

19 FEV. 1987

/N.A./

ISAR

HAKIZIMANA Athanase  
Programme Légumineuses  
ISAR-RUBONA.

|                         |
|-------------------------|
| A traiter par .....     |
| Date entrée : 20.2.87   |
| N° Classement : 3481/87 |

A Son Excellence Monsieur le Président  
de la République Rwandaise à  
K I G A L I .-

Affect Vu

Objet:

Rapport de mission  
au CAIRE (Egypte)

S/C de Monsieur le Directeur de l'ISAR.



Excellence Monsieur le Président,

J'ai l'honneur de Vous transmettre le rapport de mission que j'ai effectuée au CAIRE (Egypte) du 12 au 23 Décembre 1986 pour participer à la deuxième Conférence Africaine sur la Fixation Biologique de l'Azote.

Je joins aussi à ce rapport la copie de la Conférence que j'y ai donnée sur les derniers développements de la production d'inoculum pour légumineuses à l'ISAR.

Je Vous en souhaite bonne réception et Vous prie de croire, Excellence Monsieur le Président, l'assurance de ma plus haute considération.

HAKIZIMANA Athanase.

C.I.:

- Monsieur le Ministre des Affaires Etrangères et de la Coopération à KIGALI.
- Monsieur le Ministre de l'Agriculture, de l'Elevage et des Forêts à KIGALI.

INSTITUT DES SCIENCES AGRONOMIQUES DU RWANDA

( I . S . A . R . )

RAPPORT DE MISSION EFFECTUEE AU CAIRE (EGYPTE)

DU 12 AU 23 DECEMBRE 1986.

Participation à la deuxième Conférence Africaine  
sur la Fixation Biologique de l'Azote.

par

HAKIZIMANA Athanase

Janvier 1987.



REMERCIEMENTS

A l'issue de cette mission qui a été fructueuse, j'aimerais adresser mes vifs remerciements au Gouvernement Rwandais et à l'Institut des Sciences Agronomiques du Rwanda qui l'ont autorisée ainsi qu'à l'Association Africaine pour la Fixation Biologique de l'Azote qui a bien voulu supporter les frais de voyage et de séjour.

## I. OBJET DE LA MISSION.

Participation à la deuxième Conférence de l'Association Africaine pour la Fixation Biologique de l'Azote; j'étais invité à aller présenter à cette Conférence les derniers développements du Programme de Fixation Biologique au Rwanda, en l'occurrence "La production d'inoculum au Rwanda : recherche et application", article préparé conjointement par Scaglia Jean-Alexandre, expert associé de la FAO au Rwanda, et moi-même.

## II. CADRE ET BUT DE LA MISSION.

La Fixation Biologique de l'Azote continue d'être le point de mire des spécialistes de la fertilisation, en particulier ceux des pays en voie de développement. L'enjeu est effectivement de taille : de l'azote de l'air, presque gratuit et très abondant (l'air est composé d'azote à près de 80 %) qu'il suffit d'exploiter par le biais de la symbiose légumineuses-rhizobium, ainsi que par d'autres systèmes fixateurs tels Azolla-Anabaena, Casuarina-Frankia et de fixateurs libres tels Azotobacter et Azospirillum.

Mais, autant le principe d'utilisation de ces microorganismes pose relativement peu de problèmes, autant certaines contraintes doivent être maîtrisées par les chercheurs au stade de l'expérimentation. Il y a la sélection des souches efficaces et hautement compétitives, le test de ces souches dans différentes conditions pédo-climatiques, la recherche d'un substrat de support, la technologie de production d'inoculum et, enfin, la conception d'une méthodologie de vulgarisation adaptée aux réalités du milieu.

Tout ce travail est en train d'être fait dans beaucoup de pays africains. Les similitudes globales qu'il y a entre eux, tant du point de vue économique, climatique et sociologique, les ont amenés à créer une Association regroupant tous les pays africains ayant un programme de Fixation Biologique de l'Azote, par le RHIZOBIUM, les ALGUES, l'AZOLLA, l'AZOTOBACTER et l'AZOSPIRILLUM.

