



# Comprendre le mode d'action des biofongicides pour mieux les utiliser

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

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

**27 novembre 2024 - Journée petits fruits - Journées horticoles de Saint-Rémi**

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





# Premier exercice fait dans le cadre des formations et échanges sur la production de fraises biologiques



2024-03-13 Sherbrooke  
2024-03-14 Trois-Rivières

Québec 





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

Exercice réalisé pour la **fraise en champ**, la **framboise** et le bleuet en corymbe

En complément pour la **fraise en serre**,  
consultez [ce bulletin](#)

# BIOFONGICIDES

## MICROBIENS

# Bactéries antifongiques

## *Bacillus subtilis*

SERENADE OPTI (Bayer CropScience ; souche QST 713)

- Homologué dans la fraise contre moisissure grise
- Homologué dans le bleuet en corymbe contre pourriture sclérotique et moisissure grise
- Homologué dans la framboise contre moisissure grise et brûlure bactérienne

# Bactéries antifongiques

## *Bacillus subtilis var. amyloliquefaciens*

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

- Homologués dans la fraise contre la moisissure grise et le blanc
- Homologués dans le bleuet en corymbe contre pourriture sclérotique et moisissure grise

TAEGRO 2 (Novozymes BioAg Limited ; souche FZB24)

- Homologué dans la fraise contre moisissure grise, le blanc et la pourriture noire des racines
- Homologué dans le bleuet en corymbe contre moisissure grise
- Homologué dans le framboise contre moisissure grise

SERIFEL ou BIOTAK (BASF Canada Inc. ; souche MBI 600)

- Homologués dans la fraise, le bleuet et la framboise contre moisissure grise



# Bactéries antifongiques

## *Streptomyces lydicus*

**ACTINOVATE** (Novozymes BioAg Limited)

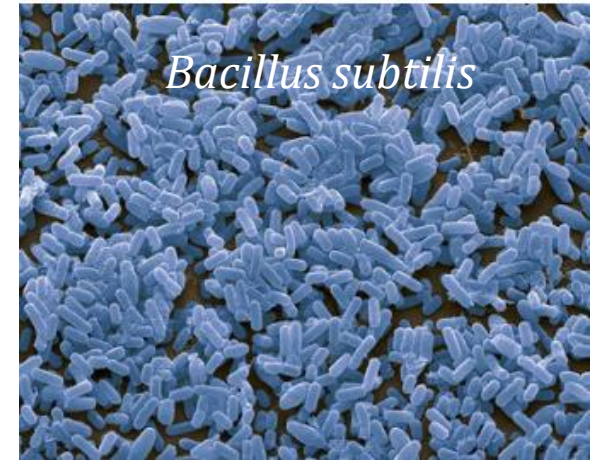
- Homologué dans la fraise contre la moisissure grise, l'antracnose et le blanc
- Homologué dans le bleuet en corymbe contre la pourriture sclérotique

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

# Bacillus subtilis

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

- Homologué dans la fraise contre la moisissure grise
- Homologué dans le bleuet en corymbe contre pourriture sclérotique et moisissure grise
- Homologué dans la framboise contre moisissure grise et brûlure bactérienne
  
- Bactérie naturelle du sol
- Anti-fongique et anti-bactérien selon des modes d'action préventifs :
  - **Sécrétion de lipopeptides (iturines)** qui attaquent à la fois les spores (ou bactéries) et les mycéliums 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



# *Bacillus subtilis*

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

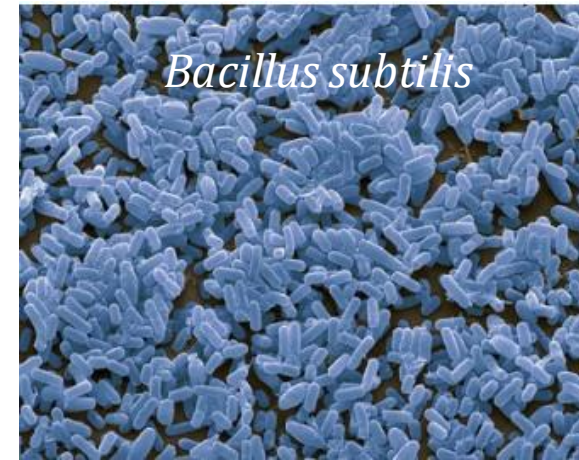


- Vidéo montrant son mode d'action (cliquer sur l'image)
- **À utiliser en protection : la bactérie doit être présente sur les organes sensibles à l'infection par la moisissure grise (fleurs et jeunes fruits) avant que le *Botrytis* pénètre les tissus**
- Mention par des producteurs d'un **effet positif sur la conservation post-récolte** des fraises
- Si la bactérie n'est pas tuée par d'autres produits, elle colonise les espaces sur la fraise en empêchant les pathogènes d'attaquer le fruit



# *Bacillus subtilis*

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



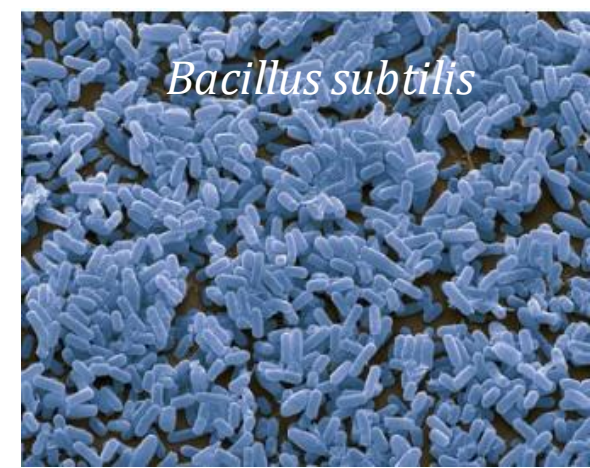
- Très bonne persistance
- Les bactéries ont été récupérées des parties florales et du feuillage **jusqu'à 15 jours** après leur inoculation
- Des bactéries étaient encore présentes sur les organes suite à **un lessivage des plants placés sous la douche (100 mm d'eau)**
- L'étiquette mentionne de renouveler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

