

# Projet Européen

France  
Irlande  
Suisse

Hongrie  
République tchèque  
**Mexique**



micro  
maize

plant-beneficial microbial consortia

2007-2009

# Projet:

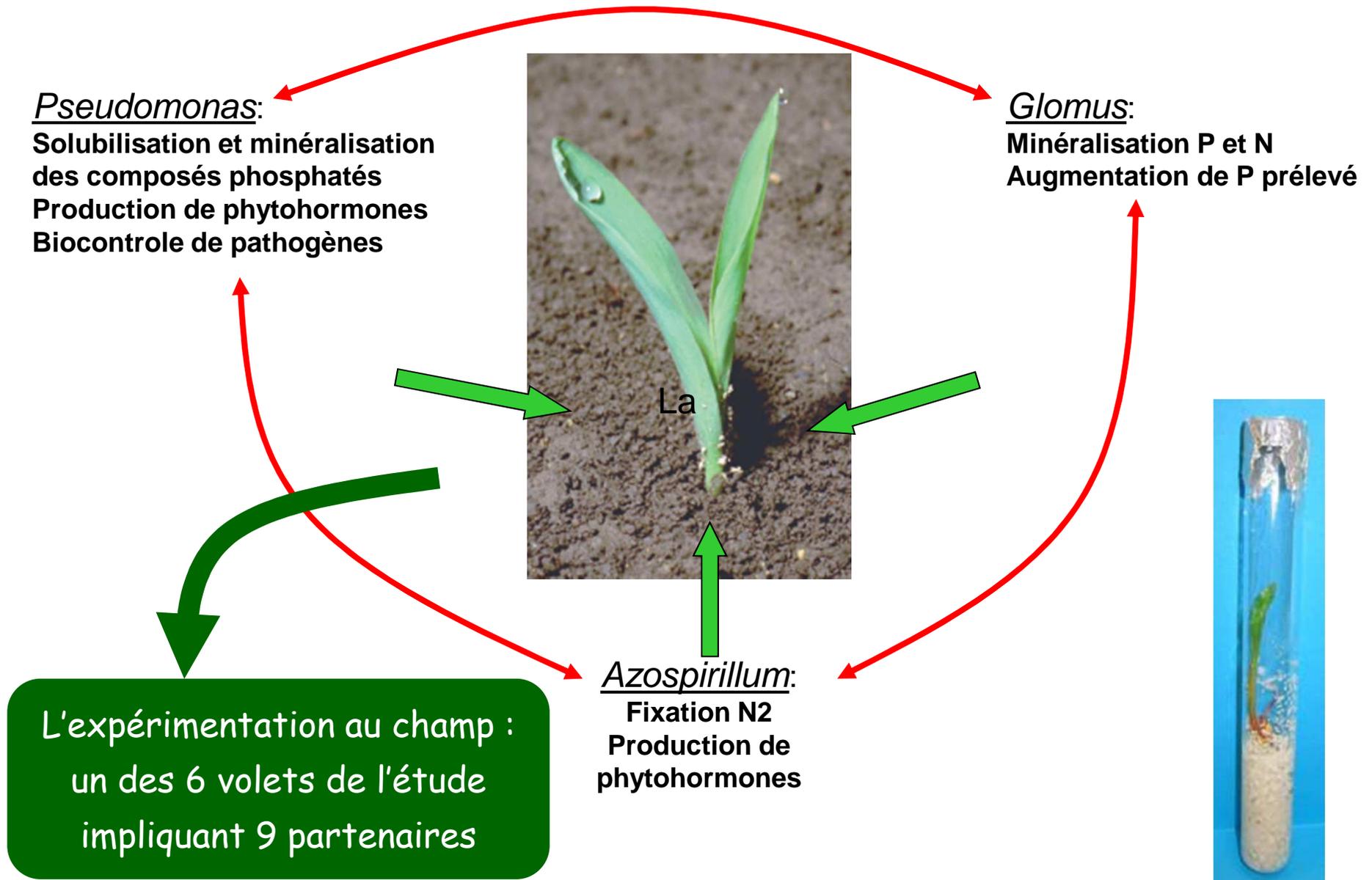
« Management of plant-beneficial microbes to balance fertiliser inputs in maize monoculture »

« Dans le projet Micromaize une nouvelle stratégie est proposée visant à réduire l'emploi des fertilisants chimiques pour la monoculture du maïs...

L'objectif est d'aboutir à une réduction de 20 à 30 % des engrais azotés et de 50% des engrais phosphatés en préservant les niveaux actuels de production »

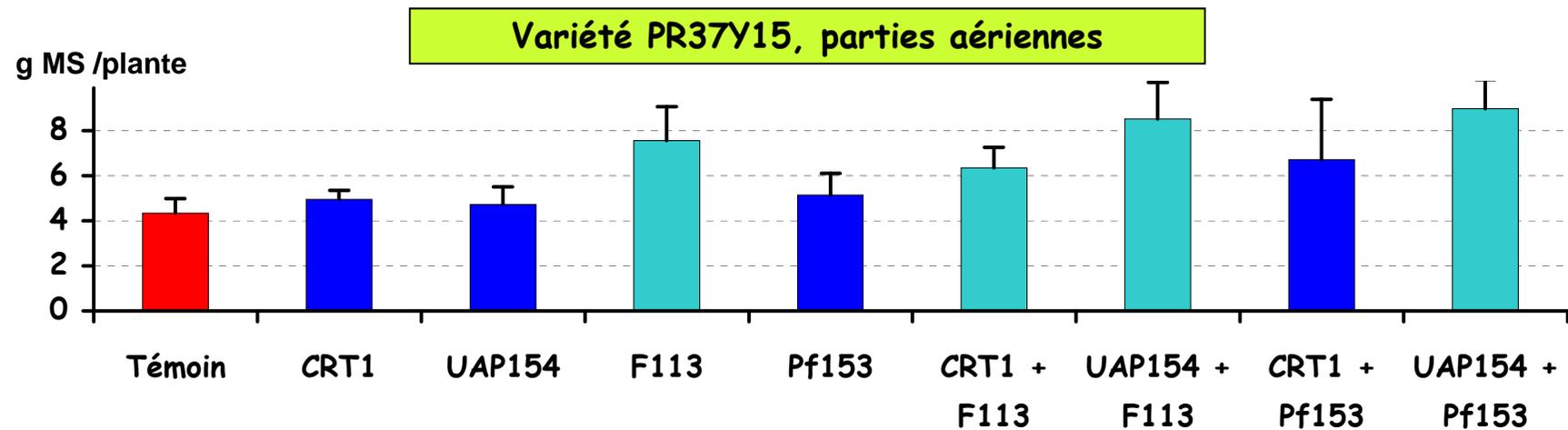
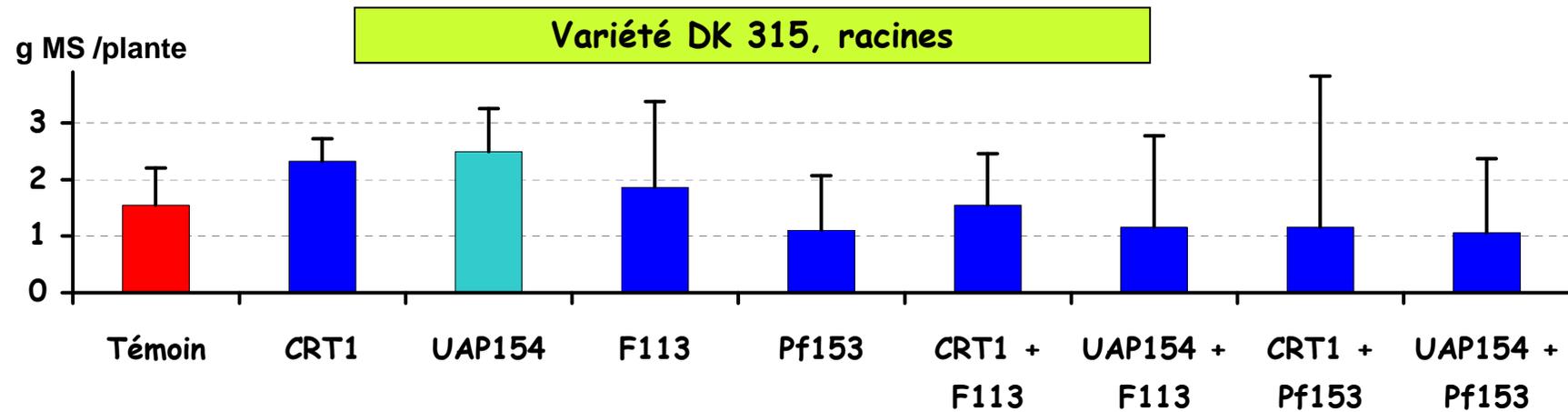