L'association fut créée à Nairobi en 1984 en même temps qu'elle tenait sa première conférence.



Les membres ont décidé de se réunir 1 fois tous les deux ans, dans un triple but :

- Echanger les expériences enregistrées dans chaque pays respectif, ainsi que les futurs travaux engagés..
- Elire le Président de l'Association et le nouveau Comité exécutif.
- Elire le prochain pays-hôte de la Conférence.

### III. PARTICIPATION A LA CONFERENCE.

- Pays Africains : Egypte, Maroc, Sénégal, Ethiopie, Soudan, Nigeria, Ilo-Maurice, Kenya, Ouganda, Tanzanie, Rwanda, Zaïre, Simbabwe, Sierra Leone, Madagascar,
- Autres pays : Bien qu'étant d'abord africaine, cette conférence a été honorée par la présence d'éminents microbiologistes d'autres pays : France, Canada, Philippines, Etats-Unis, Yemen du Sud, Allemagne Fédérale.

Organismes internationaux : FAO, PNUD, IITA, IRRI.

Au total, 146 personnes ont participé à la Conférence.

### IV. DEROULEMENT DE LA CONFERENCE.

La Conférence s'est tenue à l'Université Ain Shams, Faculté d'Agronomie.

Elle a été solennellement ouverte le soir du 15 décembre 1986 par son Président, le Président de la Société Egyptienne de Microbiologie Appliquée, en présence du Ministre égyptien de l'Agriculture et d'autres hautes personnalités de l'Université du Caire, de la FAO, du PNUD, des MIRCEN de Nairobi et de Dakar, etc...

Tout le déroulement de la Conférence peut être subdivisé en 3 volets principaux :

- les exposés des différents Conférenciers
- l'étude et l'adoption des Statuts de l'Association Africaine pour la Fixation Biologique de l'Azote
- la visite du Centre de Recherche Agronomique et des laboratoires de production d'inoculum de Sakha (à ± 150 km du Caire).

En marge de la Conférence, on peut également relever :

- la rencontre régionale des membres du MIRCEN de Nairobi
- les contacts personnels.



#### 4.1. Les exposés des différents Conférenciers.

Le thème général de la Conférence était : "Le rôle de la Fixation Biologique de l'Azote pour le développement du milieu rural africain".

- Les exposés ont porté sur trois thèmes principaux :
- Inoculation des légumineuses à graines avec RHIZOBIUM
  - Bactérisation des Céréales avec des fixateurs libres - AZOTOBACTER et AZOSPIRILLUM
  - Etude sur les ALGUES et les AZOLLA.

Par souci de ne pas trop alourdir le présent rapport, les résumés de tous les exposés (96 exposés en 3 jours seulement !) ont été remis à la Bibliothèque de l'ISAR. Je me contenterai ici de résumer quelques idées essentielles.

##### 4.1.1. Inoculation des légumineuses à graines avec RHIZOBIUM

Les exposés se rapportant à l'inoculation avec Rhizobium concernaient principalement le Soja (Glycine max L. (Merrill)) et le haricot (Phaseolus vulgaris).

Tous les orateurs ont été unanimes pour démontrer l'importance de l'inoculation du Soja. Ainsi, par exemple, j'ai été heureux de constater que les conclusions partielles tirées par l'ISAR correspondent à peu près à celles des chercheurs égyptiens. Pour ces derniers, l'apport de l'inoculation du Soja est équivalent à l'application de 90 kg/N/ha. Pour nous, la conclusion est plus nuancée : 60 à 90 kg/N/ha.

Pour le haricot, les idées ont été moins concordantes :

- Au Canada, une étude menée sur 48 souches isolées au Rwanda en serre a montré que 19 %, 58 % et 23 % de ces souches étaient respectivement très efficaces, efficaces et non efficaces.
- Un essai conduit au Cameroun en 1985 par l'IRAT (France) en champ a révélé qu'il était possible d'augmenter le rendement du haricot de 10 à 30 %, du moins dans les conditions de cet essai. Les souches utilisées étaient CIAT 407 et CIAT 899.
- Les résultats encourageants auraient été enregistrés en champs, à Morogoro, Tanzanie.

