisque, voir définitions dans le glossaire en fin d'article*) s'est imposé depuis une dizaine d'années pour regrouper différentes alternatives à l'utilisation des produits phytopharmaceutiques de synthèse. Quatre volets ont été distingués selon la nature des produits utilisés : substances naturelles, médiateurs chimiques, micro-organismes et macro-organismes* (Fauvergue *et al.*, Quae 2020). Ce dernier volet inclut une grande diversité taxonomique (insectes, acariens ou nématodes entomopathogènes ; Encadré 1) mais, surtout une diversité de stratégies qu'il convient de bien comprendre. D'une façon générale, nous proposons de distinguer, d'une part, les stratégies de lutte biologique* et, d'autre part, les stratégies de lutte autocide* ; il s'agit de deux grandes catégories de solutions de biocontrôle actuellement déployées ou envisagées, ayant en commun l'introduction planifiée de macro-organismes auxiliaires.

Les stratégies de lutte biologique

Les stratégies de lutte biologique sont basées sur l'exploitation de relations interspécifiques antagonistes, le macro-organisme auxiliaire* étant un des « ennemis naturels » du bioagresseur (Encadré 1). Bien que la lutte biologique par conservation soit une composante de la lutte biologique à l'aide de macro-organismes, nous limitons notre analyse aux méthodes fondées sur l'introduction planifiée d'auxiliaires. Dans ce contexte, deux stratégies de lutte biologique existent.

1 - Ceratitis capitata, **mouche des fruits, ravageur-cible de développements actuels en technique de l'insecte stérile.**
Photo : C. Bresch et K. Rastello - Inrae, 2021

La lutte biologique par acclimatation

La lutte biologique par acclimatation* repose sur l'introduction intentionnelle d'auxiliaires exotiques, dans l'objectif que les auxiliaires s'y établissent de façon pérenne et régulent durablement le ravageur. Une fois les introductions effectuées, il est escompté que l'auxiliaire s'acclimate à son nouvel environnement et soit suffisamment efficace pour réguler le ravageur.

Des études rétrospectives sur plusieurs décennies de lutte biologique par acclimatation ont montré que, bien que 50 % des auxiliaires introduits s'établissent, seulement 10 % de ces opérations permettent une régulation efficace (Cock *et al.*, 2010). Bien que ce faible taux de réussite puisse laisser penser que la lutte biologique par acclimatation est une entreprise trop incertaine, il faut garder trois points importants en tête.

Tout d'abord, ces taux d'établissement et de contrôle sont calculés sur plusieurs décennies, période durant laquelle les pratiques se sont évidemment perfectionnées. Ensuite, en cas de réussite, cette stratégie permet une gestion durable des ravageurs, ne nécessitant pas ou peu d'intervention une fois l'introduction réalisée ; elle est sans coût pour l'agriculteur et s'avère donc économiquement bénéfique. Enfin, dès lors que l'auxiliaire s'établit, il contribue au contrôle du ravageur à l'échelle du paysage, dans les parcelles cultivées bien sûr mais également dans les milieux non agricoles (milieux naturels, jardins, espaces verts, etc.).

La lutte biologique par augmentation

La lutte biologique par augmentation*

RÉSUMÉ

CONTEXTE - Malgré des besoins toujours plus pressants de trouver des alternatives aux produits phytopharmaceutiques, force est de constater que le secteur des macro-organismes de biocontrôle peine à se généraliser dans la pratique et, avant tout, à s'imposer dans l'esprit des parties intéressées : les utilisateurs finaux (les agriculteurs), les conseillers techniques, mais également les politiques et les financeurs.

STRATÉGIES DE LUTTE - La régulation des bioagresseurs peut se réaliser en favorisant les individus déjà présents dans ou aux alentours des parcelles cultivées : c'est ce que l'on appelle la lutte biologique par conservation. Elle peut également se faire en introduisant certains auxiliaires délibérément dans les parcelles cultivées (acclimatation, augmentation, lutte autocide).

