

# Optimisez l'utilisation des biofongicides : Comprendre leur mode d'action pour des résultats optimaux

**Stéphanie Tellier, agr., M.Sc., MAPAQ**

Direction territoriale de la Capitale-Nationale,  
de la Chaudière-Appalaches et de la Côte-Nord

26 mars 2025 – Webinaires vigne et vin



## Pourquoi utiliser des biofongicides :

- Si certification biologique
- Diminuer les IRE et IRS
- Introduire dans une rotation pour diminuer risque de développement de résistance
- Portrait de la résistance dans la vigne (Anne Piuze-Paquet (Phytodata), 2025, l'inventaire des résistances, [Portrait de la situation à l'échelle provinciale, nationale et internationale, Webinaire sur la résistance des champignons aux phytopathogènes](#))



# Comprendre comment les divers produits travaillent pour les positionner le mieux possible!



## Bonifié lors des échanges et rencontres avec les conseillers petits fruits et les résultats de projets de recherche récents

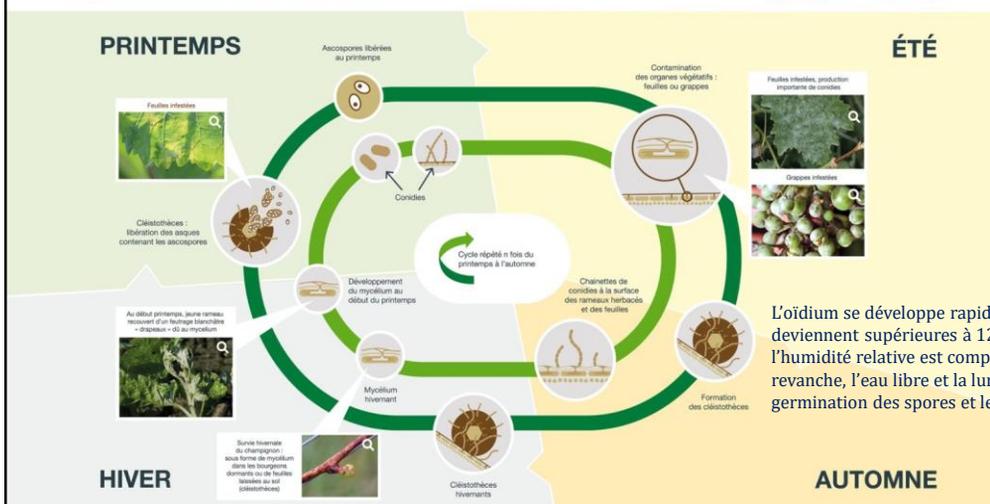
## Exercice adapté pour la **vigne** avec l'aide de Karine Bergeron, agr., MAPAQ, Montérégie

# MALADIES DE LA VIGNE

## Quelques rappels

### Cycle de l'oïdium

Légende :  
Contaminations par les conidies  
Contaminations par les ascogones



L'oïdium se développe rapidement dès que les températures deviennent supérieures à 12°C (optimum vers 25°C) et quand l'humidité relative est comprise entre 40 et 100%. En revanche, l'eau libre et la lumière intense gênent la germination des spores et le développement du mycélium.

# Cycle du mildiou

Légende :  
 Contaminations primaires  
 Contaminations secondaires



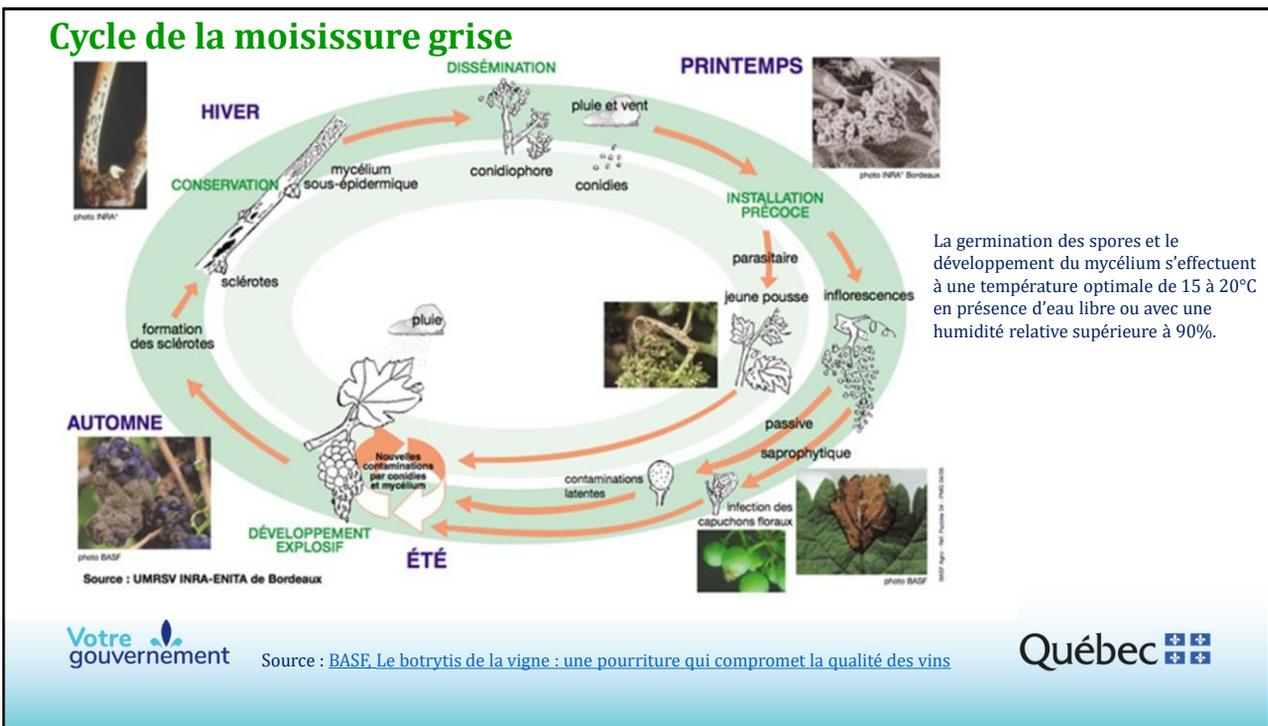
La durée d'incubation varie de 4 à 14 jours selon la température, avec un optimum se situant autour de 24 °C. La germination des oospores et le développement du mycélium exigent des températures moyennes supérieures à 11°C et de la pluie.



Source : [BASF, Le mildiou : l'ennemi numéro 1 de la vigne](#)



# Cycle de la moisissure grise

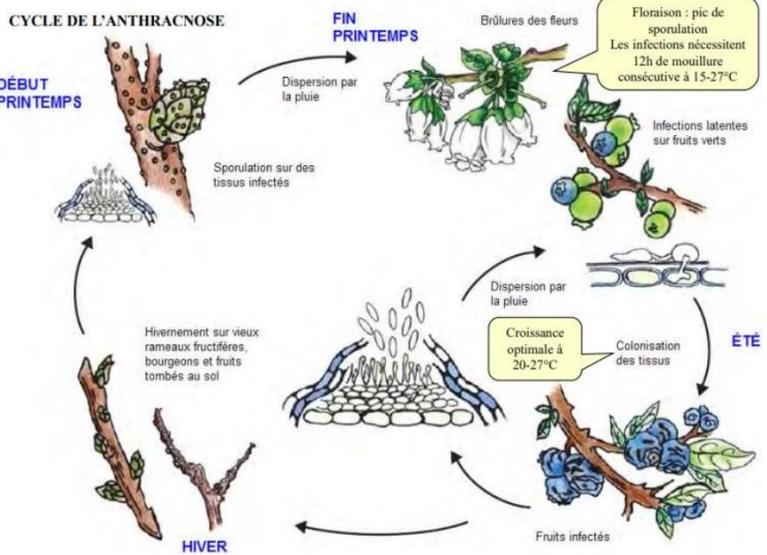


La germination des spores et le développement du mycélium s'effectuent à une température optimale de 15 à 20°C en présence d'eau libre ou avec une humidité relative supérieure à 90%.



