



Agents microbiens de biocontrôle contre les maladies des plantes

Marc Bardin

► To cite this version:

Marc Bardin. Agents microbiens de biocontrôle contre les maladies des plantes. Santé des Plantes : connaître pour protéger, Académie d'Agriculture de France, Nov 2021, Toulouse, France. hal-03572737

HAL Id: hal-03572737

<https://hal.inrae.fr/hal-03572737>

Submitted on 14 Feb 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

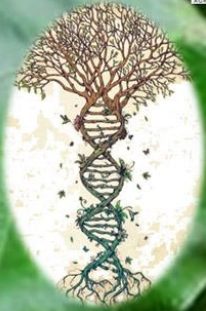
L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Colloque
«Santé des plantes :
connaître pour protéger»

25 et 26 novembre 2021



Agents microbiens de biocontrôle contre les maladies des plantes

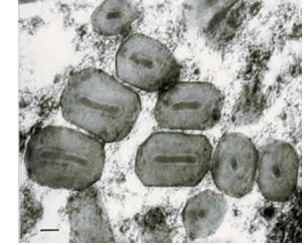
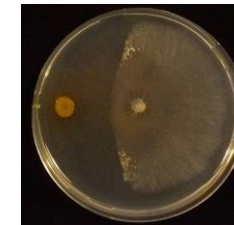
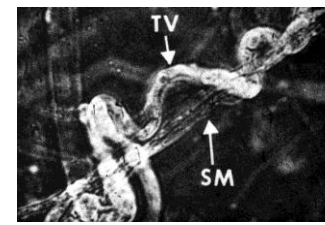
Marc Bardin

UR Pathologie Végétale - Avignon



Toulouse, 26 novembre 2021

Agents microbiens de biocontrôle

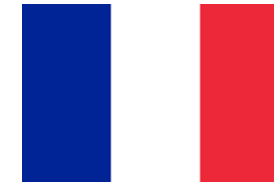


- **Produits phytopharmaceutiques**



Approbation de la substance active

Loi d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt
n°2014-1170, 2014 - Art 253-6



Autorisation de Mise sur le Marché
spécialité commerciale

- Levier essentiel pour **diminuer la dépendance aux pesticides** chimiques contre les maladies des plantes



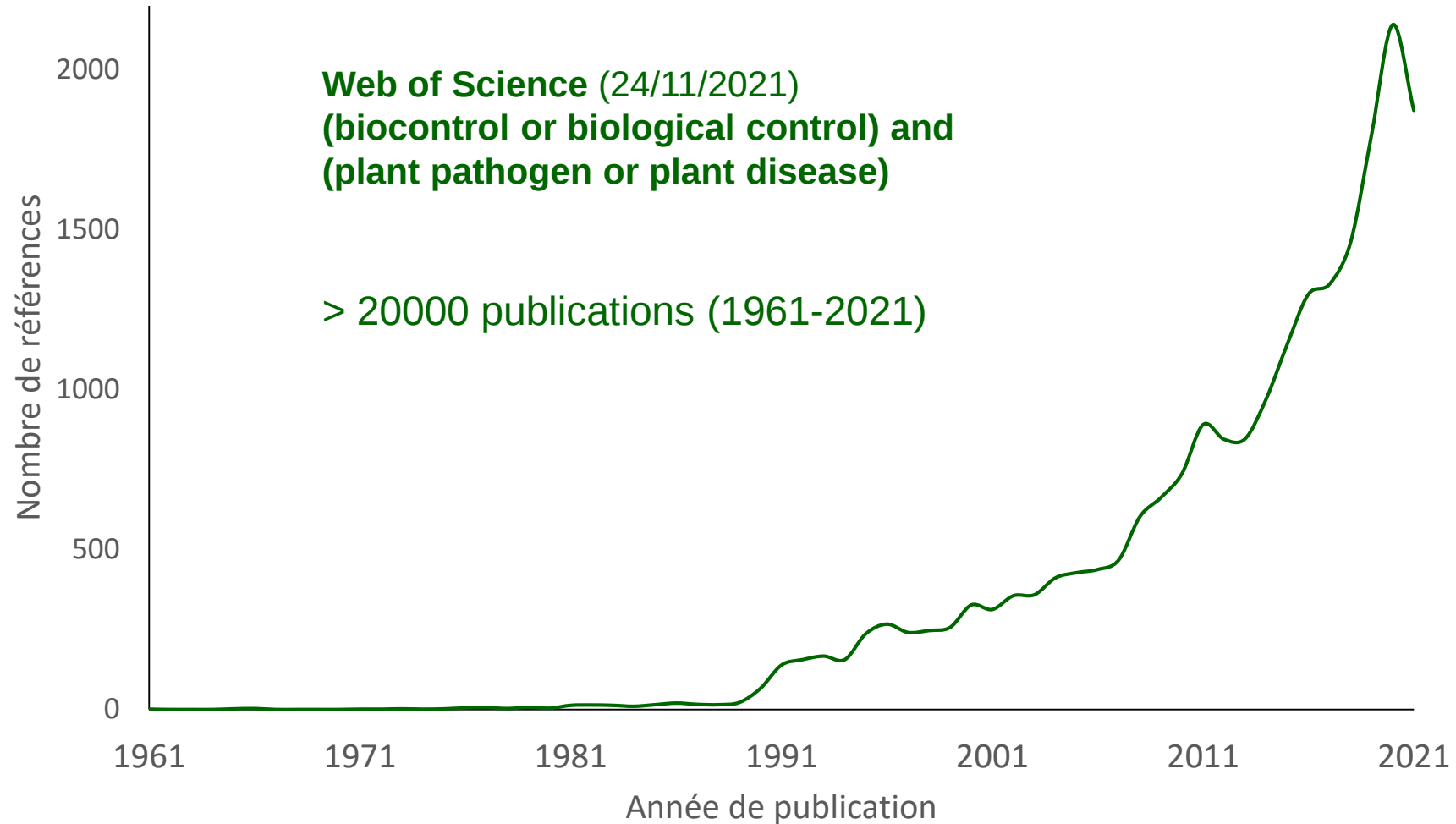
Pesticide package, 2009



Plan national d'action

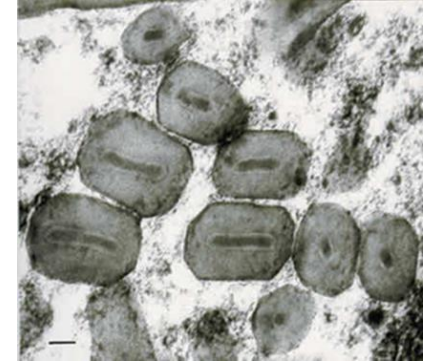
Domaine de recherche dynamique

Accélération des efforts de recherche



→ identification de nombreux microorganismes avec potentiel de biocontrôle

Agents microbiens commercialisés contre les maladies des plantes



Monde

- **91 microorganismes commercialisés/utilisés**
49 champignons/levures/oomycètes + 37 bactéries/actinomycètes + 5 virus/phages