Cet article présente les stratégies de biocontrôle à l'aide de macro-organismes (essentiellement des insectes, acariens ou nématodes entomopathogènes), qu'elles soient pratiquées depuis longtemps en France, plus récemment implantées, voire encore prospectives.

MOTS-CLÉS - Macro-organismes, auxiliaires, prédateurs, parasitoïdes, lutte biologique, lutte autocide, biocontrôle, acclimatation.

1 – Diversité biologique des macro-organismes auxiliaires utilisés en lutte biologique

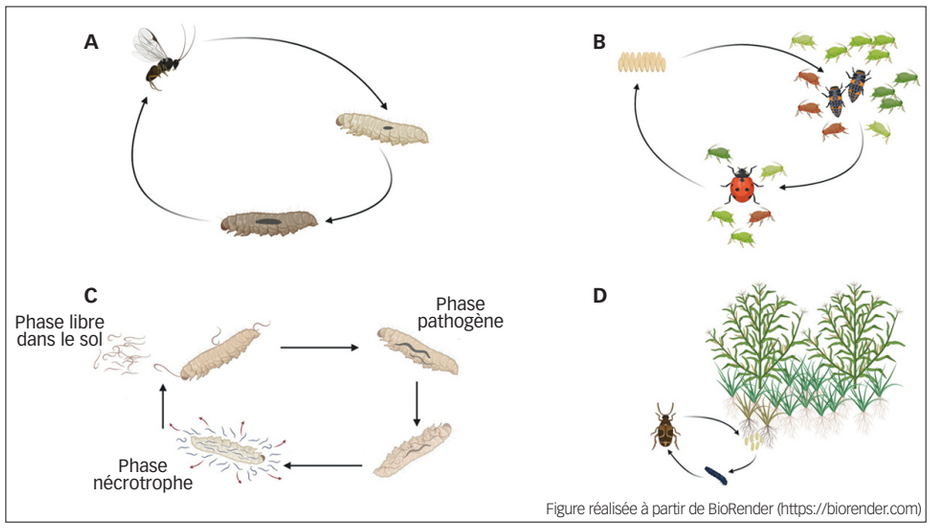


Figure réalisée à partir de BioRender (https://biorender.com)

A. Un parasitoïde* est un insecte dont les stades juvéniles se développent aux dépens d'un autre organisme. La femelle pond ses œufs dans (endoparasitoïdes) ou sur (ectoparasitoïdes) un individu hôte. Les larves se développent en se nourrissant de l'hôte, entraînant, à terme, la mort de celui-ci. Les adultes parasitoïdes qui émergent de l'hôte ne sont alors plus dépendant de celui-ci pour survivre. On retrouve des espèces avec un mode de vie parasitoïde dans six ordres (hyménoptères, coléoptères, diptères, neuroptères, lépidoptères et trichoptères), les hyménoptères étant le groupe le plus diversifié et donc le plus utilisé en lutte biologique (acclimatation et augmentation).

B. Un prédateur* est un organisme qui capture des proies pour s'en nourrir ou nourrir sa progéniture. De nombreuses espèces prédatrices tuent et consomment leurs proies au stade larvaire. L'adulte peut soit avoir le même régime alimentaire que la larve (comme les coccinelles), soit avoir un régime différent (par exemple les Syrphidae et Chrysopidae). Selon les espèces, les prédateurs peuvent s'avérer très spécialisés (une seule ou quelques espèces proies phylogénétiquement proches), généralistes (espèces-proies appartenant à une même famille par exemple), voire hypergénéralistes.

C. Les nématodes au stade larvaire L3 (appelés juvéniles infectieux) envahissent l'insecte par ses ouvertures naturelles (c'est le cas pour *Steinernema* et *Heterorhabditis*) ou après perforation de la cuticule (c'est le cas uniquement pour *Heterorhabditis*). Les bactéries symbiotiques sont alors relarguées dans l'hémolymphe de l'insecte ; elles s'y multiplient rapidement aux dépens de l'hôte, tout en produisant un arsenal de toxines insecticides. Cette septicémie associée à une forte toxémie induit la mort de l'insecte en moins de 48 heures. Les composés antibiotiques produits par les bactéries empêchent la putréfaction du cadavre et inhibent le développement ou la contamination par d'autres agents microbiens à l'intérieur du corps de l'insecte. Les nématodes poursuivent leur développement en se nourrissant des nutriments fournis par les bactéries et les tissus de l'hôte.