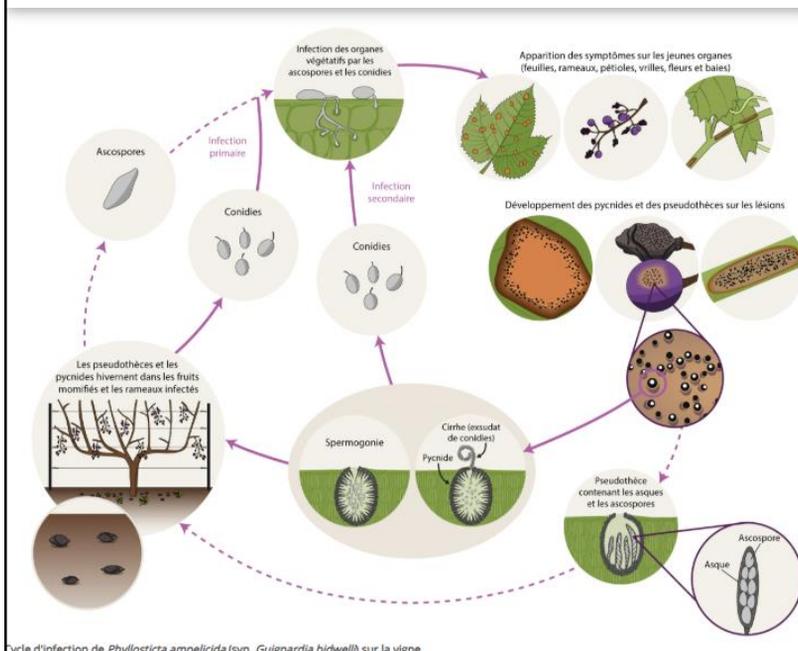
Source : [BASF, Le botrytis de la vigne : une pourriture qui compromet la qualité des vins](#)





Cycle de vie de l'anthracnose (Lacroix, 2008).

## Cycle de la pourriture noire



Les infections débutent dès l'écllosion des bourgeons et se poursuivent jusqu'à la mi-juillet. Les infections nécessitent une période de mouillure minimale de 6 heures à une température variant entre 10 et 21 °C.

Source : [Iriis phytoprotection](http://Iriis.phytoprotection)

Cycle d'infection de *Phyllosticta ampellicida* (syn. *Guignardia bidwellii*) sur la vigne

# BIOFONGICIDES

## MICROBIENS

Votre  
gouvernement

Québec

### Bactéries antifongiques

#### *Bacillus subtilis*

**SERENADE OPTI** (Bayer CropScience ; souche QST 713)

Homologué dans la vigne contre le blanc et la moisissure grise

#### *Bacillus subtilis var. amyloliquefaciens*

**DOUBLE NICKEL 55 ou LC** (Certis USA LLC ; souche D747)

Homologués dans la vigne contre le blanc et la moisissure grise

**TAEGRO 2** (Novozymes BioAg Limited ; souche FZB24)

Homologué dans la vigne contre le blanc et la moisissure grise

Votre  
gouvernement



Québec

# Bactéries antifongiques

## *Bacillus subtilis* var. *amyloliquefaciens* (suite)

**SERIFEL** (BASF Canada Inc. ; souche MBI 600)

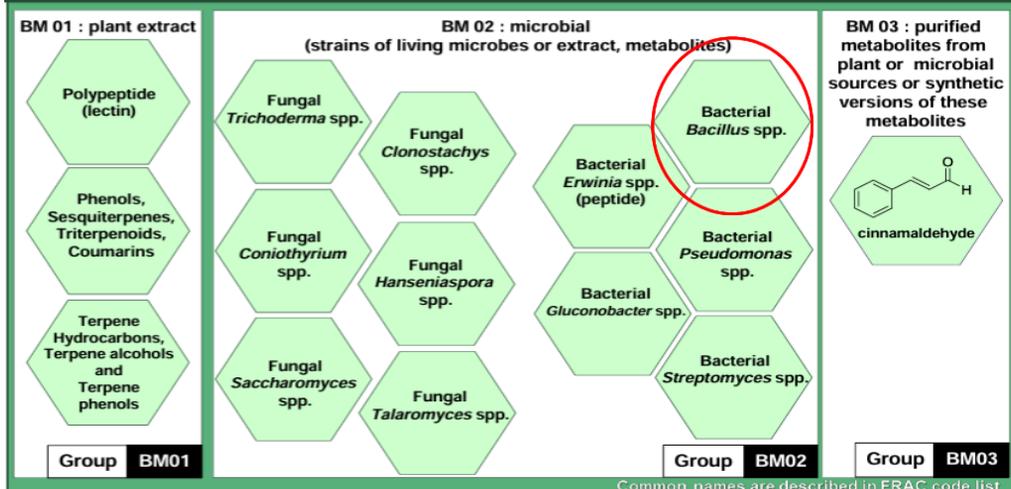
Homologué dans la vigne contre le **blanc** et la **moisissure grise**

**STARGUS** (Marrone Bio Innovations; souche 727)

Homologué dans la vigne contre le **mildiou**, la **moisissure grise**, la **pourriture noire**



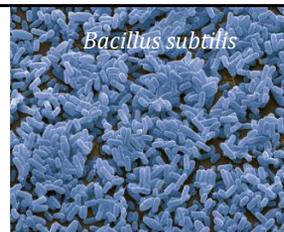
### BM: Biologicals with Multiple Modes of Action



Source : <https://www.frac.info/docs/default-source/publications/frac-mode-of-action-poster/frac-moa-poster-2024.pdf>



# *Bacillus subtilis*



## Groupe BM 02

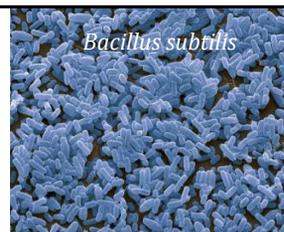
- Modes d'action multiples
- Très faible risque de développement de résistance pour les champignons pathogènes
- Aucun cas de résistance connu



Source information : Sage pesticides et FRAC  
Crédit photo : Science photo Library



# *Bacillus subtilis*



**SERENADE OPTI** (Bayer CropScience; souche QST 713)  
Homologué dans la vigne contre **le blanc** et **la moisissure grise**

- Bactérie naturelle du sol
- Action anti-fongique selon des modes d'action préventifs :
  - **Sécrétion de lipopeptides (iturines)** qui attaquent à la fois les spores et le mycélium des champignons pathogènes
  - **Concurrence spatiale** par la formation d'une barrière physique empêchant la fixation du pathogène sur la plante
  - Induction chez la plante de **mécanismes de résistance** physiologique contre l'attaque des agents pathogènes



Source information : ACTA 2021  
Crédit photo : Science photo Library



## ***Bacillus subtilis***

**SERENADE OPTI** (Bayer CropScience; souche QST 713)



- Vidéo montrant son mode d'action (cliquer sur l'image)
- **À utiliser en protection : la bactérie doit être présente sur les organes sensibles à l'infection par la moisissure grise (fleurs et jeunes fruits) et le blanc avant que ces champignons ne pénètrent les tissus**
- Si la bactérie n'est pas tuée par d'autres produits, elle colonise les espaces empêchant les pathogènes d'attaquer le fruit
- Délais avant récolte de 0 jours ; IRS : 5 ; IRE : 1

Votre  
gouvernement

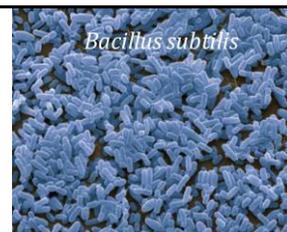


Crédit photo : AgraquestMedia

Québec

## ***Bacillus subtilis***

**SERENADE OPTI** (Bayer CropScience; souche QST 713)



**Dans un essai dans la fraise :**

- Très bonne persistance
- Les bactéries ont été récupérées des parties florales et du feuillage **jusqu'à 15 jours** après leur inoculation
- Des bactéries étaient encore présentes sur les organes suite à **un lessivage des plants placés sous la douche (100 mm d'eau)**
- L'étiquette mentionne de renouveler aux 7 à 10 jours

