



## Le biocontrôle : aperçu de l'expérimentation en arboriculture et maraîchage en Occitanie

### FOCUS RAVAGEURS 2/2 : Les ennemis des fruits et des tubercules

La protection des cultures est un enjeu central pour la pérennité de l'agriculture, faisant aujourd'hui face à de nombreuses transformations. Le changement climatique provoque une pression accrue de certains bioagresseurs avec, notamment, des cycles supplémentaires et l'apparition de nouvelles espèces jusqu'ici absentes des bassins de production français. De plus, on assiste à la réémergence de bioagresseurs autrefois secondaires suite au retrait de certaines substances actives. La transition vers une agriculture plus respectueuse de l'environnement pousse à trouver des alternatives aux pesticides les plus impactants, tout en permettant une protection efficace des cultures. Parmi les combinaisons de leviers et méthodes mobilisées dans ce but, les produits de biocontrôle et alternatifs occupent une place centrale.

CAP EXPÉ propose une série d'articles reposant sur un panorama d'expérimentations réalisées sur les stations d'Occitanie (cf. cartographie). L'objectif est de mettre en perspective les résultats obtenus sur différents produits de biocontrôle et alternatifs testés sur plusieurs cultures dans des contextes pédoclimatiques variés ; afin de proposer un aperçu des connaissances produites par la recherche appliquée. Ce focus traite des ravageurs, avec en seconde partie les larves d'insectes se nourrissant de fruits ou de tubercules.

#### SOMMAIRE

##### 1. Lépidoptères

1.1. Le carpocapse sur pommier

1.2. Le carpocapse sur noyer

##### 2. Diptères

2.1. *Drosophila suzukii*

2.2. La mouche du brou

##### 3. Coléoptères : le taupin

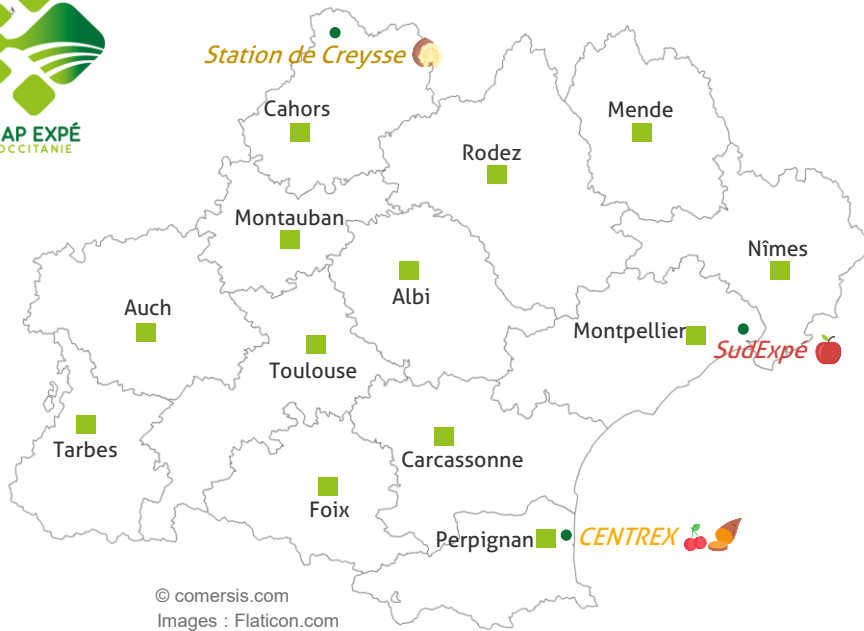
#### LES PRODUITS DE BIOCONTRÔLE QU'EST-CE QUE C'EST ?

Le **biocontrôle** est un ensemble de méthodes de protection des végétaux reposant sur les mécanismes et interactions existants dans les milieux naturels, dans un objectif de gestion des populations de bioagresseurs et de protection des cultures. Ils comprennent les macro-organismes (nématodes, auxiliaires...), et les produits phytopharmaceutiques composés de micro-organismes (bactéries, virus...), de médiateurs chimiques (phéromones, kairomones) ou de substances naturelles d'origine végétale (huiles essentielles...), minérale ou animale (huiles minérales, argiles, kaolin...) (article L. 253-6 du code rural et de la pêche maritime). Parmi les produits considérés comme biocontrôle au titre de l'article L.253-6 du code rural, certains sont autorisés en agriculture biologique et d'autres non. Ils sont par ailleurs exempts des distances de sécurité vis-à-vis des riverains (sauf mention contraire sur l'étiquette du produit), et ne sont pas comptabilisés dans le calcul de l'indice de fréquence de traitement chimique (IFT). D'autres solutions, sans être inscrites sur la liste officielle des produits phytopharmaceutiques de biocontrôle sont d'origine naturelle, pour certains utilisables en agriculture biologique, tels que le cuivre, l'azadirachtine, l'hydroxyde de calcium ou le spinosad.

