



**HAL**  
open science

## Etat actuel et perspectives de développement de la protection biologique à l'aide de micro-organismes contre les maladies des plantes.

Marc Bardin

► **To cite this version:**

Marc Bardin. Etat actuel et perspectives de développement de la protection biologique à l'aide de micro-organismes contre les maladies des plantes.. 1. Colloque international sur la lutte biologique et intégrée en Algérie CILBIA1, OILB-SROP; Association scientifique biologique, biodiversité & durabilité, Feb 2019, Batna, Algérie. hal-03572805

**HAL Id: hal-03572805**

**<https://hal.inrae.fr/hal-03572805>**

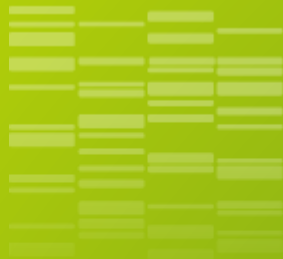
Submitted on 14 Feb 2022

**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



# Etat actuel et perspectives de développement de la protection biologique à l'aide de micro-organismes contre les maladies des plantes

*Current status of biocontrol against plant diseases*

Marc Bardin

Pathologie Végétale  
INRA – Avignon, France



1<sup>er</sup> Colloque International sur la Lutte Biologique et Intégrée en Algérie CILBIA1



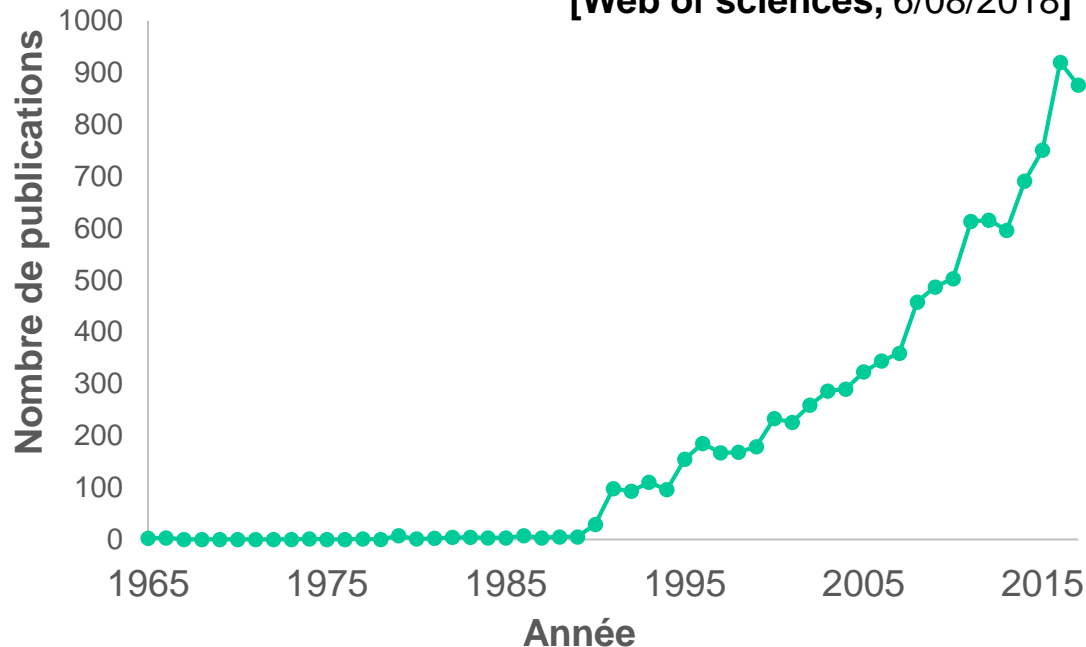
Batna, 4/02/19

# Situation actuelle

→ Beaucoup de travaux de recherche

**(biocontrol or biological control) and (plant pathogen or plant disease)**

[Web of sciences, 6/08/2018]



accélération des efforts de recherche (années 1990)

> 10000 pub (1965-2018)

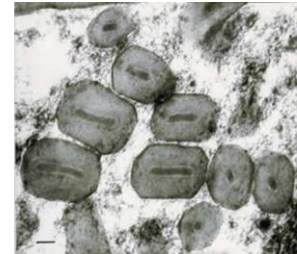
→ **identification de nombreux microorganismes avec un potentiel de biocontrôle**