van Lenteren et al, 2018. *BioControl*

BioControl
DOI 10.1007/s10526-017-9801-4



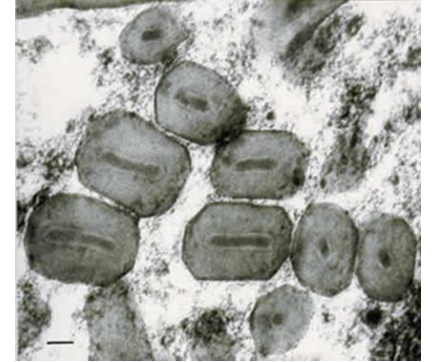
**Biological control using invertebrates and microorganisms:
plenty of new opportunities**

Joop C. van Lenteren · Karel Bolckmans · Jürgen Köhl ·
Willem J. Ravensberg · Alberto Urbaneja

- **120 microorganismes commercialisés/utilisés**
(Europe, USA, Chine, Russie, Océanie, Japon)

Thomas Pressecq, 2021 (thèse en cours)

Agents microbiens commercialisés contre les maladies des plantes



Europe

‘EU Pesticide Database’ (15/11/2021)

(<http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/>)



44 microorganismes approuvés contre les maladies des plantes

+ 14 souches microbiennes “en attente”

Agents microbiens commercialisés contre les maladies des plantes

France



<https://ephy.anses.fr/> (15/11/2021)

31 microorganismes
17 champignons, 1 oomycète, 10 bactéries, 3 virus

Liste des produits phytopharmaceutiques de biocontrôle

  MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION		Information
Direction générale de l'alimentation Sous-direction de la santé et de la protection des végétaux Bureau des intrants et du biocontrôle 251 rue de Vaugirard 75 732 PARIS CEDEX 15 0149554955		Note de service DGAL/SDSPV/2021-852 15/11/2021

Date de mise en application : Immédiate

Diffusion : Tout public

Cette instruction abroge :

DGAL/SDSPV/2021-756 du 14/10/2021 : Liste des produits phytopharmaceutiques de biocontrôle, au titre des articles L.253-5 et L.253-7 du code rural et de la pêche maritime.

Cette instruction ne modifie aucune instruction.

Nombre d'annexes : 1

Objet : Liste des produits phytopharmaceutiques de biocontrôle, au titre des articles L.253-5 et L.253-7 du code rural et de la pêche maritime.

Les besoins sont-ils satisfaits ?

France

<https://ephy.anses.fr/>, 15/11/2021

	Culture	Agents de biocontrôle microbiens
	Tomate	22
	Laitue	15
	Vigne	14
	Pomme de terre	5
	Céréales à paille	1

Disparités entre cultures

Les besoins sont-ils satisfaits ?

France

<https://ephy.anses.fr/>, 15/11/2021

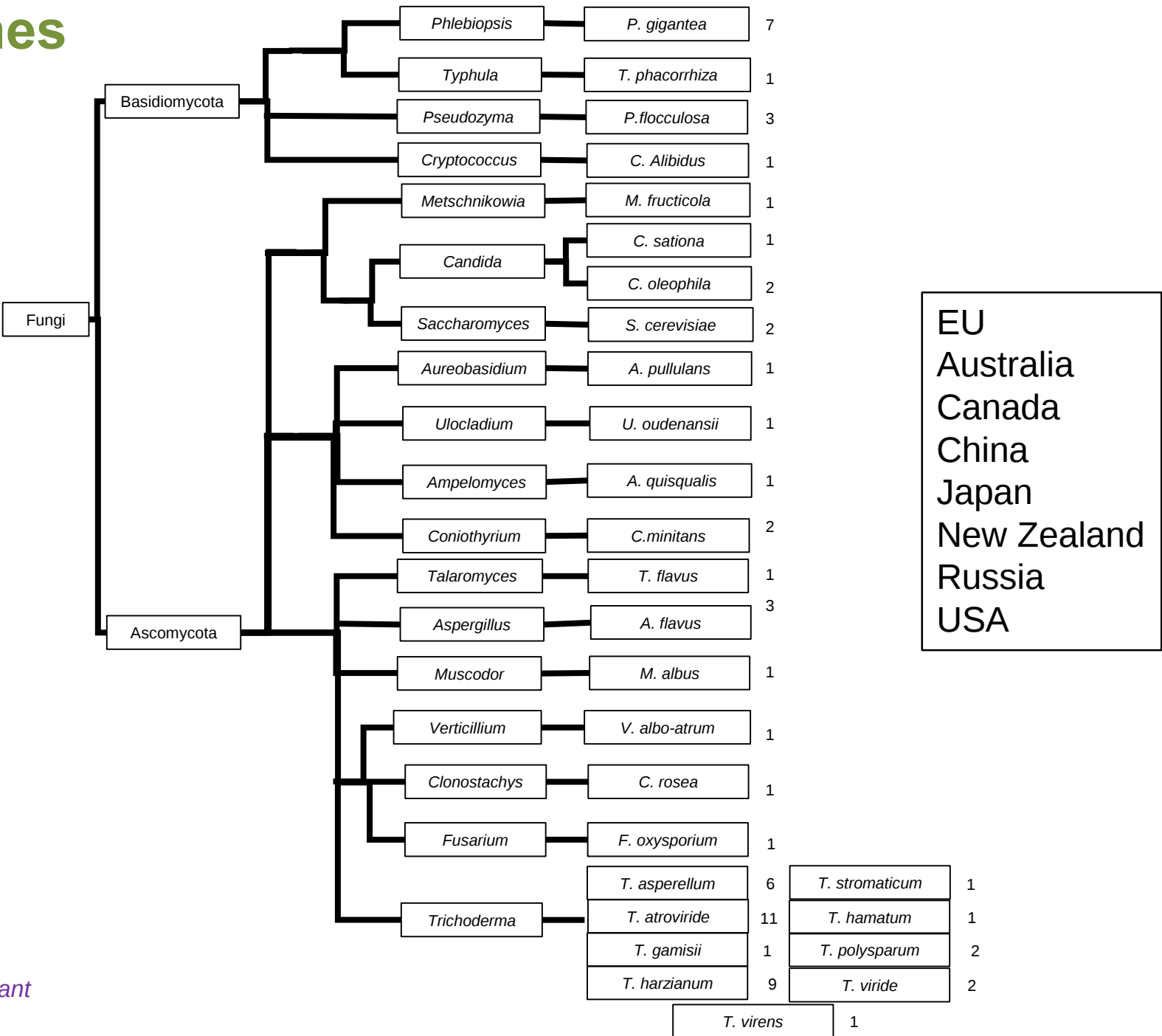
	Culture	Agents de biocontrôle microbiens	Usages (culture x type traitement x cible)	
	Tomate	22	12	155 produits 24 usages 'maladies'
	Laitue	15	10	
	Vigne	14	8	260 produits 15 usages 'maladies'
	Pomme de terre	5	4	
	Céréales à paille	1	1	156 produits 11 usages 'maladies'

