

NUTRITION AZOTEE DES LEGUMINEUSES FOURRAGERES

par

M. OBATON

Maître de Recherches - Microbiologie des Sols - I.N.R.A. DIJON

Il est classique de dire que la nutrition azotée des légumineuses se fait grâce à l'azote atmosphérique fixé par les rhizobium situés dans les nodosités que portent les racines.

En fait, il existe deux voies différentes capables d'assurer cette nutrition azotée :

- la voie utilisant la nitrate réductase des racines et des feuilles et qui permet à la plante d'assimiler les nitrates du sol,
- la voie passant par la nitrogénase des nodules qui fait bénéficier la plante de l'azote atmosphérique.

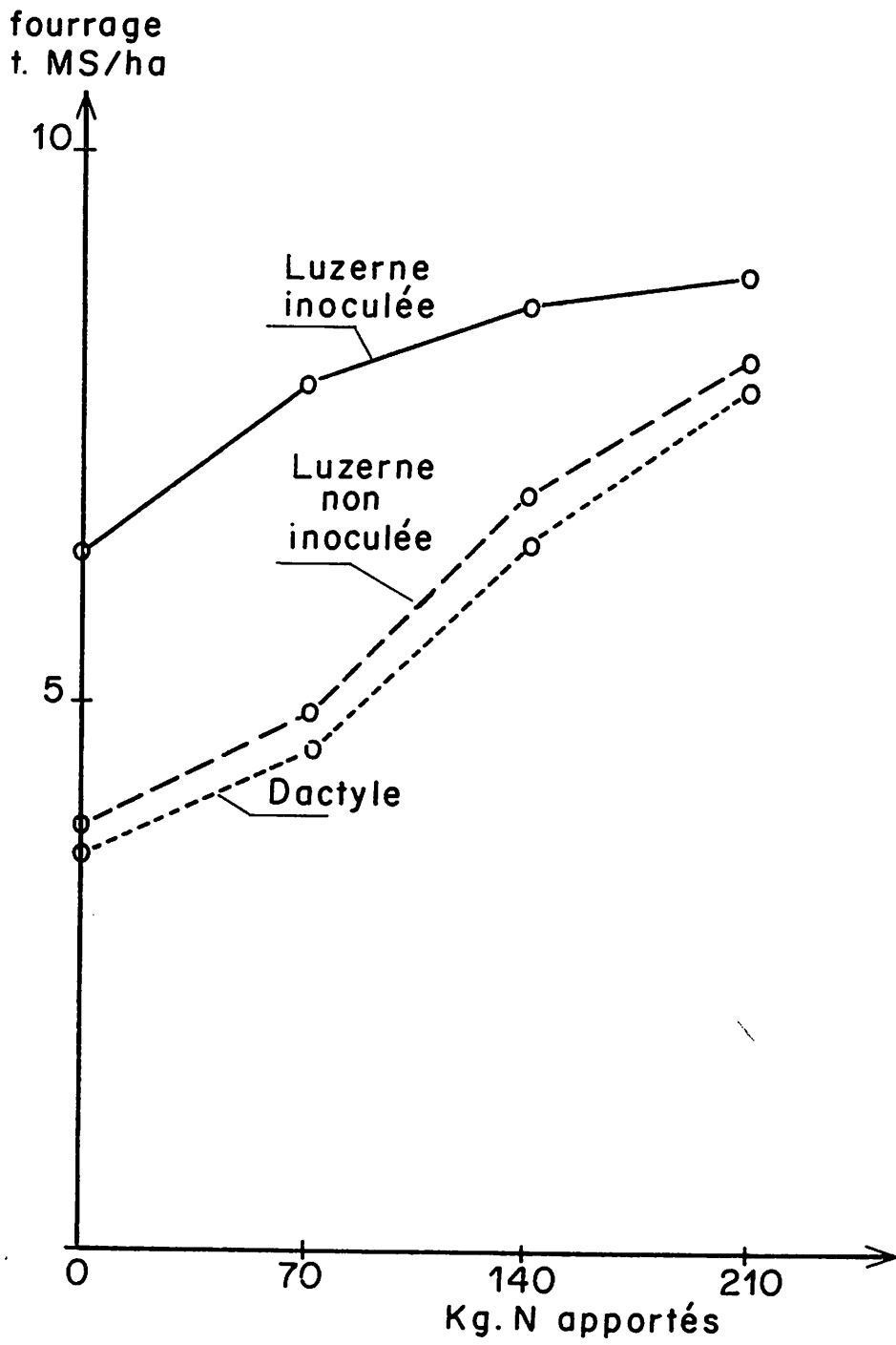
Ces deux voies sont illustrées par le graphique 1. Une luzerne non inoculée semée dans un sol ne contenant pas naturellement de *Rhizobium meliloti* se comporte exactement comme le dactyle lorsque des doses croissantes d'azote lui sont fournies. La légumineuse se développe dans ce cas grâce à sa nitrate réductase comme la graminée.