# Situation actuelle

- Beaucoup de travaux de recherche
- Commercialisation de microorganismes de biocontrôle contre les maladies des plantes

## au niveau mondial

- **44 microorganismes:**  
25 champignons/levures/oomycètes + 14 bactéries/actinomycètes + 5 virus/phages



Gwynn, 2014. *Manual of Biocontrol agents*

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

van Lenteren et al, 2018. *BioControl*



BioControl  
DOI 10.1007/s10526-017-9801-4



Liste des bases de données sur les produits phytosanitaires homologués dans les régions Européenne et Méditerranéenne

[https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant\\_protection\\_products/registered\\_products](https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant_protection_products/registered_products)



# Situation actuelle

- Beaucoup de travaux de recherche
- Commercialisation de microorganismes de biocontrôle contre les maladies des plantes

**Europe:** 'EU Pesticide Database' (28/08/2018)  
(<http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/>)



# Situation actuelle

- Beaucoup de travaux de recherche
- Commercialisation de microorganismes de biocontrôle contre les maladies des plantes

**Europe:** 'EU Pesticide Database' (28/08/2018)

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



32 microorganismes

18 champignons/levures/oomycètes + 10 bactéries/actinomycètes + 4 virus

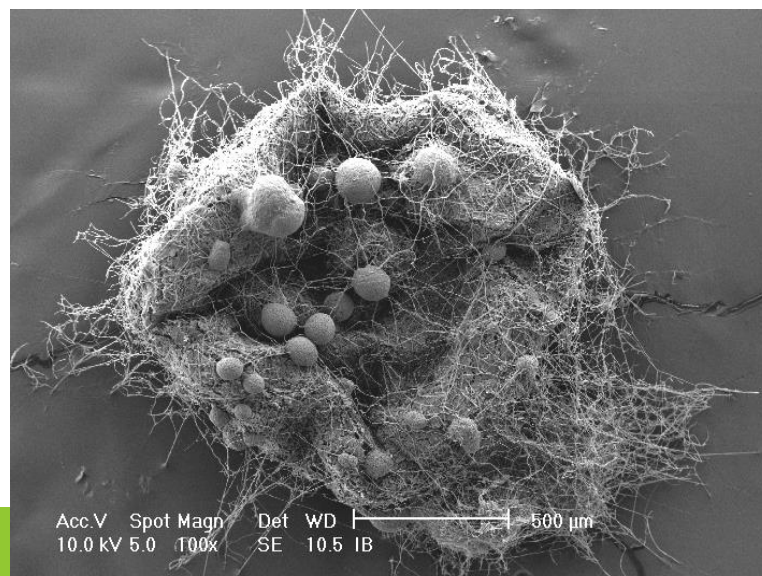
**+ 9 souches microbiennes "en attente"**

**4 champignons/levures/oomycètes + 3 bactéries/actinomycètes + 2 virus**

<i>Coniothyrium minitans</i>	2004	18	AT BE CZ DE DK EL ES FR HU IE IT LU NL PL PT SE SK UK (+ FI)
------------------------------	------	----	--



