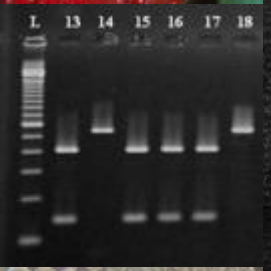


Biocontrôle des maladies racinaires dans la laitue

Hervé Van der Heyden

Phytopathologiste

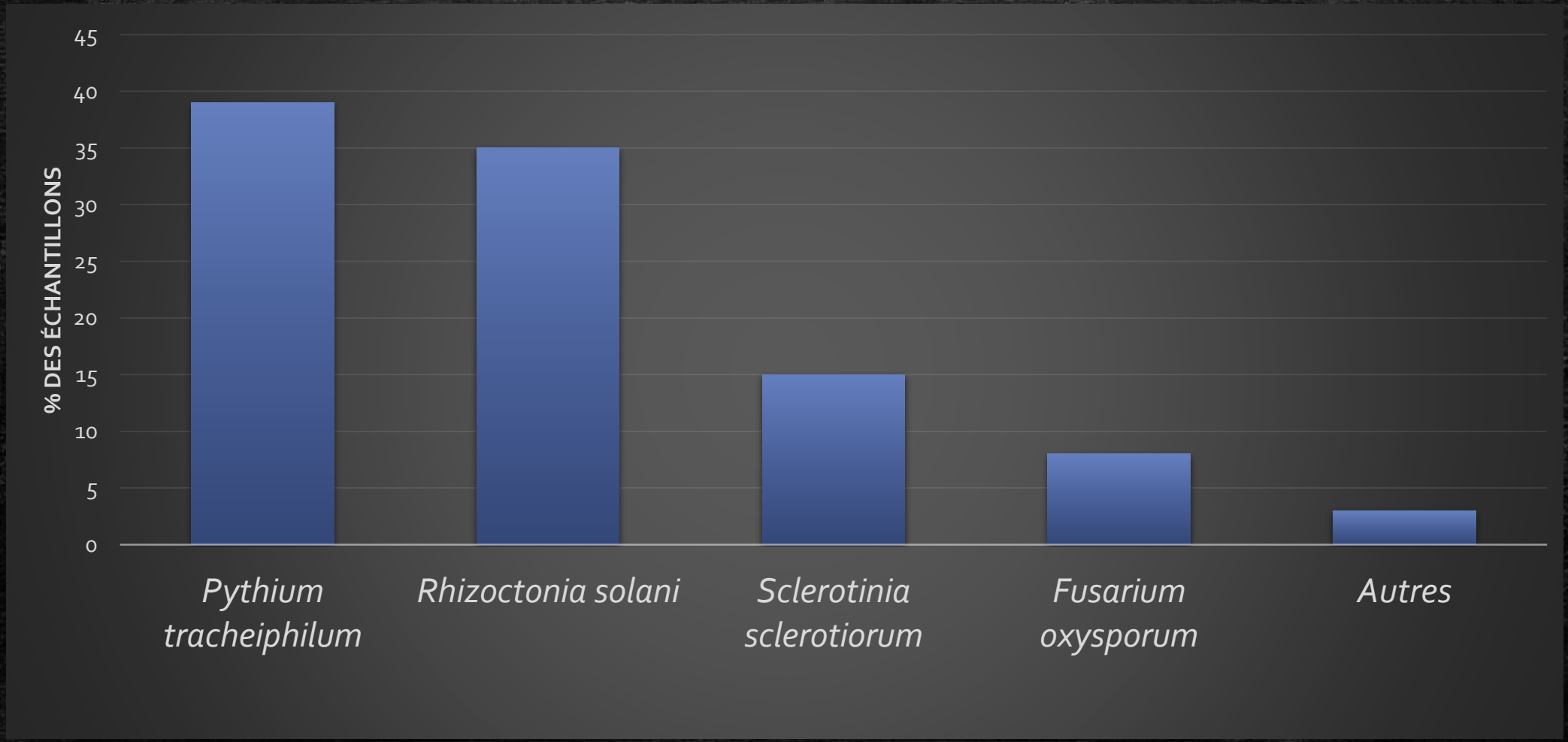
PHYTODATA Inc.

Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture 2011 2021

Fonds vert

Québec

Les maladies racinaires (2015-2017)



Biocontrôle

- L’utilisation d’un ou plusieurs microorganisme(s) pour réduire l’impact des agents pathogènes sur les cultures;
- Inclut la gestion des microorganismes résidents ET l’introduction de microorganismes spécifiques;
- Les organismes utilisés pour le biocontrôle des maladies utilisent des mécanismes variés et sont généralement difficiles à classer;

Biocontrôle

- Des organismes appartenant à plusieurs groupes taxonomiques peuvent être des agents de biocontrôle;
- Les plus connus:
  - *Bacillus* spp.
  - *Trichoderma* spp.
  - *Gliocladium* spp.
  - *Pseudomonas* spp.
- D'autres groupes taxonomiques peuvent aussi contenir des agents de biocontrôle;
  - *Pythium oligandrum*
  - *Fusarium oxysporum (forme avirulente)*

Approches de Biocontrôle

- Gestion des populations de microorganismes résidents
  - Composition des populations confère au sol un caractère suppressif;
  - Peut-être associé à une hyperspécialisation des microorganismes en culture intensive (la plante sélectionne les microorganismes bénéfiques?);
  - Peut-être associée à incorporation d'engrais verts;
  - Effet réduit ou éliminé par la fumigation;

- Introduction de microorganismes spécifiques (produits)
  - « Plus simple » parce qu'existent sous forme de produits;
  - Antibiose, mycoparasitisme, compétition;

Bacillus spp.

- Bactéries découvertes en 1835;
- Parmi les premiers agents de lutte biologiques et les plus exploitées commercialement;
- *Bacillus subtillis et B. amyloliquefasciens*;
- *B. firmus (*nématicide*) et B. pumilus*;
- Compétition (exsudats racinaires);
- Antibiose directe
- Induction des mécanismes de défenses;

Bacillus spp.