Ces résultats sont particulièrement intéressants, car ils mettent en évidence pour la première fois une réponse positive du haricot à l'inoculation dans les conditions du champ.



Au Rwanda, les observations faites depuis 1983, n'ont pas encore permis de mettre en évidence de manière indubitable une telle réponse. Il semble en effet que le sol rwandais possède des souches de Rhizobium phaseoli compétitives, mais malheureusement, peu efficaces du point de vue de la fixation de l'Azote. De plus, les facteurs pédologiques, ainsi que le facteur variétal, influencent de manière importante la fixation biologique de l'Azote par le haricot. La sélection de souches efficaces, passe nécessairement par une étude approfondie des compétitions entre souches natives et souches introduites. De plus, une amélioration des connaissances des interférences entre la symbiose haricot/rhizobium, le sol et la variété, est nécessaire pour accomplir des progrès décisifs en ce domaine. Les conclusions des travaux menés par l'IRAT au Cameroun : "le haricot nodule spontanément dans les sols de l'Ouest-Camerounais avec des souches non efficaces. Néanmoins, il est possible d'accroître la fixation de l'Azote et, donc, le rendement de la plante, moyennant l'introduction dans le sol de souches efficaces, compétitives et en grand nombre", confirment les travaux menés au Rwanda ; cependant la réponse à l'inoculation reste à mettre en évidence au Rwanda.

#### 4.1.2. Bactérisation des Céréales avec des fixateurs libres.

La bactérisation des graines de maïs, de blé, de sorgho, etc... avec Azospirillum et Azotobacter est pratiquée en Egypte depuis 10ans, mais avec des réponses très variables selon les conditions environnementales.

Quelques essais menés en champ ont montré cependant que la bactérisation des grains avec Azotobacter et/ou Azospirillum combinée avec l'application d'engrais phosphatés augmente significativement la matière sèche et la teneur en azote des grains.

#### 4.1.3. Etude sur les ALGUES et les AZOLLA.

##### . Les ALGUES bleues.

Les algues bleues ont fait l'objet d'un intérêt agronomique depuis 1930, mais aujourd'hui encore, on connaît peu de leur utilisation pratique, à cause de trois raisons principales :

- 1- la recherche s'est contentée de faire des expériences au laboratoire en se souciant très peu des facteurs agronomiques du terrain.



- 2- Comme critère d'évaluation des algues, on a surtout considéré le facteur rendement en grain. La plupart des expériences ne donnent aucune information concernant les caractéristiques environnementales, le degré de présence de souches naturelles, et la dynamique de la flore algale au cours du cycle végétatif de la plante.
- 3- La recherche a toujours sous-estimée la valeur des souches naturelles (plus adaptées aux conditions de l'environnement), faisant prévaloir sans raison des souches sélectionnées dans des laboratoires étrangers.

L'Institut International de Recherche sur le Riz (IRRI - Philippines) oriente aujourd'hui ses travaux dans le sens contraire de ces trois erreurs du passé.

• AZOLLA.

Contrairement à la technique des algues bleues qui reste au stade expérimental, celle des Azolla est pratiquée en Chine, au Vietnam et dans le bassin de l'Asie du Sud-Est depuis plusieurs siècles. Elles furent d'abord utilisées comme engrais vert surtout, mais on s'intéresse de plus en plus aussi à son aspect nutritionnel pour les poissons et les animaux, sur son rôle dépolluant, etc...

