

## Fertilisation et santé des plantes



C. Raynal-Lacroix – P. Nicot



## Contexte

Grenelle de l'environnement en 2007  
un ensemble de mesures, dont:



le plan Ecophyto 2018 (2008)

- Objectifs de Ecophyto 2018
  - Réduire si possible de 50% l'usage des produits phytosanitaires
  - Retirer du marché certaines préparations contenant les 53 substances actives les plus préoccupantes dont 30 avant fin 2008
- Moyens
  - Généraliser les pratiques agricoles économes en phytosanitaires (dont l'AB)
  - Innover de nouveaux systèmes de production
  - Renforcer des réseaux de surveillance des bioagresseurs (pour adapter les traitements au mieux)
  - Améliorer les connaissances sur les effets indésirables des phytosanitaires sur les cultures et l'environnement

Recherches et Innovations Technologiques – Drummondville 13 et 14 Février 2012

## Projet collaboratif de recherche et d'expérimentation sur la fertilisation et la santé des plantes

- **Projet CASDAR FERTIPRO, coordonné par le Ctifl et regroupant de 10 partenaires (stations expérimentales et chambres d'agriculture) au niveau national**
- **Collaboration avec l'INRA (projet FERTILEG)**
- **Utilisation de la fertilisation comme levier de gestion des bioagresseurs**

**Objectif** : Acquérir des connaissances et références techniques dans le but de proposer des stratégies de fertilisation minimisant le risque phytosanitaire au niveau des cultures

Recherches et Innovations Technologiques – Drummondville 13 et 14 Février 2012

## Bilan de travaux menés au champ ou en laboratoire

- ❖ Diversité des problèmes sanitaires, des agents pathogènes en cause
- ❖ Diversité des espèces légumières ▶▶
- ❖ L'azote : principal élément mis en cause dans la relation fertilisation – sensibilité aux maladies  
Mais, autres éléments nutritifs impliqués ▶▶
- ❖ Des effets variables selon le pathosystème considéré
  - ↗ de certaines maladies avec l'N, ↘ pour d'autres, de même pour P ▶▶
  - autres éléments (K, Ca, Mg) ▶▶
- ❖ Effet de la forme d'azote
  - N-NH<sub>4</sub> et N-NO<sub>3</sub> : des exemples d'effets contraires ▶▶
  - effet de la forme d'azote : lien avec le pH mis en évidence dans un ensemble de cas ▶▶

Recherches et Innovations Technologiques – Drummondville 13 et 14 Février 2012

## Nitrogen and plant diseases

| Host           | Disease or disorder | Pathogen or causal agent                          | N (un-specified) | NH <sub>4</sub> | NO <sub>3</sub> | References  |
|----------------|---------------------|---|------------------|-----------------|-----------------|---|
| Strawberry     | Black root rot      | <i>Rhizoctonia fragariae</i>                      | -                | D               | I               | Elmer and LaMondia 1999                               |
| Tomato         | Blossom-end rot     | Physiological disorder                            | -                | I               | -               | Sandoval et al. 1999                                  |
| Cabbage        | Clubroot            | <i>Plasmodiophora brassicae</i>                   | D                | D               | -               | Klasse 1996   |
| Lettuce        | Corky root          | <i>Rhizomonas suberifaciens</i>                   | I                | -               | -               | Van Bruggen et al. 1990                               |
| Tomato         | Corky root          | <i>Pyrenochaeta lycopersici</i>                   | I                | I               | I               | Workneh et al. 1993 ;<br>Workneh and van Bruggen 1994 |
| Tomato         | Crown and root rot  | <i>Fusarium oxysporum</i>                         | -                | I               | D               | Duffy and Défago 1999                                 |
| Potato         | Early blight        | <i>Alternaria solani</i>                          | D                | -               | -               | MacKenzie 1981  |
| Strawberry     | Lesion nematode     | <i>Pratylenchus penetrans</i>                     | -                | D               | I               | Elmer and Lamondia 1999                               |
| Carrot         | Root rot            | <i>Sclerotium rolfsii</i>                         | D                | -               | -               | Punja et al. 1986                                     |
| Asparagus      | Root rot            | <i>Fusarium oxysporum</i> , <i>F. moniliforme</i> | -                | I               | D               | Elmer 1989  |
| Tomato         | Root rot            | <i>Phytophthora parasitica</i>                    | I                | -               | I               | Workneh et al. 1993                                   |
| Many plants    | Rot                 | <i>Sclerotium rolfsii</i>                         | D                | D               | D               | Punja 1989  |
| Broccoli       | Soft rot            | <i>Pseudomonas marginalis</i>                     | I                | -               | -               | Canaday and Wyatt 1992                                |
| Radish         | Wilt                | <i>Fusarium oxysporum</i>                         | -                | -               | D               | Trillas-Gay et al. 1986                               |
| Eggplant       | Wilt                | <i>Verticillium dahliae</i>                       | -                | D               | I               | Elmer 2000; Elmer and Ferrandino 1991, 1994           |
| Various plants | Wilt                | <i>Verticillium dahliae</i>                       | D                | D               | -               | Pennypacker 1989                                      |

D : decreased severity - I : increased severity - - : no effect or not reported

Recherches et Innovations Technologiques – Drummondville 13 et 14 Février 2012

## Bilan de travaux menés au champ ou en laboratoire

- ❖ Diversité des problèmes sanitaires, des agents pathogènes en cause
- ❖ Diversité des espèces légumières ▶▶
- ❖ L'azote : principal élément mis en cause dans la relation fertilisation – sensibilité aux maladies  
Mais, autres éléments nutritifs impliqués ▶▶
- ❖ Des effets variables selon le pathosystème considéré
  - ↗ de certaines maladies avec l'N, ↘ pour d'autres, de même pour P ▶▶
  - autres éléments (K, Ca, Mg) ▶▶
- ❖ Effet de la forme d'azote
  - N-NH<sub>4</sub> et N-NO<sub>3</sub> : des exemples d'effets contraires ▶▶
  - effet de la forme d'azote : lien avec le pH mis en évidence dans un ensemble de cas ▶▶