Crédit photo : Science photo Library

# *Bacillus subtilis*

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



- 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*

## Scénario utilisation fraise en champ contre moisissure grise

- **Prix 2024 : 294,20 \$ 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) : 270,40 \$ \***



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

Crédit photo : Science photo Library

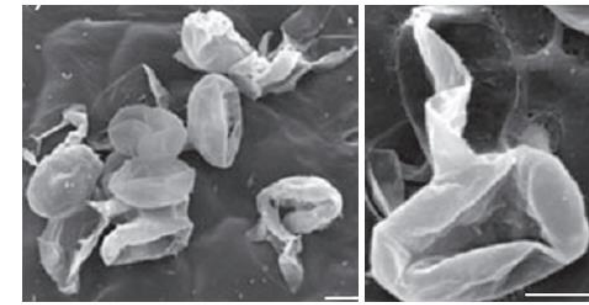


# *Bacillus subtilis* var. *Amylolyquefaciens*

DOUBLE NICKEL 55 WDG et

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

- Homologués dans la fraise en serre et champ contre la moisissure grise et le blanc
- Homologués dans le bleuet en corymbe contre pourriture sclérotique et moisissure grise
- Action antagoniste vis-à-vis des agents pathogènes en agissant selon des modes d'action préventifs :
  - Anti-fongique et anti-bactérien : les **métabolites (iturine et surfactine)** tuent les pathogènes en détruisant leur membrane cellulaire
  - **Amélioration de l'absorption des nutriments** grâce aux interactions hormonales
  - Déclenche les **mécanismes de défense des plantes**
  - **Compétition** pour l'espace
  - **À utiliser en protection**



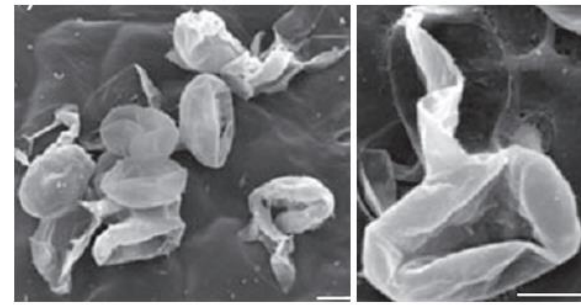
Shrinkage and loss of turgor of powdery mildew conidia after being treated with lipopeptide extracts from different *B. subtilis* isolates. (Images repro. from Romero et al, 2007. J app. Micro.)

Source information : [Fiche technique CERTIS](#)

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

# *Bacillus subtilis* var. *Amylolyquefaciens*

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



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.)

- 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

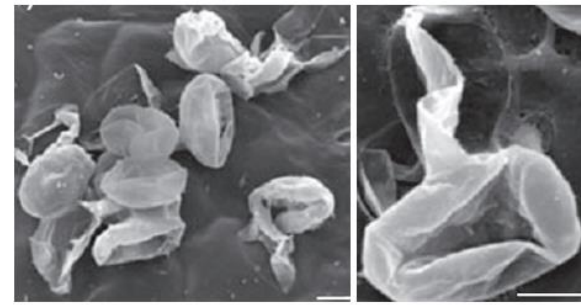
Source information : François Demers et Gérard Gilbert, 2018, *Essai de biofongicides contre la moisissure grise chez les fraisières*, Projet Prime-Vert

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

# *Bacillus subtilis* var. *Amylolyquefaciens*

DOUBLE NICKEL 55 WDG et

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



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.)

- 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
- Selon les discussions lors de la rencontre des conseillers petits fruits, le produit pourrait se conserver 2 à 3 ans
- 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.

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

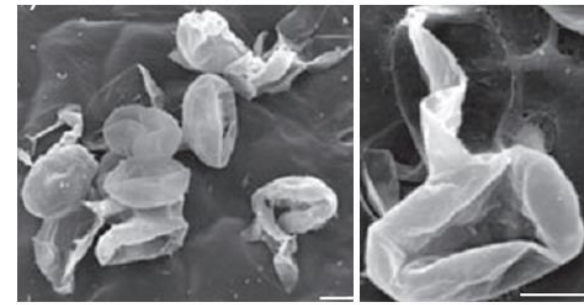


# *Bacillus subtilis* var. *Amylolyquefaciens*

DOUBLE NICKEL 55 WDG et

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

**Scénario utilisation fraise champ contre 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 :

- 55 WDG : 150 \$ pour 2,2 kg \*
- 55 LC : 235 \$ pour 9,46 L \*

## Dose recommandée de l'étiquette par hectare :

- 55 WDG : 1,0 – 2,5 kg
- 55 LC : 5 L – 12,5 L

## Prix par traitement à l'hectare (dose moyenne) :

- 55 WDG (dose moyenne de 1,75 kg) : **120 \$ \***
- 55 LC (dose moyenne de 8,75 L) : **217 \$ \***

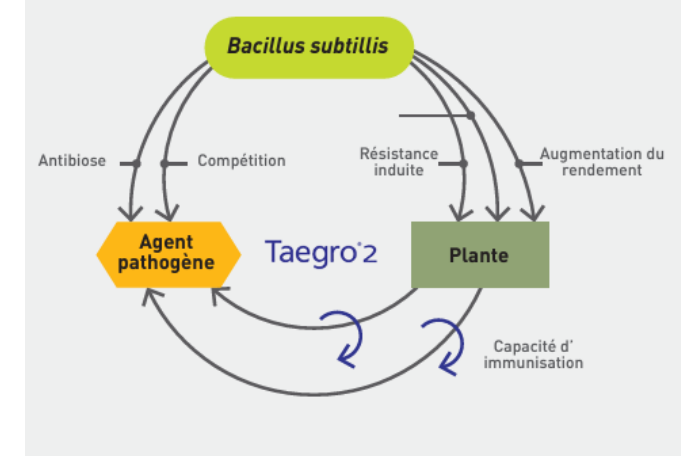
\*\* Prix estimé en fonction de listes de prix 2024 de certains fournisseurs

