

D

REPUBLIQUE DU SENEGAL  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

SECRETARIAT D'ETAT A LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

1981 (138)

CN0100768  
P342  
WEY

LA FIXATION BIOLOGIQUE DE N<sub>2</sub> PAR LA SYMBIOSE  
RHIZOBIUM-SOJA

Synthèse des résultats de la campagne expérimentale  
SOJA -- 1980

J. WEY

Programme I.S.R.A. 2-4-13

Mars 1981

Centre National de Recherches Agronomiques  
de BAMBEY

INSTITUT SENEGALAIS DE RECHERCHES AGRICOLES  
(I. s. R. A.)

## INTRODUCTION

Au regard des résultats des expérimentations soja des années antérieures, nous avons tiré un certain nombre d'enseignements, dont particulièrement la nécessité impérative d'inoculer la culture avec le rhizobium spécifique.

Dans les différents procédés d'inoculation connus, nous avons pour l'instant, retenu le principe de l'inoculation du sol, au moment du semis avec la souche USDA 139, à raison de 50 litres d'inoculum liquide par hectare (concentration 10 Rhizobium/ml). Cette technologie n'est cependant pas encore applicable en milieu paysan, et nécessite quelques ajustements.

Dans cette optique de recherche, les thèmes prioritaires retenus pour la campagne 1900 ont été les suivants :

- Détermination de la dose optimale d'inoculum liquide
- Conditionnement de l'inoculum
- Etude de la survie du Rhizobium dans le sol
- Approche méthodologique des expérimentations soja
- Mise au point d'un procédé simplifié de production d'inoculum (projet unité pilote de production d'inoculum).

## 1 - DETERMINATION DE LA DOSE OPTIMALE D'INOCULUM LIQUIDE

La quantité d'inoculum (exprimée en litres/hectare d'inoculum liquide frais de concentration de  $10^8$  Rhizo/ml) utilisée couramment dans nos expérimentations est de l'ordre de 50 l/ha.

Il est évident que cette dose est surestimée, et non applicable en milieu paysan, d'où notre souci de rechercher la dose optimale.

Une première expérimentation menée en 1979 sur ce thème, nous laissait supposer qu'il n'y avait pas de différence significative sur la nodulation et le rendement entre 10 et 50 l/ha, la dose de 5 l/ha étant à la limite de la significativité.

L'expérimentation de cette année tend à confirmer ces résultats (graphique 1).

On ne note effectivement aucune différence significative entre les doses de 5 et 50 litres/ha sur les paramètres de nodulation et de rendements; ces traitements sont toujours significativement différents du témoin.

\* \* \*

4

On peut donc en conclure que l'apport de 5 litres par hectare d'inoculum liquide (concentration  $10^8$  Rhizobium/ml) suffit amplement pour induire une nodulation correcte sur soja. Cependant, compte tenu des réponses encore aléatoires de cette dose, il serait plus prudent de préconiser pour l'instant une inoculation une dose voisine de 0 à 10 litres/ha. Des précisions supplémentaires seront données quand on maîtrisera mieux la technique d'inoculation (support de l'inoculum liquide, modalités d'application au champ).

## 2 - CONDITIONNEMENT DE L'INOCULUM

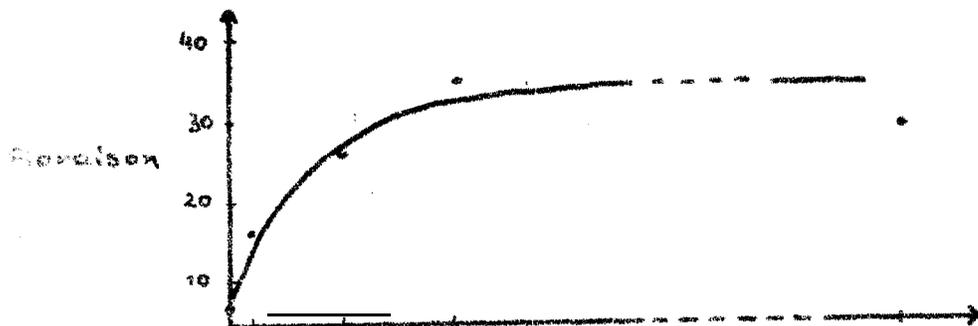
L'inoculum liquide produit au laboratoire est conditionné de façon à pouvoir être incorporé au sol au moment du semis.

