

Biocontrôle  
en  
Protection des cultures

Co-auteurs

Jean-Louis BERNARD (coordinateur)

Claude ALABOUVETTE, Bernard  
AMBOLET, Emile CHONÉ, Yvette  
DATTÉE, Charles DESCOINS, Marie-  
Thérèse ESQUERRÉ-TUGAYÉ,  
Philippe GRACIEN, Bernard LE  
BUANEC, Christian LEVÊQUE, Jean-  
Claude PERNOLLET, Catherine  
REGNAULT-ROGER, Agnès RICOCH,  
Charles VINCENT.

# Un nouveau rapport de l'Académie d'agriculture de France

# Raison d'être

Les concepts d'agriculture écologiquement intensive, puis d'agroécologie ont été proposés à la société française et au monde agricole comme des orientations autour desquelles devait s'organiser le système de production alimentaire.

En matière de protection des cultures, ces concepts font largement appel à des **moyens inspirés de la nature** dont l'utilisation est présentée comme moins perturbante pour le milieu et la santé des personnes que les moyens de protection les plus couramment utilisés. Pour qualifier ce choix, on utilise très souvent des termes génériques tels que biocontrôle ou protection bio-intensive. Or la compréhension de ces termes est loin d'être partagée au sein de nos sociétés et les moyens de protection concrets que l'on range sous l'étiquette de biocontrôle varient selon les interlocuteurs.

Des membres de l'Académie d'Agriculture de France, appartenant à différentes sections et d'expertises variées se sont réunis avec les objectifs suivants :

- définir ce qu'est le biocontrôle ;
- examiner les différents moyens de biocontrôle dont disposent nos agriculteurs ;
- dresser un état présent de leur mise en œuvre pour quatre cultures prises comme exemples : vigne, maïs, colza et bananier ;
- proposer une évaluation, la plus réaliste possible des perspectives d'adoption concrètes du biocontrôle à 5-10 ans en fonction des moyens existants et de ceux à venir.

# Biocontrôle ?

- Le mot biocontrôle (*biocontrol*) est l'abrégié du terme anglo-américain « *biological control* » utilisé dans différents domaines de la biologie.
- Selon la spécialisation des auteurs, des définitions variées du biocontrôle sont apparues. Beaucoup sont reliées à la nature des nuisibles à éliminer ou à celle des moyens de lutte étudiés. Certaines prennent en compte la plante cultivée comme un moyen de biocontrôle, d'autres ne l'incluent pas. Parfois la définition englobe des plantes ou des microorganismes génétiquement modifiés, ce que d'autres rejettent, etc.
- 2011 : le rapport du député Antoine Herth définit les produits de biocontrôle comme « *un ensemble d'outils à utiliser, seuls ou associés à d'autres moyens de protection des plantes, pour la protection intégrée telle qu'elle figure dans l'approche européenne* ».
- Pour les techniciens de la protection intégrée (Club Adalia), le biocontrôle est « *l'ensemble des méthodes de protection des végétaux qui utilisent des mécanismes naturels. Il vise à la protection des plantes en privilégiant l'utilisation de mécanismes et d'interactions qui régissent les relations entre espèces dans le milieu naturel* ».
- L'Association des Fabricants de Produits de Biocontrôle (IBMA) rejoint assez largement cette dernière définition, mais ajoute aux 4 familles classiques (macroorganismes, microorganismes, médiateurs chimiques, substances naturelles) « *tous produits et technologies nouveaux à faible risque* ». D'autres définitions, y compris la Loi d'Avenir de 2014, s'attachent davantage aux « *produits de biocontrôle* » plutôt qu'à une mise en perspective de ce qu'est le biocontrôle.
- Aux Etats-Unis, les « *biopesticides* » ne recouvrent que trois catégories de moyens : *microbial pesticides* (ex : les protéines insecticides de *B. thuringiensis*), *biochemical pesticides* (ex : phéromones) et *plant-incorporated protectant* (PIP), ce dernier regroupant les substances que les plantes fabriquent à partir d'un matériel génétique introduit dans leur génome, concernant de ce fait le domaine de l'amélioration des plantes.