Hyperparasite de *Sclerotinia sclerotiorum*, *S. minor*



# 18 champignons/levures/oomycètes

Status on 28/8/2018



PLANTS

EU Pesticides database

<i>Coniothyrium minitans</i>	2004	18	AT BE CZ DE DK EL ES FR HU IE IT LU NL PL PT SE SK UK (+ FI)
<i>Ampelomyces quisqualis</i>	2005	14	BE CY DE DK EL ES FR IE IT LU NL SI SK UK
<i>Gliocladium catenulatum</i>	2005	14	AT BE CY DE DK EE ES FI FR IE NL SE UK (+ HU)
<i>Paecilomyces lilacinus</i> <sup>251</sup>	2008	5	BG, CY, EL, ES, IT
<i>Phlebiopsis gigantea</i>	2009	9	DK EE FI FR LT LV PL SE UK
<i>Pythium oligandrum</i>	2009	4	CZ, FR, HU, IT, PL, SK, UK (+ AT ES)
<i>Trichoderma aspellerum</i> <sup>(3)</sup>	2009	7	DE, EL, ES, FR, IT, PL, PT (+ NL)
<i>T. atroviride</i> IMI 206040 + T11	2009	3	EL, IT SE (+ SK)
<i>T. gamsii</i> ICC080	2009	8	DE, EL, ES, FR, IT, NL, PL, PT
<i>T. harzianum</i> T22 + ITEM 908	2009	12	BE, DK, EL, ES, FR, HU, IE, IT, NL, PL, SE, UK
<i>T. polysporum</i> IMI 206039	2009	1	SE
<i>Verticillium albo-atrum</i>	2009	5	DE, DK, NL, SE, UK
<i>Candida oleophila</i> <sup>0</sup>	2013	4	AT, FR, NL, UK (+ EL, HU, IT)
<i>T. aspellerum</i> <sup>T34</sup>	2013	1	BE, FR, IE, IT, NL, PT, RO, UK
<i>T. atroviride</i> <sup>I-1237</sup>	2013	1	FR (+ IT)
<i>Aureobasidium pullulans</i> <sup>(2)</sup>	2014	13	AT, BE, DE, EL, ES, FR, HU, IT, NL, PL, PT, SI, SK
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> <sup>LAS02</sup>	2016	?	FR?
<i>T. atroviride</i> <sup>SC1</sup>	2016	5	AT, BE, FR, LU, PT (+ CZ, ES, HU, IT)



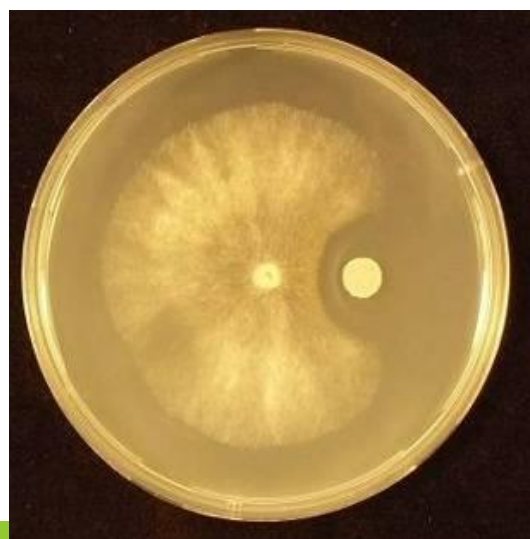
# 10 bactéries/actinomycètes

Status on 28/8/2018

<i>Pseudomonas chlororaphis</i>	2004	14	AT BE DE DK ES FI FR IT LT LU NL PT SE UK
<i>Bacillus subtilis</i> QST 713	2007	22	BE, CY, CZ, DE, DK, EE, EL, ES, FI, FR, IE, IT, LT, LU, LV, NL, PL, PT, SE, SI, SK, UK (+ AT)



Effet direct contre champignons et bactéries pathogènes  
+ induction de la résistance de la plante



## 10 bactéries/actinomycètes

Status on 28/8/2018

<i>Pseudomonas chlororaphis</i>	2004	14	AT BE DE DK ES FI FR IT LT LU NL PT SE UK
<i>Bacillus subtilis</i> <sup>QST 713</sup>	2007	22	BE, CY, CZ, DE, DK, EE, EL, ES, FI, FR, IE, IT, LT, LU, LV, NL, PL, PT, SE, SI, SK, UK (+ AT)
<i>Streptomyces sp.</i> <sup>K61</sup>	2009	12	BE, CY, EE, FI, FR, HU, IT, LT, LV, NL, SE, UK (+ AT IE)
<i>B. firmus</i> <sup>I-1582</sup>	2013	9	DK, EL, ES, FR, IT, NL, PT, SE, UK (+ AT, CZ, HU, SI, SK)
<i>B. pumilus</i> <sup>QST 2808</sup>	2014	1	FR (+ CZ IE, SI, SK)
<i>Pseudomonas sp.</i> <sup>DSMZ 13134</sup>	2014	15	AT, BE, CY, CZ, DE, EL, FR, HR, IE, IT, NL, RO, SE, SI, SK (+ ES)
<i>B. amyloliquefaciens</i> <sup>D747</sup>	2015	8	BE, CY, EL, ES, FR, IT, SI, UK (+ SK)
<i>Streptomyces lydicus</i>	2015	?	NL?
<i>B. amyloliquefaciens</i> <sup>MBI 600</sup>	2016	?	FR? (+ CZ, EL, ES, FI, HU, NL, SE, UK)
<i>B. amyloliquefaciens</i> <sup>FZB24</sup>	2017	?	FR? (+ AT, CZ, NL, SI)

