

Les Itinéraires

Les références techniques de l'IFV

LE BIOCONTRÔLE EN VITICULTURE

Recherche et expérimentations

DÉFINITIONS
notions et statuts

QUELLES SOLUTIONS ?
les produits disponibles

R&D
les pistes et projets

SOMMAIRE

4 INTRODUCTION

5 QU'EST-CE QUE LE BIOCONTRÔLE ?

- 5 La définition du biocontrôle
- 5 La définition des produits de biocontrôle
- 6 Les notions caractéristiques des produits de biocontrôle
- 6 La liste des produits de biocontrôle
- 6 Les 4 catégories du biocontrôle
- 7 Quelques confusions à éviter
- 7 Comment compter l'IFT des produits de biocontrôle ?
- 8 Le biocontrôle au sein des autres statuts
- 8 Le cas des substances de base
- 9 Autres méthodes pouvant s'apparenter au biocontrôle

10 LES PRODUITS DE BIOCONTRÔLE DISPONIBLES EN VITICULTURE

- 10 Panel des produits de biocontrôle disponibles en viticulture
- 11 Des modes d'action très diversifiés
- 12 Focus sur la stimulation des défenses de la vigne
- 14 Quelle efficacité des solutions au vignoble ?

15 Détail par maladies et ravageurs

- 15 Oïdium
- 17 Mildiou
- 20 Pourriture grise
- 22 Tordeuses de la grappe
- 25 Focus sur la confusion sexuelle
- 26 Cicadelle des grillures
- 27 Adventices
- 28 Maladies du bois (ESCA/BDA, Eutypiose)
- 29 Autres usages

31 LA RECHERCHE ET LE DÉVELOPPEMENT POUR MIEUX INTÉGRER LE BIOCONTRÔLE DANS LES ITINÉRAIRES DE PROTECTION DE LA VIGNE

- 31 Les principales difficultés liées au transfert des solutions de biocontrôle
- 31 Les challenges du biocontrôle en viticulture
- 32 La nécessité d'améliorer les connaissances
- 33 L'expérimentation système et l'expérimentation participative : vers l'intégration du biocontrôle
- 33 Les perspectives pour le biocontrôle en viticulture

34 CONCLUSION

35 INDEX DES PROJETS

NB : ce cahier a pour objet de faire le point sur le biocontrôle et son utilisation en viticulture par le biais des produits de biocontrôle. Ainsi les méthodes de lutte pouvant s'apparenter au biocontrôle (telles que la lutte biologique par conservation, la lutte mécanique, les modes de conduite, la recherche de variétés résistantes...) ne seront pas détaillées. Des projets de recherche et développement sont mentionnés tout au long du document pour illustrer différents points. La liste de ces projets n'est pas exhaustive et elle concerne en premier lieu les activités de l'IFV et des partenaires contributeurs.

Enfin, la liste biocontrôle évolue régulièrement ainsi que les résultats des travaux de recherche et développement. Ce cahier fera donc l'objet de mises à jour. Les points susceptibles de varier sont notés avec le signe



Si le 20ème siècle fut celui de l'essor de l'agrochimie, le 21ème sera inévitablement marqué par celui de l'agroécologie et plus généralement des systèmes de culture utilisant peu ou pas de pesticides chimiques tels que nous les connaissons actuellement. Cette transition engendre bien sûr à court terme de fortes contraintes pour les acteurs des filières viticoles, surtout dans un contexte d'aléas météorologiques répétés et d'un changement climatique affectant particulièrement les pratiques viticoles. Cette transition ouvre cependant des perspectives enthousiasmantes d'essor d'une viticulture pionnière dans l'adoption généralisée de l'agroécologie et de territoires sources de richesse via leur production viticole, leur activité agrotouristique et le bien-être de leurs populations. Avec les autres leviers de l'agroécologie tels que les pratiques agronomiques, les variétés résistantes ou encore la robotique et le numérique, le biocontrôle est un des outils dont disposent les filières pour protéger les cultures dans les agrosystèmes de demain. Si le biocontrôle n'en est encore qu'à ses prémices, les acteurs viticoles bénéficient déjà de méthodes disponibles de longue date (la confusion sexuelle, le soufre par exemple) dont l'efficacité de l'utilisation à large échelle reste un défi actuel. Surtout, tous les voyants sont au vert en termes d'innovation et laissent présager une amélioration significative du panel de solutions dont les filières pourront disposer à moyen terme. En effet, les acteurs de la filière et ceux de l'industrie du biocontrôle, accompagnés par les pouvoirs publics aux niveaux européen et national d'une part, et par le développement agricole et la recherche d'autre part, investissent massivement sur de nouvelles stratégies contre les principaux problèmes sanitaires : mildiou, oïdium, black-rot, botrytis, flavescence dorée, etc. Le défi est de taille, mais cet effort commun des acteurs est indéniablement un des plus remarquables du monde agricole et nul doute que ses effets bénéfiques se feront sentir dans un avenir dorénavant très proche.

Thibaut MALAUSA, INRAE, animateur du Consortium National Biocontrôle

INTRODUCTION



La culture de la vigne nécessite une protection sans faille contre les diverses maladies et ravageurs tout au long de la saison. Depuis

plus d'une cinquantaine d'années, l'avènement de la chimie organique a permis de fournir des solutions très spécifiques pour lutter contre la majorité des bioagresseurs avec une bonne efficacité. Néanmoins l'usage de ces molécules peut s'accompagner de forts impacts collatéraux : effets sur la santé (toxicité aigüe, cancérogène, mutagène, perturbateurs endocriniens...) et sur l'environnement (diminution de la biodiversité, pollution diffuse de l'eau, du sol...). Depuis les années 1990, la société a pris conscience de ces impacts et, relayée par les pouvoirs publics, demande un changement de pratiques aux agriculteurs pour diminuer le recours aux produits phytopharmaceutiques.

En 2008, le gouvernement français a établi le plan ECOPHYTO qui projetait une diminution de 50% de l'usage des produits phytopharmaceutiques en agriculture. En 2014, la Loi d'Avenir Agricole réaffirme le besoin de diminution et de développer des modes de cultures plus « vertueux » et durables (notion d'Agro-écologie). Enfin la loi EGALIM (2018) apporte entre autres des changements sur les systèmes de conseil et de commerces des produits phytopharmaceutiques. Ces dispositifs font aussi écho à la Réglementation européenne qui a inscrit la réduction des pesticides comme un objectif important de la politique agricole. Globalement, les travaux législatifs ont

débouché sur une interdiction rapide de bon nombre des produits les plus préoccupants (toxiques et très toxiques) et d'année en année, d'autres produits disparaissent des listes d'Autorisation de Mise sur le Marché. Malgré tout, la consommation des produits phytopharmaceutiques sur les 15 dernières années n'a pas fortement décliné, on assiste plutôt à une stagnation des quantités employées.

Au vignoble, sur le plan technique, la protection de la vigne reste nécessaire : les maladies et ravageurs sont très présents et engendrent de forts dégâts qui peuvent aller jusqu'à la destruction totale de la vendange. Des efforts de recherche ont été entrepris pour diminuer le recours systématique aux solutions chimiques grâce à de nombreux leviers. La lutte systématique est devenue une lutte raisonnée (traiter si nécessaire) pour conduire actuellement à une ambition de lutte intégrée qui combine la totalité des leviers disponibles pour réduire au maximum l'utilisation des pesticides.

- Variétés de vigne résistantes aux bioagresseurs
- Pratiques prophylactiques
- Modélisation des risques parasitaires
- Nouvelles méthodes de lutte : physique, biotechnique, biologique
- Amélioration de la qualité de la pulvérisation
- Produits de protection alternatifs : Biocontrôle, substances de base...

Le Biocontrôle représente donc un des leviers pour permettre la diminution des produits phytopharmaceutiques classiques, mais il est impératif de le considérer au sein des autres leviers de protection : c'est l'intégration globale des différents leviers qui permet une diminution globale et conséquente des intrants.

QU'EST CE QUE LE BIOCONTRÔLE ?

La définition du biocontrôle



La définition et le terme « biocontrôle », ainsi que le statut des produits de biocontrôle sont spécifiquement français. Par certains aspects ils sont proches de définitions internationales telles que les biofongicides, les produits « low risk », la lutte biologique. Des travaux sont en cours pour faire reconnaître ce statut au niveau européen.

Le Ministère chargé de l'Agriculture définit le biocontrôle ainsi : « Le biocontrôle est un ensemble de méthodes de protection des végétaux basé sur l'utilisation de mécanismes naturels. Seules ou associées à d'autres moyens de protection des plantes, ces techniques sont fondées sur les mécanismes et interactions qui régissent les relations entre espèces dans le milieu naturel. Ainsi, le principe du biocontrôle repose sur la gestion des équilibres des populations d'agresseurs plutôt que sur leur éradication. »

Le biocontrôle est un terme employé en France pour qualifier des solutions de protection des cultures d'origine naturelle et présentant de faibles impacts sur l'environnement et la santé. Ce terme est apparu après le travail d'un député en 2011 qui a recensé, lors d'une mission parlementaire, l'ensemble des produits ou substances alternatives aux produits de synthèse qui pourraient permettre de diminuer les intrants classiques.

https://www.ecophyto-pro.fr/data/rapport_herth_synthese_mail_1.pdf

Cette notion est reprise dans la Loi d'Avenir Agricole (2014) et identifiée comme un des leviers à développer pour permettre à la filière agricole d'atteindre les objectifs de

l'agro-écologie, à savoir une production durable et performante au niveau économique, environnemental et social, et plus précisément dans l'objectif spécifique de la réduction des produits phytopharmaceutiques classiques.

La définition des produits de biocontrôle

La définition des produits de biocontrôle se retrouve dans la loi d'Avenir Agricole (2014) dans l'article L 253-6 du Code Rural et de la pêche maritime : « Les produits de biocontrôle sont des agents et produits utilisant des mécanismes naturels dans le cadre de la lutte intégrée contre les ennemis des cultures. Ils comprennent en particulier :

1. Les macro-organismes ;
2. Les produits phytopharmaceutiques comprenant des micro-organismes, des médiateurs chimiques comme les phéromones et les kairomones et des substances naturelles d'origine végétale, animale ou minérale.»

En 2018, la loi EGALIM réaffirme l'intérêt du biocontrôle et prévoit la mise en place d'une stratégie nationale du déploiement du biocontrôle (document 2020 : <https://agriculture.gouv.fr/strategie-nationale-de-deploiement-du-biocontrôle>). Cette stratégie a pour ambition d'accompagner l'essor du biocontrôle en privilégiant de nombreux points d'achoppement : la formation, le conseil, la réglementation, l'appui aux entreprises...



Zoom sur la R&D en cours

En 2022, la Région Nouvelle-Aquitaine a rédigé une feuille de route pour le déploiement du biocontrôle et les biosolutions qui recense les moyens d'action pour développer au niveau local le biocontrôle : <https://entreprises.nouvelle-aquitaine.fr/actualites/agriculture-une-feuille-de-route-regionale-biocontrôle-et-biosolutions>

Les notions caractéristiques des produits de biocontrôle

Plusieurs notions importantes découlent de la définition des produits de biocontrôle :

- ▶ **L'origine naturelle** : les produits de biocontrôle se doivent d'être d'origine naturelle, c'est-à-dire déjà présents dans la nature. Cette condition exclut toutes les molécules de synthèse et artificielles issues de la chimie. Les molécules naturelles peuvent être synthétisées artificiellement pour réaliser des produits de biocontrôle (c'est le cas par exemple des phéromones utilisées dans la confusion sexuelle contre les tordeuses de la grappe). Une exception est faite pour les molécules de synthèse qui sont dans des dispositifs qui empêchent leur dispersion dans l'environnement (cas des pièges attractifs avec un insecticide confiné).
- ▶ **Le moindre impact sur la santé et l'environnement** : les produits se doivent de présenter des risques acceptables, c'est la condition pour laquelle on les emploie afin de diminuer le recours aux produits phytopharmaceutiques classiques.
- ▶ **Recherche de la gestion d'équilibre, pas d'éradication** : cette notion est essentielle pour comprendre la spécificité du biocontrôle. Les mécanismes d'action du biocontrôle sont parfois basés sur des effets indirects, avec un objectif d'une baisse des taux de population mais pas sur une éradication totale des bioagresseurs. Ainsi on parlera souvent d'efficacité partielle de protection là où des produits classiques biocides ont des efficacités quasi totales de destruction des bioagresseurs.

La liste des produits de biocontrôle

A partir de ces définitions, le Ministère de l'Agriculture établit une liste des produits phytopharmaceutiques qui sont qualifiés de biocontrôle. Cette liste est révisée chaque mois, elle présente tous les produits par nom commercial, toutes cultures confondues <https://ecophytopic.fr/reglementation/protéger/liste-des-produits-de-biocontrôle>. Sur la plateforme Ephy de l'ANSES (<https://ephy.anses.fr/>), on retrouve les produits de biocontrôle avec un sigle particulier (en illustration). Les deux critères d'origine naturelle et de moindre impact sur l'environnement et la santé (liste de phase de risque et de dangers qui éliminent les produits : H3 et H4) sont appliqués pour qualifier le produit de biocontrôle.



logo biocontrôle sur Ephy pour identifier les produits

L'IFV rédige une fiche qui recense les produits de biocontrôle utilisables en viticulture et mentionnés dans la liste officielle des produits de biocontrôle (au centre de ce cahier) et téléchargeable sur le site <https://www.vignevin.com/article/liste-des-produits-de-bio-contrôle-homologues-en-viticulture-avril-2022/>

Les 4 catégories du biocontrôle

Plusieurs notions importantes découlent de la définition des produits de biocontrôle :

- ▶ **Les macro-organismes** : cette catégorie concerne les organismes vivants visibles à l'œil nu (macro) qui ont une action en protection des cultures. Les modes d'actions sont divers : prédation généraliste ou spécialisée (exemple larves de coccinelle ou de chrysopes), parasitisme (le parasite utilise un moment du cycle de l'hôte pour réaliser son propre cycle de développement). En viticulture, le seul exemple de macro-organisme commercialisé spécifiquement est le micro-hyménoptère Trichogramme (voir fiche) pour lutter contre les tordeuses de la grappe.

NB : les macro-organismes ne sont pas mentionnés dans la liste biocontrôle car ils ne sont pas considérés comme des produits phytopharmaceutiques avec AMM.

- ▶ **Les micro-organismes** sont des êtres vivants microscopiques, invisibles à l'œil nu (micro). Parmi eux on peut citer les bactéries, champignons, levures... Leurs modes d'action sont variés et parfois combinés : compétition spatiale,



L'usage des macro et micro-organismes relève de la lutte biologique : on utilise des êtres vivants pour protéger les cultures des maladies ou ravageurs.

compétition nutritive, antibiose (sécrétion dans le milieu de molécules toxiques pour les autres micro-organismes) ou encore stimulation des défenses de la plante.

- ▶ **Les médiateurs chimiques** sont des substances naturelles qui participent à la communication entre une même espèce (phéromones) ou entre des espèces différentes (kairomones). Ces substances sont généralement libérées dans l'environnement et captées par des récepteurs chez les organismes concernés, elles peuvent avoir des fonctions dans le cycle de reproduction, des rôles d'attractifs ou de répulsifs. En viticulture, l'usage des phéromones des papillons de tordeuses de la grappe est utilisé pour réaliser la confusion sexuelle.
- ▶ **Les substances d'origine naturelle** : cette dernière catégorie rassemble tous les autres produits à base d'extraits naturels, avec des origines minérale, animale ou végétale. Ils peuvent être plus ou moins purifiés et formulés (extraits bruts, isolats de molécules particulières...). Les modes d'actions sont nombreux : action biocide directe, changement de l'environnement ou du milieu, barrière physique, stimulation des défenses de la plante...

