



Valorizzare l'orticoltura transfrontaliera Valorisation des productions légumières transfrontalières



Activités menées par l'unité de Pathologie Végétale dans le projet :

Lutte biologique contre les maladies des plantes (collaboration Agroinnova, APREL, CA06, CReSO)

- Identifier des micro-organismes et des stimulateurs des défenses naturelles des plantes (SDN)

- étude bibliographique: tomate / *Botrytis*, Oïdium - laitue / *Botrytis*, *Sclerotinia* → efficacité, statut réglementaire
- sélection de micro-organismes et de SDN

- Tester en conditions contrôlées les microorganismes et SDN sélectionnés: tomate / *Botrytis*, Oïdium - laitue / *Botrytis*, *Sclerotinia*

- Tester les microorganismes et SDN sélectionnés en conditions de production (APREL, CA06, CReSO)

Identifier des micro-organismes et des stimulateurs des défenses naturelles des plantes

- Bibliographie → scientifique + technique
- Disponibilité → commercialisation
- Statut réglementaire
 - homologation ou en cours dans UE
 - généralement pas sur champignons cibles

Commercial name	micro-organism / compound	Utilisation	Homologation
AntiBot	Microdochium dimerum L13	<i>Botrytis</i> /tomate	(France)
Milsana	Fallopia sakhalinensis	Oidium	Allemagne, USA
Serenade	Bacillus subtilis QST713	<i>Botrytis</i> /vigne	France
Sonata	Bacillus pumilus	Oidium/Légumes	USA
Trianium	Trichoderma harzianum T22	Trait. sol/Légumes	France
Enzicur	milk enzyme	Oidium/Légumes	(France)
Siliforce	silicic acid	Oidium	Belgique
Bion 50WG	Acibenzolar-S-méthyl	Oidium/céréales	France
SemaFort	extract from seaweeds and plants	Nutrition	?
ChitoPlant	chitosan	?	Allemagne
Sol-Actif	chitine+chitosan	Traitement sol	?
Prev-Am	extract from sweet orange	Aleurodes/cg, tom	France
Stifenia	extract from fenuareek	Oidium/viane	France
Elot-Vis	plant extracts + ethanol		Allemagne
Iodus2	laminarine	Oidium/céréales	France
	fructose		
	hexanoic acid		
	milk		

Botrytis cinerea

Tomate



Laitue



Fraisier



Photo Certis

Oidium neolycopersici

Tomate



Sclerotinia sclerotiorum *S. minor*

Laitue



2010

- évaluation de l'efficacité des 14 produits
 - tests en conditions contrôlés
 - protection de la tomate et de la laitue contre *B. cinerea* (plaies de taille, feuilles)
 - protection de la tomate contre *O. neolycopersici*
 - protection de la laitue contre *Sclerotinia* spp.

2010

- évaluation de l'efficacité des 14 produits

2011

- étude de facteurs d'efficacité des SDP les plus prometteurs
 - effet souche de l'agent pathogène (*B. cinerea* / tomate, laitue)
 - effet de la nutrition azotée de la plante sur l'efficacité de la protection (*B. cinerea* / fraisier)
- évaluation de l'efficacité de produits à base de microorganismes pour la protection de la laitue contre *B. cinerea* et *Sclerotinia* spp.
 - essai sous tunnels en conditions de production

2010

- évaluation de l'efficacité des 14 produits

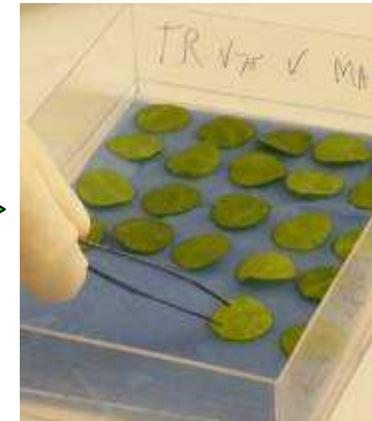
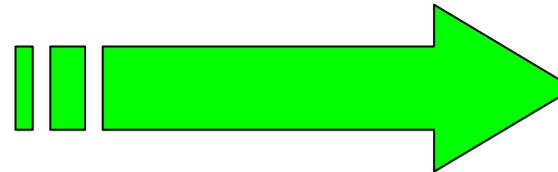
2011

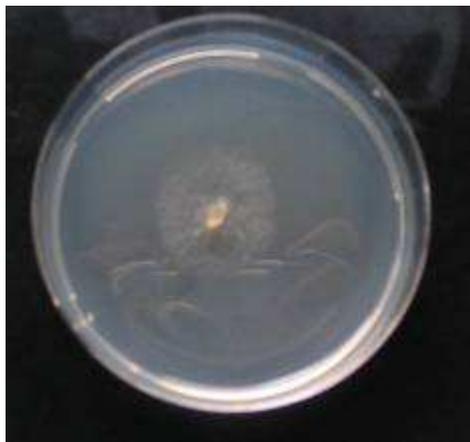
- étude de facteurs d'efficacité des SDP les plus prometteurs
 - effet souche de l'agent pathogène (*B. cinerea* / tomate, laitue)