Les **substances de base** (ex : sucre, sel, vinaigre, bière...) sont définies comme des substances dont l'usage principal n'est pas phytopharmaceutique, mais qui sont utiles pour la protection des végétaux, et n'ont pas d'effets nocifs sur la santé humaine et animale et sur l'environnement (règlement CE n°1107/2009). Les **biostimulants** appartiennent à la catégorie des matières fertilisantes et supports de cultures, sans lien avec la protection des cultures. Ils stimulent des processus naturels comme l'assimilation des nutriments ou la résistance aux stress abiotiques. Les **préparations naturelles peu préoccupantes** (PNPP) définies par l'article L 253-1 du code rural sont soit des substances de base, soit des substances naturelles à usage biostimulant (SNUB) définies par le décret n°2016-532 comme des substances d'origine végétale, animale ou minérale, à l'exclusion des micro-organismes.

L'implémentation des produits de biocontrôle dans les stratégies de lutte nécessite une technicité importante et une refonte des stratégies ; d'où l'importance des connaissances produites par la recherche appliquée. La transition vers une protection des cultures agroécologique et plus respectueuse de l'environnement dépend d'une combinaison de leviers à l'échelle du système de culture : le biocontrôle doit nécessairement être réfléchi et mis en lien avec les autres leviers d'action (choix du matériel végétal, adaptation des itinéraires techniques...).





## FOCUS RAVAGEURS 2/2 : Les ennemis des fruits et des tubercules



SUDEXPÉ



- Stations de recherche appliquée
- 🍏 Expérimentations sur pommier
- 🌰 Expérimentations sur noyer
- 🍒 Expérimentations sur cerisier
- 🥔 Expérimentations sur patate douce

### Localisation des stations d'expérimentation et des essais présentés dans l'article

*Les insectes occasionnant des dégâts au stade larvaire appartiennent entre autres aux ordres des lépidoptères, des diptères et des coléoptères. Quand la ponte se fait à l'intérieur du fruit, elle provoque sa pourriture. Les larves se nourrissent de la chair du fruit en creusant des galeries et y laissent des déjections. Les organes végétaux (fruits, tubercules) ainsi parasités deviennent impropres à la consommation.*

## 1. Lépidoptères

Les lépidoptères correspondent à un ordre d'insectes comprenant un certain nombre d'espèces ravageurs des cultures, tels que la tordeuse orientale du pêcher, le carpocapse, la zeuzère, les noctuelles... Le carpocapse *Cydia pomonella* s'attaque aux fruits à pépins et à la noix. C'est la larve qui provoque des dégâts en perçant le fruit pour y pénétrer. En s'alimentant elle creuse des galeries jusqu'aux pépins, ou jusqu'à la noix et son cerneau. Les galeries rendent les fruits non commercialisables. Ce ravageur, réalisant jusqu'à trois générations par an, est un des plus problématiques sur fruits à pépins et sur noyer.

### 1.1. Le carpocapse sur pommier

Récemment, la gestion du carpocapse est traitée dans le plan d'alternatives d'urgence phytosanitaire fruits et légumes (PAUPFL) au sein de l'action 6 (2023-2026). Un des leviers travaillés à SudExpé dans ce projet est l'amélioration de l'efficacité du virus de la granulose dans un contexte de forte pression. Celui-ci est habituellement utilisé contre le carpocapse, mais témoigne de plus en plus régulièrement de pertes d'efficacité. L'essai conduit en 2023 en conditions de forte pression montre une faible efficacité du virus de la granulose seul (Madex Pro) : 14% maximum. L'utilisation d'une double dose de Madex Pro permet d'obtenir une efficacité identique à la référence PFI (emamectine + adjuvant Sticman), mais à court terme uniquement (quelques jours après traitement). A moyen terme (16 jours après le dernier traitement) son efficacité est quasi nulle, au même niveau que la dose simple. En revanche, l'application du Madex Pro (simple ou double dose) avec adjuvantation de Sticman permet de maintenir une efficacité similaire ou légèrement inférieure à la référence PFI à court et moyen terme (efficacités entre 40% et 24% pour le virus + adjuvant, contre 40% et 34% pour la référence PFI à court et moyen terme respectivement). En 2024, dans un contexte de faible pression en première génération sur la parcelle d'essai, les modalités utilisant le virus de la granulose Carpovirusine Evo 2 ont des dégâts réduits par rapport au témoin, mais sans effet additionnel de l'adjuvant Sticman, du Blossom Protect (attractif de la larve vers le virus) et du Calsun (barrière physique). Le virus Madex Pro a le même niveau d'efficacité que la Carpovirusine Evo2. Les modalités expérimentées en 2024 sont à tester de nouveau en raison d'une pression faible et hétérogène, rendant les résultats difficilement interprétables.