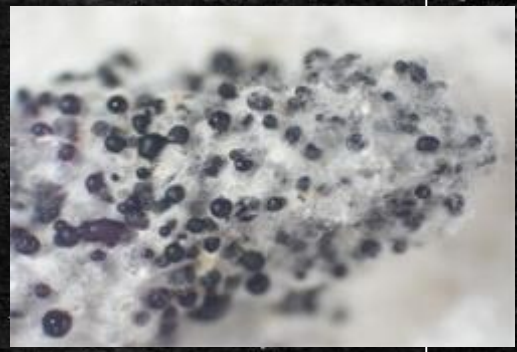
Avantages	Limites
▪ Longue durée de conservation; ▪ Efficacité élevée sur les semences en germination;	▪ Doit coloniser le système racinaire; ▪ Effets limités lorsque inoculum du pathogène est élevé; ▪ Effets limités contre les agents pathogènes agressifs; ▪ Efficacité peut-être dépendant de la plante hôte et même du cultivar;

Coniothyrium minitans

- Champignon;
- Efficace contre *Sclerotinia* spp.
- Efficace entre 5 et 25C;
- Parasitisme;
  - Pénètre et colonise les zones intra- et intercellulaire;
  - Réduit graduellement la taille des sclérotes et affecte le « fitness »

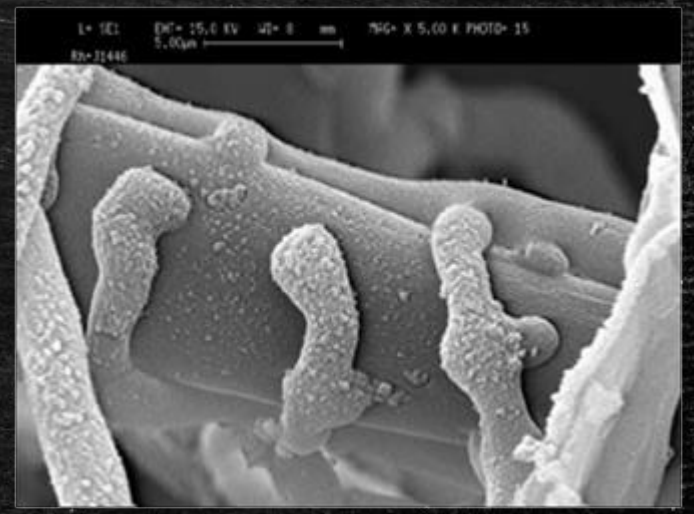
Coniothyrium minitans

Avantages	**Limites**
▪ Spécifiques aux *Sclerotinia*; ▪ Peu ou pas interférence avec la microflore;	▪ Coût; ▪ Le temps nécessaire pour réduire l'inoculum;



Gliocladium catenulatum

- Saprophyte présent naturellement dans l'environnement;
- Endophyte;
- Compétition pour les substrats;
- Compétition pour l'environnement;
- Mycoparasitisme;
- Application sur les plants jeunes;

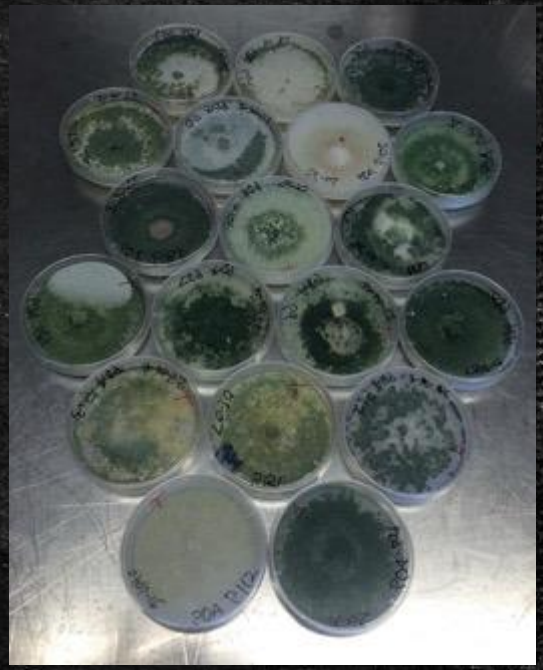


Gliocladium catenulatum

Avantages	Limites
▪ Efficace contre Pythium, Rhizoctonie, Verticilium, Fusarium; ▪ N'affecte pas la microflore naturelle; ▪ Compatible avec les autres approches de bio-contrôle;	▪ Variabilité dans l'efficacité entre les souches d'une même espèce; ▪ Variabilité dans la viabilité des spores; ▪ Nécessité d'augmenter la concentration d'inoculum lorsque la pression est élevée;

Trichoderma spp.

- Champignon présent naturellement dans l'environnement;
- Hyper-parasitisme;
- Production d'enzymes lytiques;
- Production de métabolites secondaires;
- Application sur les plants jeunes;



Trichoderma spp.

Avantages	Limites
▪ Efficace contre Pythium, Rhizoctonie, Verticilium, Fusarium; ▪ N'affecte pas la microflore naturelle; ▪ Compatible avec les autres approches de bio-contrôle;	▪ Variabilité dans l'efficacité entre les souches d'une même espèce; ▪ Variabilité dans la viabilité des spores; ▪ Nécessité d'augmenter la concentration d'inoculum lorsque la pression est élevée;

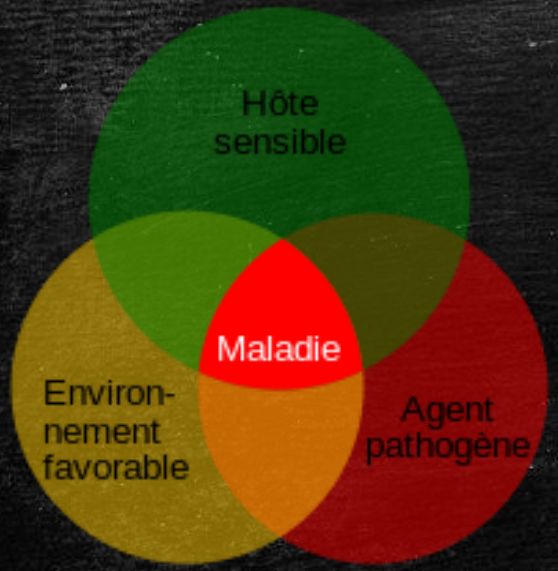
Autres

- *Streptomyces* spp. (mycoparasite et production de métabolites antifongiques);
- *Pythium oligandrum* (mycoparasite, production d'oligandrine);
- *Streptomyces* spp. (Mycoparasite, métabolites antifongiques);
- *Pseudomonas* spp.

