



Fertilisation et santé des plantes



avec la contribution financière
du compte d'affectation spéciale
« Développement agricole et rural »

Christiane Raynal,
CTIFL
18 mars 2014

g **RELANCE**
s **AGRONOMIQUE**



Objectifs

- Utiliser la fertilisation pour agir sur la santé des plantes et favoriser leur protection vis-à-vis des maladies et ravageurs

Acquérir des connaissances, des références scientifiques et techniques

**Intégrer la fertilisation dans les stratégies de
Production Intégrée
et limiter le recours aux produits phytosanitaires**

Présentation générale

Espèces cibles

Modes de culture



Tomate sous abri



Tomate hors-sol



Laitue sous abri



Laitue plein-champ

Bioagresseurs

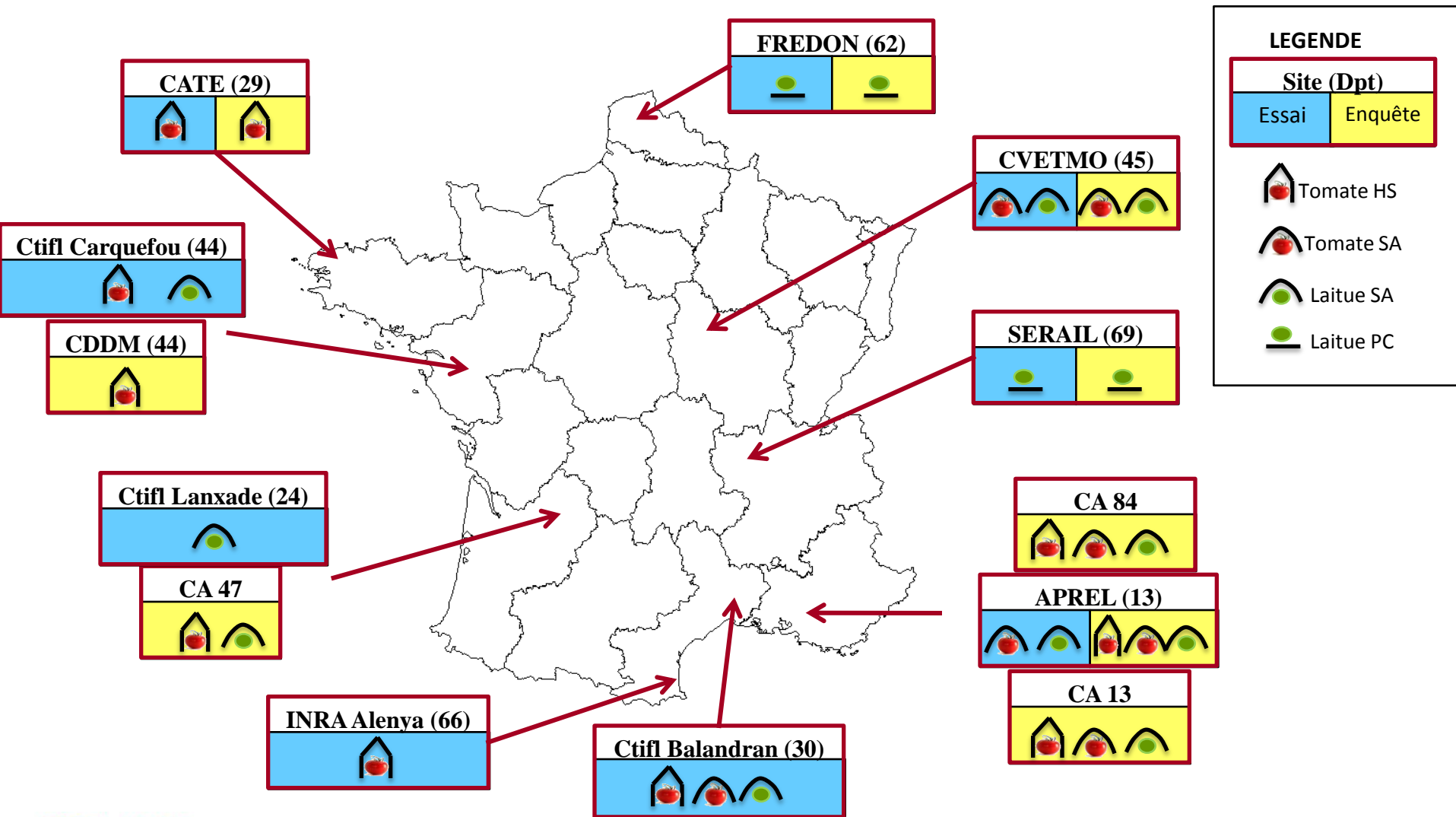


Botrytis, Oïdium, Pucerons



Botrytis, Sclerotinia, Bremia, Pucerons

Répartition des enquêtes et essais en conditions de culture



Principaux résultats sur tomate



Conditions de laboratoire

10 ESSAIS



Conditions de culture

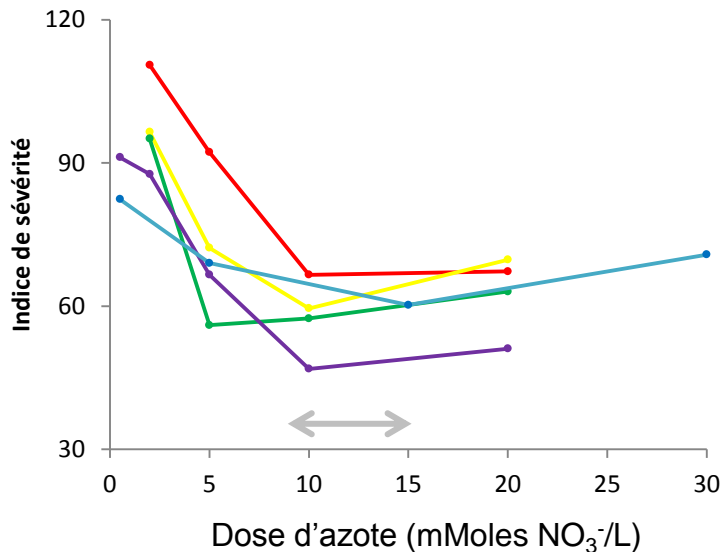
19 ESSAIS



Réponse à l'azote en milieu nutritif contrôlé

Tomate
Botrytis

5 essais



Sensibilité aggravée pour des niveaux d'N < 10 mM NO₃⁻/L

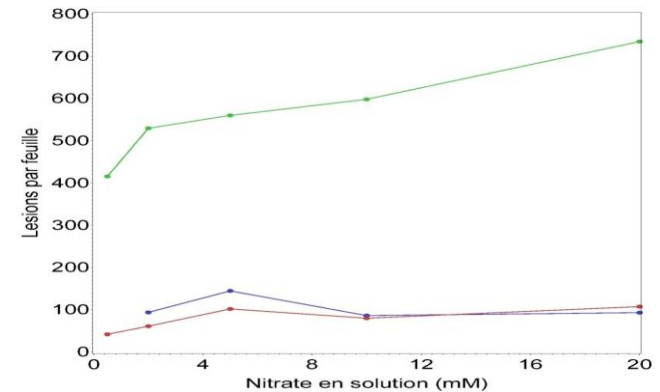


Tomate
Oïdium

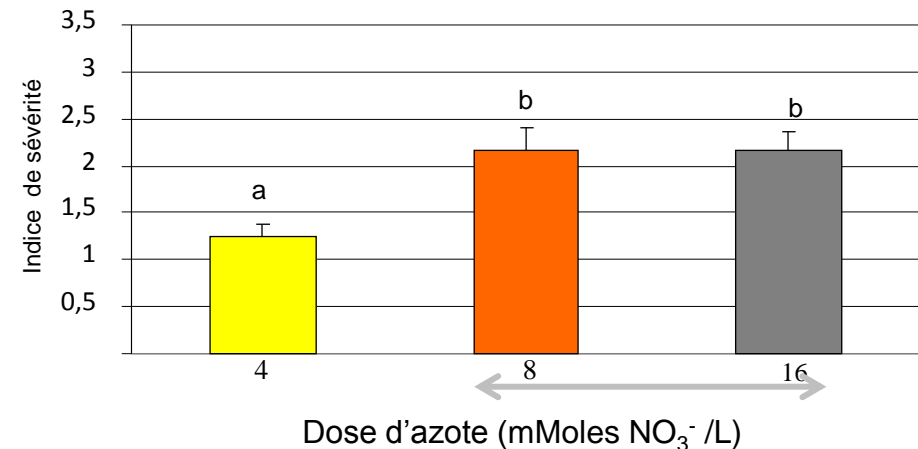
(3+1) essais



Laboratoire



Sensibilité plus grande pour les niveaux élevés en N ?