Quelques confusions à éviter

- ▶ **L'Agriculture Biologique et le biocontrôle** : il n'y a pas de lien entre l'autorisation des produits en usage en Agriculture Biologique (AB) et la liste des produits de biocontrôle. Ainsi certains produits de biocontrôle peuvent être utilisables en AB et non listés biocontrôle (exemple : produits cupriques ou les insecticides à base de spinosad), et certains produits de biocontrôles ne sont pas autorisés en AB (les phosphonates contre le mildiou ou un désherbant à base d'huile de colza). Une grande majorité des produits de biocontrôle sont utilisables en AB mais il faut rester vigilant en consultant les documents de référence (lien Cahier ITAB INAO des intrants AB) ou sur Ephy.
- ▶ **Biocontrôle et biostimulants** : le statut biocontrôle concerne des produits phytopharmaceutiques, avec un usage de protection des cultures. Les biostimulants sont des produits relevant de la norme MFSC (Matières Fertilisantes et Supports de Culture), ils ne doivent pas revendiquer d'effets sur les maladies et les ravageurs, leur usage concerne la vitalité de la plante et la lutte contre des stress abiotiques (stress hydrique, carences, etc...). Les deux catégories sont donc clairement différenciées.



Zoom sur la R&D en cours

Le projet MISTIC étudie la relation entre l'emploi de biostimulants et des biocontrôles pour obtenir une meilleure protection de la vigne. L'objectif est d'obtenir un bon état nutritionnel de la vigne pour qu'elle puisse mieux répondre aux attaques des bio-agresseurs mais aussi à la stimulation des défenses par l'application de SDP.



Comment compter l'IFT des produits de biocontrôle ?



Les produits de biocontrôle sont des produits phytopharmaceutiques et officiellement leur usage est donc compté dans l'IFT total comme les autres produits sous AMM. Néanmoins pour permettre de comparer les itinéraires et faire apparaître le recours au biocontrôle, on peut présenter l'IFT en parlant d'IFT global dont IFT biocontrôle (part du biocontrôle dans l'IFT, en nombre d'IFT ou en pourcentage).

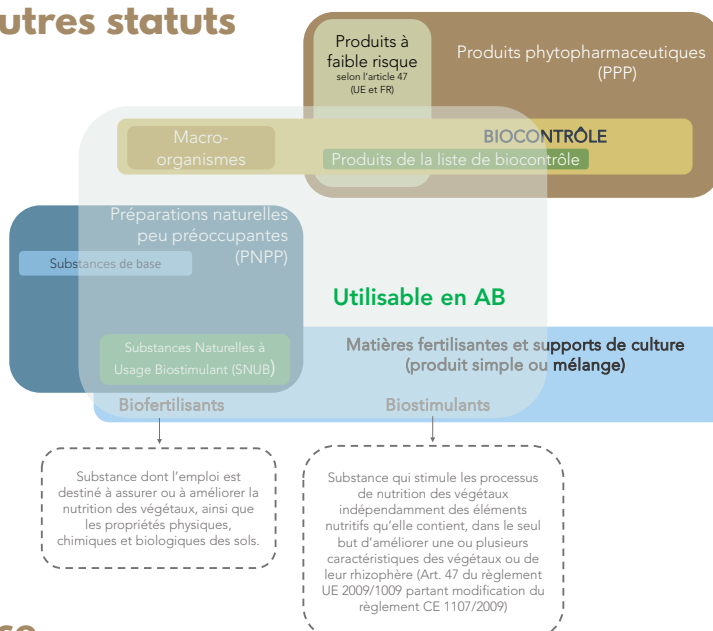
NB : Certains cahiers des charges de certifications environnementales (HVE par exemple) demandent un IFT maximum hors produits de biocontrôle. Il est alors d'autant plus important de calculer votre IFT biocontrôle séparément et d'avoir une idée de son poids dans l'IFT total sur votre parcelle.

En haut, page de gauche : macro-organisme (chrysope)
En bas, page de gauche : micro organisme
Ci-contre, en haut : substances naturelles (diffuseur de phéromones)
Ci-contre, à droite : médiateurs chimiques
crédits photos : IFV

Le biocontrôle au sein des autres statuts

Le statut biocontrôle se mêle à d'autres familles de produits et de réglementation.

A droite : schéma des différents statuts et positionnement réglementaire des produits de protection ou biostimulants (source CA33)



Le cas des substances de base



Les substances de base sont des produits à usage majoritaire non agricole (aliments, plantes...) qui peuvent avoir un intérêt pour protéger les cultures. Ces produits sont recensés dans une liste positive qui détaille leur usage (bioagresseur visé et culture concernée) et le type de recette pour leur application. Les substances de base peuvent être utilisées avec des recettes simples le plus souvent à base d'eau (Préparation Naturelle Peu Préoccupante). Ces substances, qui n'ont ni d'effets nocifs immédiats ou différés sur la santé humaine et animale, ni d'effets inacceptables sur l'environnement, pourront être utilisées après avoir été approuvées par l'Europe suite à un dépôt de dossier prouvant le respect du règlement CE n°1107/2009.

Préparation artisanale d'une tisane à base de saule (IFV)



Substance	Type de préparation	Usages	Utilisables AB
Prêle	Purin, tisane, pulvérisation	Mildiou, Oïdium	AB
Ortie	Purin, tisane, pulvérisation	Mildiou, Acariens	AB
Saule	Décoction, pulvérisation	Mildiou, Oïdium	AB
Sel (NaCl)	Pulvérisation	Oïdium, Eudemis	AB
Bière	Piège	Escargots et limaces	AB
Lécithines	Pulvérisation	Mildiou, Oïdium	AB
Talc	Pulvérisation	Oïdium	
Charbon argileux	Enfouissement dans le sol	Maladies du bois	
Lait de vache	Pulvérisation	Oïdium	AB
Bicarbonate de sodium	Pulvérisation	Oïdium	AB
Lactosérum	Pulvérisation	Oïdium	AB
Fructose	Pulvérisation	Mildiou, Cicadelle	AB
Saccharose	Pulvérisation	Mildiou, Cicadelle	AB
Chitosane HCl	Pulvérisation	Champignons et bactéries	AB

En viticulture, on dispose de quelques substances de base homologuées, dont les plantes emblématiques (prêle, ortie et saule). Les usages mentionnés sont parfois anecdotiques ou difficilement généralisables (par exemple le sel contre les tordeuses), il convient d'être vigilant. Néanmoins, on dispose d'un réservoir intéressant de produits alternatifs.

L'ITAB contribue activement à l'enregistrement de nouvelles substances. Le site <http://substances.itab.asso.fr/> présente toutes les substances de base et leurs usages en agriculture, avec un volet spécial viticulture.

Autres méthodes pouvant s'apparenter au biocontrôle

D'autres solutions ne font pas appel à l'application de produits mais leur démarche générale répond à la définition du biocontrôle, à savoir une modification des équilibres défavorable au bioagresseur.

- ▶ **La lutte physique** rassemble les moyens mécaniques pour contrôler le développement des maladies ou des ravageurs. Elle permet généralement une rupture importante. Il faudra néanmoins rester vigilant sur les autres effets potentiels de ces outils (consommation d'énergie, impacts collatéraux sur la biodiversité...) pour trouver un véritable équilibre qui permette de les intégrer dans un système de protection durable.

Le Viti-Tunnel est un dispositif créé par la société MO.DEL, en Gironde, qui permet de couvrir automatiquement les rangs de vigne lors des pluies pour éviter l'eau libre nécessaire à la contamination par les pathogènes pluvio-dépendants comme le mildiou et le black-rot. Depuis 2019, un réseau de 10 parcelles en Gironde a montré une bonne protection contre le mildiou du dispositif (sans aucun traitement anti-mildiou). https://www.matevi-france.com/uploads/tx_matevibase/Vititunnel_matevi_2021.pdf

La société UV Boosting commercialise un appareil tracté ou sur enjambeur qui génère des rayons UV-C pour stimuler les défenses de la vigne. L'objectif est d'obtenir un « traitement de fond » qui rende la vigne moins sensible aux maladies et de l'accompagner avec un itinéraire réduit en produits phytosanitaires. <https://agriculture.gouv.fr/video-des-flash-uv-c-pour-la-sante-des-plantes>

Le désherbage mécanique permet de ne pas employer de produits herbicides. Des pistes de développement sont apparues depuis les restrictions sur l'emploi du glyphosate : désherbage électrique (passage d'un courant dans le sol pour détruire intégralement les adventices) ou le désherbage par micro-ondes.

Des travaux de lutte physique sont aussi en cours pour lutter contre la cicadelle vectrice de la Flavescence dorée. La confusion vibratoire, à l'étude en Italie, utilise des petits modules motorisés qui créent des vibrations sur les fils de palissades et interfèrent avec les fréquences émises par les cicadelles femelles pour attirer les mâles. D'autre part, dans le sud-est de la France, l'aspiration des jeunes larves de cicadelle est testée par la Chambre d'Agriculture des Bouches du Rhône (Projet VACUUM BUG).

- ▶ **La lutte biologique par conservation** est un moyen indirect de favoriser la biodiversité générale et l'implantation d'auxiliaires pour limiter les populations de ravageurs sur la vigne. Certaines solutions sont directes comme l'implantation de haies, les semis de couverts végétaux, l'installation de nichoirs... Le choix des produits de traitements, le type de conduite du vignoble ou encore les types d'interventions peuvent avoir un impact sur la biodiversité. Actuellement, des travaux sont conduits pour connaître et qualifier les leviers qui permettent une augmentation de la biodiversité et surtout de la faune auxiliaire.



Tipyri (IFV)

A la fin des années 1990, des études, dont des inventaires faunistiques, sur les acariens phytophages ont permis de montrer que leurs prédateurs naturels (Typhlodromes) pourraient être présents sur les parcelles de vigne mais qu'ils étaient sensibles à bon nombre de produits phytosanitaires appliqués durant la saison. Les résultats ont permis de modifier les pratiques et permettre un retour de ceux-ci sur les parcelles, constaté dès le début des années 2000.

https://ecophytopic.fr/sites/default/files/actualites_doc/Des%20typhlodromes%20dans%20le%20vignoble%20la%20meilleure%20des%20protections%20acaricides_TC.pdf

- ▶ **Les moyens prophylactiques** permettent de modifier l'environnement pour qu'il soit moins favorable au développement des bio-agresseurs. L'effeuillage (élimination des feuilles au niveau de la zone des grappes) permet de modifier le micro-climat de la zone fructifère (moins humide, plus exposé au vent et à la lumière) pour défavoriser les maladies cryptogamiques. Il favorise la pénétration des produits phytosanitaires au cœur des grappes. Le rognage et l'écimage éliminent régulièrement les jeunes feuilles très sensibles aux attaques de mildiou et d'oïdium. Le raisonnement de la fertilisation diminue la sensibilité à la pourriture grise. L'épamprage des souches limite les zones refuges pour les larves de *Scaphoideus titanus* et les risques de contaminations par le mildiou. Les techniques de taille douce, la taille Poussard ou le curetage atténuent l'impact des maladies du bois et la mortalité des ceps. Ces techniques sont bien connues et très employées par les viticulteurs.

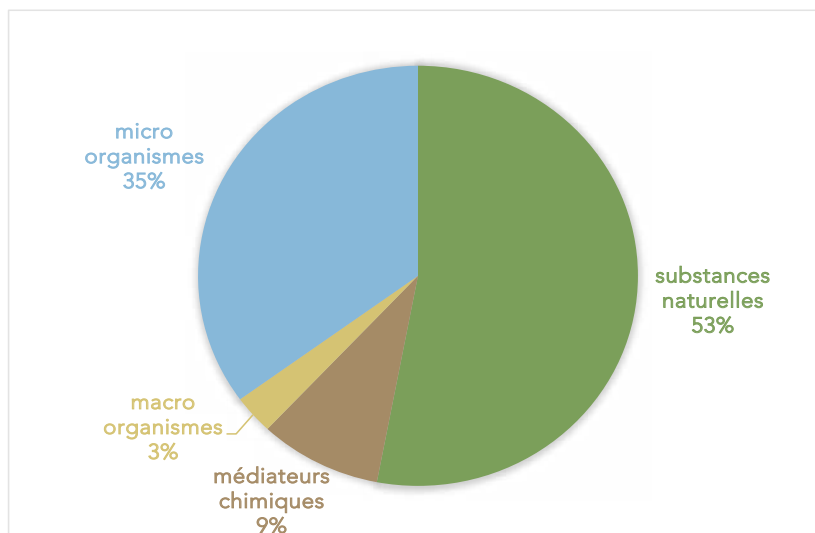


Zoom sur la R&D en cours

Le projet PROFIL étudie la lutte contre les maladies cryptogamiques en ciblant les formes de conservation hivernales de celles-ci contenues dans les feuilles, ou sur les troncs puis dans le sol. L'objectif est de ramasser les feuilles avant qu'elles ne soient enfouies, de les composter et de les restituer à la parcelle. Cette méthode, si elle est validée, viendrait étendre la période de lutte contre les maladies cryptogamiques en ciblant une période généralement peu valorisée contre ces bioagresseurs.

LES PRODUITS DE BIOCONTRÔLE DISPONIBLES EN VITICULTURE

Panel des produits de biocontrôle disponibles en viticulture



Répartition des substances actives de biocontrôle utilisables en viticulture (d'après la liste biocontrôle mai 2022)



Nombre de produits (spécialités commerciales) biocontrôle utilisables en viticulture (d'après la liste biocontrôle mai 2022)

Actuellement en viticulture, les principales grandes familles de substances actives disponibles sont à base de substances naturelles (55%) et de micro-organismes (36%). Ces derniers peuvent se décliner en de nombreuses souches (notamment dans la catégorie des Bacillus). Les médiateurs chimiques et les macro-organismes sont peu nombreux (un seul exemple de macro-organisme Trichogramme et trois phéromones de papillon Eudemis, Cochylys et Cryptoblabes).

En termes de produits commerciaux disponibles, le soufre compte de nombreuses spécialités commerciales (26). Les médiateurs chimiques (confusion sexuelle) comptent de nombreuses solutions de diffuseurs passifs (16) mais on note l'apparition d'aérosols (ou puffers, 5 produits disponibles) et un produit pulvérisable. Enfin pour les micro-organismes, la famille des Bacillus rassemble 15 spécialités, on trouve ensuite d'autres micro-organismes plus variés (champignons, levures, autres bactéries).