Facteurs favorisant leur efficacité

- Utiliser en combinaison avec d'autres pratiques de LI;
- Vérifier l'efficacité et la viabilité des souches utilisées;
- Vérifier les interaction avec les cultivars;
- Donner assez de temps pour que le produit soit efficace;
- Utiliser dans les bonnes conditions;
- Développer des stratégies à long terme;
- **Ne pas appliquer lorsque l'inoculum est élevé;**

Rappel


Hôte sensible
Maladie
Environ-nement favorable
Agent pathogène

Hôte sensible
Environ-nement favorable
Agent pathogène

Hôte sensible
Environ-nement favorable
Agent pathogène

Hypothèse

Échantillonnage des sols et quantification par qPCR

En dessous du seuil de nuisibilité
Biocontrole

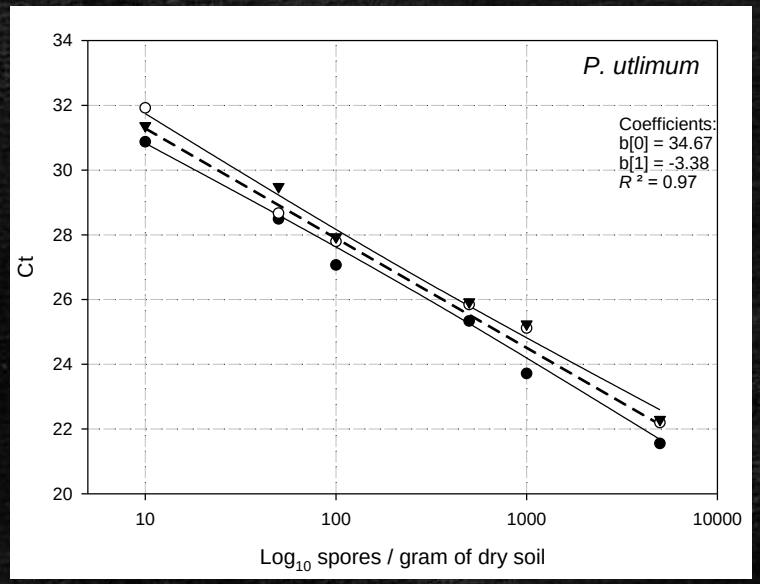
Au dessus du seuil de nuisibilité

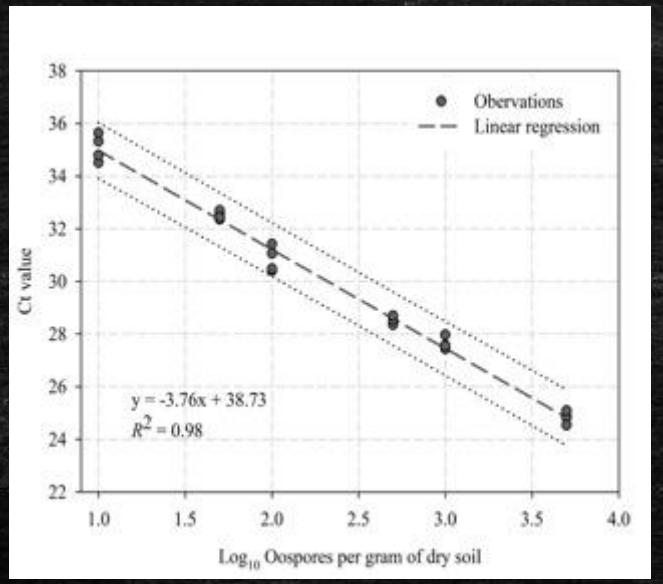
Environnement défavorable
Fongicide

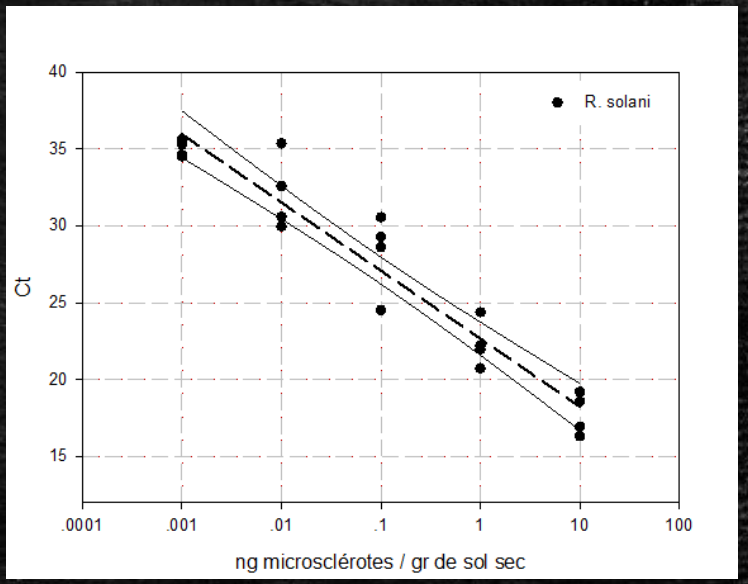
Environnement favorable
Biocontrole

Ne pas appliquer lorsque l'inoculum est élevé

- Développement d'outils moléculaires quantitatifs (qPCR en temps réel);