Source information : François Demers et Gérard Gilbert, 2018, *Essai de biofongicides contre la moisissure grise chez les fraisières*, Projet Prime-Ver  
Crédit photo : Science photo Library

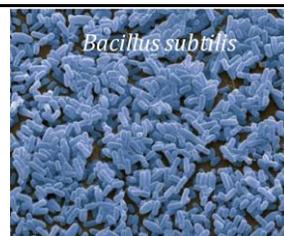
Votre  
gouvernement



Québec

# Bacillus subtilis

SERENADE OPTI (Bayer CropScience; souche QST 713)



## Compatibilité et durée d'entreposage

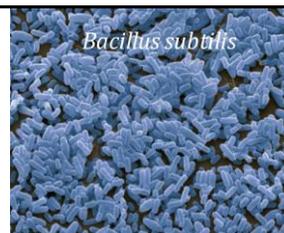
- Dans un essai réalisé par le CRAM dans la vigne, la bactérie n'a pas été tuée par une application de cuivre, de soufre ou de bicarbonate de potassium
- Dans ce même essai, l'Oxidate a cependant tué ces bactéries
- **Étiquette** : Serenade Opti devrait être utilisé dans les **6 ans** de la date de fabrication lorsqu'entreposé à la température ambiante

Crédit photo : Science photo Library



# Bacillus subtilis

SERENADE OPTI (Bayer CropScience; souche QST 713)



## Scénario d'utilisation dans la vigne contre la moisissure grise

- **Prix 2024** : 287,40 \$ pour 2,72 kg\*
- **Dose recommandée sur l'étiquette par hectare** : 1,7 kg à 3,3 kg
- **Prix par traitement à l'hectare (dose moyenne de 2,5 kg) : 264,15 \$ \***
- **Concentration  $1,31 \times 10^{10}$  CFU/g, donc 32 750 000 000 000 ( $3275 \times 10^{10}$ ) bactéries appliquées avec dose de 2,5 kg**

\*\* Source : CRAAQ, 2024, Pesticides, prix moyens, AGDEX 905-855

Crédit photo : Science photo Library

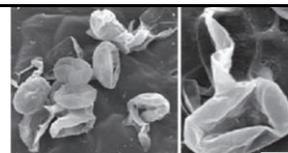


## ***Bacillus subtilis* var. *Amyloliquefaciens***

**DOUBLE NICKEL 55 WDG et**

**DOUBLE NICKEL 55 LC** (Certis USA LLC; souche D747)

Homologués dans la vigne contre **le blanc** et **la moisissure grise**



Shrinkage and loss of turgor of powdery mildew conidia after being treated with lipopeptide extracts from different *B. subtilis* isolates. (Images repro. from Romero et al., 2007, J. app. Micro.)

- Même mode d'action et observations que SERENADE OPTI
- Par contre, souche de la bactérie différente (souche D747 vs souche QST 713)
- **Étiquette** : Entreposer le produit inutilisé dans le contenant d'origine, loin des enfants et des rayons directs du soleil, à 4-25 °C **jusqu'à deux ans**

Source information : [Fiche technique CERTIS](#)  
Crédit photo : Romero et al., 2007, J. app. Micro.

Votre  
gouvernement

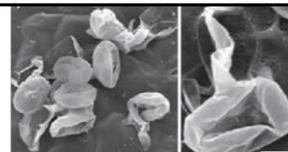


Québec

## ***Bacillus subtilis* var. *Amyloliquefaciens***

**DOUBLE NICKEL 55 WDG** (Certis USA LLC; souche D747)

Scénario d'utilisation dans la vigne contre **la moisissure grise**



Shrinkage and loss of turgor of powdery mildew conidia after being treated with lipopeptide extracts from different *B. subtilis* isolates. (Images repro. from Romero et al., 2007, J. app. Micro.)

- **Prix 2024** : 157,70 \$ pour 2,27 kg \*
- **Dose recommandée sur l'étiquette par hectare** : 0,6 – 5 kg
- **Prix par traitement à l'hectare 55 WDG (dose moyenne de 2,8 kg) : 194,52 \$ \***
- **Concentration  $5 \times 10^{10}$  CFU/g, donc 140 000 000 000 000 ( $14\ 000 \times 10^{10}$ ) bactéries appliquées avec dose de 2,8 kg**

\*\* Source : CRAAQ, 2024, Pesticides, prix moyens, AGDEX 905-855

Crédit photo : Romero et al., 2007, J. app. Micro

Votre  
gouvernement

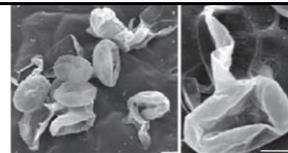


Québec

# *Bacillus subtilis* var. *Amyloliquefaciens*

**DOUBLE NICKEL 55 LC** (Certis USA LLC; souche D747)

Scénario d'utilisation dans la vigne contre **la moisissure grise**



Shrinkage and loss of turgor of powdery mildew conidia after being treated with lipopeptide extracts from different *B. subtilis* isolates. (Images repro. from Romero et al., 2007, J. app. Micro)

- **Prix 2024** : 242 \$ pour 9,46 L \*
- **Dose recommandée sur l'étiquette par hectare** : 2,5 L – 5 L
- **Prix par traitement à l'hectare (dose moyenne de 3,75 L)** : **95,93 \$ \***
- **Concentration  $1 \times 10^{10}$  spores/ml**, donc **37 500 000 000 000 ( $3750 \times 10^{10}$ ) bactéries appliquées avec dose de 3,75 L**

\*\* Source : CRAAQ, 2024, Pesticides, prix moyens, AGDEX 905-855

Crédit photo : Romero et al., 2007, J. app. Micro

Votre  
gouvernement

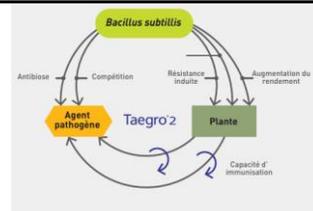


Québec

# *Bacillus subtilis* var. *Amyloliquefaciens*

**TAEGR0 2** (Novozymes BioAg Limited; souche FZB24)

Homologué dans la vigne contre **le blanc** et **la moisissure grise**



- Même mode d'action et observations que SERENADE OPTI
- Par contre, souche de la bactérie différente (souche FZB24 vs souche QST 713)
- L'étiquette mentionne de renouveler aux 7 à 14 jours
- **Étiquette** : Entreposer à température entre 4 °C et 25 °C et utiliser le produit par la **date d'expiration** indiquée sur l'étiquette

Sources information : [Fiche technique](#)

[Novozymes](#);

[Fiche technique NexusBioAg](#)

Crédit photo : Novozymes

Votre  
gouvernement

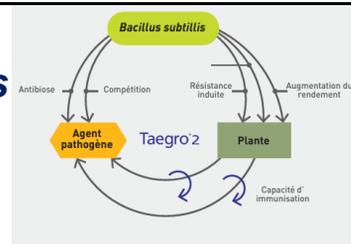


Québec

# *Bacillus subtilis* var. *Amyloliquefaciens*

**TAEGRO 2** (Novozymes BioAg Limited; souche FZB24)

Scénario d'utilisation dans la vigne contre la **moisissure grise**



- **Prix 2024** : 96 \$ pour 375 g \*
- **Dose recommandée de l'étiquette par hectare** : 187,5 g – 375 g
- **Prix par traitement à l'hectare (dose moyenne de 281 g)** : **72 \$\***
- **Concentration  $1 \times 10^{10}$  UFC/g, donc 2 810 000 000 000 ( $281 \times 10^{10}$ ) bactéries appliquées avec dose de 281 g...moins cher, mais moins concentré**

Sources information : [Fiche technique Novozymes](#); [Fiche technique NexusBioAg](#)

