

## Rôle agro-écologique des cultures en association avec les légumineuses



- > Azote
- > Protéines
- > Contrôle des adventices
- > Modélisation
- > Biologie et fertilité des sols

- > Rizodéposition
- > Systèmes de culture durables
- > Méthodes isotopiques
- > Conditions d'adoption des innovations

### Editorial



#### Joëlle Fustec

Responsable du laboratoire [LEVA](#) (ESA - INRA)  
[Ecole Supérieure d'Agricultures d'Angers](#)

La gestion durable de la santé des plantes est l'un des axes de recherche prioritaires de la [SFR Quasav](#) (Structure Fédérative de Recherche Qualité et Santé du Végétal). Les travaux menés depuis 1998 par le laboratoire [LEVA](#) (Légumineuses, Ecophysiologie Végétale, Agro-écologie), unité de l'[Ecole Supérieure d'Agricultures](#) d'Angers sous contrat [INRA](#), s'inscrivent dans cet axe prioritaire et visent à répondre à des

enjeux sociétaux majeurs : limitation des fertilisants azotés et des gaz à effet de serre (GES) et résilience des agro-écosystèmes.

Les recherches du [LEVA](#) sur les cultures associées sont reconnues aux niveaux national et international, elles visent à améliorer la gestion des ressources en azote en vue de réduire les apports de fertilisants azotés et de contrôler les adventices dans les cultures annuelles.

### A la recherche d'un partenariat ?

Deux contacts pour vous aider à construire vos projets et à les soutenir :



Dernière mise à jour : août 2017

# RAPPEL DES CONCEPTS

## Les légumineuses, source de protéines et d'azote gratuit

Ce sont des plantes de la famille des Fabacées. Elles sont principalement utilisées à trois desseins :

### Légumineuses à graine

Production de graines riches en protéines

*Soja, pois, fève, haricot, ...*

Alimentation humaine ou animale riche en protéines



### Légumineuses fouragères

Production de fourrages riches en protéines

*Luzerne, trèfles, vesces, lotier, ...*

Autonomie protéique des exploitations ployculture-élevage



### Engrais verts

Enrichissement du sol en azote

*Trèfles, minette, luzerne, ...*

Apport d'azote aux cultures suivantes, économies d'engrais azotés



## Les légumineuses, des plantes écologiques qui fertilisent le sol en azote

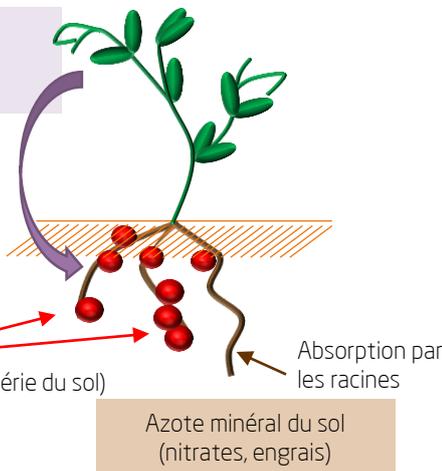
### Azote atmosphérique

(source d'azote gratuite et inépuisable)

Fixation de l'azote de l'air par les nodosités

### Nodule

(symbiose racine-bactérie du sol)



Les légumineuses ont la particularité de puiser l'azote à la fois dans le sol et l'air. Elles se caractérisent par une activité symbiotique de fixation de l'azote atmosphérique grâce aux bactéries présentes dans leurs nodosités.

Plus le sol est pauvre en nitrates, plus la légumineuse fixe l'azote de l'air.

Figure : Système racinaire de légumineuse et ses nodosités



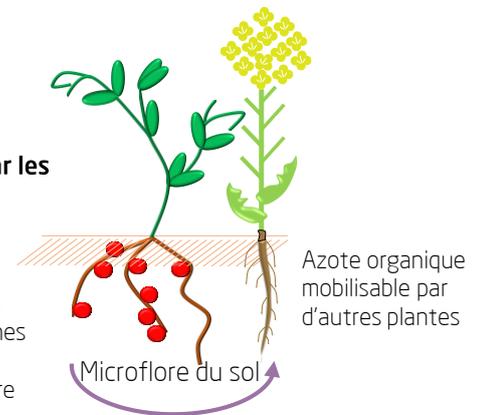
Les racines des légumineuses peuvent apporter au sol 15 % à 30 % de l'azote total que la plante a accumulé au cours de sa croissance et jusqu'à maturité des graines. Cet azote est apporté sous forme de molécules organiques, moins dommageables pour l'environnement que le nitrate.