Zoom sur la R&D en cours

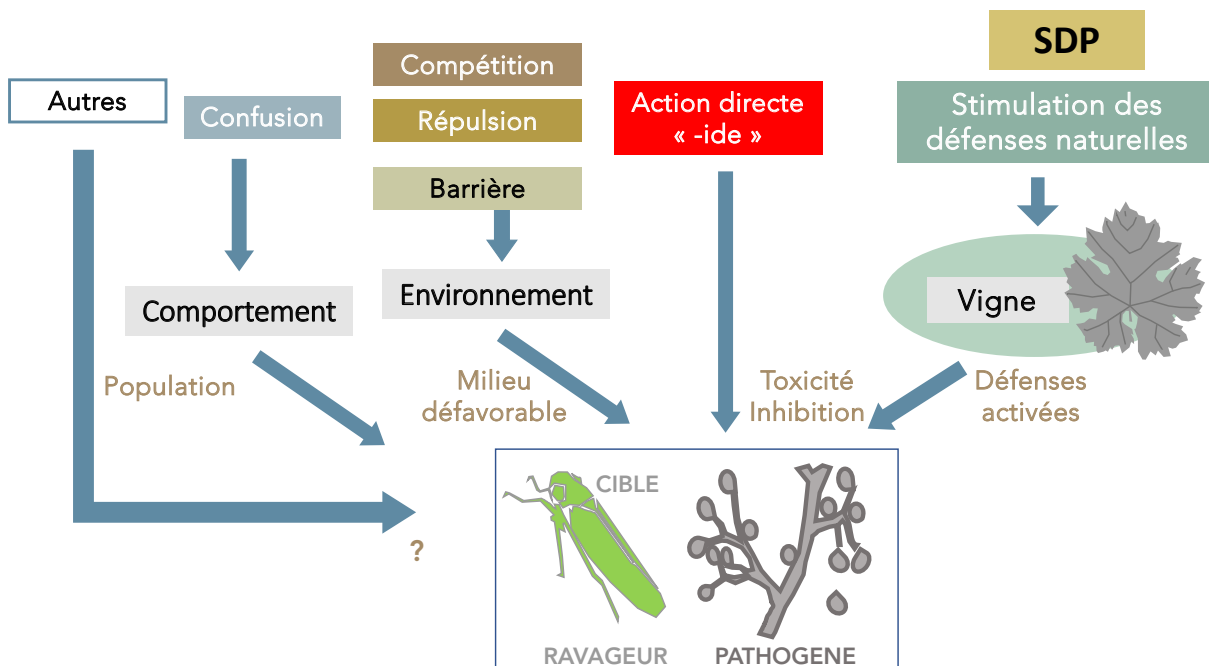
Le projet **Zéro Black-Rot** a pour objectif de trouver des alternatives incluant des produits de biocontrôle pour lutter contre le black-rot en testant notamment ceux homologués pour d'autres bioagresseurs, déjà présents sur la liste biocontrôle. Des stratégies seront proposées avec les meilleurs candidats, associées à la modélisation du risque black-rot et selon différents systèmes (AB, variétés résistantes, conventionnel). Si la liste biocontrôle paraît fournie, les solutions disponibles ne sont pas toutes au même degré de maturité et de maîtrise au vignoble. Les produits peuvent se diviser en deux grandes catégories : les produits « historiques » qui étaient déjà bien développés avant le statut biocontrôle et les nouveaux qui émergent avec l'apparition du statut biocontrôle.

Des modes d'action très diversifiés



Les produits de biocontrôle présentent des modes d'action très divers et parfois éloignés des modes d'action (généralement biocides) des produits phytopharmaceutiques classiques. Certains procurent des actions indirectes de protection en passant par des modifications de la plante (SDP) ou de l'environnement (barrière physique, confusion sexuelle...) sans effet direct sur le ravageur ou pathogène.

- **Les actions biocides directes** : ces actions agissent directement sur l'intégrité ou les fonctions vitales du bioagresseur et entraînent sa mort.
 - **Les modifications de l'environnement** : l'environnement du bioagresseur est modifié, ce qui empêche son développement et contribue à la diminution de sa population.
 - **La perturbation du comportement** : le comportement des populations du bioagresseur sont modifiées ou perturbées par les produits.
- La lutte biologique est définie par l'utilisation d'organismes vivants pour lutter contre les bioagresseurs des cultures.



Les différents modes d'action des produits de biocontrôle (IFV)

Focus sur la stimulation des défenses de la plante

Principe général

Les Stimulateurs des Défenses des Plantes sont des composés ou des micro-organismes capables d'activer (ou « éliciter ») les propres défenses de la vigne, pour procurer ainsi une protection contre les bio-agresseurs. La stimulation des défenses des végétaux est très étudiée depuis des dizaines d'années et de nombreux articles scientifiques décrivent de bons résultats lors d'expérimentation en conditions contrôlées. La vigne est un modèle intéressant, notamment parce que certaines de ses propriétés défensives sont connues : par exemple la synthèse de métabolites secondaires de défenses comme les polyphénols : stilbènes, flavonoïdes... Cette méthode de lutte est réellement innovante et alternative car elle agit de façon indirecte sur le pathogène, par le biais de la réaction de la vigne. On est très proche finalement des variétés résistantes qui, pour certaines, disposent des mêmes réactions de défense.

Les SDP se divisent en trois catégories (schéma) : les composés qui miment une attaque d'un pathogène (exemple : les oligo-saccharides, fragments de parois végétales ou de micro-organismes qui sont libérés lors des infestations), les composés type phytohormones (action au niveau de la régulation des messagers chimiques de la mise en place des réactions de défense) et enfin la génération de stress au niveau local (oxydation par exemple). La stimulation des défenses peut se faire au niveau de la plante entière (messages systémiques) ou seulement au niveau local où a lieu l'élicitation.

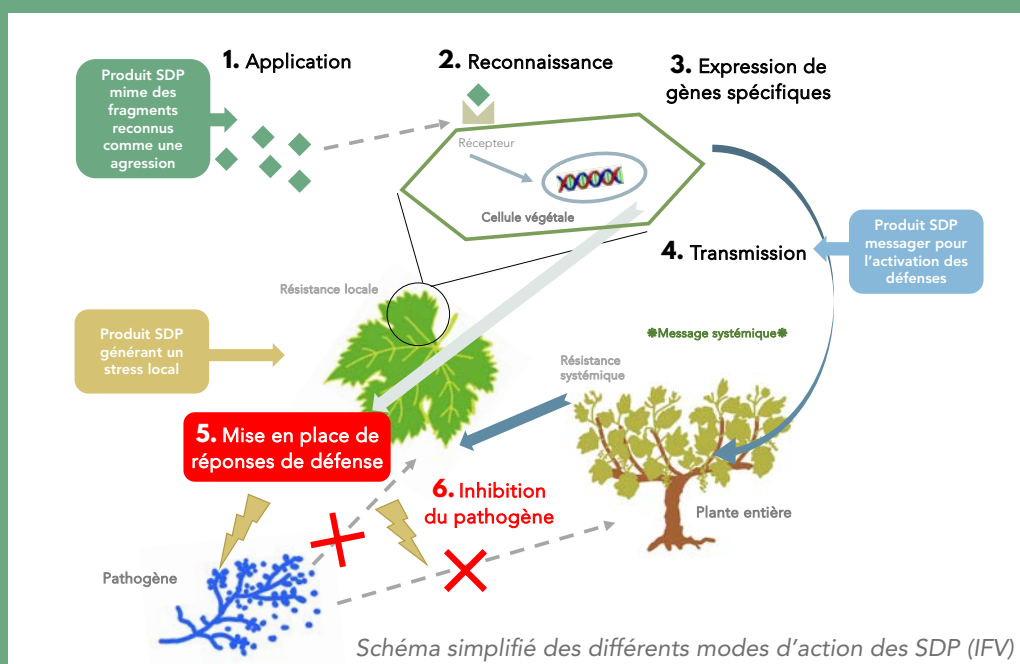
Les SDP en viticulture

Actuellement, on retrouve des produits à mode d'action SDP dans la liste des produits homologués biocontrôle (COS-OGA, Cerevisane, *Bacillus subtilis*, les phosphonates...).

Pour aller plus loin : <https://www.elicitra.org/>
Le **RMT ELICITRA** (2010-2018) s'est constitué spécifiquement sur les questions de la stimulation des défenses des cultures. Il propose des ressources et supports sur les SDP (présentations, états des lieux et problématiques de recherche).

Si les effets et les capacités de protection des SDP sont bien connus et documentés par de nombreuses recherches en conditions contrôlées, les résultats en conditions de production restent plus mitigés avec une variabilité très importante dans la protection, voire des échecs. Il semble que les facteurs larges de l'environnement et la physiologie de la vigne ont une influence sur la mise en place des mécanismes de défense et leur succès de protection.

Le point crucial de la recherche sur les SDP se situe au niveau du transfert de la stratégie au vignoble : comment positionner au mieux ces produits pour qu'ils produisent une élicitation maximale de la vigne et assurent une protection ? Quels facteurs permettent une bonne expression des défenses, lesquels peuvent l'inhiber ? Une autre question importante au vignoble se pose lors de l'application d'un SDP : comment savoir si la vigne a mis en place ses défenses ? Plusieurs projets de recherche ont tenté de trouver un indicateur pertinent et simple, utilisable au vignoble, pour valider l'action SDP.



Le **projet DEFISTIM** (2010-2013) a rassemblé l'INRAE, des instituts et centres techniques de différentes filières et des entreprises pour étudier plus finement le transfert de produits SDP vers l'utilisation en conditions de production. Le projet a permis notamment de déboucher sur l'adaptation d'un outil biomoléculaire appelé puce Q-PFD (créé par l'INRAE d'Angers sur pommier) utilisable sur pomme de terre, blé et vigne. Elle permet à partir d'un échantillonnage simple de feuilles au vignoble, de quantifier l'expression de 28 gènes spécifiques des défenses, et ainsi obtenir l'état d'activation des défenses au moment du prélèvement. Cet outil est breveté et utilisé par plusieurs structures de recherche dont Vegenov (Bretagne) et le pôle de compétitivité Végépolys (Val de Loire).

Le **projet CODEVI-SDP** mené entre les vignobles bordelais et bourguignon a étudié les Composés Organiques Volatiles (COV) émis par la vigne comme marqueurs de l'élicitation. Pour capturer ces petites molécules, les partenaires ont utilisé des petits barreaux aimantés disséminés dans la végétation quelques jours après le traitement avec un produit SDP. Les résultats obtenus sont très positifs en milieu contrôlé (boutures foliaires de vigne en atmosphère confinée), une douzaine de COV a été identifiée de façon récurrente avec différents produits SDP. Au vignoble, dans une atmosphère ouverte, la capture des COV s'est révélée décevante, conduisant à finalement ensacher les rameaux pour confiner l'atmosphère dans laquelle les capteurs étaient placés. Les résultats des conditions contrôlées n'ont pas été pleinement retrouvés mais des pistes d'investigation ont été lancées. Elles ont été reprises dans le projet ABA-PIC pour approfondir les résultats et la méthodologie de capture au vignoble.

<https://www.vinopole.com/wp-content/uploads/2022/05/Aveline-et-al-COV-CODEVI-SDP-Innov-Agro-2022.pdf>



Ensachage de rameaux au vignoble pour mesurer les COV émis par les feuilles de vigne (IFV)



Serre expérimentale IFV CTIFL de la plateforme ABA PIC à Balandran dans le Gard (IFV)



Zoom sur la R&D en cours

Dans le cadre du projet **ABA-PIC**, l'IFV et le CTIFL ont construit une plateforme pour évaluer les solutions de biocontrôle (dont des SDP) sur vigne adulte en conditions contrôlées. 5 cépages (dont un résistant) ont été sélectionnés afin d'apporter une réponse à la question physiologique vis-à-vis de l'efficacité des produits. Des zones permettent de faire varier les conditions (brumisation, humidité, température). Chaque zone comprend 2 compartiments qui permettent de faire varier le paramètre à étudier et de comparer les réponses. L'année 2022 a permis de mettre au point les méthodologies. L'activation des gènes de défenses via l'application de SDP est évaluée par la méthode qPCR. Des essais biologiques d'efficacité peuvent être conduits en parallèle au laboratoire. L'intérêt de cette plateforme est de pouvoir apporter des informations sur les facteurs de succès et d'échec des produits de biocontrôle, qui apparaissent comme fortement climato dépendants.

Quelle efficacité des solutions de biocontrôle au vignoble ?

Actuellement, la liste des produits de biocontrôle utilisables en viticulture comporte de nombreux produits contre les principaux ravageurs et maladies, on note qu'il n'existe pas de solution homologuée pour le black-rot.

- ▶ **Les produits « historiques »** : Dans la liste, ils étaient déjà présents dans la pharmacopée : la confusion sexuelle contre les tordeuses, le soufre contre l'oïdium, les insecticides à base de Bt, les phosphites contre le mildiou... Les effets de ces produits sont bien connus ainsi que leurs limites d'efficacité et les facteurs clés qui permettent d'optimiser leur usage.
- ▶ **Les produits émergents** : Ils bénéficient de moins d'antériorité que les précédents. Ils sont parfois basés sur des modes d'action plus complexes et indirects comme la stimulation des défenses ou l'usage de micro-organismes vivants. Leurs applications sont plus difficiles à maîtriser car elles sont liées à de nombreux facteurs de variation (physiologie de la plante, climatologie générale et micro-climat au niveau des grappes et du feuillage...). Les essais réalisés peuvent conduire à des résultats inter millésimes très variables sur leur efficacité de protection empêchant une généralisation des conclusions.

Ce qu'il faut retenir

L'emploi du biocontrôle n'est qu'un levier pour diminuer le recours aux intrants classiques et réduire l'impact de l'itinéraire de protection sur la santé et l'environnement. Il ne faut pas oublier tous les autres leviers essentiels, dont certains sont indispensables à mettre en œuvre et d'autant plus lors d'un éventuel usage des solutions de biocontrôle :

- Appliquer d'abord les méthodes prophylactiques pour diminuer la pression des bioagresseurs sur la parcelle (travaux en vert, gestion de la fertilisation, gestion de l'entretien de parcelle...)
- Avoir un matériel de pulvérisation efficace et bien réglé, pour une répartition de la pulvérisation optimisée en qualité et en quantité
- Raisonner les apports selon la pression parasitaire : bien connaître l'état sanitaire de ses parcelles (observations régulières)
- Utiliser des OAD



Zoom sur la R&D en cours

L'Unité Mixte Technologique SEVEN (Santé des Ecosystèmes Viticoles Economes en intraNts) associe depuis 2018 l'INRAE de Bordeaux, l'IFV et Bordeaux Sciences Agro pour étudier et développer des solutions de réduction des intrants dont l'utilisation du biocontrôle au travers de divers projets collaboratifs.

<https://www6.inrae.fr/umt-seven/>

Détail par maladies et ravageurs

Oïdium (*Erysiphe necator*)



Symptômes d'oïdium sur feuilles et sur baies (IFV)

L'oïdium se développe sur les feuilles et les grappes durant la période végétative, l'essentiel de son développement se fait sur la surface des organes végétaux par un mycélium blanc grisâtre avec un aspect de poudre caractéristique (photo). L'oïdium a besoin de conditions humides et chaudes mais sans pluies lessivantes et de temps couvert ou d'ombre (il est sensible à la lumière solaire directe). Sur les formes sévères d'attaque, il peut conduire à l'éclatement des baies vertes. Certains cépages sont plus sensibles à l'oïdium (Chardonnay, Grenache...) et les conditions climatiques méditerranéennes sont généralement plus propices à sa forte installation.



Noms commerciaux	Catégorie	Principe actif	Mode d'action	Utilisable AB
Nombreuses spécialités de soufre mouillable et soufre poudrage (+)	Substance naturelle	Soufre	Fongicide	AB
Armcarb / Karbicure	Substance naturelle	Hydrogénocarbonate de potassium	Choc osmotique/ pH sur spores et mycelium	AB
Vitisan / Agritisan	Substance naturelle	Hydrogénocarbonate de potassium	Choc osmotique/ pH sur spores et mycelium	AB
Essen'ciel/ Limocide/ Auran'ciel /Limoil	Substance de base	Huile essentielle d'orange	Fongicide	AB
Prev Gold	Substance de base	Huile essentielle d'orange	Fongicide	AB
Fytosave / Messenger/ Blason / Bastid	Substance naturelle	COS OGA	Stimulateur des défenses (SDP)	AB
Romeo / Actileaf	Substance de base	Cerevisane (parois de levures)	Stimulateur des défenses (SDP)	AB
Vinivax / Plantvax	Substance naturelle	Laminarine	Stimulateur des défenses (SDP)	AB
Sonata	Micro-organisme	<i>Bacillus pumilus</i> QST 2808	Antibiose	AB
Taegro	Micro-organisme	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> s. FZB24	Antibiose et SDP	AB

Les produits de biocontrôle disponibles*

Parmi les solutions disponibles, on retrouve le soufre qui dispose de nombreuses spécialités commerciales et diverses formulations (poudrage, poudre mouillable, liquide).