# Synergies entre plantes et microbes



# Des interactions plantes micro-organismes dépendantes du génotype

Pas d'effet significatif de l'inoculation sur la croissance des racines de PR37Y15 et des parties aériennes de DK315



# Nature des traitements étudiés

## Complexes microbiens

x

## fertilisation N P

$C_0$  = témoin

$C_1$  = (Azosp + Pseud + AMF)<sub>1</sub>

$C_2$  = (Azosp + Pseud + AMF)<sub>2</sub>

NP<sub>1</sub> = Nopt - 160 , P 0

NP<sub>2</sub> = Nopt - 80 , P opt /2

NP<sub>3</sub> = N opt , P opt

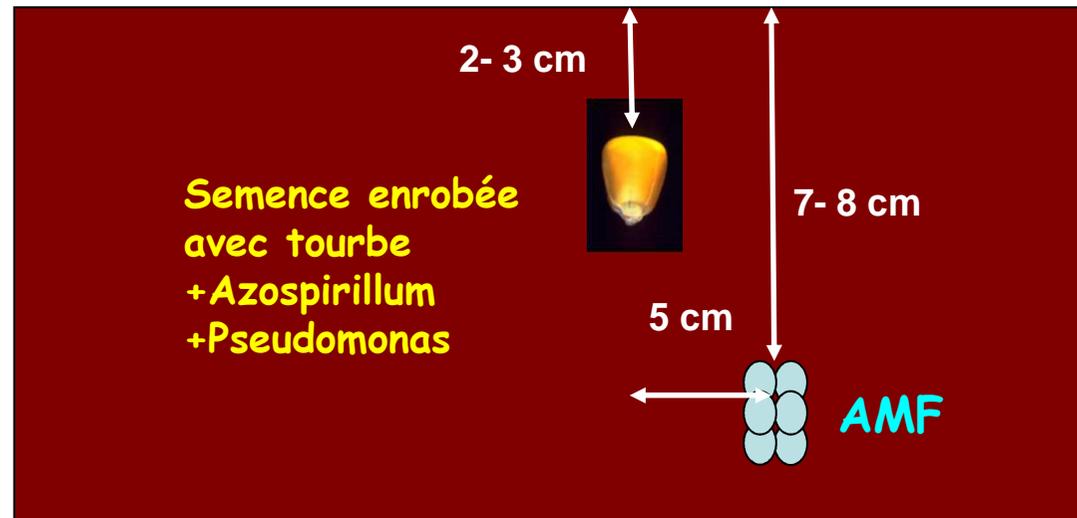
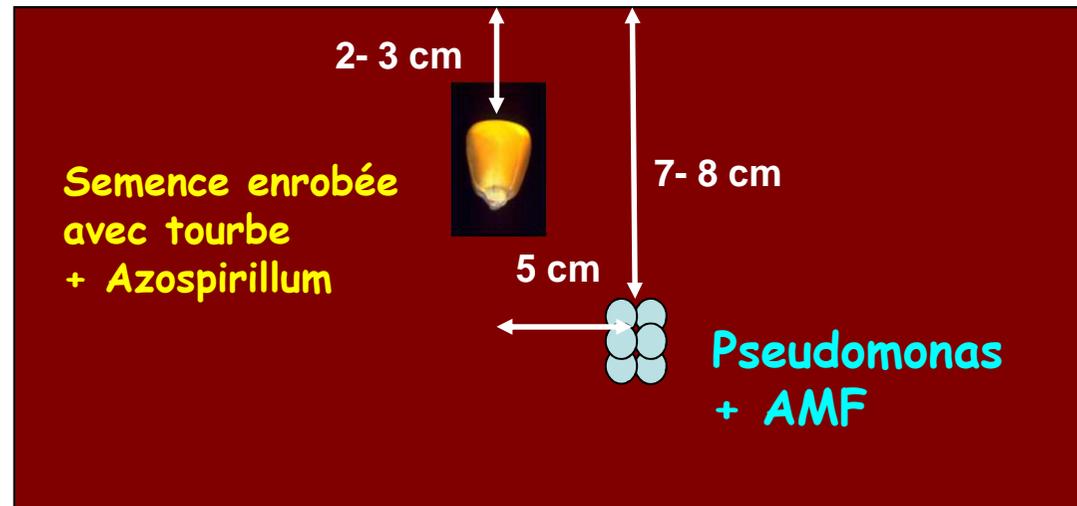
Microorganisme	Souches
<i>Bactéries Azospirillum</i>	CRT1 UAP154 CFN-535
<i>Bactéries Pseudomonas fluorescens</i>	F113 Pf153
<i>Mycorhizes</i>	Glomus intraradices AMF mix (G intraradices + G mossae + G claroideum)