Recherches et Innovations Technologiques – Drummondville 13 et 14 Février 2012

## Effets des éléments nutritifs Quelques exemples

|          |   | N              | P | K | Mg | Ca |
|----------|---|----------------|---|---|----|----|
| Tomato   | <i>Fusarium oxysporum</i><br>(Crown and root rot)             | ↗ NH4<br>↘ NO3 |   |   |    |    |
|          | <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i><br>(Wilt) |                |   | ↗ | ↗  | ↘  |
|          | <i>Septoria</i> spp.<br>(Leaf spot)                           |                | ↘ |   |    |    |
| Lettuce  | <i>Rhizomonas suberifaciens</i><br>(Corky root)               | ↗              |   |   |    |    |
|          | <i>Bremia lactucae</i><br>(Mildew)                            |                | ↗ |   |    |    |
| Carrot   | <i>Sclerotium rolfsii</i><br>(Root rot)                       | ↘ NH4          |   |   |    |    |
|          | <i>Pythium coloratum</i><br>(Cavity spot)                     |                |   |   |    | ↘  |
| Cucumber | <i>Fusarium oxysporum</i><br>(Wilt)                           | ↘ NO3          |   |   |    |    |
|          | <i>Erwinia tracheiphila</i><br>(Bacterial wilt)               |                |   | ↗ |    |    |
|          | <i>Botrytis cinerea</i><br>(Gray mold)                        |                |   |   |    | ↘  |
|          | <i>Sphaerotheca fuliginea</i><br>(Mildew)                     |                | ↘ |   |    |    |

Recherches et Innovations Technologiques – Drummondville 13 et 14 Février 2012

## Bilan de travaux menés au champ ou en laboratoire

- ❖ Diversité des problèmes sanitaires, des agents pathogènes en cause
- ❖ Diversité des espèces légumières ▶▶
- ❖ L'azote : principal élément mis en cause dans la relation fertilisation – sensibilité aux maladies  
Mais, autres éléments nutritifs impliqués ▶▶
- ❖ Des effets variables selon le pathosystème considéré
  - ↗ de certaines maladies avec l'N, ↘ pour d'autres, de même pour P ▶▶
  - autres éléments (K, Ca, Mg) ▶▶
- ❖ Effet de la forme d'azote
  - N-NH4 et N-NO3 : des exemples d'effets contraires ▶▶
  - effet de la forme d'azote : lien avec le pH mis en évidence dans un ensemble de cas ▶▶

Recherches et Innovations Technologiques – Drummondville 13 et 14 Février 2012

## Effet de l'N et du P : ↗, ↘ voire neutre

| Host    | Disease (pathogen or causal agent)             | N effect |
|---------|--|----------|
| Lettuce | Corky root ( <i>Rhizomonas suberifaciens</i> ) | ↗        |
| Tomato  | Root rot ( <i>Phytophthora parasitica</i> )    | ↗        |
| Potato  | Early blight ( <i>Alternaria solani</i> )      | ↘        |
| Carrot  | Root rot ( <i>Sclerotium rolfsii</i> )         | ↘        |

| Host     | Disease (pathogen or causal agent)                               | P effect |
|----------|--|----------|
| Lettuce  | Mildew ( <i>Bremia lactucae</i> )                                | ↗        |
| Cabbage  | Yellows ( <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>conglutinans</i> ) | ↗        |
| Tomato   | Leaf spot ( <i>Septoria</i> spp.)                                | ↘        |
| Cucumber | Mildew ( <i>Sphaerotheca fuliginea</i> )                         | ↘        |

Recherches et Innovations Technologiques – Drummondville 13 et 14 Février 2012

## Bilan de travaux menés au champ ou en laboratoire

- ❖ Diversité des problèmes sanitaires, des agents pathogènes en cause
- ❖ Diversité des espèces légumières ▶▶
- ❖ L'azote : principal élément mis en cause dans la relation fertilisation – sensibilité aux maladies  
Mais, autres éléments nutritifs impliqués ▶▶
- ❖ Des effets variables selon le pathosystème considéré
  - ↗ de certaines maladies avec l'N, ↘ pour d'autres, de même pour P ▶▶
  - autres éléments (K, Ca, Mg) ▶▶
- ❖ Effet de la forme d'azote
  - N-NH<sub>4</sub> et N-NO<sub>3</sub> : des exemples d'effets contraires ▶▶
  - effet de la forme d'azote : lien avec le pH mis en évidence dans un ensemble de cas ▶▶

Recherches et Innovations Technologiques – Drummondville 13 et 14 Février 2012

## Effet des autres éléments

| Host     | Disease (pathogen or causal agent)                          | K effect |
|----------|---|----------|
| Cucumber | Bacterial wilt ( <i>Erwinia tracheiphila</i> )              | ↗        |
| Tomato   | Wilt ( <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i> ) | ↗ et ↘   |
| Tomato   | Wilt ( <i>Pseudomonas solanacearum</i> )                    | ↘        |
| Melon    | Wilt ( <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>melonis</i> )    | ↘        |

| Host   | Disease (pathogen or causal agent)                            | Mg effect |
|--------|---|-----------|
| Tomato | Wilt ( <i>Fusarium oxysporum</i> )                            | ↗         |
| Potato | Soft rot ( <i>Erwinia carotovora</i> pv. <i>atroseptica</i> ) | ↘         |

| Host     | Disease (pathogen or causal agent)       | Ca effect |
|----------|--|-----------|
| Carrot   | Cavity spot ( <i>Pythium coloratum</i> ) | ↘         |
| Cucumber | Gray mold ( <i>Botrytis cinerea</i> )    | ↘         |
| Eggplant | Gray mold ( <i>Botrytis cinerea</i> )    | ↘         |
| Tomato   | Wilt ( <i>Fusarium oxysporum</i> )       | ↘         |

Recherches et Innovations Technologiques – Drummondville 13 et 14 Février 2012

## Bilan de travaux menés au champ ou en laboratoire

- ❖ Diversité des problèmes sanitaires, des agents pathogènes en cause
- ❖ Diversité des espèces légumières ▶▶
- ❖ L'azote : principal élément mis en cause dans la relation fertilisation – sensibilité aux maladies  
Mais, autres éléments nutritifs impliqués ▶▶
- ❖ Des effets variables selon le pathosystème considéré
  - ↗ de certaines maladies avec l'N, ↘ pour d'autres, de même pour P ▶▶
  - autres éléments (K, Ca, Mg) ▶▶
- ❖ Effet de la forme d'azote
  - N-NH<sub>4</sub> et N-NO<sub>3</sub> : des exemples d'effets contraires ▶▶
  - effet de la forme d'azote : lien avec le pH mis en évidence dans un ensemble de cas ▶▶