protection des feuilles



+ 2 jours

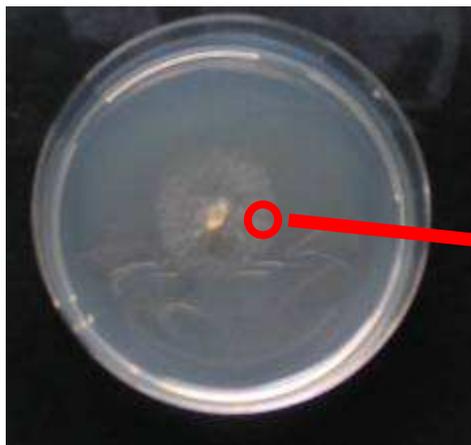




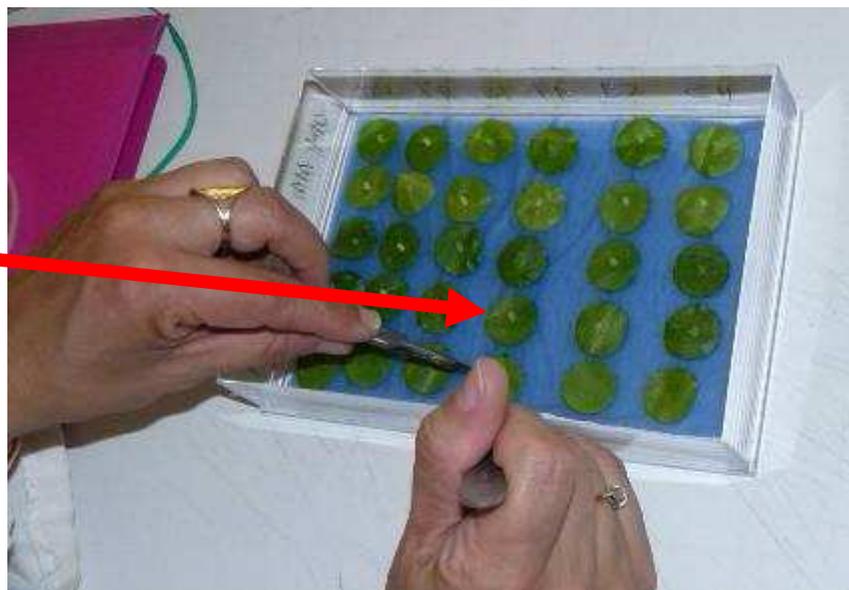
Production de l'inoculum



implants mycéliens calibrés



Inoculation par dépôt d'implants

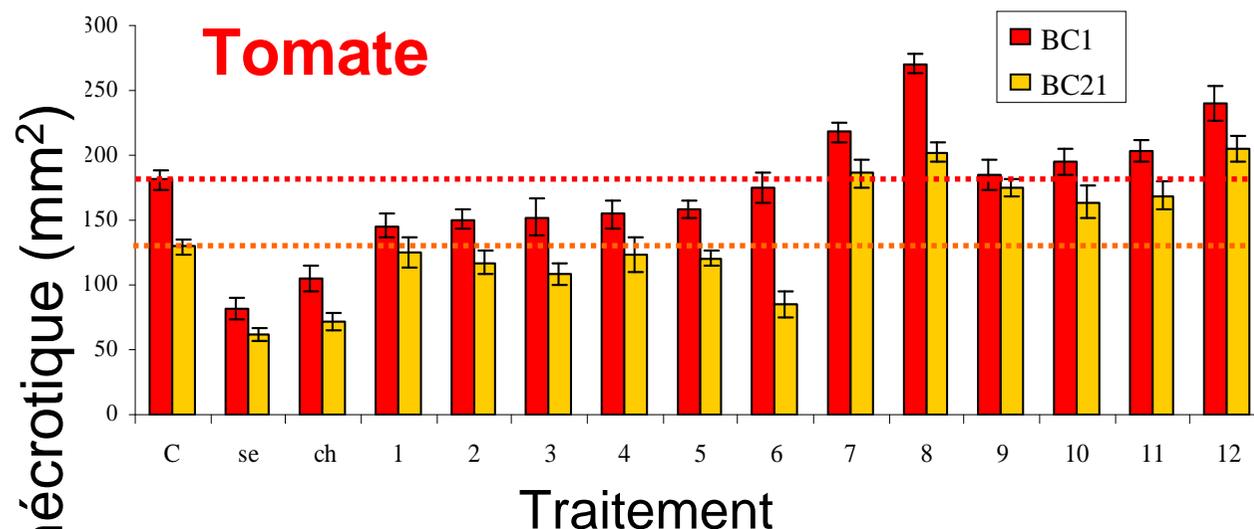


- Incubation à 21°C, 14h jour
- Surface de lésion nécrotique, 48 HAI (Assess 2.0, APS)
- 4 disques / traitement
- 3 boites polystyrène
- 2-3 répétitions

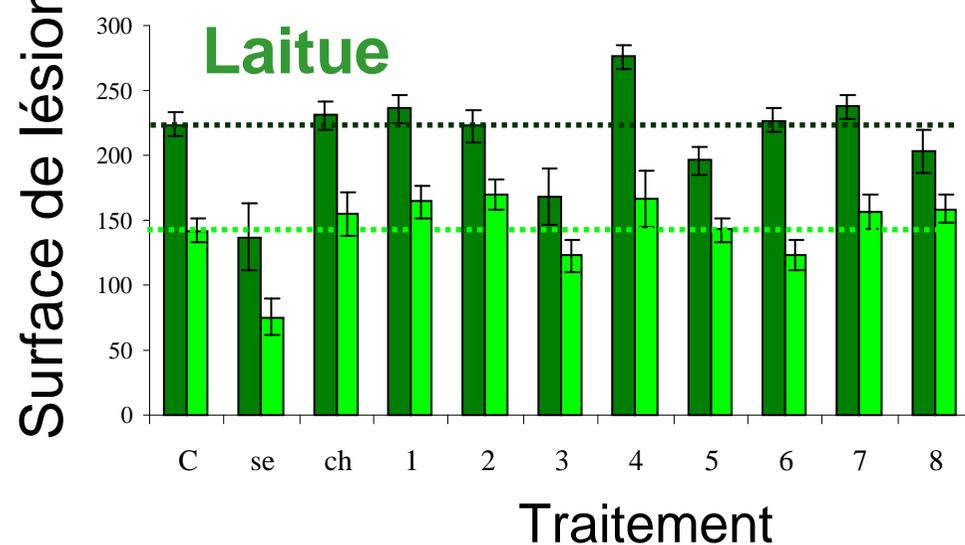


Estimation d'un taux de protection pour chaque traitement:

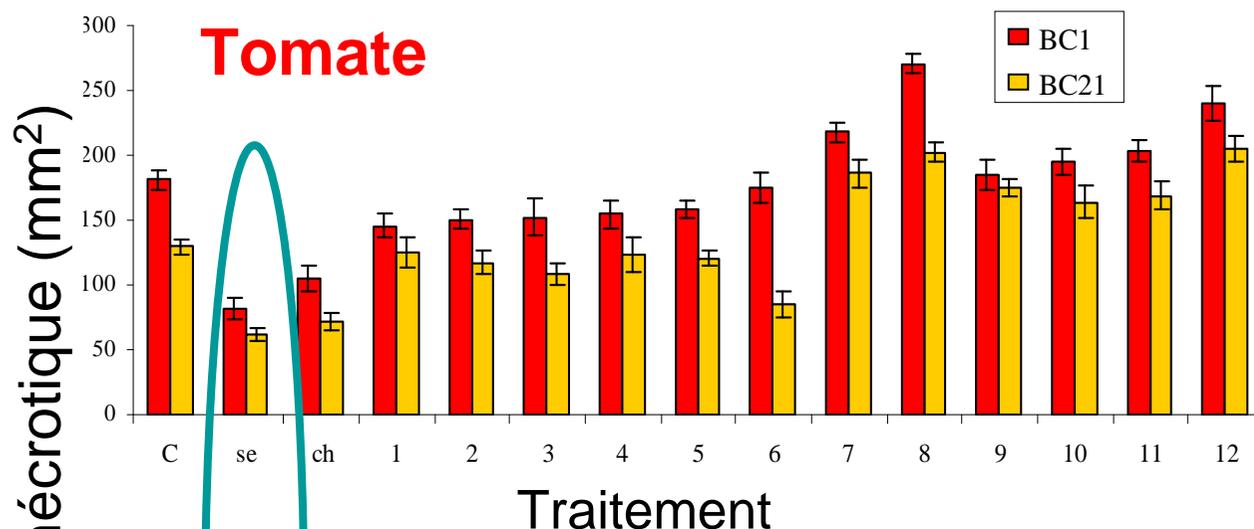
$$P = 100 \times (1 - SL_{\text{produit}} / SL_{\text{témoin}})$$