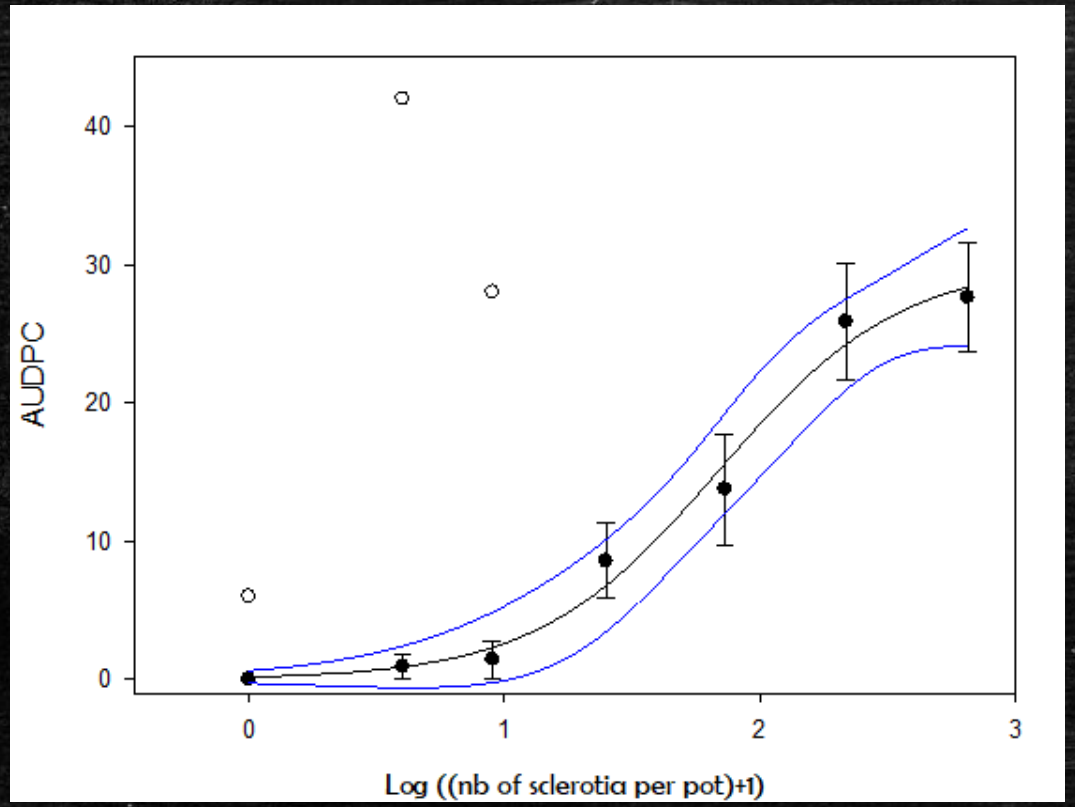


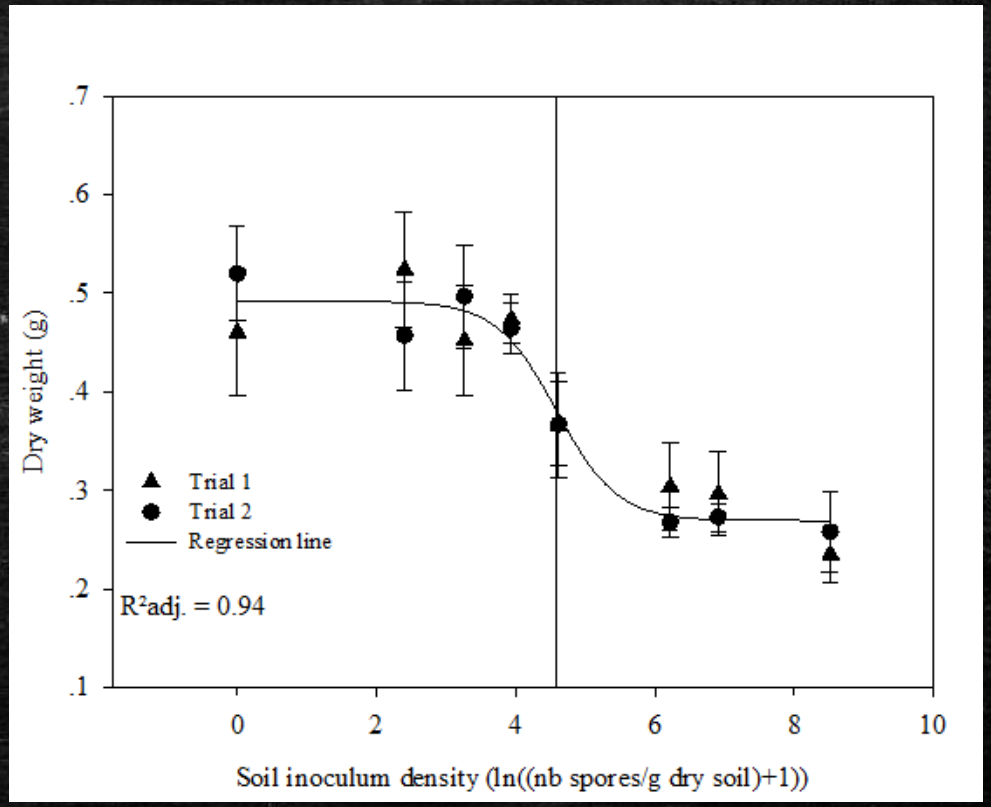




Ne pas appliquer lorsque l'inoculum est élevé

- Connaître les seuils de nuisibilité;