# Inoculation des cultures par les complexes microbiens

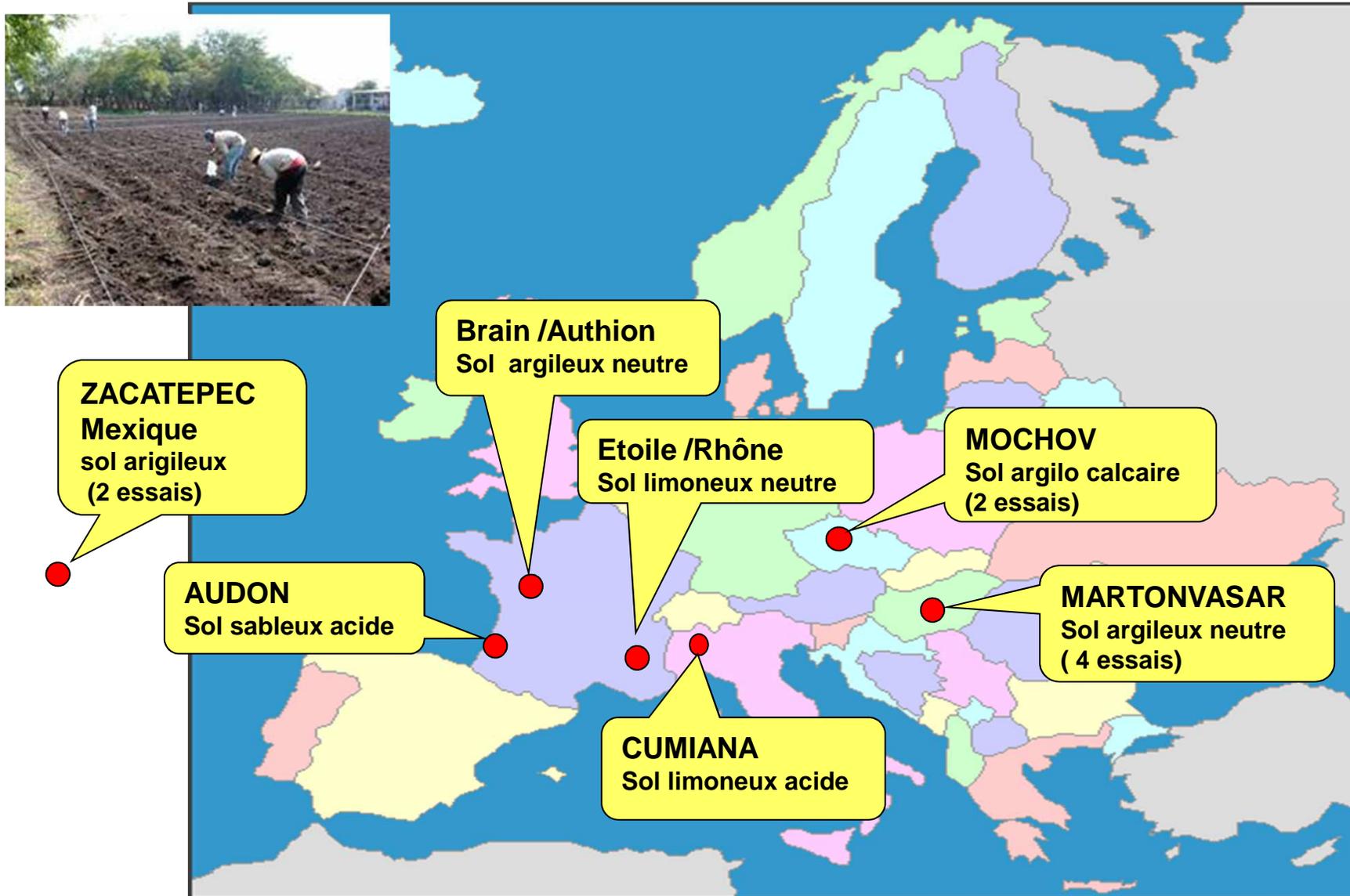
2008



2009



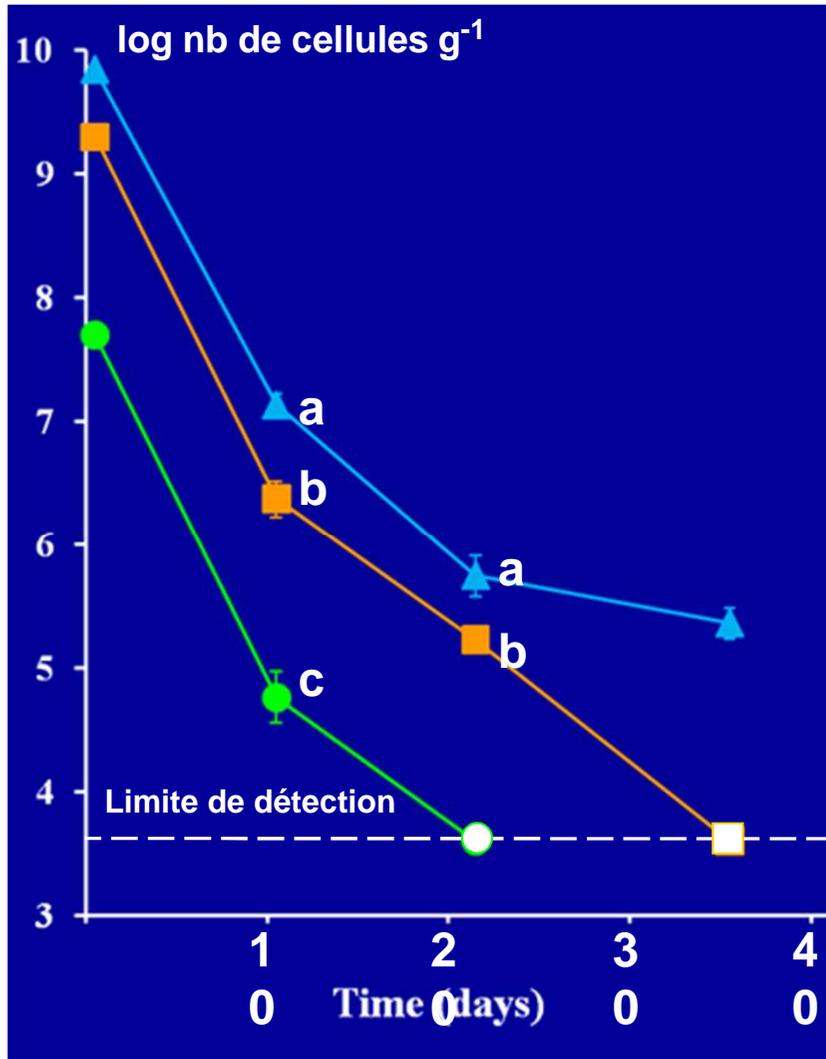
# Localisation des 12 expérimentations au champ en 2008 et 2009



## Observations et mesures

- Biomasse racines et parties aériennes à 3-5 feuilles
- développement foliaire
- colonisation des racines et rhizosphère par les souches inoculées  
4, 8 et 12 semaines après semis
- date de floraison femelle
- Biomasse aérienne et N, P absorbés à maturité physiologique
- verse
- production de grain et humidité
- Contamination des tiges et épis par les fusarioses

## Evolution de la colonisation des racines par *Azospirillum* en fonction de la souche

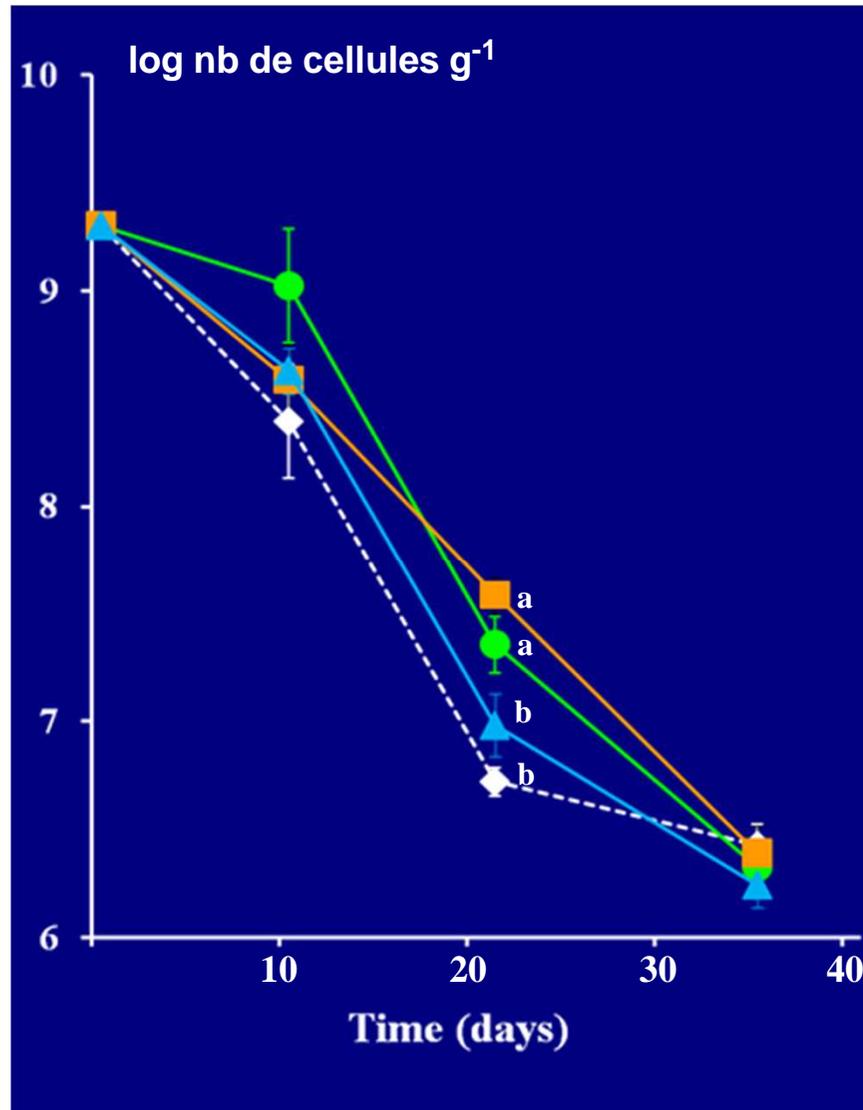


*A. lipoferum* CRT1 ●  
*A. brasilense* UAP-154 ■  
*A. brasilense* CFN-535 ▲

} +  
Glomus intraradices  
+  
Pseudomonas F113

La durée de survie des souches inoculées dans la rhizosphère est courte . Elle dépend de la souche considérée

# Evolution de la colonisation des racines par *Pseudomonas* F 113 en fonction de la souche d'*Azospirillum* inoculée



Inoculation = *Pseudomonas* F113 + :