Sensibilité à Oïdium et Botrytis selon le niveau d'azote en situations de culture

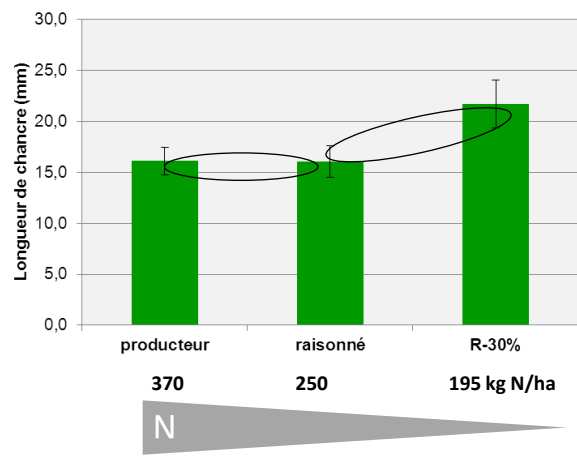


Conditions de culture

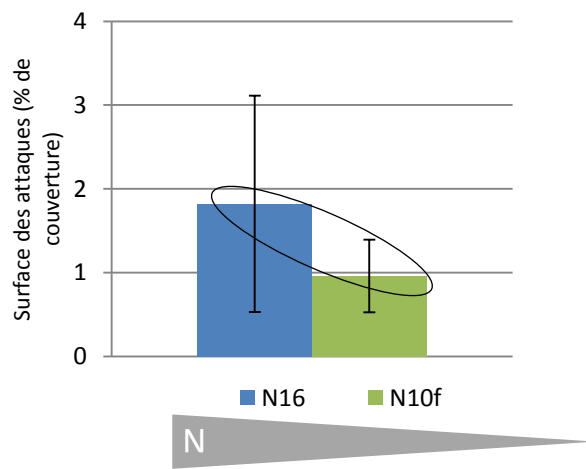


Niveau d'azote	Sensibilité à Botrytis	Sensibilité à l'oïdium	Rendement
Bas	+++ ↑	+ ↓	+ ↓
Moyen (Raisonné)	++	+ à ++ ↓	++ ↓
Elevé	++	++ à +++ ↓	++

Attaques Botrytis BC21



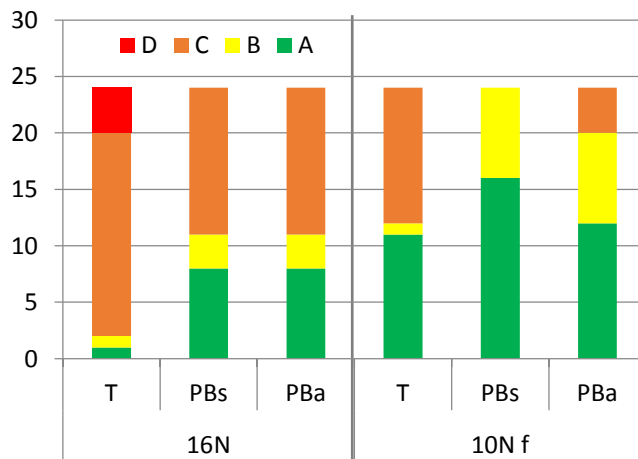
Attaques oïdium – feuille médiane



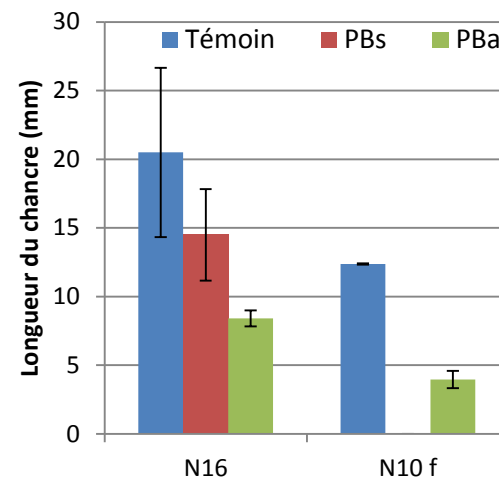
Fertilisation azotée et protection biologique dans les stratégies de protection intégrée