Recherches et Innovations Technologiques – Drummondville 13 et 14 Février 2012

## Nitrogen and plant diseases

| Host           | Disease or disorder | Pathogen or causal agent                          | NH <sub>4</sub> | NO <sub>3</sub> |
|----------------|---------------------|---|-----------------|-----------------|
| Strawberry     | Black root rot      | <i>Rhizoctonia fragariae</i>                      | D               | I               |
| Tomato         | Blossom-end rot     | Physiological disorder                            | I               | -               |
| Cabbage        | Clubroot            | <i>Plasmodiophora brassicae</i>                   | D               | -               |
| Lettuce        | Corky root          | <i>Rhizomonas suberifaciens</i>                   | -               | -               |
| Tomato         | Corky root          | <i>Pyrenochaeta lycopersici</i>                   | I               | I               |
| Tomato         | Crown and root rot  | <i>Fusarium oxysporum</i>                         | I               | D               |
| Potato         | Early blight        | <i>Alternaria solani</i>                          | -               | -               |
| Strawberry     | Lesion nematode     | <i>Pratylenchus penetrans</i>                     | D               | I               |
| Carrot         | Root rot            | <i>Sclerotium rolfsii</i>                         | -               | -               |
| Asparagus      | Root rot            | <i>Fusarium oxysporum</i> , <i>F. moniliforme</i> | I               | D               |
| Tomato         | Root rot            | <i>Phytophthora parasitica</i>                    | -               | I               |
| Many plants    | Rot                 | <i>Sclerotium rolfsii</i>                         | D               | D               |
| Broccoli       | Soft rot            | <i>Pseudomonas marginalis</i>                     | -               | -               |
| Radish         | Wilt                | <i>Fusarium oxysporum</i>                         | -               | D               |
| Eggplant       | Wilt                | <i>Verticillium dahliae</i>                       | D               | I               |
| Various plants | Wilt                | <i>Verticillium dahliae</i>                       | D               | -               |

D : decreased severity – I : increased severity – - : no effect or not reported

Recherches et Innovations Technologiques – Drummondville 13 et 14 Février 2012

## Bilan de travaux menés au champ ou en laboratoire

- ❖ Diversité des problèmes sanitaires, des agents pathogènes en cause
- ❖ Diversité des espèces légumières ▶▶
- ❖ L'azote : principal élément mis en cause dans la relation fertilisation – sensibilité aux maladies  
Mais, autres éléments nutritifs impliqués ▶▶
- ❖ Des effets variables selon le pathosystème considéré
  - ↗ de certaines maladies avec l'N, ↘ pour d'autres, de même pour P ▶▶
  - autres éléments (K, Ca, Mg) ▶▶
- ❖ Effet de la forme d'azote
  - N-NH<sub>4</sub> et N-NO<sub>3</sub> : des exemples d'effets contraires ▶▶
  - effet de la forme d'azote : lien avec le pH mis en évidence dans un ensemble de cas ▶▶

Recherches et Innovations Technologiques – Drummondville 13 et 14 Février 2012

## Effect of pH and form of N on disease

### Diseases decreased by NO<sub>3</sub> fertilization and alkaline pH

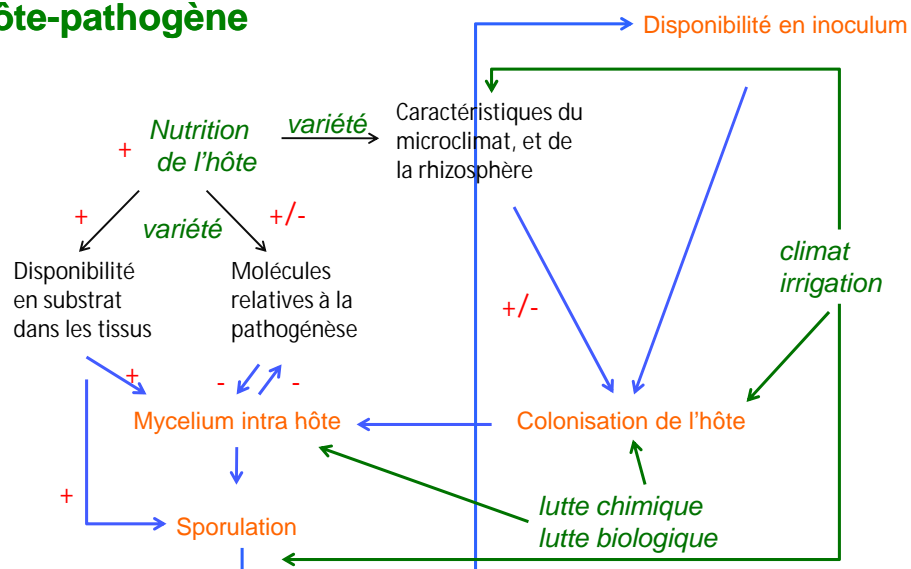
| Crop             | Disease                                | Pathogen  |
|------------------|--|---|
| Asparagus        | Wilt                                   | <i>Fusarium oxysporum</i>   |
| Cabbage          | Clubroot                               | <i>Plasmodiophora brassicae</i>   |
| Cabbage, celery  | Yellows                                | <i>Fusarium oxysporum</i>   |
| Cucumber, pepper | Wilt                                   | <i>Fusarium oxysporum</i>   |
| Potato           | Stem canker                            | <i>Rhizoctonia solani</i>   |
| Tomato           | Gray mold<br>Sclerotium blight<br>Wilt | <i>Sclerotinia spp.</i><br><i>Sclerotium rolfsii</i><br><i>Fusarium oxysporum</i> |

### Diseases decreased by NH<sub>4</sub> fertilization and acid pH

| Crop     | Disease  | Pathogen   |
|----------|--|--|
| Carrot   | Root rot   | <i>Sclerotium rolfsii</i>  |
| Eggplant | Wilt   | <i>Fusarium oxysporum</i>  |
| Onion    | White rot  | <i>Sclerotium rolfsii</i>  |
| Potato   | Potato virus X<br>Scab<br>Wilt                         | <i>Potato virus X</i><br><i>Streptomyces scabies</i><br><i>Verticillium dahliae</i>                                      |
| Tomato   | Anthracnose<br>Potato virus X<br>Southern wilt<br>Wilt | <i>Gloeosporium phomoides</i><br><i>Potato virus X</i><br><i>Pseudomonas solanacearum</i><br><i>Verticillium dahliae</i> |

