



# Combicontrol : lutter contre la jambe noire et les pourritures du tubercule

Amélie Beury, Euphrasie Munier, Jérémie Cigna, Pauline Dewaegeneire, Kévin Robic, Virginie Gobert, Valérie Hélias, Denis Faure



INRAE

# COMBICONTROL: un projet de recherche collaborative – entreprise (PCRE) soutenu par l'ANR

- Titre: Combinaison de stratégies de biocontrôle ciblant les populations complexes des pathogènes bactériens *Pectobacterium* et *Dickeya* des cultures de pomme de terre.
- Durée: **42 mois** (du 01/01/2016 au 30/06/2019)
- Budget : **2 663** k€ (consolidé) dont **463** k€ de financement par l'**ANR** (ANR-15-CE21-0003)



# COMBICONTROL: un projet de recherche collaborative – entreprise (PCRE) soutenu par l'ANR



## Partenaires:

- **Institut de Biologie Intégrative de la Cellule**, Gif-sur-Yvette (CNRS, CEA, Univ. Paris-Saclay), coord. D. Faure
- **Institut d'Ecologie et des Sciences de l'Environnement de Paris** (Sorbonne Univ., CNRS, INRAE), M.A. BARNY
- **Fédération Nationale des producteurs de plants de pomme de terre** /Recherche, Développement et Innovation du Plant de Pomme de terre (FN3PT/innov3PT) – V. Hélias – A. Beury
- **Laboratoire Microbiologie, Adaptation & Pathogenie**, Villeurbanne (INSA, CNRS, Univ. Lyon) – S. Reverchon.

# Objectifs du projet COMBICONTROL



**Comprendre** les pathogènes bactériens *Pectobacterium* et *Dickeya* qui affectent la culture de la pomme de terre et les **combattre** par le **biocontrôle**.

# Résultats du projet COMBICONTROL

- Productions de savoirs (>10 publications)
  - (1) pour **connaitre quelles espèces de pathogènes *Dickeya* et *Pectobacterium*** sont présentes dans les champs de pomme de terre et dans d'autres écosystèmes (dont les eaux de surface);
    - **Description de 6 nouvelles espèces: *D. lacustris*, *D. undicola*, *P. punjabense*, *P. aquaticum*, *P. fontis*, *P. versatile* ...**
    - **Plus forte prévalence des *Pectobacterium* (~ 80%) versus *Dickeya* (~ 20%) en France**
  - (2) pour **comprendre comment le pathogène *D. solani* s'est installé** et les incidences associées ;
    - ***D. solani* montrent des propriétés qui augmentent son pouvoir de macération à faible charge bactérienne**
    - **Il existe une compétition entre *D. solani* et *D. dianthicola* lors de la colonisation des lésions sur plantes hôtes**
  - (3) pour **optimiser l'usage d'agents de biocontrôle** ciblant *Pectobacterium* et *Dickeya*;

# Lutte : deux stratégies de biocontrôle

En collaboration avec l'équipe Interaction plantes- microorganismes de la rhizosphère, équipe de Denis Faure, CNRS, Gif-sur-Yvette depuis 2007.

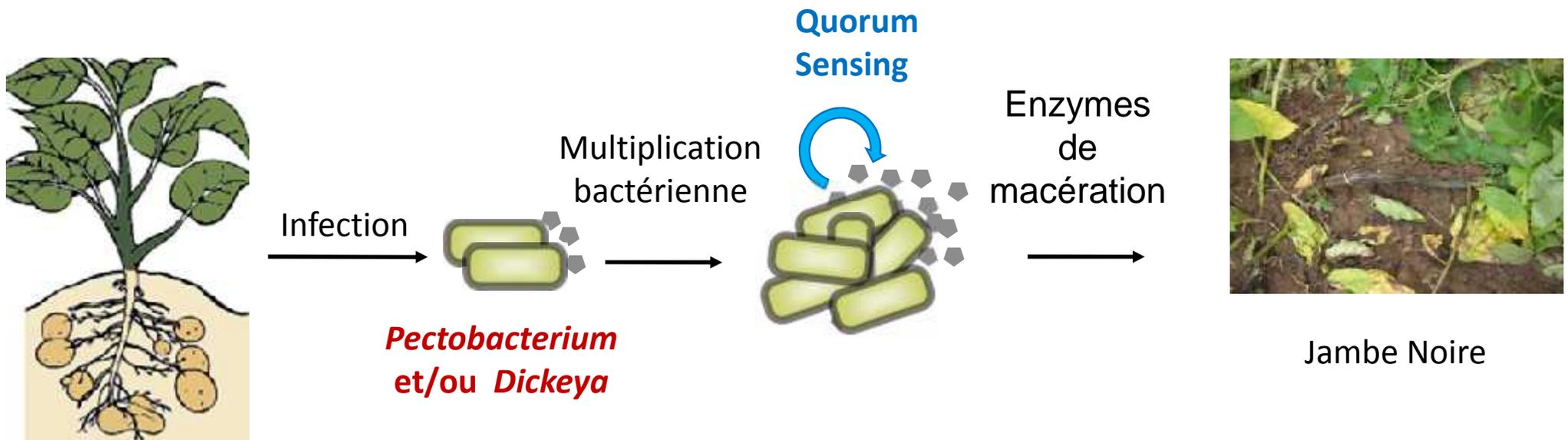
**Bloquer le système de virulence des pathogènes en dégradant les molécules signales nécessaires à leur systèmes de communication (Quorum sensing)**