## 4 virus

Zucchini Yellow Mosaic Virus <sup>wk</sup>	2013	1	FR
Pepino Mosaic Virus <sup>CH2 1906</sup>	2015	14	AT, BE, CZ, DE, EL, ES, FI, FR, HR, HU, IT, NL, PL, UK
Mild Pepino Mosaic Virus <sup>VC1</sup>	2017	?	NL? (+ SE)
Mild Pepino Mosaic Virus <sup>VX1</sup>	2017	?	NL? (+ SE)

# Situation actuelle

## Grosses disparités entre cultures

### Ex. France

<https://ephy.anses.fr/>, 2/02/2019



*Gliocladium catenulatum*

*Aureobasidium pullulans*

*Bacillus subtilis*

*Ampelomyces quisqualis*

*Trichoderma harzianum*

*T. asperellum*

*T. asperellum* + *T. atroviride*

*Bacillus firmus*

Pepino Mosaic Virus CH2 strain

*Botrytis, Sclerotinia*

*Botrytis, Sclerotinia*

Bactéries + *Botrytis*

oïdium

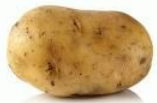
Champignons du sol

Champignons du sol, *Pythium*

Champignons du sol, *Pythium*

nématodes

Pepino Mosaic Virus



*T. atroviride*

*Pseudomonas* sp. (DSMZ 13134)

Champignons du sol



*Pseudomonas chlororaphis*

*Pythium oligandrum*

traitement des semences

*Fusarium*

Algérie

<http://www.inpv.edu.dz/services/flash-infos/consulter-lindex-de-linpv-2015/>

Tunisie

<http://www.flehetna.com/fr/guide-phytosanitaire?tid=462>

+ « La liste des produits phytosanitaires homologués et autorisés en agriculture biologique »

*Bacillus subtilis* Y 1336

Biobac

Fraise, tomate / *Botrytis*

*Pythium oligandrum*

Polyversum

Blé (semences) / *Fusarium* spp, *Tilletia*,  
*Zymoseptoria*

# Situation actuelle

Maroc

<http://eservice.onssa.gov.ma/IndPesticide.aspx>

31/01/2019

<i>Bacillus subtilis</i> (IAB/BS03)	Fungisei	Fraise, framboise, myrtille/ <i>B. cinerea</i> + framboise, myrtille/ Anthracnose, oïdium
<i>B. subtilis</i> (Y1336)	Biobac	Fraise, tomate / <i>B. cinerea</i>
<i>B. amyloliquefaciens</i> (D747)	AmyloX	Fraise, tomate / <i>B. cinerea</i>
<i>Trichoderma harzianum</i> (T-22)	Trianum	Melon, tomate / <i>Fusarium</i> spp.
<i>T. harzianum</i> (ICC012) + <i>T. viride</i> (ICC080)	Remedier	Melon, tomate / collar rot
<i>Paecilomyces lilacinus</i> (251)	Bioact	Banane, fraise, tomate / nématodes
Pepino Mosaic Virus (CH2)	PMV-1	Tomate / Pepino Mosaic Virus