Recherches et Innovations Technologiques – Drummondville 13 et 14 Février 2012

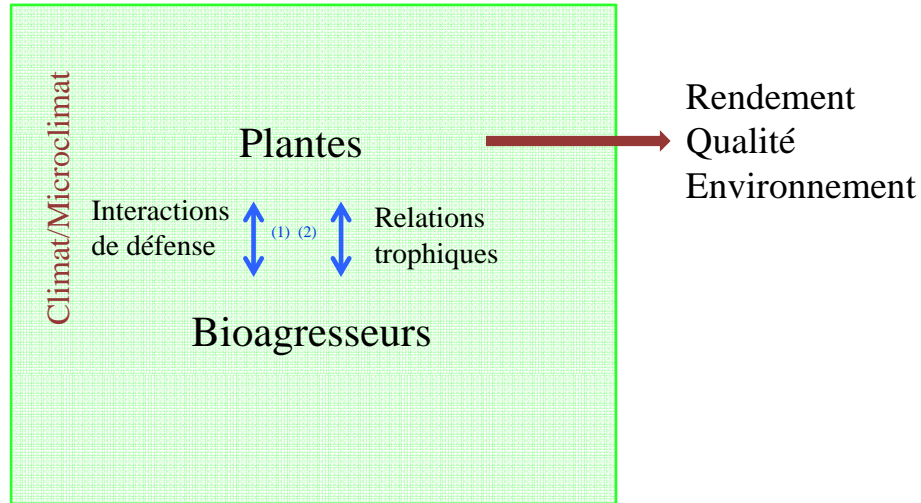
## Schéma sur les facteurs en jeu dans la relation hôte-pathogène



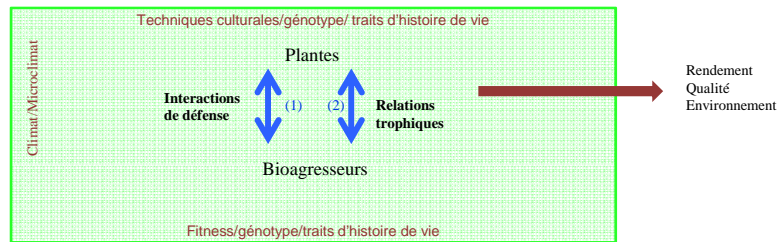
Recherches et Innovations Technologiques – Drummondville 13 et 14 Février 2012



## Quelles voies métaboliques sollicitées?



Recherches et Innovations Technologiques – Drummondville 13 et 14 Février 20



### Questions

- Peut-on manipuler les plantes (interactions génotype\*milieu\*pratiques) pour minimiser le développement des champignons?
- La multiplicité des pathosystèmes induit-elle des contradictions?
- Quel optimum trouver entre les performances de production, l'optimisation des inputs, et les impacts environnementaux?

Recherches et Innovations Technologiques – Drummondville 13 et 14 Février 20



## Objectifs du projet FERTIPRO

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



*Aquérir des connaissances, des références scientifiques et techniques*



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

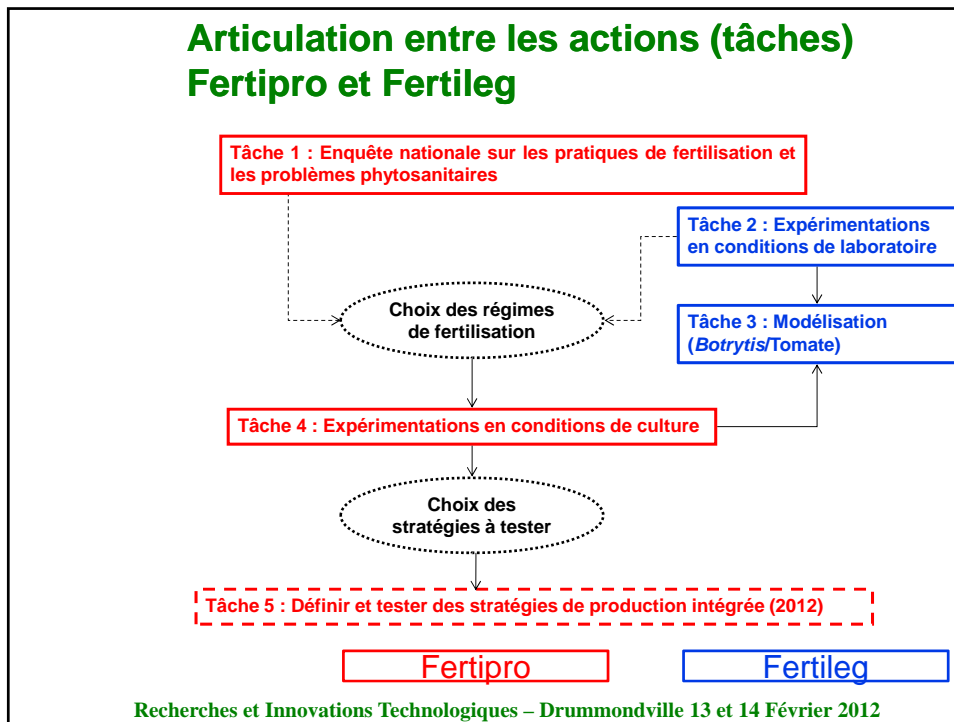
Recherches et Innovations Technologiques – Drummondville 13 et 14 Février 2012

