

Colloque

## Nutrition N et fonctionnement agrophysiologique spécifique des légumineuses

*Anne-Sophie Voisin, François Gastal*



Les légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durables - 14 décembre 2015 1

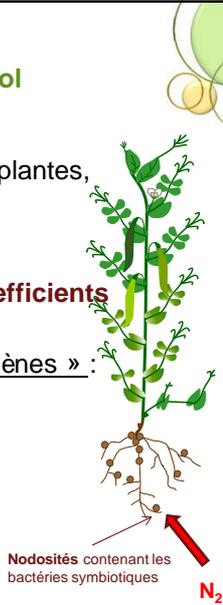
## La fixation symbiotique : Une symbiose entre plante et microorganismes du sol

### Capacité exclusive des légumineuses

- Fixation de  $N_2$  atmosphérique par les racines des plantes, en symbiose avec des bactéries du sol

### Réussite conditionnée à la présence de symbiontes efficaces dans le sol

- Pois, féverole et légumineuses fourragères « indigènes » :
  - souches présentes dans les sols français
- Légumineuses tropicales :
  - Inoculation au semis nécessaire
- Pour certaines espèces : Lupin et luzerne :
  - Inoculation bénéfique dans certaines conditions de pH



Nodosités contenant les bactéries symbiotiques  $N_2$

Les légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durables - 14 décembre 2015 2

## Flexibilité de la nutrition N





Les légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durables - 14 décembre 2015

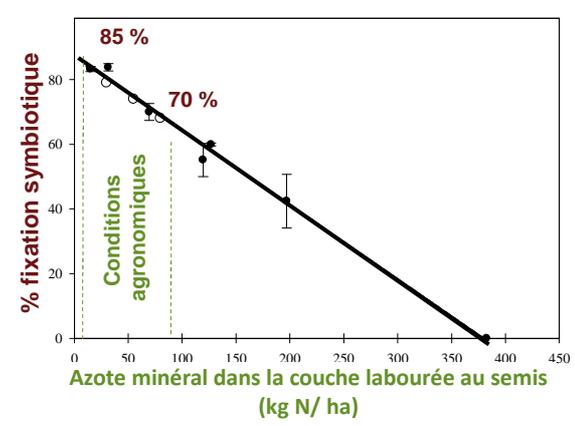
3

### Flexibilité de la nutrition azotée :

entre autonomie en N (fixation de  $N_2$ ) et prélèvement du nitrate du sol

**Fixation symbiotique diminue avec disponibilité en nitrate du sol**

- si disponibilité en nitrate élevée : prélèvement du nitrate du sol
- si disponibilité en nitrate faible : fixation symbiotique



Azote minéral (kg N/ha)	% fixation symbiotique
0	85%
100	70%
200	~45%
400	0%





Les légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durables - 14 décembre 2015

## Flexibilité de la nutrition azotée :

Variations au cours du cycle de culture

**En début de cycle**

- La légumineuse absorbe en priorité l'azote minéral du sol

**Puis au cours du cycle**

- La fixation symbiotique de  $N_2$  prend le relais  
*Dès que dispo nitrates du sol trop faible pour subvenir aux besoins de la plante*
- Basculement d'une voie à l'autre  
selon disponibilité en nitrate du sol  
*Sauf si le fonctionnement des nodosités a été inhibé trop longtemps*