Résultats en conditions de production de la tomate sous serre

Attaques Botrytis BC1 selon le régime de fertilisation azotée avec ou sans protection biologique



Taille des chancres/Botrytis (BC1) selon le régime fertilisation azotée avec ou sans PB



Niveau A
Le chicot n'est pas touché



Niveau B
Début d'attaque



Niveau C
Le chicot est touché en entier



Niveau D
La tige est touchée, il faut mesurer la longueur du chancre en mm

Effet de l'azote sur l'efficacité de la protection biologique

Principaux résultats sur laitue



Conditions de laboratoire

6 ESSAIS



Conditions de culture

27 ESSAIS



Réponse à l'azote en milieu nutritif contrôlé



Laboratoire

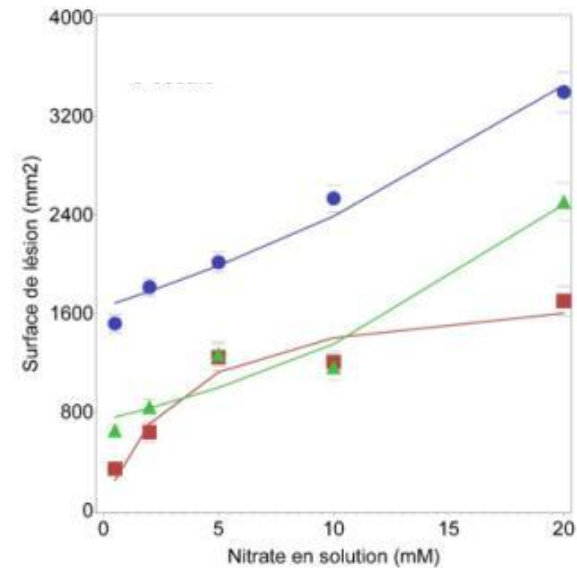
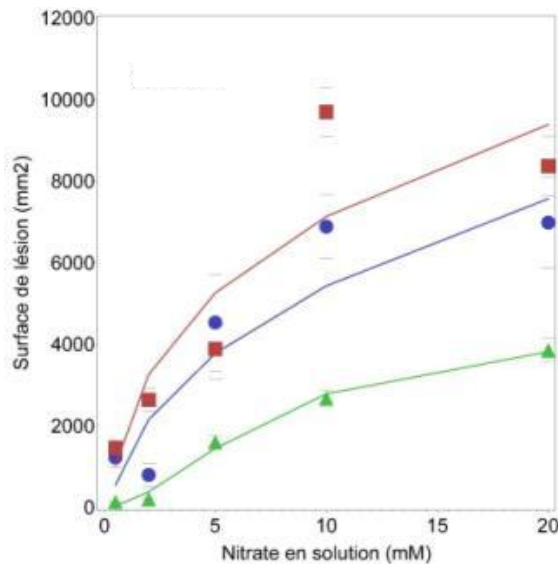
Laitue
Sclerotinia

