



# Bio fongicides et bio stimulants

**CRAAQ Série Webinaires Vigne et vin**

***Gérard Gilbert, agr., M.sc.***

*Consultant en phytopathologie*

[gilbert.phytoconsultant@gmail.com](mailto:gilbert.phytoconsultant@gmail.com)

**20 avril 2020**

# Qu'est-ce qu'un bio pesticide ?

- *“C'est une sous-catégorie de pesticides; ils sont dits “naturels” c'est-à-dire composés d'organismes vivants, généralement des microorganismes ou des substances naturelles (non synthétisées) de type biologique”*
- *“C'est une forme de pesticides basée sur des micro-organismes ou des produits naturels”*
- *“Ce sont des produits typiquement obtenus par la culture et la concentration de microorganismes naturels comme des bactéries, des champignons, des nématodes ou de leurs métabolites telles que des protéines”*

# Qu'est-ce qu'un bio pesticide ?

... vers une définition plus "englobante"

- *"Ce sont des produits typiquement obtenus par la culture et la concentration de microorganismes naturels (bactéries, champignons, nématodes) ou de leurs métabolites (protéines). Des produits non vivants mais de sources naturelles sont aussi reconnus comme bio pesticides (huiles)"*
- *"Deux caractéristiques importantes des bio pesticides, les distinguant des pesticides classiques sont:*
  - *Ils ne sont pas synthétisés mais plutôt extraits de substrats naturels, concentrés et reformulés*
  - *Ils ont de plus faibles indices de risques que les produits synthétisés*

# ...quelques remarques concernant les bio pesticides

- Un pesticide, qu'il soit biologique, de source naturelle ou de synthèse, peut avoir une toxicité; l'aspect naturel ne garantit pas l'absence de toxicité.
- Des pesticides naturels peuvent être toxiques pour le consommateur s'ils sont présents en trop grandes quantités ou que le végétal est surconsommé. Une fois rendu dans l'assiette, leurs concentrations sont généralement très faibles.
- Certains d'entre eux peuvent endommager les cultures ou contaminer l'environnement

# Effet phytotoxique d'un traitement au cuivre



# Effet phytotoxique de l'huile et du soufre



Jay W. Pscheidt

# ...quelques remarques concernant les bio pesticides

- Un micro organisme pathogène développe rarement de la résistance à un pesticide microbien ("multi-sites")
- Les bio pesticides à base de microorganismes perdent leur viabilité avec le temps et les conditions d'entreposage (service de testage offert par l'auteur)
- Sur la base du mode d'action, la distinction entre un bio pesticide et un bio stimulant n'est parfois pas évidente (Ex.: *Bacillus*)

# **... quelques remarques concernant les bio pesticides**

- **Un bio pesticide homologué sur une culture peut ne pas être reconnu par un organisme certificateur**
- **Plusieurs formulations d'un même produit peuvent lutter à la fois contre des ravageurs et des maladies (ex.: soufre)**
- **Une même formulation d'un produit peut être recommandée contre des ravageurs et des maladies (ex.: huiles végétales et minérales)**

# **... quelques remarques concernant les bio pesticides**

- **Un bio pesticide peut donner ses résultats selon l'entreprise agricole et l'année**
- **Les bactéries et les champignons qui les composent peuvent être sensibles au climat, aux mélanges ...**
- **Synchroniser le produit avec le pathogène est le défi**
- **Ces produits ne sont pas curatifs mais préventifs**

# Liste partielle des bio fongicides homologués pour la vigne

NOM COMMERCIAL	MATIÈRE ACTIVE	PROVENANCE
ACTINOVATE	<i>Streptomyces lycicus</i>	Bactérie
SERENADE ASO	<i>Bacillus subtilis</i> QST713	Bactérie
SERENADE MAX	<i>Bacillus subtilis</i> QST713	Bactérie
SERENADE OPTI	<i>Bacillus subtilis</i> QST713	Bactérie
BOTECTOR	<i>Aureobasidium pullulans</i>	Champignon
BURAN	Extrait d'ail	Végétal
TIMOREX GOLD	Huile de melaleuca	Végétal
VEGOL	Huile de canola	Végétal
REGALIA MAXX	<i>Reynoutria sachalinensis</i>	Végétal
COPPER SPRAY	Oxychlorure de cuivre	Minéral
GUARDSMAN COPPER	Oxychlorure de cuivre	Minéral

# Liste partielle des bio fongicides homologués pour la vigne

NOM COMMERCIAL	MATIÈRE ACTIVE	PROVENANCE
HUILE 13E	Huile minérale	Minéral
KOCIDE 2000	Hydroxyde de cuivre	Minéral
KUMULUS DF	Soufre	Minéral
LIME SULPHUR	Chaux soufrée	Minéral
SOUFRE MICROSPIC	Soufre	Minéral
MICROTHIOL DISPERSS	Soufre	Minéral
ALIETTE WDG	Fosetyl d'aluminium	Sel minéral
MILSTOP	Bicarbonate de K	Sel minéral
SIROCCO	Bicarbonate de K	Sel minéral
TIVANO	Acides citrique / lactique	Composés organiques
LACTO-SAN	Acides citrique / lactique	Composés organiques
RAMPART	Acide phosphoreux	Composé organique