Deux autres types de produits à action directe fongicide sont homologués : les bicarbonates de potassium et l'huile essentielle d'orange douce. Le bicarbonate de potassium va se remettre en solution avec l'eau (pluie, rosée) et modifier fortement le pH pour conduire à l'éclatement des cellules de l'oïdium (choc osmotique). L'huile essentielle d'orange a une action desséchante et directe sur le mycélium et les spores. Trois produits à mode d'action SDP (voir partie SDP) sont listés : le COS-OGA, la Laminarine et la Cerevisane. Enfin, on note deux produits à base de micro-organismes de la famille des Bacillus.

Quelles solutions ?

Le soufre est historiquement employé contre l'oïdium et confère une bonne protection avec un effet préventif mais aussi stoppant sur de l'oïdium déclaré. Si la plupart des produits à base de soufre sont homologués à des doses importantes (12 kg/ha ou plus pour des poudrages), on assiste dans la pratique à une rationalisation des doses (en dessous de 6 kg/ha). D'autres solutions à action directe telles que le bicarbonate et l'huile d'orange ont montré de bons résultats sur divers essais seuls et en association avec des faibles doses de soufre. Dans le Bordelais, sur des parcelles à historique moyen d'oïdium, le bicarbonate de potassium et l'huile d'orange douce ont permis de protéger la vigne sur toute la saison (projet Alt'Fongi Biocontrôle – Essais 2019 et 2020 https://www.vinopole.com/wp-content/uploads/2022/05/UG_Alt_Fongi.pdf). Les produits à mode d'action SDP et à base de micro-organismes n'avaient pas donné de bons résultats de protection dans nos conditions d'essais.

Dans le cadre du projet RESAP en Occitanie, l'intérêt du bicarbonate de potassium et de l'huile d'orange douce ont été aussi observés, notamment sur des applications en début de saison avant la floraison. Les résultats avancent aussi l'effet freinant sur oïdium déclaré. L'efficacité n'est néanmoins pas suffisante en cas de forte pression et demande une complémentation avec un fongicide classique. Les produits SDP (Cerevisane et COS-OGA) ont montré un intérêt sur des faibles pressions et en positionnement strictement préventif.

Il est donc possible dès aujourd'hui de proposer un itinéraire de protection 100% biocontrôle pour lutter contre l'oïdium, à base de soufre combiné à l'utilisation de produits à action directe sur le champignon (bicarbonate, huile d'orange). Une nuance est à apporter sur des cas particuliers d'usage de soufre limité (cahier des charges Cognac). Enfin, il faut rester vigilant sur l'emploi de ces solutions qui peuvent se révéler agressives pour la vigne et engendrer des phytotoxicités (brûlures lors de fortes chaleurs notamment).

Le projet BEE a construit des stratégies de traitements contre l'oïdium en n'utilisant que des produits de biocontrôle. La stratégie de protection évolue selon la pression de l'oïdium : emploi de micro-organismes en cas de pression faible, bicarbonate de potassium ou huile d'orange douce en pression modérée, puis un recours au soufre lorsque la pression devient forte. Cette règle de décision a permis de protéger correctement les parcelles du réseau sur différents vignobles <https://ecophytopic.fr/sites/default/files/2022-03/2022.03.10%20Webinaire%20DEPHY%20EXPE.PDF>.

Observation microscopique d'une chaîne de conidies d'*Erysiphe necator* parasitée par *Ampelomyces quisqualis*. Le renflement à la base contient les spores d'*Ampelomyces* (IFV)

Perspectives :

L'utilisation d'*Ampelomyces quisqualis*, un hyperparasite des oïdiums est à l'étude, suivant différentes modalités d'utilisation. L'application directe comme produit de biocontrôle des spores de ce champignon, malgré de nombreuses tentatives en ce sens, ne permet pas de contrôler l'oïdium de manière satisfaisante. En effet, c'est un parasite obligatoire, il faut donc que l'oïdium soit déjà présent, mais pas trop développé, ce qui implique une détection très précoce des premières contaminations, souvent compliquée à réaliser au champ. La seule spécialité commerciale à base d'*Ampelomyces*, AQ10, n'est actuellement pas homologuée sur vigne en France, et n'est plus commercialisée, malgré une homologation sur quelques cultures mineures.

Une piste d'utilisation vise les formes de conservation (cléistothèces) en fin de saison permet de décaler le démarrage de l'épidémie d'une à trois semaines (résultats obtenus par une équipe en Italie mais pas retrouvés dans des essais conduits en Val de Loire par l'IFV). Une autre approche est actuellement étudiée à l'IFV d'Angers.

Il s'agit de favoriser l'implantation de l'hyperparasite sur les parcelles de vigne afin de diminuer globalement la pression de l'oïdium. Des plantes porteuses d'oïdiums (différents de celui de la vigne) servent de réservoir à *Ampelomyces*. Une étude est en cours sur une parcelle plantée en 2019, dans le cadre d'un essai système pour le projet DIVERVITI. Diverses structures agroécologiques (haies, arbres, couverts végétaux) comprenant des plantes sensibles à l'oïdium, sont installées afin de diversifier les zones refuges pour *Ampelomyces*. Des souches locales d'*Ampelomyces* seront identifiées et multipliées et réintroduites, afin d'initier le système. Cette approche pourrait permettre de réduire la pression oïdium sur la vigne et faciliter l'utilisation d'autres produits de biocontrôle. S'agissant d'une approche système, c'est bien une combinaison de leviers qui est à envisager, comme souvent avec les produits de biocontrôle.



Mildiou (*Plasmopara Viticola*)



Symptômes de mildiou sur grappes (Crédit photo Ephytia) et sur feuille (Crédit photo IFV)

Le mildiou est un oomycète très présent dans les vignobles à influence océanique. Il a besoin de précipitations et d'eau libre sur les organes végétaux pour pouvoir contaminer les tissus. Il est plus difficile à contrôler car les contaminations paraissent très chaotiques et intenses selon les épisodes pluvieux.

Les produits disponibles



Noms commerciaux	Catégorie	Principe actif	Mode d'action	Utilisable en AB
LBG-01F34 / Etonan / Pertinan / Alucinan / Facinan	Substance naturelle	Phosphonate de potassium	Fongicide et SDP	
Phytosarcan/ Kerala	Substance naturelle	Phosphonate de potassium	Fongicide et SDP	
Fosika / Milfos	Substance naturelle	Phosphonate de potassium	Fongicide et SDP	
Savial Forte / Mikonos/ Cuneb	Substance naturelle	Phosphonate de potassium	Fongicide et SDP	
Ceraxel / BCPC358FC	Substance naturelle	Phosphonate de potassium	Fongicide et SDP	
Redeli / Sirius / Fructial	Substance naturelle	Phosphonate de potassium	Fongicide et SDP	
Messenger/ Blason / Bastid / Bstim	Substance naturelle	COS-OGA	Stimulateur des défenses (SDP)	AB
Fytosave /Esdéaine	Substance naturelle	COS-OGA	Stimulateur des défenses (SDP)	AB
Romeo / Actileaf	Substance naturelle	Cerevisane (parois de levures)	Stimulateur des défenses (SDP)	AB
Essen'ciel/ Limocide/ Auran'ciel /Limoil	Substance naturelle	Huile essentielle d'orange	Fongicide	AB
Taegro*	Micro-organisme	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> s. FZB24	Antibiose et SDP	AB

* Homologué mais non commercialisé pour cet usage

Les phosphonates

Plusieurs produits à base de phosphonates sont homologués, on trouve deux types de produit : phosphonate de potassium ou phosphonate de disodium. Les produits à mode d'action SDP strict (voir partie SDP) sont le COS-OGA et le Cerevisane. Ils sont reconnus par la plante comme un signal d'agression et provoquent une activation des défenses. L'huile essentielle d'orange douce agit directement sur le mildiou en desséchant les spores et le mycélium. Enfin un micro-organisme (*Bacillus*...) est homologué contre le mildiou mais il n'est pas développé commercialement pour cet usage (centré sur oïdium et pourriture grise).

Les phosphonates sont des molécules de type PO₃ associées à différents ions (Na²⁺ ou K⁺). Compte tenu de sa moindre efficacité sur la récolte, le phosphonate historique est le fosetyl d'aluminium, connu depuis les années 1980 (non biocontrôle), régulièrement associé dans des spécialités commerciales à des fongicides synthétiques de contact (folpel notamment) ou pénétrant (cymoxanil...). Le mode d'action des phosphites est double : il stimule les défenses de la plante et il est fongicide. Son atout principal réside dans sa forte systémie : il rentre dans les organes végétaux et se déplace au sein de la plante via les vaisseaux conducteurs.

Des travaux récents en Gironde (projet Alt'Fongi Biocontrôle 2018-2020) montrent un gain d'efficacité des phosphites contre le mildiou en association avec un fongicide cuprique. Ces résultats confirment de nombreux autres essais réalisés dans d'autres régions (IFV Sud-Ouest).

Les phosphites induisent des résidus d'acide phosphonique dans la vendange. Leur usage est limité à une quantité de 10 kg/ha/an et souvent le nombre d'applications d'un produit est limité dans la saison. Les phosphonates ne sont pas autorisés en viticulture biologique.

Quelles solutions ?

Actuellement, aucun produit de biocontrôle ne peut se substituer intégralement aux solutions phytopharmaceutiques classiques pour lutter contre le mildiou dans le cadre d'une pression moyenne à forte.

Certaines solutions permettent de construire des stratégies de protection alliant le biocontrôle et une dose moindre de fongicide. Les essais menés en Gironde depuis 2018 (Projet Alt'Fongi et Alt'Fongi 2) montrent un

intérêt indéniable des phosphonates qui provoquent une efficacité partielle régulière intéressante notamment sur le feuillage. Il est alors facile de les associer à des faibles doses de fongicides de contact (folpel, cuivre) pour gérer la protection mildiou, notamment en début de saison sur les inflorescences puis la récolte. L'huile essentielle d'orange a montré aussi des efficacités partielles mais plus inégales, il est possible que les conditions climatiques jouent sur l'effet desséchant du produit. Les produits à mode d'action SDP strict n'ont pas apporté d'efficacité notable dans les conditions des différents essais réalisés, ils restent difficiles à maîtriser et demandent encore des études (voir partie SDP) pour pouvoir les positionner au mieux dans l'itinéraire de protection.

Les essais menés dans le projet RESAP Occitanie montrent aussi l'intérêt des phosphonates sur le feuillage, sur grappes l'efficacité est bonne en début de saison (pré-floraison) mais plus aléatoire après la floraison si la pression est trop forte. L'huile d'orange douce a montré aussi un intérêt en utilisation précoce dans la saison, avec un possible effet stoppant et en limitation des repiquages. Son utilisation seule n'est pas pertinente en cas de forte pression. Pour les produits SDP, le COS-OGA s'avère peu efficace même en combinaison avec du cuivre. Le Cerevisane a donné des résultats intéressants en pression moyenne en association avec une dose réduite de cuivre.

Dans le projet BEE, la stratégie proposée pour l'emploi des produits de biocontrôle a été faite dans le même esprit que pour l'oïdium (application des SDP en situation de pression faible, l'huile essentielle d'orange pour une pression modérée de façon préventive et stoppante, les phosphonates préventivement en cas de pression modérée ou forte) avec un mélange possible des deux derniers groupes pour bénéficier des différents modes d'actions possibles. Un fongicide à base de cuivre est très souvent utilisé en complément. Dans le Bordelais, le traitement avec du cuivre était localisé uniquement sur la récolte afin de réduire davantage sa quantité appliquée. La 1^{ère} année (2018) année de très fortes pressions mildiou, les règles de décision préalablement définies n'ont pas permis de satisfaire l'attente, notamment dans le Bordelais où l'intégralité de la récolte a été perdue. Le réajustement a globalement fortement réduit les pertes de récolte. Les résultats démontrent qu'à partir d'une pression modérée, il n'est pas possible de s'abstenir de l'emploi des phosphonates pour contenir le mildiou en l'associant à un autre produit de biocontrôle ou plus souvent au cuivre.



Zoom sur la R&D en cours

Projet XP-BC : groupe « Mildious »

Le projet XP-BC est réalisé dans le cadre du Consortium National Biocontrôle. Il a pour but de fédérer des acteurs de recherche académique et appliquée pour répondre à des questions importantes qui permettront de lever des verrous de transfert de l'utilisation des produits de biocontrôle. Au sein de ce projet, le groupe « Mildious » s'est constitué à partir de différentes filières pour étudier spécifiquement des produits de biocontrôle contre ces oomycètes.

<https://www6.inrae.fr/consortium-biocontrrole/Projets-cofinances/XP-BC>

Les essais de modulation du cuivre et combinaison avec des biosolutions



Des travaux sont menés depuis plusieurs années sur la réduction des doses de cuivre, notamment en viticulture biologique où il reste la seule solution efficace pour lutter contre le mildiou.