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

# *Bacillus subtilis* var. *Amylolyquefaciens*

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

- Homologué dans la fraise contre la moisissure grise et le blanc
- Homologué dans le bleuet en corymbe contre moisissure grise
- Homologué dans la framboise contre moisissure grise
- Action antagoniste vis-à-vis des agents pathogènes en agissant selon des modes d'action préventifs :
  - Antibiose
  - Compétition pour l'espace
  - Déclenche les mécanismes de défense des plantes
  - **À utiliser en protection**
  - L'étiquette mentionne de renouveler aux 7 à 14 jours
  - Entreposer à température entre 4 °C et 25 °C et utiliser le produit par la date d'expiration indiquée sur l'étiquette

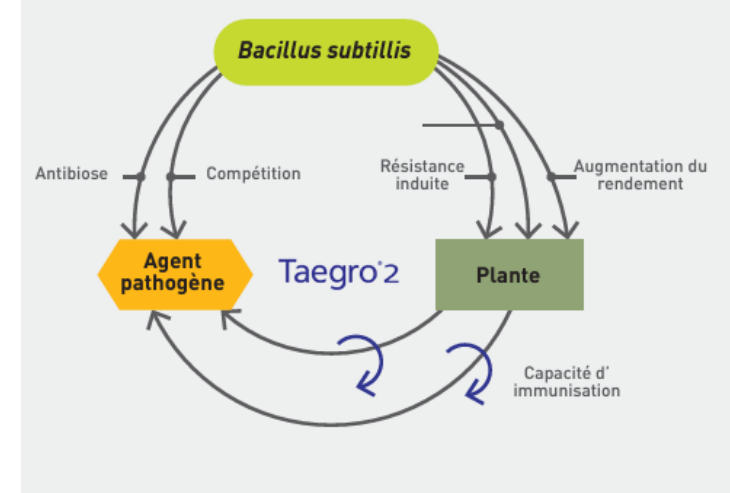


Sources information : [Fiche technique Novozymes](#);  
[Fiche technique NexusBioAg](#)  
Crédit photo : Novozymes

# *Bacillus subtilis* var. *Amylolyquefaciens*

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

**Scénario utilisation fraise contre 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 \$\***

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

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

Crédit photo : Novozymes

# *Bacillus subtilis* var. *Amylolyquefaciens*

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

- Homologués dans la fraise, le bleuet et la framboise contre moisissure grise



Forme un « bouclier de protection » (**à utiliser en protection**) contre un large spectre de pathogènes des végétaux, grâce à ses trois modes d'action :

- Production de métabolites antifongiques (**iturine et surfactine**)
- **Compétition pour l'espace**
- **Compétition pour les ressources** : Serifel épuise aussi les nutriments qui se trouvent sur la surface de la plante, de sorte que les spores des pathogènes finissent par mourir de faim

Sources information : [Fiche technique BASF](#)

Crédit photo : Solutions agricoles BASF



# *Bacillus subtilis* var. *Amylolyquefaciens*

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

- Homologués dans la fraise, le bleuet et la framboise contre moisissure grise
- 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
- Étiquette BIOTAK : Conserver au sec, pour une durée maximale de 16 mois après la date de fabrication



# *Bacillus subtilis* var. *Amylolyquefaciens*

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

**Scénario utilisation fraise contre moisissure grise**



## SERIFEL

- **Prix 2024 : 300 \$ 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) : 56 \$ \***

## BIOTAK

- **Prix 2024 : 430 \$ 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) : 81 \$ \***

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

Crédit photo : Solutions agricoles BASF

# *Streptomyces lydicus*

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

- Homologué dans la fraise en serre et champ contre la moisissure grise, l'antracnose et le blanc
- Homologué dans le bleuet en corymbe contre la pourriture sclérotique



## 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 (chitinases, glucanases 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](#)

# *Streptomyces lydicus*

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

- Homologué dans la fraise en serre et champ contre la moisissure grise, l'antracnose et le blanc
- Homologué dans le bleuet en corymbe contre la pourriture sclérotique
- 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](#)



# *Streptomyces lydicus*

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

**Scénario utilisation fraise champ contre moisissure grise**

- **Prix 2024 : 220 \$ pour 510 g \***
- **Dose sur l'étiquette recommandée par hectare : 425 g**
- **Prix par traitement à l'hectare (dose 425 g) : 183 \$ \***

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



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

# Champignons antifongiques

## *Trichoderma harzianum*

ROOTSHIELD HC (BORA HC qui n'est plus disponible)

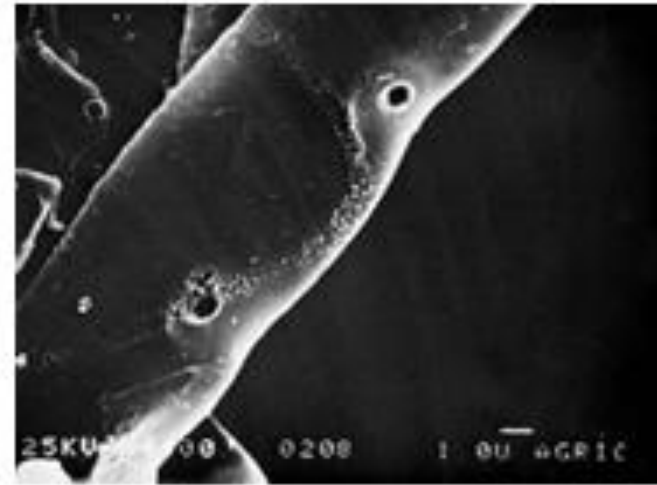
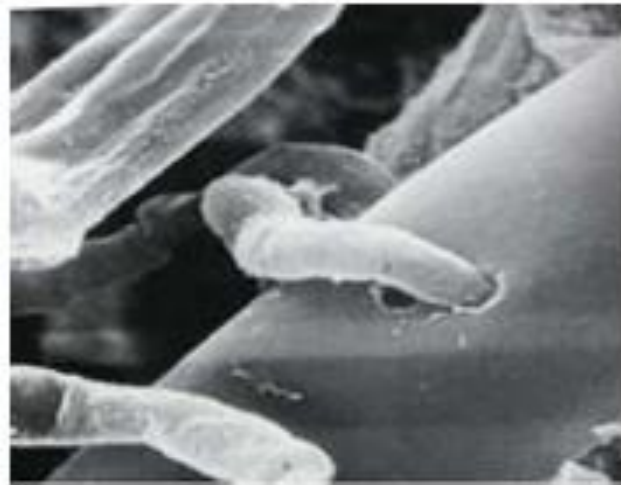
- Homologué dans la fraise en serre et champ contre la moisissure grise