\*\* Prix estimé en fonction de listes de prix 2024 de certains fournisseurs

Crédit photo : Novozymes

Votre  
gouvernement

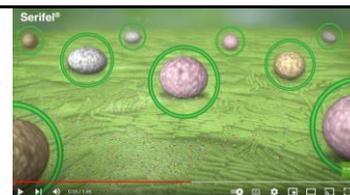
**CETAB+**  
INAB CÉGEP DE VICTORIAVILLE

Québec

# *Bacillus subtilis* var. *Amyloliquefaciens*

**SERIFEL** (BASF Canada inc.; souche MBI 600)

Homologué dans la vigne contre le **blanc** et la **moisissure grise**



- Même mode d'action et observations que SERENADE OPTI
- Par contre, souche de la bactérie différente (souche MBI 600 vs souche QST 713)
- L'étiquette indique de renouveler aux 7 à 10 jours
- Étiquette SERIFEL : Conserver au sec, pour une durée maximale de **3 ans** après la date de fabrication

Sources information : [Fiche technique BASF](#)  
Crédit photo : Solutions agricoles BASF

Votre  
gouvernement

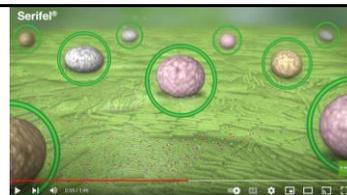
**CETAB+**  
INAB CÉGEP DE VICTORIAVILLE

Québec

## ***Bacillus subtilis* var. *Amyloliquefaciens***

**SERIFEL** (BASF Canada inc.; souche MBI 600)

Scénario d'utilisation dans la vigne contre la **moisissure grise**



- **Prix 2024** : 288,80 \$ pour 2 kg \* \*
- **Dose sur l'étiquette recommandée par hectare** : 0,25-0,5 kg
- **Prix par traitement à l'hectare (dose moyenne de 0,375 kg)** : **54,15 \$ \***
- **Concentration  $5,5 \times 10^{10}$  UFC/g, donc 206 250 000 000 000 (2062,5 x  $10^{10}$ ) bactéries appliquées avec dose de 0,375 kg**

\* \* Source : CRAAQ, 2024, Pesticides, prix moyens, AGDEX 905-855

Crédit photo : Solutions agricoles BASF

Votre  
gouvernement



Québec

## ***Bacillus subtilis* var. *Amyloliquefaciens***

**STARGUS** (Marrone Bio Innovations; souche F727)

Homologué dans la vigne contre le **mildiou**, la **moisissure grise**, la **pourriture noire**

- Même mode d'action et observations que SERENADE OPTI
- Par contre, souche de la bactérie différente (souche F727 vs souche QST 713)
- L'étiquette indique de renouveler aux 7 jours
- Selon l'étiquette, ce produit devrait être utilisé dans les 24 mois suivant la date de fabrication lorsqu'entreposé entre 4 et 30 °C.

Sources information : [ProFarm](#)

Votre  
gouvernement



Québec

## ***Bacillus subtilis* var. *Amyloliquefaciens***

**STARGUS** (Marrone Bio Innovations; souche F727)

Scénario d'utilisation dans la vigne contre **la moisissure grise**

- **Prix moyen 2024 : 185,10\$ pour 9,5 L\***
- **Dose sur l'étiquette recommandée par hectare : 5 L**
- **Prix par traitement à l'hectare : 97,42 \$ \***
- **Concentration  $1,0 \times 10^{10}$  UFC/mL , donc 500 000 000 000 000 (5000 x  $10^{10}$  ) bactéries appliquées avec dose de 5 L**

\*\* Source : CRAAQ, 2024, Pesticides, prix moyens, AGDEX 905-855



## **Bactéries antifongiques**

### ***Bacillus mycoides***

**LIFEGARD** (Certis USA LLC; isolat J)

Homologué dans la vigne contre **le blanc** et **le mildiou**



**P: Host Plant Defence Induction**

**P06: microbial elicitors**  
#P06 microbial

*Bacillus mycooides*  
(Isolate J)

Bacterial  
*Bacillus* spp.

Cell walls of  
*Saccharomyces cerevisiae*  
Strain LAS117

Fungal  
*Saccharomyces* spp.

**Group P06**

- Stimulateur de défense des plantes
- Induction des défenses de la plante hôte
- Éliciteurs microbiens
- Le *Bacillus mycooides* est présent naturellement dans l'environnement
- 0 jours avant récolte ; IRS : 5 ; IRE : ND



Source : SAGE pesticides et <https://www.frac.info/docs/default-source/publications/frac-mode-of-action-poster/frac-moa-poster-2024.pdf>



# Bacillus mycooides

**LIFEGARD** (Certis USA LLC; isolat J)

Scénario d'utilisation dans la vigne contre **le blanc** et **le mildiou**

- **Prix moyen 2024** : 191,60 \$ pour 454 g
- **Dose sur l'étiquette recommandée par hectare** : 70 g – 333 g
- **Prix par traitement à l'hectare (dose moyenne de 202 g)** : **85,25 \$ \***

\*\* Source : CRAAQ, 2024, Pesticides, prix moyens, AGDEX 905-855





**CETAB+**  
INAB | CÉGEP DE VICTORIAVILLE



## Levures antifongiques

### Levure *Aureobasidium pullulans*

**BOTECTOR** (Nufarm; souches DSM 14940 et DSM 14941)

Homologué dans la vigne contre la moisissure grise



## Levures antifongiques *Aureobasidium pullulans*

**BOTECTOR** (Nufarm; souches DSM 14940 et DSM 14941)

Homologué dans la vigne contre la moisissure grise

- **Compétition spatiale** et **compétition nutritionnelle**
- **Propriétés antifongiques**
- Essais très intéressants réalisés **dans la fraise** par Odile Carisse, présentés à Saint-Rémi en 2023 : [https://www.agrireseau.net/documents/Document\\_112328.pdf](https://www.agrireseau.net/documents/Document_112328.pdf)

**Il y a actuellement des problèmes de distribution du produit au Canada; mais il devrait être à nouveau disponible en 2026.**



# *Aureobasidium pullulans*

**BOTECTOR** (Nufarm; souches DSM 14940 et DSM 14941)

- Dans un essai réalisé par le CRAM dans la vigne, la levure n'a pas été tuée par une application de cuivre, de soufre ou de bicarbonate de potassium. Dans ce même essai, l'Oxidate a cependant tué ces levures
- Le produit a eu une bonne efficacité sur la moisissure grise dans la vigne et le produit était présent encore après 14 jours suite à l'application
- La durée maximum d'entreposage est de 18 mois à température ambiante (20 °C) et de 30 mois à basse température (8 °C) à partir de la date de fabrication.

Votre  
gouvernement



Québec

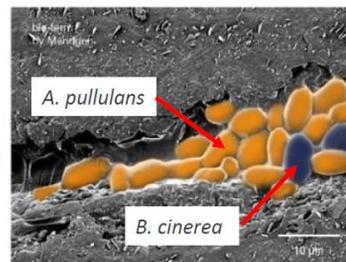


## Optimiser la lutte bio



- **Le cas de l'agent de lutte biologique *Aureobasidium pullulans*.**
- *A. pullulans* n'affecte pas une voie métabolique de *B. cinerea* (pas de pression de sélection donc de résistance).
- *A. pullulans* agit par compétition pour l'espace normalement occupé par *Botrytis* (exclusion compétitive).
- L'exclusion compétitive crée une barrière physique à l'infection.
- Compatible avec l'utilisation de plusieurs fongicides chimiques (*A. pullulans* est une levure).