## Une obligation européenne : la protection intégrée



La directive 2009/128/CE fait obligation aux Etats-membres de développer la **protection intégrée des cultures**.

Ce qui implique :

- d'utiliser de façon optimale l'ensemble des méthodes de lutte disponibles,
- de privilégier les mesures de lutte préventives,
- d'appuyer l'emploi des moyens curatifs sur des outils de surveillance et d'aide à la décision.

Les techniques de biocontrôle doivent donc tenir compte de cette stratégie européenne où elles s'inscrivent d'ailleurs pleinement.

# Pour définir le biocontrôle

Le biocontrôle peut être défini comme le regroupement de méthodes de protection des cultures utilisables par l'agriculteur ayant en commun :

- de reposer sur la **connaissance des interactions** entre plante cultivée, bioagresseurs et autres organismes vivants du milieu naturel ;
- d'utiliser la capacité de régulation des **agents vivants présents dans le milieu agricole local**, quitte à les favoriser par une action volontaire ;
- de faire appel pour la protection des cultures à des **agents vivants ou issus du vivant**, à la fois pour la mise en place des mesures indirectes qui s'imposent pour une culture donnée et pour l'intervention directe rendue nécessaire par l'observation des cultures en saison.

Nota - Privilégier des agents vivants ou issus du vivant conduit à exclure du champ du biocontrôle des substances minérales (cuivre, soufre, chaux, acides minéraux...), des produits de synthèse ou des moyens physiques de régulation des organismes nuisibles (labour, sarclage, taille, brûlage...).

Tous ces moyens restent parfaitement utilisables dans un système de protection intégrée.

# Pour mettre en œuvre le biocontrôle

Respecter les principes de la protection intégrée des cultures et privilégier l'emploi de moyens de protection vivants ou issus du vivant implique pour l'agriculteur désireux de se référer au biocontrôle la mise en œuvre successive d'actions peu dissociables :

- 1. Privilégier l'activité des moyens d'action biologiques qui existent dans l'agroécosystème**, en particulier les auxiliaires généralistes ou certains oiseaux, services écologiques gratuits à encourager de façon prioritaire par le choix d'un système de culture qui leur permet de jouer leur rôle et des aménagements environnementaux qui favorisent leur présence en temps utile.
- 2. Choisir des cultures et des variétés qui minimisent la pression des organismes nuisibles** attendus dans le contexte de culture local.
- 3. Mettre en œuvre des agents de lutte vivants** (macroorganismes, microorganismes, espèces et variétés cultivées, organismes pour la lutte autocide) ou **issus du vivant** (substances naturelles, médiateurs chimiques, éliciteurs).

# Les 3 domaines d'action indissociables pour la mise en œuvre du biocontrôle

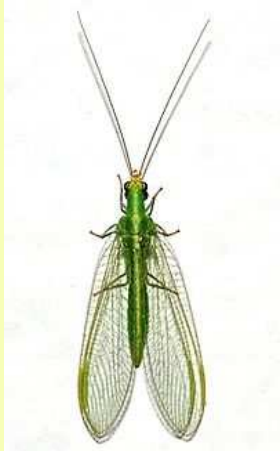


## Agents vivants

# Macroorganismes

&

# Microorganismes



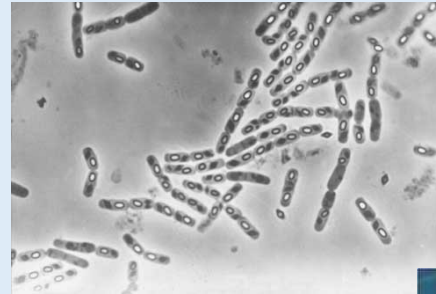
Chrysope



Trichogrammes



Nématodes  
entomopathogènes



Bactérie  
*Bacillus thuringiensis*,  
destructrice pour de  
nombreux insectes  
broyeurs

Le champignon *Coniothyrium  
minitans*, parasite de champignons  
nuisibles aux cultures du groupe  
des *Sclerotinia* sp.