AMF

AMF + *A. lipoferum* CRT1

AMF + *A. brasilense* UAP-154

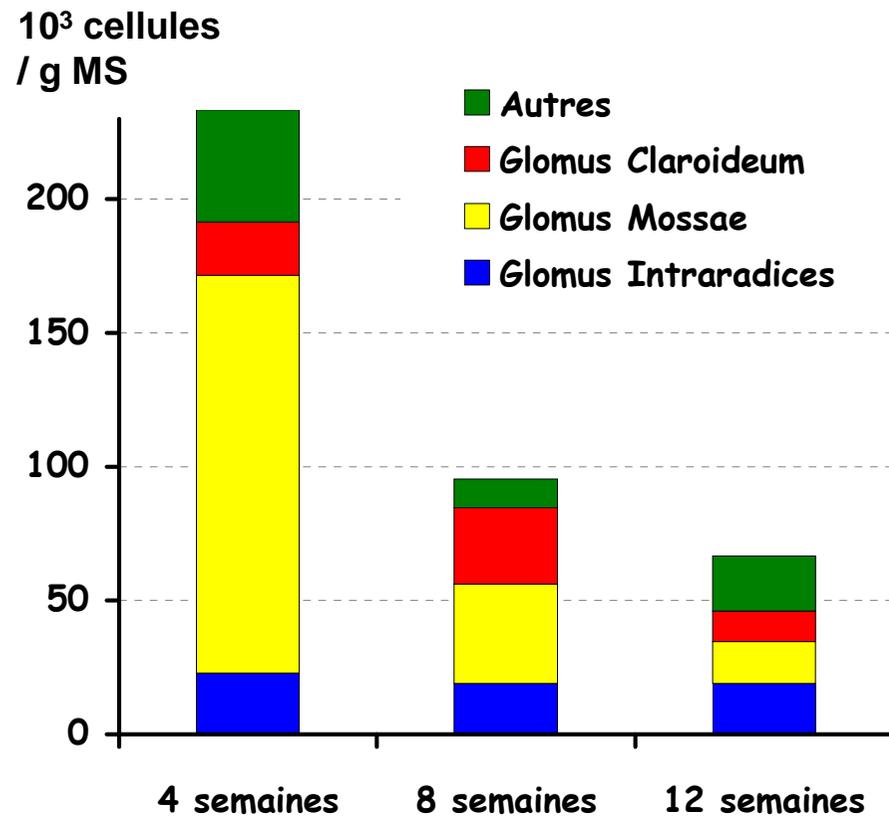
AMF + *A. brasilense* CFN-535

Forte réduction de la colonisation des racines par F113 dans le mois suivant le semis.

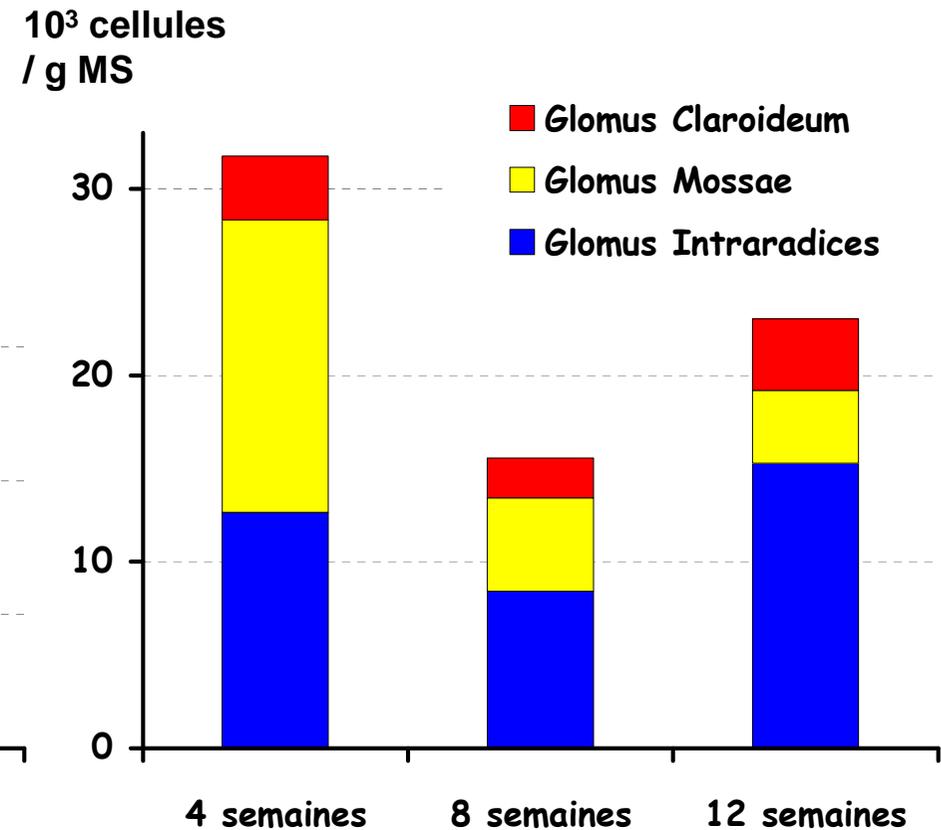
# Evolution de la colonisation des racines par les mycorhizes après l'inoculation au semis

