

# Lutte biologique préventive de la fusariose de l'épi en utilisant des souches antagonistes sur la paille de maïs

Alejandro Gimeno, Irene Bänziger, Andreas Kägi, Eveline Jenny, Dimitrios Drakopoulos, Beat Keller, Susanne Vogelgsang

*Groupe de recherche "Protection écologique des végétaux en grandes cultures"*

www.agroscope.ch | good food, healthy environment



1



## Contenu



**Fusariose de l'épi de blé: FHB**  
(Fusarium head blight)



**Résultats de l'essai en champs 2016/2017**



**Essai avec de nouvelles souches antagonistes suisses**

2



## Fusariose de l'épi de blé (FHB)



Photo: H.R. Forrer

Symptômes typiques lors d'une infection par *Fusarium* pendant la floraison

3



## Fusariose de l'épi de blé (FHB)



*Fusarium  
graminearum*



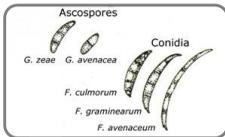
Photo: H.R. Forrer

Espèce la plus dominante dans le complexe de FHB;  
produit plusieurs mycotoxines importantes

4



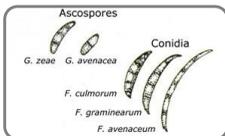
## Fusariose de l'épi de blé (FHB)



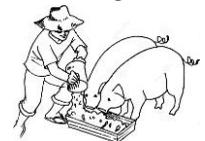
Le champignon survit sur des résidus du précédent et produit en printemps des périthèces qui infectent les céréales pendant la floraison. → Risque augmenté pour les rotations maïs - blé avec un travail de sol réduit



## Fusariose de l'épi de blé (FHB)



Denrées  
alimentaire et  
matières  
fourragères



déoxynivalénol  
**(DON)**  
zéaralénone  
**(ZEA)**  
...

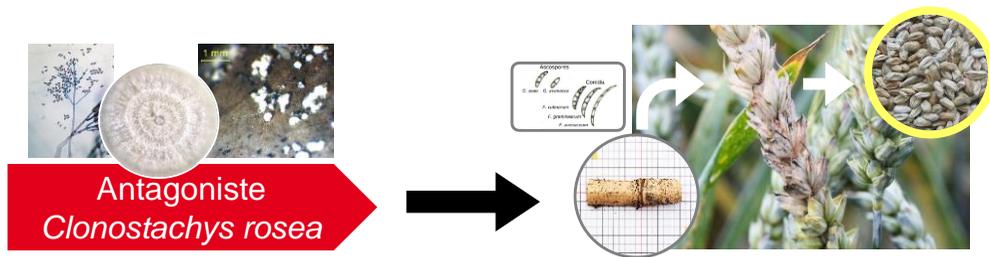
Grains contaminés par des mycotoxines

## + Pourquoi une lutte biologique de la fusariose de l'épi **préventive**?

Stratégies de lutte disponibles sont – lors de conditions favorables pour la maladie – **insuffisantes**.

Avec la lutte biologique, des processus naturels sont utilisés pour la protection des végétaux.

Notre approche de recherche:



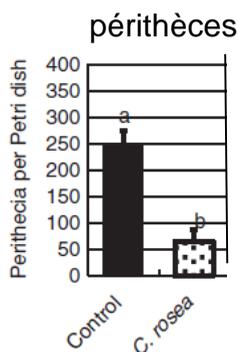
7



Antagoniste  
*Clonostachys rosea*



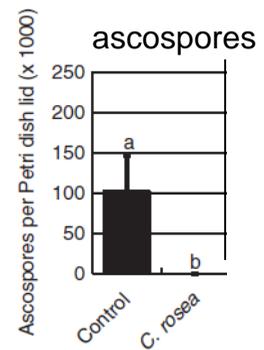
### *Clonostachys rosea* (souche Cr16)



*F. graminearum*  
+ *C. rosea* souche Cr16



*F. graminearum*  
témoin



Schöneberg *et al.* 2015, Journal of Applied Microbiology

8



## Essai en champs 2016/2017

### Lutte de la fusariose de l'épi par un traitement des résidus du précédent



## Hypothèses

Un traitement des résidus de maïs infectés avec le champignon antagoniste *Clonostachys rosea* (souche Cr16) réduit le risque de la fusariose de l'épi et la contamination des grains par des mycotoxines.

A travers d'une formulation améliorée, la performance de *C. rosea* contre *F. graminearum* sous des conditions de champs est augmenté.



