

Ed. du Syndicat des Riziculteurs.

M. 1901. Nouvelle édition 13200 ARLES
Mas de St Rambert

1949

(90) 97.11.15

LA NUTRITION AZOTÉE DU RIZ A PARTIR DE L'AZOTE ATMOSPHERIQUE :

ACTIONS DE RECHERCHES ET APPLICATIONS PRATIQUES

Par Jacques BALDENSPERGER

Maître de recherches à l'ORSTOM,

Centre d'Ecologie de Camargue « Le Sambuc », 13200 ARLES

En page 10 de son numéro 175, le Bulletin d'Information des Riziculteurs a fait état d'un programme de recherches mis en œuvre par l'O.N.U. concernant la nutrition azotée du riz par fixation biologique d'azote atmosphérique. L'intérêt des producteurs camarguais ayant probablement été éveillé par les chiffres indiqués quant à la « production » d'azote à l'hectare, il m'a semblé utile de compléter cette information sommaire par quelques précisions, puisqu'un programme de recherches concernant cette question vient d'être mis en place en Camargue.

1°) Qu'appelle-t-on fixation biologique de l'azote ?

Bien que l'azote moléculaire N_2 constitue 80 % de l'atmosphère terrestre, les végétaux supérieurs sont incapables d'utiliser directement cette molécule pour la synthèse de leurs constituants cellulaires. La nutrition azotée des plantes dépend donc totalement de la disponibilité dans la solution du sol de formes combinées (nitrate, ammonium, formes organiques). Celles-ci peuvent provenir :

- de la fixation de l'azote N_2 par des microorganismes, en l'occurrence des bactéries et des algues ;
- de l'apport de formes combinées (fumure, eaux d'irrigation et eaux de pluie).

L'assimilation de l'azote N_2 permet donc aux microorganismes qui sont pourvus d'une enzyme particulière (nitrogénase) d'utiliser un composant majeur de l'atmosphère. Cependant cette assimilation, qui procède d'une réduction de l'azote N_2 en ammoniac NH_3 , est un processus consommateur d'énergie : les microorganismes « fixateurs d'azote » peuvent utiliser deux formes d'énergie pour cette réduction :

- l'énergie lumineuse, des pigments photosensibles convertissant le rayonnement solaire en « pouvoir réducteur » ;
- l'énergie chimique, c'est-à-dire l'oxydation de composés organiques (sucres par exemple). Il faut noter que cette énergie chimique est en fait de l'énergie lumineuse stockée, dans la mesure où ces composés ont été produits par photosynthèse.

Mais, comme tous les organismes vivants, les bactéries ou algues fixatrices disposent de mécanismes de régulation leur permettant de ne dépenser de l'énergie qu'en fonction de leurs besoins : si de l'azote combiné est disponible, la fixation biologique est inhibée, et seuls des mutants artificiellement créés en laboratoire (bactéries « dérprimées ») excrètent de l'ammoniac dans le milieu extérieur. On peut d'ailleurs raisonnablement penser que ces organismes dérprimés ne se maintiendraient pas dans un biotope naturel tel que le sol. En effet, la dérpression diminue la compétitivité dans la

mesure où le caractère « fixateur obligatoire » oblige la souche qui le possède à un surcroît de consommation d'énergie pour fixer de l'azote excrété dans le milieu au bénéfice d'autres organismes pouvant s'adapter aux fluctuations de la concentration en azote fixé par les mécanismes de la régulation.

La fixation d'azote est donc un processus consommateur d'énergie, qui permet à certains microorganismes d'utiliser l'azote atmosphérique si l'azote combiné n'est pas disponible dans le milieu.

2°) Qu'est-ce que la fixation d'azote par les associations « plantes-microorganismes » ?