Disparités entre cultures

Cibles non couvertes

Peu d'espèces microbiennes représentées

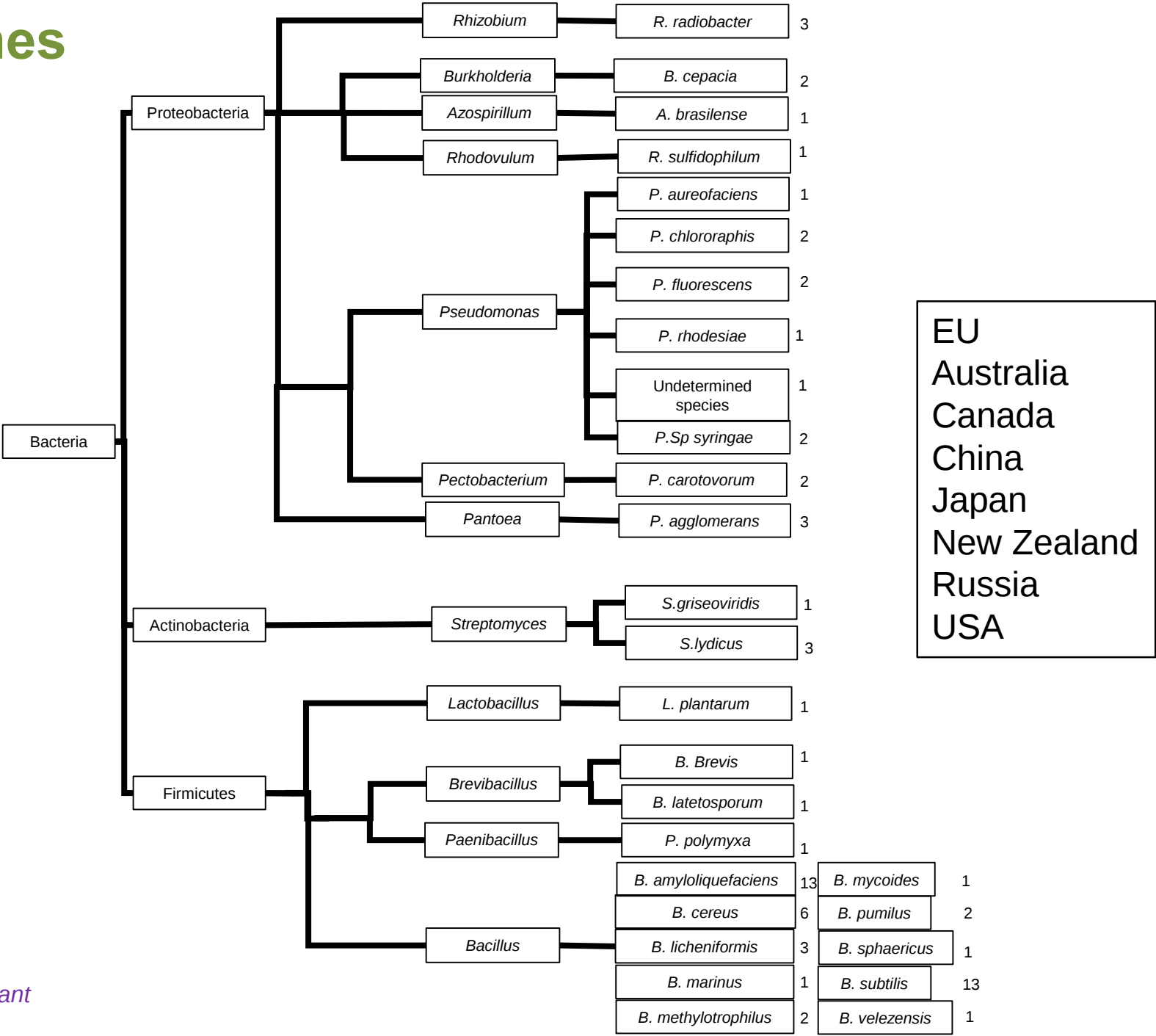
Champignons



Nicot, Pressecq, Bardin. Advances in bioprotectants for plant disease control in horticulture. Sous presse

Peu d'espèces microbiennes représentées

Bactéries



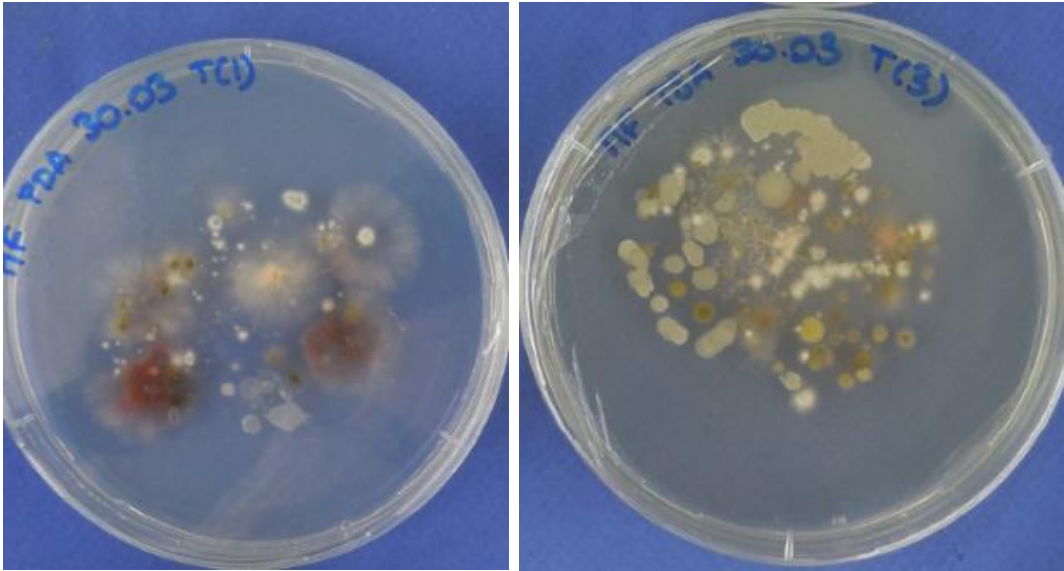
Nicot, Pressecq, Bardin. Advances in bioprotectants for plant disease control in horticulture. Sous presse