RESAQ et RESAP

Des travaux sont menés depuis plusieurs années sur la réduction des doses de cuivre, notamment en viticulture biologique où il reste la seule solution efficace pour lutter contre le mildiou. Le RESAQ VitiBIO mène des essais participatifs avec des viticulteurs AB en Nouvelle-Aquitaine pour combiner une stratégie de pilotage de modulations de doses de cuivre avec l'utilisation de biosolutions (PNPP à base de purins de plantes telles que la prêle, la consoude, le saule...). Les pressions très inégales du mildiou sur les millésimes 2021 et 2022 ne permettent pas encore de valider cette combinaison. Le RESAP Occitanie a créé une règle de décision qui module l'utilisation du cuivre et/ou des produits de biocontrôle (Huile d'orange douce, Cerevisane, phosphites) avec de bons résultats (diminution globale du cuivre et efficacité maintenue). Lien webinar Vitisphere : <https://www.vitisphere.com/actualite-95901-ou-en-sont-les-alternatives-au-cuivre-au-vignoble-.html>

COPPEREPLACE

Le projet Européen Coppereplace associe la France, l'Espagne et le Portugal pour limiter au maximum le recours au cuivre en viticulture en utilisant des produits innovants (produits type biocontrôle en voie d'homologation, PNPP, ou encore des formulations innovantes de cuivre). <https://coppereplace.com/fr/project-coppereplace/>

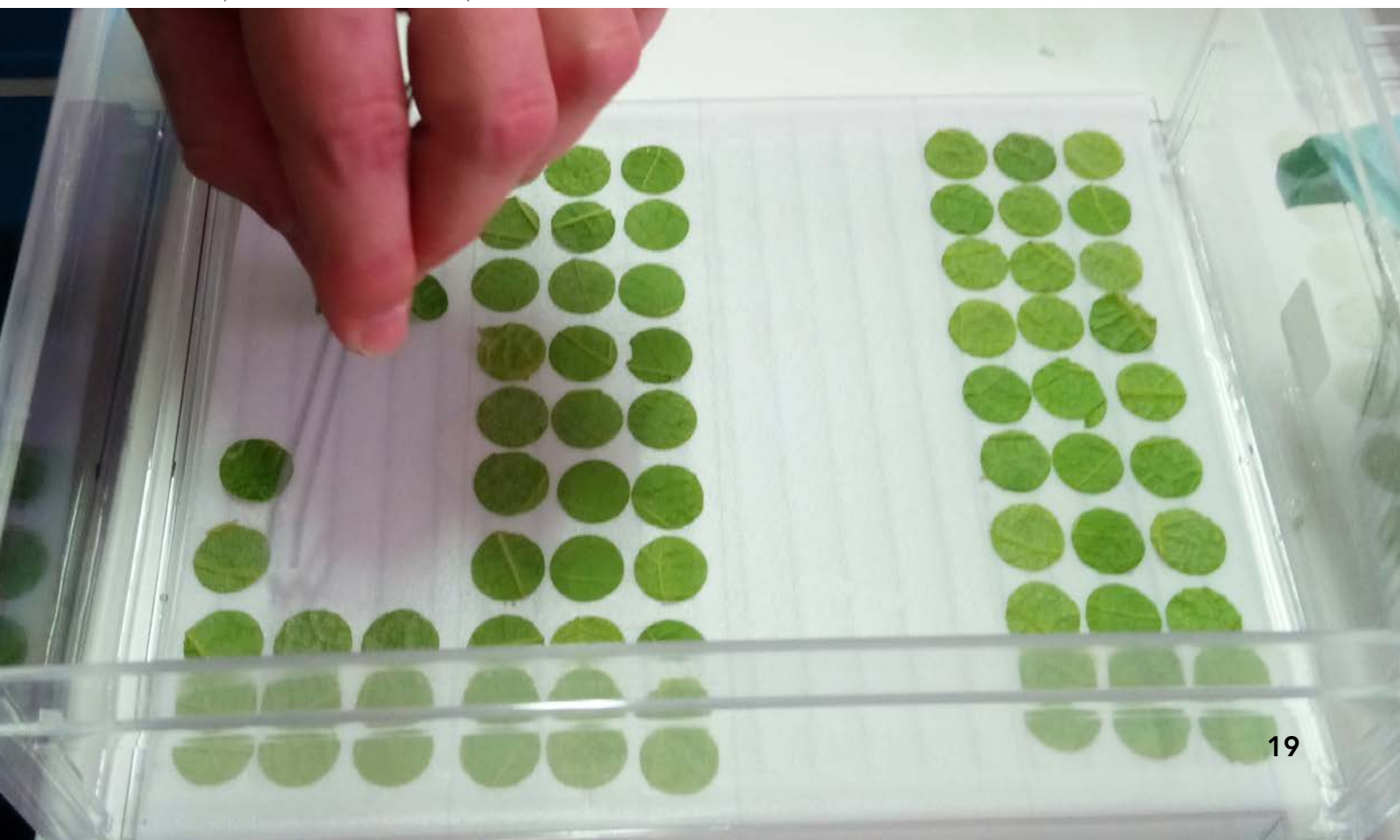


Zoom sur la R&D en cours

La cellule RIT Cuivre

Un recensement des démarches entreprises sur l'ensemble du territoire français sur les alternatives au cuivre pour protéger la vigne contre le mildiou durant ces 20 dernières années a abouti à l'élaboration de 39 fiches présentant les manières d'utiliser ces solutions et intégrant quelques résultats d'expérimentations. Parmi ces solutions, on retrouve les produits de biocontrôle. Ces fiches sont en ligne dans le Centre de Ressources Cuivre sur le site Ecophytopic. <https://ecophytopic.fr/cuivre-viticulture/centre-de-ressources-cuivre>

Réalisation d'un pathotest mildiou sur disques de feuilles (IFV)



Pourriture grise (*Botrytis cinerea*)



La pourriture grise est générée par *Botrytis Cinerea*, elle apparaît surtout en fin de saison lorsque les baies mûrissent. La pourriture se développe parfois très rapidement en entraînant des pertes quantitatives mais surtout des forts impacts qualitatifs sur la vendange (mauvais goûts, pertes de couleurs ou d'arômes). De nombreux facteurs extérieurs influent sur son développement (fertilisation, charge, compacité, cépage, blessures et attaques de tordeuses) mais c'est le climat en fin de saison qui permet son expression.

Pourriture grise sur cépages rouge et blanc (IFV)



Noms commerciaux	Catégorie	Principe actif	Mode d'action	Utilisable en AB
Armicarb / Karbicure	Substance naturelle	Hydrogénocarbonate de potassium	Choc osmotique / pH sur spores et mycelium	AB
Vitisan / Agritisan	Substance naturelle	Hydrogénocarbonate de potassium	Choc osmotique / pH sur spores et mycelium	AB
Mevalone / Nirka/ Yatto	Substance naturelle	Eugenol, Geraniol, thymol	Fongicide	AB
Romeo / Actileaf	Substance naturelle	Cerevisane (parois de levures)	Stimulateur des défenses (SDP)	AB
Amylo-X WG	Micro-organisme	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	Antibiose et SDP	AB
Botector	Micro-organisme	<i>Aureobasidium pullulans</i> s.DSM 14940 -14941	Compétition spatiale	AB
Julietta / Hiva	Micro-organisme	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> s. LAS02	Compétition spatiale et nutritive	AB
Noli	Micro-organisme	<i>Metschnikowia fructicola</i> s. NRRL Y-27328	Compétition, antibiose, SDP	AB
Rhapsody	Micro-organisme	<i>Bacillus subtilis</i> str QST 713	Compétition spatiale, antibiose, SDP	AB
Serenade Max	Micro-organisme	<i>Bacillus subtilis</i> str QST 713	Compétition spatiale, antibiose, SDP	AB
Serifel	Micro-organisme	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> s. MBI600	Antibiose et SDP	AB
Taegro	Micro-organisme	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> s. FZB24	Antibiose et SDP	AB
Vintec	Micro-organisme	<i>Trichoderma atroviride</i> SC1	Antibiose, compétition spatiale et nutritive	AB
Berelex 40sg	Substance naturelle	Acide Giberrelleque	Élongation et aération des grappes	
Florgib tablet	Substance naturelle	Acide Giberrelleque	Élongation et aération des grappes	

De nombreux micro-organismes sont homologués en biocontrôle contre *B.cinerea*. La famille des bactéries *Bacillus* sp. représente la majorité des micro-organismes. On trouve ensuite des levures (*Saccharomyces* et *Metschnikowia*) et des champignons (*Aureobasidium* et *Trichoderma*). L'objectif de l'usage des micro-organismes est de jouer sur la compétition spatiale et nutritionnelle et/ou sur la production de molécules antifongiques (antibiose).

Parmi les produits à base de substances naturelles, on trouve les bicarbonates de potassium (action physique avec un effet sur le pH de l'eau), le SDP Cerevisane, et enfin un mélange de molécules issues d'huiles essentielles micro-encapsulées.

L'acide gibberellique est une phytohormone qui, lorsqu'elle est appliquée tôt en saison au stade grappes visibles, permet une élévation de la rafle pour obtenir des grappes moins compactes et moins sensibles au *Botrytis*.

Les produits de biocontrôle contre la pourriture grise ont été beaucoup étudiés dans divers projets en Nouvelle-Aquitaine entre 2014 et 2020 avec les **projets RESAQ** et **BIOBOT/ALBS**. Il ressort de ces travaux que le bicarbonate de potassium donne des résultats d'efficacité moyenne mais régulière. A contrario, les micro-organismes fournissent des résultats très inégaux avec de fortes variations selon les millésimes ou les sites. Ceux à base de *B. amyloliquefaciens* pouvant se montrer intéressants. Ces résultats variables sont certainement dus à la nature même des micro-organismes : leur possibilité d'implantation, leur survie, leur développement dépendent beaucoup des conditions climatiques et de la parcelle.

Outils et indicateurs pour mieux positionner les produits ?

Le **projet BIOBOT** a permis de travailler sur des outils développés par l'INRAE UMR SAVE qui pourraient être utiles pour positionner au mieux les produits de biocontrôle :

L'indice de Ciliberti : fondé sur l'équation de Ciliberti qui donne une valeur de développement théorique du **Botrytis** en fonction de la température et de l'hygrométrie. Cet indice quotidien donne une indication (échelle de 0 à 4) des périodes propices à l'installation du *Botrytis*.

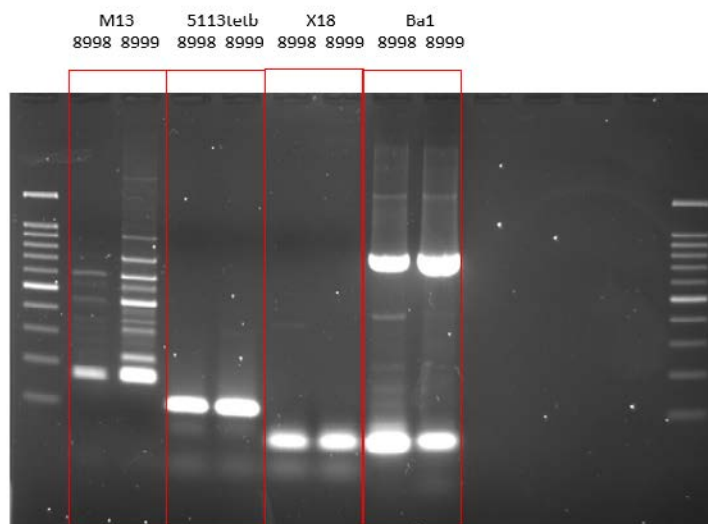
Le PRB, Potentiel de Réceptivité des baies, est un indicateur annuel de sensibilité des baies au *Botrytis*. Il est calculé à partir de prélèvements réalisés dans deux parcelles de référence du vignoble Bordelais (cépages Sauvignon et Merlot). La mesure des tannins contenus dans la pellicule des baies à la fermeture de la grappe permet d'obtenir un indice, comparé aux années antérieures (depuis 2010).

<https://www6.inrae.fr/umt-seven/Zoom-sur/Avis-PRB-2022>



Zoom sur la R&D en cours

Concernant l'utilisation de micro-organismes en biocontrôle, l'efficacité mesurée est trop souvent variable ce qui constitue un frein à leur développement. La sensibilité de ces formulations à différents facteurs (hygrométrie, précipitations, rayons UV, cuivre, nutriments, possibilité d'adhésion, microbiote endogène, ...) rend *de facto* aléatoire leur capacité à coloniser la surface de la plante. Il convient donc de pouvoir vérifier leur bonne implantation et mesurer leur rémanence afin de valider leur intérêt pratique et d'améliorer le positionnement des applications. Pour ce faire, un certain nombre de techniques, principalement de biologie moléculaire (détection par amorces spécifiques, RAPD, ...), sont testées et développées par l'IFV et ses partenaires dans divers projets : **DIVANTIBOT**, **NSCONTROL** et **ABAPIC**.



Détection de *Bacillus amyloliquefaciens*
par PCR spécifique (IFV)

Tordeuses de la grappe



Dégâts (foyers) de chenille de tordeuse sur baies (photos IFV)

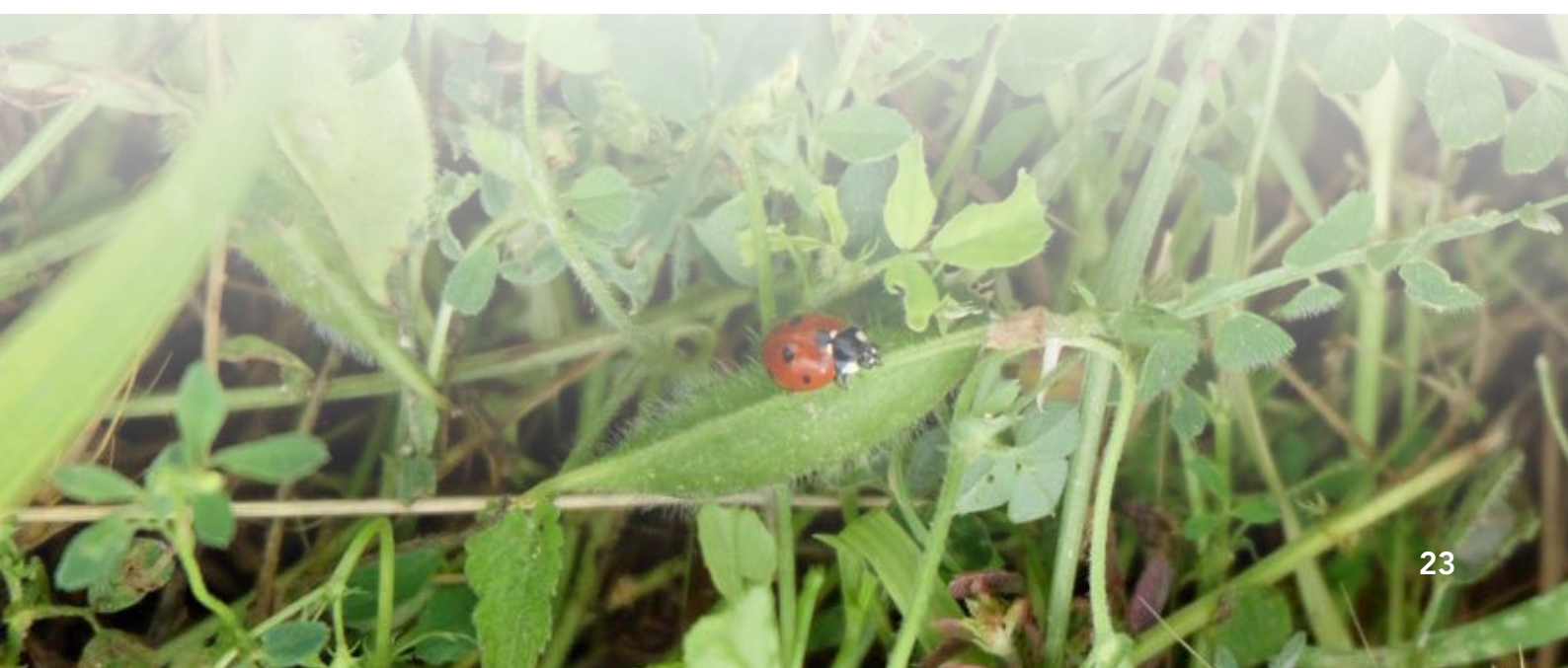
Les tordeuses sont des noctuelles. Les espèces les plus nuisibles dans le vignoble français sont eudémis (*Lobesia botrana*) et cochylis (*Eupoecilia ambiguella*). La pyrale du Daphné (*Cryptoblabes gnidiella*) est également présente dans les vignobles méditerranéens.

Les tordeuses de la grappe se développent sur 2 générations pour cochylis et 3 à 4 générations pour eudémis et la Pyrale du Daphné. Les larves vont engendrer des dégâts sur les boutons floraux en première génération et sur les baies pour les autres générations. Si les dégâts sont très rarement préjudiciables en première génération, les suivantes sont une porte d'entrée pour la pourriture grise.