## Présentation

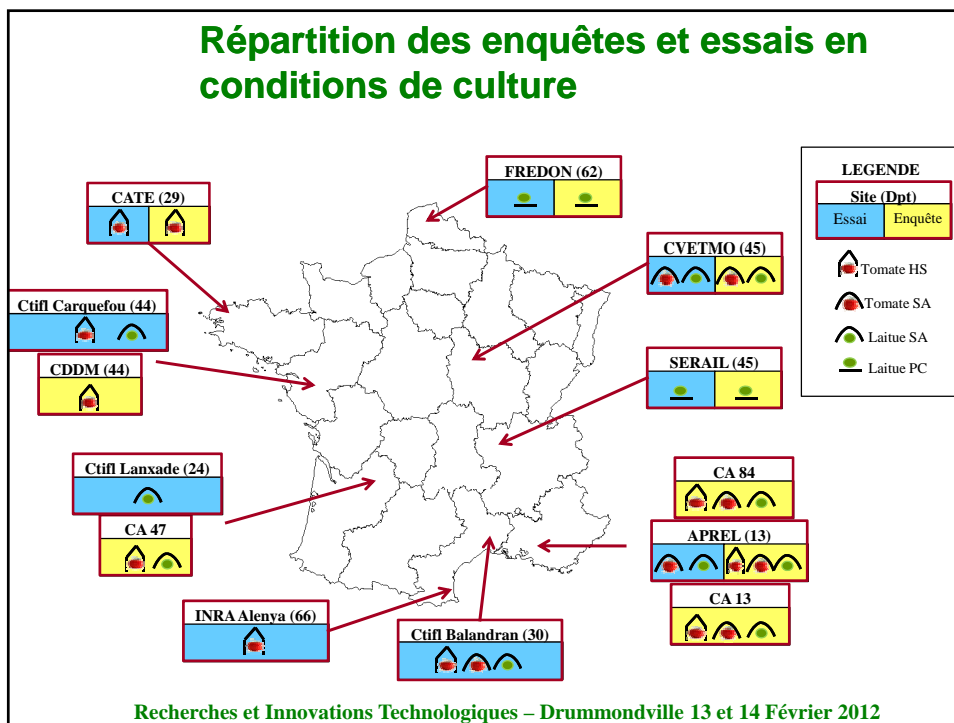
- Espèces cibles :  
- Stratégies de culture : hors sol, abri, plein champ
- Bioagresseurs:
  - Laitue : Botrytis, Sclérotinia, Rhizoctonia, Bremia  
Pucerons
  - Tomate : Botrytis, Oïdium  
Aleurodes, Pucerons

Recherches et Innovations Technologiques – Drummondville 13 et 14 Février 2012

## Articulation entre les actions (tâches) Fertipro et Fertileg



## Répartition des enquêtes et essais en conditions de culture



# Principaux résultats sur **Tomate**



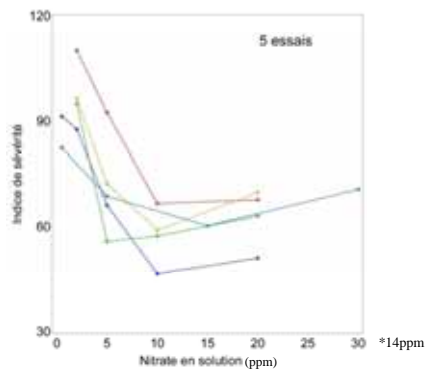
*Du laboratoire aux conditions de production*

Recherches et Innovations Technologiques – Drummondville 13 et 14 Février 2012

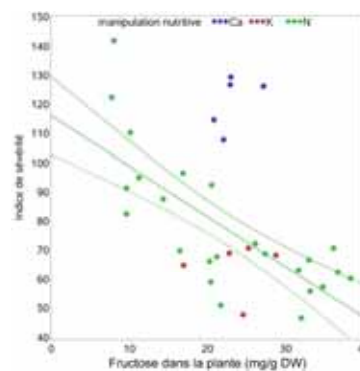
## Effet de l'azote sur Botrytis



Laboratoire



Sensibilité plus grande pour des niveaux de nutrition N<140ppm NO<sub>3</sub>/L



Lien avec la teneur en sucre des tissus ?

Recherches et Innovations Technologiques – Drummondville 13 et 14 Février 2012

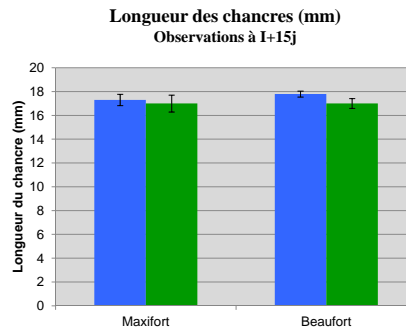
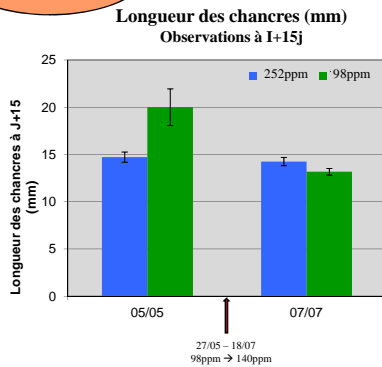
## Effet de l'azote sur Botrytis