3 essais



Laitue
Botrytis

3 essais

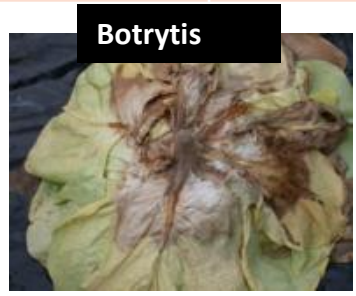


Sensibilité aux bio agresseurs selon le niveau d'azote en situations de culture

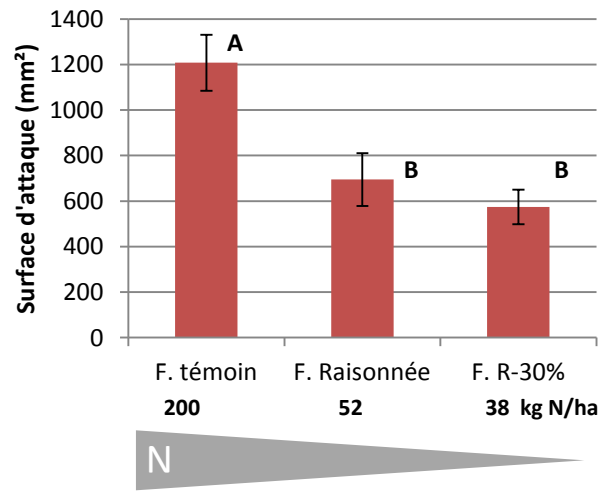


Conditions de culture

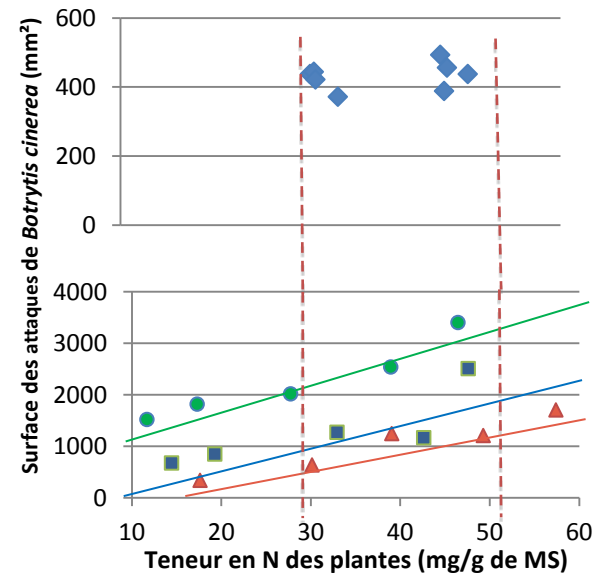
Niveau d'azote	Sclerotinia	Botrytis	Pucerons	Rendement
Bas	+	+	+	+
Moyen (raisonné)	++	+(+)	++	++
Elevé	+++	+(+)	+++	++(+)