Effet	<i>p</i>
Traitement	< 0.0001
Souche	< 0.0001
Interaction	< 0.0001



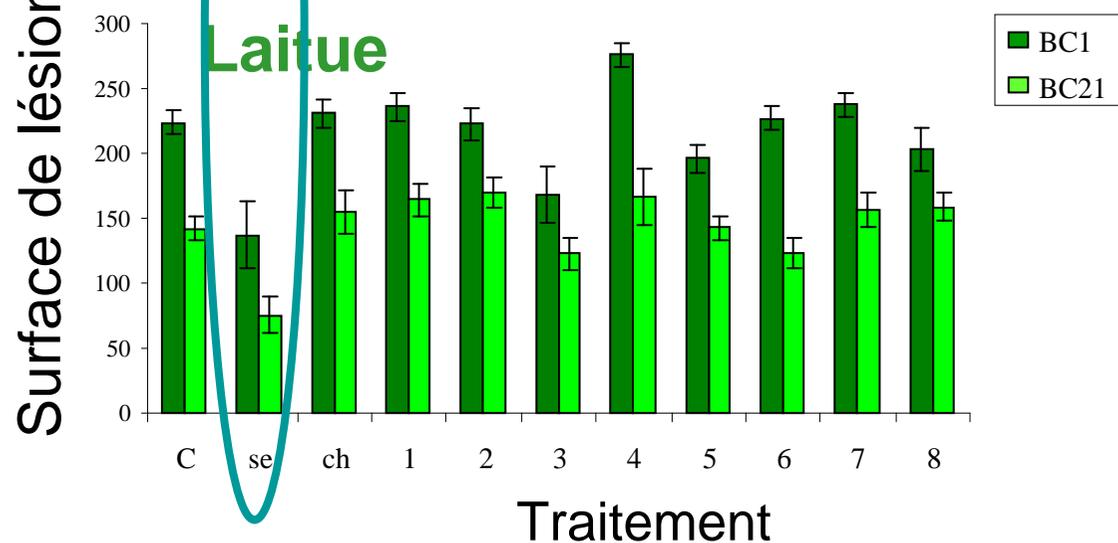

Effet	<i>p</i>
Traitement	< 0.0001
Souche	< 0.0001
Interaction	= 0.32



Taux de protection avec Serenade®



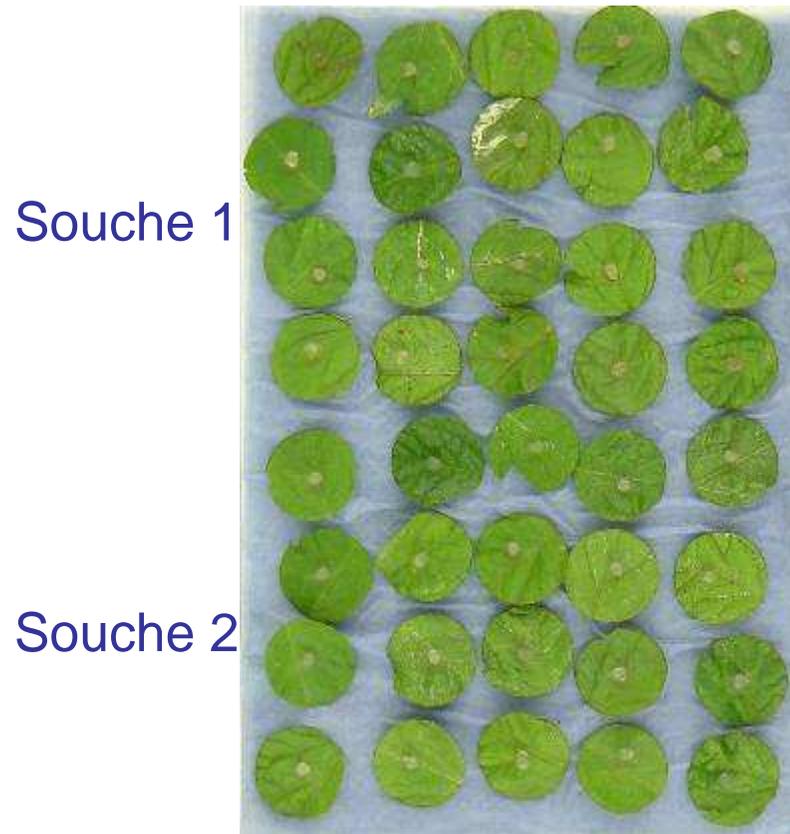
BC1 = 54 %
BC21 = 53 %



BC1 = 39 %
BC21 = 47 %

Toutes les souches de *B. cinerea* sont elles également sensibles à Serenade® Max?

- 20 souches de *B. cinerea*
- 2 concentrations de Serenade® Max (2 g/L et 8 g/L)



Souche 1

Souche 2

4 disques / concentration



2 feuilles / concentration

3 répétitions

- Surface de lésion nécrotique: tomate à 48 HAI - laitue à 72 HAI



Tomate



Laitue

Serenade
8 g/L

65 ± 3 %

45 ± 5 %

Serenade
2 g/L

37 ± 3 %

23 ± 6 %

p (ANOVA)

< 0.001

= 0.004

meilleure protection à 8 g/L qu'à 2 g/L



Tomate



Laitue

p (ANOVA)