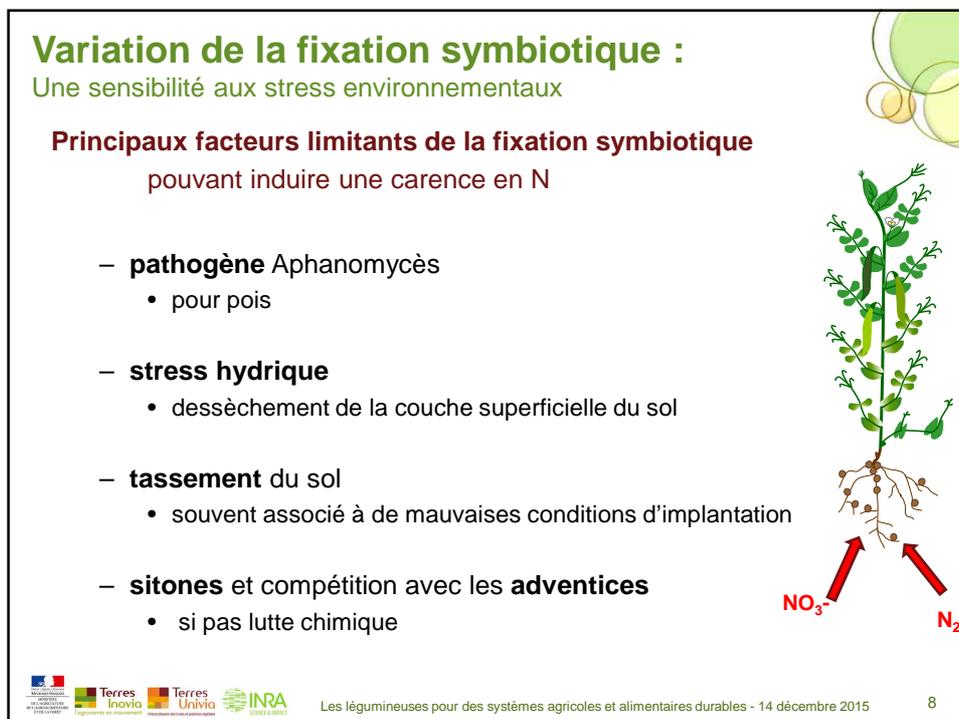
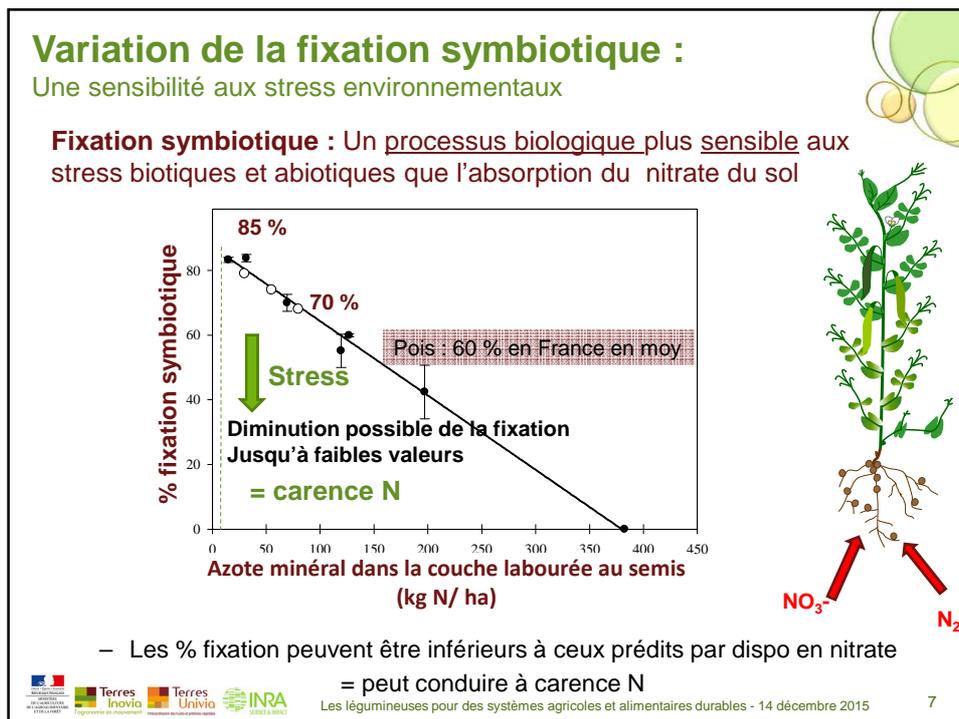
$NO_3^-$      $N_2$