# Contre les maladies de la vigne en “régie biologique” (PFI Vigne 2019 (CRAAQ / CRAM))

- **BOTECTOR** (*Aureobasidium pullulans*)
  - **DOUBLE NICKEL LC et 55** (*Bacillus amyloliquifaciens* D747)
  - **SERENADE OPTI** (*Bacillus subtilis*, QST713)
- 
- **CUEVA, CUIVRE 53W, CUIVRE VAPORISABLE** (formulations variées de cuivre)
  - **HUILE DE PULVÉRISATION 13E** (huile minérale)

# Contre les maladies de la vigne en “régie biologique” (PFI Vigne 2019 (CRAAQ / CRAM) (suite)

- **KUMULUS DF, SOUFRE MICROSCOPIC, MICROTHIOL DISPERSS** (soufres élémentaires)
- **CHAUX SOUFRÉE** (polysulfure de calcium)
- **MILSTOP, SIROCCO** (bicarbonate de potassium)
- **OXYDATE 2.0** (peroxyde d'hydrogène)
- **REGALIA MAXX** (*Reynoutria saccharinensis*)
- **TIMOREX GOLD** (Huile de *Melaleuca*)
- **VEGOL** (huile de canola)

# Les *Bacillus* en lutte biologique

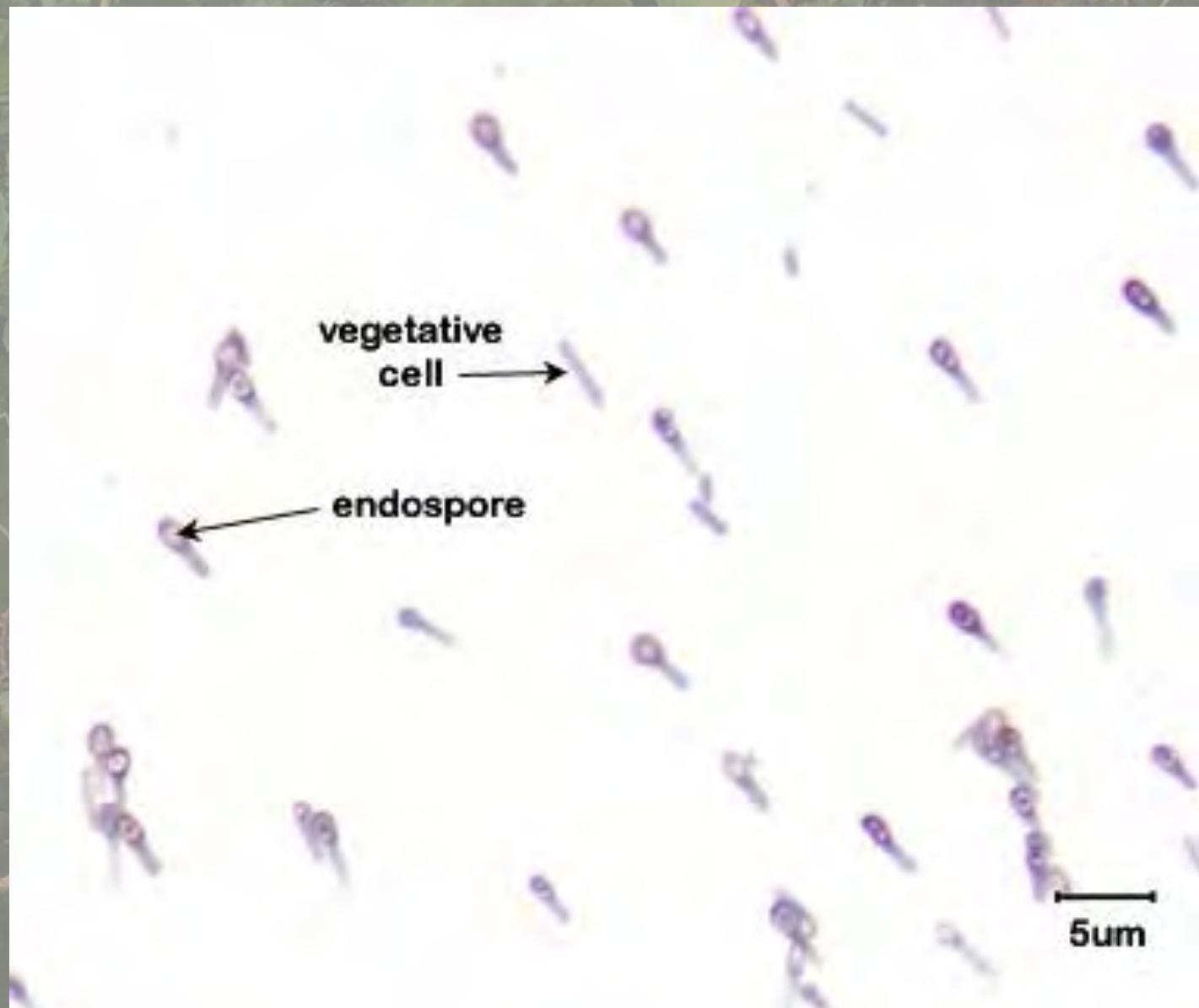
## Généralités

- Genre bactérien le plus anciennement utilisé et le plus utilisé en lutte biologique (cf. *Bt*)
- Retrouvé naturellement dans le sol, l'eau et l'air
- Trois espèces d'intérêt agricole: *B. thurengiensis*, *B. subtilis* et *B. amyloliquifaciens*
- Produisent des enzymes (amylases) ou des antibiotiques (polymixine, bacitracine, etc)