D. Un phytophage est un organisme qui se nourrit d'une partie de la plante (racine, tige ou feuille) au stade larvaire et/ou au stade adulte. 80 % des arthropodes phytophages introduits pour contrôler les plantes nuisibles sont des insectes (coléoptères, lépidoptères, hyménoptères et diptères). D'autres taxons peuvent également être utilisés (acariens, nématodes phytopathogènes et champignons).

repose sur des lâchers périodiques d'auxiliaires indigènes ou exotiques produits massivement. Les quantités d'auxiliaires apportées varient selon la stratégie d'intervention : réduites pour des apports précoces dès l'installation saisonnière des ravageurs (lutte biologique par inoculation*) ou plus importantes sur des populations déjà installées, dans une approche curative (lutte biologique par inondation). Les lâchers peuvent également être répétés selon des fréquences variables.

À l'heure actuelle, on estime que plus de 200 espèces d'auxiliaires sont produites et commercialisées dans le monde. Certains de ces produits sont conditionnés en mélanges d'espèces pour couvrir plusieurs cibles en un seul lâcher. Malgré la richesse de cet arsenal biologique, son efficacité est parfois insuffisante. Plusieurs facteurs sont à prendre en compte pour l'améliorer, parmi lesquels on peut citer la détection précoce des populations initiales de ravageurs et le degré de spécialisation des auxiliaires. Concernant ce dernier aspect, les entreprises productrices tendent à privilégier les espèces les plus généralistes (qu'il s'agisse de prédateurs* ou de parasitoïdes*) qui sont susceptibles de contrôler une large diversité de bioagresseurs tout en limitant les coûts de production. Cette tendance se heurte toutefois au constat que certaines espèces de macro-organismes auxiliaires apparemment généralistes sont en réalité une collection de génotypes spécialisés. Dès lors, le choix précis du génotype et/ou le maintien d'une diversité génétique dans les élevages (voir aspects génétiques ci-dessous et Figure 1 p. 20, article suivant) deviennent indispensables pour développer des solutions efficaces pour une plus large gamme de ravageurs.

Dans quelques cas, on cherche à utiliser les macro-organismes auxiliaires pour d'autres services que ceux pour lesquels ils sont utilisés en lutte biologique par augmentation. C'est le principe de l'entomovectoring, illustré notamment par les bourdons Flying Doctor qui combinent une activité pollinisatrice et une activité phytopharmaceutique.

Les stratégies de lutte autocide

Les stratégies de lutte autocide (ou contrôle génétique) sont basées sur la dissémination par accouplement et/ou par transmission à la descendance de facteurs qui réduisent les dégâts causés par un bioagresseur. Contrairement aux autres stratégies de lutte, le macro-organisme auxiliaire est…

le bioagresseur lui-même ! La lutte autocide étant basée sur l'accouplement, elle permet de cibler uniquement les espèces à reproduction sexuée et est généralement très spécifique de chaque espèce ciblée. Évidemment, ces stratégies nécessitent de conférer préalablement aux macro-organismes des propriétés d'intérêt. La nature de ces « altérations » permet de distinguer différentes stratégies (Encadré 2).

La technique de l'insecte stérile

La technique de l'insecte stérile* (TIS), développée il y a plus de 50 ans et largement utilisée hors de France (contrôle de la mouche méditerranéenne de fruits en Amérique centrale par exemple), repose sur l'élevage en masse et la stérilisation d'insectes qui sont ensuite lâchés sur le terrain de façon régulière et en très grand nombre. Les mâles stériles lâchés dans la population cible s'accouplent avec les femelles sauvages à la place des mâles sauvages, empêchant ces dernières d'engendrer une descendance viable. Cela entraîne alors une diminution de la population du ravageur.