*L'utilisation d'un adjuvant pour améliorer l'efficacité du virus de la granulose contre le carpocapse sur pommier semble constituer une piste intéressante selon les résultats de 2023, mais cette hypothèse demande à être confirmée par de nouveaux essais. Néanmoins, les efficacités demeurent moyennes pour l'ensemble des stratégies. Une autre perspective à l'étude est l'utilisation de nouvelles souches du virus de la granulose, qui s'avèreraient plus efficaces que celle utilisée actuellement, ce qui n'a pas été observé en 2024 en raison d'une pression trop faible.*

## 1.2. Le carpocapse sur noyer

Le carpocapse a également fait l'objet de deux projets successifs à la [Station Expérimentale de Creysse](#). Les projets LICHEN (2019-2021) et ParasiT (2022-2026) s'intéressent à la recherche, la caractérisation et l'utilisation des parasitoïdes oophages indigènes des vergers de noyers que sont les trichogrammes. Les trichogrammes *Trichogramma cacoeciae* et *Trichogramma oleae* ont été détectés dans la canopée des noyers de la [Station Expérimentale de Creysse](#). C'est un dispositif de pièges avec des œufs stériles de *Cydia pomonella* et d'*Ephestia kuehniella* (la pyrale de la farine) qui a permis de les observer. Ces deux espèces de trichogrammes sont prédatrices d'œufs de carpocapse mais ne sont pas exclusives sur le genre *Cydia* d'après les recherches bibliographiques et l'expertise de l'INRAE, partenaire du projet. La suite du projet doit permettre de sélectionner le meilleur auxiliaire selon sa capacité de parasitisme, de dispersion, sa spécificité de cible, sa fécondité et sa longévité.

*La piste des trichogrammes parasitoïdes indigènes du verger est prometteuse et a l'avantage de ne pas nécessiter l'introduction d'espèces étrangères.*

## 2. Diptères

### 2.1. *Drosophila suzukii*

*Drosophila suzukii* est un ravageur redouté en vergers de cerisiers. La mouche possède un ovipositeur particulièrement dentelé, lui permettant de déposer ses œufs à l'intérieur du fruit. Les larves se nourrissent alors de la pulpe, aboutissant à une pourriture du fruit. Les pertes engendrées peuvent atteindre des niveaux très élevés, jusqu'à l'entière de la récolte à venir.

De nombreux projets ont été consacrés à la gestion de *D. suzukii* sur cerisier. Le projet PALVIP a expérimenté le spinosad, référence en agriculture biologique, et des solutions à base de champignons entomopathogènes de 2018 à 2020 à la [CENTREX](#). La pression en *D. suzukii* est élevée, avec 25 à 30% de fruits atteints à la récolte chaque année sur le témoin. Les résultats sur deux années d'utilisation du Success 4 (spinosad) soulignent une efficacité significative par rapport au TNT, mais faible. L'efficacité est en moyenne de 29% à la date de récolte (entre 18% et 42% selon les années), et de 27% quatre jours post-récolte. Sur trois années d'essai, Naturalis (*Beauveria bassiana*) et Nofly (*Isaria fumosorosea*) démontrent des efficacités significatives mais également faibles : respectivement de 32% et 28% en moyenne à la date de récolte, et de 21% en moyenne après quatre jours de conservation. Un essai conduit à [SudExpé](#) en 2020 dans le cadre d'un projet FranceAgriMer a également expérimenté le Naturalis. En conditions de forte pression, celui-ci n'a eu aucune efficacité, avec un niveau de dégâts identique au témoin non traité. Dans ce même essai, l'argile (Sokalciarbo 50kg/ha puis 30kg/ha) a une efficacité intéressante avec une diminution des dégâts à 35% (contre 65% sur le témoin). Néanmoins, l'argile laisse un marquage sur les fruits, nécessitant un nettoyage avant leur commercialisation.