# Les *Bacillus* en lutte biologique

## Généralités (suite)

- Grande diversité d'espèces adaptées pour tous les environnements possibles (acide, alcalin, froid vs chaleur)
- Capables de produire des endospores facilitant la stabilité et la conservation des préparations commerciales



# *B. subtilis / B. amyloliquifaciens*

## Intérêt agricole

- Leur intérêt agronomique particulier réside dans leurs capacités d'agents:
  - Bio protecteurs
  - Bio stimulants
  - Bio fertilisants

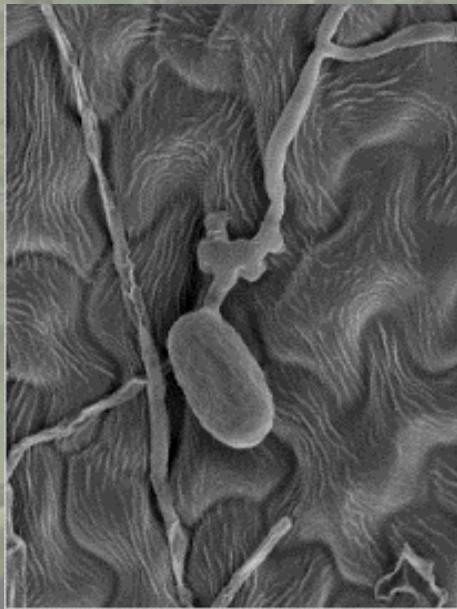
# *B. subtilis / B. amyloliquifaciens*

## Modes d'action

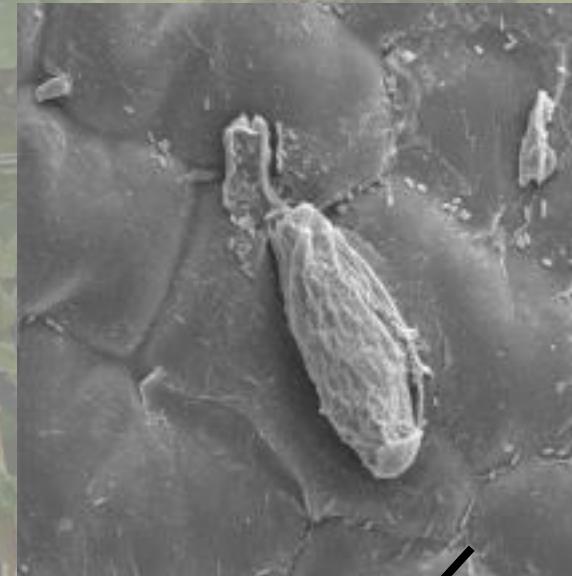
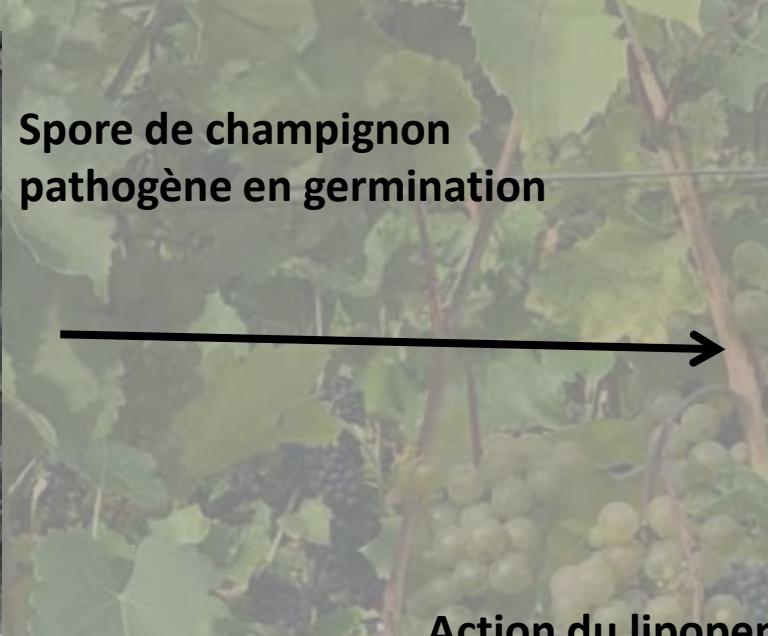
1. Défavorables aux champignons et aux bactéries pathogènes (antagonisme) par:
  - La compétition pour les nutriments
  - La production de métabolites toxiques (lipopeptides) pour d'autres microorganismes; des enzymes (chitinases)
2. Favorable à la plante par leurs métabolites (inducteurs, effecteurs, éliciteurs) tels que des phytoalexines, des phytohormones, initiant des mécanismes de résistance chez la plante

# Les lipopeptides

- **Synthétisés par la bactérie**
- **Inhibe la germination des spores et l'allongement des tubes germinatifs des champignons**
- **Restreint le développement du mycélium**
- **Empêche l'attachement de l'agent pathogène à la surface foliaire de la culture**