Plusieurs types de supports ont été testés au champ, (tourbe, attapulgite). Malheureusement l'hétérogénéité marquée du terrain expérimental choisi en 1980, aggravée par les irrégularités climatiques de l'année, ont perturbé l'expérimentation particulièrement les rendements en grains.

# DÉTERMINATION DE LA DOSE OPTIMALE

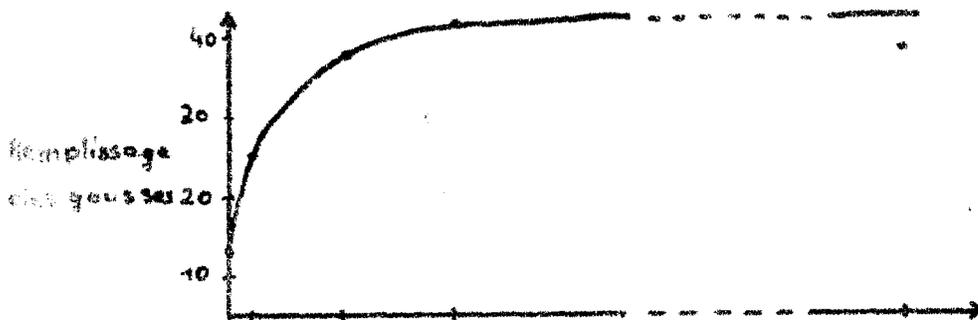
## D'INOCULUM LIQUIDE (1980)

Nombre de nodosités par plante



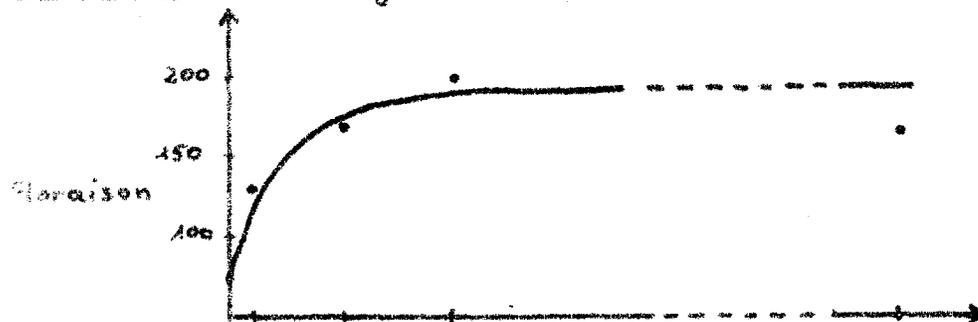
Test de Newman  
et Keuls (P=0.05)