**OU**

**Tuer les bactéries pathogènes: action bactéricide « sélective »**

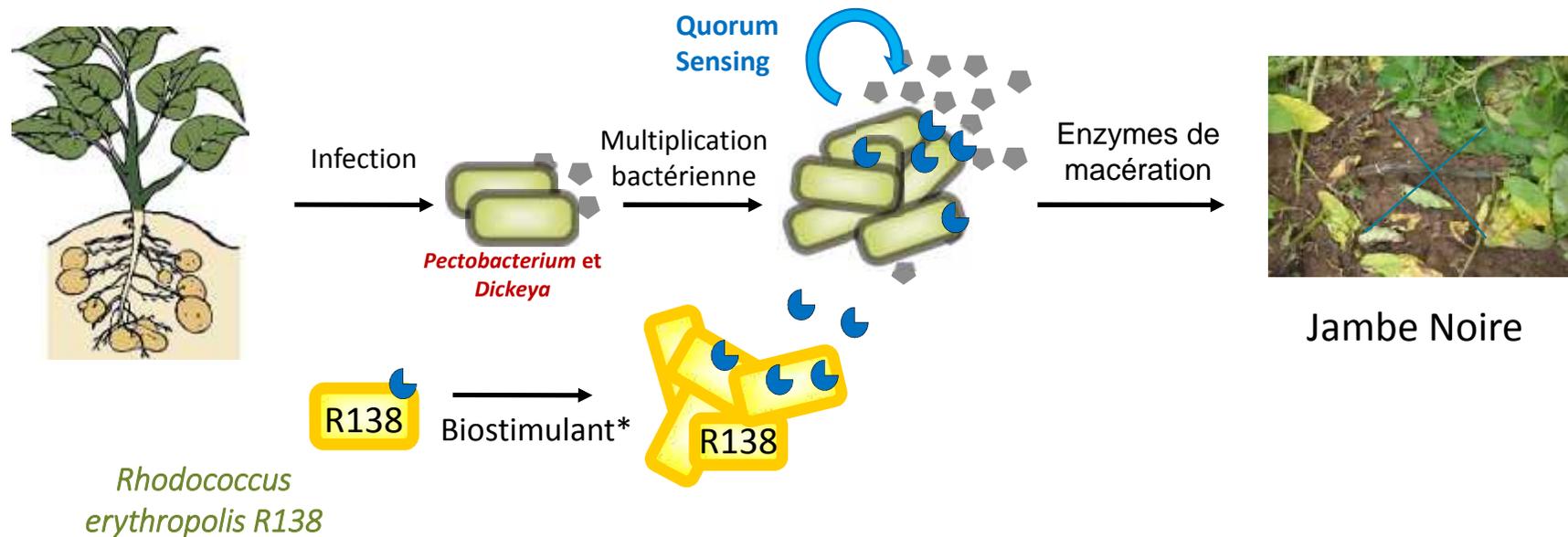
# Quorum quenching

## Cycle d'infection



# Quorum quenching

Antivirulence: Sélectionner et introduire dans le sol des bactéries capables de dégrader les signaux de communication des bactéries pathogènes



Thèse Amélie Beury-Cirou (2007-2010)

\*Dépôt de brevet international

# Antibiose

Antibiose: Sélectionner et introduire dans le sol des bactéries naturellement capables de produire une ou plusieurs molécules toxiques ciblées contre les pathogènes.