AMF inoculée = *Glomus Intraradices*

Sol sableux à Audon (40) France

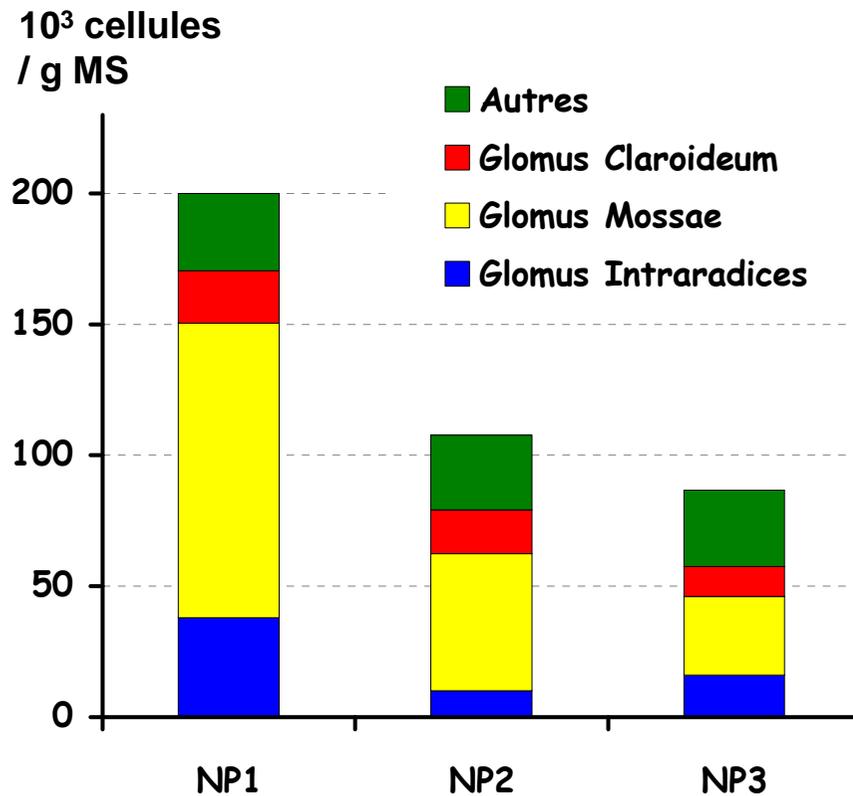


Sol argileux à Martonvasar Hongrie

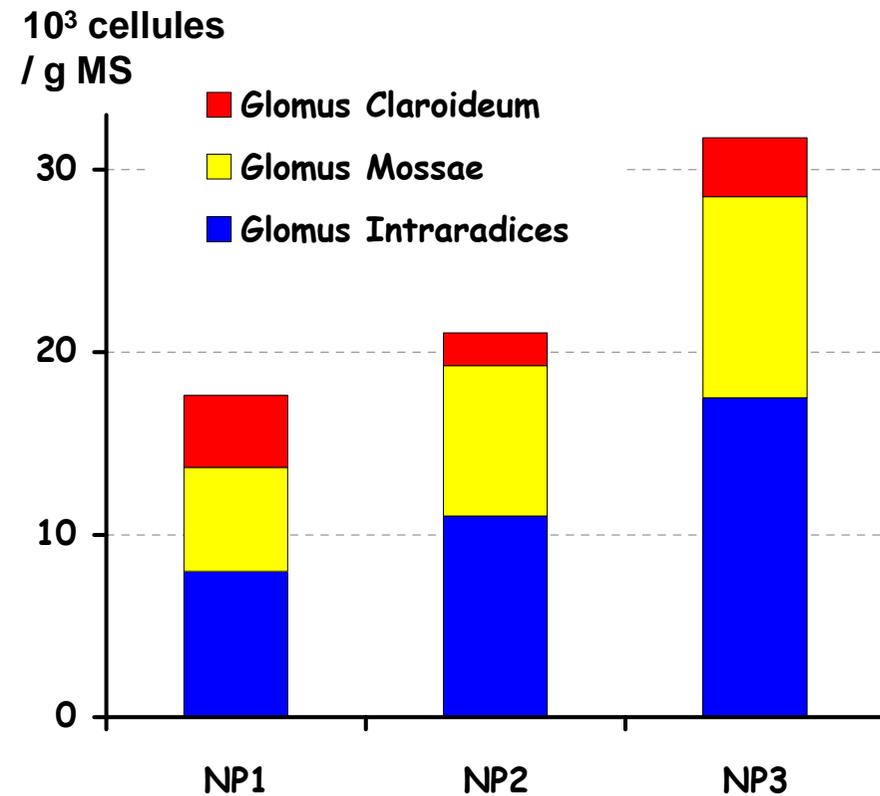


# Colonisation des racines par les mycorhizes et fertilisation N P

Sol sableux à Audon (40) France



Sol argileux à Martonvasar Hongrie



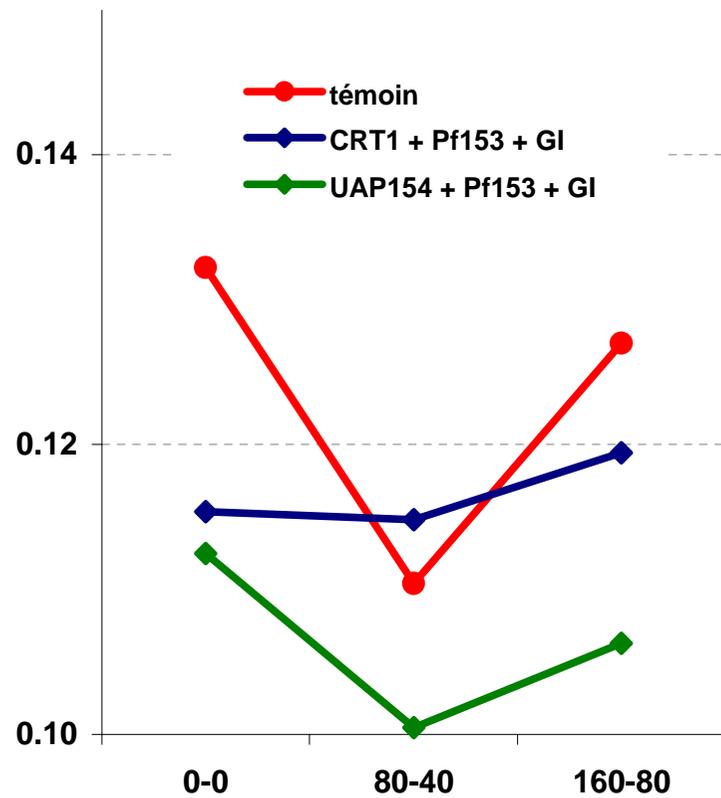
Inoculation = *Glomus Intraradices*

# Des effets parfois très précoces de l'inoculation: biomasse du maïs à 4-5 feuilles en 2008

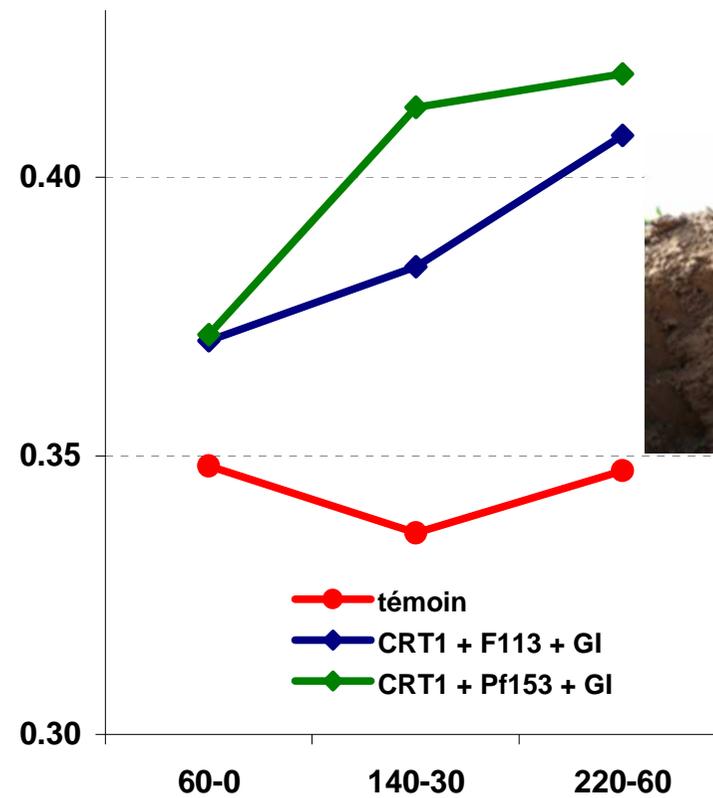
Effet négatif à 4 feuilles à  
Cumiana en Italie