Admiro / Beaufort  
252 / 98 ou 140 ppm N

Essais en conditions de culture

Climberley/ Maxifort et  
Beaufort  
266 et 154 ppm N



Même sens de réponses à N  
Pas de différence entre PG

Recherches et Innovations Technologiques – Drummondville 13 et 14 Février 2012

## Effet de l'azote sur Botrytis

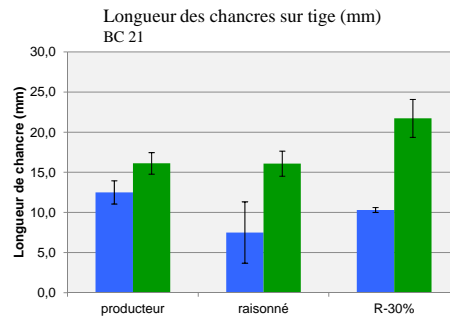


Essais en conditions de culture

Plantation : 28/04/11  
Récolte : 13/07 – 24/09/11  
Var. Paulette/Maxifort

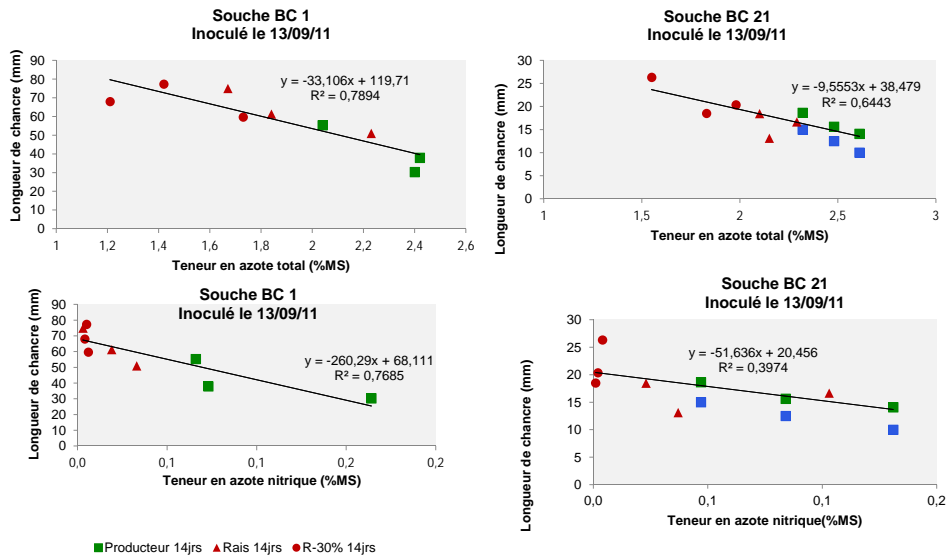
|                 | Apport N en cours de culture (kg/ha) |
|-----------------|--------------------------------------|
| N1 « Témoin »   | 370                                  |
| N2 « R.PILazo » | 250 (-30% / N1)                      |
| N3 « R-30% »    | 195 (-50% / N1)                      |

Effet confirmé de l'N sur l'expansion  
des chancres



Recherches et Innovations Technologiques – Drummondville 13 et 14 Février 2012

## Relation en teneur en N et longueur de chancre

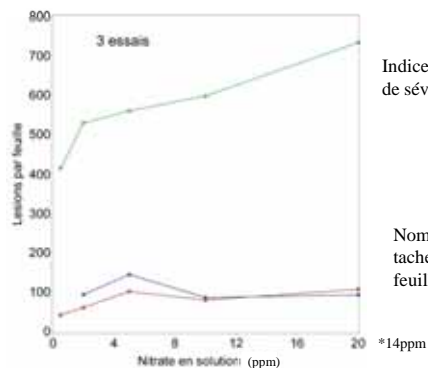


Recherches et Innovations Technologiques – Drummondville 13 et 14 Février 2012

## Effet de l'azote sur l'Oïdium

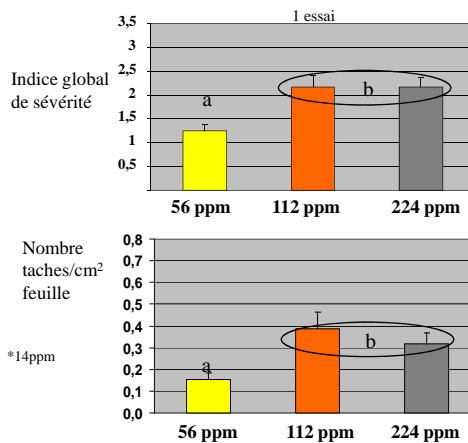


### Laboratoire



Sensibilité plus grande aux fortes nutriments azotés?

### Essais en conditions de culture

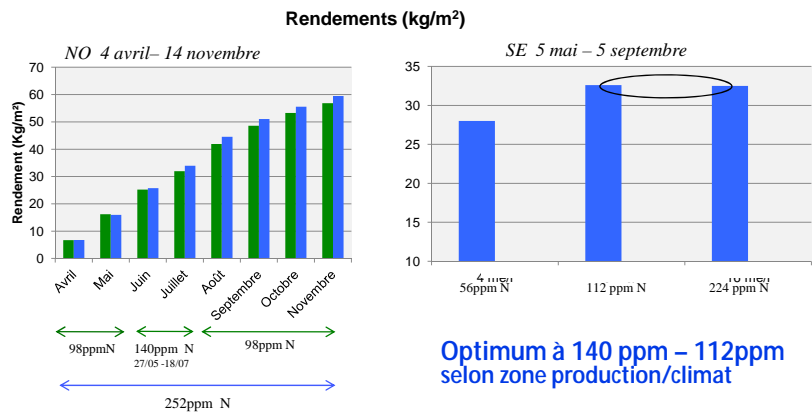


Recherches et Innovations Technologiques – Drummondville 13 et 14 Février 2012

## Fertilisation azotée et rendement



### Essais en conditions de culture



Recherches et Innovations Technologiques – Drummondville 13 et 14 Février 2012

## Premières conclusions pour la Tomate

### La concentration en azote peut être réduite en culture hors-sol

- N environ 140 ppm N : optimum conciliant meilleure protection contre Botrytis et Oïdium et rendement

### Apports azotés en culture sous abris en sol : intérêt du raisonnement / OAD

- Sensibilité à *Botrytis* relativement limitée sur la fourchette de doses azotées appliquées (applicables) dans la pratique
- Risque atténué par rapport aux autres bioagresseurs
- Utilisation de l'azote par la culture améliorée
- Rendement équivalent

Recherches et Innovations Technologiques – Drummondville 13 et 14 Février 2012

# Principaux résultats sur Laitue



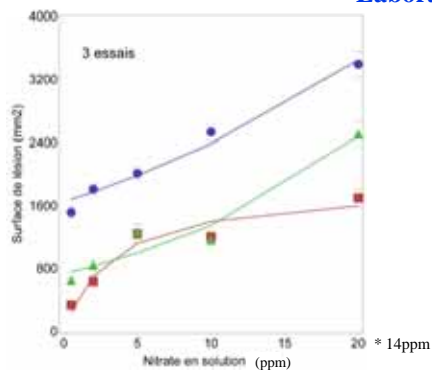
*Du laboratoire aux conditions de production*