Larve de noctuelle du chou  
tuée par un baculovirus.



## Agents vivants

# Espèces et variétés cultivées

Des espèces choisies selon les risques sanitaires liés au milieu de culture



Eviter le pois dans les sols envahis par *Aphanomyces*

Ne pas planter la vigne dans les expositions propices au mildiou ou à la pourriture des rasins



Des variétés retenues en fonction de leur R aux organismes nuisibles



Pommier résistant à la tavelure

Blé résistant à la rouille jaune



# Agents issus du vivant

## Médiateurs chimiques & Substances naturelles

Parmi les substances volatiles qui influencent les relations entre espèces, les phéromones sexuelles des insectes sont les plus utilisées.



Le piégeage sélectif des mâles d'insectes nuisibles est depuis 40 ans l'un des outils de base de la protection raisonnée des cultures

La confusion sexuelle est devenue une méthode de lutte commune pour la production fruitière intégrée et son utilisation continue à croître en viticulture.



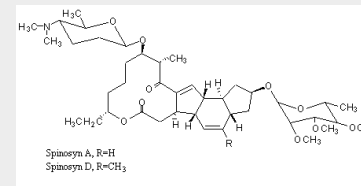
Extraits de végétaux supérieurs ou de microorganismes le plus souvent...



La nicotine isolée des feuilles de tabac a été utilisée comme insecticide jusqu'en 1960 env.



Champ de *Chrysanthemum sp* pour la production du pyrèthre



L'insecticide spinosad, extrait d'un actinomycète du sol.

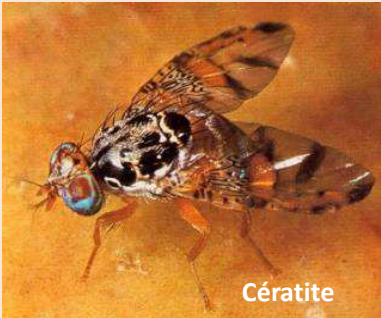
... mais aussi produits de biofumigation ou substances allélopathiques.

## Agents vivants

# Organismes de lutte autocide



En place depuis plus de 50 ans en Amérique du Nord avec d'excellents résultats sur lucilie et cératite.



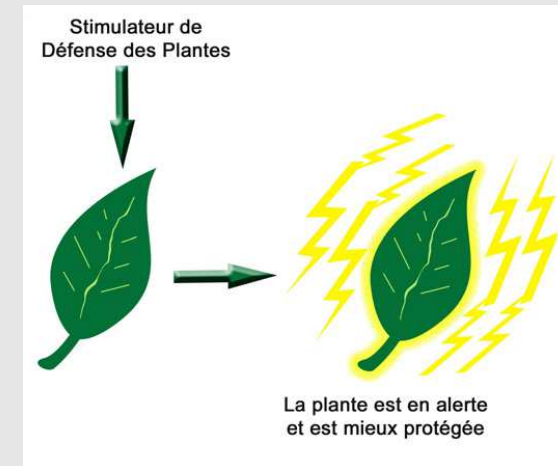
Des expériences assez positives mais sans lendemain en Europe.

Pas de réalisation à ce jour en France.  
Système administrativement lourd à mettre en place.

## Agents issus du vivants

# Substances élicitrices

Un sujet d'études remarquable qui mobilise des équipes de chercheurs depuis plus de trente années.



Malgré quelques succès relatifs, les seuls éliciteurs ayant connu un fort développement pour la protection des cultures en France sont des composés obtenus par synthèse : foséthyl-Al et acibenzolar-S-méthyl.