## Simulation d'une rotation maïs – blé avec un travail de sol réduit

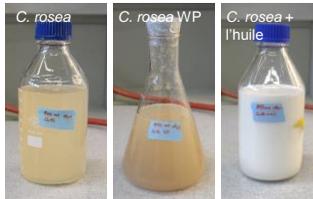


Inoculation des tiges des maïs autoclavées avec 3 souches de *F. graminearum*; l'incubation à 18-20°C avec 80% humidité de l'air



Distribution des tiges de maïs en champs (80 pièces / parcelle)

En automne, après l'émergence du blé d'hiver



Traitements avec des antagonistes et incubation ultérieure



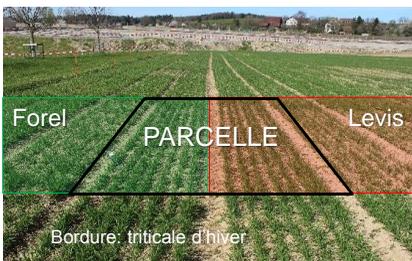
11



## Le design de l'essai et les investigations

Split-plot avec 2 variétés  
Parcelle 3 m x 6 m

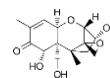
Triticale d'hiver haute afin d'éviter des contaminations à travers des parcelles  
4 répétitions par traitement et variété



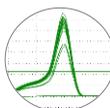
Attaque de FHB (%)



Vol de spores de *Fusarium* spp.



Mycotoxines DON, ZEA



qPCR quantification des champignons

12

## Traitements



Témoin

Tiges des maïs autoclavé

Témoin FG

Tiges des maïs infecté par *F. graminearum*

Témoin WP

Formulation 1

Témoin l'huile

Formulation 2

Tiges des maïs infecté par *Fg* avec des substances de la formulation

Cr16

Tiges des maïs infecté et traité avec des suspensions de spores

*C. rosea* souche16 ( $10^7$  CFU/ ml; 2 ml/tige)

Cr16 WP

Formulation 1

Tiges des maïs infecté et traité avec une formulation de poudre

*C. rosea* souche16 ( $10^7$  CFU/ ml; 2 ml/tige)

Cr16 l'huile

Formulation 2

Tiges des maïs infecté et traité avec une formulation de poudre

*C. rosea* souche16 et l'huile [5%] ( $10^7$  CFU/ ml; 2 ml/tige)

13



## Formulation 1 “Wettable powder” WP (formulation en poudre)

### Production en farine de l'orge = simple et efficace

- + Concentration de spores élevée  $>1 \times 10^9$  CFU/g substrat
- + Soluble dans l'eau pour la préparation de la bouillie
- + Disponibilité élevée des substances nutritives dans le grain d'orge
- + Facilement stockable > 12 mois à 5°C
- Pas de protection contre le rayonnement UV nocif ou la sécheresse

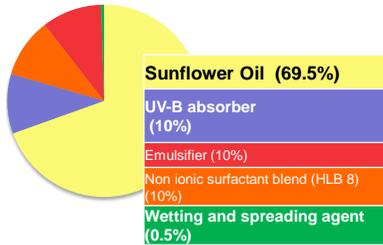


14



## Formulation 2

### “Oil in water suspension” (formulation de l’huile)



#### Protection contre le rayonnement UV-B en combinaison avec une huile végétale

- + Filtre UV dissous dans l’huile de tournesol
- + L’huile végétale évite le dessèchement et offre des éléments nutritifs supplémentaires
- + Agent humectant et adhésive afin d’une distribution amélioré de la bouillie

Avant le traitement, la formulation de l’huile et mélangé avec la suspension de spores [5%]