Extrait conférence Odile Carisse, St-Rémi, 2023



# BIOFONGICIDES

## DÉRIVÉS DE SUBSTANCES MINÉRALES

## Biofongicides - substances minérales

- Polysulfure de calcium (CHAUX SOUFRÉE)
- Soufre (CERASULFUR ; COSAVET EDGE ; MICROSCOPIC SULPHUR ; MICROTHIOL DISPERS ; KUMULUS ; SOUFRE MICROSCOPIQUE mouillable) (Groupe M02);
- Cuivre (KOCIDE 2000-O ; PARASOL ; CUEVA ; CUIVRE 53W ; CUIVRE EN VAPORISATEUR) (Groupe M01);
- Bicarbonate de potassium (MILSTOP) (Groupe NC)
- Peroxyde d'hydrogène et acide paracétique (OXIDATE, OXIDATE 2.0, OXIDATE FC) (Groupe NC)

## Polysulfure de calcium

### CHAUX SOUFRÉE (Loveland Products Canada inc.)

Homologuée dans la vigne contre **le blanc**

- En protection, une seule fois, avant le débourrement, en absence de risque de gel
- Aurait aussi une efficacité pour réduire l'inoculum de l'antracnose
- Non sujet à la résistance

Source : [Avertissement RAP vigne début saison](#)



## Soufre

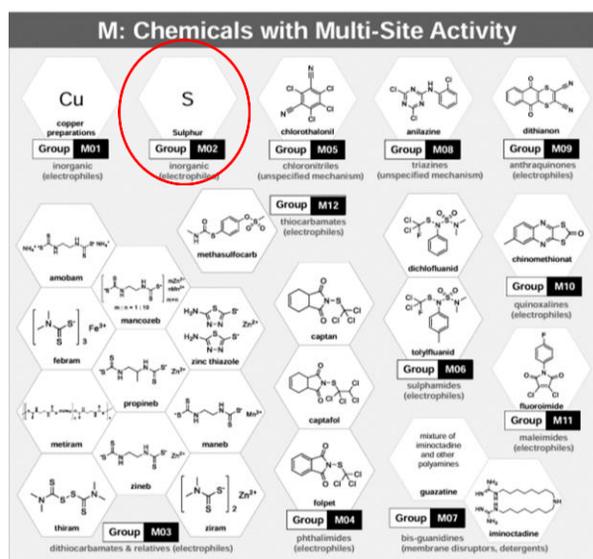
CERASULFUR ; COSAVET EDGE ; MICROSCOPIC SULPHUR ;  
MICROTHIOL DISPERS ; KUMULUS ; SOUFRE MICROSCOPIQUE  
mouillable Homologués contre **le blanc**

### Groupe M02

- Modes d'action multisites
- Faible risque de développement de résistance chez les champignons pathogènes
- Aucun cas de résistance connu chez les champignons
- Pas de résistance croisée entre les sous-groupes M 01 à M 12

Source information : Sage pesticides et FRAC





# Soufre

## Modes d'action :

- **Inhibe la germination et la croissance des spores** (hypothèse : pénétration paroi cellulaire et interférence avec processus métaboliques importants)
- Pour de meilleurs résultats, **le soufre doit être à la surface de la plante avant la germination des spores (protecteur) + maintenir couverture feuillage**
- Le soufre a également été identifié comme une composante des **mécanismes de défense** induits de certaines plantes, s'accumulant dans le xylème à des niveaux toxiques pour certains pathogènes vasculaires
- Efficace également contre certains acariens

# Soufre

## Phytotoxicité!

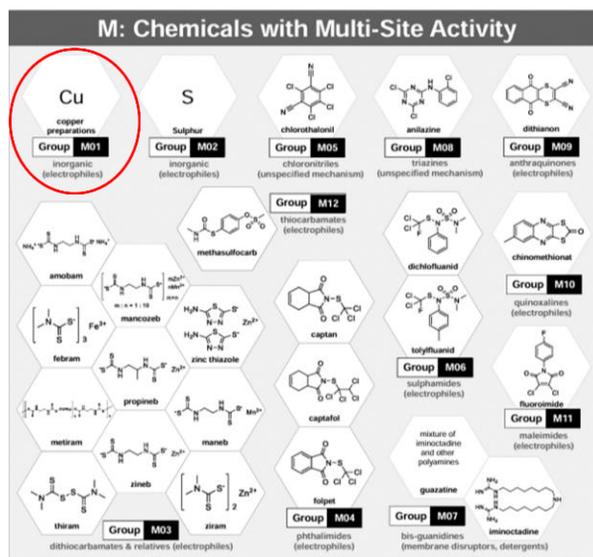
- Si températures > 27 °C (à l'ombre) dans les trois jours suivant l'application
- Ne pas appliquer par temps très ensoleillé
- Attention délai avec pulvérisation huile (pouvant aller jusqu'à 30 jours)

## Précautions

- **Toxique pour acariens prédateurs (et ravageurs)**

# Cuivres

- **Hydroxyde :**
  - KOCIDE 2000-O : homologué contre le mildiou
  - PARASOL : homologué contre le blanc, l'excoriose, le mildiou, la pourriture noire
- **Octanoate de cuivre :** CUEVA : homologué contre le blanc, le mildiou
- **Oxychlorure de cuivre :** CUIVRE EN VAPORISATEUR : homologué contre le blanc, le mildiou
- **Sulfate de cuivre :** CUIVRE 53W : homologué contre l'excoriose, le mildiou, la pourriture noire



# Cuivres

## Groupe M01

- Modes d'action multisites
- Faible risque de développement de résistance chez les champignons pathogènes
- Aucun cas de résistance connu chez les champignons
- Pas de résistance croisée entre les sous-groupes M 01 à M 12

Source information : Sage pesticides et FRAC

# Cuivres

- Au Canada, seuls les types de cuivre « fixe » sont homologués
- Ils sont composés de sels de cuivre très peu solubles dans l'eau à pH neutre ou alcalin, mais très solubles à pH acide
- pH idéal de l'eau du pulvérisateur entre 6,5 et 7

L'ajout d'un produit cuivré dans l'eau du pulvérisateur dont le **pH** est :

**< 6,4 : risque de phytotoxicité accru**, car beaucoup d'ions  $\text{Cu}^{2+}$  relâchés dans la cuve.

Entre **6,5 et 7** : faible proportion d'ions  $\text{Cu}^{2+}$  relâchés.

**$\geq 7$  : cuivre en suspension dans l'eau, sans action immédiate.**

Source : [Fiche technique RAP : Le cuivre dans les cultures maraîchères](#)

Votre  
gouvernement



**CETAB+**  
INAB CÉGEP DE VICTORIAVILLE

Québec

# Cuivres

- Agissent par contact, **à utiliser en protection**
- Une fois appliqués, ces produits sont conçus pour laisser un résidu à la surface des feuilles.
- En présence d'eau libre (pluie, rosée, eau d'irrigation par aspersion), les ions cuivre ( $\text{Cu}^{2+}$ ) sont alors graduellement libérés du résidu de sel de cuivre présent à la surface de la feuille.
- Les ions  $\text{Cu}^{2+}$  vont alors se coller sur les spores de champignons ou sur les bactéries qui sont à la surface de la feuille.

Source : [Fiche technique RAP : Le cuivre dans les cultures maraîchères](#)

Votre  
gouvernement



**CETAB+**  
INAB CÉGEP DE VICTORIAVILLE

Québec

## Cuivres

- Adsorbés sur la surface cellulaire du pathogène, les ions  $\text{Cu}^{2+}$  altèrent leur membrane en se substituant aux ions  $\text{H}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  ou  $\text{Mg}^{2+}$ , s'en suit l'entrée du cuivre dans les cellules de l'agent pathogène.
- Une fois à l'intérieur, le cuivre va interagir avec des protéines intracellulaires en se liant à des acides aminés.
- Ces interactions vont perturber la structure d'un grand nombre de protéines qui empêcheront la germination des spores dans le cas des champignons, et pour les bactéries, provoqueront leur destruction.