Serenade
8 g/L

65 ± 3 %

45 ± 5 %

= 0.001

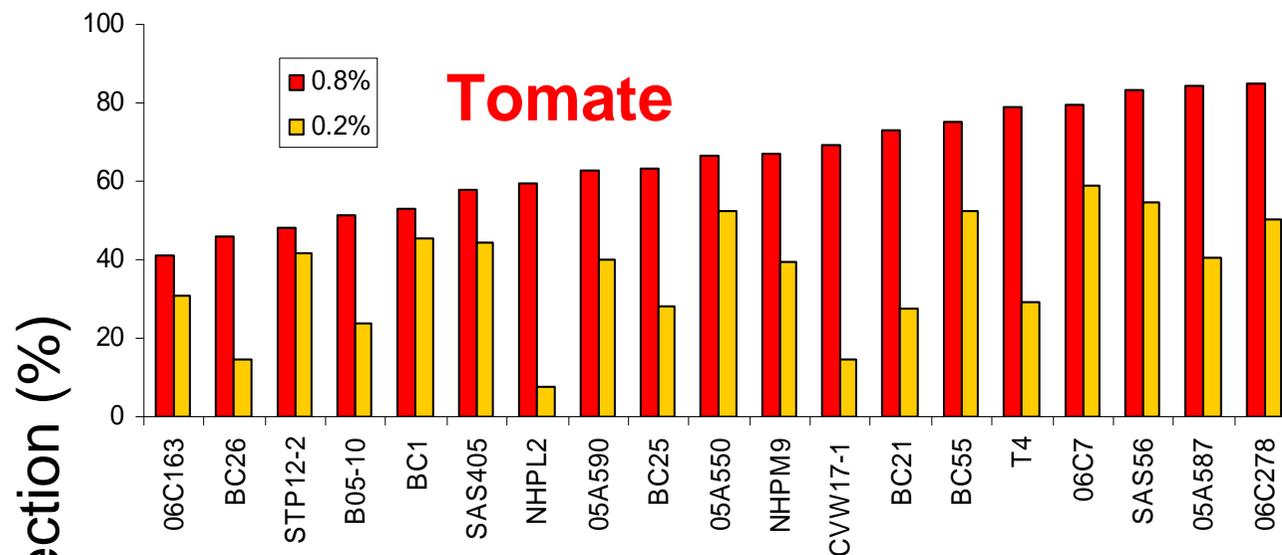
Serenade
2 g/L

37 ± 3 %

23 ± 6 %

= 0.043

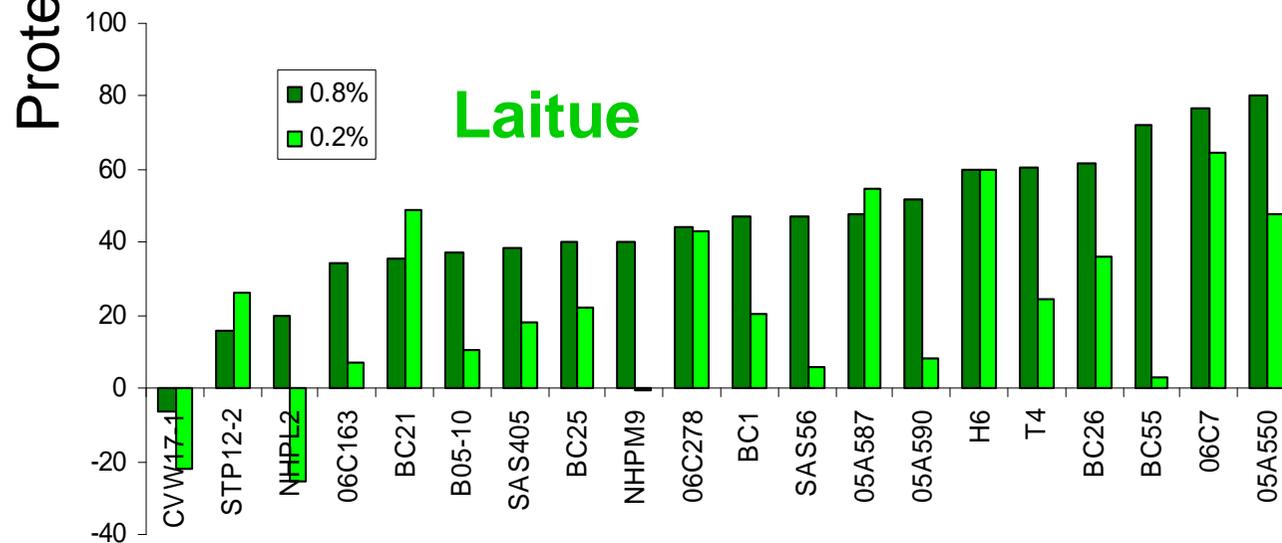
meilleure protection sur tomate que sur laitue



