

## LEGUMINEUSES ET AZOTE : COMMENT ÇA MARCHE ?

- LA FIXATION SYMBIOTIQUE D'AZOTE
- L'INOCULATION AU SEMIS
- LA DISPONIBILITE DE L'AZOTE FIXE



La FAO a proclamé l'année 2016 comme l'année internationale des légumineuses. Par cette action, elle souhaite communiquer au travers du slogan « **des graines pour nourrir le monde** » afin de sensibiliser l'opinion publique aux avantages nutritionnels des légumineuses et à leur contribution à la sécurité alimentaire. La célébration de cette année est également l'occasion de montrer comment les légumineuses peuvent contribuer à atténuer le changement climatique, à améliorer la fertilité des sols et la biodiversité au sein des systèmes de cultures. Pour en savoir plus : <http://www.fao.org/pulses-2016/fr/>. Dans ce numéro, nous n'aborderons que leur mode de fonctionnement et en particulier, leur capacité à fixer de l'azote.

### La fixation symbiotique d'azote



Observer les nodosités si elles sont rosées à l'intérieur c'est qu'elles sont fonctionnelles !



Nodosités sur racines de soja

Les légumineuses sont connues pour leur capacité à fixer l'azote de l'air mais elles ne le font pas toutes seules. En effet, c'est « l'infection » de la racine de la plante par une bactérie présente dans le sol du genre *Rhizobium* qui en réalisant **une symbiose bactérie-racine** va faire bénéficier la légumineuse de cette propriété. Les « symptômes » indiquant que cette association est effective sont l'apparition des nodosités sur la racine de la légumineuse. Ces dernières sont, en fait, des poils absorbants se courbant suite à l'attaque bactérienne pour se transformer en nodules.

Le début de la fixation symbiotique d'azote démarre lorsque ces nodosités apparaissent (apparition des premières feuilles). Plusieurs conditions sont nécessaires pour favoriser cette fixation :

- Une bonne porosité du sol pour une bonne aération du sol (éviter les tassements),
- Un bon développement racinaire de la légumineuse au départ (suffisamment d'azote dans le sol pour l'initiation mais pas trop !),
- Une présence de bactéries de type rhizobium dans le sol.

Il existe beaucoup de références et de recherches en cours sur les légumineuses, voici un exemple de valeurs sur les capacités de fixation de quelques légumineuses (d'après Bottomley & Myrold, 2007).

	N <sub>2</sub> fixé (kg/ha/an)
Soja	60 - 115
Pois	50 - 100
Luzerne	130 - 250
Trèfle blanc	200

Les bactéries vont donc capter l'azote de l'air (N<sub>2</sub>) puis le transformer pour qu'il soit disponible et assimilable par la légumineuse. En retour, elles vont recevoir des éléments carbonés, c'est un échange équilibré gagnant-gagnant. En cas de stress, si la légumineuse peut fournir moins d'éléments carbonés, la bactérie fixera moins d'azote. Ces stress

peuvent être climatiques, liés à des bioagresseurs (attaques des nodosités (sitone, pourriture...)) ou à des pratiques (sur-fertilisation, sur-pâturage...).

Au final, l'azote total proviendra en partie du sol et en partie de la fixation symbiotique. L'utilisation de marqueur permet de connaître l'origine de cet azote. Ainsi, la part de l'azote provenant de la **fixation symbiotique varie de 30 à 100 %** en fonction des espèces (les légumineuses prairiales seraient d'ailleurs plus efficaces que les légumineuses à graines) et des conditions pédoclimatiques et parcellaires.

A l'échelle mondiale, 100 millions de tonnes/an d'azote atmosphérique fixée par les légumineuses, ce qui est comparable à la production d'azote par l'industrie chimique. (Source Arvalis)



Sans facteur limitant, il a été observé que la légumineuse pilote sa fixation symbiotique en fonction de ses besoins de croissance pour une nutrition azotée optimale. La fixation symbiotique est également réversible sur une grande partie du cycle de la plante : en fonction des conditions, la légumineuse pure va puiser l'azote du sol ou fixer l'azote de l'air. Ceci a mis en évidence le **rôle tampon** des légumineuses (d'après G. Hellou, UR LEVA, ESA Angers).

## L'inoculation au semis

**Le rhizobium** est une bactérie naturellement présente dans les sols. Mais certaines souches sont spécifiques de la légumineuse semée. Pour la luzerne, par exemple, en dehors des sols calcaires, il faut systématiquement inoculer. Mais cela est également vrai pour le soja, le lupin etc...et notamment si la parcelle n'a pas été implantée en légumineuse depuis longtemps. Pour le pois, la féverole et les trèfles, le rhizobium spécifique est naturellement présent dans les sols, ne nécessitant pas d'inoculation.

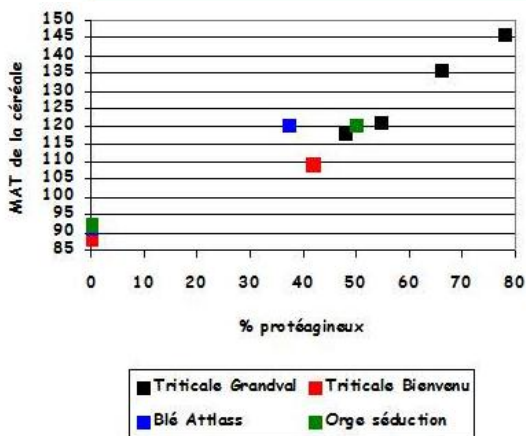
Le but de l'inoculation est d'enrober les semences avec

un nombre suffisamment grand de rhizobium vivant spécifique pour stimuler une nodulation rapide et efficace. Des précautions doivent être prises lors de cette opération. Notamment l'inoculum ne doit pas être exposé à la chaleur ou trop longtemps à la lumière. L'inoculant se présente la plupart du temps sous forme de poudre, à mélanger avec un additif lui permettant de « coller » aux graines. Le semis doit ensuite se faire rapidement après l'inoculation.



Source : TerresInovia

## La disponibilité de l'azote fixé : point sur l'état des connaissances



Essai association céréale-protéagineux (Ferme expérimentale de Thorigné, 2008)

Au regard de certains essais comme celui présenté ci-contre, l'idée que la légumineuse puisse donner « en direct » de l'azote à une plante associée a d'abord circulé. Mais des études plus poussées ont montré qu'en association c'est la règle de compétitivité pour l'azote qui s'applique : la céréale étant plus compétitive va utiliser l'azote du sol, la légumineuse va devoir fixer plus d'azote de l'air. Au final en association, la céréale sera plus riche en protéine.

Ensuite et dans tous les cas, c'est bien **la minéralisation des résidus** qui va libérer l'azote fixé par les légumineuses. La quantité d'azote libérée pour la culture suivante sera alors fonction de la biomasse produite, du mode de destruction et du C/N des résidus (souvent faible pour les légumineuses). Cependant, la dégradation de ces résidus étant assez rapide en cas de culture associée de type colza-légumineuses détruites en cours de cycle (sortie d'hiver), la culture de colza peut alors bénéficier en partie de l'azote minéralisé (d'après Jamont, Piva and Fustec, 2013).

Rédaction : Virginie RIOU ([virginie.riou@maine-et-loire.chambagri.fr](mailto:virginie.riou@maine-et-loire.chambagri.fr))

Comité de lecture : AGUER Marie, GUERIN Fabien, RIOU Virginie, GENDRY Marc, MICHONNET Jean-Luc, Philippe LEMAIRE pour les Chambres d'agriculture des Pays de la Loire

SOLAG n°6 le 05/09/2016