Si les plantes supérieures sont, en culture sur sol stérile, incapables d'utiliser l'azote N_2 , diverses associations peuvent s'établir entre une plante et un microorganisme fixateur. La fixation d'azote par les légumineuses nodulées est un phénomène connu et utilisé depuis longtemps. Chez les non-légumineuses (par exemple le riz) des associations non symbiotiques ont été mises en évidence, le système « plante-bactérie » pouvant alors fixer une quantité plus ou moins importante d'azote N_2 . Dans ces associations, les microorganismes peuvent utiliser les photosynthétats produits par le végétal (directement sous forme d'exsudats racinaires ou indirectement par décomposition de tissus morts) pour leur métabolisme et éventuellement pour fixer l'azote. Le système permet alors d'augmenter la biomasse du sol au contact des racines, donc la quantité d'azote combiné utilisable par la plante.

De nombreuses équipes de recherches étudient ces associations non-symbiotiques dans le but général de déterminer les pratiques culturales susceptibles de stimuler les activités microbiennes bénéfiques pour les plantes cultivées. Ces recherches sont encore au stade exploratoire, une question importante non résolue étant de savoir dans quelle mesure l'azote combiné est effectivement utilisé par la plante.

3°) Pourquoi s'intéresser à la fixation d'azote en rizière ?

Le riz est cultivé dans de nombreuses régions du globe avec un apport faible ou nul d'engrais azoté, le rendement se stabilisant assez rapidement à une valeur convenable. De très nombreuses études, dont certaines en Camargue, ont montré que dans ces conditions la fixation biologique de l'azote permettait d'expliquer ces rendements. Les conditions particulières du sol de rizière, maintenu submergé pendant une grande partie du cycle cultural favorisent en effet l'activité des microorganismes fixateurs, qui est plus importante en rizière que pour d'autres céréales. Suivant les zones climatiques et les pratiques culturales, les auteurs ont estimé que l'activité fixatrice peut apporter jusqu'à 50 kg d'azote $ha^{-1} an^{-1}$.

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 21208, ex 4

Cpte : B 83 11

4°) Comment évaluer la fixation biologique en rizière ?

Une évaluation globale, à l'échelle du cycle cultural, peut être faite en déterminant :

- le stock d'azote total avant culture,
- les entrées (engrais, irrigation, pluies),
- les sorties (drainage, pertes par dénitrification, récolte),
- le stock final.

Le déficit calculé correspond alors à la fixation biologique.

L'utilisation d'un isotope de l'azote (^{15}N) permet, au prix d'un gros travail et de calculs laborieux, d'affiner le bilan.

Il faut cependant disposer d'une méthode de mesure de l'activité fixatrice à l'échelle de l'heure ou de la journée pour faire progresser de façon décisive nos connaissances donc nos possibilités d'action. Malheureusement une telle méthode n'existe pas en rizière.

En effet, la mesure de l'activité réductrice d'acétylène (la nitrogénase réduit également l'acétylène en éthylène) utilisée depuis 1966 ne convient pas aux conditions particulières de la rizière submergée. Un des objectifs des équipes travaillant dans le monde sur ces questions est donc encore la mise au point d'une méthode de mesure.

5°) Quels sont les microorganismes fixateurs d'azote en rizière ?

La fixation d'azote peut être due à l'activité d'organismes phototrophes dans la lame d'eau, en particulier d'algues bleuvertes (cyanobactéries) libres ou symbiotiques d'une fougère (Azolla). Les recherches actuelles, menées principalement en région tropicale, ont pour but d'optimiser la production de ces algues, leur biomasse constituant alors un engrais vert. Aucun programme de recherches concernant cette question n'est actuellement envisagé en Camargue, où les riziculteurs considèrent plus souvent les algues comme des ennemis du riz.

L'activité fixatrice des bactéries chimiotrophes (utilisant les exsudats racinaires ou les débris végétaux comme source d'énergie) fait par contre l'objet d'un programme associant des chercheurs du C.N.R.S., de l'I.N.R.A. et de l'O.R.S.T.O.M. en rizière de Camargue.