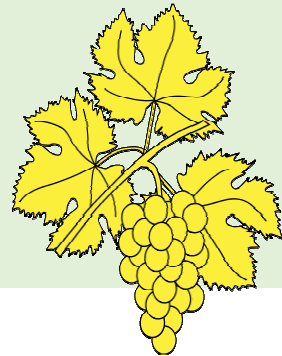
# Culture examinée : Vigne

## Solutions de biocontrôle existantes

- Phylloxéra (pg résistants)
- Tordeuses (médiateurs chimiques)
- Acariens phytophages (macroorganismes)

Flatide pruineux (macroorganismes)

Botrytis (microorganismes) ?  
Esca (microorganismes) ?



## Absence de solutions de biocontrôle

Oïdium de la vigne

Mildiou de la vigne

Black-rot

Excoriose

Champignons producteurs d'OTA

Cicadelle flavescence

Nécrose bactérienne

Court noué

Plantes adventices...

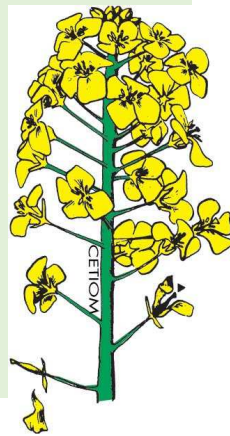
# Culture examinée : Colza

## Solutions de biocontrôle existantes

➔ Phoma (var. résistantes)

Sclérotiniose (microorganismes)  
Cylindrosporiose (var. résistantes)

Hernie (var. résistantes) ?



## Absence de solutions de biocontrôle

Orobanche

Pucerons

Charançon de la tige

Charançon du bourgeon terminal

Grosse et petites altises

Méligèthes

Oidium

Alternariose...

Limaces

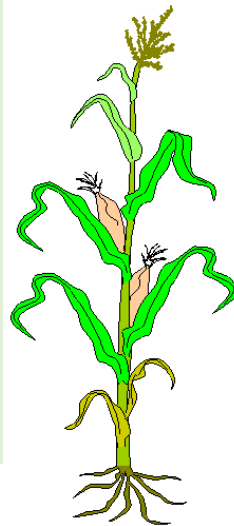
Plantes adventices...

# Culture examinée : Maïs

## Solutions de biocontrôle existantes

➔ Pyrale (macroorganismes)

Kabatiellose



## Absence de solutions de biocontrôle

Taupins

Chrysomèle

Fusariose des épis

Fusariose de la tige

Sésamie

Virus transmis par cicadelles

Nécroses racinaires

Limaces

Corvidés

Plantes adventices...

# Culture examinée : Bananier

## Solutions de biocontrôle existantes

- ➔ Maladie de Panama (var. résistantes)
- ➔ Charançon du bananier (médiateurs)

Thrips (subst. naturelle)

Aleurodes (subst. naturelle) ??



## Absence de solutions de biocontrôle

Cercosporiose jaune

Cercosporiose noire

Pourriture des couronnes

Virus du bunchy top

Nématodes

Plantes adventices...

# 1

## Perspectives biocontrôle

### Les organismes vivants de l'agroécosystème



- Un grand nombre de chaînes trophiques des agroécosystèmes peuvent minimiser l'impact négatif des bioagresseurs mais la plupart sont mal connues de la Science, ce qui empêche l'agriculteur d'utiliser ces ressources gratuites.
- Toutefois, il est possible de tirer parti de certaines des interactions connues dont plusieurs sont rapidement examinées dans le rapport : diversité botanique et aménagements paysagers, rotations et assolements.



# 2

## Perspectives biocontrôle Amélioration des plantes



- En fonction de la rotation que l'on envisage, un choix judicieux d'espèces et de variétés permet de minimiser certains des risques sanitaires les plus prévisibles.
- Compte tenu de l'évolution permanente des organismes nuisibles, l'amélioration variétale est une nécessité absolue. On doit s'interroger sur la durabilité de systèmes de production où les caractéristiques variétales seraient figées.