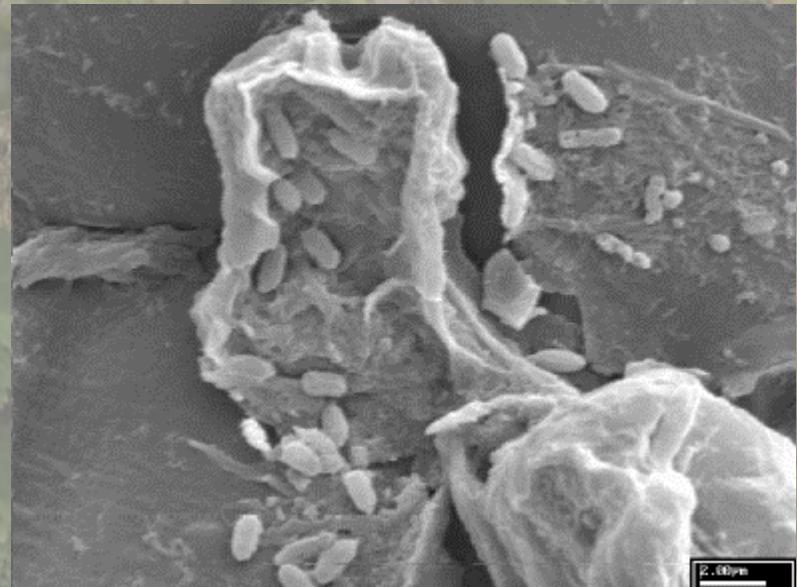
Spore de champignon pathogène en germination



Action du lipopeptide sur les parois cellulaires de la spore



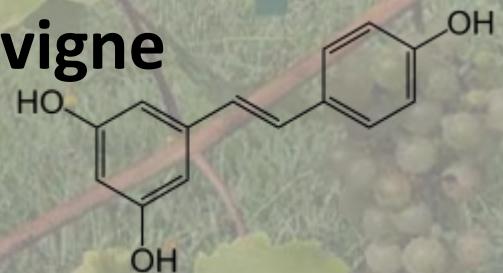
Désintégration et dispersion des nouveaux *Bacillus*



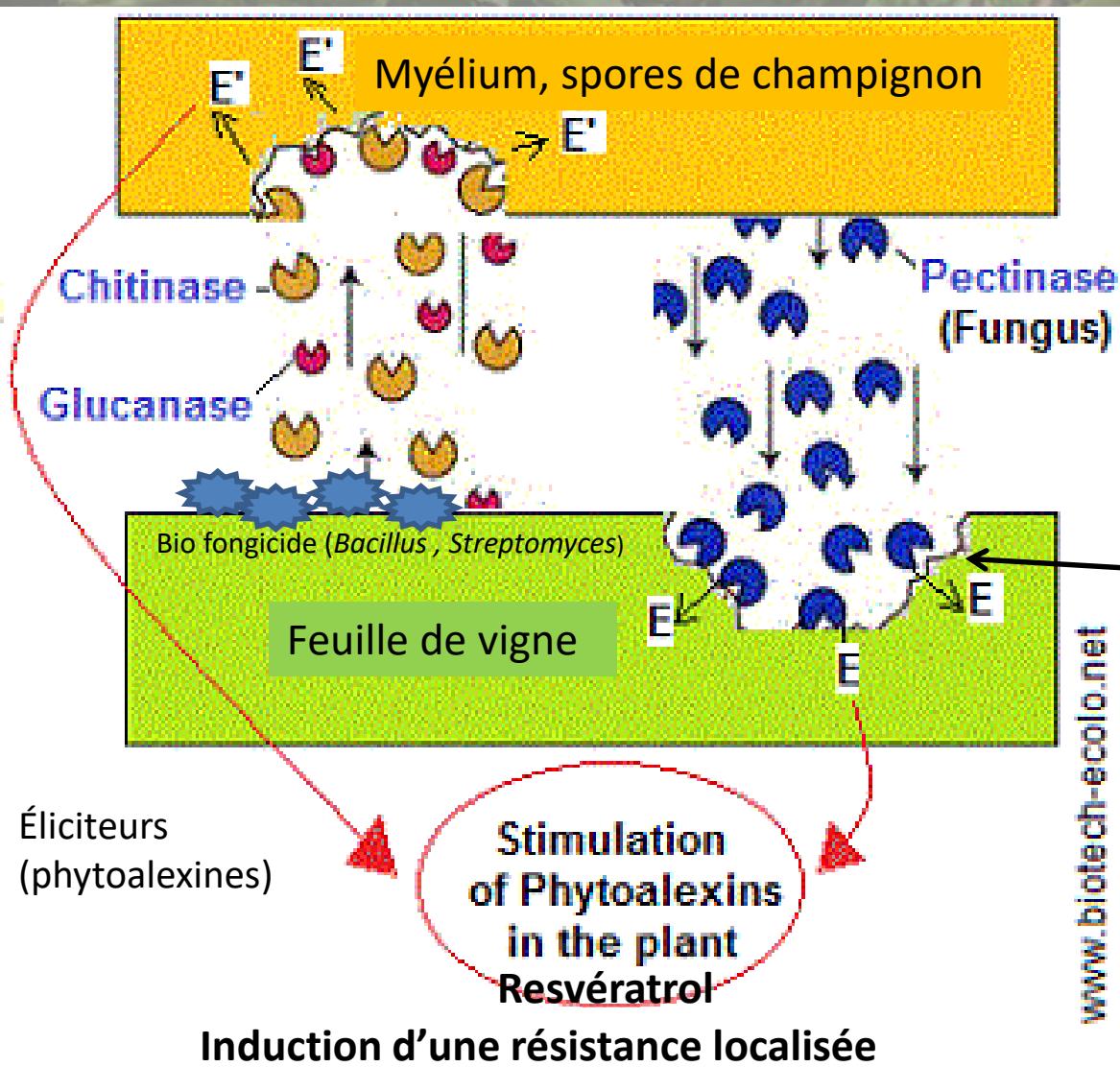
2.00 μm

# Les phytoalexines

- Synthétisée par la plante réagissant à l'infection
  - Le type de molécule produite (phénols, terpènes, alcaloïdes, etc) est fonction de l'espèce végétale
  - S'accumulent rapidement dans la zone infectée
  - Resvératrol, delta resvératrol dans la vigne