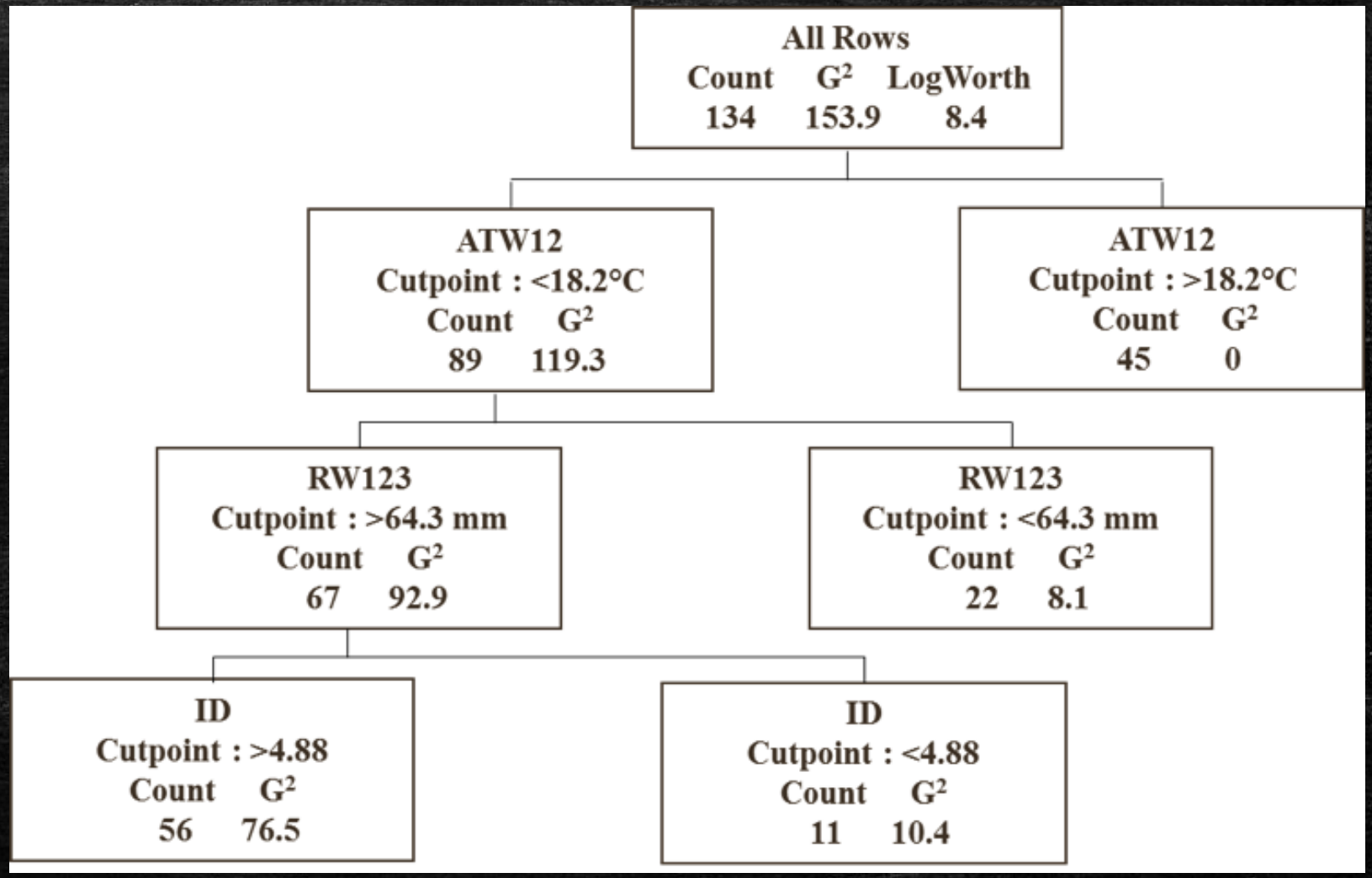
Conditions d'infection

	Pythium 2016-17		
Parameters	Correlation coefficient[a]	P-value	n
ID[b]	0.44	<.0001	134
ATW12	-0.51	<.0001	134
RW123	0.36	<.0001	134

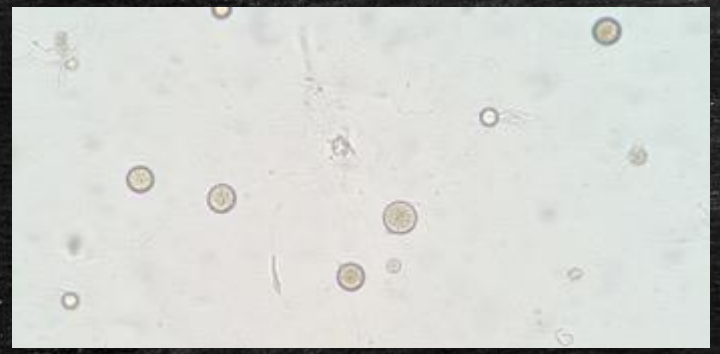
	Rhizoctonie 2017-2018		
Parameters	Correlation coefficient[a]	P-value	n
ID	0.45	0.0002	162
HR85	0.43	0.0003	162
AT25-30	0.38	0.0017	162