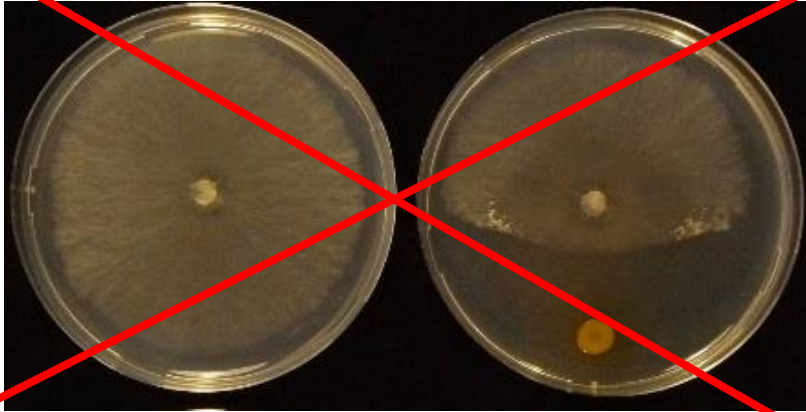
# Défis pour la recherche

- **besoin critique de nouveaux produits:**
  - développer des stratégies de sélection de nouveaux microorganismes

**Cible** (culture/agent pathogène/zone à protéger...)?

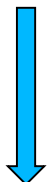
Collection de **souches** de microorganismes: où, quand?

Méthodes de sélection adaptées



# Exemple de la sélection de bactéries antagonistes

121 isolats (bacteries)



*Botrytis cinerea* / tomate

Production sur milieux, conservation

37 isolats



Caractérisation moléculaire

25 isolats



+ Croissance à 37°C

**3 isolats**  
→ 100% efficacité /

- Effet dose
- Effet contre une collection de souches de *B.cinerea*
- Mode d'action

**→ 1 isolat / mélange?**

Effet du microclimat ?

**Production/formulation  
Validation au champ**

# Défis pour la recherche

- **besoin critique de nouveaux produits:**
  - développer des stratégies de sélection de nouveaux microorganismes
  
- améliorer l'**efficacité** de la protection
  - mieux connaître la **biologie** et les **facteurs d'efficacité** des agents de biocontrôle microbiens



# Défis pour la recherche

- **besoin critique de nouveaux produits:**
  - développer des stratégies de sélection de nouveaux microorganismes
  
- améliorer l'**efficacité** de la protection
  - mieux connaître la **biologie** et les **facteurs d'efficacité** des agents de biocontrôle microbiens
  - mieux comprendre les **mécanismes d'action**
    - => sélectionner des agents de lutte biologique plus performants
  - améliorer la **formulation** des produits

# Défis pour la recherche

- **besoin critique de nouveaux produits:**
  - développer des stratégies de sélection de nouveaux microorganismes
- améliorer l'**efficacité** de la protection
  - mieux connaître la **biologie** et les **facteurs d'efficacité** des agents de biocontrôle microbiens
  - mieux comprendre les **mécanismes d'action**
    - => sélectionner des agents de lutte biologique plus performants
  - améliorer la **formulation** des produits
- prendre en compte la **durabilité** de l'efficacité de la protection
  - **Diversité** de sensibilité dans les populations naturelles?
  - Possibilité **d'évolution** vers moins de sensibilité du fait de la pression de sélection exercée par le biocontrôle ?
  - **Stratégie d'utilisation** = pesticides ?

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

Marc Bardin<sup>1\*</sup>, Sakhr Ajouz<sup>1</sup>, Morgane Comby<sup>1</sup>, Miguel Lopez-Ferber<sup>2</sup>, Benoît Graillot<sup>2,3</sup>, Myriam Siegwart<sup>4</sup> and Philippe C. Nicot<sup>1</sup>

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

# Défis pour la recherche

- **besoin critique de nouveaux produits:**
  - développer des stratégies de sélection de nouveaux microorganismes
- améliorer l'**efficacité** de la protection
  - mieux connaître la **biologie** et les **facteurs d'efficacité** des agents de biocontrôle microbiens
  - mieux comprendre les **mécanismes d'action**
    - => sélectionner des agents de lutte biologique plus performants
  - améliorer la **formulation** des produits
- prendre en compte la **durabilité** de l'efficacité de la protection
- Intégrer les microorganismes dans des itinéraires techniques complexes de **protection intégrée**
  - ➔ **Besoins de règles de décision pour l'utilisation des agents de biocontrôle microbiens**

Batna, 4/02/19



Thank you  
Merci  
شكرا



1<sup>er</sup> Colloque International sur la Lutte  
Biologique et Intégrée en Algérie CILBIA1