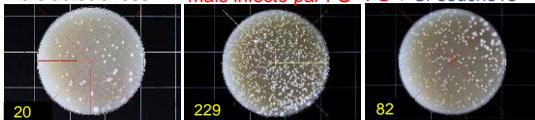
15



## Vol de spores de *Fusarium* spp. - floraison de blé 2017

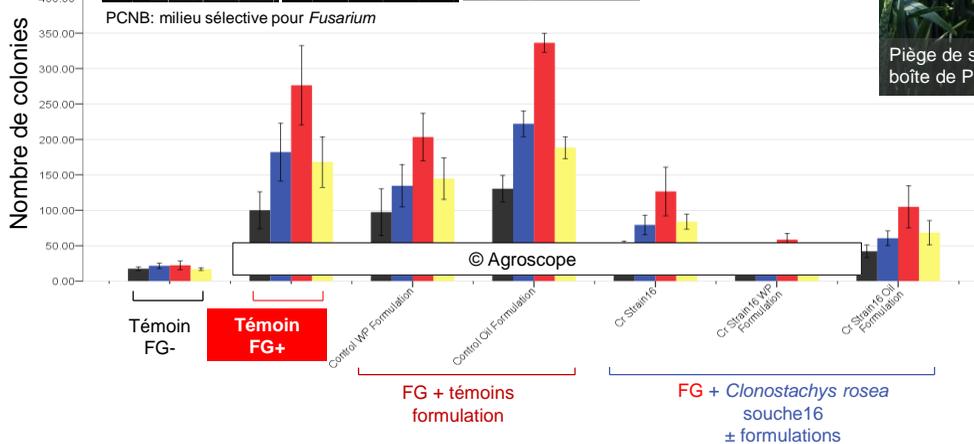
Témoin: Tiges de maïs autoclavées

Témoin: Tiges de maïs infecté par FG, FG + Cr souche16



Date

01.06.2017 04.06.2017  
08.06.2017 07.06.2017



16

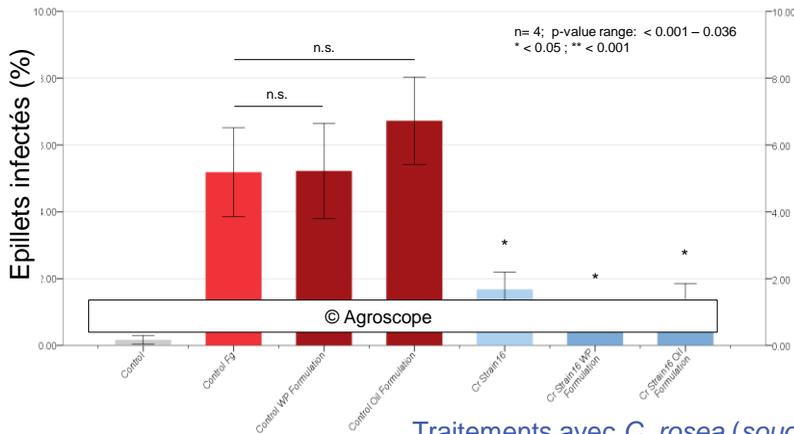


# Attaque de FHB (%) en champs 2017



Fusariose de l'épi en champs

Blé d'hiver LEVIS



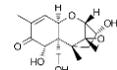
- Tiges de maïs autoclavées
- Infection par *F. graminearum* non-traité
- Témoins formulations L'huile / poudre (WP)
- C. rosea souche 16* Suspension de spores
- C. rosea souche 16* Formulation poudre (WP) ou l'huile

Traitements avec *C. rosea* (souche Cr16) ont significativement réduit l'infection au champs

17

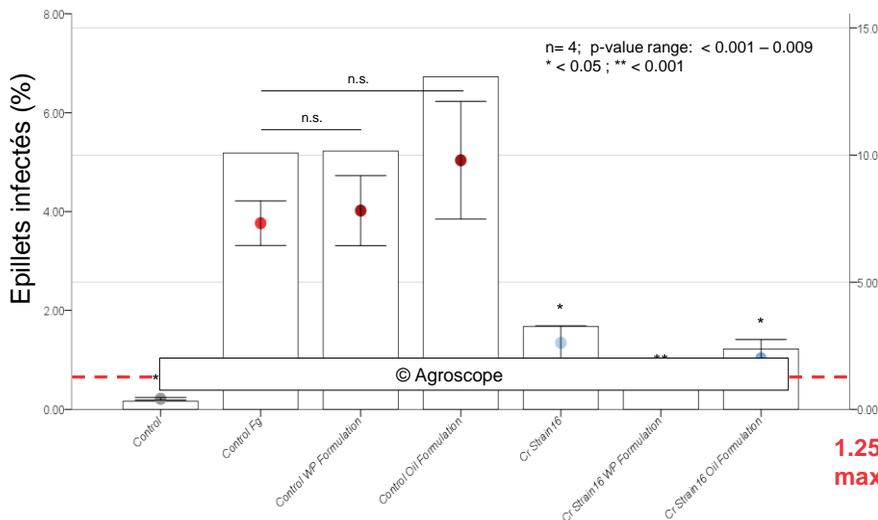


# Déoxynivalénoïl (DON) 2017



Mycotoxines

Blé d'hiver LEVIS

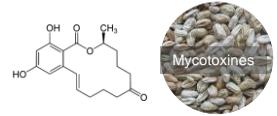


- Tiges de maïs autoclavées
- Infection par *F. graminearum* non-traité
- Témoins formulations L'huile / poudre (WP)
- C. rosea souche 16* Suspension de spores
- C. rosea souche 16* Formulation l'huile / poudre (WP)