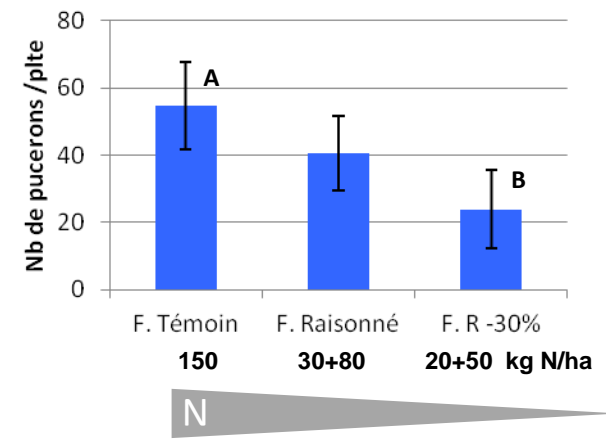
Attaques de *Sclerotinia minor*



Attaques de *Botrytis cinerea*



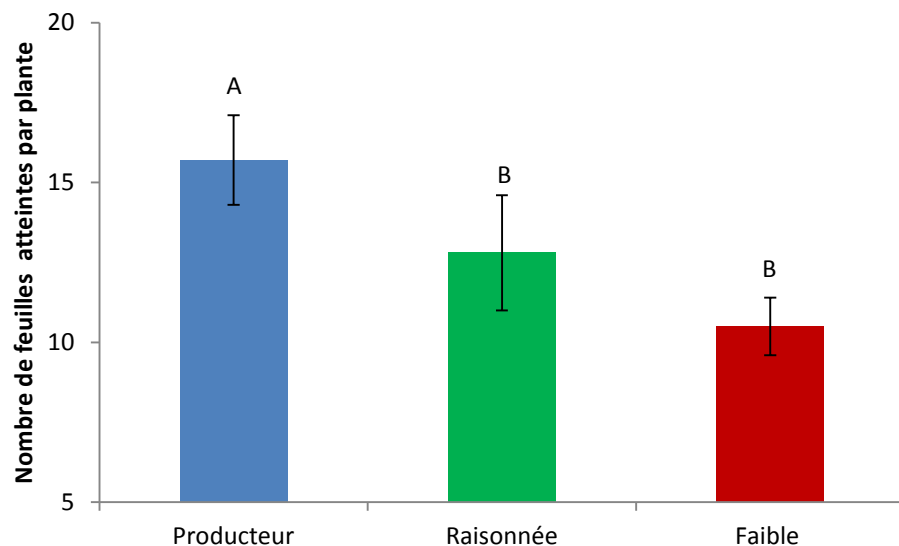
Nombre moyen de pucerons par plante



Fertilisation azotée et protection biologique

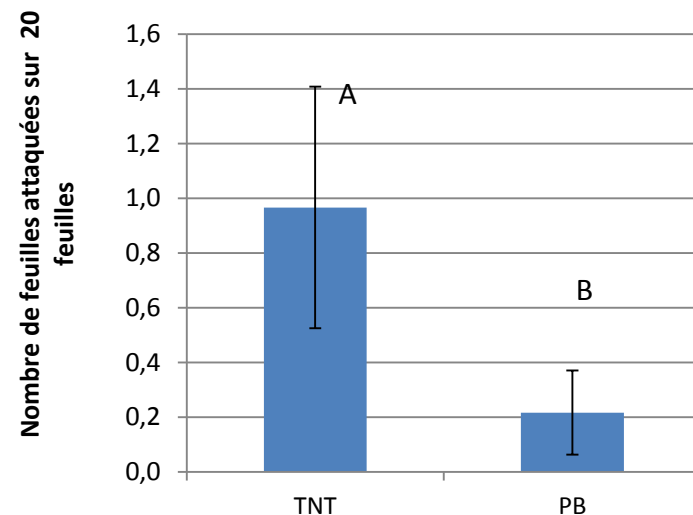


Intensité des attaques de mildiou



L'azote : un facteur aggravant

Intensité des attaques de mildiou : protection phosphonate de potassium comparée à témoin non traité



La protection biologique : une réduction significative des attaques de mildiou, pour des infestations modérées.

Conclusions

- De nouvelles références à l'appui d'une gestion intégrée de l'azote pour limiter les risques phytosanitaires
- Des économies significatives d'azote; des effets positifs sur la protection des cultures

	Economie d'azote	
Tomate	Culture hors-sol	10 me/L puis 5meq/L
Tomate	Sous abri	30 à 45 %
Laitue	Sous abri, PC	20 à 50 %

- Des techniques à développer

Tomate Hors Sol : baisser et moduler les apports d'azote au cours du cycle cultural. ■

Tomate en sol : gérer l'azote en utilisant les Outils d'Aide à la Décision (ex: PILazo®) et ajuster les apports aux besoins réels de la culture. ■

Laitue : fractionner les apports et intégrer les fournitures du sol. ■

Tomate Hors sol : évolution des compositions nutritives

Composition des solutions nutritives

Stade	N (meq/L)	CE ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)
Période 1 : jusqu'au stade F4 (4° bouquet de fruit)	10	3
Période 2 : fin stade F4 aux dernières récoltes	5	2

Conclusions

- De nouvelles références à l'appui d'une gestion intégrée de l'azote pour limiter les risques phytosanitaires
- Des économies significatives d'azote; des effets positifs sur la protection des cultures

	Economie d'azote	
Tomate	Culture hors-sol	10 me/L puis 5meq/L
Tomate	Sous abri	30 à 45 %
Laitue	Sous abri, PC	20 à 50 %

- Des techniques à développer

Tomate Hors Sol : baisser et moduler les apports d'azote au cours du cycle cultural ■

Tomate en sol : gérer l'azote en utilisant les Outils d'Aide à la Décision (ex: PILazo®) et ajuster les apports aux besoins réels de la culture. ■

Laitue : fractionner les apports et intégrer les fournitures du sol. ■

Tomate en sol : gestion raisonnée de la fertilisation azotée

Avant plantation

Objectif : couvrir les besoins de la culture jusqu'au démarrage des fertirrigations (3^{ème} semaine après plantation).

$$[(0,8^{(1)} * T^{(2)}) - x^{(3)}] + 20^{(4)} = (0,8 * 20) - x + 20 = 35 - x^{(3)}$$

(1) Consommation/ha/j en début de culture

(2) Nombre de jours entre la plantation et la 1^{ère} fertilisation (ex : 20 j)