# *Trichoderma harzianum*

**ROOTSHIELD HC** (BioWorks, inc.; souche Rifai KRL-AG2)

**BORA HC** (n'est plus disponible commercialement)

- Homologué dans la fraise en serre et champ contre la moisissure grise
- **Compétitionne** pour l'espace et la nourriture
- **Mycoparasitisme** : cherche et mange les autres champignons



Source d'information et crédit

photo : Conférence *Thierry Chouffot*  
<https://www.agrireseau.net/horticulture-pepiniere/documents/14h20%20Thierry%20Chouffot.pdf>

# *Trichoderma harzianum*

**ROOTSHIELD HC** (BioWorks, inc.; souche Rifai KRL-AG2)

**BORA HC** (n'est plus disponible commercialement)

- A démontré une très bonne efficacité dans un essai comparatif au champ. Dans cet essai, le *Trichoderma* s'est révélé très envahissant en recouvrant la croissance des autres champignons surtout *Botrytis* (François Demers et Gérard Gilbert, 2018, *Essai de biofongicides contre la moisissure grise chez les fraisiers*, Projet Prime-Vert)
- L'étiquette indique de renouveler aux 7 à 14 jours
- Étiquette : Ce produit devrait être utilisé dans les 12 mois suivant sa date de fabrication, lorsqu'il est entreposé sous des conditions réfrigérées.



# *Trichoderma harzianum*

**ROOTSHIELD HC** (BioWorks, inc.; souche Rifai KRL-AG2)

**BORA HC** (n'est plus disponible commercialement)

**Scénario utilisation fraise en champ contre moisissure grise**

- **Prix 2024 : 3467 \$ pour 13,6 kg \***
- **Dose sur l'étiquette recommandée par hectare : 10 g par litre d'eau appliqué**
- **Prix par traitement à l'hectare (dose moyenne de 3 kg dans 300 L) : 765 \$ \***

Peut-être plus un produit intéressant pour la serre où les quantités d'eau appliquées sont moindres...

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

# Levures antifongiques

## *Levure Aureobasidium pullulans*

- Homologué dans la fraise en serre et champ contre anthracnose, moisissure grise et *phomopsis*
- Homologué dans le bleuet en corymbe contre anthracnose, moisissure grise
- Homologué dans la framboise contre moisissure grise

BOTECTOR (il y a eu des problèmes de distribution du produit au Canada en 2024; mais il sera à nouveau disponible en 2025. Il faudrait passer les commandes avant janvier 2025 pour qu'il soit produit pour la prochaine saison).

# *Aureobasidium pullulans*

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

- Homologué dans la fraise en serre et champ contre anthracnose, moisissure grise et *phomopsis*
- Homologué dans le bleuet en corymbe contre anthracnose, moisissure grise
- Homologué dans la framboise contre moisissure grise
  
- **Compétition spatiale et compétition nutritionnelle**
  
- **Propriétés antifongiques**
  
- Essais très intéressants réalisés par Odile Carisse, présentés à Saint-Rémi l'an dernier : [https://www.agrireseau.net/documents/Document\\_112328.pdf](https://www.agrireseau.net/documents/Document_112328.pdf)
  
- BLOSSOM PROTECT homologué dans la pomme est efficace contre la brûlure bactérienne et doit être utilisé avec BUFFER PROTECT NTMD (tampon d'acide citrique)

# *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
- Aurait également un effet pour la préservation des fruits en post-récolte
- 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.

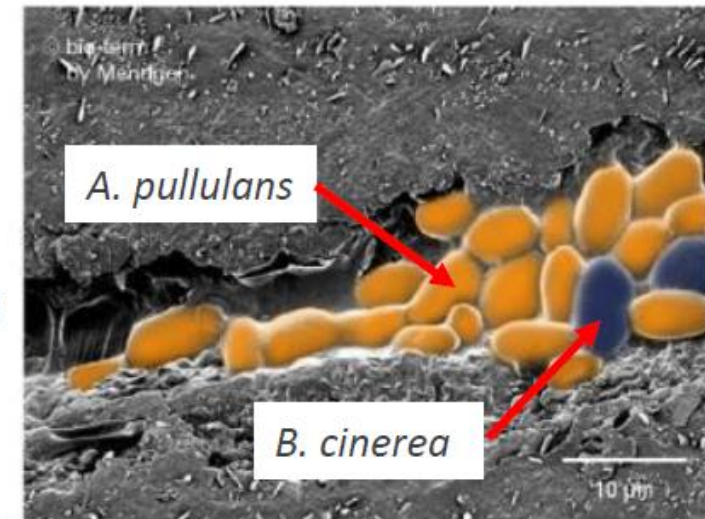




# Optimiser la lutte bio



- **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).