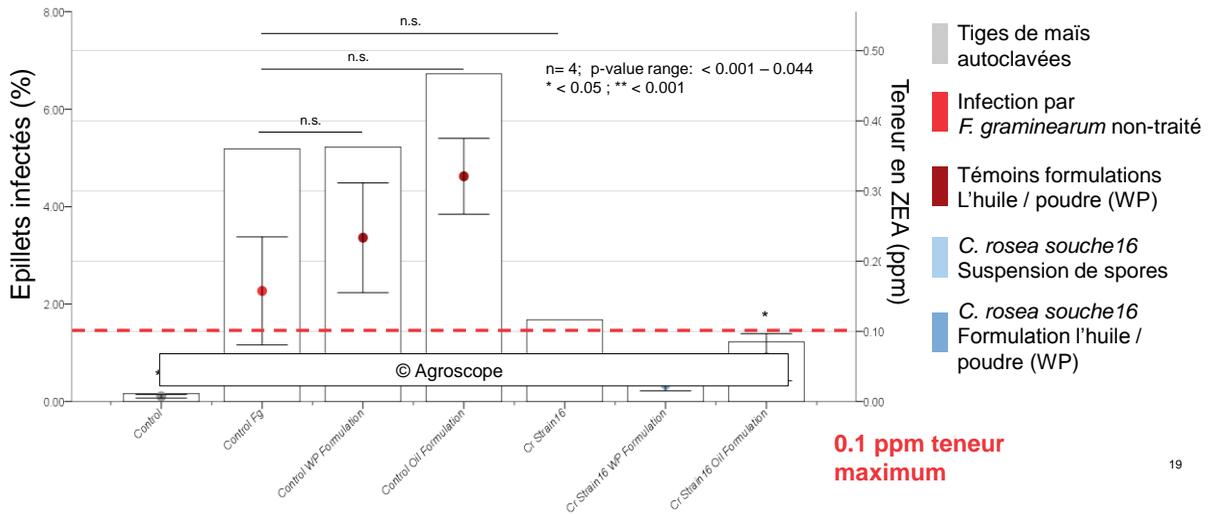
1.25 ppm teneur maximum

18

## ☝ Zéaralénone (ZEA) 2017



Blé d'hiver LEVIS



19

## ☝ Résumé et perspectives



Des traitement des résidus de maïs infectés avec *C. rosea* (souche Cr16) ont significativement réduit l'attaque par la fusariose et la contamination par des mycotoxines.

### ... présentement en cours

Analyse des mycotoxines dans la variété Forel et quantification de l'ADN de *F. graminearum*

Répétition de l'essai en champs 2017/18

20

# Essai avec de nouvelles souches de *C. rosea* suisses



## Hypothèses

Il y a des **différences** entre les souches de *C. rosea* quant à la capacité à supprimer la production des périthèces de *F. graminearum* sur les tiges de maïs.

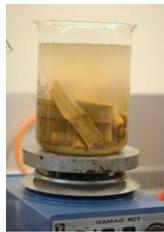
Les **souches indigènes suisses** sont mieux adaptées et donc plus efficaces au champs.

## Organismes

Antagoniste	Origine	Isolé de
<i>C. rosea</i> souche Cr16	NL	inconnu
<i>C. rosea</i> souche CrNBB2.9	CH	sol
<i>C. rosea</i> souche CrSHA77.3	CH	sol
Pathogène		
<i>F. graminearum</i> souche 0410	CH	blé

## Design de l'essai

Traitements	Interaction après 48h		
1. Témoin l'eau	H <sub>2</sub> O	-	H <sub>2</sub> O
2. Témoin <i>Fusarium</i>	Fg0410	-	H <sub>2</sub> O
3. Témoin souche Cr16	H <sub>2</sub> O	-	Cr16
4. <i>C. rosea</i> souche Cr16	Fg0410	-	Cr16
5. <i>C. rosea</i> souche CrNBB2.9	Fg0410	-	CrNBB2.9
6. <i>C. rosea</i> souche CrSHA77.3	Fg0410	-	CrSHA77.3



✓ Traitement des tiges de maïs avec *C. rosea* après 48h

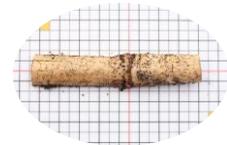
*In vitro* essai en laboratoire (18°C, 12h lumière)

Essais sous des conditions de champs (printemps/été 2017)

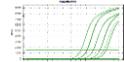
✓ Infection des tiges de maïs avec *F. graminearum*



% surface de périthèces?