La TIS présente l'avantage d'être auto-limitée* et de cibler uniquement l'espèce que l'on veut contrôler. Elle nécessite néanmoins des infrastructures importantes pour l'élevage de masse, ne peut pas gérer des pullulations et trouve sa place dans un système intégré en combinaison avec d'autres méthodes. Une variante, la TIS « boostée », peut être envisagée. À l'instar de l'entomovectoring, elle consiste à associer les insectes stériles relâchés à une ou des molécules toxiques ou à des agents pathogènes qui sont spécifiquement transmis aux individus de la même espèce lors des interactions sexuelles. Cette dernière variante n'est pas encore opérationnelle.

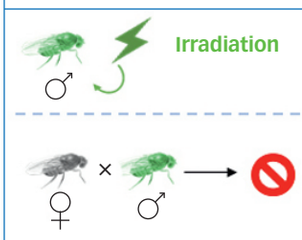
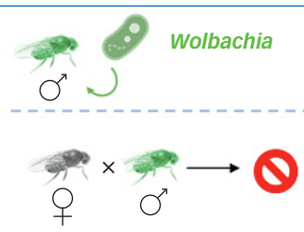
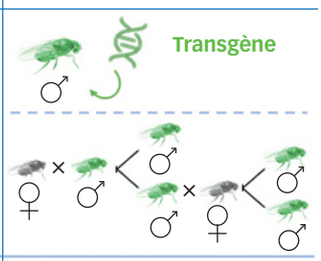
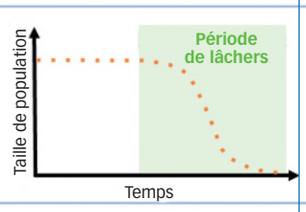
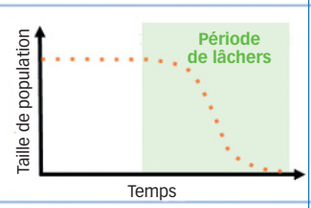
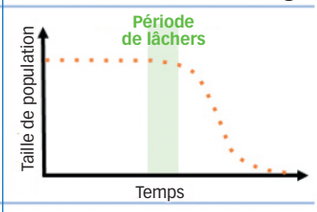
La technique de l'insecte incompatible

La technique de l'insecte incompatible* (TII) est une autre variante de la TIS basée sur des lâchers de mâles, non pas stérilisés par irradiation, mais porteurs de bactéries

2 – Les trois grands types de stratégies de lutte autocide

La lutte autocide est une stratégie de contrôle basée sur l'introduction d'un auxiliaire (en vert) de la même espèce que le bioagresseur-cible (en gris). La technique de l'insecte stérile (TIS), la technique de l'insecte incompatible (TII) et le forçage génétique diffèrent principalement par le mécanisme utilisé pour modifier la souche sauvage : la TIS stérilise les mâles auxiliaires par irradiation (rayons X ou rayons gamma) ; la TII rend incompatibles les auxiliaires mâles en les infectant artificiellement avec une bactérie du genre *Wolbachia*[1] ; le forçage génétique modifie génétiquement les auxiliaires en introduisant un transgène particulier qui est hérité par presque 100 % des descendants et qui peut, par exemple, agir en stérilisant les descendants femelles portant deux copies du transgène.

(1) Le statut transgénique des auxiliaires de TII est actuellement débattu au sein de l'Union européenne.

	TIS	TII	Forçage génétique
Mécanisme d'action			
Conséquences populationnelles			
Quantité d'individus à relâcher	Lâchers massifs et fréquents	Lâchers massifs et fréquents	Lâchers restreints (voire massifs)
Statut OGM	Non	? (1)	Oui
Suppression de population	Oui	Oui	Oui
Remplacement de population	Non	Non	Oui
Auto-limitation dans l'espace-temps	Oui	Oui	Non/Oui
Échelle d'action	Régionale (voire locale)	Régionale (voire locale)	Régionale (voire pays)

endosymbiotiques* du genre *Wolbachia*. Les bactéries portées par les mâles lâchés diffèrent de celles naturellement présentes chez le bioagresseur-cible. Cette différence de statut d'infection par *Wolbachia* provoque des croisements stériles, conséquence d'une incompatibilité cytoplasmique* entre spermatozoïdes des mâles porteurs et ovules des femelles sauvages. Par rapport à la TIS, l'avantage perçu de la TII est la bonne compétitivité des mâles lâchés, l'impact des bactéries endosymbiotiques sur la performance de leurs hôtes (hormis l'induction de l'incompatibilité cytoplasmique) étant plus limité que l'impact des rayonnements.