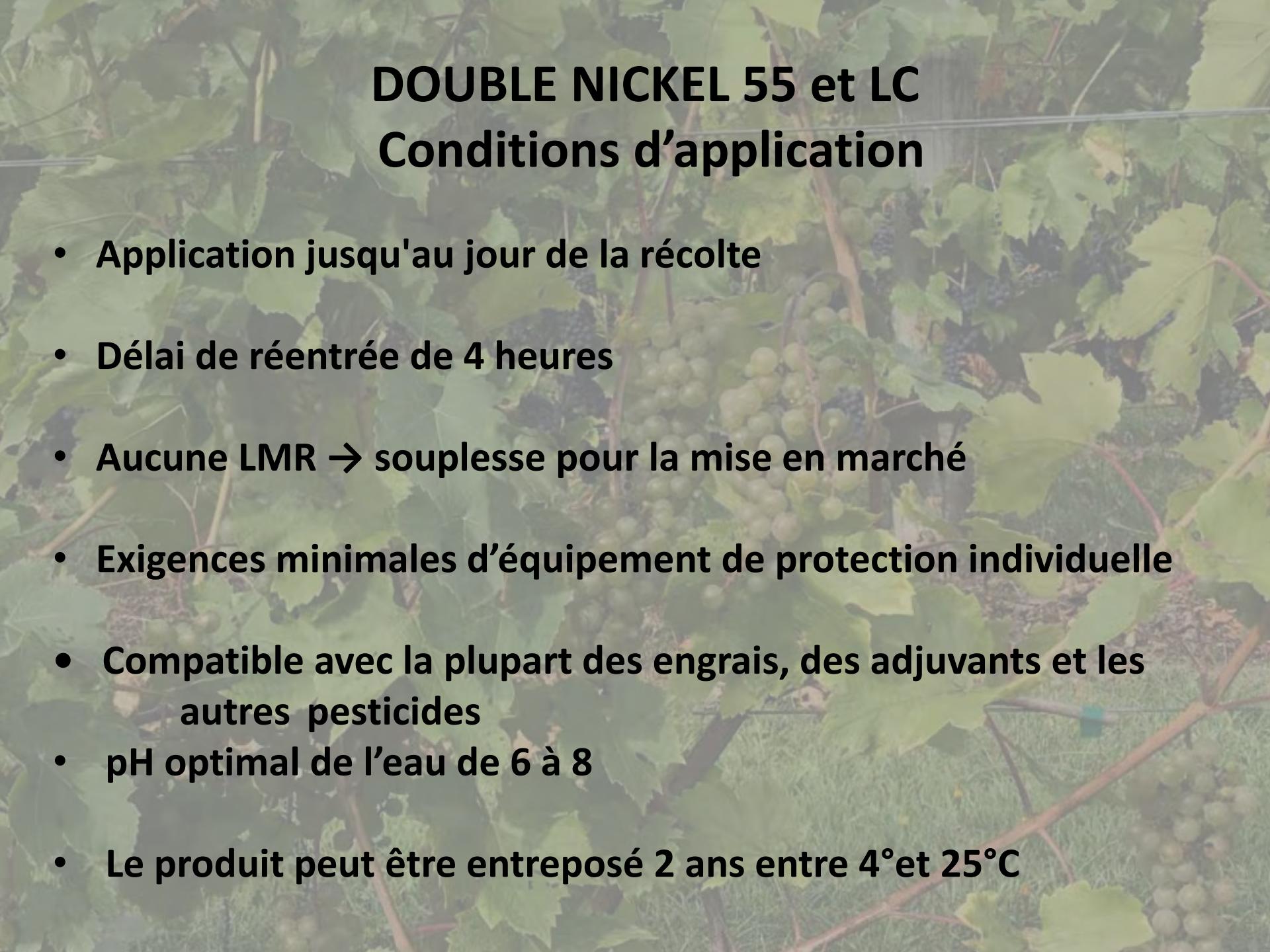


# Resvératrol



# DOUBLE NICKEL 55 et LC

- Fongicide/bactéricide homologué dans plusieurs cultures
- *Bacillus amyloliquefaciens* souche D747, 50 MM CFU/g
- Présente dans la nature (racines, les feuilles, etc)
- La souche D747 est capable de produire une variété importante de substances antibactériennes et antifongiques de types lipopeptides
- Un procédé de fermentation du fabricant induirait la bactérie à produire de fortes concentrations de lipopeptides



# DOUBLE NICKEL 55 et LC

## Conditions d'application

- Application jusqu'au jour de la récolte
- Délai de réentrée de 4 heures
- Aucune LMR → souplesse pour la mise en marché
- Exigences minimales d'équipement de protection individuelle
- Compatible avec la plupart des engrains, des adjuvants et les autres pesticides
- pH optimal de l'eau de 6 à 8
- Le produit peut être entreposé 2 ans entre 4°et 25°C

## Powdery Mildew Control on Grapes



Brooks Bauer, Two Bees Ag Research, Escalon, Ca, 2010.