Evolution du nombre d'agents de biocontrôle microbien

Augmenter le nombre de produits disponibles

- Elargissement de l'approvisionnement en nouvelles souches microbiennes

Bénéficier de la recherche sur le microbiome (des plantes)

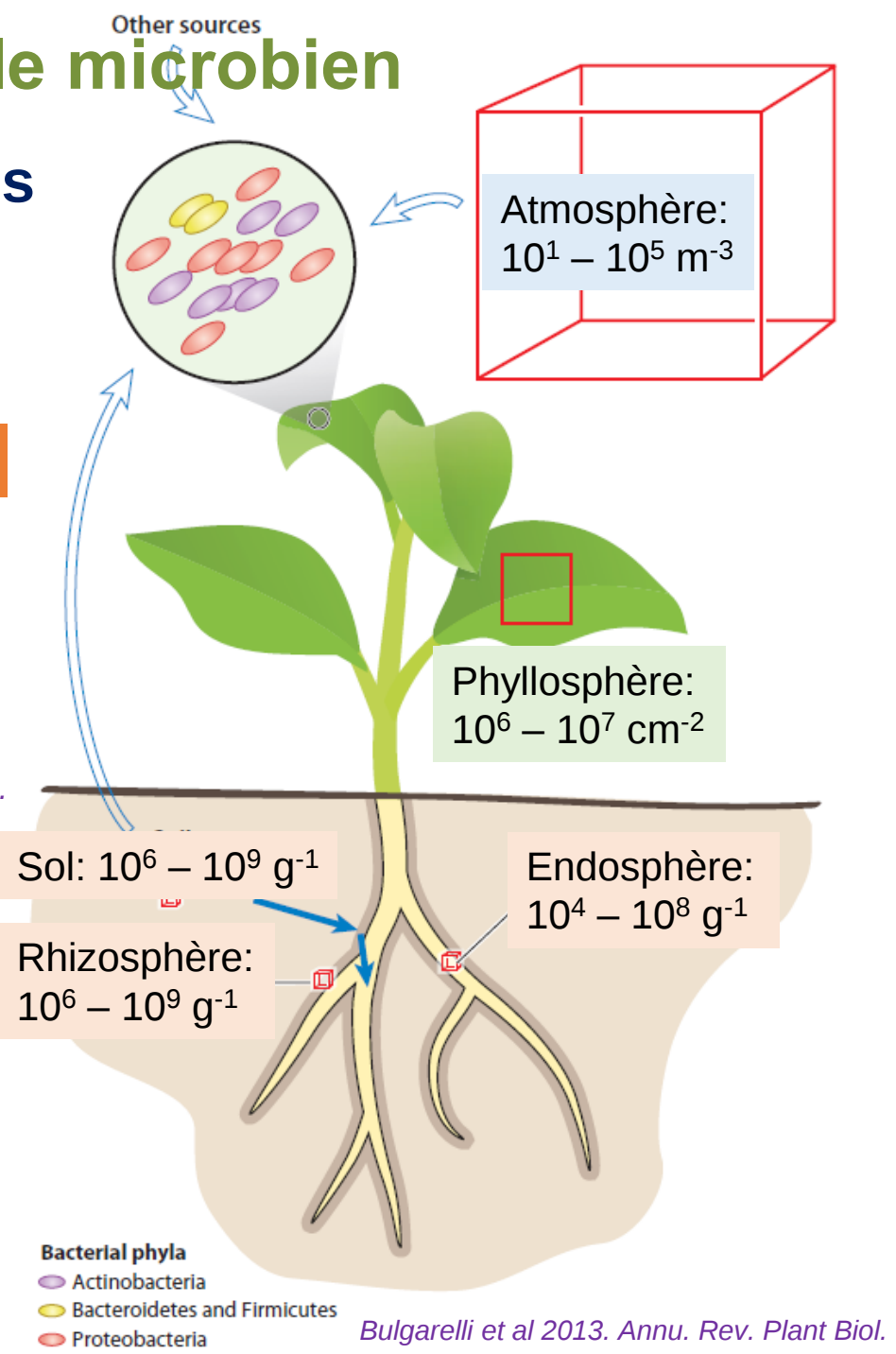


Forges et al, 2018. IOBC Bulletin

# espèces sur terre	Connues	Prédites
Champignons	43271	611 000

Mora et al, 2011. PLoS Biol.

Bactéries
0,8-1,6.10⁶ OTUs
Louca et al, 2019. PLoS Biol.