Conditions d'infection

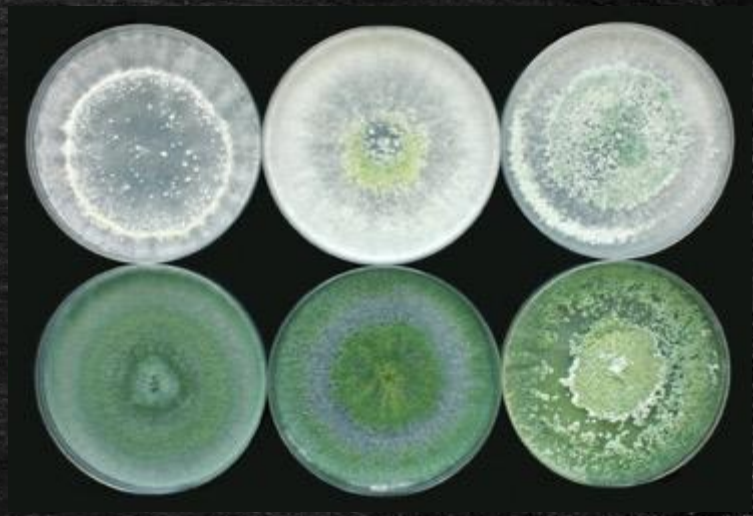
Arbre décisionnel



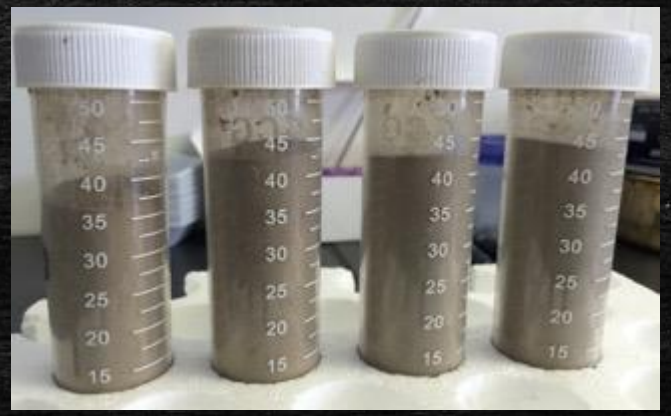
Bio-contrôle



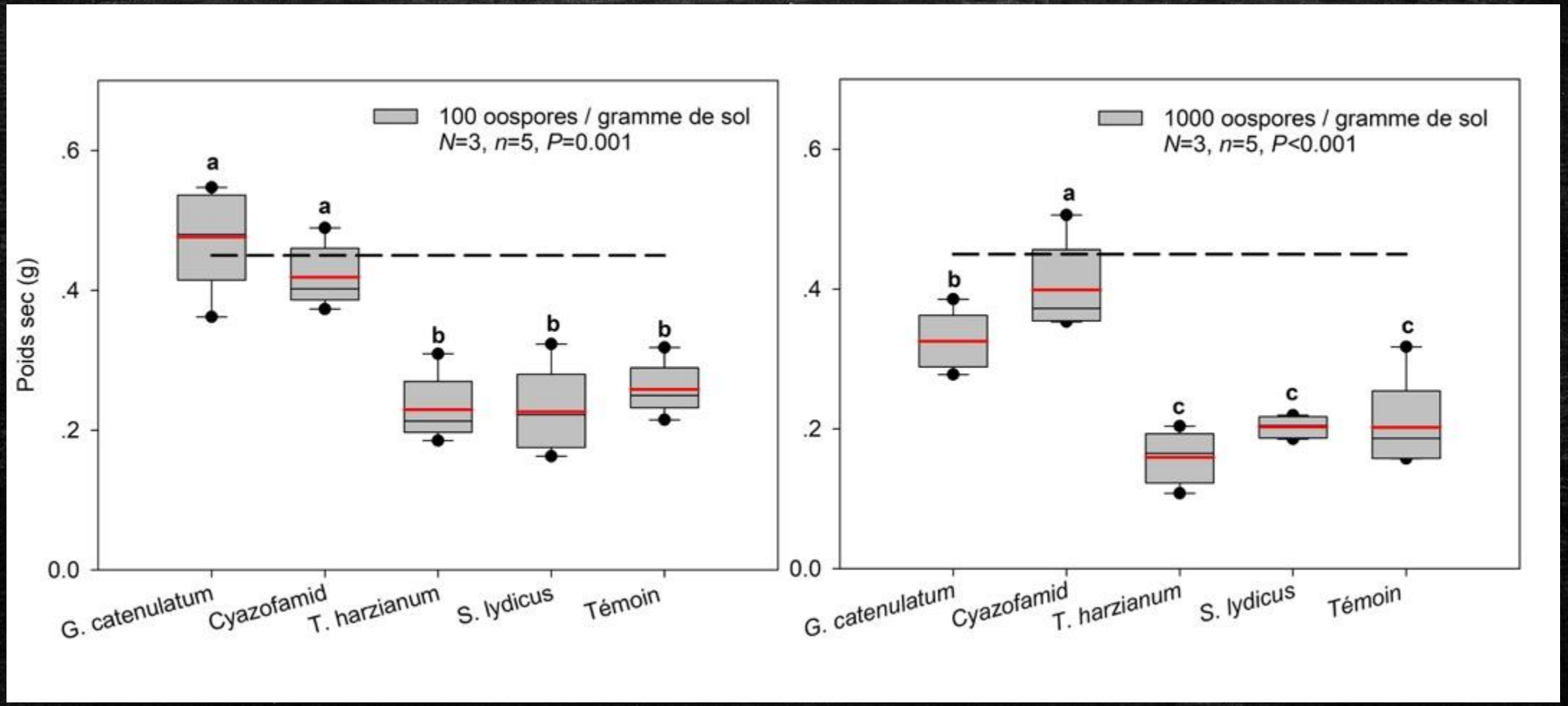
1000 100 0



Inoculation



Bio-contrôle

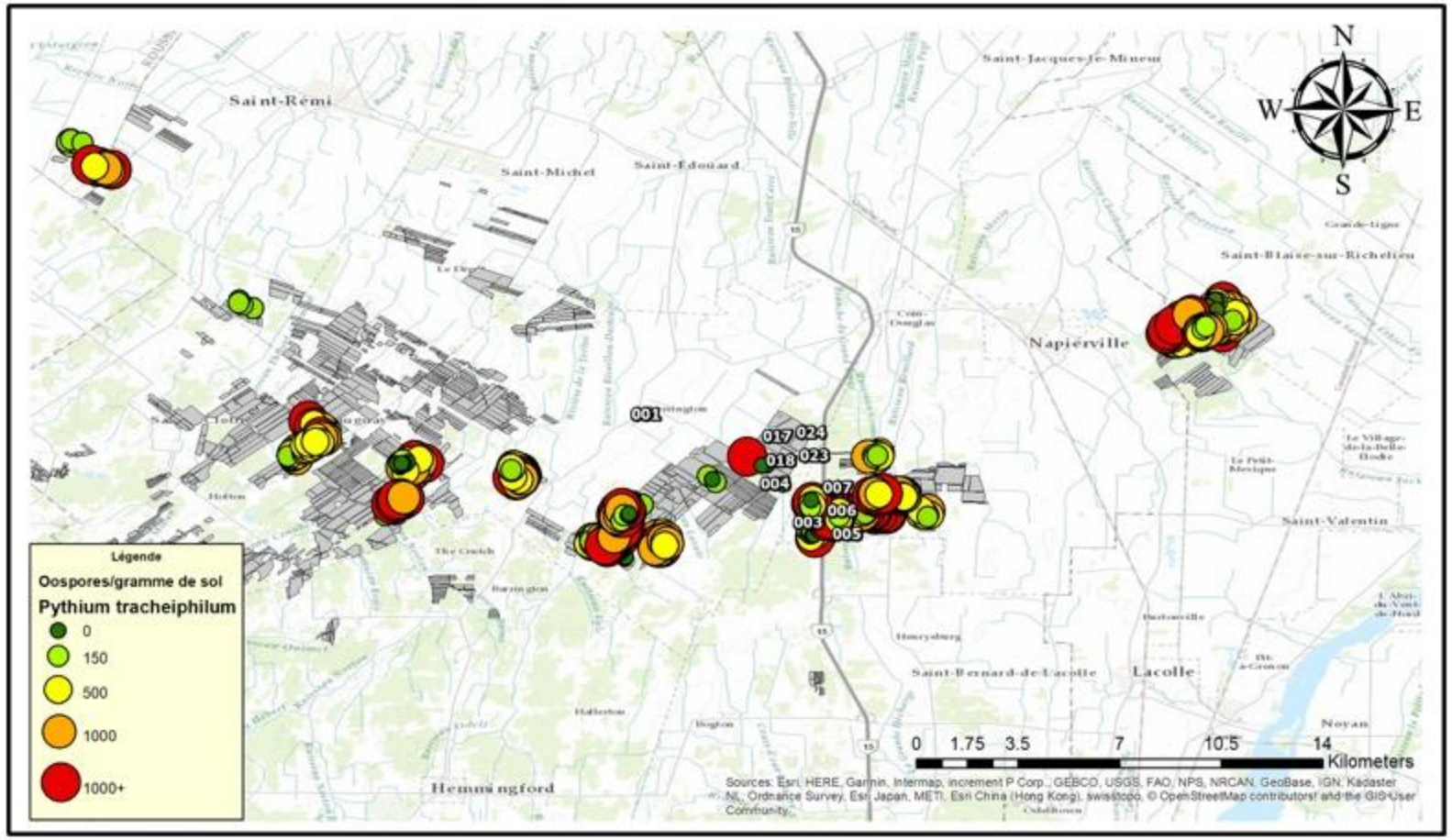


Bio-contrôle

Répéter l'essai au champ

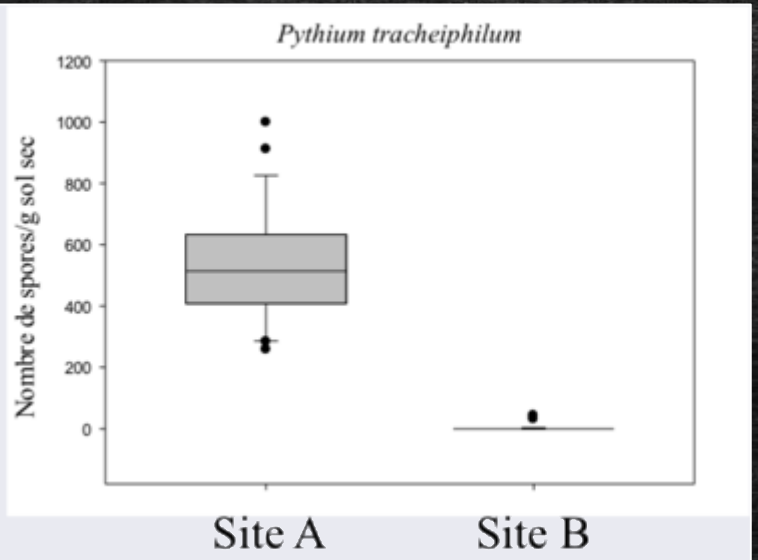
- 7 traitements
- 2 sites réalisés en parcelles (2017)
- 9 sites réalisés en parcelles (2018)
- 8 sites d'essais prévus à l'échelle du champ (2019)
- Maladies évaluées:
  - *R. solani*
  - *P. tracheiphilum*
  - *S. sclerotiorum*
  - Pourritures bactériennes

Sélection des sites

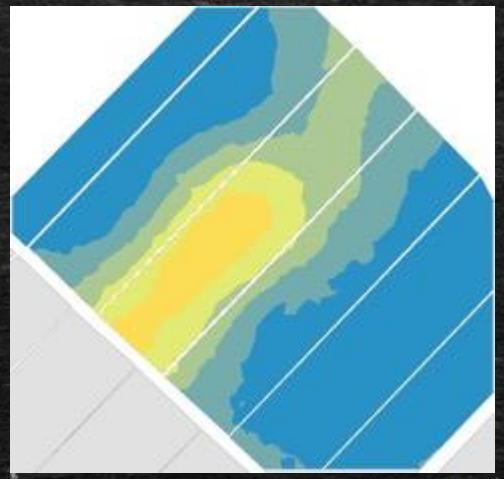


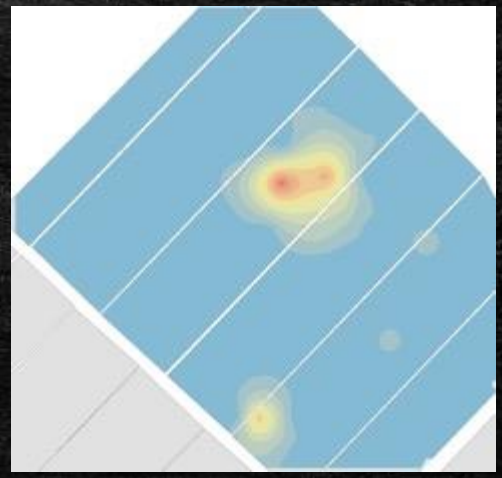
Traitements comparés

107 - T1	207 - T6	307 - T3	407 - T7
106 - T2	206 - T5	306 - T7	406 - T4
105 - T4	205 - T2	305 - T2	405 - T1
104 - T5	204 - T3	304 - T6	404 - T5
103 - T7	203 - T1	303 - T4	403 - T6
102 - T3	202 - T7	302 - T1	402 - T2
101 - T6	201 - T4	301 - T5	401 - T3
4 rangs			



Traitements	
T1	Rootshield WP (*Trichoderma harzianum*)
T2	Rootshield Plus (*T. harzianum et T. virens*)
T3	Actinovate (*Streptomyces lydicus*)