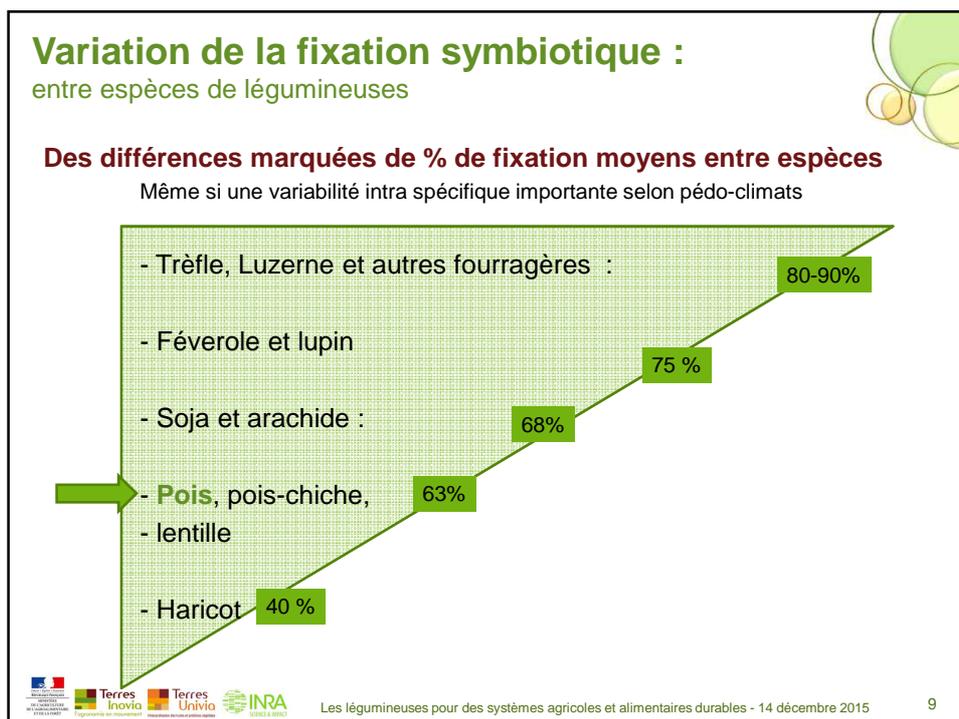

 Les légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durables - 14 décembre 2015

## Variation de la fixation symbiotique


 Les légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durables - 14 décembre 2015

6





## Les associations légumineuses- graminées

Valorisation de voies de nutrition N complémentaires entre les espèces : « complémentarité de niche »

**Céréales :**

- 1) Croissance aérienne et racinaire plus rapides que légumineuse
- 2) Utilisent le nitrate du sol

**Légumineuses :**

- 3) Disposent de moins de nitrate qu'en culture pure
- 4) Recours « forcé » à la fixation de  $N_2$