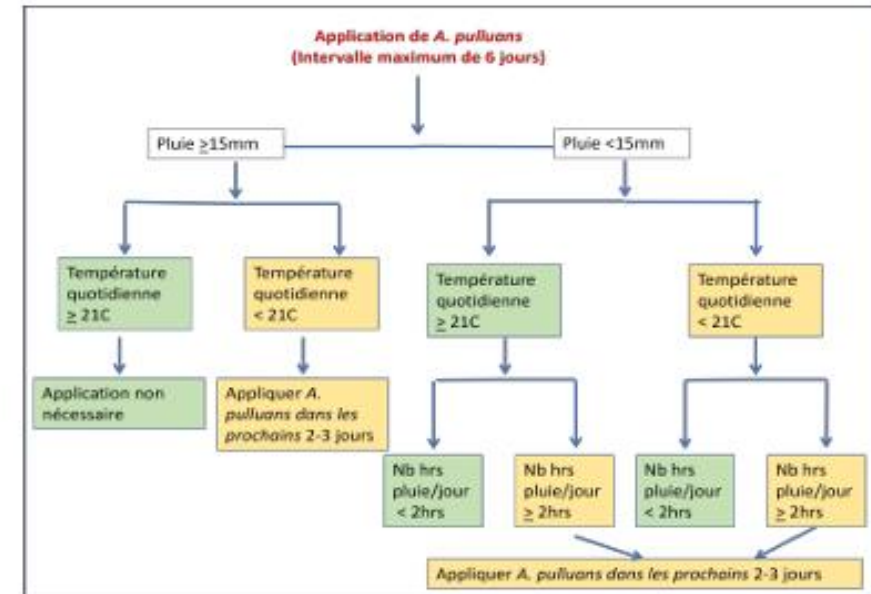




# Conditions optimales



- Approche en prévention: garder les fleurs colonisées par *A. pullulans*
  - Intervalles entre les traitements selon les conditions météo (grille de décision)
- Approche basée sur le risque de Moisissure grise.
  - Risque nul: pas de traitements
  - Risque faible: *A. pullulans*
  - Risque moyen: *A. pullulans* ou fongicide synthèse
  - Risque élevé: fongicide synthèse



	Nb hrs RH>80%	Coef Inf	Log CAC
Faible	4.69	0.06	1.58
Moyen	8.21	0.12	1.61
Élevé	12.66	0.30	1.86

# BIOFONGICIDES

DÉRIVÉS DE SUBSTANCES MINÉRALES,  
VÉGÉTALES OU ANIMALES



# Biofongicides - substances minérales

- Polysulfure de calcium (CHAUX SOUFRÉE)
- Soufre (MICROTHIOL DISPERSS)
- Octanoate de cuivre (CUEVA); Sulfate de cuivre (CUIVRE 53W); Oxychlorure de cuivre (CUIVRE EN VAPORISATEUR)
- Bicarbonate de potassium (MILSTOP)
- Peroxyde d'hydrogène et acide paracétique (OXIDATE, OXIDATE 2.0, OXIDATE FC)

# *Polysulfure de calcium*

## CHAUX SOUFRÉE (Loveland Products Canada inc.)

- Homologué dans la fraise contre blanc et moisissure grise
- Homologué dans bleuet en corymbe comme pulvérisation générale de nettoyage
- Homologué dans la framboise contre brûlure de la tige et des dards, rouille
  
- En protection pour les premières infections de la saison
  
- Exemple fraise : homologuée pour une application au début de la croissance, après l'enlèvement de la paille. Dans les champs de 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> année de production qui ont connu un niveau élevé de maladie par la moisissure grise et le blanc l'an dernier, ce traitement peut être intéressant
  
- Non sujet à la résistance

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



# ***Soufre (M02)*** (80 %)

**MICROTHIOL DISPERSS** (UPL AgroSolutions Canada inc.)

- **Homologué contre le blanc dans la fraise (champ et serre), la framboise et le bleuet en corymbe**

## **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**
- **Groupe M** pour minéraux, non sujet à la résistance

# *Soufre (MO2)* (80 %)

**MICROTHIOL DISPERSS** (UPL AgroSolutions Canada inc.)

## Modes d'action :

- 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

# *Soufre (M02)* (80 %)

**MICROTHIOL DISPERSS** (UPL AgroSolutions Canada inc.)

## **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)**

# *Octanoate de cuivre*

**CUEVA** (W. Neudorff GmbH KG)

- Homologué dans la fraise en champ et serre contre le blanc
- Homologué dans le bleuet et la framboise contre la brûlure bactérienne

# *Sulfate de cuivre*

**CUIVRE 53W** (Loveland Products Canada inc.)

- Homologué dans la fraise contre la tache angulaire, la tache commune et la tache pourpre
- Homologué dans la framboise contre la brûlure bactérienne

# *Oxychlorure de cuivre*

**CUIVRE EN VAPORISATEUR** (Loveland Products Canada inc.)

- Homologué dans le bleuet et la framboise contre la brûlure bactérienne

# Cuivres

(Octanoate de cuivre (CUEVA); Sulfate de cuivre (CUIVRE 53W);  
Oxychlorure de cuivre (CUIVRE EN VAPORISATEUR))

- 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

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.

≥ **7** : cuivre en suspension dans l'eau, **sans action immédiate**.

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



# Cuivres

(Octanoate de cuivre (CUEVA); Sulfate de cuivre (CUIVRE 53W);  
Oxychlorure de cuivre (CUIVRE EN VAPORISATEUR))

- Agissent par contact, à appliquer en prévention
- 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](#)

# Cuivres

(Octanoate de cuivre (CUEVA); Sulfate de cuivre (CUIVRE 53W);  
Oxychlorure de cuivre (CUIVRE EN VAPORISATEUR))

- Adsorbés sur la surface cellulaire, les ions  $\text{Cu}^{2+}$  altèrent la membrane semi-perméable du phytopathogène 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

(Octanoate de cuivre (CUEVA); Sulfate de cuivre (CUIVRE 53W);  
Oxychlorure de cuivre (CUIVRE EN VAPORISATEUR))

**Tableau 2 : Sommaire des produits commerciaux cuivrés et quantité de Cu<sup>2+</sup> appliqué à l'hectare selon les doses homologuées dans l'exemple du groupe de culture des cucurbitacées**