Il y a seulement 20 ans, on ne connaissait que quelques espèces fixatrices d'azote non symbiotiques des légumineuses. L'emploi de la méthode de réduction de l'acétylène a permis de montrer qu'en fait de nombreuses bactéries du sol peuvent réduire l'azote N_2 , ce qui complique bien entendu les recherches sur l'écologie de la fixation. Chaque laboratoire travaille plus ou moins arbitrairement sur son propre champion qu'il considère comme responsable de l'activité globale, le plus souvent *in vitro* en l'absence d'une méthode fiable utilisable au champ. L'annonce de la découverte d'une bactérie miracle doit donc être accueillie avec prudence, les résultats acquis dans un tube à essai n'étant pas directement applicables dans la rizière.

6°) Quelles applications pratiques peut-on espérer des recherches sur la fixation d'azote en rizière ?

L'objectif étant évidemment d'augmenter l'activité fixatrice pour réduire d'autant les apports d'engrais azotés, plusieurs moyens d'action peuvent être envisagés :

— la culture d'algues fixatrices (symbiotiques ou libres) en rotation culturale, qui est déjà une pratique courante en région tropicale humide (Philippines, Japon, Chine, etc...). La transposition sous climat tempéré demanderait des études que les résultats obtenus dans ces régions justifient largement ;

— l'inoculation du sol (ou des semences) par des bactéries particulièrement actives. Dans l'état actuel des connaissances, cette méthode n'est pas utilisable en rizière. L'équilibre entre les différents composants de la microflore du sol est en effet le reflet des conditions physico-chimiques du milieu, et l'introduction d'une bactérie étrangère se heurte à des problèmes de compétitivité non résolus ;

— l'amélioration variétale. Il semble acquis que l'efficacité du système plante-microorganisme (c'est-à-dire l'activité fixatrice spécifique, toutes choses étant égales par ailleurs) soit un caractère variétal, du moins pour la jeune plante de riz. En l'absence de mesures sur des plantes plus âgées en rizière, il est encore difficile d'utiliser cette approche, les rendements des variétés favorisant la fixation au stade jeune plante n'étant pas différents des témoins ;

— l'adaptation des pratiques culturales reste à mon avis le seul moyen d'action envisageable actuellement. L'étude de l'influence du travail du sol (enfouissement des pailles, par exemple), du stock d'azote et de la fertilisation sur la fixation biologique d'azote N_2 doit alors s'appuyer sur les recherches en cours, qui ont pour objectif de mieux connaître :

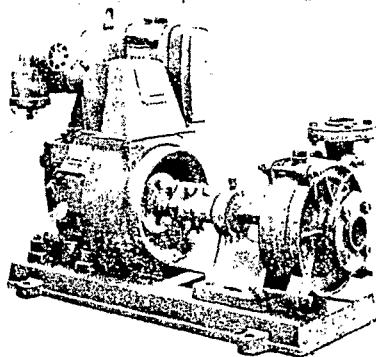
- les groupes fixateurs associés au riz pendant tout le cycle cultural ;
- la physiologie et l'écologie de ces bactéries.

La phase d'utilisation est donc effectivement lointaine, mais le coût des engrais azotés, c'est-à-dire de l'énergie nécessaire à leur fabrication industrielle à partir de l'azote de l'air, ne pouvant qu'augmenter il en sera de même de l'intérêt pratique des recherches sur la fixation biologique de l'azote en rizière.

POMPES MAROGER

23, rue de Saint-Gilles — NIMES — Tél. 67-28-77

50 ANS D'EXPERIENCE



IMPORTANT STOCK
POMPES ET PIECES

SERVICE APRES VENTE

DOCUMENTATION & DEVIS
SUR DEMANDE

— ALIMENTATION EN EAU — IRRIGATION —
SURPRESSEURS D'IMMEUBLES — ASSECHEMENT
— 180 MODELES : ELECTRIQUE - ESSENCE - DIESEL —