Lorsqu'elle est inoculée, la luzerne est peu sensible à l'apport d'engrais azoté car la fixation est suffisamment intense (sauf au début de la vie de la plante) pour assurer tous les besoins en azote. Cependant les deux mécanismes fonctionnent simultanément surtout lorsque la dose d'engrais azoté est élevée.

En fait, il existe très peu de données sur la part relative des deux enzymes dans la nutrition azotée des légumineuses fourragères. Par contre cela a été un peu étudié chez les légumineuses à graine et le graphique 2 montre la répartition au cours de la vie du soja de l'azote provenant de l'un et l'autre mécanisme.

Graphique 1

Effet de la fumure azotée



A la germination, la plante vit aux dépens des réserves azotées du grain et du sol. Les nodules se forment dès que la photosynthèse est active et ils commencent à fonctionner au moment de la première fleur. A la pleine floraison, le rôle de la nitrate réductase diminue par épuisement des réserves azotées du sol, tandis que l'activité nodulaire s'accroît. La fixation s'arrête toutefois à la formation des gousses, car les glucides issues de la photosynthèse se dirigent vers les graines en formation et le nodule cesse de fonctionner par arrêt de l'alimentation en glucides et en énergie.

Les deux mécanismes, assimilation de l'azote du sol et fixation, sont donc en équilibre dans la plante. Chez le soja, la part de l'azote de la plante ayant pour origine la fixation est de 20 à 80 % de l'azote total. Pour économiser l'azote du sol, il y aurait intérêt à réduire l'activité de la nitrate réductase et à augmenter la nitrogénase.

Malheureusement, c'est l'inverse qui se produit. Lorsque la plante a le choix entre les deux sources d'azote, elle choisit préférentiellement d'assimiler les nitrates du sol, sans d'ailleurs que la cause de ce choix soit claire, puisque les deux mécanismes nécessitent la même quantité d'énergie et à peu près la même quantité de glucides.

L'azote du sol est bénéfique à chacun des deux partenaires, la plante et la bactérie, par contre il est fortement inhibiteur sur la symbiose, et cela sur plusieurs plans :

- 1/ l'azote du sol empêche la pénétration des rhizobium dans les poils absorbants,
- 2/ si le nodule est formé, l'azote stoppe le développement du nodule par arrêt du fonctionnement du méristème du nodule,
- 3/ si la fixation est commencée, elle est arrêtée par inhibition de l'activité de la nitrogénase, et le nodule dégénère.

Il y a donc peu d'espoir d'obtenir des plantes qui soient capables de ne pas utiliser l'azote du sol, pour se développer uniquement grâce à la nitrogénase des nodules.

Par contre, on peut espérer que le seuil critique auquel l'azote du sol inhibe la fixation soit différent suivant les lignées de légumineuses, et peut-être aussi les souches de rhizobium. Il est en effet très probable que la part qui revient à chaque mécanisme de nutrition azotée est influencée par les facteurs génétiques des deux partenaires.

Ceci amènerait donc à sélectionner des plantes qui sans doute ne produiront pas plus, mais économiseront l'azote du sol, ce qui est intéressant si la légumineuse est cultivée dans un sol riche en azote ou en association avec une graminée recevant un engrais azoté.