Lorsque l'on réduit les apports d'engrais azotés, la légumineuse apporte ainsi de l'azote de l'air au sol. L'azote est transformé par la faune et les micro-organismes, puis mobilisable par les plantes.

### 1. N<sub>2</sub> de l'air fixé par les nodosités

### 2. Rhizodéposition

- > Turnover des racines et des nodules
- > Exsudation racinaire



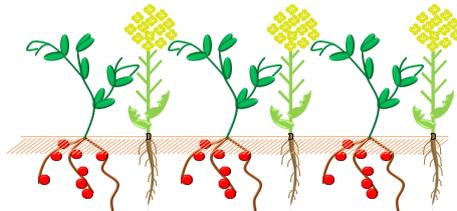
→ Les légumineuses permettent de faire des économies d'engrais azotés.

## Les associations de cultures avec des légumineuses : une solution à développer

### Intérêt de l'association si la légumineuse est la plante principale :

stabiliser les rendements de la légumineuse, très sensible aux adventices, maladies et ravageurs lorsqu'elle est cultivée en pur.

Exemples : pois/céréale, lupin/céréales



### Intérêt de l'association pour la culture que la légumineuse accompagne :

fertiliser le sol et limiter la pression des bio-agresseurs (adventices, ravageurs, agents pathogènes).

Exemple : colza/légumineuse

# RÉSULTATS DE LA RECHERCHE

L'**architecture du couvert végétal** influence le partage du rayonnement entre les deux espèces.

Chez le pois, des traits variétaux tels que la **hauteur** et le **nombre de ramifications** influencent les proportions du mélange.

Des **écarts de croissance** précoce entre les espèces, en lien avec :

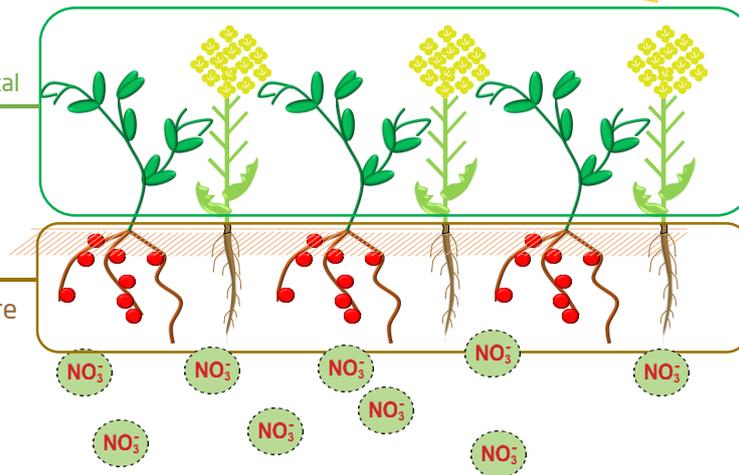
- > la masse de la semence,
- > la durée de la levée,
- > la disponibilité en nutriments

ont des conséquences sur les **performances de l'association**.

Architecture du couvert végétal

Partage du rayonnement

Architecture racinaire



Les associations céréale-légumineuse sont plus compétitives vis-à-vis des **adventices** que les cultures pures de légumineuses, en raison d'une meilleure compétition pour l'azote du sol.

La **complémentarité** entre les espèces en matière de source d'**azote** (air et sol) joue un rôle crucial dans les performances des cultures associées.

La croissance de chaque espèce **dépend de la dynamique de la disponibilité en nitrate** du sol.

La **complémentarité des architectures racinaires** lors de l'installation des associations est déterminante pour le statut azoté du colza associé.

L'effet des **transferts d'azote de la légumineuse vers la culture associée** est négligeable.

[j.fustec@groupe-esa.com](mailto:j.fustec@groupe-esa.com)



## PROJETS RÉCENTS

### PROJETS DE RECHERCHE

**Projet européen DiverSify** (2017-2020) dirigée par [James Hutton Institute](#) (UK). Choisir les meilleures équipes d'espèces de culture pour favoriser les synergies et optimiser la production et d'autres services.