[0 litres Inoc. liq/ha  
[1  
[5  
[50  
[10

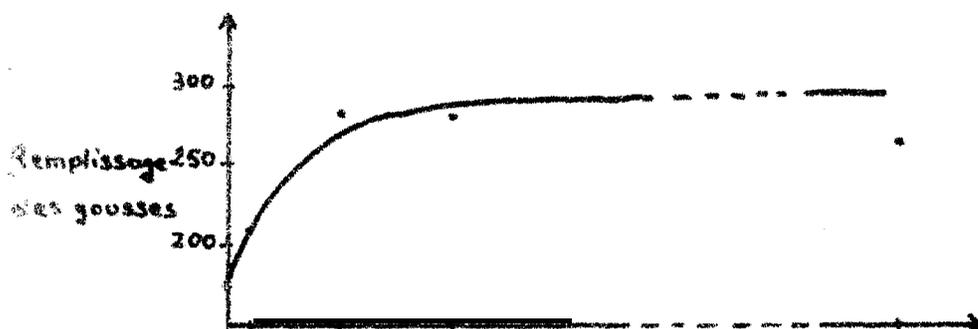


[0  
[1  
[50  
[5  
[10

Poids sec nodosités mg par plante

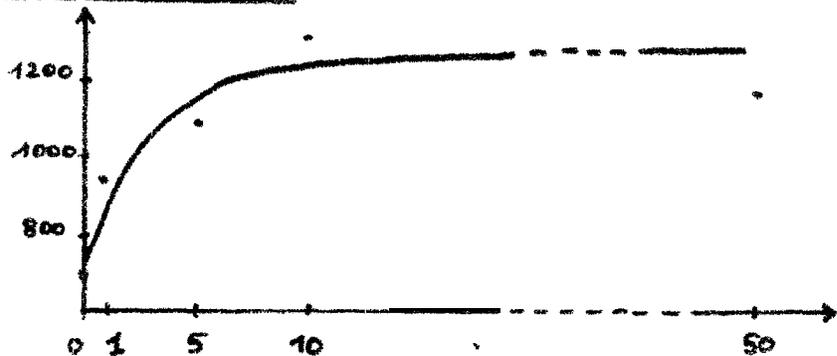


[0  
[1  
[5  
[50  
[10



[0  
[1  
[50  
[5  
[10

Rendement graines Kg/ha



[0  
[1  
[5  
[50  
[10

Doses Inoculum Liquide  
litres / hectare

On peut cependant retenir les informations suivantes concernant l'effet des traitements sur la nodulation du soja (tableau n° 1).

- L'inoculum TOURBE (proportions: 1 litre d'inoculum liquide sur 1 kg de tourbe sèche), apporté à 20 kg/ha, induit une nodulation très satisfaisante sur le soja;

- L'inoculum granulé (micro et macro) confectionné à partir de tourbe inoculée, d'attapulгите et d'inoculum liquide, donne des résultats très encourageants, mais moindres que la tourbe seule. Cet inoculum présente cependant un avantage certain sur la tourbe: il peut être épandu mécaniquement au moment du semis;

- L'attapulгите granulé, imbibé d'inoculum liquide donne des résultats moins intéressants, mais cependant supérieurs à l'inoculum liquide qui nous sert de traitement de référence.

Tableau 1: Effet de différents inoculum sur la nodulation et le rendement du soja (prélèvement au 55<sup>e</sup> jour du cycle de la plante)

	Témoin non inoculé	Tourbe inoculée (1) 20kg/ha	Micro granulé (2) 26kg/ha	Macro granulé (3) 22kg/ha	Attapulгите (4) 20kg/ha	Inoculum liquide (5) 10 <sup>1</sup> /ha	C.V. %
Nombre de nodosités par plante	16 a	46 d	31 c	26 bc	22 ab	22 ab	20
Poids sec nodosités mg par plante	128 a	240 d	185 bc	213 cd	165 ab	157 ab	23
Rendements grains kg/ha	955	1311	1319	954	965	960	22

(1) Inoculum liquide	50 %	(3) Inoculum liquide	21 %
Tourbe stérilisée	50 %	Tourbe inoculée	45 %
(2) Inoculum liquide	14 %	Attapulгите (Ø= 0,5mm)	38 %
Tourbe inoculée	43 %	(4) Inoculum liquide	50 %
Attapulгите (Ø= 0,5mm)	43 %	Attapulгите (Ø= 0,5mm)	50 %

Remarque: il est à noter que chaque traitement correspond à une dose de 10 litres d'inoculum liquide/hectare, conditionnés selon les différents procédés énumérés.

La meilleure technique d'inoculation serait donc pour l'instant, l'apport de 20 kg/ha de tourbe inoculée. Malheureusement l'épandage mécanique de cet inoculum est impossible avec des moyens technologiques simples. La granulation par enrobage de ce produit sur des paillettes d'attapulgite semble donner des résultats intéressants qui nécessitent cependant d'être confirmés.