(3) Reliquat azote minéral sur 30cm (kg/ha)

(4) « Réserve tampon » (kg/ha)

En cours de culture

- Apports complémentaires d'azote basés sur la grille de pilotage PILazo®

- Test NO3 (Nitrachek®) sur extraits pétiolaires de Jeunes Feuilles Adultes (15 JFA, 1feuille/plante)

Tomate en sol : grille de pilotage PILazo®

NO3 en mg/l																	
> 6500	[Red]																
6000 à 6500	[Red]																
5500 à 6000	[Red]																
5000 à 5500	[Green]	[Green]	[Red]	[Red]													
4500 à 5000	[Green]	[Green]	[Green]	[Red]	[Red]												
4000 à 4500	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Red]	[Red]											
3500 à 4000	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Red]	[Red]										
3000 à 3500	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Red]	[Red]									
2500 à 3000	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Red]	[Red]								
2000 à 2500	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Red]	[Red]							
1500 à 2000	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Red]	[Red]						
1000 à 1500	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Red]	[Red]					
500 à 1000	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Red]	[Red]				
< 500	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Red]	[Red]			
Stades repères	F1/F2	F2/F3	N1/N2	N3	N3/N4	N4/N5	R1	R2									
Récolte brute (kg/m ²)									3	7	12	14	17				

Fertilisation : à commencer dès la 3^{ème} semaine après la plantation
Début de récolte : ~ 500 °Jour (base : 10,5°C à partir de la plantation)

Stades repères:	Azote en excédent
Fn = floraison n ^{ème} bouquet	[Red]
Nn = nouaison n ^{ème} bouquet	[Green]
Rn = récolte n ^{ème} bouquet	[Green]
	Suffisant : ne pas fertiliser mais suivre de près
	5 à 10 kg N / ha / semaine
	10 à 20 kg N / ha / semaine
	20 à 30 kg N / ha / semaine

Attention : arrêt fertilisation 2 à 3 semaines avant la fin de la culture.

Conclusions

- De nouvelles références à l'appui d'une gestion intégrée de l'azote pour limiter les risques phytosanitaires
- Des économies significatives d'azote; des effets positifs sur la protection des cultures

	Economie d'azote	
Tomate	Culture hors-sol	10 me/L puis 5meq/L
Tomate	Sous abri	30 à 45 %
Laitue	Sous abri, PC	20 à 50 %

- Des techniques à développer

Tomate Hors Sol : baisser et moduler les apports d'azote au cours du cycle cultural ■

Tomate en sol : gérer l'azote en utilisant les Outils d'Aide à la Décision (ex: PILazo®) et ajuster les apports aux besoins réels de la culture. ■

Laitue : fractionner les apports et intégrer les fournitures du sol. ■

Laitue sous abri et plein champ : optimiser la fertilisation

Éléments clés

- Ajuster la dose d'azote aux besoins de la culture
- Fractionner l'azote
- Intégrer les reliquats azote dans le calcul de la dose

Raisonnement des apports (kg/ha)

Le principe

Stade	Besoins N avec « réserve tampon » (kg/ha)	N minéral présent dans le sol (reliquat N) (kg/ha)	Dose N à apporter (kg/ha)
Plantation (P) à P+3 semaines (S)	30	X1	30-X1
P+4 S à P+7 ou plus (cultures longues d'hiver)	80-90	X2	80 (ou 90)-X2

Perspectives

- Autres éléments fertilisants ?

Des travaux en milieu contrôlé pour mieux comprendre les interactions plante-nutrition

- Influence du phosphore sur le mildiou de la laitue.

Intensité des attaques de *Bremia* sous différents régimes de fertilisation phosphatée



- Influence du potassium sur le développement des pucerons

- Protection biologique et fertilisation

Des travaux à poursuivre sur les agents de PB dont les SDP.

- Mieux intégrer les fournitures du sol

- Investir dans la compréhension des mécanismes en jeu

Connaissances nécessaires pour utiliser les différents facteurs dans une combinaison de moyens techniques assurant une meilleure santé des plantes, la qualité des productions et des milieux naturels.



MERCI DE VOTRE ATTENTION



avec la contribution financière
du compte d'affectation spéciale
« Développement agricole et rural »

g **RELANCE**
s **AGRONOMIQUE**