Type de cuivre	Formule chimique	Produit commercial	% sel de Cu du produit	% Cu <sup>2+</sup>	Dose produit/ha	Cu <sup>2+</sup> /ha	Nb de trait. max/an
Oxychlorure de cuivre	Cu <sub>2</sub> Cl(OH) <sub>3</sub>	CUIVRE EN VAPORISATEUR	85,0	50,0	3,2 kg (autres cucurbit.)	1,6 kg	5
					4,0 kg (concombre)	2,0 kg	
Sulfate de cuivre tribasique	CuSO <sub>4</sub> .3Cu(OH) <sub>2</sub>	CUIVRE 53W	95,0	53,4	2,5-3,0 kg	1,3-1,6 kg	5
Octanoate de cuivre	C <sub>16</sub> H <sub>30</sub> CuO <sub>4</sub>	CUEVA COMMERCIAL	10,0	1,8	2,5L dans 500L d'eau (0,5%) - 20,0L dans 1000 L d'eau (2%)	45-360 g	15

\*Homologué dans le concombre uniquement

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
- 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

Cas de phytotoxicité suite à une application en mélange avec de l'huile. L'huile ralentit l'assèchement du cuivre ce qui créerait la phytotoxicité du mélange



Photos : *Xavier Villeneuve-Desjardins*



# *Bicarbonate de potassium (B2K)*

**MILSTOP** (BioWorks inc.)

- Homologué dans la fraise en champ et serre contre le blanc (mais effet connu sur la moisissure grise)

## **Modes d'action :**

- **Perturbe l'équilibre des ions potassium ou sodium** dans la cellule fongique, provoquant l'effondrement des parois cellulaires. **Traitement STOP** si début d'infection
- Le pH de la solution doit être de 7 ou +
- Non sujet à la résistance

# *Bicarbonate de potassium (B2K)*

**MILSTOP** (BioWorks inc.)

**Dans une étude réalisée au Québec :**

Le MILSTOP avait un pourcentage de fruits atteints de moisissure grise qui était significativement plus faible que le témoin non traité

Source : [Thireau, C. ; Lefebvre, M. ; Fortier, A.-M., 2015, Évaluation de l'efficacité de cinq biopesticides contre Botrytis cinerea dans la fraise, Projet Prime-vert](#)

# ***Bicarbonate de potassium (B2K)***

- **Couramment utilisé dans la pomme** pour stopper les infections de tavelure
- Fenêtre d'intervention précise pour stopper les spores en germination
- Les traitements sur du feuillage mouillé sont plus efficaces que sur le feuillage sec, car chaque gouttelette de B2K a un rayon d'action sur la feuille très restreint. Le film d'eau sur les feuilles mouillées permet aux gouttelettes en provenance du pulvérisateur d'être dissoutes et d'atteindre une plus grande surface
- Lorsque mélangé avec soufre (comme MILSTOP), peut être appliqué lorsque le feuillage commence à sécher

[Source : Fiche PFI le bicarbonate et RIMPRO](#)

# *Bicarbonate de potassium (B2K)*

**MILSTOP** (BioWorks inc.)

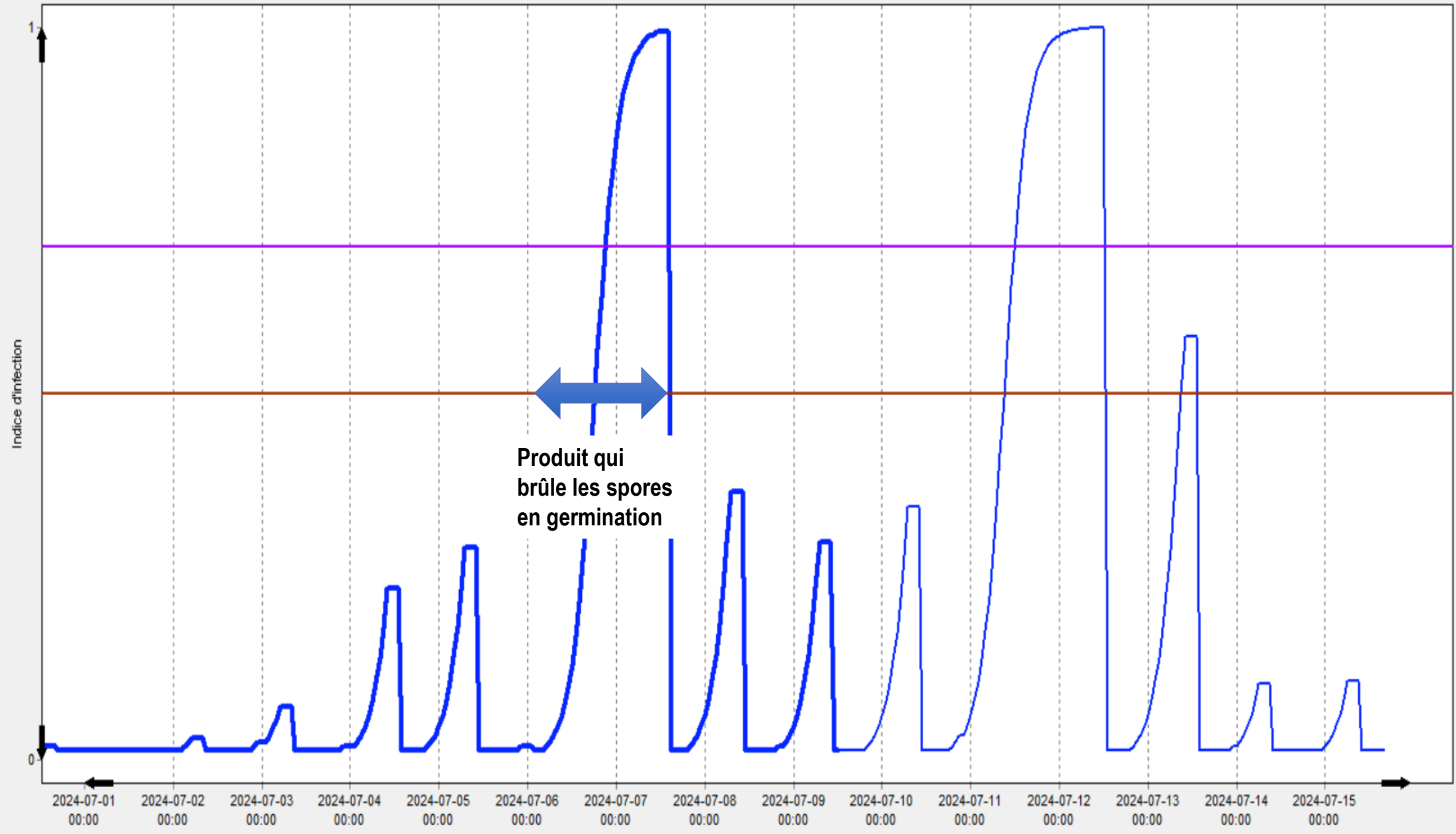
- Les traitements doivent être réalisés après l'arrivée des spores sur la feuille
- Le MILSTOP est comme un mélange de bicarbonate de potassium et soufre. Il est excellent pour tuer les spores de tavelure déjà germées jusqu'à environ 405 DH (ex. : 20 h à 20°C) après le début de la pluie
- La pluie lessive le bicarbonate très rapidement
- Plus facile à positionner avec modèle prévisionnel, mais une compréhension des conditions d'infection par la maladie visée fonctionne