### 3 - ETUDE DE LA SURVIE DU RHIZOBIUM JAPONICUM DANS LE SOL

Vers la fin du cycle végétatif du soja, les nodosités formées sur les systèmes racinaires dégèrent et libèrent le rhizobium dans le sol. A ce stade, les bactéries vivent à l'état libre et vont subir les conditions particulièrement difficiles de survie qu'impose leur environnement.

Vu sous l'aspect agronomique, il importe de maintenir dans le sol une population de rhizobium suffisante pour permettre d'induire une nodulation correcte sur les systèmes racinaires des cultures de soja suivantes.

Sur une culture de soja conduite sur une sole cultivée en soja inoculé la campagne précédente (1979), nous avons procédé à des prélèvements de contrôle qui nous ont révélé l'absence totale de nodosités et ce, quelle que soit la souche de rhizobium utilisée (S3, 46 ZAMBIA, CB 1809, SM 31).

Ces résultats sont à confirmer encore sur d'autres types de sol; mais d'ores et déjà, on peut estimer qu'il sera nécessaire de rechercher des souches de rhizobium d'efficacité égale à la souche S3, (couramment utilisée dans nos expérimentations), mais qui subsisteraient dans le sol, d'une culture de soja à l'autre.

### 4 - APPROCHE METHODOLOGIQUE DES EXPERIMENTATIONS SOJA

L'hétérogénéité des résultats de nodulation (nombre, poids frais, poids sec de nodosités par plante) obtenus sur des prélèvements de plantes en cours de cycle, nous ont amené à reconsidérer la méthodologie de prélèvement (procédé d'échantillonnage), et d'étudier avec plus de précision la distribution de ces variables.

Par ailleurs, il s'est avéré nécessaire, en raison de l'absence de données précises dans le cas des expérimentations de soja au Sénégal, ainsi que de l'augmentation très sensible des prix de revient des essais en plein champ, de définir les surfaces minimales et les formes parcellaires représentatives.

Trois thèmes principaux ont été retenus pour cette campagne :

- détermination des surfaces et formes parcellaires représentatives;
- étude de la distribution de la variable nombre et poids de nodosités;
- détermination sur dispositif, des combinaisons optimum nombre de blocs X nombre de prélèvements internes.

Les résultats ont été envoyés au service de Méthodologie de l'IRAT-Montpellier qui dans ce projet coordonné IRAT-ISRA, se charge de l'interprétation statistique de ces données.

#### 5 - MISE AU POINT D'UNE UNITE PILOTE DE PRODUCTION D'INOCULUM SEMI-INDUSTRIELLE

La nécessité impérieuse d'inoculer le soja, pose inévitablement le problème de l'approvisionnement en inoculum. Il existe sur les marchés internationaux divers produits qui sont malheureusement de qualité très variable. NITRAGIN (USA) et LIPHA (France) proposent toutefois des produits très satisfaisants.

Eependant en raison des difficultés d'approvisionnement et du caractère périssable de l'inoculum, ainsi que des prix de revient "rendu sur place", il serait préférable de produire l'inoculum au Sénégal.

Dans cette optique, le laboratoire de rhizobiologie du CNRA se propose d'étudier la conception d'une unité de production d'inoculum soja à partir de matériaux simples et robustes, donnant néanmoins un inoculum de qualité.

##### 51- Situation actuelle

L'atelier actuel de production se compose de quatre modules de fermentation autonomes, et de capacité de 20 litres, et qui peuvent produire mensuellement 60 litres d'inoculum liquide chacun.

Les prototypes sont techniquement au point, et leur modalité d'utilisation définie.

Nous envisageons dès lors, de procéder à l'étude de **module** de fermentation, de capacité de 50 à 60 litres. Ce volume représente en fait à notre échelle, la limite maximum volumétrique possible pour une production en atelier semi-industriel. Au-delà la maintenance des modules nécessiterait une **technologie plus complexe** (transport des cuves, autoclavage).

Par contre, il est possible d'augmenter la production d'inoculum en multipliant le nombre de modules de fermentation jusqu'à concurrence de la **demande** d'inoculum.