*Si le spinosad et les champignons entomopathogènes semblaient être des alternatives contre *D. suzukii*, ils se révèlent insuffisants pour permettre une récolte saine et ont une efficacité très variable selon le contexte annuel. En outre, l'utilisation du spinosad sur cerisier est soumise à dérogation annuelle.*

Le Quassol (extraits végétaux) a été testé en 2022 dans le cadre d'un essai mené par SudExpé, en tant que substitut ou complément au Success 4. À la récolte, son application seule permet de réduire les dégâts à 55%, contre 70% pour le témoin non traité, ce qui reste insuffisant. Utilisé en alternance avec le Success 4, le Quassol n'apporte pas d'amélioration notable de l'efficacité globale. Par ailleurs, il altère fortement la qualité gustative des cerises, en leur conférant une amertume prononcée. Ainsi, le Quassol ne constitue pas une solution satisfaisante, ni en substitution ni en complément du Success 4.

Dans le cadre du plan d'alternatives d'urgence phytosanitaire sur cerise, plusieurs solutions de biocontrôle ont récemment été évaluées (SudExpé, 2023–2025). En situation de pression moyenne, la stratégie associant le répulsif Larvasoil au Success 4 a permis de réduire significativement l'infestation des fruits à la récolte (4,8% contre 22% pour la stratégie basée uniquement sur le Success 4). À surmaturité, cette tendance se confirme : 27% de fruits endommagés avec l'association Larvasoil + Success 4, contre 57% pour le Success 4 seul. Toutefois, ces résultats doivent être interprétés avec prudence : la majorité des dégâts observés correspondent à des trous d'émergence des mouches, pouvant résulter de piqûres antérieures aux traitements. Un nouvel essai a été mis en place en 2024 avec ce même répulsif en contexte de pression moyenne. Les résultats de 2023 n'ont pas été confirmés. Aucune différence avec une stratégie de référence basée sur le Success 4 n'a pu être mise en évidence, tant à maturité commerciale qu'à surmaturité. Concernant d'autres produits, le Cle'Flo (crème d'argile), testé sous pressions moyenne et forte, n'a montré qu'une efficacité faible à nulle. Le Lovell (huile de paraffine) a permis de réduire les dégâts en cas de pression moyenne (20% de fruits infestés contre 40% pour le témoin non traité), mais son efficacité disparaît sous forte pression. Enfin, la combinaison Lovell + stratégie conventionnelle (alternance Karaté/Exirel) n'apporte pas d'amélioration significative par rapport à la stratégie de référence seule : 4,7% de dégâts contre 5,9%. Le Lovell n'améliore donc pas l'efficacité du programme conventionnel. D'autres produits ont été testés en 2024 lors d'un essai en micro parcelles. Le Neemazal (huile d'azadirachtine) et un répulsif à base d'huiles essentielles ont été étudiés face à un témoin non traité et une référence classique (Karaté/Exirel) en conditions de pression moyenne à forte. Les applications de Neemazal n'ont eu qu'un effet très limité (aucune différence statistique avec le témoin) à maturité et une petite tendance à la diminution des dégâts est observée à surmaturité. Le répulsif ne montre lui aucune efficacité tant à maturité qu'à surmaturité. Néanmoins, les précipitations fréquentes durant l'essai incitent à rester prudent sur ce dernier produit. Il semble très pertinent de renouveler des essais dans d'autres situations d'expositions.

Une autre piste de lutte est testée par l'INRAE depuis 2025. L'introduction de *Ganaspis kimorum*, un parasitoïde de *D. suzukii*, est en cours d'évaluation sur plusieurs bassins de production du pourtour méditerranéen. Les travaux devraient se poursuivre sur les années à venir.