Les produits de biocontrôle disponibles :



Noms commerciaux	Catégorie	Principe actif	Mode d'action	Utilisable en AB
Isonet LE / Isonet 2+1 / Imago/ Isonet L... (+)	Méiateur chimique	Phéromones	Confusion sexuelle par diffuseurs passifs (diffuseur de vapeur)	AB
RAK 1+2 Cochylys Eudemis 3 générations / RAK 1 Cochylys / RAK 2 mix... (+)	Méiateur chimique	Phéromones	Confusion sexuelle par diffuseurs passifs (diffuseur de vapeur)	AB
Checkmate puffer LB	Méiateur chimique	Phéromones	Confusion sexuelle par diffuseurs actifs (générateur d'aérosol)	AB
Semios LB plus	Méiateur chimique	Phéromones	Confusion sexuelle par diffuseurs actifs (générateur d'aérosol)	AB
Lobesia Pro Spray / Eployo	Méiateur chimique	Phéromones	Confusion sexuelle par pulvérisation	AB
Costar WG	Micro-organisme	<i>Bacillus thuringiensis subsp. kurstaki s. SA 12</i>	Insecticide à base de spores de bactéries (Bt)	AB
Dipel DF /Bactura DF / Bacivers DF/ Biobit DF... (+)	Micro-organisme	<i>Bacillus thuringiensis subsp kurstaki</i>	Insecticide à base de Bt cristaux et spores de bactéries	AB
Delfin / Wasco WG *	Micro-organisme	<i>Bacillus thuringiensis subsp kurstaki</i>	Insecticide à base de Bt cristaux et spores de bactéries	AB
Lepinox plus / Rapax *	Micro-organisme	<i>Bacillus thuringiensis subsp kurstaki EG 2348</i>	Insecticide à base de spores de bactéries (Bt)	AB
Turibel	Micro-organisme	<i>Bacillus thuringiensis subsp. kurstaki s. PB 54</i>	Insecticide à base de spores de bactéries (Bt)	AB
Agree 50 WG	Micro-organisme	<i>Bacillus thuringiensis subsp aizawai, GC 91</i>	Insecticide à base de spores de bactéries (Bt)	AB
Xentari	Micro-organisme	<i>Bacillus thuringiensis subsp aizawai</i>	Insecticide à base de spores de bactéries (Bt)	AB
Hors liste biocontrôle (Macro-organisme)				
Tricholine	Macro-organisme	Trichogrammes	Micro-hyménoptères parasites des œufs	AB
Cryptoblabes sp.				
Cryptotec	Méiateur chimique	Phéromones	Confusion sexuelle	AB



Le panel de solutions contre les tordeuses de la grappe au vignoble est très complet et permet de s'attaquer aux différents stades clefs de développement. Actuellement, trois modes d'action de biocontrôle sont disponibles sur le marché pour lutter contre les tordeuses de la grappe :

- ▶ **Médiateurs chimiques** : ils contribuent à la stratégie de confusion sexuelle.
- ▶ **Macro-organismes** : Les trichogrammes sont des parasitoïdes oophages. Les femelles introduisent leur tarière dans un œuf hôte, pour y déposer un ou plusieurs œufs. L'œuf hôte est tué très tôt et sert de nourriture à la larve de trichogramme. Les trichogrammes se présentent sous la forme de diffuseurs cartonnés à positionner dès le début des pontes de la génération visée (100 diffuseurs/ha). Un renouvellement des diffuseurs doit être réalisé tous les 15 jours en période active de ponte. Les diffuseurs sont biodégradables et ne nécessitent pas de dépose.
- ▶ **Micro-organismes** : Le *Bacillus thuringiensis* (Bt) est une bactérie qui synthétise une protoxine enveloppée dans un cristal. Ce complexe de protéines doit être ingéré par l'insecte pour être toxique. Le cristal solubilisé par les sucs digestifs libère la toxine qui perce la paroi intestinale. Il y a alors arrêt de l'alimentation et septicémie provoquant la mort de la larve dans les 48h. L'application des micro-organismes Bt se fait avec une pulvérisation face par face localisée au niveau de la zone des grappes. Le positionnement à privilégier est au stade tête noire des oeufs (par observation ou 1 semaine après vol confirmé) avec un renouvellement 7-12 jours après la première application en fonction des conditions climatiques.

Quelles sont les solutions efficaces ?

Le projet BIOTOR (associant IFV, INRAE UMR SAVE, chambres d'agriculture de Charente, de Dordogne, de Gironde et Agrobio Périgord) a permis d'étudier entre 2016 et 2018 les produits de biocontrôle homologués contre les tordeuses de la grappe, seuls et en association ainsi que divers PNPP.

Pour les micro-organismes, l'utilisation de *Bacillus thuringiensis* montre une efficacité régulière et supérieure à 50% pour le nombre de perforations, dès lors qu'il est bien positionné. Comme beaucoup de produits de biocontrôle, l'utilisation de cette solution est assez technique et demande des observations régulières de la plante. Le positionnement du Bt nécessite une observation des pontes rigoureuse pour intervenir au stade tête noire. Un traitement appliqué trop tôt (avant les premières pontes) ou trop tard (après l'éclosion des œufs de tordeuses) entraînera l'échec de la stratégie. Le Bt présente une sensibilité aux rayonnements UV et au lessivage. En fonction des conditions météorologiques, sa persistance d'action peut varier entre 7 et 12 jours. Pour les macro-organismes, l'utilisation des trichogrammes dans le cadre du projet Biotor montre

des résultats plus irréguliers et partiels que les autres méthodes avec une réduction des dégâts de 20 à 50% des perforations. Ils peuvent être associés à l'utilisation de Bt pour obtenir une efficacité équivalente à un insecticide chimique. Les trichogrammes ne sont pas compatibles avec l'utilisation de soufre et d'insecticides chimiques. D'autres essais (Chambres d'agriculture entre autres) se poursuivent sur ces macro-organismes avec des résultats assez variables.

Les perspectives

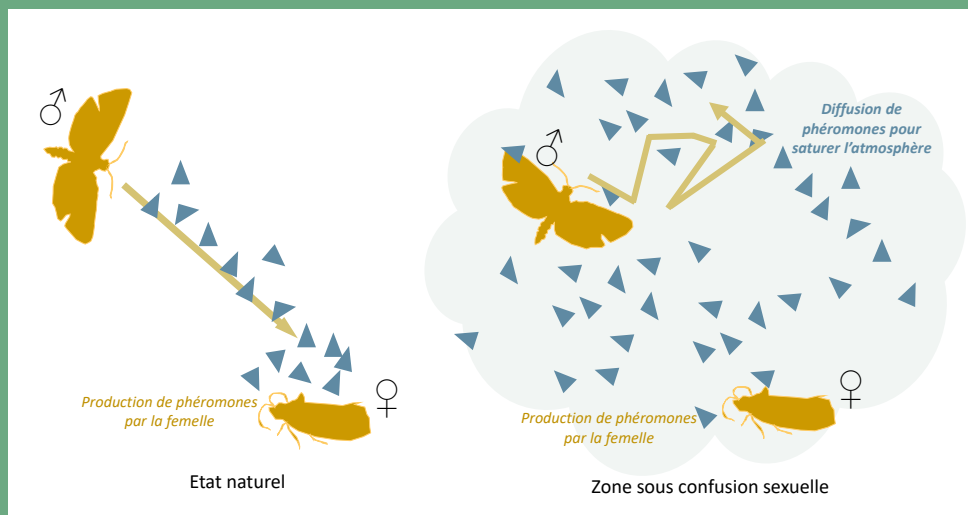
Les produits de biocontrôle se positionnent aujourd'hui comme des alternatives efficaces pour la gestion durable des vers de la grappe. Les seuls freins à leur généralisation sont le coût parfois élevé de ces méthodes et, surtout, la lutte obligatoire contre la cicadelle vectrice de la flavescence dorée.

- ▶ **Les produits insectifuges** : De nombreux produits ont déjà montré des propriétés insectifuges sur les lépidoptères cependant aucun n'est homologué à ce jour sur l'usage Tordeuses de la grappe. Des résultats intéressants ont été acquis au laboratoire pour le kaolin, le talc et des alcools terpéniques. L'Argile kaolinite calcinée a aussi été testée en plein champ dans le cadre du projet BIOTOR (2016-2018), elle présente une efficacité partielle et irrégulière. L'utilisation de telles substances pourrait être effective dans le cadre d'une stratégie de type « push-pull » (utiliser un répulsif sur grappes combiné à un attractif pour une ponte sur un support neutre).
- ▶ **Macro-organismes** : Le nématode *Steinernema carpocapsae* va prochainement être commercialisé pour un usage Tordeuses de la vigne. Les nématodes sont très sensibles à la dessiccation et aux UV et doivent être appliqués dans des conditions humides. Ils ont une action larvicide sur une courte durée. D'autres macro-organismes tels que les chrysopes pourraient être étudiés pour lutter contre les tordeuses.
- ▶ **Evolution des méthodes de confusion sexuelle** : Une solution micro-encapsulée des phéromones applicables par pulvérisation foliaire commence également à être commercialisée. Cette solution nécessite un passage par génération et peut être mélangée avec d'autres produits phytopharmaceutiques. Elle pourrait permettre une efficacité sur des surfaces plus petites (2 à 4 ha) et d'adapter la protection à la présence d'eudémis. D'autre part, l'application de billes de phéromones biodégradables sur les ceps de vigne avec un pistolet est également en cours d'étude.
- ▶ **Des perspectives** existent également pour créer des OADs afin de mieux valoriser les observations réalisées par les viticulteurs, prendre en compte la lutte biologique par conservation dans nos décisions (PARADE) et aider les viticulteurs à positionner les traitements au bon stade de développement du ravageur.

Focus sur la confusion sexuelle

A l'état naturel, les papillons de tordeuses mâles suivent le chemin odorant généré par des phéromones (molécules odorantes spécifiques) de la femelle papillon. L'objectif de la méthode est de perturber la rencontre des deux sexes, en saturant l'atmosphère du vignoble de ces phéromones. Les mâles ne sont plus capables de retrouver les femelles, les accouplements et les pontes fertiles sont très limités.

schéma de concept
de la confusion sexuelle (IFV)



diffuseurs passif et actif
de phéromones (IFV)



Pour aboutir à la confusion sexuelle, plusieurs techniques sont utilisées pour diffuser les phéromones :

Diffuseurs passifs : placés sur le fil de taille au niveau des ceps, ils libèrent en continu les phéromones. On peut les trouver sous formes de petites capsules ou de lacets imprégnés (environ 500 diffuseurs par hectare) qui nécessitent la pose et la dépose à la main.

Diffuseurs actifs : des bonbonnes sous pression reliées à un programmateur génèrent des bouffées de phéromones (puffers) de façon régulière sur une plage horaire définie (environ 4 diffuseurs par hectare)

L'application par pulvérisation foliaire (phéromones micro-encapsulées) : cette méthode a été homologuée récemment. Elle nécessite un passage par génération et peut être mélangée avec d'autres produits phytopharmaceutiques et appliquée avec le pulvérisateur classique de l'exploitation.

Pour les diffuseurs fixes et les générateurs d'aérosols, l'efficacité de la confusion sexuelle est en générale équivalente à une protection avec un insecticide chimique si les conditions suivantes sont respectées :

- 1. Il faut bien identifier le(s) type(s) de tordeuse ciblée**
- 2. Positionner les diffuseurs avant le début du vol de la première génération**
- 3. Contrôler les populations.** En effet, des traitements insecticides complémentaires peuvent être nécessaires dans le cas de forte pression, en particulier les premières années après l'installation
- 4. Mettre en place une lutte collective,** plus la surface contigüe est grande plus l'efficacité est importante (une surface minimale de 10 ha est ainsi préconisée avec les diffuseurs de type Rak et Isonets).

Des diffuseurs biodégradables commencent à être distribués et évitent d'investir du temps pour la dépose en fin de campagne.

La confusion sexuelle s'est développée avec succès en viticulture. Le marché représente 120 000 ha de vigne soit 16% du vignoble français en 2021. Actuellement des travaux de recherche et de développement continuent sur son optimisation, par exemple l'application de billes de phéromones biodégradables sur les ceps de vigne avec un pistolet ou encore la mesure dans les parcelles du taux de phéromones pour identifier des zones « blanches » non couvertes par la confusion (PHEROTRACK).

Cicadelle des grillures



Cicadelle *E.vitis* et dégâts de grillures sur feuillage (photos IFV)

La cicadelle des grillures est un insecte qui va migrer sur la vigne en début d'été. Ses larves occasionnent des piqûres sur les nervures des feuilles et génèrent des rougissements (grillures) plus ou moins étendus.



Noms commerciaux	Catégorie	Principe actif	Mode d'action	Utilisable en AB
Argical Pro	Substance naturelle	Silicate d'aluminium (argile kaolinite calcinée)	Répulsif	AB
Sokalciarbo WP/ Baïkal WP	Substance naturelle	Silicate d'aluminium (argile kaolinite calcinée)	Répulsif	AB
Essen'ciel/ Limocide/ Auran'ciel /Limoil	Substance naturelle	Huile essentielle d'orange	Insecticide	AB



Feutrage blanc sur le feuillage de la vigne après application de kaolinite calcinée

Deux produits à base d'argile kaolinite sont homologués. Ces produits permettent de générer un feutrage blanc sur le feuillage de la vigne pour le rendre moins attirant lorsque les cicadelles migrent vers la plante. Il aurait aussi un effet perturbant sur le comportement des larves : déplacement et piqûres. L'huile essentielle d'orange a un effet direct sur les larves en attaquant leur enveloppe.

Quelles solutions ?



Les travaux menés par le réseau RESAQ Vitibio pendant 3 années en Nouvelle-Aquitaine ont montré que l'utilisation de

kaolinite calcinée sur le feuillage permettait de réduire en moyenne le taux de larves par feuilles et la fréquence et intensité des grillures de 50%. Ces travaux complètent notamment des essais réalisés quelques années plus tôt par Agrobio Périgord. Quelques conditions d'utilisation de l'argile ont été aussi confirmées statistiquement dans l'étude :

- Application à démarrer avant la migration des cicadelles vers la vigne, soit mi-juin en général
- Dose de produit importante : 20kg/ha puis modulation lors des renouvellement (pour que le feutrage soit dense)
- Renouvellement dès 20 mm de pluies ou en cas de forte pousse

https://www.vignevin.com/wp-content/uploads/2019/03/Effets_kaolinite_calcinee-1.pdf

- Vigilance sur la préparation du produit (mélange et homogénéisation) pour éviter les bouchages



La flavescence dorée et *Scaphoiedus titanus*

La flavescence dorée est une maladie provoquée par un phytoplasme transmis par les piqûres de la cicadelle *S. titanus*. Cette maladie provoque le dépérissement du cep et de fortes pertes de rendement, l'arrachage des ceps symptomatiques voire de la parcelle entière. Sa forte contagiosité et sa propagation rapide ont conduit à son classement en maladie de quarantaine au niveau européen. Ainsi une lutte obligatoire et réglementée est menée contre le vecteur *S. titanus* (application de traitements insecticides) dans les vignobles et les communes où la maladie est constatée. Deux produits de biocontrôle (Oviphyt, huile de paraffine pour étouffer les oeufs et Essen'ciel et Prev-AM Plus, huile essentielle d'orange contre les larves) sont homologués «toutes cicadelles » (*S. titanus* est donc concerné) mais ils ne sont pas autorisés dans la lutte obligatoire contre le vecteur de la flavescence dorée.

Adventices



Témoin abritant de nombreuses adventices sur l'essai Alt'Glypho (IFV)

Le travail mécanique du sol, l'enherbement maîtrisé ou naturel sont les solutions alternatives les plus utilisées pour ne plus recourir aux désherbants de synthèse. Un seul produit est homologué en biocontrôle pour lutter contre les adventices. C'est un extrait d'huile de colza (acide pélargonique) qui a un effet de brûlure par contact avec les organes végétaux. Le produit peut être utilisé en désherbage sous le rang ou pour l'épamprage. Ce produit n'est pas autorisé en Agriculture Biologique.

Dans le projet **ECOVITI**, un site Bordelais incluait l'acide pélargonique dans son système de protection au vignoble. Compte-tenu des disponibilités en matériel et en personnel, son emploi se justifiait techniquement pour désherber sous le rang et épamprer. Le produit a procuré une certaine efficacité sur des adventices au stade plantule et sur pampres fraîchement apparues. Au-delà de cette période, la lignification des plantes cibles réduit assez rapidement l'intérêt de ce produit.