Source : [Fiche technique RAP : Le cuivre dans les cultures maraîchères](#)



## Cuivres

### Phytotoxicité

- On veut que les produits à base de cuivre sèchent vite (éviter température fraîche et feuillage humide lors de l'application)
- Utiliser de faibles volumes de bouillie (250 à 450 L/ha)
- L'acidification de la bouillie augmente la libération d'ions  $\text{Cu}^{2+}$  et donc les risques de phytotoxicité.
- Attention lorsque mélange avec soufre et ne pas mélanger avec soufre si température en haut de 27 °C



# Cuivres

## Phytotoxicité

- Attention aux excès de dose ou aux applications répétées sans attendre le lessivage (chaque application réactive les résidus de cuivre encore en place)
- Le cuivre appliqué avant le gel peut augmenter les dégâts liés au froid
- Ne pas mélanger avec savons ou huiles

# Cuivres : phytotoxicité

Phytotoxicité sur baies de Vandal-Cliche



Photo : Gaëlle Dubé, agr

Phytotoxicité sur feuille et rameau



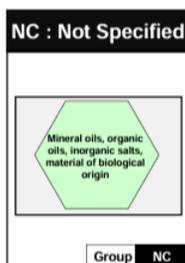
Photos : [EPHYTIA - INRAE](#)



## Bicarbonate de potassium (B2K) (Groupe NC)

**MILSTOP** (BioWorks inc.)

Homologué dans la vigne contre le blanc et la moisissure grise



- Perturbateur de l'intégrité de la membrane cellulaire du champignon, cause la rupture de la membrane cellulaire et la mort de la cellule. Perturbateur de la pression osmotique, du pH et des effets des ions bicarbonates/carbonates
- Multisite
- Non sujet à la résistance
- Délais avant récolte 0 jours

Source : Sage pesticides et FRAC

Votre  
gouvernement



Québec

## Bicarbonate de potassium (B2K) (Groupe NC)

**MILSTOP** (BioWorks inc.)

Homologué dans la vigne contre le blanc et la moisissure grise

### Expérience dans la pomme contre tavelure

- La spore doit être en train de germer, donc traitement STOP (brûleur de spores) si début d'infection
- Le pH de la solution doit être de 7 ou +. Ne pas modifier le pH de la solution avec des adjuvants (ex : LI-700). Une partie de l'efficacité du bicarbonate provient de son pH élevé (pH > 8,4). L'acidification de la solution entraîne automatiquement une diminution de l'efficacité.
- La pluie lessive le bicarbonate très rapidement

Votre  
gouvernement



Québec

## Bicarbonat de potassium ( $B_2K$ )

**MILSTOP** (BioWorks inc.)

Scénario d'utilisation dans la vigne contre la moisissure grise

- **Prix 2024** : 441,50 \$ pour 11,35 kg\*
- **Dose de l'étiquette recommandée par hectare** : 3,36 à 5,6 kg par hectare
- **Prix par traitement à l'hectare (dose moyenne de 4,48 kg)** : **174,27 \$\***

\*\* Source : CRAAQ, 2024, Pesticides, prix moyens, AGDEX 905-855



## Biofungicides - substances minérales

### *Peroxyde d'hydrogène et acide paracétique :*

**OXIDATE** : Homologué dans la vigne contre le blanc, l'excoriose, le mildiou, la pourriture noire

**OXIDATE 2.0** : Homologué dans la vigne contre le blanc, l'excoriose, la moisissure grise, le mildiou, la pourriture noire

**OXIDATE FC** : Homologué dans la vigne contre le blanc, l'excoriose, le mildiou, la pourriture noire



## **Peroxyde d'hydrogène et acide paracétique (Groupe NC)** **OXIDATE ; OXIDATE 2.0 ; OXIDATE FC** ( BioSafe Systems LLC)

- Agit par contact, cause la rupture de la membrane cellulaire et la mort de la cellule
- Agent oxydant puissant très rapide; effet suppressif seulement si **début d'infection et spores en germination (brûleur de spores)**
- Appliquer lorsque conditions optimales d'infection par pathogène
- Non sujet à la résistance



## **Peroxyde d'hydrogène et acide paracétique (Groupe NC)** **OXIDATE ; OXIDATE 2.0 ; OXIDATE FC** (BioSafe Systems LLC)

- Viser pH solution neutre et eau sans matière en suspension
- Très réactif, de courte durée dans l'environnement et aucune activité résiduelle (se décompose en eau et oxygène dans le sol)
- Effet curatif court terme : produit sec = inoffensif
- Délais avant récolte de 0 jours



# Peroxyde d'hydrogène et acide paracétique

## OXIDATE

Scénario d'utilisation dans la vigne contre **le blanc**

- **Prix 2024** : 250 \$ pour 18,9 L ou 12 550 \$ pour 1041 L \*
- **Dose recommandée par hectare** : 10 litres par 1000 L d'eau appliqués
- **Prix par traitement à l'hectare** (dose moyenne de 5 L pour 500 L d'eau appliqués) : **66 \$ (18,9 L) ou 60 \$ (1041 L) \***

\*\* Prix estimé en fonction de listes de prix 2024 de certains fournisseurs



# BIOFONGICIDES

DÉRIVÉS DE SUBSTANCES VÉGÉTALES OU ANIMALES



## Biofongicides dérivés de substances végétales ou animales

- Huile de melaleuca : TIMOREX GOLD (BM01)
- *R. sachalinensis* (renouée japonaise) : REGALIA MAXX (P5)
- Acide citrique et acide lactique : TIVANO, CYCLONE PLUS

## *Huile de melaleuca (extrait de Tea tree plant)*

### TIMOREX GOLD (Stockton Israel Ltd)(BM01)

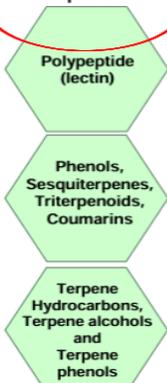
Homologué dans la vigne contre **le blanc**, **la moisissure grise**, **le mildiou**

- Contient plus de 100 composés qui agissent en synergie
- **Perturbe les membranes cellulaires**, provoquant la destruction cellulaire
- Affecte les mitochondries et la respiration des agents pathogènes fongiques
- Affecte l'activité intrinsèque de la plante, permettant à la plante de concentrer l'énergie sur une croissance accrue et le rendement
- Inhibe la germination des spores chez certains pathogènes et supprime la croissance des hyphes chez d'autres pathogènes
- L'étiquette indique de renouveler aux 7 à 14 jours

Source : [Fiche Timorex Gold](#)

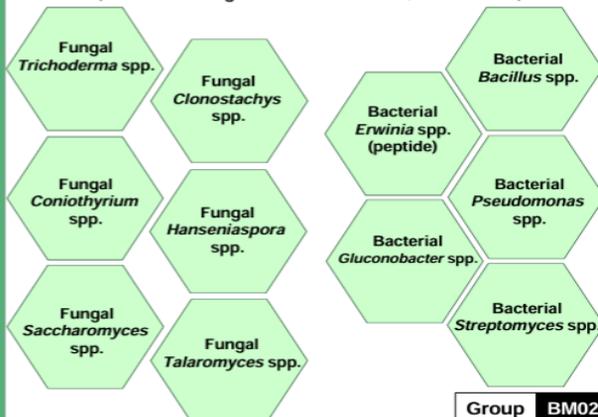
## BM: Biologicals with Multiple Modes of Action

### BM 01 : plant extract



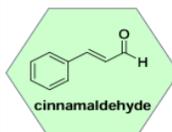
Group BM01

### BM 02 : microbial (strains of living microbes or extract, metabolites)



Group BM02

### BM 03 : purified metabolites from plant or microbial sources or synthetic versions of these metabolites



Group BM03

Common names are described in FRAC code list



Source : <https://www.frac.info/docs/default-source/publications/frac-mode-of-action-poster/frac-moa-poster-2024.pdf>



## Huile de melaleuca (extrait de Tea tree plant)

**TIMOREX GOLD** (Stockton Israel Ltd)

Scénario d'utilisation dans la vigne contre la moisissure grise

- **Prix 2024** : 553,20 \$ pour 5 L\*
- **Dose recommandée par hectare** : 1,5 à 2 L
- **Prix par traitement à l'hectare (dose moyenne de 1,75 L)** : **193,62 \$\***