Effet positif à 5 feuilles à  
Audon (40) en France

g MS plante<sup>-1</sup>



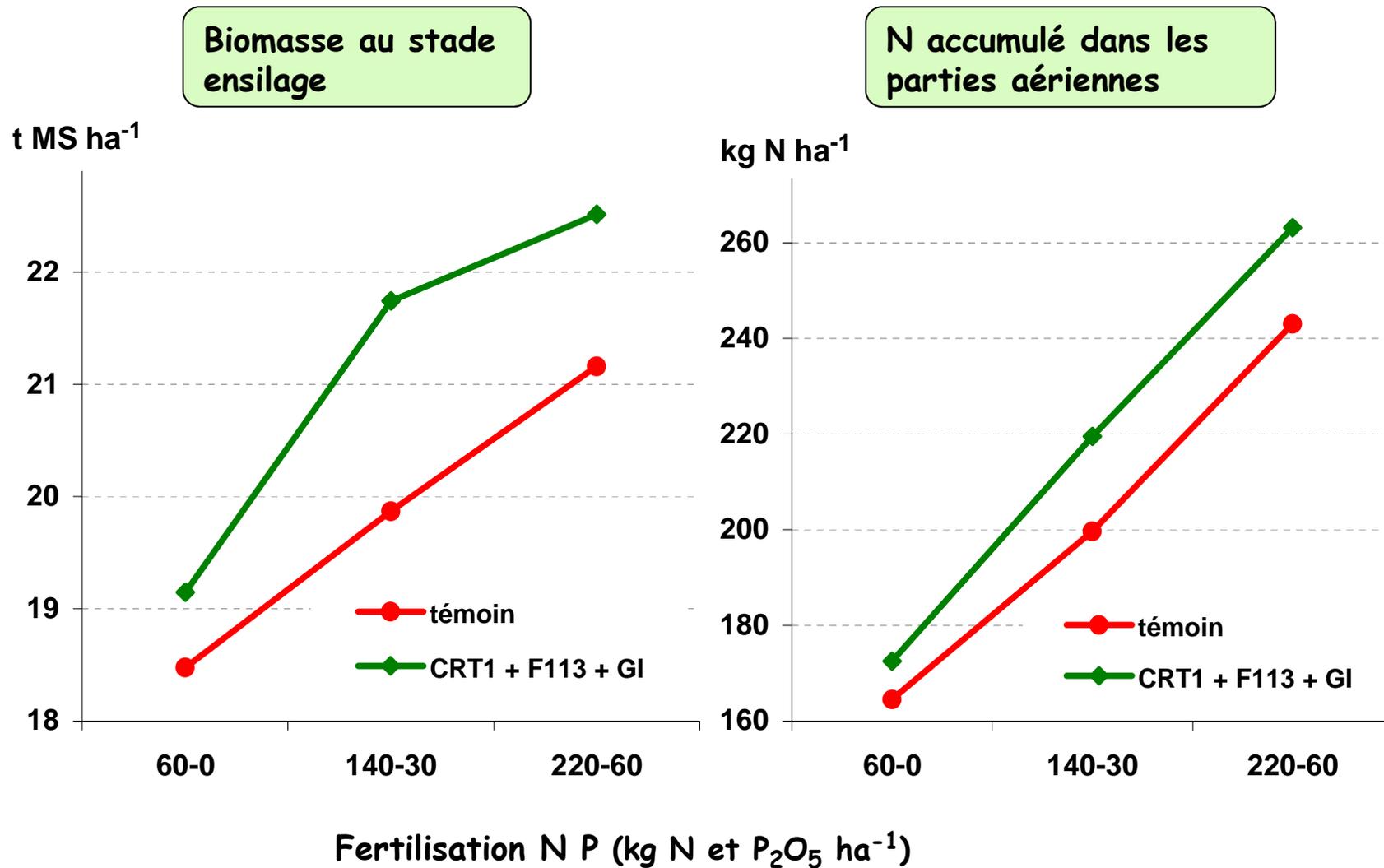
g MS plante<sup>-1</sup>



Fertilisation N P (kg N et P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>)

# Quelques effets sur la production récoltable et sur l'alimentation minérale du maïs

Audon en 2008

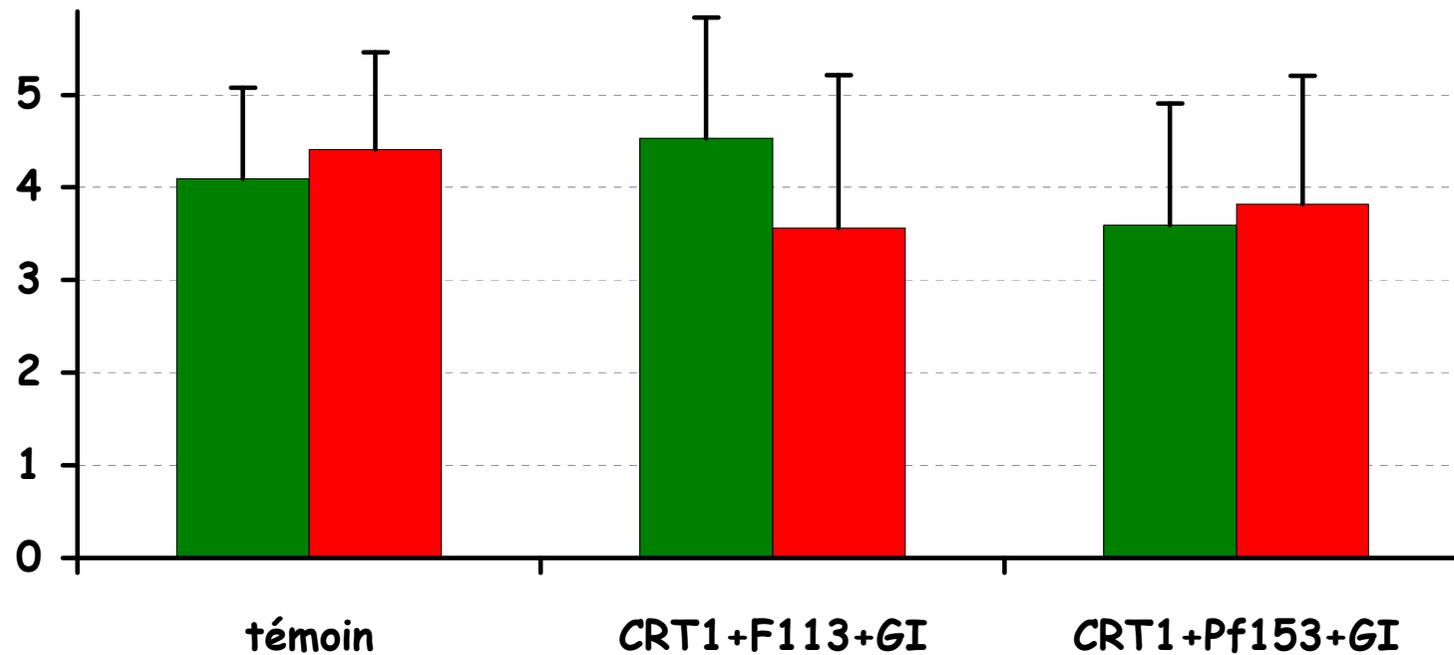


# Effet des traitements sur l'intensité des contaminations par *Fusarium graminearum* 9703 inoculé à Etoile / Rhône en 2009

0 = absence  
7 = 100% de la surface des épis contaminée



Note d'intensité

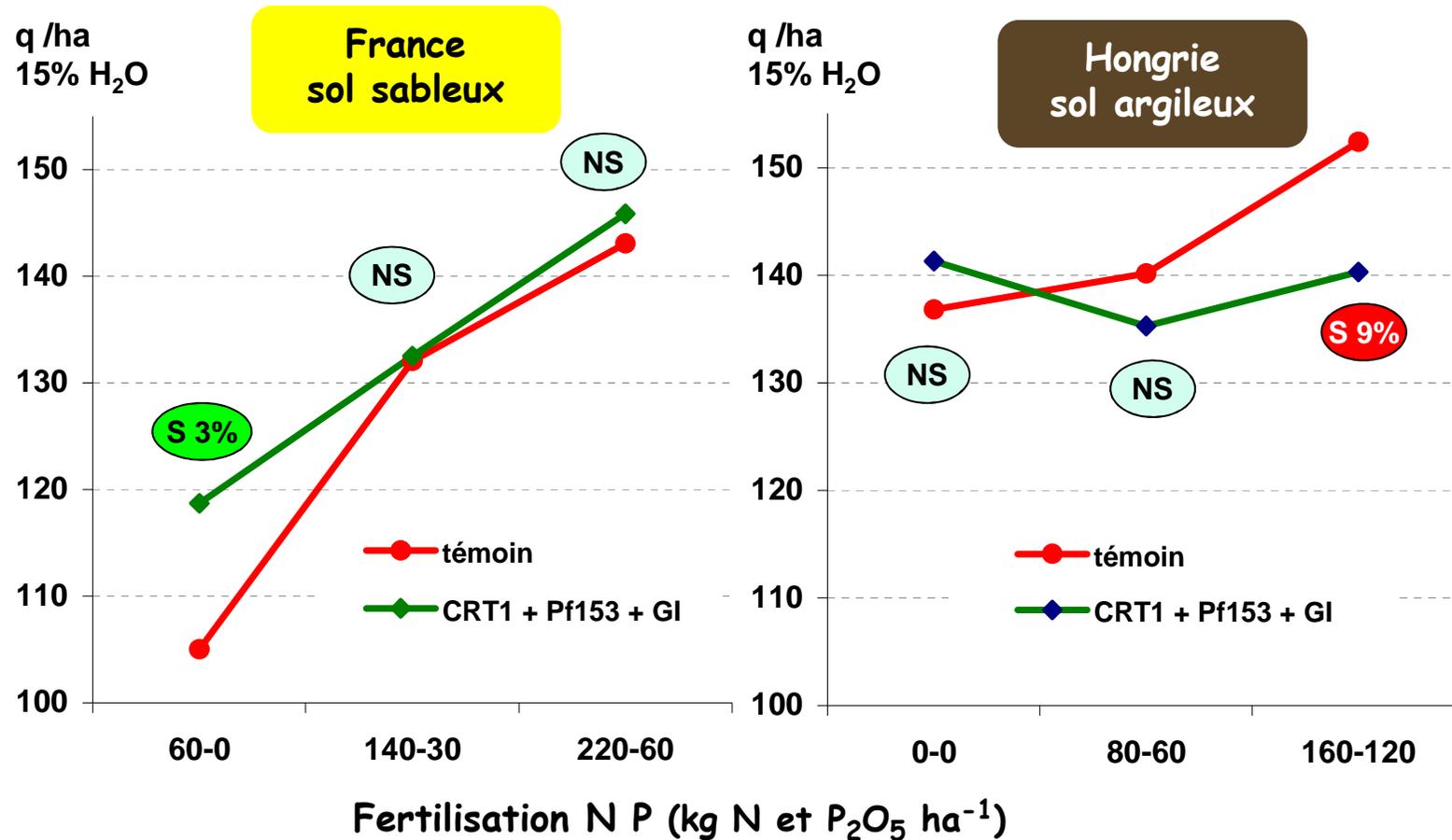


120 kg N, 0 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> /ha

200 kg N, 36 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> /ha

# Des effets contradictoires sur la production de grain

CRT1 = bactérie Azospirillum, Pf153 = bactéries Pseudomonas, GI = Mycorhizes



Effets contradictoires, positifs ou négatifs, de l'inoculation du même complexe microbien