Criblage de bactéries dans la rhizosphère de plantes symptomatiques (3 régions de production).  
Ce criblage a été réalisé contre 3 souches pathogènes représentatives de la diversité à ce moment là (*Pcc*, *Pa*, *Dck*).

## Action contre *Pectobacterium*



*Pseudomonas sp.* PP1-210F



*Pseudomonas sp.* PA1G7



*Bacillus sp.* BA2H3

## Action contre *Dickeya*



*Pseudomonas sp.* PA14H7



*Pseudomonas sp.* PA4C2



*Pseudomonas sp.* PA3G8

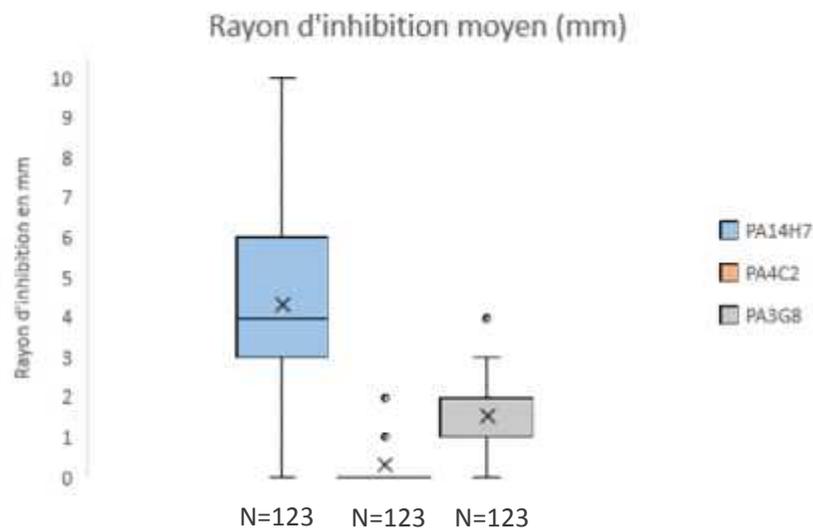
Thèse Yannick Raoul Des Essarts (2012-2014)

# Objectifs du projet Combicontrol

- Evaluer, combiner et adapter les deux stratégies de biocontrôle ciblant les populations pathogènes de *Pectobacterium* et *Dickeya* :
  - Essais *in vitro*
  - Essais en conditions contrôlées
  - Essais en parcelles expérimentales

# Essais *in vitro* : activité de biocontrôle

Juillet 2018



**Objectif** : tester l'efficacité des agents de biocontrôle (antibiose) sur les populations de *Pectobacterium* et *Dickeya* isolées au cours du projet afin d'évaluer la pérennité de leur activité de biocontrôle

*L'agent PA14H7 présente la meilleure efficacité d'inhibition contre le panel de souches*

Rayon d'inhibition moyen testé sur 41 *Pectobacterium*/*Dickeya* (3répétitions) soit 123 boites par antagonistes

# Essais en conditions contrôlées

**Objectif** : tester la combinaison des stratégies de biocontrôle en conditions contrôlées

- Optimisation des pathosystèmes afin d'évaluer la combinaison des stratégies (inoculum, mode et moment d'inoculation...) : **obtenir des différences significatives**
- **Obtenir une reproductibilité des pathosystèmes**
- Résultat marquant :  
Evolution du mode d'évaluation des stratégies de biocontrôle par **l'analyse de la descendance plutôt que par la lecture des symptômes**



# Essais en parcelles expérimentales

**Objectif** : tester la combinaison des stratégies de biocontrôle en conditions champs

- Combinaison de 7 agents de biocontrôle
- Définition d'un protocole de traitement (dose, nombre et timing des traitements, apport de biostimulant, etc...)
- Agents de biocontrôle : utilisation de cultures 'pures' non formulées
- Résultats d'efficacité observés (transmission à la descendance réduite), besoin de travailler sur la formulation





# Conclusions

- Premier projet ANR sur les pathogènes pommes de terre *Pectobacterium* et *Dickeya* associant des partenaires académiques et privés
  - Accélération du transfert de connaissances des laboratoires vers le terrain (et réciproquement)
  - Evolution du mode d'évaluation des stratégies de biocontrôle
  - Stratégie de valorisation en cours, recherche partenaire industriel (formulation et développement)
-



**Merci de votre attention !**



**INRAE**