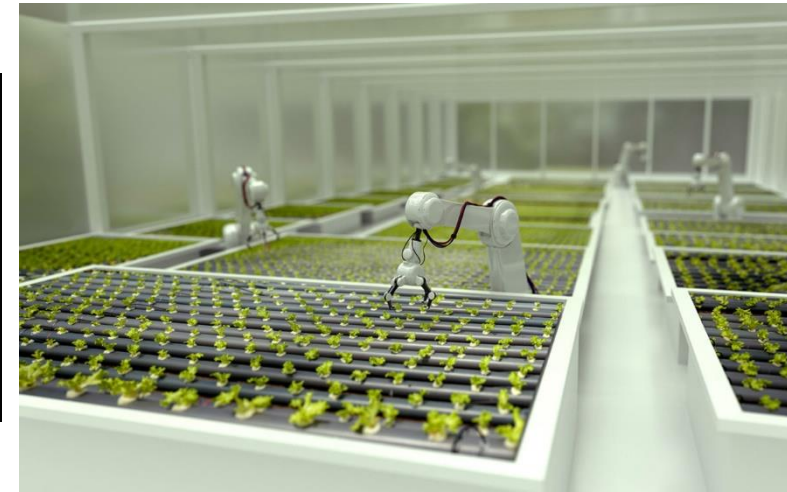
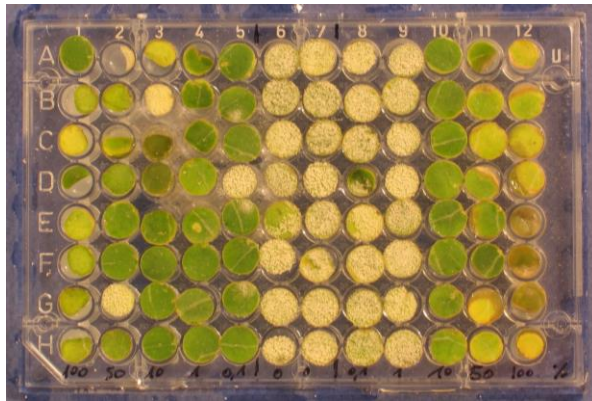
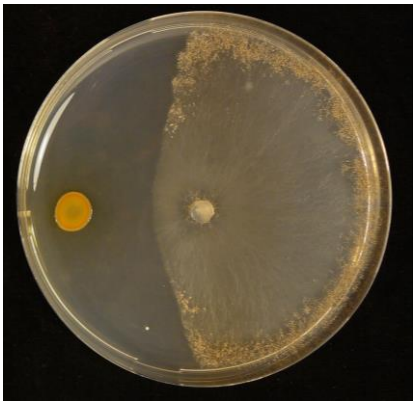


Evolution du nombre d'agents de biocontrôle microbien

Augmenter le nombre de produits disponibles

- Elargissement de l'approvisionnement en nouvelles souches microbiennes
Bénéficier de la recherche sur le microbiome (des plantes)
- Amélioration des méthodes de criblage pour la sélection des candidats

Criblage haut débit sur plantes



- Favoriser l'homologation des produits
Évolution réglementaire en cours des textes européens sur les microorganismes de biocontrôle

Amélioration de l'efficacité sur le terrain du biocontrôle microbien

Efficacité au champ

- Souvent inférieur à l'efficacité en conditions contrôlées
- Souvent variable et peu prévisible

Perception des utilisateurs (enquêtes 2020-21, thèse T. Pressecq)

- Questionnaire en ligne (250 réponses: 80 producteurs, 120 conseillers, 20 compagnies)
 - ✓ Perception d'une faible efficacité (note moyenne de 8/20)
 - ✓ Regret d'une insuffisance d'informations sur presque tous les produits
- Interview d'utilisateurs de biocontrôle (50):
 - ✓ Accès à des références techniques fiables sur l'efficacité du biocontrôle sur le terrain
 - ✓ Conseils pour choisir le bon produit en fonction de la situation (données sur les facteurs d'efficacité)



INRAE
Ecodéveloppement

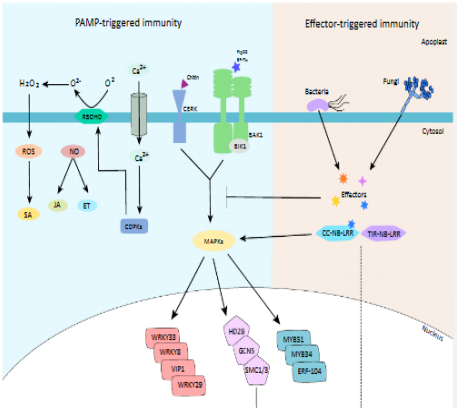


Améliorer les connaissances sur les déterminants de l'efficacité protectrice du biocontrôle microbien

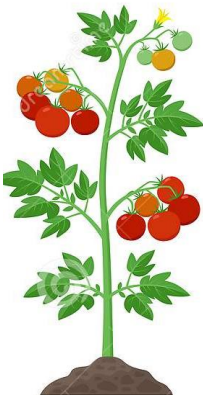
Amélioration de l'efficacité sur le terrain du biocontrôle microbien

Améliorer les connaissances sur les déterminants de l'efficacité protectrice du biocontrôle microbien

- Élucider les mécanismes d'action *(Köhl et al, 2019; Legein et al. 2020 Front. Microbiol.)*



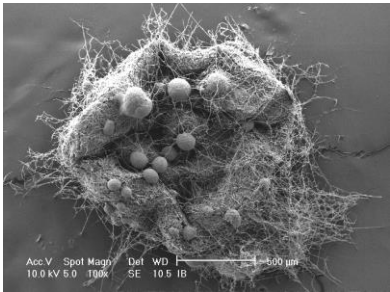
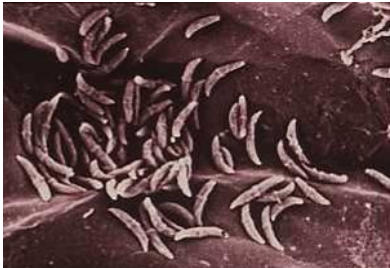
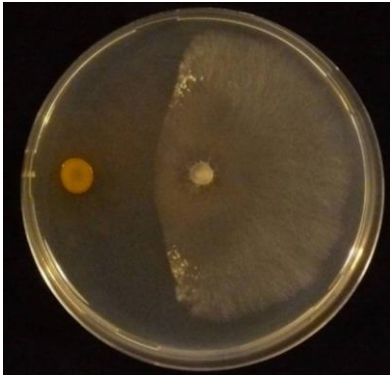
Induction de
Résistance