La création variétale relève d'un processus d'amélioration continue qui a donné es gages de sa valeur. C'est un **domaine-clé** pour la mise en œuvre d'agents vivants ou issus du vivant en protection des cultures.

Une des questions d'actualité concerne l'apport des biotechnologies.

Elles offrent des facilités croissantes pour introduire rapidement des gènes de résistance dans des cultivars de grand intérêt, sans effet négatif connu à ce jour.

Il existe dans le monde une véritable dynamique à ce sujet, avec de nombreuses réalisations, en particulier des variétés résistantes aux insectes, aux maladies cryptogamiques et aux viroses.

# 3

## Perspectives biocontrôle

### Mise en œuvre volontaire d'agents vivants ou issus du vivant

#### Microorganismes

- Différentes formulations de *Bt* : produits leaders du biocontrôle
- Virus de la granulose vs carpocapse
- *Coniothyrium minutans* et *Bacillus pumilus* vs sclérotinioses
- *Trichoderma* sp dont *T. atroviride* en protection des plaies de taille en viticulture
- *Bacillus subtilis* ...

**De très grandes possibilités de développement à moyen terme.**

La question des brevets et des coûts d'obtention des AMM restent un frein.  
Beaucoup de solutions nouvelles sont attendues pour les prochaines années.

# 3

## Perspectives biocontrôle

### Mise en œuvre volontaire d'agents vivants ou issus du vivant

#### Macroorganismes

- Espèces introduites pour la lutte biologique par acclimatation. Un exercice obligatoire pour contrer des arthropodes ou des végétaux envahissants. Une initiative qui dépasse assez largement l'agriculteur.
- Lutte biologique par augmentation.
  - Des succès nombreux et variés dans les cultures sous abri
  - Des réussites plus limitées en plein air (trichogrammes maïs) mais un champ de recherche actif et considérable.
  - Une activité extrêmement structurante pour les filières agricoles concernées.
- Des interrogations nouvelles sur la dispersion d'arthropodes « utiles » devenant « nuisibles ».

La mise au point de solutions destinées aux cultures de plein champ demeure le principal défi.

Il est indispensable de poursuivre les travaux sur la lutte biologique par acclimatation.

# 3

## Perspectives biocontrôle

### Mise en œuvre volontaire d'agents vivants ou issus du vivant

#### Substances naturelles

- Extraites le plus souvent de végétaux ou obtenues à partir de microorganismes, elles sont soumises à une évaluation comparable à celle des substances de synthèse (efficacité, toxicité, écotoxicité). Cette évaluation est souvent très discriminante.
- Une catégorie en extension: les huiles essentielles.
- Des domaines sous le feu de l'actualité
  - Le présupposé d'innocuité pour l'homme et les PNPP;
  - Le cas de l'huile de neem...
- Une question pendante : l'accès à la ressource, pour les extraits végétaux en particulier.

Des possibilités de développement limitées à moyen terme.  
La concurrence directe des productions de synthèse et d'hémisynthèse  
que maîtrisent beaucoup d'obteneurs de substances naturelles.

# 3

## Perspectives biocontrôle

### Mise en œuvre volontaire d'agents vivants ou issus du vivant

#### Phéromones

- Progrès régulier du piégeage prédictif et surtout de la confusion sexuelle.
- Une recherche active pour l'amélioration et la polyvalence de diffuseurs optimisés pour différents contextes de culture.
- Les méthodes de piégeage de masse, peu efficaces à ce jour en plein air, peuvent être renouvelées par de nouvelles techniques (ex: « attract and kill »).

Une progression régulière de ces méthodes est envisageable au cours des 10 prochaines années.