Recherches et Innovations Technologiques – Drummondville 13 et 14 Février 2012

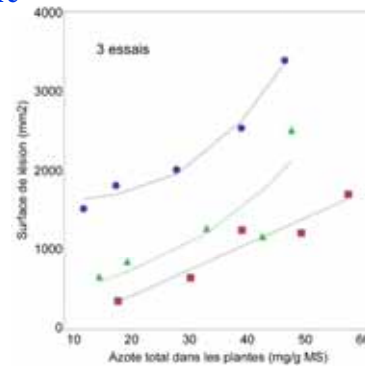
## Effet de l'azote sur Botrytis



Laboratoire



La sensibilité augmente de 0 à 280 ppm de nitrates



Sensibilité corrélée positivement à la teneur en azote des plantes

Recherches et Innovations Technologiques – Drummondville 13 et 14 Février 2012



## Effet de l'azote sur Botrytis



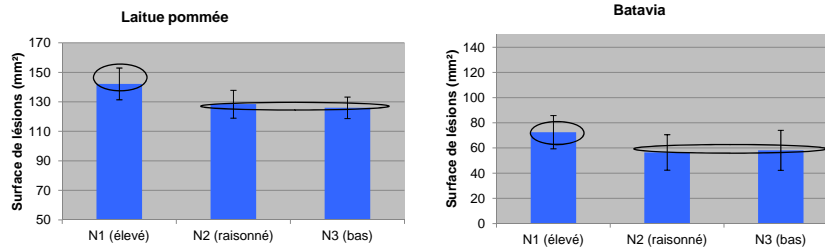
### Essais en conditions de culture

Plantation : 14/12/10  
Récolte : 29/03/11  
laitue P (*Astraca*) batavia (*Notilia*)

|    | Apport N en cours de culture (kg/ha) |
|----|--------------------------------------|
| N1 | 260 (2 apports)                      |
| N2 | 137 ( 2 apports)                     |
| N3 | 68 (1 apport)                        |

#### Surface des lésions

I : 21/03 - Observations I+24 h



Les niveaux élevés d'azote favorisent Botrytis  
Batavia moins sensible que Laitue P

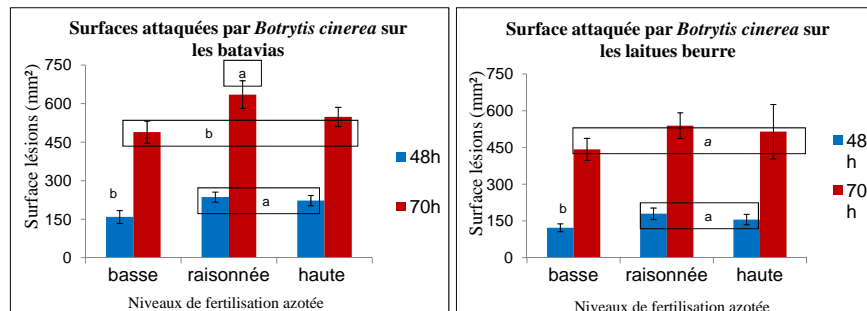
Recherches et Innovations Technologiques – Drummondville 13 et 14 Février 2012

## Azote et *Botrytis cinerea*

### Essais en conditions de culture

Plantation : 15/04/11  
Récolte : 26/05/11  
laitue B (*Natalia*) batavia (*Tokapie*)

|              | Apport N en cours de culture (kg/ha) |
|--------------|--------------------------------------|
| F. Témoin    | 200 (1 apport)                       |
| F. Raisonnée | 52 ( 2 apports)                      |
| F. R-30%     | 38(1 apport)                         |



Sensibilité tend à augmenter avec le niveau de fertilisation N

Recherches et Innovations Technologiques – Drummondville 13 et 14 Février 2012

## Les modalités de fertilisation

- Fertilisation haute :
  - Pratique producteur, 200 kg N/ha sans tenir compte des reliquats azotés en 1 apport à la plantation
- Fertilisation raisonnée et fertilisation basse basées sur l'évolution des exigences en N de la culture et prise en compte des reliquats N
  - Fractionnement en 3 apports

| Période d'apport | Besoins N des plantes (kg N/ha) |
|------------------|---------------------------------|
| Plantation (P)   | 20                              |
| P + 3 semaines   | 50                              |
| P + 5 semaines   | 20                              |

Réserve tampon = 10kg N/ha

- Calcul de la dose à apporter par période

- Fertilisation raisonnée

$$\text{Besoins N des plantes} + \text{réserve tampon} - \text{reliquats azotés}$$

- Fertilisation basse

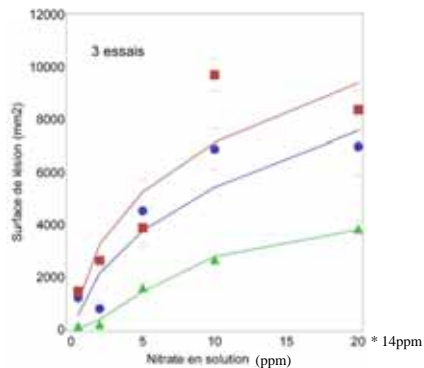
$$[(\text{Besoins N} + \text{réserve tampon}) * 70\%] - \text{reliquats N}$$

Recherches et Innovations Technologiques – Drummondville 13 et 14 Février 2012

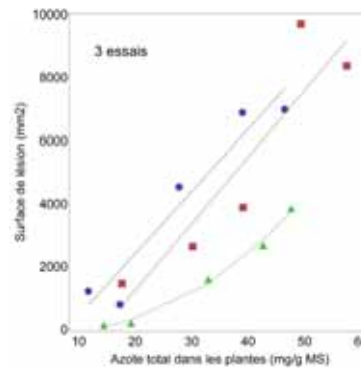
## Effet de l'azote sur Sclerotinia



Laboratoire



La sensibilité augmente de 0 à 140 ppm de nitrates



Sensibilité corrélée positivement à la teneur en azote des plantes

Recherches et Innovations Technologiques – Drummondville 13 et 14 Février 2012

## Effet de l'azote sur Sclerotinia

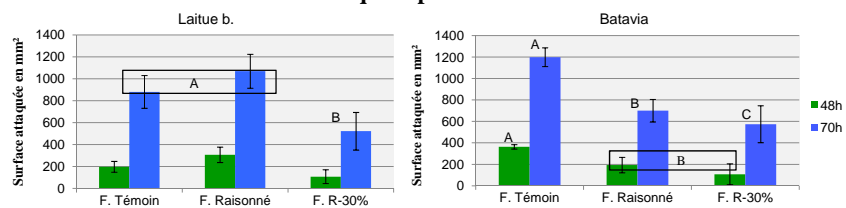


### Essais en conditions de culture

Plantation : 15/04/11  
Récolte : 26/05/11  
laitue B (Natalia) batavia (Tokapie)

|              | Apport N en cours de culture (kg/ha) |
|--------------|--------------------------------------|
| F. Témoin    | 200 (1 apport)                       |
| F. Raisonnée | 52 (2 apports)                       |
| F. R-30%     | 38(1 apport)                         |