ANOVA sur la surface de lésion nécrotique



Effet	<i>p</i>
Souche	< 0.0001
Dose	< 0.0001
Interaction	< 0.0001



Effet	<i>p</i>
Souche	< 0.0001
Dose	< 0.0001
Interaction	= 0.001

Souches de *Botrytis cinerea*

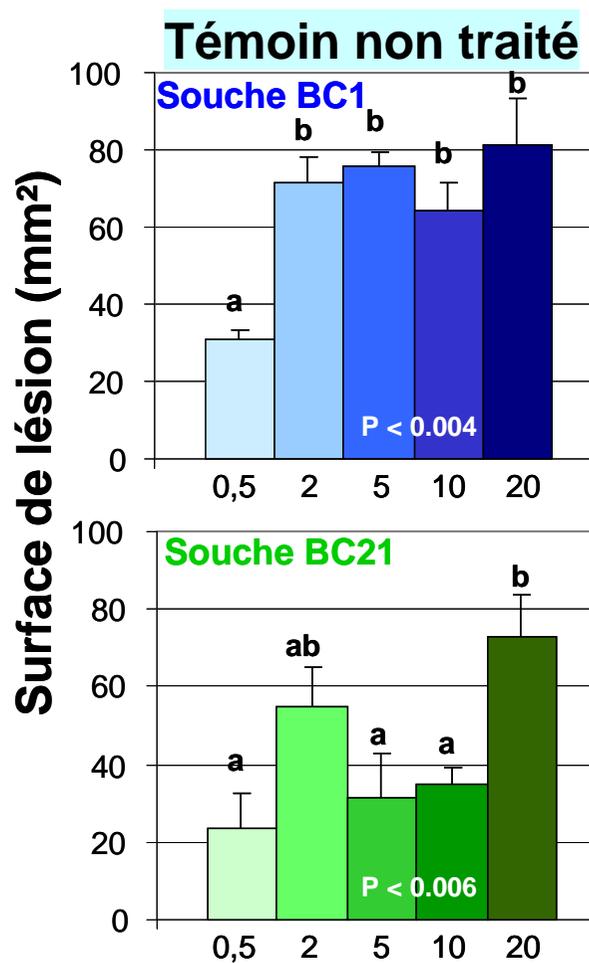
2010

- évaluation de l'efficacité des 14 produits

2011

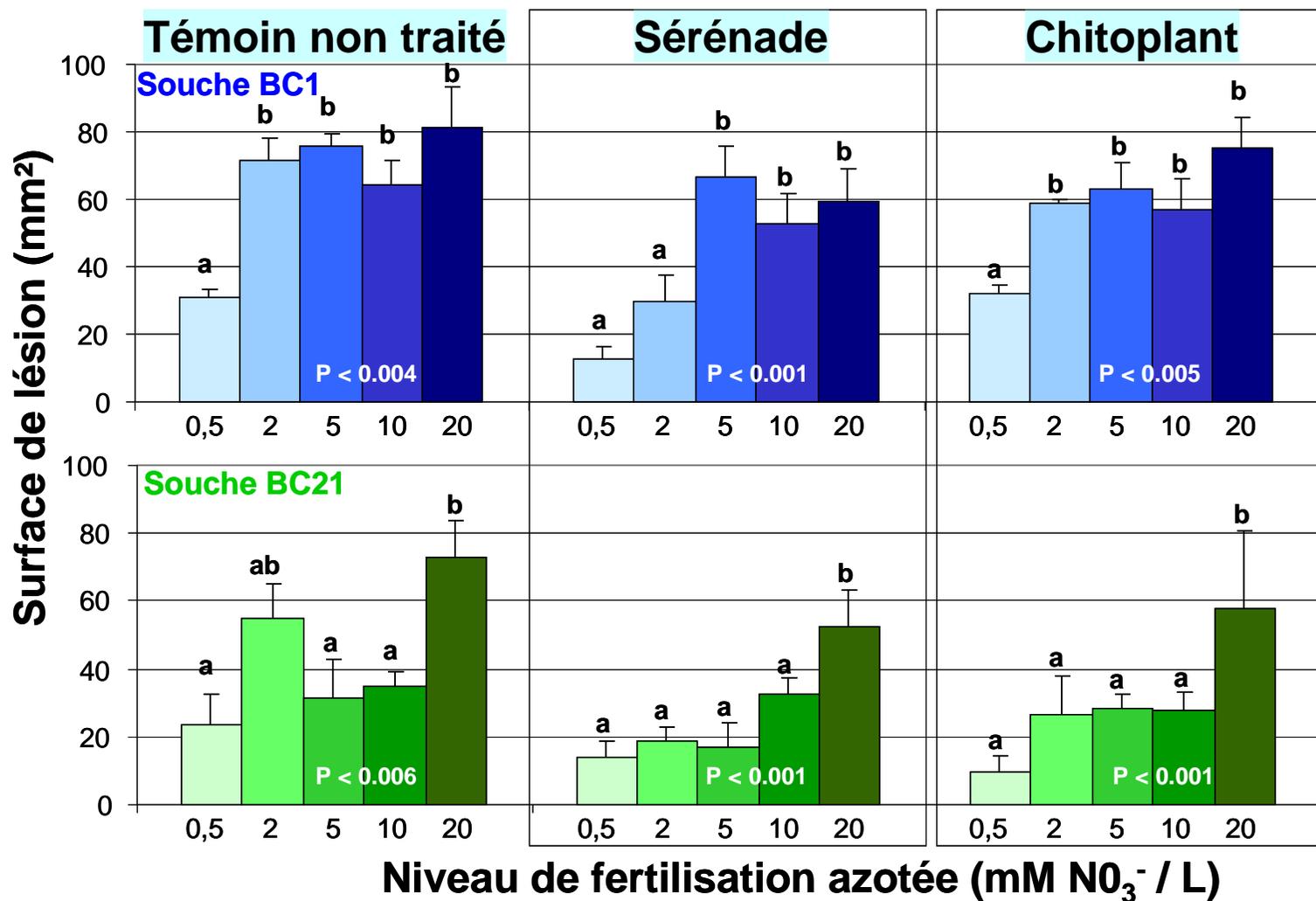
- étude de facteurs d'efficacité des SDP les plus prometteurs
 - effet souche de l'agent pathogène (*B. cinerea* / tomate, laitue)
 - effet de la nutrition azotée de la plante sur l'efficacité de la protection (*B. cinerea* / fraisier)

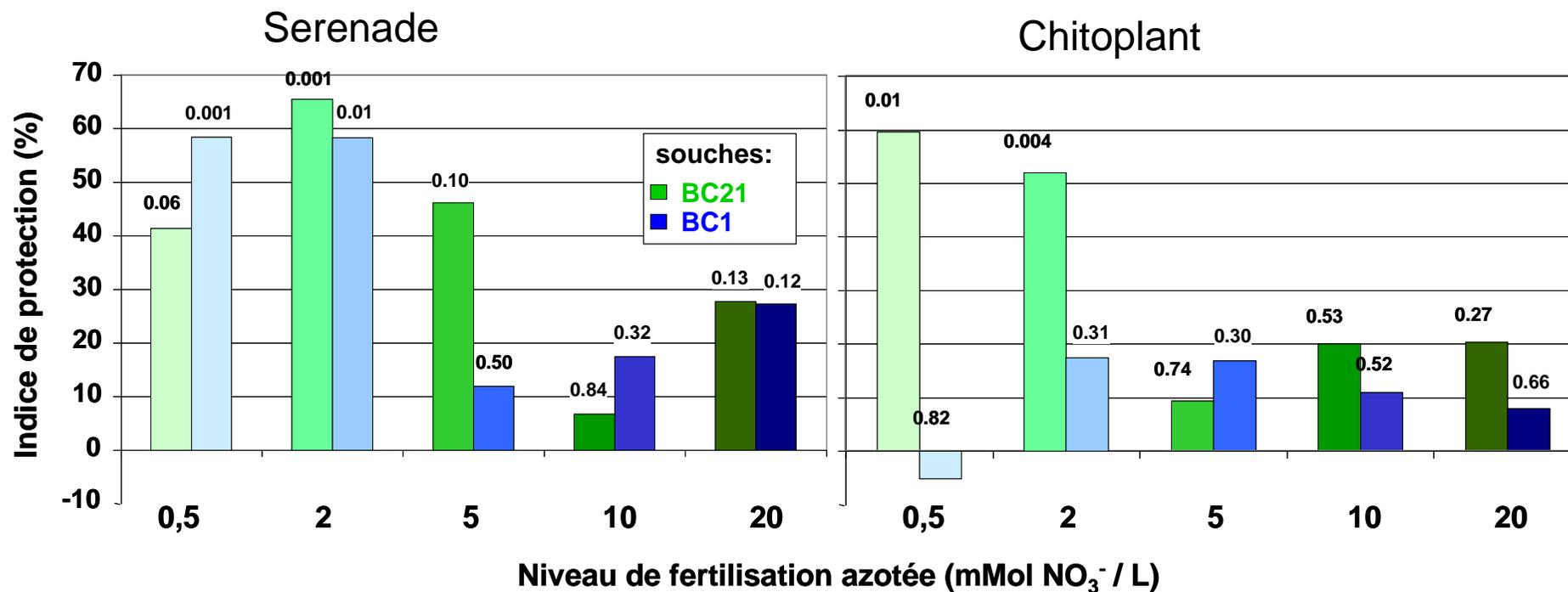




Niveau de fertilisation azotée (mM NO₃⁻ / L)

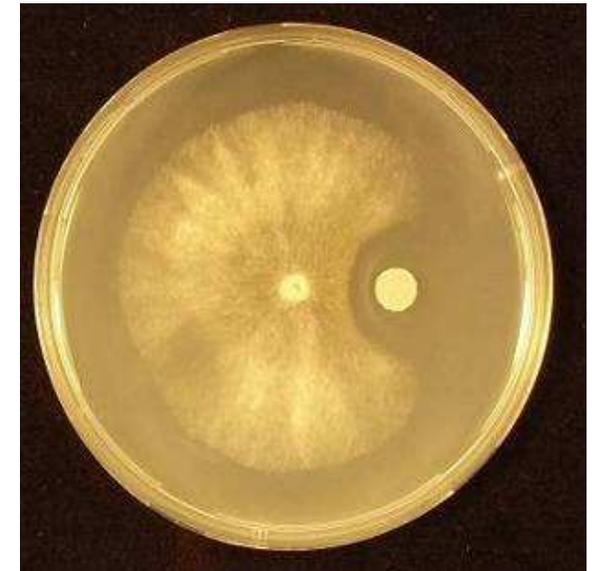
- sensibilité de la feuille plus grande pour les niveaux d'azote élevés
- effet similaire pour deux souches d'agressivité différente
- ralentissement mais développement des lésions





- Pour les deux produits, l'efficacité est plus grande pour les niveaux d'azote les moins élevés
- L'effet de la nutrition azotée sur l'efficacité du Chitoplant dépend de la souche de *B. cinerea*

- Peu d'efficacité en pulvérisation de la majorité des produits sur feuilles de tomate et laitue
- Effet de Serenade sur tomate et laitue, de chitoplant sur tomate
→ effet direct et/ou effet SDP ?