T4	Prestop (*Gliocladium catenulatum*)
T5	Double Nickel (*Bacillus amyloliquefacians*)
T6	Témoin non traité (H2O)
T7	Témoin producteur (Torrent)





Sites

Sites	Date plantation	Derniere évaluation	Moy. Temp. implantation	Températures moy.	Précipitation	*P. tracheiphilum*	*R. solani*
1	15-Jun-18	26-07-2018	19	22.1	48.5	4	5
2	30-Jul-18	06-09-2018	23.1	22.2	88.8	570	10
3	03-Jul-18	06-08-2018	23.3	23.1	17	355	.
4	10-Aug-18	18-09-2018	20.9	20.6	7.4	.	.
5	09-Jul	09-08-2018	21.9	22.6	72.8	42	142702
6	30-Jul-18	30-08-2018	23	22.1	88.8	1882	136
7	23-Jul-18	30-08-2018	23.3	22.4	144.3	1601	1472
8	27-Jun-18	02-08-2018	24.3	23.2	38.2	504	28
9	03-Aug-18	13-09-2018	23	21	84	872	839

Résultats préliminaires
Pythium

- Conditions météo très défavorables pour le développement de maladie;
- Malgré des concentrations d'inoculum variées peu de maladies en général;
- Aucune différence significative pour les sites avec peu d'inoculum (près du seuil de nuisibilité);
- Pour les sites avec une pression plus forte (P= 0.011):
  - Torrent, Actinovate et Double Nickel;
  - Prestop et Root-Shield Plus;
  - Root-Shield;