\*\* Source : CRAAQ, 2024, Pesticides, prix moyens, AGDEX 905-855



# Reynoutria sachalinensis (Groupe P5)

REGALIA MAXX (Marrone Bio Innovations)

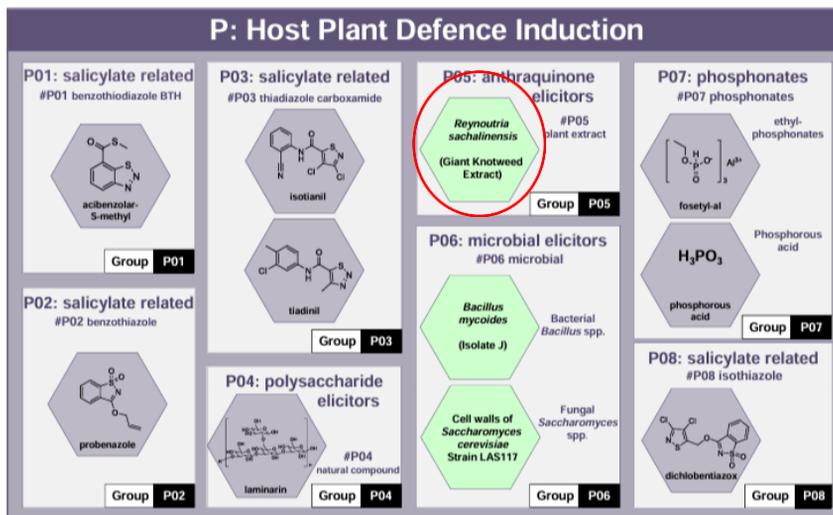
Homologué dans la vigne contre le blanc et la moisissure grise

- Produit aussi connu dans la littérature sous le nom de MILSANA
- Action préventive, à utiliser en protection
- Stimulateur de croissance très efficace
- **Induction du système de défense** des plantes (augmente la résistance des plantes à certaines maladies fongiques et bactériennes)
- Augmente la **production d'enzymes** qui attaquent et dégradent les parois des champignons pathogènes (chitinase, beta-1,3-glucanase, peroxidases)

Votre gouvernement



Québec



Votre gouvernement

Source : <https://www.frac.info/docs/default-source/publications/frac-mode-of-action-poster/frac-moa-poster-2024.pdf>

Québec

# *Reynoutria sachalinensis* (renouée japonaise)

## Groupe P5

- Modes d'action multiples
- Très faible risque de résistance chez les champignons pathogènes
- Aucun cas de résistance connu

Source information : Sage pesticides et FRAC



# *Reynoutria sachalinensis* (Groupe P5)

## REGALIA MAXX (Marrone Bio Innovations)

- D'autres enzymes protègent les cellules de la plante en **augmentant sa lignification** et en formant des barrières contre la pénétration des agents pathogènes
- Le **peroxyde d'hydrogène au pouvoir microbien** s'accumule dans les tissus à proximité des cellules attaquées par l'agent pathogène
- La plante produit des phytoalexines qui sont de puissants anti-microbiens qui empêchent la germination des spores de pathogènes
- Les effets n'apparaissent que dans la partie de la plante traitée et ne sont pas systémiques, mais protègent les 2 surfaces foliaires (effet translaminaire)



# *Reynoutria sachalinensis* (renouée japonaise)

**REGALIA MAXX** (Marrone Bio Innovations)

Scénario d'utilisation contre la **moisissure grise**

- **Prix 2024** : 302,50 \$ pour 3,75 L\*
- **Dose recommandée par hectare** : 0,625 à 3,75 litres par hectare
- **Prix par traitement à l'hectare (dose moyenne 2,19 litres/ha) : 176,66 \$\***

\*\* Prix estimé en fonction de listes de prix 2024 de certains fournisseurs

Votre  
gouvernement



Québec

## *Acides citrique et lactique* (NC) :

**CYCLONE PLUS** (AEF GLOBAL INC) : Homologué dans la vigne contre **le blanc**

**TIVANO** (AEF GLOBAL INC) : Homologué dans la vigne contre **le mildiou**

- Les acides organiques **brisent l'intégrité de la paroi cellulaire**
- **Pour le blanc** : Effets antifongiques sur la germination des conidies, la formation du tube germinatif, la formation et l'élongation de l'appressorium, la ramification des hyphes et la formation de l'haustorium

Source : [Fiche TIVANO](#)

Votre  
gouvernement



Québec

# Acides lactique et citrique

**TIVANO** (AEF GLOBAL INC)

Scénario d'utilisation contre **le mildiou**

- **Prix 2024** : 92,20 \$ pour 10 L\*
- **Dose recommandée par hectare** : 12 à 16 L
- **Prix par traitement à l'hectare (dose moyenne de 14 L)** : **129,08 \$\***

\*\* Source : CRAAQ, 2024, Pesticides, prix moyens, AGDEX 905-855

Votre  
gouvernement



Québec

# BIOFONGICIDES

non acceptés par les organismes de certification bio

Votre  
gouvernement

Québec

# Bactéries antifongiques

## *Streptomyces lydicus* (BM02)

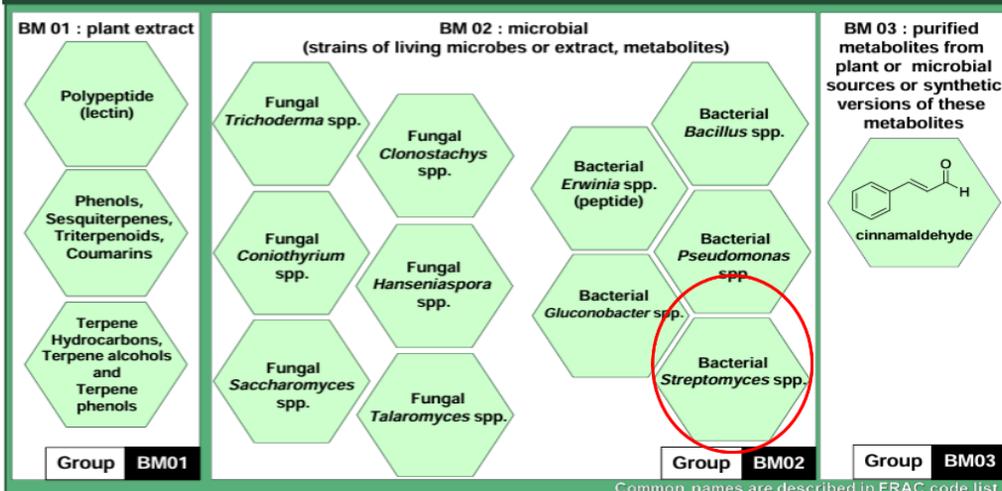
**ACTINOVATE AG ou SP** (Novozymes BioAg Limited ; souche WYEC 108)

Homologués dans la vigne contre **le blanc**

Pas autorisé en bio, car un élément de la formulation n'est pas accepté



### BM: Biologicals with Multiple Modes of Action



Source : <https://www.frac.info/docs/default-source/publications/frac-mode-of-action-poster/frac-moa-poster-2024.pdf>



## *Streptomyces lydicus*

**ACTINOVATE AG ou SP** (Novozymes BioAg Limited; souche WYEC 108)

Homologués dans la vigne contre **le blanc**



### Modes d'action :

- **Compétition** : colonise les parties de la plante, limitant les portes d'entrée dans la plante et s'empare des exsudats sur les feuilles
- **Antibiotique** : produit des toxines qui empêchent la germination et le développement des pathogènes
- **Parasitisme** : produit des enzymes (chitinasés, glucanasés et peroxydases) qui décomposent la paroi cellulaire des champignons pathogènes
- Augmente la nutrition de la plante (production de sidérophores)

Source d'information : [Fiche technique Novozymes](#)

Crédit photo : [Conférence Carolina Fernández et al, 2011](#)

Votre  
gouvernement



Québec

## *Streptomyces lydicus*

**ACTINOVATE AG ou SP** (Novozymes BioAg Limited; souche WYEC 108)

Homologués dans la vigne contre **le blanc**



- À utiliser en protection, renouveler aux 7 à 14 jours selon l'étiquette
- Actinovate SP devrait être utilisé dans les 24 mois de la date de fabrication lorsqu'il est conservé à température ambiante.
- Actinovate AG devrait être utilisé dans les 24 mois de la date de fabrication.