RCB design, 4 reps, eight applications, start May 3, ~10 day intervals, Backpack Blower applied, 130 GPA. Var. Carignan. Means with same letters NSD at 0.05. CER-2010-021

# SERENADE opti / Max

- Fongicide / bactéricide composé de *Bacillus subtilis* souche QST713
- Contiennent de 10 à 26 % de concentrés bactériens
- 13 MM de CFU/g (propagules/g de produit) pour Opti; 1 MM pour Max
- Durées de conservation variables (étiquette): 6 ans pour Opti; 2 ans à 4-25°C pour Max
- Application en prévention dès la floraison
- Durée de conservation (?): test de viabilité recommandé

# ACTINOVATE SP

- Fongicide biologique fait de bactéries (0,037%)
- *Streptomyces lydicus* souche WYEC 108
- 10M CFU/g de produit
- Homologué contre l'oidium (vigne)
- Intervalle d'application → 7 à 14j
- À pulvériser dans un délai de 4h
- Se nourrit des déchets de la plante

# ACTINOVATE SP

## Modes d'action

1. Grande diversité de métabolites bénéfiques (digestion des parois cellulaires des champignons par des chitinases)
2. Sous-produits antimicrobiens (antibiotiques tels que la streptomycine)
3. Sous-produits répulsifs contre d'autres microorganismes tels que ceux à sidérophores (porteurs du fer) afin de les en priver (antagonisme, compétition)

# Questionnement soulevé sur les bio fongicides à base de bactéries

## SERENADE, DOUBLE NICKEL, ACTINOVATE

- Difficultés à ré isoler en labo les bactéries des produits appliqués au feuillage; ...persistance ?
- Sensibilité des bactéries au pH de l'eau chez certaines entreprises agricoles ?
- Environnement défavorable au moment des traitements ?
- Procédure d'application ou de ré isolement à revoir ?

# BOTECTOR

- Fongicide préventif biologique qui contient le champignon *Aureobasidium pullulans*
- Contient  $5 \times 10^9$  CFU/g de produit (étiquette)
- Homologué dans la vigne spécifiquement contre la moisissure grise
- Appliquer comme préventif très tôt le matin ou tôt le soir lorsque les températures sont fraîches, toujours en dessous de 25°C pour l'eau et pour l'air
- Il n'y a pas de parasitisme mais de la compétition pour l'espace et les nutriments

Colmatage des micro lésions  
par *Aureobasidium*



10  $\mu\text{m}$

# BOTECTOR

- Quatre applications/ saison selon:
  - fin floraison
  - véraison (fermeture des grappes)
  - ramollissement des baies
  - mûrissement
- Durée maximale d'entreposage de 18 mois à 20 °C et de 30 mois à basse température (8 °C) à partir de la date de fabrication

# Des bio fongicides inorganiques: les métaux, minéraux et sels inorganiques

- Silice
- Cuivre
- Soufre
- Sodium
- Cobalt
- Phosphites (sels d'acide phosphoreux, phosphite de sodium,
- Bicarbonate de potassium

Dénombrement des dommages de cladosporiose / moisissure grise (noircissements, pourritures, avortements floraux) effectuées sur les fleurs, boutons floraux et fruits des tiges annuelles de framboisiers cv. Anna; Deschambault, 25 août, 6 septembre, 9 octobre 2019.

	1	2	3	4	Total	Moy.
<b>EAU de la ferme</b>	125	96	151	239	611	<b>153</b>
<b>SERENADE</b>	112	77	130	144	652	163
<b>SWITCH</b>	42	63	120	71	296	<b>74</b>
<b>DOUBLE NI</b>	81	102	128	124	435	109
<b>SIROCCO 85%</b>	49	120	117	95	381	<b>95</b>
<b>TIVANO</b>	145	135	82	143	505	126
<b>CUEVA</b>	108	205	139	60	512	128
<b>BICARBONATE DE K 100%</b>	114	91	157	54	416	<b>104</b>
<b>ACTINOVATE</b>	186	126	132	80	524	131
<b>KUMULUS</b>	106	120	128	162	516	129
<b>STOROX</b>	106	117	143	186	552	138

# BICARBONATE DE POTASSIUM

- Sel minéral inorganique peu persistant
- Fongicide de contact (non bio stimulant)
- SIROCCO, MILSTOP parmi les plus connus.
- Blocage d'un enzyme qui permet au champignon d'utiliser l'énergie (phosphorylation oxydative)
- Dommages aux parois cellulaires des spores d'oïdium conduisant à la déshydratation et la mort des cellules
- Phytotoxicités possibles (moindre qu'avec sodium)
- Appliqué avec savon dispersant (KOPA ?)