Antibiose

Hyperparasitisme

Competition



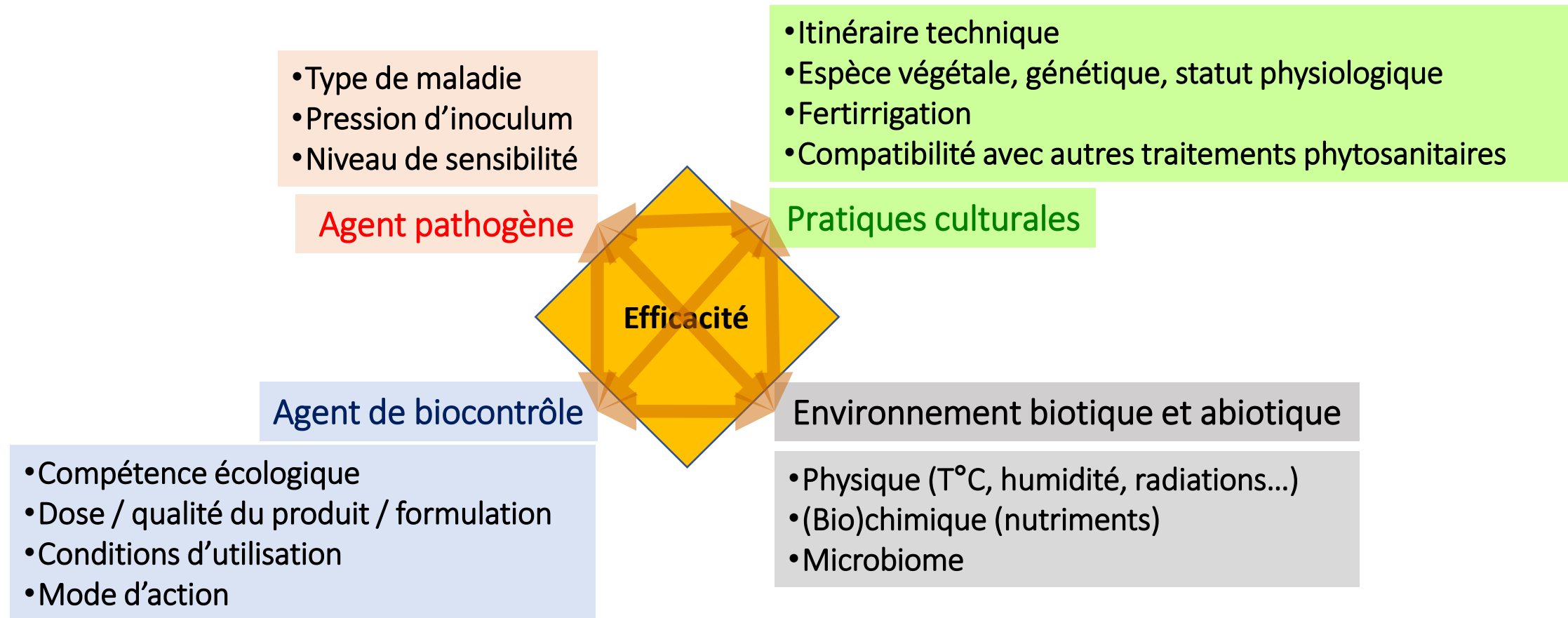
Combinaisons de modes d'action

Amélioration de l'efficacité sur le terrain du biocontrôle microbien

Améliorer les connaissances sur les déterminants de l'efficacité protectrice du biocontrôle microbien

- Identifier les facteurs clés qui affectent l'efficacité protectrice

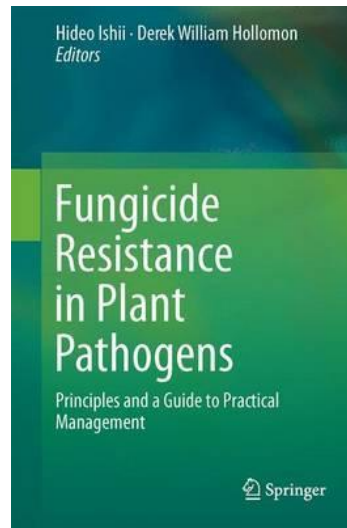
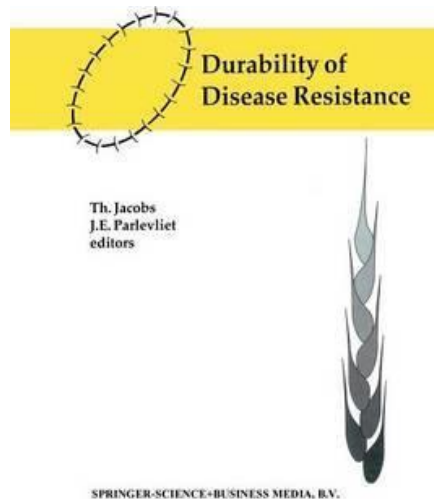
Outil de protection basé sur les **régulations naturelles**: efficacité dépend de variables **biotiques et abiotiques**



Amélioration de l'efficacité sur le terrain du biocontrôle microbien

Améliorer les connaissances sur les déterminants de l'efficacité protectrice du biocontrôle microbien

- Prendre en compte la durabilité de l'efficacité de la protection



REVIEW
published: 27 July 2015
doi: 10.3389/fpls.2015.00566

Is the efficacy of biological control against plant diseases likely to be more durable than that of chemical pesticides?

Marc Bardin^{1*}, Sakhr Ajouz¹, Morgane Comby¹, Miguel Lopez-Ferber², Benoît Graillot^{2,3}, Myriam Siegwart⁴ and Philippe C. Nicot¹

¹ Plant Pathology Unit, Institut National de la Recherche Agronomique, UR407, Montfavet, France, ² Laboratoire de Génie de l'Environnement Industriel, Ecole des Mines d'Alès, Institut Mines-Telecom, Alès, France, ³ Natural Plant Protection, Arysta LifeScience Group, Pau, France, ⁴ Plantes et Systèmes de Culture Horticoles Unit, Institut National de la Recherche Agronomique, UR1115, Avignon, France

Résistance à *Bacillus thuringiensis*



McGaughey, 1985;
Tabashnik, 1994;
Janmaat & Myers, 2003

Résistance au granulovirus anticarpocapse



Fritsch et al., 2005; Eberle and Jehle, 2006;
Sauphanor et al., 2006; Berling et al., 2009

- Lien entre diversité de sensibilité et irrégularité d'efficacité au champ ?

- Probabilité d'apparition de résistance selon le mode d'action et l'agent pathogène ciblé ?



REVIEW
published: 19 June 2015
doi: 10.3389/fpls.2015.00361

Resistance to bio-insecticides or how to enhance their sustainability: a review

Myriam Siegwart^{1*}, Benoît Graillot^{2,3}, Christine Blachère Lopez⁴, Samantha Besse³, Marc Bardin⁵, Philippe C. Nicot⁶ and Miguel Lopez-Ferber²

¹ Institut National de la Recherche Agronomique, UR1115, Plantes et Systèmes de Culture Horticoles Unit, Avignon, France, ² Laboratoire de Génie de l'Environnement Industriel, Ecole des Mines d'Alès, Institut Mines-Telecom et Université de Montpellier Sud de France, Alès, France, ³ Natural Plant Protection, Arysta LifeScience Group, Pau, France, ⁴ Institut National de la Recherche Agronomique, Alès, France, ⁵ Institut National de la Recherche Agronomique, UR407, Plant Pathology Unit, Montfavet, France