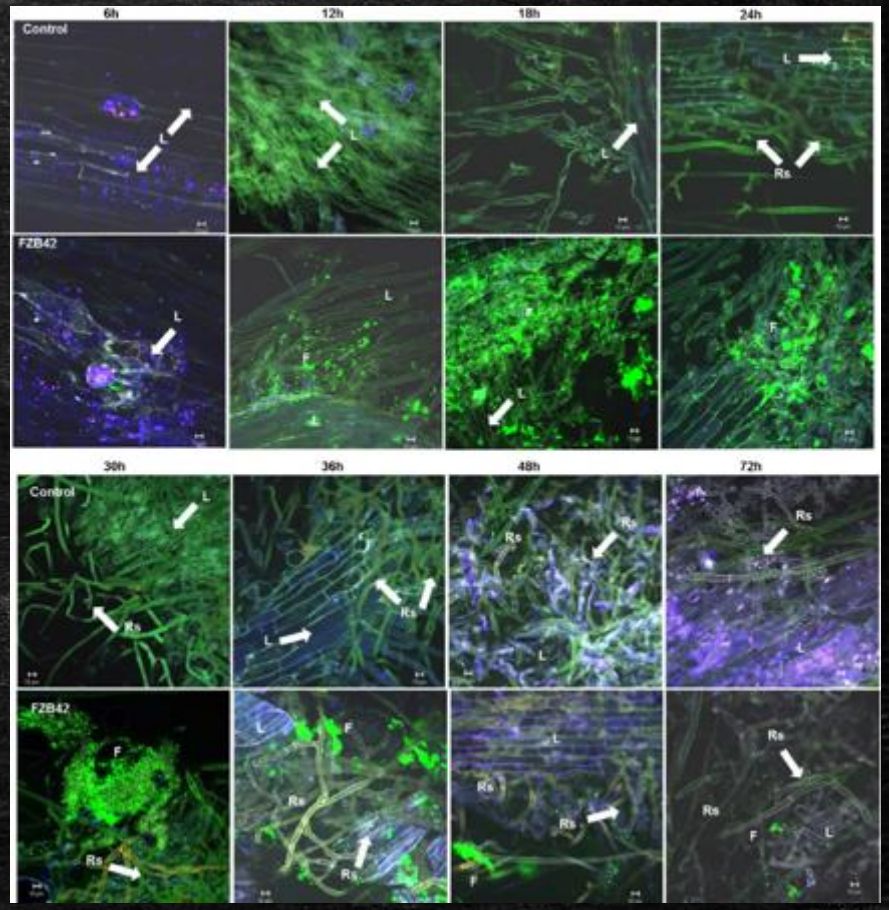
Résultats préliminaires
R. solani

- Conditions météo très défavorables pour le développement de maladie;
- Niveau de maladies variables (faibles à modérées);
- Inoculum mesuré à posteriori;
- Aucune différence significative pour les sites avec peu d'inoculum (près du seuil de nuisibilité);
- Pour les sites avec une pression plus forte (P= 0.0001):
  - Root-Shield;
  - Prestop, Actinovate, Torrent, Root-Shield Plus;
  - Double Nickel;

Ephytia.inra.fr

Changements pour 2019

- Vérifier la colonisation des agents de biocontrôle;
- Traiter les terreaux avant le semis;
- Essayer des combinaisons;
- Espérer un peu plus de pression….

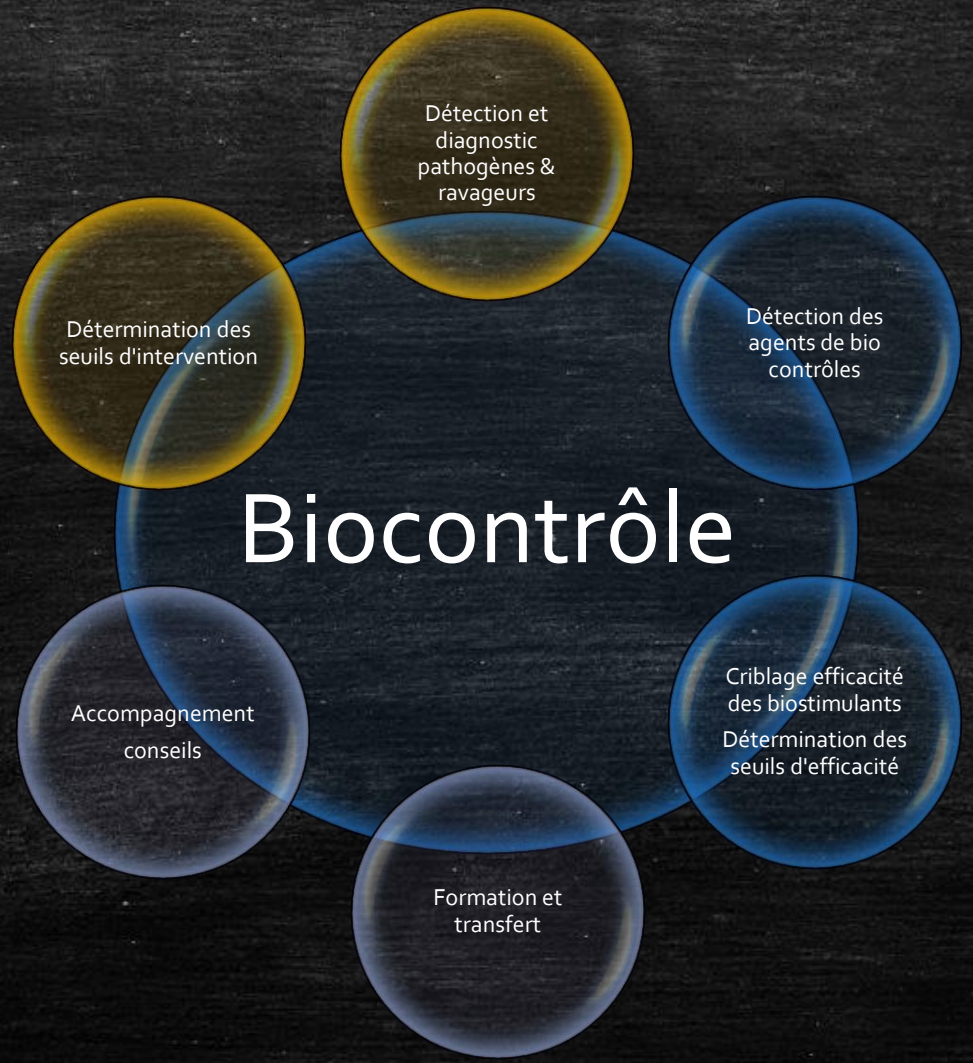


Chowdhury et al 2015

Remerciements

- Thérèse Wallon
- Andréanne Sauvageau
- Tous les conseillers de PRISME
- Les outils moléculaires ont été développés en partie dans le cadre du programme Prime-Vert-3.2 (2013-2018) et a reçu une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ) à travers le Fonds vert.
- Le projet consistant à développer une stratégie de biocontrôle a été réalisé en vertu du sous-volet 4 du programme Prime-vert 2013-2018 et il a bénéficié d'une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ) par l'entremise de la Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture 2011-2021.

Programme de recherche visant à promouvoir l'utilisation des agents de lutte biologique



PHYTODATA Inc.

Biopterre

Vegenov BBV

BioWorks

PLANTPRODUCTS