# FRACTURE

- Est un fongicide protectant de contact à large spectre ayant des propriétés pénétrantes.
- L'ingrédient actif "BLAD" est un polypeptide (chitinase extraite de graines de lupin) à 20%
- Cellule fongique rendue non viable en une heure.
- Mode d'action multi-sites unique (gr. M 12) :
  - Fracture la paroi cellulaire des champignons pathogènes en 4- 8 heures.
  - l'enzyme dérègle la sélectivité et l'intégrité des parois et des membranes cellulaires, affectant l'équilibre d'absorption des nutriments.
  - Inhibition de la synthèse des parois cellulaires

# Test *in vitro* de bio fongicides non microbiens contre *Botrytis* (partie d'un projet réalisé en 2017 dans le cadre d'un programme de la Stratégie phytosanitaire)

- Une semaine après le traitement effectué sur des fraisiers en cabinet de croissance (TIVANO, FRACTURE, REGALIA, SCIROCCO )
- Dépôt de portions de feuilles sur géloses de croissance en présence de *Botrytis*
- Observations du comportement de *Botrytis* après 2 et 6 jours

JOUR 2

BOTRYTIS  
vs  
TIVANO

BOTRYTIS  
vs  
REGALIA

BOTRYTIS  
vs  
SCIROCCO

BOTRYTIS  
vs  
FRACTURE

TÉMOIN  
EAU

Portions de feuilles de fréssiers traités avec des bio fongicides non microbiens  
2 jours après la mise en présence de *Botrytis* (déposé au centre)

BOTRYTIS  
VS  
FRACTURE

TÉMOIN  
EAU

BOTRYTIS  
VS  
SCIROCCO



BOTRYTIS  
VS  
REGALIA

JOUR 6

BOTRYTIS  
VS  
TIVANO

Portions de feuilles de frasiers traités avec des bio fongicides non microbiens  
6 jours après la mise en présence de *Botrytis* (déposé au centre)

# FRACTURE

- Homologué sur la vigne contre l'oidium et la moisissure grise
- Volume de bouillie d'au moins 100 L/ ha utilisé lors de la pulvérisation
- Absorption foliaire allant de 2 à 4 heures
- Pluie significative 12 heures suivant le traitement → nouvelle application requise avant 4 jours
- Cinq applications/ saison (deux successives tout au plus)
- DAR = 0
- Très faible Irs et Ire
- Grande stabilité de la formulation du produit (Pas de date d'expiration)



# Les bio stimulants

# Qu'est-ce qu'un bio stimulant? ... vers une définition plus générale

*“Un bio stimulant végétal est une substance ou un micro-organisme lorsqu’appliqué aux plantes:*

- *Stimule les mécanismes naturels de défenses*
- *Améliore l'efficacité nutritionnelle*
- *Augmente la tolérance aux stress climatiques*
- *Contribue à l'expression du potentiel génétique agronomique d'une culture*

# Exemples de bio stimulants: des acides

- Acides humiques
- Acides fulviques
- Acides aminés
- Acide jasmonique
- Acides gras
- Acides organiques (salicylate)

# Exemples de bio stimulants: des extraits de molécules organiques

- Peptides
- Polyamines
- Bétaïne
- Chitine / chitosane
- Carboxyls
- Polyphénols
- Polycaccharides (alginates, laminarine)
- Extraits de matières organiques diverses

# Exemples de bio fongicides avec propriétés biostimulantes/ bio fertilisantes: des microorganismes

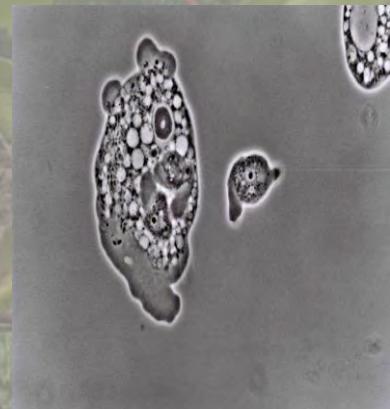
- Mycorhizes
- Rhizobium
- PGPRs (*plant growth promoting rhizobacteria*)
- *Bacillus* spp

# DES BIO PESTICIDES EN DÉVELOPPEMENT

Andermatt: en attente en 2020 d'une extension d'homologation du bio fungicide Vitisan (hydrogénocarbonate de potassium) contre *Botrytis*, déjà autorisé contre l'oïdium.