Amélioration de l'efficacité sur le terrain du biocontrôle microbien

Combiner des microorganismes dans des consortia

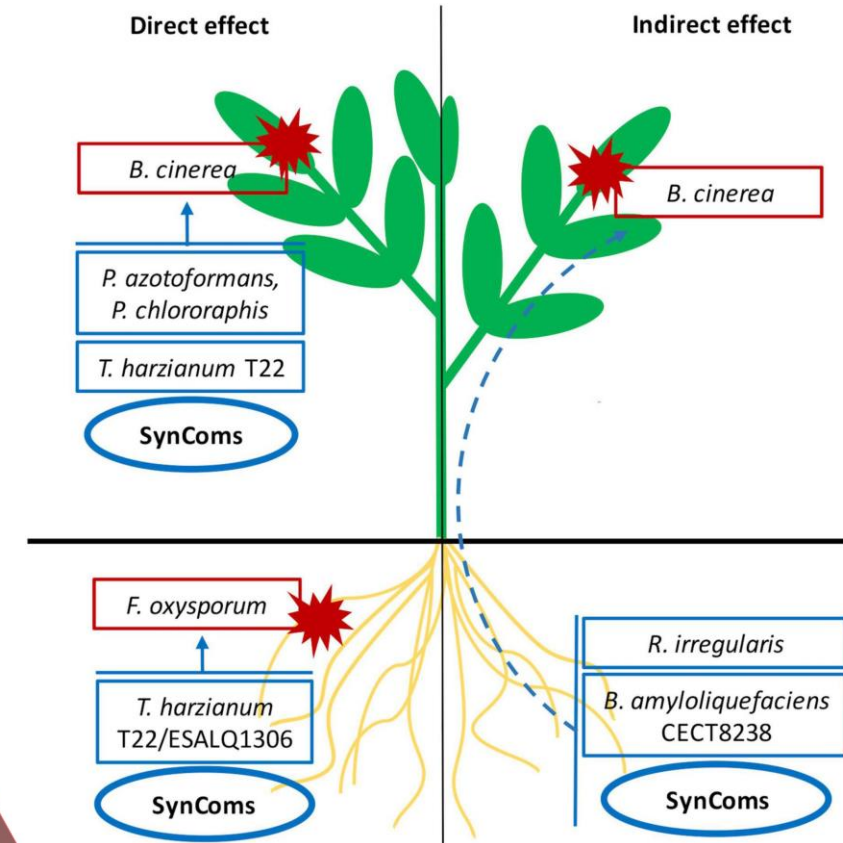
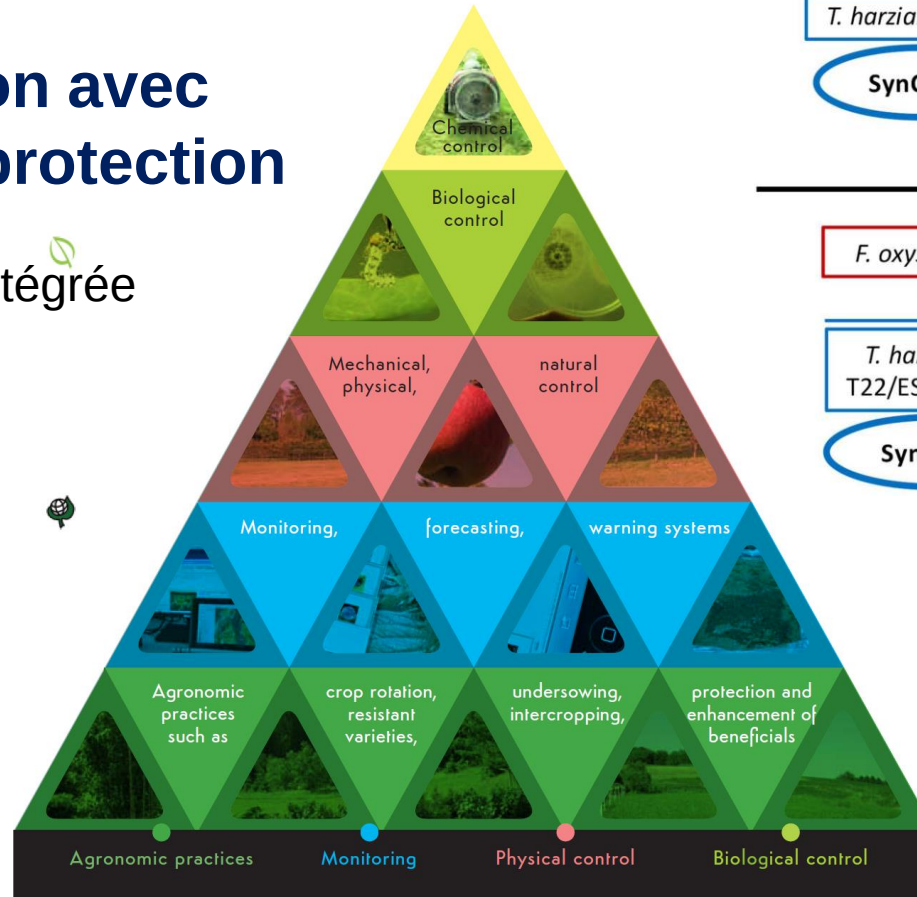
Communautés microbiennes synthétiques (SynComs): sélection rigoureuse d'agents microbiens de biocontrôle caractérisés

Combiner leur utilisation avec d'autres méthodes de protection

Perspective de protection intégrée



brochure "Integrated Pest Management: Working with nature"