[Source : Fiche PFI le bicarbonate et RIMPRO](#)

CIPRA - Fraisier  
Moissure grise

Stades/Seuls

- Élevé (0,7)
- Moyen (0,5)



- Zoom animé
- Fenêtre blanche
- Quadrillage

Aide sur zoom/défilement

Affichage précédent

Vue d'ensemble

Information sur le modèle

Ste-Famille, I.O. (QC) (météo)  Ste-Famille, I.O. (QC) (prév.)



# *Bicarbonate de potassium (B2K)*

**MILSTOP** (BioWorks inc.)

- **Prix 2024** : 412 \$ pour 11,35 kg ou 103 \$ pour 2,27 kg\*
- **Dose de l'étiquette recommandée par hectare** : 2,8 à 5,6 kg par hectare
- **Prix par traitement à l'hectare (dose moyenne de 4,2 kg)** : **152 \$\***

Le bicarbonate de potassium générique que la Coopérative pomicole Deux-Montagnes a fait homologuer est une fraction du prix... on aimerait le faire homologuer dans la fraise

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

# Peroxyde d'hydrogène et acide paracétique

**OXIDATE ou OXIDATE 2.0 ou OXIDATE FC** ( BioSafe Systems LLC)

- Homologués dans la fraise en serre et en champ contre la moisissure grise et la tache angulaire
- Homologués dans le bleuet en corymbe contre pourriture sclérotique et *phomopsis*
- Homologués dans la framboise contre brûlure bactérienne et moisissure grise
  
- 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**
  
- Appliquer lorsque conditions optimales d'infection par pathogène
  
- Non sujet à la résistance

# *Peroxyde d'hydrogène et acide paracétique*

**OXIDATE ou OXIDATE 2.0 ou OXIDATE FC** (BioSafe Systems LLC)

- Viser pH solution neutre
- 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
- Des conseillers font appliquer des algues après les traitements, ceci a pu agir comme une recolonisation des feuilles entre les traitements

# *Peroxyde d'hydrogène et acide paracétique*

**OXIDATE** ou **OXIDATE 2.0** ou **OXIDATE FC** (BioSafe Systems LLC)

## **OXIDATE**

- **Prix 2024** : 250 \$ pour 18,9 L ou 12 550 \$ pour 1041 L \*
- **Dose recommandée par hectare** : 1 litre par 100 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) \***

## **OXIDATE FC**

- **Prix 2024** : 275 \$ pour 18,9 L \*
- **Dose recommandée par hectare** : 1 litre par 100 L d'eau appliqués
- **Prix par traitement à l'hectare** (dose moyenne de 5 L pour 500 L d'eau appliqués) : **73 \$ \***

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

# Biofongicides dérivés de substances végétales ou animales

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



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

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

- Homologué dans la fraise en serre et champ contre moisissure grise et fraise de champ contre blanc
- Homologué dans bleuet en corymbe contre moisissure grise
- Homologué dans framboise contre moisissure grise
  
- 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](#)

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

**TIMOREX GOLD** (Stockton Israel Ltd)

Selon l'étude de Wei *et al.*, 2018, un traitement avec ce produit retarderait la perte de fermeté du fruit durant l'entreposage, sans affecter négativement la qualité du fruit, car il permet de réduire le contenu en peroxyde d'hydrogène et d'augmenter l'activité de l'ascorbate peroxydase et de la catalase durant l'entreposage. Ce processus aide à retarder la sénescence des fruits durant l'entreposage.

Source : Wei, Y., X. Shao, Y. Wei, F. Xu, et H. Wang. 2018. Effect of preharvest application of tea tree oil on strawberry fruit quality parameters and possible disease resistance mechanisms. *Scientia Horticulturae*, 241: 18-28.

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

**TIMOREX GOLD** (Stockton Israel Ltd)

- **Prix 2024 : 550,50 \$ pour 5 L\***
- **Dose recommandée par hectare : 1,5 à 2 L**
- **Prix par traitement à l'hectare (dose moyenne de 1,75 L) : 192,68 \$\***

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

# *Reynoutria sachalinensis* (renouée japonaise)

## REGALIA MAXX (Marrone Bio Innovations)

- Homologué dans la fraise en champ et serre contre la moisissure grise et le blanc
- Homologué dans le bleuet en corymbe contre pourriture sclérotique, moisissure grise, anthracnose et alternariose
- Produit aussi connu dans la littérature sous le nom de MILSANA
- Action préventive, comme protectant
- 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)

# *Reynoutria sachalinensis* (renouée japonaise)

**REGALIA MAXX** (Marrone Bio Innovations)

## Modes d'action :

- 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)