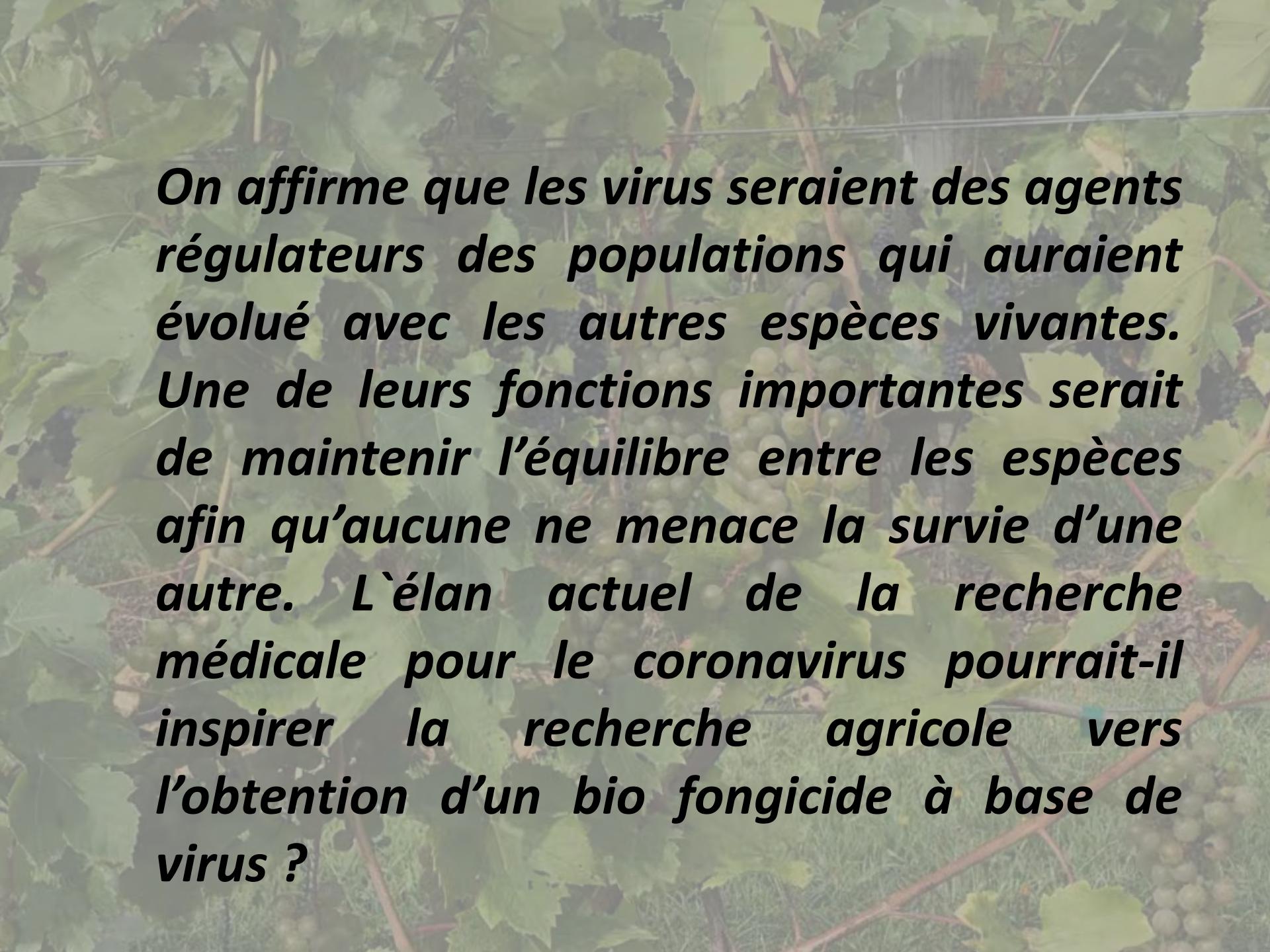
Bioline AgroSciences: a déployé à grande échelle en 2019 sa solution de bio contrôle Tricholine Vitis (trichogrammes), utilisée pour lutter contre les tordeuses de la vigne

Société Amoeba: testera en 2020 un bio fungicide contre le mildiou, préparé à partir d'un extrait d'amibe (protozoaire) d'un niveau de contrôle qui serait comparable à celui de la bouillie bordelaise avec laquelle elle pourrait être mélangée (dose réduite)



*'Les nouveaux produits de protection des cultures prochainement présentés seront pour la plupart des produits de bio contrôle'*

(MON-VITI.COM , mars 2020)



*On affirme que les virus seraient des agents régulateurs des populations qui auraient évolué avec les autres espèces vivantes. Une de leurs fonctions importantes serait de maintenir l'équilibre entre les espèces afin qu'aucune ne menace la survie d'une autre. L'élancement actuel de la recherche médicale pour le coronavirus pourrait-il inspirer la recherche agricole vers l'obtention d'un bio fongicide à base de virus ?*



**MERCI DE VOTRE  
ATTENTION**

**BONNE SAISON VITICOLE  
2020 !**

# RÉFÉRENCES

DOUBLE NICKEL:

<https://www.mapaq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/Regions/ChaudiereAppalaches/Espaceconferences/DoubleNickel.pdf>

PHYTOTOXICITÉ (Cu, S, huile):

<https://doubleavineyards.com/news/2012/10/19/sulfur-injury-on-grapevines/>

<https://doubleavineyards.com/plant-diagnostic/problems/fungicide-injury-copper/>

<https://pnwhandbooks.org/plantdisease/pesticide-articles/horticultural-spray-oils>

FRACTURE:

<https://www.fmccrop.com/grower/Products/Fungicides/Fracture.aspx>

# RÉFÉRENCES

CHITOSAN: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2018.02745/full>

BOTECTOR:

<https://www.mon-viti.com/articles/viticulture/les-nouveautes-phyto-et-biocontrole-vigne-pour-2020>

<https://bio-ferm.com/en/products/botector/>

[https://cdn.nufarm.com/wp-content/uploads/sites/16/2020/01/24155401/67372 NFC 2020 Hort Botector Soilsheet Fre a1.pdf](https://cdn.nufarm.com/wp-content/uploads/sites/16/2020/01/24155401/67372_NFC_2020_Hort_Botector_Soilsheet_Fre_a1.pdf)

<https://bio-ferm.com/en/products/mode-of-action/>

Actinovate: <https://mycorrhizae.com/actinovate-biological-fungicides-a-powerful-and-versatile-tool/>

<http://biotech-ecolo.net/>