Les essais réalisés dans le projet **ALT GLYPHO**, (volume/hectare, taille des gouttes, adjuvants) n'ont pas permis d'améliorer l'efficacité limitée dès lors que la flore atteint un certain stade. L'acide pélargonique présente une action choc dont l'efficacité reste toutefois très limitée dans le temps (produit de contact). En outre, son coût extrêmement élevé et, dans une moindre mesure, sa mauvaise odeur pourraient constituer des freins à son utilisation.



Noms commerciaux	Catégorie	Principe actif	Mode d'action	Utilisable en AB
Beloukha/ Katamisa/ Kalina	Substance naturelle	Acide pélargonique	Désherbant de contact , destruction de la cuticule des organes végétaux	non

Maladies du bois



ESCA/BDA sur cépage merlot en fin de saison (photos IFV)

Les maladies du bois (ESCA, Black Dead Arm, Eutypiose) sont générées par la prolifération d'un cortège de champignons au sein de la souche de vigne. Leur développement va engendrer notamment l'obstruction des vaisseaux conducteurs et un dépérissement des rameaux de la vigne et à terme, la mort du cep entier.

Les produits homologués sur les maladies du bois sont tous à base de champignon *Trichoderma* sp. (différentes variétés et souches). Le mode d'action de ces produits est d'implanter les *Trichoderma* sur les plaies de taille afin qu'ils jouent un rôle de compétition spatiale. Ce qui permet d'éviter le développement et la pénétration des champignons responsables des maladies du bois au sein de la vigne.

Suite au retrait de l'arsenite de soude en 2001, la lutte contre les maladies du bois passe principalement par la mise en œuvre de pratiques prophylactiques au vignoble. En effet, compte tenu de la complexité de ces maladies, les rares produits homologués n'ont pas montré d'efficacité probante au vignoble.



Zoom sur la R&D en cours

Le projet européen **BIOBESTICIDE** rassemble des entreprises et des partenaires de recherche pour accompagner le développement d'un produit à base de micro-organismes (*Pythium oligandrum*) et de substances naturelles (valorisation de sous-produits de l'industrie sucrière) pour lutter contre les maladies du bois.

<https://www.biobesticide.eu/>



Noms commerciaux	Catégorie	Principe actif	Mode d'action	Utilisable en AB
Blindar / Cassat WP / Escalator	Micro-organisme	<i>Trichoderma asperellum</i> et <i>gamsii</i> s.ICC080 et ICCO12	Colonisation plaies de taille; antibiose; compétition spatiale et nutritive	AB
Esquive WP *	Micro-organisme	<i>Trichoderma atroviride</i> I-1237	Colonisation plaies de taille; antibiose; compétition spatiale et nutritive	AB
Vintec *	Micro-organisme	<i>Trichoderma atroviride</i> SC1C2C34:H51	Colonisation plaies de taille; antibiose; compétition spatiale et nutritive	AB

* homologué ESCA/BDA et Eutypiose

Autres ravageurs

D'autres ravageurs du vignoble sont concernés par des produits de biocontrôle. On notera l'usage de pièges attractifs pour les mouches (les pièges contiennent un insecticide qui n'est pas biocontrôle mais le fait qu'il soit confiné et non dispersable dans l'environnement permet à la solution globale d'être listée biocontrôle). Des micro-organismes (nématode ou champignon) à action entomopathogène. L'effet direct desséchant de l'huile essentielle d'orange peut intervenir sur de nombreux ravageurs.

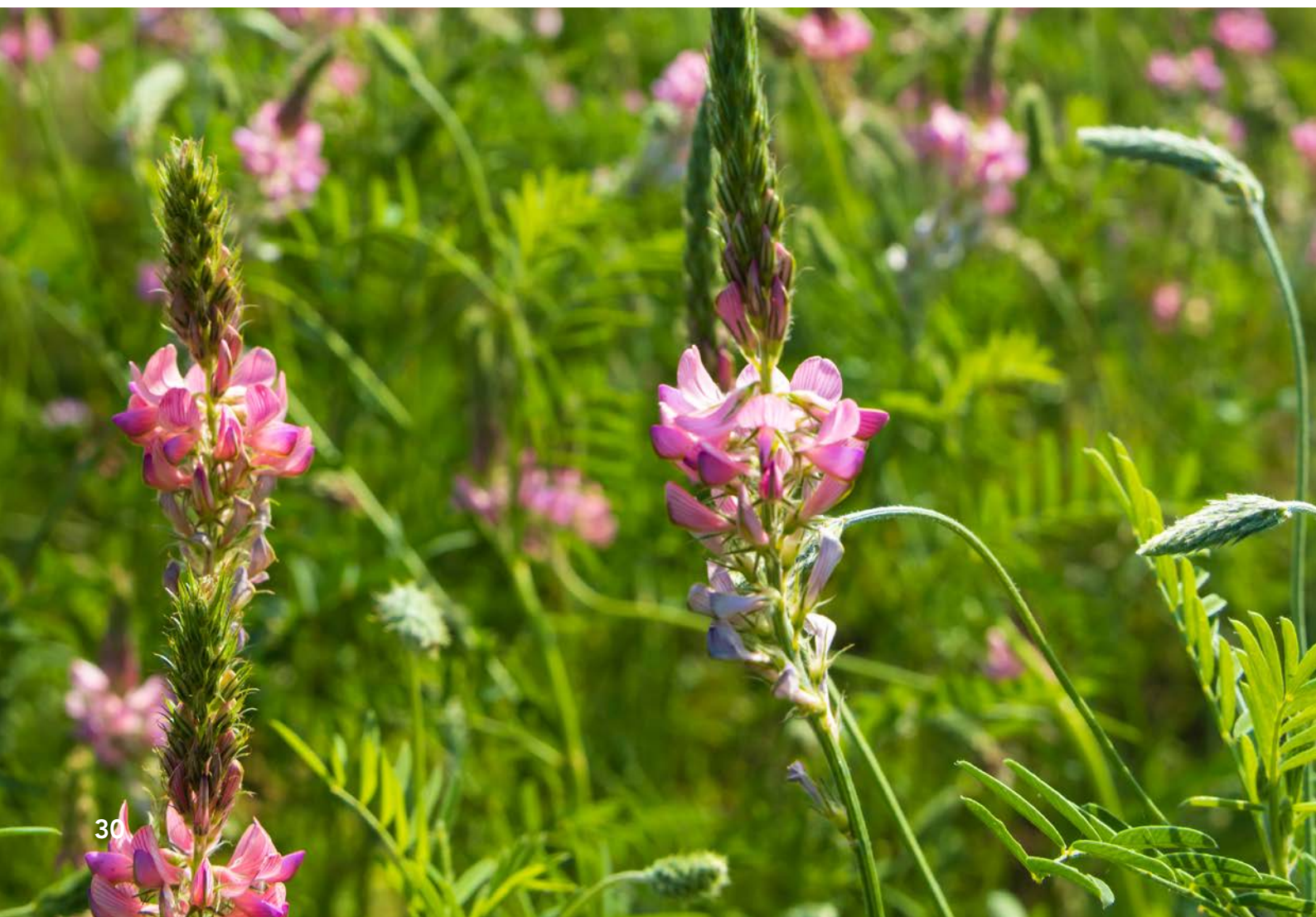


Noms commerciaux	Catégorie	Principe actif	Mode d'action	Utilisable en AB
Cicadelle pruineuse				
Essen'ciel/ Limocide/ Auran'ciel /Limoil	Substance naturelle	Huile essentielle d'orange	Insecticide	AB
Mouche méditerranéenne des fruits (Ceratitis sp.)				
Decis trap	Piège	Deltamethrine + phéromones	Piège avec attractif et insecticide	AB
Ceratipak	Piège	Deltamethrine + phéromones	Piège avec attractif et insecticide	AB
Magnet Med	Piège	Deltamethrine + phéromones	Piège avec attractif et insecticide	AB
Vio-Trap	Piège	Deltamethrine + phéromones	Piège avec attractif et insecticide	AB
Kenotrap / Moskisan	Piège	Esfenvalérate + phéromones	Piège avec attractif et insecticide	
Mouche Drosophila suzukii				
Decis Trap DS	Piège	Deltamethrine + phéromones	Piège avec attractif et insecticide	AB
Flypack suzukii	Piège	Deltamethrine + phéromones	Piège avec attractif et insecticide	AB
Cochenille (P.corni)				
Eradicoat Max / Majestik	Substance naturelle	Maltodextrine	Asphyxie, blocage des orifices respiratoires	AB
Polythiol / Ovithiol / Ovipron	Substance naturelle	huile de paraffine	Asphyxie des formes hivernantes	AB
Thrips				
Naturalis	Micro-organisme	<i>Beauveria bassiana</i>	Champignon entomopathogène	AB
Essen'ciel/ Limocide/ Auran'ciel /Limoil	Substance naturelle	Huile essentielle d'orange	Insecticide, acaricide	AB
Nématodes (Melanogynes sp. désinfection du sol)				
Bioact Prime	Micro-organisme	<i>Paecilomyces lilacinus s. 251</i>	Champignon entomopathogène (arrosage localisé et irrigation goutte à goutte)	AB
Acarioses				
Naturalis	Micro-organisme	<i>Beauveria bassiana</i>	Champignon entomopathogène	AB
Eradicoat Max / Majestik	Substance naturelle	Maltodextrine	Asphyxie, blocage des orifices respiratoires	AB
Nombreuses spécialités de soufre mouillable (+)	Substance naturelle	Soufre	Fongicide	AB
Polythiol / Ovithiol / Ovipron	Substance naturelle	Huile de paraffine	Asphyxie des formes hivernantes	AB
Prev Gold	Sb nat	Huile essentielle d'orange	Fongicide	AB
Erinose				
Essen'ciel/ Limocide/ Auran'ciel /Limoil	Substance naturelle	Huile essentielle d'orange	Insecticide, acaricide	AB
Gel				
PEL 101 GV	Substance naturelle	Heptamaloxyloglucan	Stimulateur des défenses	

D'autres produits de biocontrôle sont homologués sur des usages plus larges que la viticulture sur des cibles qui peuvent parfois poser des problèmes ciblés sur certaines parcelles.



Noms commerciaux	Catégorie	Principe actif	Mode d'action	Utilisable en AB
Escargots, limaces				
Sluux / Ferramol Pro/ Ironmax Pro/ Lim'Agro...(+)	Substance naturelle	Phosphate Ferrique	Molluscicide	AB
Stades hivernants des ravageurs				
Lumière	Substance naturelle	Huile de paraffine	Asphyxie des formes hivernantes	AB
Ovispray	Substance naturelle	Huile de paraffine	Asphyxie des formes hivernantes	AB
Catane	Substance naturelle	Huile de paraffine	Asphyxie des formes hivernantes	AB
Oviphyt	Substance naturelle	Huile de paraffine	Asphyxie des formes hivernantes	AB
Gibier				
Certasol	Substance naturelle	Farine de sang	Répulsif	AB
FCH 60 I, Fegol	Substance naturelle	Complexe	Répulsif	
Stop gibier plus, Xpulse Gibiers	Substance naturelle	Huile de poisson	Répulsif	AB
Stop sanglier plus	Substance naturelle	Poivre	Répulsif	
Trico	Substance naturelle	Graisse de mouton	Répulsif	AB



LA RECHERCHE ET LE DÉVELOPPEMENT POUR MIEUX INTÉGRER LE BIOCONTRÔLE DANS LES ITINÉRAIRES DE PROTECTION DE LA VIGNE

Les challenges du biocontrôle en viticulture

Le challenge actuel du biocontrôle est d'amener les produits de biocontrôle développés en amont vers une utilisation pratique par le viticulteur. Le changement d'échelle du laboratoire vers le vignoble, avec des conditions très différentes, révèle parfois des verrous de transfert importants. Ils peuvent concerner des points intrinsèques du produit (formulation, dose, mode d'application) ou plus indirects (physiologie de la vigne, pression parasitaire, agro-climat...). Les conditions d'emploi des produits, leur optimisation et la définition des facteurs clés qui valident leur efficacité restent parfois un peu floues par ce manque de connaissances. Enfin, le point économique est aussi un facteur de transfert non négligeable. Globalement les solutions proposées sont au même prix, voire plus chères que certains produits phytopharmaceutiques classiques (achat ou mise en œuvre). C'est à la croisée des trois points : contribution à la réduction globale de l'impact de l'itinéraire, Contribution à l'efficacité de protection, faisabilité technico-économique que les solutions de biocontrôle pourront être adoptées massivement par les viticulteurs.

Les principales difficultés liées au transfert des solutions de biocontrôle :

- ▶ **La notion d'efficacité partielle** : la définition même du biocontrôle parle de gestion des équilibres, de non-éradication. Ainsi les solutions proposées par le biocontrôle ne peuvent pas apporter une efficacité quasi-totale contre une maladie ou un ravageur comme c'est généralement le cas avec des solutions de synthèse. Ainsi certains produits peuvent conférer 30-40% d'efficacité contre un bioagresseur, il faut alors « compléter » celle-ci en appliquant d'autres méthodes ou en ajoutant un produit phytopharmaceutique classique à une dose inférieure à la dose habituelle pour obtenir une protection totale.
- ▶ **La variabilité** : certains produits de biocontrôle peuvent provoquer des effets très irréguliers car ils dépendent de nombreux facteurs extérieurs non maîtrisables et pas toujours bien identifiés. Selon les millésimes, les sites ou les conditions environnementales, ils pourront générer plus ou moins d'efficacité contre les bioagresseurs. C'est notamment le cas des produits à action indirecte comme les SDP ou encore les produits à base de micro-organismes.
- ▶ **Travailler avec le vivant** : une partie des solutions de biocontrôle fait appel à des organismes vivants qu'on va apporter dans la parcelle de vigne avec l'objectif qu'ils s'y implantent et qu'ils s'y développent pour réguler les populations pathogènes ou de ravageurs. De nombreux facteurs environnementaux de la parcelle peuvent fortement influencer cette survie.



La nécessité d'améliorer les connaissances

Les recherches scientifiques et techniques sont indispensables pour répondre aux écueils de transfert des solutions de biocontrôle vers le vignoble. Les champs d'action sont très vastes en termes de sujets et d'outils à investiguer : ils peuvent aller de travaux de laboratoire (compréhension du mode d'action, formulation...) à des essais à grande échelle sur des réseaux de parcelles (validation de stratégies d'usage en condition de production). Toutes ces informations, acquises au cours des expérimentations, permettront de mieux caractériser le produit et construire un véritable mode d'emploi optimisé pour le viticulteur.

De nombreuses structures (publiques ou privées), à toutes les échelles, réalisent des travaux sur les produits de biocontrôle. Ces dernières années, des regroupements se produisent pour construire des outils dédiés au développement du biocontrôle au niveau national ou régional. Parallèlement des groupes d'échanges se forment entre les organismes de recherche et les fabricants de biocontrôle pour créer des projets collaboratifs et accompagner le développement de produits. En régions, certains Pôles de Compétitivité (Agri Sud Ouest Innovation, Végépolys, B4C Bioeconomy for Change...) ont intégré la thématique du biocontrôle car elle représente un enjeu dans le tissu économique local.