- Peu d'efficacité en pulvérisation de la majorité des produits (effet direct et effet inducteur)
- Effet de Serenade sur tomate et laitue, de chitoplant sur tomate
 - effet direct et/ou effet SDP ?
- Serenade: effet souche très marqué
 - hétérogénéité des résultats obtenus au champ ?
 - risque de perte d'efficacité après utilisation intensive ?
- Réduction des intrants azotés = outil intéressant pour la protection intégrée de la fraise
 - sensibilité d'autres organes de la plante à *B. cinerea* ?
 - sensibilité à d'autres bioagresseurs importants ?
 - performances agronomiques de la culture ?

2010

- évaluation de l'efficacité des 14 produits

2011

- étude de facteurs d'efficacité des SDP les plus prometteurs
 - effet souche de l'agent pathogène (*B. cinerea* / tomate, laitue)
 - effet de la nutrition azotée de la plante sur l'efficacité de la protection (*B. cinerea* / fraisier)
- évaluation de l'efficacité de produits à base de microorganismes pour la protection de la laitue contre *B. cinerea* et *Sclerotinia* spp.
 - essai sous tunnels en conditions de production

Tester les microorganismes et SDN sélectionnés en conditions de production

Essai laitue / *Sclerotinia*, *Botrytis*



Site de l'INRA
Saint-Maurice,
Montfavet



2 tunnels de 128 m²

Pré-culture du 25/11/10 au 21/02/11

Essai 18/03/11 au 17/05/11

TNT = témoin non traité

C = Contans WG (Belchim), *Coniothyrium minitans*

- **AMM**, TRAIT. GENERAUX*TRAIT. DU SOL*SCLEROTINIA
- Application dans sol, 21 jours avant plantation : 4kg/ha

T = Trianum (Koppert), *Trichoderma harzianum* T22

- **AMM**, Cultures légumières*Trt Sol*Stimul. Vitalité Plantes
- Application après semis en pépinière de Trianum WP, 2 semaines avant plantation (7 mars): 1,5g/m²
- (Arrosage en post-semis d'environ 1500 plantes)
- Puis application au sol de Trianum G avec microgranulateur, 24h avant plantation: 25kg/ha



E = Esquive (Agrauxine), *Trichoderma harzianum*

- **ADE**, LAITUE*TRAIT.DU SOL*RHIZOCTONE LAITUE Application au sol à la plantation

Tunnel 1

C + T	T
C	TNT
C + T + E	T + E
C + E	E



Tunnel 2

E	C + E
T + E	C + T + E
TNT	C
T	C + T

16 plantes /m²

8 parcelles / tunnel

1 parcelle = 3m X 3,4m = 10,2 m² , soit 165 plantes

Contans le 25/02

Triatum le 17/03

Esquive le 18/03

Plantation le 18/03



Test sur feuilles prélevées sur chaque modalité:

effet sur développement de *B. cinerea*

effet sur développement de *Sclerotinia sclerotiorum* et *S. minor*

2 TESTS: 1 mois et 2 mois après plantation



BC1

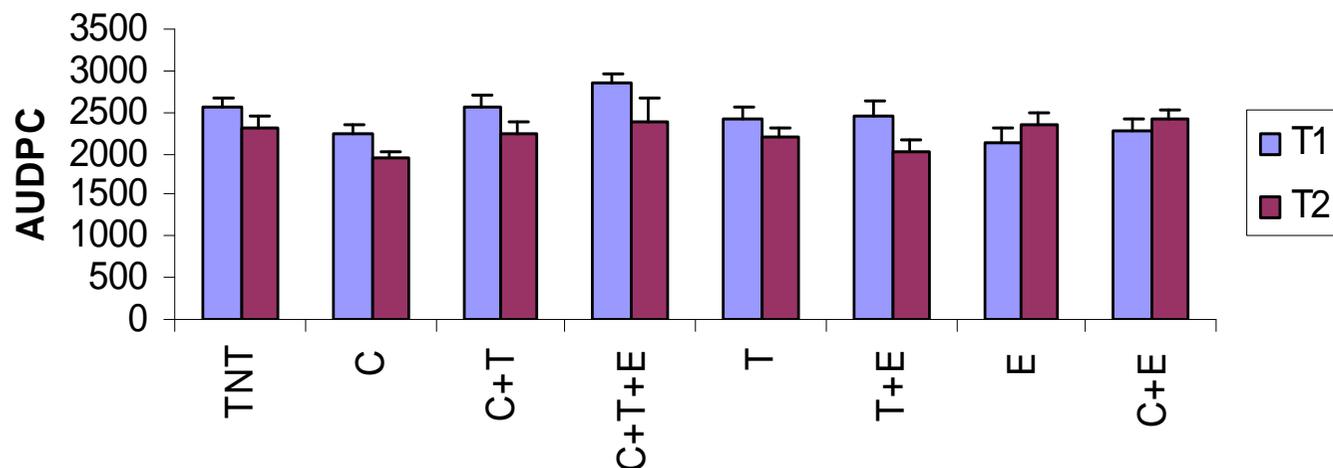


TNT



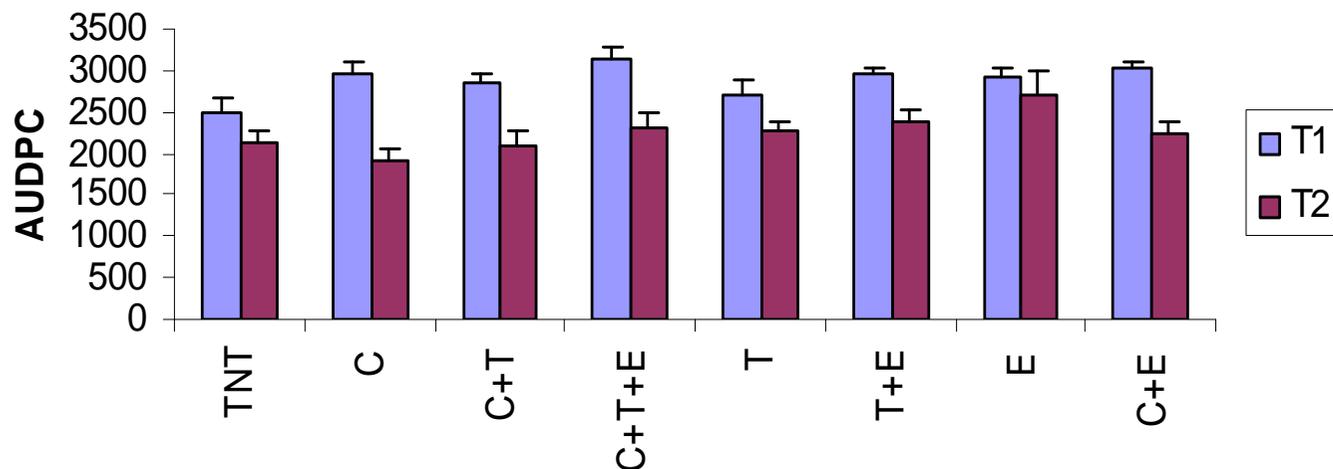
T

BC1



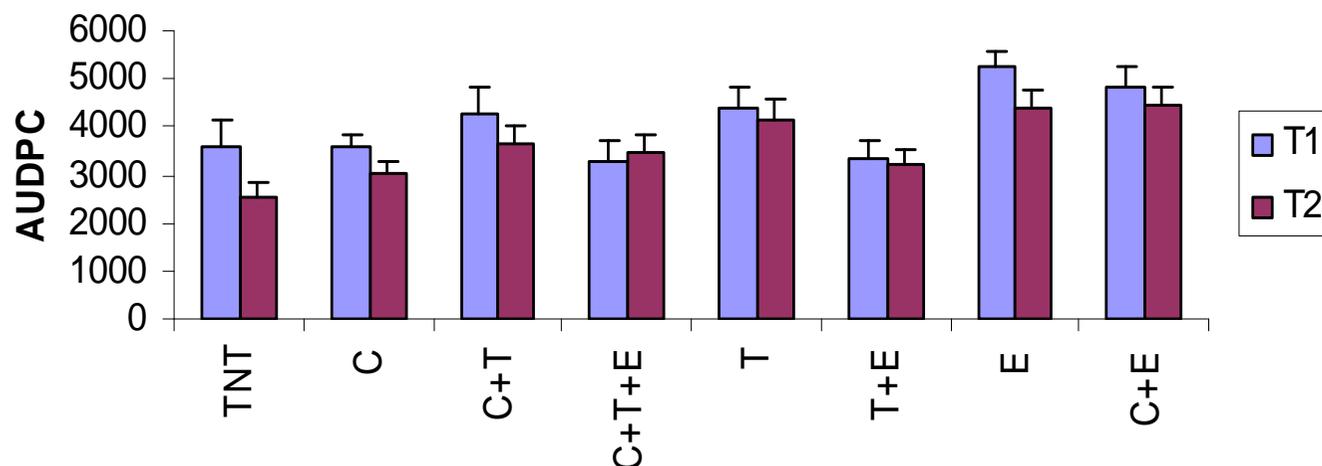
Effet	Valeur p
Trait.	0.026
Tunnel	0.009
Interac.	0.20

BC21



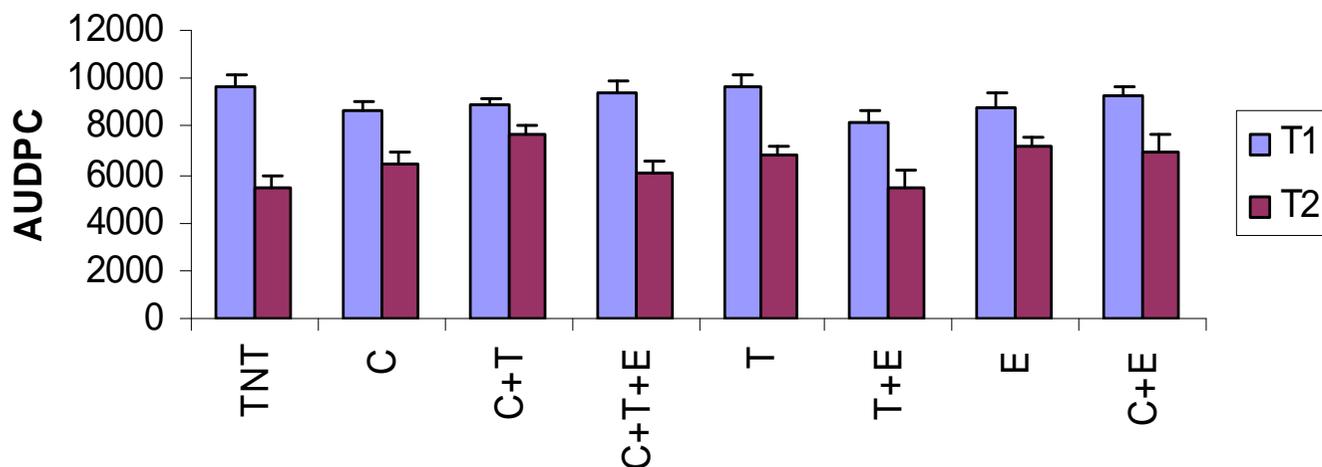
Effet	Valeur p
Trait.	0.040
Tunnel	< 0.0001
Interac.	0.14

Sclerotinia minor



Effet	Valeur p
Trait.	< 0.0001
Tunnel	0.021
Interac.	0.76

Sclerotinia sclerotiorum



Effet	Valeur p
Trait.	0.064
Tunnel	< 0.0001
Interac.	0.087

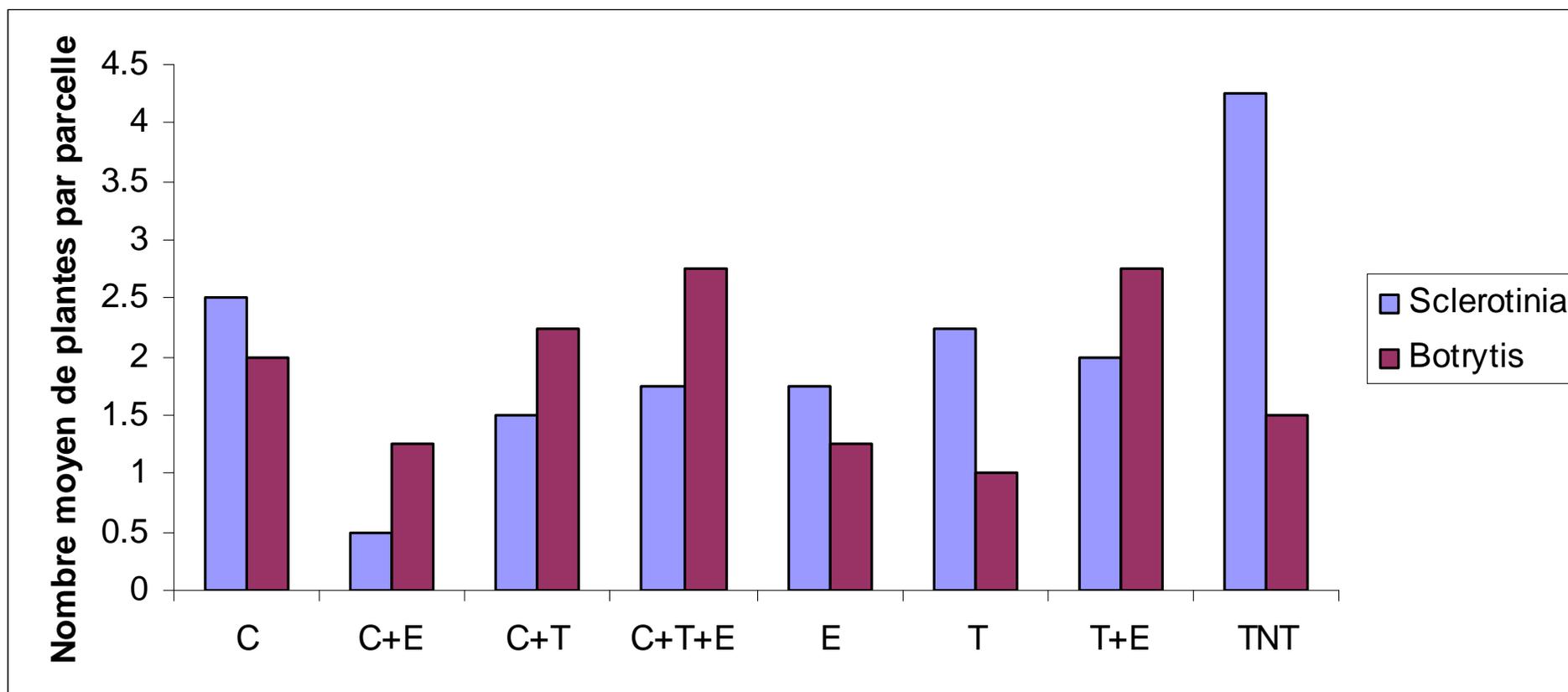
Sur un échantillon (2 X 10 laitues / parcelle), le jour de la récolte