L'auxiliaire peut être un ennemi du bioagresseur... ou le bioagresseur lui-même !

Le forçage génétique (ou gene drive)

Le forçage génétique* (ou gene drive) est une nouvelle technique de génie génétique qui vise à propager une séquence d'ADN d'intérêt (un transgène) dans une population afin de la modifier ou de l'éradiquer. Cette technique offre de multiples applications potentielles pour la gestion des insectes ravageurs de cultures, ainsi qu'en santé humaine (comme l'éradication des populations de moustiques transmettant le paludisme). Elle est basée sur l'introduction d'individus portant un transgène qui est hérité de manière préférentielle par leurs descendants. Selon le type de transgène utilisé, le forçage génétique peut être auto-limité ou auto-propagé*, c'est-à-dire que le transgène peut soit limiter la taille des populations du ravageur localement, à l'échelle de quelques parcelles cultivées proches, soit la limiter plus globalement à l'échelle du paysage ou du territoire (parcelles cultivées et milieux semi-naturels). La propagation du transgène est affectée principalement par le taux de transmission à la descendance de celui-ci, ainsi que par son effet sur la performance des individus porteurs. Les recherches actuelles en biologie portent en priorité sur le développement de nouveaux transgènes dont la présence est limitée dans le temps et dans l'espace, l'évolution de la résistance au forçage génétique et les risques environnementaux (notamment le transfert à des espèces non-cibles). Les recherches en sciences sociales portent sur les enjeux éthiques (notamment la possibilité de modifier une espèce sauvage) et sur la manière d'inclure toutes les parties prenantes (en agriculture, réglementation, politique) dans le développement et l'évaluation des risques de la technologie.

Bien que nous ayons uniquement présenté trois stratégies de lutte autocide, soulignons qu'il existe en fait un continuum de stratégies intermédiaires allant de la TIS par irradiation jusqu'au forçage génétique auto-propagé.

Les origines des différentes stratégies de biocontrôle

Ces différentes stratégies présentent des historiques très contrastés. À ce titre, la lutte biologique par acclimatation est la plus ancienne (ce qui explique qu'on l'appelle également lutte biologique classique), avec l'introduction, en Californie, à la fin du XIXe siècle, de la coccinelle *Rodolia cardinalis* pour lutter contre une cochenille, *Icerya purchasi*. Depuis, plus de 7 000 auxiliaires exotiques ont été introduits à un endroit dans le monde (Cock *et al.*, 2010). En France, une rétrospective des opérations de lutte biologique par acclimatation avait été publiée dans *Phytoma* (Borowiec *et al.*, 2011).

Depuis, plusieurs opérations ont eu lieu comme l'établissement généralisé du parasitoïde *Torymus sinensis* contre le cynips du châtaignier, l'introduction en cours du parasitoïde *Mastrus ridens* contre le carpocapse des pommes ou le projet d'introduction du parasitoïde *Ganaspis* cf *brasiliensis* G1 contre *Drosophila suzukii*.

Concernant les débuts de la lutte biologique par augmentation, ils datent probablement de la même période comme en témoigne l'utilisation de la coccinelle *Cryptolaemus montrouzieri* en Californie, pour lutter contre la cochenille *Pseudococcus calceolariae*.

Ce n'est toutefois que dans la deuxième partie du XXe siècle que la technique a connu un véritable essor (Van Lenteren *et al.*, 2021). L'innovation dans le domaine – c'est-à-dire la commercialisation de nouvelles espèces ou l'optimisation d'espèces déjà commercialisées – est le plus souvent le fruit de la recherche et développement (R&D) d'entreprises privées spécialisées dans le domaine, en collaboration ou non avec des structures de recherche publique.