Zoom sur la R&D en cours

La plateforme **BC2Grape**, basée à Villenave d'Ornon sur le Site de INRAE Bordeaux, est dédiée à l'expérimentation sur le biocontrôle. Créée en 2018 dans le cadre de l'UMT SEVEN, elle s'appuie sur les compétences complémentaires de l'INRAE et de l'IFV pour proposer des outils et des méthodologies d'étude dans un véritable continuum laboratoire-vignoble en production. La plateforme dispose de nombreux outils spécifiques (outils biomoléculaires, biochimiques, serres) dont un ensemble de parcelles de vigne sur site, réservées pour les essais sur le biocontrôle. L'objectif de la plateforme est de proposer ses outils et méthodologies pour accompagner les entreprises dans leur cheminement de développement de solutions de biocontrôle (contrats de recherche) mais aussi de participer à des projets collaboratifs publics nationaux et européens sur les questions autour du biocontrôle.

<https://bc2grape-inrae.fr/>

Réalisation d'essais en biologie moléculaire à l'INRAE UMR SAVE (INRAE)



L'expérimentation système et l'expérimentation participative : vers l'intégration du biocontrôle

Le biocontrôle n'est pas un levier unique et suffisant pour permettre seul une réduction globale des intrants classiques. Il doit se combiner à d'autres leviers et solutions dans un itinéraire de protection. Le travail d'intégration et de construction de stratégies est essentiel pour étudier et valider l'apport du biocontrôle au vignoble. Les expérimentations « systèmes » s'appuient sur cette combinaison de leviers et permettent d'évaluer dans son ensemble la pertinence de la stratégie sur de nombreux paramètres : impacts environnementaux, dimension économique, efficacité de protection... Les projets ECOVITI puis actuellement BEE ont proposé des essais systèmes en viticulture avec un objectif de diminuer fortement le recours aux produits phytopharmaceutiques classiques par l'usage en amont de méthodes prophylactiques, d'un changement de mode de conduite et l'application prioritaire de produits de biocontrôle.

L'expérimentation participative fait intervenir le viticulteur comme acteur de l'essai. Il s'agit d'être au plus près des conditions réelles de production (décisions, matériel de l'exploitation...). Des projets comme le RESAQ VitiBIO et le RESAP Occitanie font appel à l'expérimentation participative.

Expérimentations système et participative permettent d'aboutir à des solutions transférables rapidement vers les viticulteurs et la filière. Elles jouent aussi un rôle de démonstration non négligeable pour prouver et convaincre qu'un changement de pratique est possible.

Les perspectives pour le biocontrôle en viticulture

L'avènement de nouveaux produits : le statut biocontrôle est encore récent, il a permis l'essor de nombreux produits de première génération. L'IBMA (International Biocontrol Manufacturers Association) fédère la majorité des entreprises qui développent du biocontrôle. Il estime le marché actuel du biocontrôle en France (toutes cultures confondues) à 230 millions d'euros. L'objectif est de passer de 12% à 30% du marché des produits phytopharmaceutiques d'ici 2030. Une enquête menée en 2020 prévoit 52 innovations biocontrôles dans les prochaines années pour la vigne. La vigne représente une culture d'intérêt car la totalité des entreprises qui ont répondu à l'enquête engagent de la R&D sur la viticulture.



Zoom sur la R&D en cours

<https://www.ibmafrance.com/ibma-france/>

enquête IBMA sur les entreprises qui développent des biocontrôles : https://www.ibmafrance.com/wp-content/uploads/2021/06/210615_Dossier_Presse_IBMA_France.pdf

Les premiers retours d'expérimentation, d'usages, des problématiques rencontrées vont influencer les prochaines orientations des entreprises qui développent des solutions de biocontrôle.

Au-delà de ces prévisions, les revues techniques spécialisées se font régulièrement l'écho de pistes investiguées pour créer des produits innovants, notamment contre le mildiou qui reste la maladie qui génère un fort besoin d'alternatives (substitution du cuivre, poids de l'IFT...). On peut ainsi citer l'extraction de polyphénols issus de la vigne (sarments, moûts) dont certains ont un très fort pouvoir anti-mildiou (projet VITIACTIF). D'autres solutions font intervenir des micro-algues, des amibes, ou encore des micro-peptides capables de bloquer une enzyme essentielle dans la germination des zoospores... Consulter l'enquête prospective de l'IBMA auprès des entreprises qui ont des projets de développement sur le biocontrôle https://www.ibmafrance.com/wp-content/uploads/2021/06/210615_Dossier_Presse_IBMA_France.pdf

CONCLUSION

Le biocontrôle et les produits de biocontrôle sont actuellement en plein essor. Leur profil à moindre impact sur la santé et l'environnement et leurs modes d'action originaux en font des candidats séduisants pour remplacer le recours aux produits phytopharmaceutiques de synthèse.

De nombreux produits sont déjà disponibles sur la liste actuelle pour protéger la vigne contre divers maladies et ravageurs. Toutes ces solutions ne représentent pas un moyen de substitution intégrale des produits phytopharmaceutiques classiques, mais plutôt un levier à associer avec d'autres méthodes pour parvenir à une diminution globale au sein de l'itinéraire de protection. Ainsi, dans la lutte contre le mildiou, lors de pressions parasitaires moyennes à fortes, le biocontrôle doit être complété avec des fongicides cupriques ou de synthèse.

De plus, les produits de biocontrôle ne sont pas au même degré de maturité dans leur usage en conditions de production. Par exemple, des produits nouveaux qui se basent sur des modes d'action complexes ou sur l'intervention d'organismes vivants demandent encore des travaux de recherche et développement pour mieux connaître les conditions d'application et de réussite. Ces connaissances essentielles passent par plusieurs niveaux de recherche (fondamentale, contrôlée et terrain) qui se complètent et qui s'adaptent aux questionnements spécifiques soulevés par chaque produit. Les champs d'étude sont vastes et demandent parfois la création de nouvelles méthodologies ou le recours à des dispositifs expérimentaux innovants (expérimentation système, expérimentation participative avec des groupes de viticulteurs).

Tous les travaux de recherche visent un objectif commun : proposer au viticulteur une solution applicable dans ses conditions de production, optimisée et caractérisée par des indicateurs (conditions d'application, facteurs majeurs influant sur l'efficacité, limites...) qui apporte une efficacité au sein de l'itinéraire global de protection. La mise en œuvre de cette solution doit parallèlement permettre de diminuer le recours aux intrants phytopharmaceutiques classiques et s'inscrire dans la démarche de production durable (faisabilité technico-économique). Ces informations sont précieuses et permettront l'adoption large du biocontrôle par les viticulteurs en « routine ». C'est par exemple le cas des biocontrôles proposés dans le cadre de la lutte contre les tordeuses de la vigne : la confusion sexuelle est une méthode très spécifique qui a généré de nombreux travaux de recherche. Aujourd'hui, elle est bien maîtrisée et les surfaces de vignes confusées augmentent régulièrement.

La dynamique est importante en France avec un vivier d'entreprises, PME ou start-up qui créent des solutions de biocontrôle, un appui des pouvoirs publics (au niveau national, relayé en région) et l'implication croissante des organismes de recherche sur cette thématique. De nombreuses innovations sont attendues, notamment en viticulture, pour les prochaines années qui viendront étoffer la liste des produits homologués mais aussi la boîte à outils des méthodes alternatives.

INDEX DES PROJETS

Nom	Partenaires	Financiers	Dates	Pages	Thématiques
ABA-PIC	ACTA, Vegenov, IFV, FN3PT, Arvalis, Astredhor, CTFIL, ITEIPMAI, ITAB, IFPC, ITB	Plan France Relance	2021-2022	13, 21	Travail sur la méthodologie, outils pour améliorer l'expertise sur le biocontrôle et l'agro-équipement
ALB'S	IFV, Chambre d'Agriculture de la Gironde, INRAE UMR SAVE	CIVB		21	Essais d'agents de lutte biologique (micro-organismes vivants) pour lutter contre la pourriture grise
ALT GLYPHO	IFV, Chambre d'Agriculture de la Gironde	France AgriMer	2019-2022	27	Travaux sur l'évaluation de différents outils ou stratégies comme alternatives à l'herbicide Glyphosate
Alt' Fongis biocontrôle Alt' Fongis 2	Chambre d'Agriculture de la Gironde, IFV, EPLEFPA Bordeaux Gironde	CIVB	2018 -2023	16, 18	Essais, stratégies de produits de biocontrôle dans le contexte girondin
B2V	Vinovalie, CATAR, IFV, INOSUD, M2I Biocontrol	Europe, Région Occitanie	2019-2021	33	Valorisation des bois de la vigne sous forme de produits d'entretien de la vigne
BEE	IFV, INRAE, Chambre d'Agriculture de la Gironde	Ecophyto	2018-2023	16, 18	Essais systèmes sur la réduction des intrants en protection de la vigne avec divers leviers dont l'usage de biocontrôle
BIOBESTICIDE	Greencell, INRAE, IFV, Lamberti SPA, Tecnalia, Eurion, Ciao Tech, Zielona Chemia	Europe	2019-2023	27	Développement d'un produit à base de micro-organismes pour lutter contre les maladies du bois au vignoble

Nom	Partenaires	Financeurs	Dates	Pages	Thématiques
BIOBOT	IFV, Chambre d'Agriculture de la Gironde, INRAE UMR SAVE	Ecophyto PSPE2 AFB	2015-2019	21	Essais de produits de biocontrôle contre la pourriture grise
BIOTOR	IFV, Chambre d'Agriculture de la Gironde, Chambre d'Agriculture de la Charente, INRAE UMR SAVE	France AgriMer	2018-2020	24	Evaluation de produits de biocontrôle pour lutter contre les tordeuses de la grappe
CENTRE DE RESSOURCE CUIVRE	ACTA, APCA, INRAE	CASDAR		19	Recensement des expérimentations sur les expérimentations de réduction de cuivre en viticulture
CODEVI-SDP	IFV, INRAE UMR Agroécologie, Université Bordeaux	CASDAR RT	2017-2019	13	Etude et caractérisation des composés organiques volatils comme indicateurs d'une réponse de la vigne après l'application d'un produit SDP
COPPEREPLACE	ADVID, IFV, CVAN, Université de Catalogne (UPC-UMA), VBNA, Fondation EURECAT, GreenUPorto, Université de Vigo, Sogrape Vinhos, LBS (Gérard Bertrand), Familia Torres, Jean Leon	Europe	2020-2022	19	Travail Européen (Espagne, France et Portugal) sur la recherche d'alternatives à l'usage du cuivre en viticulture
DEFISTIM	Syngenta, Goemar, Végépolys, Pôles IAR, Qualimed, Valorial, Force-A, In Vivo, Végénov, INRAE, IFV, Idfel Val de Loire, CIVC, Arvalis, FN3PT	FUI Régions Champagne Ardennes	2010-2013		Etude et optimisation de produits à mode d'action stimulation des défenses
DIVANTIBOT	IFV, Chambre Régional des Pays de la Loire		2019-2022	21	Etude des facteurs qui influencent l'implantation au vignoble d'un micro-organisme compétiteur du Botrytis
DIVERVITI	IFV, INRAE, Chambres d'agriculture 30 et 26, Lycée Viticole d'Amboise	Ecophyto DEPHY EXPE	2018-2023	16	Systèmes de culture viticoles agro-écologiques intégrant d'autres espèces végétales afin de favoriser les équilibres parcelaires
ECOVITI	INRAE, Chambre d'agriculture de la Gironde, EPLEFPA Bordeaux Gironde, IFV	Ecophyto DEFI EXPE	2012-2017	27	Essais systèmes sur la réduction des intrants en protection de la vigne avec divers leviers dont l'usage de biocontrôle
MISTIC	IFV, Chambre d'Agriculture de la Gironde, Vinipole Sud Bourgogne, Exploitation Lycée Viticole Amboise, Centre R&D de Vegepolys Valley	France AgriMer	2022-2024	7	Etude de la combinaison des biocontrôles et des biostimulants en viticulture
NSCONTROL	IFV	Région Centre, Interloire	2020-2023	21	Criblage d'une collection de levures sur les principaux micro-organismes pathogènes de la vigne
PARADE	INRAE, Arvalis, IFV, Chambre d'Agriculture de Pyrénées-Orientales, Coopérative de Geminian, Vignerons de Gascogne, coopérative de Cuxac, Aude	ECOPHYTO ANR Maturation	2020-2023	24	Développement d'un OAD pour optimiser la lutte contre les tordeuses de la vigne (observation du parasitisme naturel)
PROFIL	IFV, UMT SEVEN, INRAE UMR SAVE, UMR EGFV, UE Vigne Bordeaux, Chambre d'Agriculture de Gironde	ECOPHYTO	2021-2023	9	Etude de la collecte et destruction des organes de la vigne abritant des formes de conservation des bio-agresseurs en fin de saison
RESAP OCCITANIE	IFV, Chambres d'agriculture 11, 30, 34, 66	Région Occitanie	2019-2021	18, 19	Essais en réseau en Occitanie pour évaluer des règles de décisions de réduction de cuivre et utilisation de biocontrôle
RESAQ VitiBIO	IFV, Chambre d'Agriculture de la Gironde, VBNA, Agrobio Périgord, Alterma, Chambres d'agriculture 16, 17, 19, 24, 40, 64	Région Nouvelle Aquitaine	2021-2023	19, 26	Essais en réseau participatif chez les viticulteurs de Nouvelle-Aquitaine
VACUUM BUG	Chambre d'Agriculture Régionale PACA, IFV, INRAE, FREDON PACA, GRAB, ITAB, Chambres Agriculture 13 et 84, Domaine Charvin, Domaine du Paternel	Europe FEADER Région Sud	2017-2020	9	Création et évaluation d'un outil d'aspiration des larves de cicadelles vectrices de la Flavescence dorée
VITI ACTIF	EA 2106 BBV Université de Tours, IFV Amboise, CETU Innophyt, EA 6294 LEA, Chambre d'Agriculture 37, Lycée viticole d'Amboise, ITAB, GreenPharma	Région Centre, Interloire	2015-2018	33	Etude des polyphénols issus de la vigne pour lutter contre les maladies
VITI-TUNNEL	IFV, MO.DEL	France AgriMer, Région Nouvelle Aquitaine	2021-2023	9	Etude des effets d'un dispositif de couverture automatisé des rangs de vigne lors d'événements climatiques (pluie, gel, grêle...)
XP-BC « mildious »	ARVALIS, ASTREDHOR, CTIFL, FNAMS, FNPPPT, IFPC, IFV, INRAE, ITAB, ITEIPMAI, Terres Innovia, Vegenov, Végépolys Innovations	Ecophyto Consortium Biocontrôle National	2018-2019	18	Essais de produits candidats en voie d'homologation sur divers mildious et cultures dans le cadre du Consortium National Biocontrôle
Zéro Black-Rot	IFV, INRAE, Chambre d'Agriculture de la Gironde	France AgriMer		11	Evaluations de produits de biocontrôle pour protéger la vigne contre le Black-Rot



Comité de rédaction :

Nicolas Aveline, Séverine Dupin, Stéphane Becquet, Laure Cayla

Contributeurs :

DRAAF Nouvelle-Aquitaine : Philippe Reulet

DGAL : Jacques Grosman

Chambre d'Agriculture de la Gironde : Sidonie Guégniard, Camille Errecart

IFV : Xavier Burgun, David Lafond, Morvan Coarer, Caroline Gouttesoulard, Guillaume Delanoué, Audrey Petit, Nicolas Constant, Pierre Martini, Alexandre Davy, Philippe Larignon, Marc Raynal, Eric Chantelot, Marc Vergnes

ITAB : Patrice Marchand.

INRAE : Marie-Cécile Dufour, Marc Fermaud, Thibaut Malausa

UMT SEVEN

Avec le soutien de :



Dans le cadre du :