### Surfaces attaquées par *Sclerotinia minor*

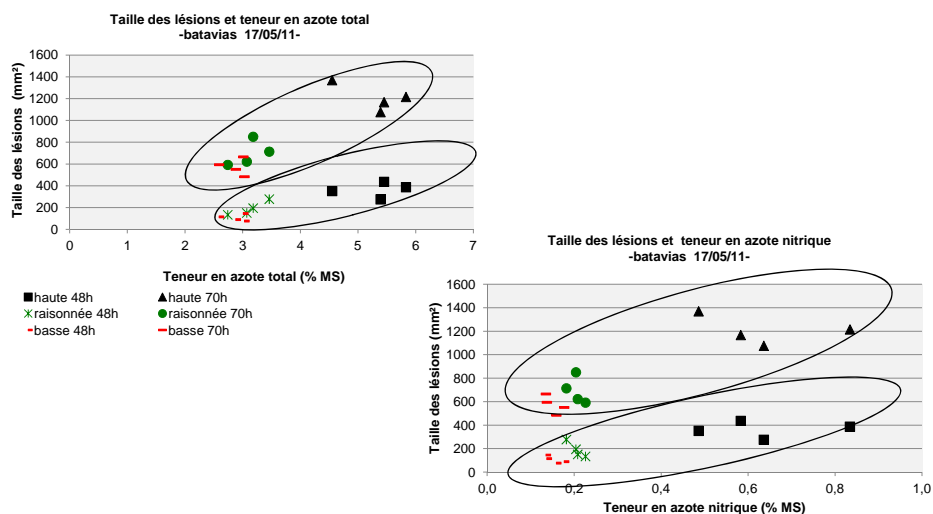


Les niveaux élevés d'azote favorisent *Sclerotinia*

Batavia et Laitue b : même niveau de sensibilité mais effet N plus marqué sur batavia

Recherches et Innovations Technologiques – Drummondville 13 et 14 Février 2012

## Lésions développées 48h et 70h après inoculation et teneur en N des feuilles (couronne intermédiaire) : *Sclerotinia minor*



Recherches et Innovations Technologiques – Drummondville 13 et 14 Février 2012

## Effet azote sur d'autres bioagresseurs

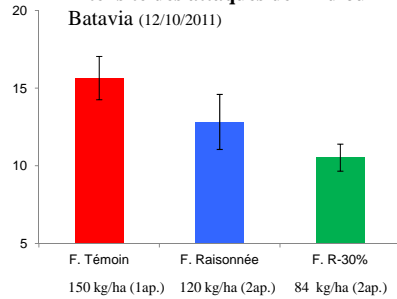


### Essais en conditions de culture

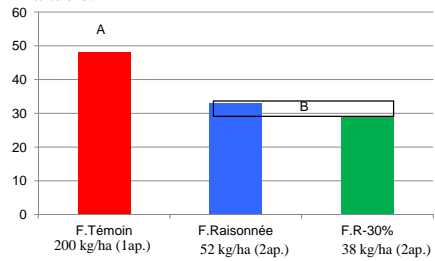
Plantation : 28/08/2011  
Récolte : 12/10/11  
laitue b (Icaro) batavia (Joquonda)

Plantation : 15/04/11  
Récolte : 26/05/11  
laitue B (Natalia) batavia (Tokapie)

**Intensité des attaques de mildiou**  
Batavia (12/10/2011)



**Bactérioses : pourcentage de plantes atteintes**  
Laitue b.



Les fertilisations riches en N favoriseraient mildiou, bactérioses (à confirmer / nombre de résultats d'essais)

Recherches et Innovations Technologiques – Drummondville 13 et 14 Février 2012

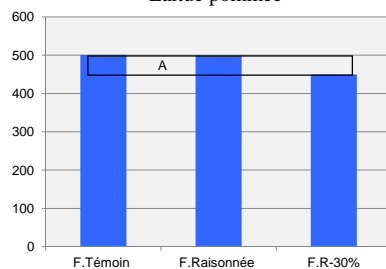
## Fertilisation azotée et rendement



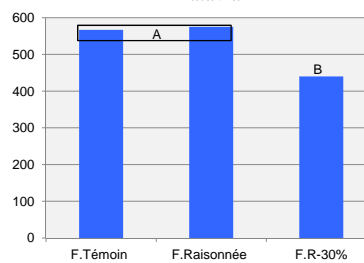
### Essais en conditions de culture

#### Rendement (g/plante)

Laitue pommée



Batavia



Réduire le niveau de fertilisation : des marges de progrès possibles /objectifs protection des cultures vis-à-vis les bioagresseurs et rendement

Recherches et Innovations Technologiques – Drummondville 13 et 14 Février 2012

## Premières conclusions sur la Laitue

- Risques phytosanitaires en lien avec la fertilisation N (*Botrytis*, *Sclerotinia*, *Bremia lactucae*, pucerons)
- Réduction N → effets favorables au niveau protection contre les bioagresseurs
- Diminution des doses N associée au fractionnement pour garantir un niveau de production satisfaisant

Recherches et Innovations Technologiques – Drummondville 13 et 14 Février 2012

## Conclusions Perspectives

- Contrôle des apports N : des effets favorables sur la santé des plantes avec maintien des niveaux de production
- Tester des stratégies de Production Intégrée en intégrant les acquis des tâches 1, 2 et 4, les références en protection biologique et chimique raisonnée (objet de la tâche 5)
- Poursuivre, développer...des travaux de recherche fondamentale et appliquée
  - Composés de défense
  - Effets d'autres éléments fertilisants sur la sensibilité des plantes aux bioagresseurs : P K Ca
- Soutenir les efforts dans les voies de progrès en visant des synergies entre acteurs de la recherche d'amont, de la recherche appliquée, de l'expérimentation et du développement

Recherches et Innovations Technologiques – Drummondville 13 et 14 Février 2012

## Vers des stratégies de production intégrée économiques en intrants (ex : produits phytosanitaires, engrais...)

- Objectifs
  - Combiner plusieurs outils tactiques, méthodes pour asseoir des systèmes de culture moins dépendants des produits phytosanitaires
- Moyens/ Techniques culturales
  - Variétés moins sensibles
  - Rotations des cultures
  - Conduites de fertilisation à moindre risque/ bioagresseurs
  - Protection biologique, SDP
  - ...

Recherches et Innovations Technologiques – Drummondville 13 et 14 Février 2012