Quant à la TIS, bien que l'idée se développe au cours des années 1930-1940, il faudra attendre les années 1950 et la découverte de la stérilisation par irradiation, pour voir le développement d'un cas pratique de la TIS pour l'éradication de la lucilie bouchère (*Cochliomyia hominivorax*) aux États-Unis. Aujourd'hui, cette technique a été développée pour lutter contre une vingtaine d'espèces (Klassen *et al.*, 2021).

Les stratégies de technique de l'insecte incompatible et du forçage génétique sont quant à elles beaucoup plus récentes et encore en phase expérimentale. En Europe, ces techniques sont développées en laboratoire confiné contre des ravageurs diptères (*Drosophila suzukii* et *Ceratitis capitata* – photo p. 14) ou lépidoptères (*Plutella xylostella, Spodoptera frugiperda, Chrysodeixis includens*).

POUR EN SAVOIR PLUS

CONTACT : nicolas.ris@inrae.fr

Glossaire (articles p. 14 et p. 19)

La plupart de ces définitions sont inspirées de celles établies dans l'ouvrage *Biocontrôle : éléments pour une protection agroécologique des cultures* (Fauvergue *et al.*, Quae 2020).

Accès et partage des avantages (APA). Cadre juridique international issu du protocole de Nagoya (2010) reposant sur :
- la nécessité du consentement des États pour l'accès aux ressources génétiques et aux connaissances traditionnelles associées en vue de leur utilisation ;
- un partage juste et équitable des avantages entre le pays fournisseur et le pays utilisateur ;
- la conformité aux réglementations du pays fournisseur.

En France, ce protocole a été ratifié par la loi du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages.

Auto-limitation. Propriété d'une stratégie de contrôle pour laquelle l'auxiliaire lâché ne peut pas s'établir à long terme dans l'environnement. Le contrôle cesse alors quelque temps après l'arrêt des lâchers.

Auto-propagation. Propriété d'une stratégie de contrôle reposant sur des agents de lutte qui possèdent la capacité de s'établir dans l'environnement

et de se propager. La stratégie de contrôle est donc durable, voire permanente.

Auxiliaire (synonyme antagoniste). Organisme fournissant des services écosystémiques dans un contexte agronomique. Les auxiliaires sont utiles en agriculture car ils améliorent la qualité du sol, pollinisent les plantes, ou contrôlent des ennemis des cultures tels que les mauvaises herbes, les agents pathogènes ou les ravageurs de plantes. En lutte biologique, les auxiliaires sont aussi appelés agents de lutte biologique ou ennemis naturels.

Bactérie endosymbiotique. Bactérie vivant en étroite association avec un organisme eucaryote, par exemple *Wolbachia* vivant à l'intérieur du cytoplasme des cellules d'un insecte.

Biocontrôle. Selon le ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire, le biocontrôle est un ensemble de méthodes de protection des végétaux basé sur l'utilisation de mécanismes et d'interactions qui régissent les relations entre espèces dans le milieu naturel. Les produits de biocontrôle comprennent des macro-organismes, des micro-organismes, des médiateurs chimiques et des substances naturelles d'origine végétale, animale ou minérale. Cette définition française de biocontrôle est différente de la définition du terme anglo-saxon « Biocontrol » utilisé classiquement au niveau international.

Effet non intentionnel (ENI). Toute conséquence d'une stratégie de contrôle différente de l'effet escompté sur le bioagresseur ciblé. Les ENI peuvent être positifs (par exemple, impact sur d'autres bioagresseurs) ou négatifs (par exemple, impact sur des auxiliaires) et peuvent se manifester à différentes échelles (individu, population, écosystème).

Forçage génétique (guidage génétique ou gene drive). Technique du génie génétique permettant à un gène d'intérêt d'être transmis de manière préférentielle aux générations suivantes afin d'augmenter sa fréquence dans une population. En lutte contre les bioagresseurs, cette stratégie permet soit la suppression des populations (par exemple, introduction de gènes induisant une stérilité des femelles) ou leur modification (par exemple, sensibilité à une substance active ou interférence avec la vection de virus de plantes).