# Synthèse des résultats Micromaize obtenus en 2008

		France	Hongrie standard	Hongrie fertilité	Italie	République Tchèque
complexe microbien	MS à 4 feuilles	S (0.01)	NS	NS	S (0.03)	S (0.03)
	Racines / partie aérienne 4F	NS	NS	NS	NS	NS
	Date de floraison	NS	NS	NS	NS	NS
	MS fourrage	S (0.09)	NS	NS	NS	NS
	N absorbé	S (0.06)			NS	NS
	Grain	S (0.03)	NS	NS	NS	NS
	Fusarium / épis	NS	S (0.01)	NS	NS	NS
NP	MS à 4 feuilles	NS	NS	S (0.01)	NS	NS
	Racines / partie aérienne 4F			S (0.01)		
	Date de floraison	S (0.09)	NS	S (0.09)	NS	NS
	MS fourrage	S (0.02)	NS	NS	S (0.04)	S (0.07)
	N absorbé	S (0.01)			S (0.01)	S (0.01)
	Grain	S (0.01)	S (0.07)	S (0.01)	S (0.01)	NS
	Fusarium / épis	S (0.01)	NS	NS	NS	NS
Nature des effets observés		Effet positif (proba $\alpha$ )		Effet négatif (proba $\alpha$ )		

# Synthèse des résultats Micromaize obtenus en 2009

		France Etoile/Rhône	France Brain/Authion	Hongrie standard	Hongrie fertilité	République Tchèque	Mexique
complexe microbien	MS à 4 feuilles	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Racines / partie aérienne 4F	NS		NS	NS	NS	S (0.02)
	Stade 8 feuilles	NS		NS	NS	NS	NS
	MS fourrage	NS	S (0.01) ?	S (0.08)	NS	NS	
	N absorbé		S (0.01) ?	S (0.03)	S (0.04)	NS	
	Grain	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Verse			NS	NS	NS	
	Fusarium	NS	NS	NS	NS	S (0.04)	
NP	MS à 4 feuilles	NS	NS	NS	S (0.05)	NS	NS
	Racines / partie aérienne 4F			NS	S (0.01)		NS
	Stade 8 feuilles	NS		NS	S (0.01)	NS	NS
	MS fourrage	NS	NS	NS	S (0.01)	S (0.05)	
	N absorbé	S (0.06)	NS	NS	S (0.01)	S (0.04)	
	Grain	NS	NS	NS	S (0.001)	NS	S (0.02)
	Verse	NS		NS	NS	NS	
	Fusarium	NS	NS	NS	NS	NS	

Nature des effets observés

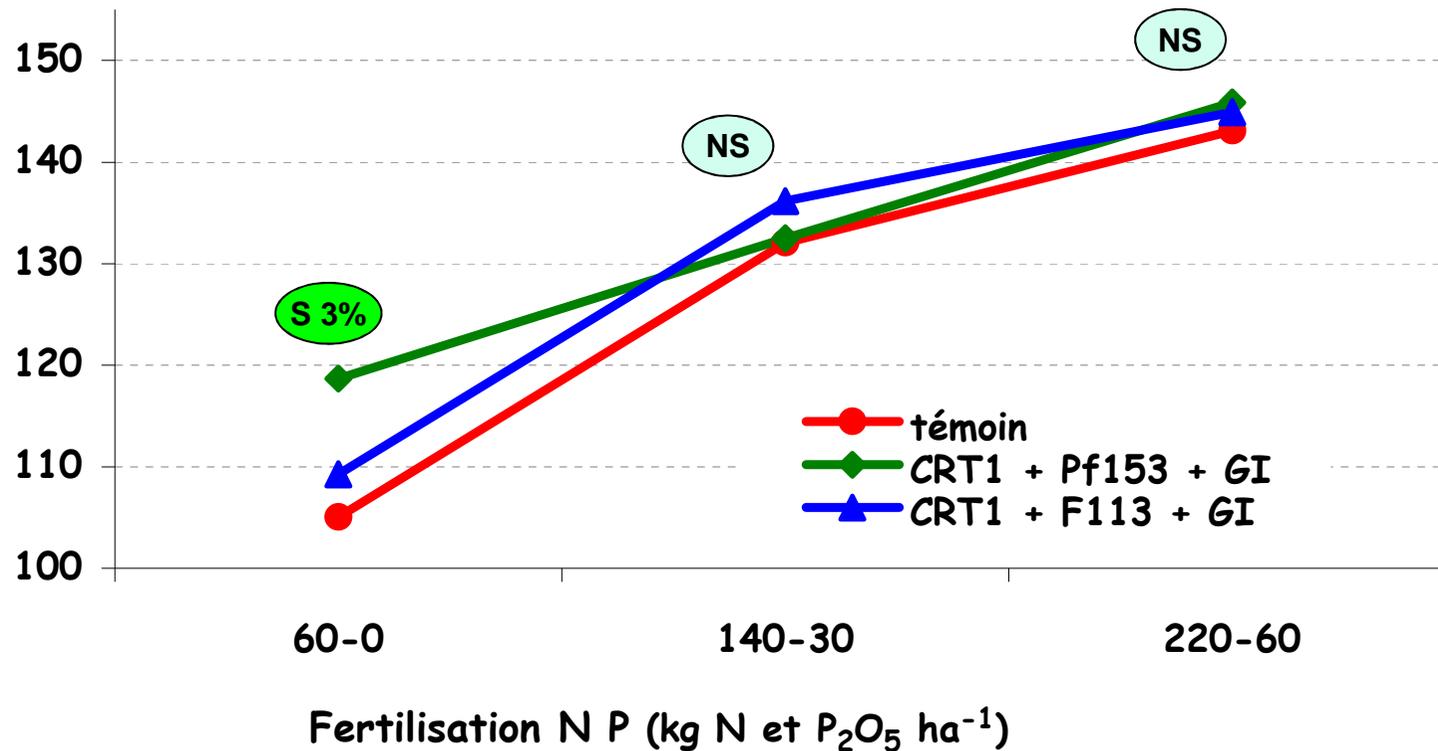
Effet positif (proba  $\alpha$ )

Effet négatif (proba  $\alpha$ )