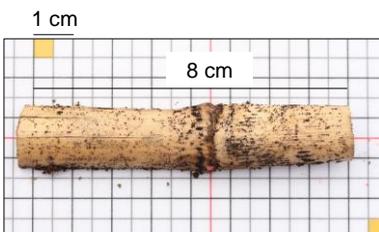


Biomasse des champignons dans les tiges de maïs? (qPCR)



23

## 🇨🇭 Détermination de la surface des périthèces (%)



Photos prises au moment de la maturité des périthèces du témoin (H<sub>2</sub>O) (asci et ascospores complètement développés)



Extrait de 8 cm<sup>2</sup> incluant nœud et entre-nœuds



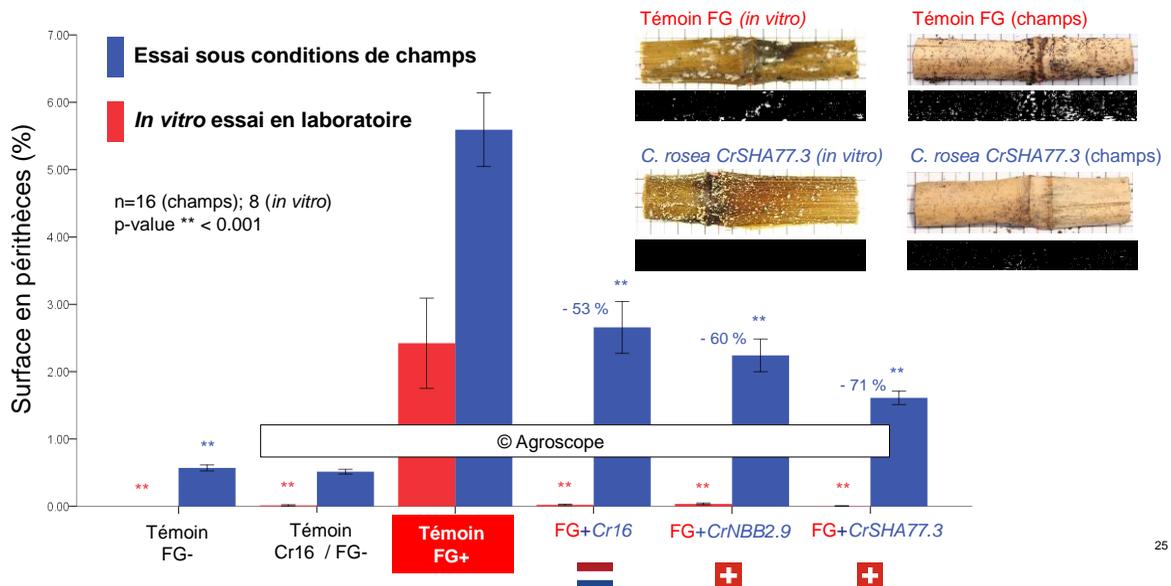
Transformation en image n/b (Photoshop CS)



Analyse des images avec IMAGEJ

24

## 🇨🇭 % surface en périthèces



25

## 🇨🇭 Résumé et perspectives



En laboratoire, les traitements avec *C. rosea* ont en moyenne réduit la production des périthèces de 99.8%. Sous des conditions de champs, la souche Suisse CrSHA77.3 a réduit significativement la production des périthèces de 71.2%.

### ... présentement en cours

Développement d'une méthode pour la détection moléculaire de *C. rosea* dans les tiges de maïs traitées

Extraction de l'ADN et quantification de la biomasse des organismes

Répétition de l'essai

26

# **Merci pour votre attention!**

## **Agroscope**

Susanne Vogelgsang  
Irene Bänziger  
Andreas Kägi  
Eveline Jenny  
Dimitrios Drakopoulos  
Tomke Musa  
Pascal Weber  
Hans-Rudolf Forrer  
Zivis et stagiair(e)s

Florian Freimoser  
(Wädenswil)

## **Universität de Zurich**

Beat Keller

 Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra  
  
Swiss Confederation  
  
Federal Department of Economic Affairs,  
Education and Research EAER  
**Agroscope**

## **Groupe de recherche "Protection écologique des végétaux en grandes cultures"**



Financé par:



**University of Zurich**<sup>UZH</sup>

27

# **Questions?**



Photo: A. Gimeno, Agroscope

28