Incompatibilité cytoplasmique. Incompatibilité de reproduction entre des individus causée par des facteurs qui sont présents dans le cytoplasme, souvent associés à des micro-organismes tels que les bactéries du genre *Wolbachia*.

Lutte autocide. Utilisation de bioagresseurs modifiés en laboratoire pour réduire l'abondance d'une population sauvage de la même espèce. On distingue les stratégies de lutte autocide selon la modification apportée (par exemple, stérilisation par irradiation, transinfection ou transgenèse).

Lutte biologique. Utilisation d'organismes vivants pour réduire l'abondance ou l'impact d'un bioagresseur. On distingue trois stratégies de lutte biologique : par acclimatation, par augmentation (inondation et inoculation) et par conservation.

Lutte biologique par acclimatation. Forme de lutte biologique dans laquelle les populations de bioagresseurs sont régulées par les descendants d'organismes exotiques introduits une fois que les populations de ces derniers se sont établies et propagées.

Lutte biologique par augmentation. Forme de lutte biologique dans laquelle les populations de bioagresseurs sont régulées sur un période limitée par les auxiliaires introduits ou leurs descendants.

Lutte biologique par conservation. Forme de lutte biologique consistant à maintenir les niveaux de populations d'insectes ravageurs sous un seuil de nuisibilité en combinant des leviers agissant directement sur ces populations (par exemple une perturbation olfactive de la localisation de la plante-hôte) et des leviers favorisant le développement ou l'activité des ennemis naturels indigènes.

Lutte biologique par inoculation. Forme de lutte biologique par augmentation dans laquelle les populations de bioagresseurs sont principalement régulées par les descendants des auxiliaires introduits.

Lutte biologique par inondation. Forme de lutte biologique par augmentation dans laquelle les populations de bioagresseurs sont principalement régulées par les auxiliaires introduits.

Macro-organisme. Selon la définition du biocontrôle (art. L. 253-6 du code rural et de la pêche maritime), ce terme désigne essentiellement des invertébrés (acariens, insectes et nématodes) utilisés dans les stratégies de lutte biologique ou de lutte autocide.

Parasitoïde. Arthropode présentant une vie adulte libre mais une vie pré-imaginale parasite d'une autre espèce (hôte). À la différence d'un parasite, le développement à terme d'un parasitoïde aboutit à la mort de l'hôte (voir Encadré 1).

Prédateur. Organisme dont le mode de vie est caractérisé par la consommation au cours de la vie d'un grand nombre de proies d'une ou plusieurs espèces (voir Encadré 1).

Produits de biocontrôle. Solution de biocontrôle bénéficiant d'une autorisation administrative (article L. 253-6 du code rural et de la pêche maritime) et nécessitant le plus souvent un achat par les bénéficiaires (par exemple, achats d'auxiliaires en lutte biologique par augmentation).

Service de biocontrôle. Solution de biocontrôle caractérisée, après une phase de R&D concluante, par une gratuité pour les bénéficiaires (par exemple, lutte biologique par acclimatation).

Service écosystémique. Apports pour l'humain de certaines espèces, communautés ou processus biologiques. Par exemple, la pollinisation par de nombreuses espèces d'insectes, oiseaux ou mammifères est indispensable à la fructification d'espèces cultivées par l'homme.

Technique de l'insecte stérile (TIS). Méthode de biocontrôle consistant à lâcher des mâles stériles de l'espèce de bioagresseur-cible. Ces mâles élevés et lâchés en grande quantité entrent en compétition avec les mâles sauvages en s'accouplant avec les femelles sauvages dont la fécondité est ainsi diminuée (voir Encadré 2).

Technique de l'insecte incompatible (TII). Méthode alternative à la technique de l'insecte stérile. Les mâles lâchés portent des bactéries symbiotiques du genre *Wolbachia* différentes de celles portées par la population cible. Cette différence cause une incompatibilité de croisement entre les mâles lâchés et les femelles du bioagresseur ciblé (voir Encadré 2).

Zootechnie. Discipline scientifique et technique de l'élevage des animaux, de leur reproduction et de leur adaptation à des besoins déterminés.