Une autre voie peut être la recherche de formes d'engrais azotés qui n'inhibent pas trop la nodulation.

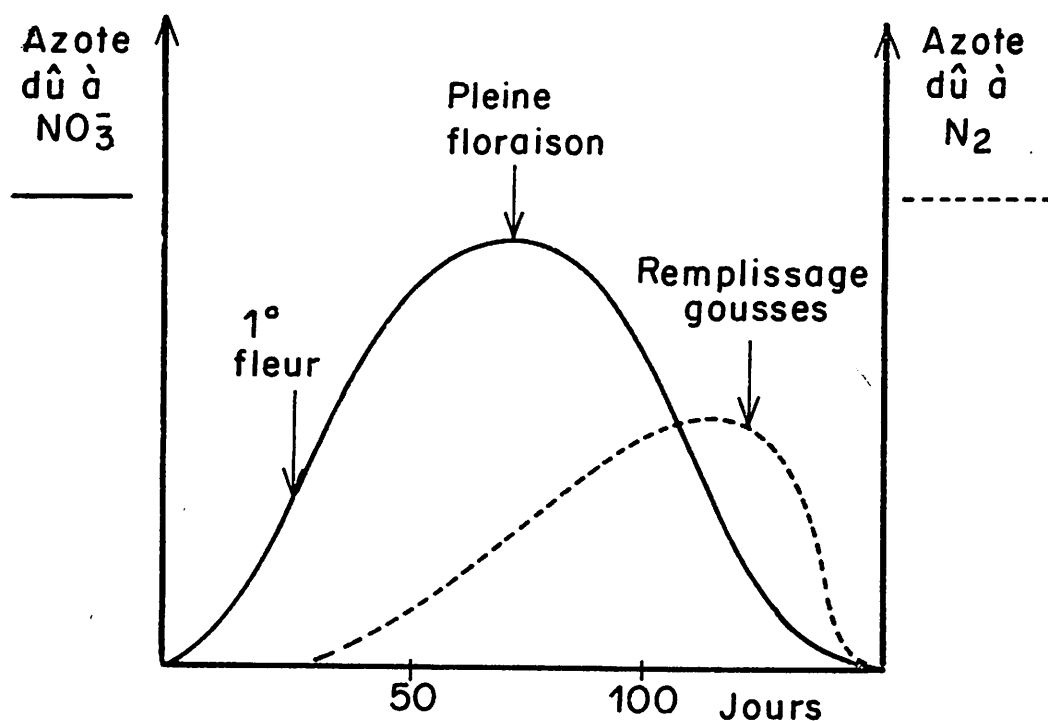
Or il existe un crible de sélection relativement simple, si bien que de nombreuses équipes dans le monde entament actuellement ces recherches.

Le principe de ce crible repose sur la mesure de l'activité de l'enzyme nitrogénase par la méthode dite de "réduction de l'acétylène". Dans le nodule, l'azote est réduit en NH_3 par l'enzyme nitrogénase. Cet enzyme est peu spécifique, il est également capable de réduire l'acétylène en éthylène. L'azote et l'ammoniac sont difficiles à doser, l'acétylène et l'éthylène sont très faciles à doser par chromatographie en phase gazeuse. Il est donc aisé par cette technique de mettre en évidence l'activité fixatrice ou de comparer des intensités fixatrices, par exemple en relation avec les différentes doses ou formes d'engrais azotés. La courbe de HARPER (graphique 2) a été effectuée par cette technique, elle nécessite, soit d'extraire la racine et les nodules, soit de travailler *in situ* en plaçant au-dessus de la plante une cloche où l'on injecte l'acétylène à dose faible pour ne pas tuer la plante.

Il est donc relativement facile, bien que long, de tester des dizaines de lignées de légumineuses fourragères quant à leur capacité à fixer l'azote en présence de différents niveaux d'azote minéral dans la solution. Ce peut être une voie de sélection à envisager pour économiser les engrais azotés.

Graphique 2

Soja



D'après J.E. HARPER 1975