***Ainsi, les biocontrôles testés jusqu'ici montrent des efficacités partielles et trop limitées. Ces produits demeurent actuellement insuffisants pour la maîtrise de *Drosophila suzukii*.***

## 2.2. La mouche du brou

La mouche du brou (*Rhagoletis completa*) pond dans le brou des noix au cours de l'été, les larves consomment ensuite le brou qui noircit et se décompose. Les attaques précoces provoquent la chute des noix avant la récolte. Les attaques tardives laissent des marques noires sur la coque de la noix suite à la détérioration du brou. Les noix ainsi tachées sont fortement dépréciées à la commercialisation. Dans le cadre de la lutte contre cette mouche, plusieurs produits de blanchiment à base de substances minérales ont été évalués à la Station Expérimentale de Creysse, en partenariat avec différentes firmes phytosanitaires. En 2019, le Baïkal (kaolin 1000g/kg à 60kg/ha puis 30kg/ha) a permis une diminution des dégâts provoqués par la mouche du brou, avec moins de 2% de fruits touchés à la récolte, contre 26% sur le TNT.

En 2021, deux produits à base d'hydroxyde de calcium, le BNA Pro (200L/ha puis 100L/ha) et le Calciblanco (45kg/ha puis 35kg/ha) présentent également moins de 2% de dégâts contre 15% à 18% sur le témoin. En 2022, le Calciblanco confirme cette efficacité avec moins d'1% de fruits touchés, contre 10% sur le témoin. En 2023, le Calshield (ou Calsun) à base de carbonate de calcium (à 20L/ha puis 10L/ha) montre également une efficacité avec 6% de fruits attaqués contre 15% sur le témoin. La même année, le Clé'Flo (argile 43%) a démontré une efficacité moyenne de 37% sur les dégâts de mouche du brou par rapport au TNT (10% de fruits attaqués contre 15,8%).

*L'ensemble de ces essais démontre une efficacité intéressante des produits de blanchiment à base de différentes substances minérales contre la mouche du brou. Néanmoins un effet repoussoir de ces biocontrôles est soupçonné, pouvant provoquer une sur-attaque du témoin non traité, et de fait une augmentation des dégâts sur celui-ci. Une combinaison de ce type de traitements repousseurs avec un autre levier de protection sur les zones non traitées par blanchiment pourrait être nécessaire.*

### **3. Coléoptères : le taupin**

Les taupins (*Agriotes sp.*) sont des coléoptères dont les larves provoquent des dégâts sur les cultures légumières. Les larves creusent des galeries dans différents organes (racines, tubercules, fruits...), pénalisant la vigueur de la plante et la production commerciale quand les fruits ou tubercules sont touchés.

Plusieurs essais menés par la **CENTREX** ont permis d'évaluer l'efficacité de solutions de biocontrôle contre les taupins en culture de patate douce. En 2019, sous faible pression parasitaire, des applications de Neemazal (azadirachtine) et de purin de fougère (15%) ont été réalisées via le système de goutte-à-goutte. Les deux traitements ont permis une réduction significative de la fréquence d'attaque (-54% pour le Neemazal, -42% pour le purin de fougère), ainsi que de l'intensité des dégâts (-71% et -60%, respectivement). Le purin de fougère semble également présenter un effet fertilisant, avec une tendance à l'augmentation du rendement. Ces résultats peuvent être dus à l'hétérogénéité d'infestation et sont donc à confirmer.

En 2023, dans le cadre d'un essai conduit en collaboration avec la société Koppert, une nouvelle stratégie a été testée en conditions de forte pression : l'application de nématodes entomopathogènes *Steinernema carpocapsae* (Capsanem), également par goutte-à-goutte, comparée à une stratégie reposant sur du tourteau de ricin, reconnu pour ses propriétés répulsives. Les deux stratégies ont présenté des fréquences d'attaque globalement similaires à celle du témoin non traité. Toutefois, Capsanem a permis de réduire significativement l'intensité des attaques tardives, c'est-à-dire à la fin du grossissement des tubercules. Parmi les patates douces de calibre commercialisable, la stratégie Capsanem a conduit à une proportion significativement plus élevée de tubercules présentant moins de 5 trous, et significativement moins de tubercules fortement endommagés (plus de 10 trous), comparée à la stratégie au tourteau de ricin et au témoin. L'absence d'effet sur les attaques précoces s'explique par une première application de nématodes intervenue après le début du grossissement des tubercules, moment où certains dégâts étaient déjà présents. Une application plus précoce et répétée sur plusieurs années, pourrait être testée afin d'optimiser l'efficacité de cette stratégie.