- REGALIA MAXX appliqué hebdomadairement contre le blanc a aussi un effet contre l'antracnose (essai à la ferme 2022)(Xavier Villeneuve-Desjardins)
- L'étiquette indique de renouveler aux 7 à 10 jours

# *Reynoutria sachalinensis* (renouée japonaise)

**REGALIA MAXX** (Marrone Bio Innovations)

- **Prix 2024** : 302,50 \$ pour 3,75 L\*
- **Dose recommandée par hectare** : 0,25 % vol/vol dans 500 à 1 000 litres d'eau par hectare
- **Prix par traitement à l'hectare (dose moyenne pour 750 L d'eau)** : **151,25 \$\***

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

# Acide citrique et acide lactique

## TIVANO et TIVANO PLUS (AEF Global)

- Homologués dans la fraise en champ et serre contre blanc et tache angulaire
- 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
- **Pour les bactéries responsables de la tache angulaire** : Possède une activité bactéricide directe et réduit également la croissance bactérienne ainsi que l'apparence des différents symptômes de la maladie.

# *Acide citrique et acide lactique*

## **TIVANO et TIVANO PLUS** (AEF Global)

- Pour la tache angulaire, appliquer dès les premiers signes de maladie. Tivano doit être appliqué lorsque la maladie est active avant les perturbations mécaniques ou les événements pluvieux. Il va assécher les exsudats bactériens et empêcher leur propagation
- Utiliser un surfactant à base de silicone lorsqu'utilisé contre le blanc (Xiameter OFX-0309 Fluide à raison de 0,05% (v/v)), mais pas besoin lorsqu'utilisé contre tache angulaire

Source : [Fiche TIVANO](#)

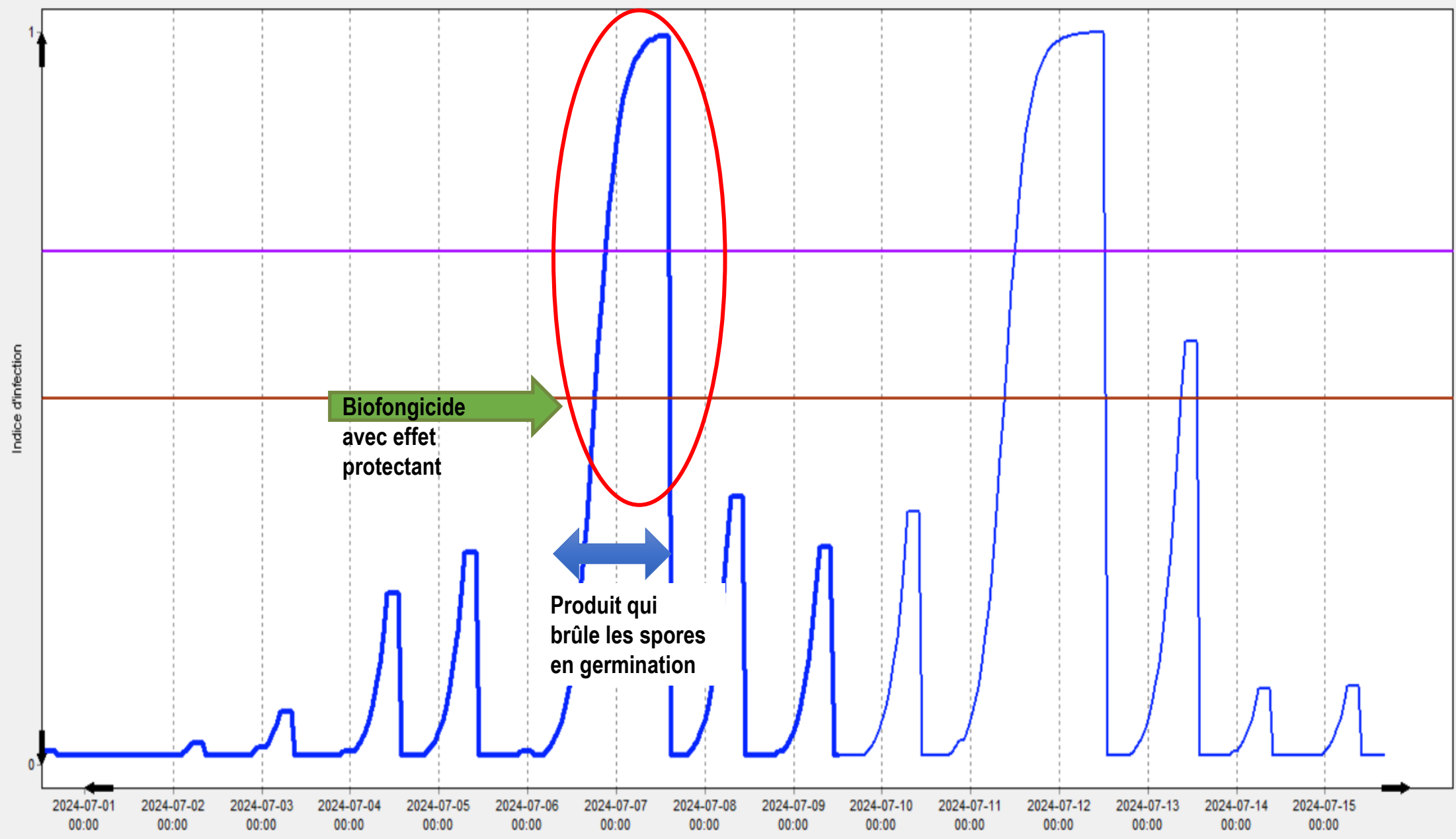
# Positionner les divers produits à l'aide du modèle



CIPRA - Fraisier  
Moissure grise

Stades/Seuls

- Élevé (0,7)
- Moyen (0,5)



- Zoom animé
- Fenêtre blanche
- Quadrillage

Aide sur zoom/défilement

Affichage précédent

Vue d'ensemble

Information sur le modèle

Ste-Famille, I.O. (QC) (météo)  Ste-Famille, I.O. (QC) (prév.)

# MERCI!