= plus de nitrate disponible qu'en culture pure

= taux de fixation symbiotique supérieurs aux cultures pures

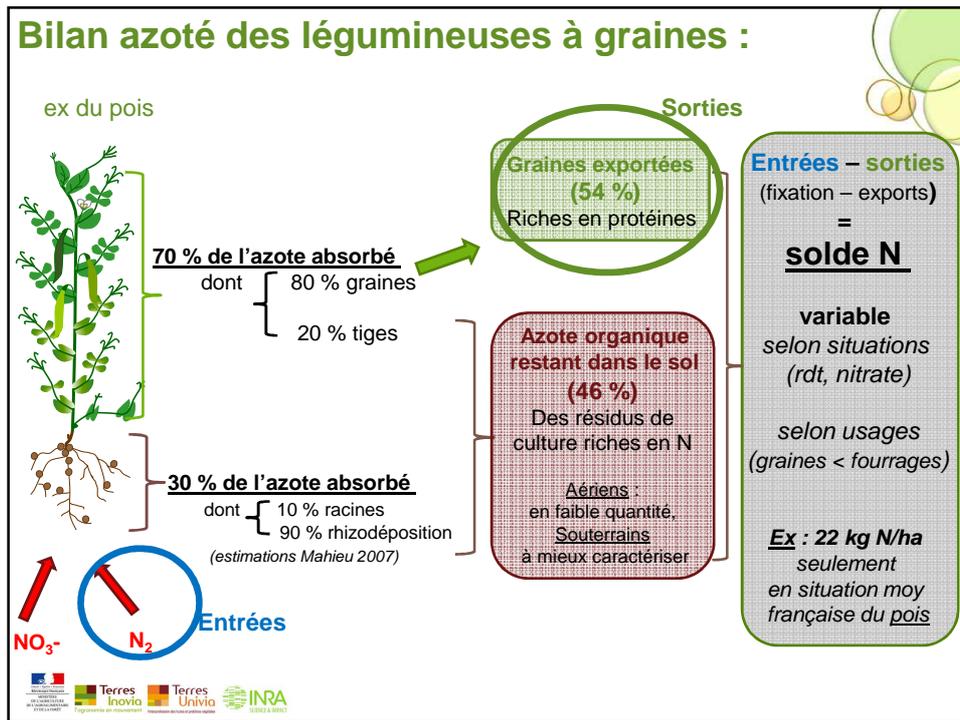
**Les transferts racinaires directs entre les espèces : dans les 2 sens et faibles**

Les légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durables - 14 décembre 2015 11

## Les légumineuses fournissent

- des graines riches en protéines
- de l'azote au sol

Les légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durables - 14 décembre 2015 12



### Les graines de légumineuses ont des teneurs en protéines élevées :

Des teneurs en protéines variables entre espèces

- Soja :	40 %
- Lupin :	37 %
- Féverole :	30 %
- Pois :	23 %

- céréales : 10-15 %

Logos: INRA, Terres Inovia, Terres Univia

Les légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durables - 14 décembre 2015

## Teneur en protéines: un certain coût pour le rendement



Les légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durables - 14 décembre 2015

15

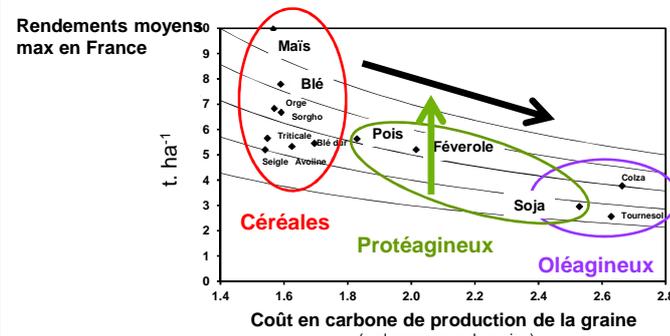
## La synthèse des protéines : a un coût énergétique pour la plante supérieur à la synthèse d'amidon



**Quantité de protéines produites à l'ha : pois (920 kg /ha) > blé (825 kg / ha)**

- Teneur en protéines des graines : pois (23 %) > blé (11 %)
- Potentiel rdt matière sèche : pois (40 q /ha) < blé (75 q / ha)

**Rendements moyens max en France**



**Mais une marge de progrès possible pour espèces à sélection récente**

- avec augmentation conjointe du rendement en matière sèche et en protéines

Les légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durables - 14 décembre 2015

16



## Conclusions et synthèse sur fonctionnement agro-physiologique spécifique des légumineuses


 Les légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durables - 14 décembre 2015

17



## Conclusions et synthèse sur la fixation symbiotique de N<sub>2</sub>

### Un processus biologique

- permis par une association plante-bactérie
- sensible aux facteurs du milieu (climat, maladies)

*= Plus difficile à piloter que nutrition N reposant sur fertilisation (céréales)*

➔ **améliorable par la conception et le pilotage des systèmes de culture, et par la génétique**

### La fourniture de 2 types de services / azote

- production de fourrages ou graines riches en protéines
- apport de N biologique au système de culture

➔ **à valoriser dans systèmes agricoles et alimentaires durables**


 Les légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durables - 14 décembre 2015

18