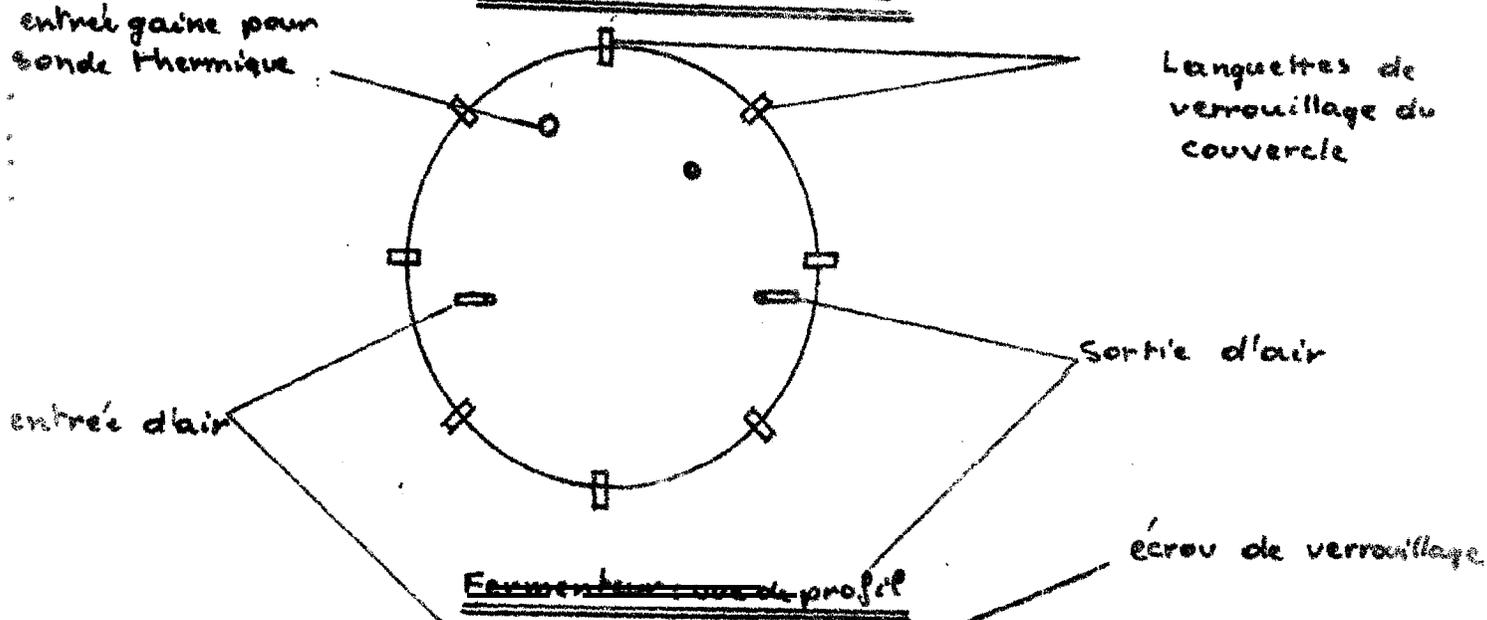
##### 52- Caractéristiques techniques d'un module de fermentation

- Cuve de fermentation: 20 litres en inox.
- Milieu nutritif : Y.E.N.
- Aération du milieu: débitmètre air expédiant 2 litres/mn d'air stérile (filtre Whatmann) dans le fermenteur à travers un embout de verre fritté.

- Agitation du milieu par barreau magnétique mû par un agitateur magnétique géant.
- Régulation thermique ( $30^{\circ} \pm 1^{\circ}$ ): commandée par une sonde de régulation thermique en contact indirect avec le milieu nutritif, et reliée à l'agitateur magnétique chauffant. Le refroidissement du milieu nutritif s'effectue par échange calorique avec le milieu ambiant (pièce climatisée).
- Inoculation par une entrée indépendante qui sert également de sonde de prélèvement (pour contrôle de qualité en cours de fabrication).
- Prix de revient approximatif (H.T.) du module de fermentation:  
250.000 CFA.

# Module de fermentation

Couvercle: vue de dessus



Fermentateur: vue de profil