Plantes infectées par *B. cinerea* et *Sclerotinia* spp.

Pesée laitue avant et après parage

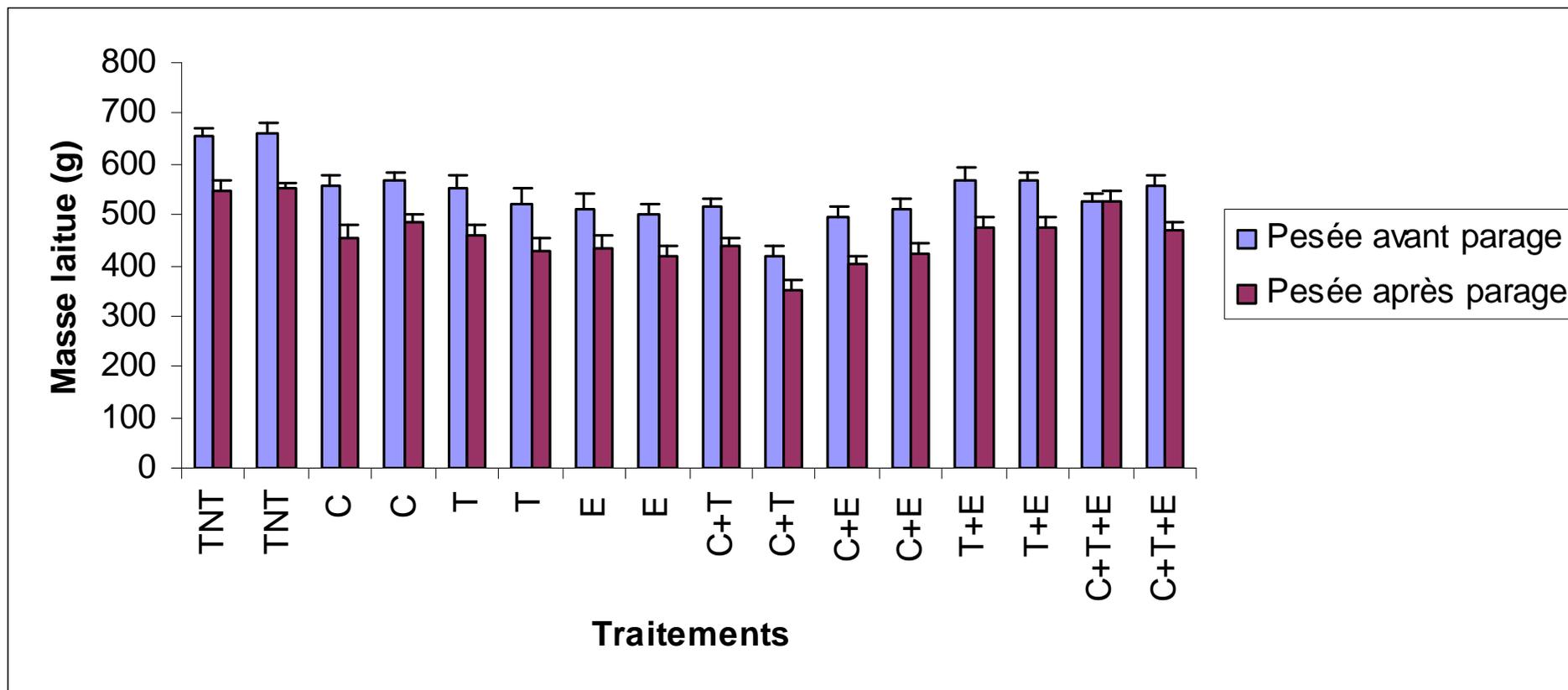


Plantes infectées par *Botrytis* et *Sclerotinia*



Sclerotinia: effet traitement, $p = 0.025$ (C+E)

Botrytis: pas d'effet traitement $p = 0.76$



Effet	Valeur p
Traitement	< 0.0001
Tunnel	< 0.0001
Interaction	= 0.17

Effet	Valeur p
Traitement	< 0.0001
Tunnel	< 0.0001
Interaction	= 0.16

Tester les microorganismes et SDN sélectionnés en conditions de production

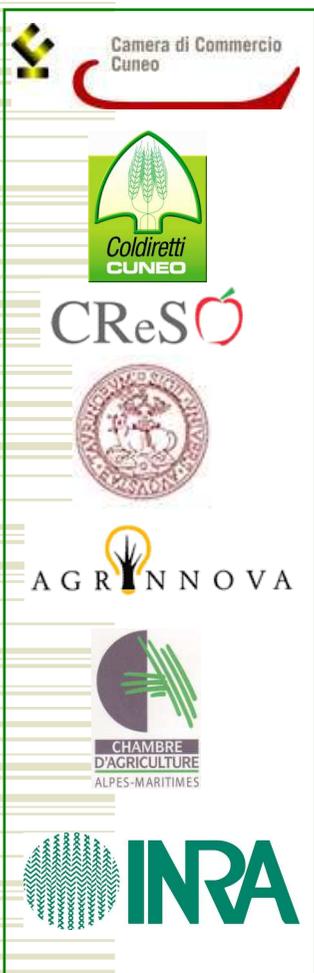
Essais laitue / *Sclerotinia*, *Botrytis*: répétition automne-hiver ?
Mêmes produits ?

Essais tomate / *Oidium*, *B. cinerea* ?



Valorizzare l'orticoltura transfrontaliera Valorisation des productions légumières transfrontalières

Equipe MISTRAL



Groupe culture pour production des plantes