*D'après leur première année de tests, certaines solutions de biocontrôle comme le Neemazal, le purin de fougère ou le Capsanem peuvent contribuer à la gestion des taupins sur patate douce.*

## Tableau de synthèse d'efficacité des produits testés sur insectes parasites des fruits et des tubercules

<sup>1</sup> : produit de biocontrôle tel que défini dans le code rural article L253-6

<sup>2</sup> : produit autorisé en Agriculture Biologique

**Important :** Les produits testés dans un cadre expérimental peuvent ne pas disposer d'autorisation de mise en marché (AMM) sur l'usage bioagresseur x culture en question. Charge à chaque utilisateur de vérifier si l'usage est autorisé à date, ou dispose d'une dérogation (AMM 120 jours).

**Vert :** résultats concluants/efficacité suffisante ; **Orange :** résultats moyens/aléatoires/variables selon les années ; **Rouge :** résultats mauvais ou non concluants ; **Vert rayé :** résultats intéressants mais pas assez de répétitions/années donc pas assez de recul ; **Orange rayé :** résultats moyens/aléatoires en tendance mais manque de recul pour conclure ; **Rouge rayé :** résultats mauvais sur les essais en question mais manque de recul pour conclure ; **Gris :** non testé

| Famille                       | Nom commercial ou code                | Composition                    | Carpocapse sur pommier | Carpocapse sur noyer | Drosophila suzukii | Mouche du brou | Taupins   |
|-------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|------------------------|----------------------|--------------------|----------------|-----------|
| Micro-organismes              | MADEX PRO <sup>1,2</sup>              | Granulovirus                   | Orange                 | Vert                 |                    |                |           |
|                               | CARPOVIRUSINE <sup>1,2</sup>          | Granulovirus                   | Orange                 | Vert                 |                    |                |           |
|                               | NATURALIS <sup>1,2</sup>              | <i>Beauveria bassiana</i>      |                        |                      | Orange             |                |           |
|                               | NOFLY <sup>1</sup>                    | <i>Isaria fumosoroseus</i>     |                        |                      | Orange             |                |           |
|                               | SUCCESS 4 <sup>2</sup>                | Spinosad                       |                        |                      | Orange             | Dérogation     |           |
| Macro-organismes              |                                       | <i>Trichogramma cacoeciae</i>  |                        | Orange rayé          |                    |                |           |
|                               |                                       | <i>Trichogramma oleae</i>      |                        | Orange rayé          |                    |                |           |
|                               | CAPSANEM <sup>2</sup>                 | <i>Steinernema carpocapsae</i> |                        |                      |                    |                | Vert rayé |
| Substances d'origine végétale | QUASSOL <sup>1</sup>                  | <i>Quassia amara</i>           |                        |                      | Rouge rayé         |                |           |
|                               | NEEMAZAL <sup>2</sup>                 | Azadirachtine                  |                        |                      | Orange             |                | Vert rayé |
|                               |                                       | Purin de fougères <sup>2</sup> |                        |                      |                    |                | Vert rayé |
|                               | LARVASOIL <sup>2</sup>                | Noyau phytogénique             |                        |                      | Rouge              |                |           |
|                               | Répulsif à base d'huiles essentielles |                                |                        | Rouge rayé           |                    |                |           |
| Substances d'origine minérale | SOKALCIARBO <sup>1,2</sup>            | Silicate d'aluminium (kaolin)  |                        |                      | Orange             |                |           |
|                               | BAÏKAL <sup>1,2</sup>                 |                                |                        |                      |                    | Vert           |           |
|                               | LOVELL <sup>1,2</sup>                 | Huile de paraffine             |                        |                      | Orange rayé        |                |           |
|                               | CLÉ'FLO <sup>2</sup>                  | Crème d'argile                 |                        |                      | Rouge rayé         | Vert rayé      |           |
|                               | CALSUN                                | Carbonate de calcium           | Orange                 |                      |                    | Vert           |           |
|                               | BNA PRO <sup>2</sup>                  | Hydroxyde de calcium           |                        |                      |                    | Vert           |           |
|                               | CALCIBLANC <sup>2</sup>               |                                |                        |                      |                    | Vert           |           |

Aidez-nous à améliorer nos articles sur le biocontrôle :  
scannez ce QR code pour nous faire part de votre avis →



Les projets mentionnés dans cet article de synthèse ont bénéficié du concours financier de fonds publics de FranceAgriMer, du Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire, du CASDAR (Compte d'Affectation Spéciale Développement Agricole et Rural), de la région Occitanie, d'Interfel (Interprofession des fruits et légumes frais) et d'entreprises privées.