**Projet européen DiverIMPACTS** (2017-2021) dirigé par l'[INRA](#). Diversification des cultures par rotations, cultures intercalaires, cultures multiples, promues avec les acteurs et les chaînes de valeur vers la durabilité.

**Projet Safari** (2013-2017). Interactions entre diversité du couvert végétal et diversité des organismes du sol en lien avec le rendement des cultures.

**Projet interrégional Prograilive** (2016-2018). Associer le lupin avec une plante compagne pour réduire le développement des adventices dans les cultures de lupin.

**Projet ANR Légitimes** (2014-2017). Construire les conditions d'une plus grande insertion de légumineuses dans les systèmes agricoles et évaluer les effets attendus dans l'optique d'une gestion durable des territoires et des ressources.

### THESES DE DOCTORAT



**Elana DAYOUB**. Compétitivités de différentes légumineuses vis-à-vis des adventices, trait d'espèces associés et interactions avec les modes d'insertion et les services relatifs à l'azote et aux adventices fournis par les légumineuses dans les systèmes de culture.

[g.hellou@groupe-esa.com](mailto:g.hellou@groupe-esa.com)



**Hélène BOBILLE**. Régulation de l'exsudation racinaire des Fabacées et conséquences dans la réponse aux stress abiotiques.

[j.fustec@groupe-esa.com](mailto:j.fustec@groupe-esa.com), [anis.limami@univ-angers.fr](mailto:anis.limami@univ-angers.fr)



**Nicolas CARTON**. Interactions trophiques induites par l'association du lupin avec une espèce compagne et conséquences sur la productivité des espèces et la gestion des adventices.

[g.hellou@groupe-esa.com](mailto:g.hellou@groupe-esa.com)



**Baptiste DRUT**. Etude des interactions couvert végétal-organismes du sol en lien avec la biodiversité cultivée dans la parcelle : conséquences sur la fertilité du sol et le rendement des cultures.

[j.fustec@groupe-esa.com](mailto:j.fustec@groupe-esa.com)

## Exemples de sujets de collaboration

- Choisir des **espèces/variétés** à associer et le mode d'association en fonction des systèmes de culture et des objectifs à atteindre
- Utiliser et conduire les associations pour **contrôler les adventices**
- Choisir les **agencements spacio-temporels** les plus appropriés
- Quantifier les **flux d'azotes** dans les agrosystèmes
- Comprendre les interactions entre le couvert végétal et le sol ; étudier les conséquences sur la qualité de la matière organique et la **fertilité des sols**
- Améliorer le **diagnostic de la qualité des sols** en vue d'un meilleur pilotage de la fertilité des sols



- ➔ **Renforcez votre R&D** en recrutant un **doctorant CIFRE** (soutien financier de l'[ANRT](#) et du [CIR](#)), un **jeune docteur** (aide financière du [CIR](#)) ou un **étudiant en alternance** (en contrat de professionnalisation ou d'apprentissage)



## Formations à destination des entreprises

- Fertilité biologique des sols
  - Pilotage des associations de cultures à base de légumineuses
- [Catalogue en ligne : groupe-esa/formation-tout-au-long-de-la-vie](http://groupe-esa.com/formation-tout-au-long-de-la-vie)

**Joëlle Fustec**  
Responsable de l'unité de recherche LEVA  
[j.fustec@groupe-esa.com](mailto:j.fustec@groupe-esa.com)



[Catalogue en ligne de l'Agrocampus Ouest](http://agrocampus-ouest.com/formation-tout-au-long-de-la-vie)

> [agrocampus-ouest/formation-tout-au-long-de-la-vie](http://agrocampus-ouest.com/formation-tout-au-long-de-la-vie)



[Catalogue en ligne de l'Université d'Angers](http://universite-angers.com/formation-continue/Offre-de-formation)

> [universite-angers/formation-continue/Offre-de-formation](http://universite-angers.com/formation-continue/Offre-de-formation)

**Ou faites-nous part de vos besoins !**

## Prestation de services

- **Diagnostic de l'activité biologique des sols**  
Diagnostic au champ de la capacité de dégradation de la matière organique dans des sols *via* l'indicateur [LEVAbag<sup>MD</sup>](#)  
> Contact : [LEVAbag@groupe-esa.com](mailto:LEVAbag@groupe-esa.com)