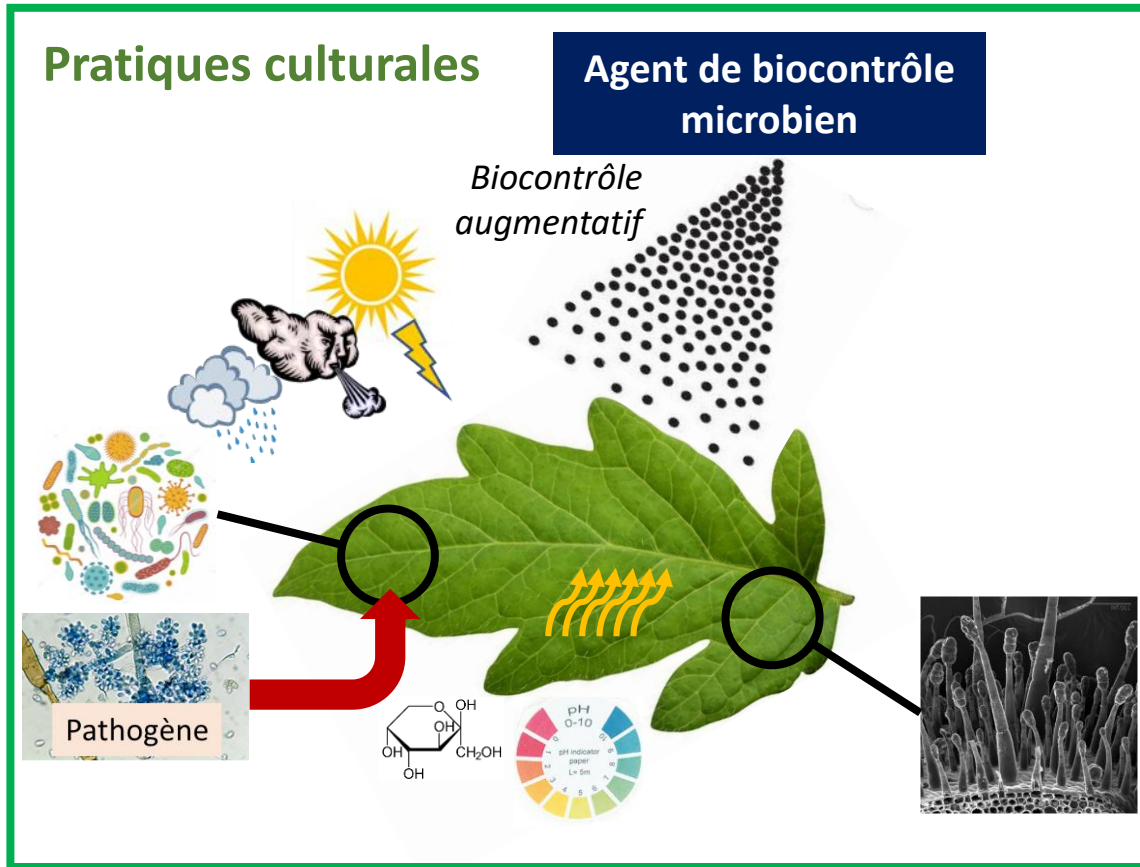


Minchev et al 2021. Front. Plant Sci.

Favoriser l'adoption du biocontrôle microbien

Faire face à la complexité du déploiement

Améliorer les connaissances sur les interactions complexes en jeu à l'échelle de la plante



Conditions de survie, d'installation, de colonisation ?

Modèles de prédiction des fluctuations populationnelles en fonction des principaux facteurs externes

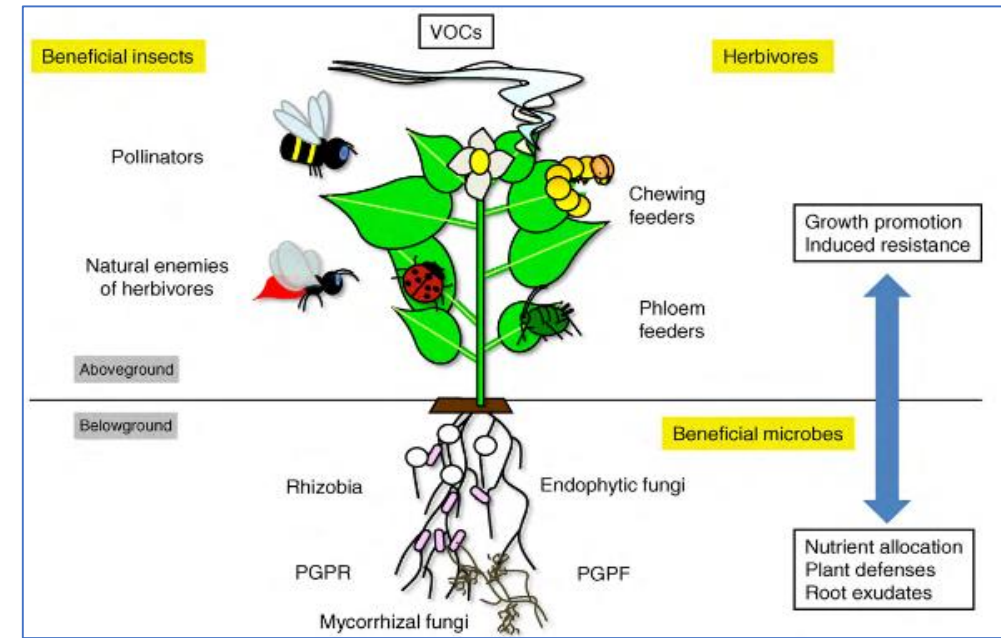
Conditions d'activation du/des mode(s) d'action ?

Modèles de prédiction de l'activation de(s) mécanisme(s) d'action en fonction des principaux facteurs externes

Favoriser l'adoption du biocontrôle microbien

Faire face à la complexité du déploiement

- Améliorer les connaissances sur les interactions complexes (éventuellement antagonistes) entre les méthodes de contrôle



Pineda et al 2010. Trends in Plant Science 15:507-514



- Traduire des connaissances scientifiques complexes en informations pratiques et opérationnelles pour les agriculteurs

Favoriser l'adoption du biocontrôle microbien

Faire face à la complexité du déploiement

- Manuel d'utilisation détaillé pour les produits de biocontrôle
- Outils d'aide à la décision "biocontrôle" (OAD)

Règles de décision "simples"

(quand ?, comment ?, quantité ?, cadence ? ...)



Deci Control

http://ephytia.inra.fr/fr/P/175/Deci_Control



Philippe
NICOT



Claire
TROULET



Jean-François
BOURGEAY



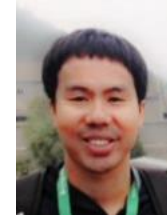
Magali
DUFFAUD



Sakhr
AJOUZ



Yousra
BOUAUD



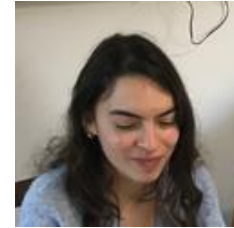
Sawai
BOUKAEW



Marine
FORGES



Thomas
PRESSECQ



Estelle
TURC

Savoir
faire

X. Fauvergue, A. Rusch, M. Barret,
M. Bardin, E. Jacquin-Joly, T. Malauza,
C. Lannou, coord.



Biocontrôle

Éléments pour une protection
agroécologique des cultures



éditions
Quæ



BOTRYSCLERO2022

June 13-17 · Avignon · France



IOBC-WPRS

Colloque
«Santé des plantes :
connaître pour protéger»

25 et 26 novembre 2021



AAE ACADÉMIE
«AGRICULTURE
de FRANCE