# L'inoculation de microorganismes permet-elle de réduire la fertilisation N P ?

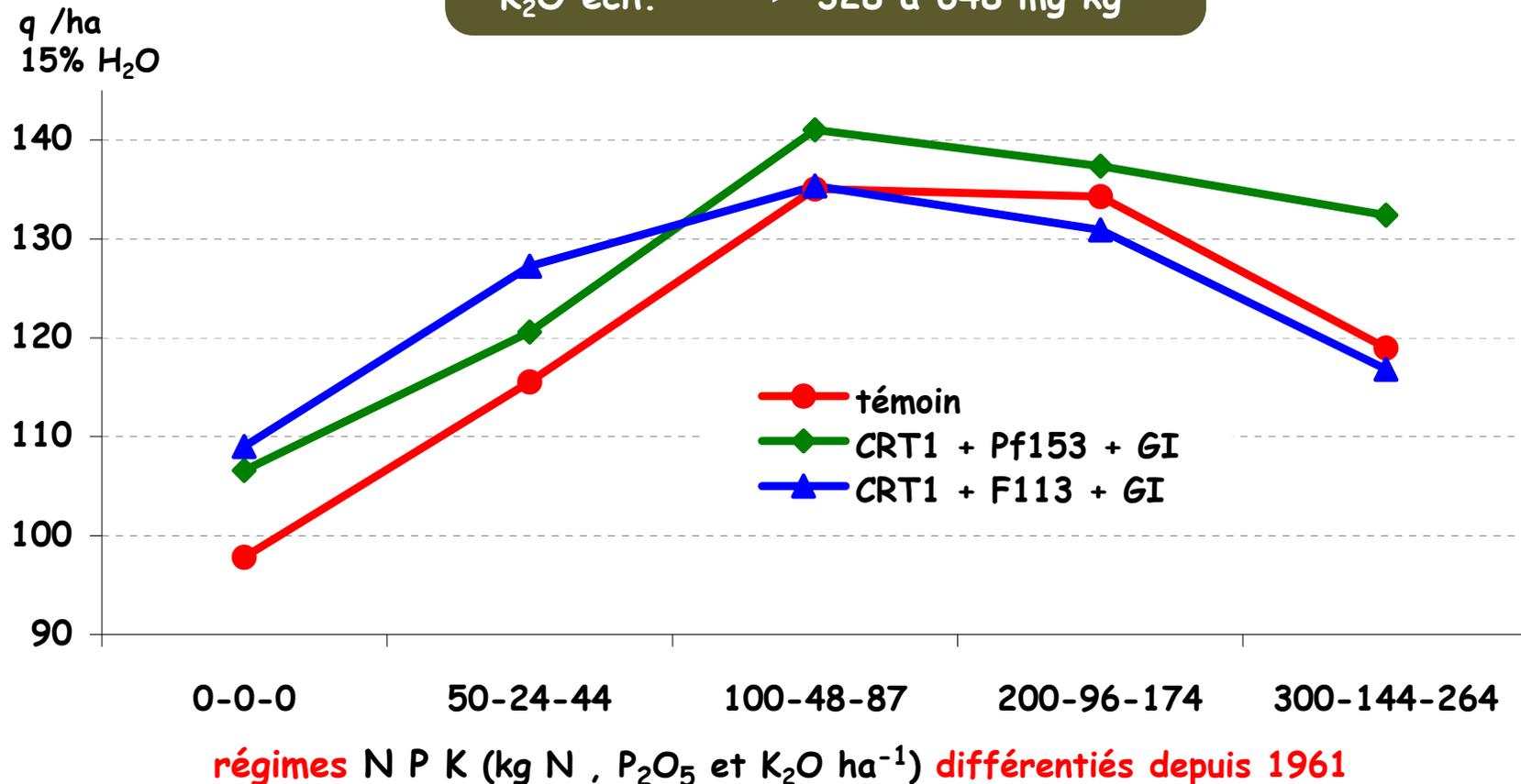
sol sableux à Audon, France  
115 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Olsen kg<sup>-1</sup>

q /ha  
15% H<sub>2</sub>O



# L'inoculation de microorganismes permet-elle de réduire la fertilisation N P ?

sol argileux à Martonvasar, Hongrie  
 $P_2O_5$  Olsen  $\longrightarrow$  27 à 143  $mg\ kg^{-1}$   
 $K_2O$  éch.  $\longrightarrow$  328 à 648  $mg\ kg^{-1}$

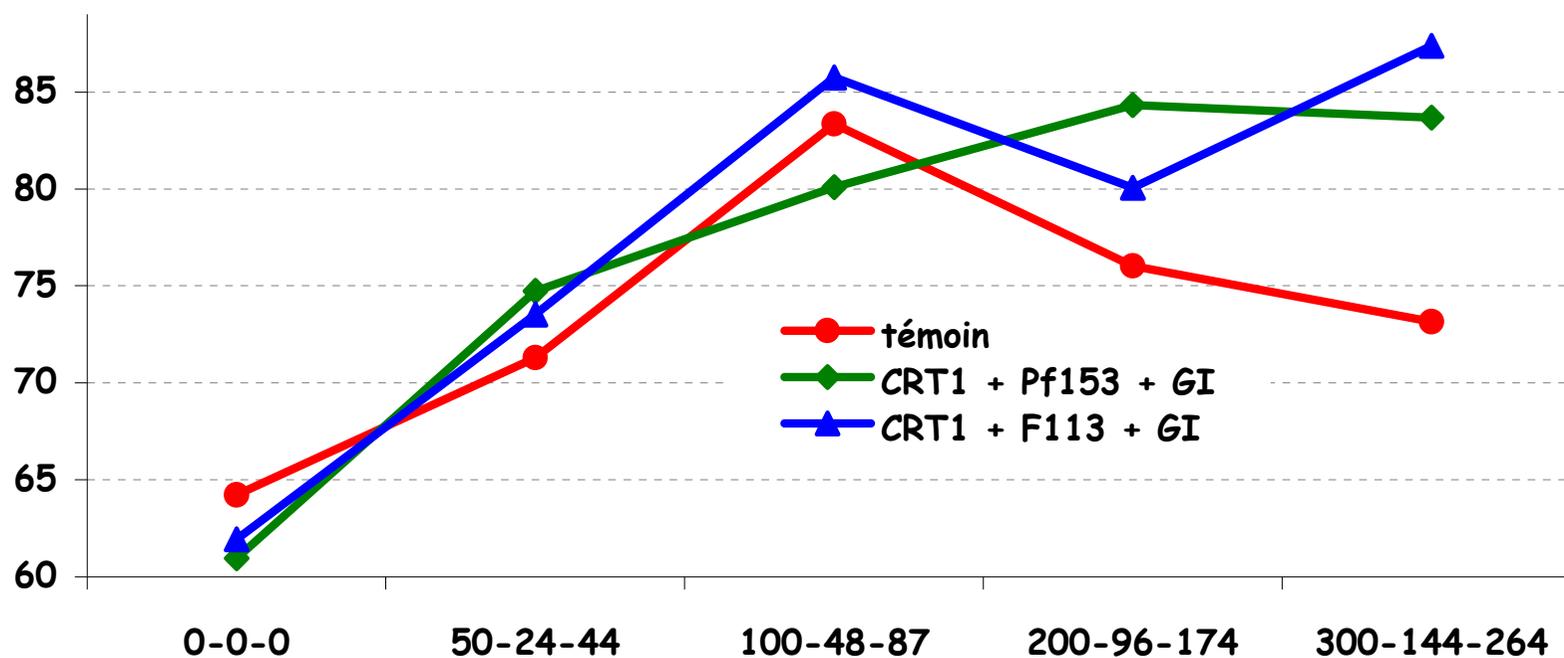


Effets significatif de la fertilisation NPK (Proba  $\alpha = 0,001$ )  
Aucun effet significatif des complexes microbiens (Proba  $\alpha = 0,23$ )

# L'inoculation de microorganismes permet-elle de réduire la fertilisation N P ?

sol argileux à Martonvasar, Hongrie  
 $P_2O_5$  Olsen  $\longrightarrow$  27 à 143  $mg\ kg^{-1}$   
 $K_2O$  éch.  $\longrightarrow$  328 à 648  $mg\ kg^{-1}$

q /ha  
15%  $H_2O$



régimes N P K ( $kg\ N, P_2O_5$  et  $K_2O\ ha^{-1}$ ) différenciés depuis 1961

Effets significatif de la fertilisation NPK (Proba  $\alpha < 0,001$ )  
Aucun effet significatif des complexes microbiens (Proba  $\alpha = 0,75$ )

# Conclusion:

L'inoculation du maïs PR37Y15 par des souches sélectionnées de micro-organismes a induit :

- des effets **aléatoires** et de nature **variable** (positifs ou négatifs) sur la croissance, l'alimentation minérale, la production de grain et son état sanitaire
- a révélé **peu ou pas d'interaction avec la fertilisation N P** lorsque celle-ci s'avère nécessaire. Le niveau de fertilisation optimal n'a pas été modifié par l'inoculation