Source d'information : [Fiche technique Novozymes](#)

Crédit photo : [Conférence Carolina Fernández et al, 2011](#)

Votre  
gouvernement



Québec

# *Streptomyces lydicus*

**ACTINOVATE** (Novozymes BioAg Limited; souche WYEC 108)

Scénario d'utilisation dans la vigne contre **le blanc**



- **Prix 2024** : 245 \$ pour 504 g \*
- **Dose sur l'étiquette recommandée par hectare** : 425 - 840 g
- **Prix par traitement à l'hectare (dose moyenne 632,5 g) : 307,47 \$ \***

\*\* Source : CRAAQ, 2024, Pesticides, prix moyens, AGDEX 905-855

Crédit photo : [Conférence Carolina Fernández et al, 2011](#)

Votre  
gouvernement



Québec

# *Sel de zinc de la polyoxine D*

**DIPLOMAT 55C**

Homologué dans la vigne contre **le blanc**, **l'excoriose**, **la moisissure grise**, **le mildiou**

# *Polypeptide Blad*

**PROBLAD**

Homologué dans la vigne contre **le blanc**, **la moisissure grise**

Votre  
gouvernement



Québec

# Sel de zinc de polyoxine D (Groupe 19)

**DIPLOMAT** (Belchim Crop Protection Canada Inc.)

Homologué dans la vigne contre **le blanc**, **l'excorticose**, **la moisissure grise**, **le mildiou**

- Les polyoxins (polyoxorim) tuent les champignons en inhibant la formation de la chitine (chitine synthase) qui est une composante essentielle des parois cellulaires des champignons pathogènes.
- Cette molécule fongicide d'origine naturelle est fabriquée par une bactérie actinomycète (*Streptomyces cacaoi* var *asoensis*). Cependant, la molécule est modifiée pour la rendre moins soluble.
- Considéré comme un biofongicide aux États-Unis
- À utiliser en protection
- Renouveler aux 7 à 10 jours, **délais avant récolte de 0 jours**

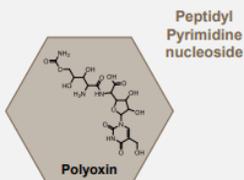
Source : [EPA](#) et [Guide pfi pomme](#)

Votre  
gouvernement

Québec

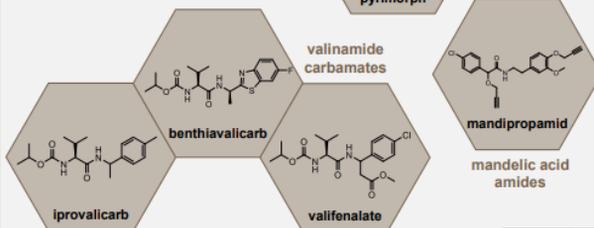
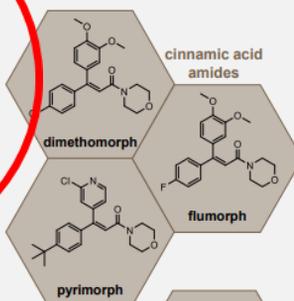
## H: Cell Wall Biosynthesis

### H4: chitin synthase # 19 Polyoxins



Group 19

### H5: cellulose synthase # 40 Carboxylic Acid Amides (CAA fungicides)



Group 40

- Risque de développement de résistance modéré
- Pas testé dans enquête Phytodata

Source :  
<https://www.frac.info/docs/default-source/publications/frac-mode-of-action-poster/frac-moa-poster-2024.pdf>

Votre  
gouvernement

Québec

## Sel de la polyoxine D

### DIPLOMAT

Scénario d'utilisation dans la vigne contre la **moisissure grise**

- **Prix 2024** : 908,10 \$ pour 5 L\*
- **Dose recommandée par hectare** : 463 à 926 ml par hectare
- **Prix par traitement à l'hectare (dose moyenne de 695 ml)** : **126,23 \$\***

\*\* Source : CRAAQ, 2024, Pesticides, prix moyens, AGDEX 905-855



## Polypeptide BLAD (BM01)

### PROBLAD (Nailor Regulatory Consulting Inc.)

Homologué dans la vigne contre **le blanc**, la **moisissure grise**

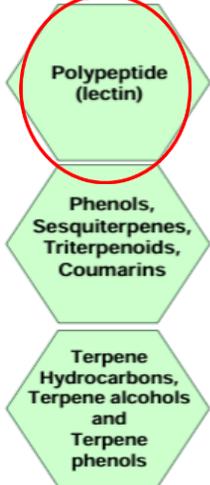
- Fragment d'une protéine naturellement présente dans les graines de lupin (*Lupinus albus*) qui sert de source d'azote au moment de la germination et de la croissance des jeunes plants.
- Considéré comme biofongicide par ARLA, mais pas par les organismes de certification bio
- Son mode d'action non toxique consiste à se lier très fortement à la chitine dans les parois cellulaires fongiques et à inhiber la croissance fongique
- La matière active dégrade la chitine entraînant la destruction des cellules fongiques
- **À utiliser en protection**
- **Délais avant récolte de 0 jours**

Source : [ARLA](#)



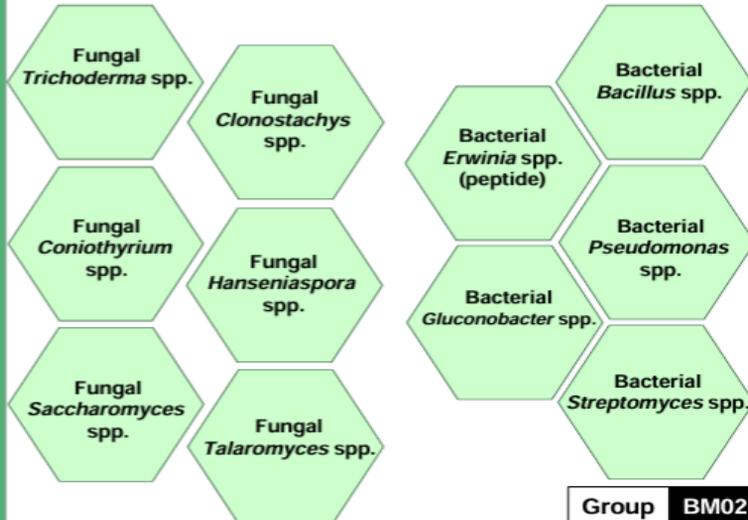
# BM: Biologicals with Multiple Modes of Action

## BM 01 : plant extract



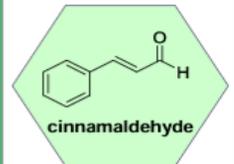
Group BM01

## BM 02 : microbial (strains of living microbes or extract, metabolites)



Group BM02

## BM 03 : purified metabolites from plant or microbial sources or synthetic versions of these metabolites



Source :

<https://www.frac.info/docs/default-source/publications/frac-mode-of-action-poster/frac-moa-poster-2024.pdf>

Group BM03

Common names are described in FRAC code list

## Polypeptide BLAD (BM01)

### Groupe BM 01

- Modes d'action multiples
- Très faible risque de résistance chez les champignons pathogènes
- Aucun cas de résistance connu

# Polypeptide BLAD

## PROBLAD

Scénario d'utilisation dans la vigne contre la **moisissure grise**

- **Prix 2024** : 301,80 \$ pour 4 L\*
- **Dose recommandée par hectare** : 1,5 à 3,3 L par hectare
- **Prix par traitement à l'hectare (dose moyenne de 2,4 L) : 181,08 \$\***

\*\* Source : CRAAQ, 2024, Pesticides, prix moyens, AGDEX 905-855



# MERCI!