## Biocontrôle : quelques atouts

**Le développement du biocontrôle est aujourd'hui clairement dynamisé :**

- par une recherche créative stimulée par de nombreux nouveaux acteurs ;
- par les investissements récents des grands leaders de l'industrie ;
- par un relatif consensus sur le bénéfice environnemental global des solutions relevant du biocontrôle, consensus qui ne doit pas exclure la vérification des caractéristiques supposées favorables ;
- par un courant sociétal porteur mais parfois peu rationnel dans des pays industrialisés.

## Biocontrôle : quelques atouts

- Parmi les éléments qui facilitent l'extension des méthodes de biocontrôle, on trouve la **protection intégrée des cultures**, rendue obligatoire en Europe depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2014.
- Cette transition possède des moteurs propres mais aussi des freins, récemment analysés par l'AFPP dans les domaines réglementaires, sociétaux, scientifiques et techniques, économiques et sociaux. Le biocontrôle y apporte ses atouts mais réduire la défense des cultures à ses seuls agents serait imprudent pour garantir une protection durable.
- Mettre en place une protection reposant sur une diversité de moyens ne se fera pas sans une réflexion au sujet de la **frontière ténue** entre chimie « de synthèse » et chimie « naturelle », de même qu'un examen objectif des propriétés toxicologiques et écotoxicologiques des agents de lutte qui en sont issus. Différents exemples sont commentés dans le rapport.

## Biocontrôle : quelques freins

Cette dynamique positive est contrebalancée par les **réserves exprimées au niveau des utilisateurs** du biocontrôle qui recherchent des preuves de la valeur de ces solutions avant de les introduire dans leur système de culture, s'interrogent sur les coûts ou les surcoûts correspondants et expriment leurs attentes pour accompagner ces innovations par des formations appropriées et des conseils basés sur l'expérience de terrain.

Autre frein au biocontrôle moins clairement perçu : la **contestation systématique orchestrée autour des techniques d'amélioration végétale**. Elle ne repose guère sur des bases scientifiques, mais sur des opinions philosophiques et politiques aux fortes tendances idéologiques : accusations de non-naturalité, de perte de diversité, de manipulation du vivant, de risque alimentaire, refus d'une agriculture fondée sur le capital, reproches de mainmise de grands industriels sur les ressources génétiques...

Alors même que les technologies contestées dans leurs applications agricoles sont communément admises lorsqu'il s'agit de prévenir des maladies humaines.

Cette contestation portée à ses extrêmes tend à écarter de l'agriculture l'amélioration végétale dans son ensemble, ce qui conduit à faire reposer sur les autres moyens de biocontrôle l'essentiel de la protection des cultures, charge qu'ils ne sont pas en mesure d'assumer.



# Trois étapes pour avancer plus vite dans l'intérêt de l'agriculture et des citoyens

1. Quelle que soit la manière de produire des denrées végétales, il conviendrait qu'agriculteurs et administration s'accordent pour **affirmer le caractère indispensable de la protection des cultures**.

Ce caractère indispensable doit être beaucoup mieux compris au niveau de la population.

2. Il apparaît souhaitable de revenir à des **bases objectives de l'évaluation des dangers** pour l'ensemble de la pharmacopée.

Les échanges au sujet des moyens qui supportent cette discipline gagneraient à une approche transparente des problèmes et des décisions appuyées sur une base véritablement scientifique. D'expérience, la protection des cultures ne peut se concevoir sur la base d'un discours manichéen qui laisse accroire que les produits de synthèse sont dangereux et les solutions « naturelles » inoffensives.

3. A l'heure où les produits de biocontrôle bénéficient de grands efforts administratifs, il serait utile de **réhabiliter dans différents domaines une balance bénéfices-risques transparente**.

Cette base devrait être accessible à la fois aux filières, aux scientifiques, aux industriels, aux citoyens et aux médias en recherche d'information authentique.

En matière de protection des cultures, le biocontrôle y trouverait toute sa place, débarrassé de réserves passéistes et de phantasmes idéologiques.