Les contraintes techniques pour la production optimale d'Azolla dans les régions tropicales sont les suivantes :

- a/ Exigence de températures : la température optimale de la plupart des espèces est en dessous de la température moyenne des régions tropicales.
- b/ Besoins d'engrais phosphatés : le phosphore est l'élément le plus limitant.
- c/ Contrôle des insectes : le contrôle des insectes peut être un facteur limitant important sur le plan économique. Ainsi, par exemple, l'application de 200 g de Carbofuran/ha rendrait nuls les bénéfices attendus de l'Azolla.
- d/ Maintenance des inoculums : la multiplication des Azolla se faisant par voie végétative, les inoculum doivent être soigneusement gardés dans des conditions appropriées et multipliés pour la diffusion avant l'application en champs.
- e/ Nécessité d'un bon contrôle de l'eau.



Cependant, l'utilisation d'Azolla, pratiquée avec rigueur dans nombre de pays asiatiques permet non seulement une augmentation des rendements du riz et d'autres cultures de bas-fonds, mais aussi la conservation de la fertilité des sols et le développement du petit élevage connexe.

#### 4.2. Etude et adoption des Statuts de l'Association Africaine pour la Fixation Biologique de l'Azote (AAFBA).

L'Association Africaine pour la Fixation Biologique de l'Azote (AAFBA) est née à Nairobi en juillet 1984, mais n'avait pas encore de statut, et n'avait donc pas encore de personnalité juridique. C'est pourquoi le Président de la Conférence a présenté un avant-projet de 16 articles pour être examiné par les membres.

Certains participants estimèrent d'abord que le texte venait à peine de leur être remis et exigeaient que son examen approfondi soit reporté à la prochaine assemblée générale (fin 1988). D'autres avancèrent qu'il était urgent d'étudier le statut, ne fût-ce que pour montrer aux bailleurs de fond le sérieux de l'Association et pouvoir informer officiellement les gouvernements africains de l'existence de cette organisation.

Le dernier argument prévalut et, après de longues discussions, le statut fut débattu et adopté tard dans la nuit du 18/12/1986.

#### Election du Président de l'Association et du Comité Exécutif.

Après l'adoption du Statut, l'Assemblée a procédé à l'élection du Président et du Comité Exécutif de l'Association pour les deux prochaines années. Ci-après les résultats des élections :

Président : Dr. Alla-Din (Egypte). Il remplace le kényan Keya

V/Président : Dr. M. Gueye (Sénégal)

Comité Exécutif : (Un représentant par région, plus l'IITA et les MIRCEN)

- Centre = Zaïre
- Sud = Zimbabwe
- Ouest = Nigeria
- Est = Tanzanie
- Nord = Egypte

- IITA (Institut International d'Agriculture Tropicale - Ibadan, Nigeria)
- MIRCEN (Microbiological Resources Center) de Nairobi, du Caire et de Dakar)

D'après le projet d'ordre intérieur, le pays qui assure la vice-présidence devient automatiquement le prochain pays-hôte de la Conférence. C'est-à-dire que le Sénégal abritera la prochaine Conférence fin 1988, probablement du 7 au 12 novembre.

L'Assemblée du Caire lui a déjà choisi un thème "Biological Nitrogen Fixation (BNF) Maximising for Agricultural Production in AFRICA!"

Souhait d'avoir un Microbiological Resources Center (MIRCEN) pour l'Afrique Centrale.

Avant que l'Association Africaine ne naisse, les pays qui travaillent sur la Fixation Biologique de l'Azote étaient déjà regroupés dans des organisations de niveau régional. Les organisations sont appelées MIRCEN ou Microbiological Resources Center.

Il existe 3 MIRCEN en Afrique :

- MIRCEN de Nairobi pour l'Afrique de l'Est (dont le Rwanda fait partie)
- MIRCEN du Caire pour l'Afrique du Nord
- MIRCEN de Dakar pour l'Afrique de l'Ouest.

Le Représentant du Zaïre a fait remarquer qu'il n'existe pas de MIRCEN pour l'Afrique Centrale (Zaïre - Burundi - Congo - Cameroun - Togo...) et a vivement émis le souhait que l'Assemblée recommande qu'il y en ait un dès que possible. La proposition fut acceptée.

Notons que le MIRCEN de Nairobi a intégré dans son sein le Rwanda, non pas tellement pour des raisons géographiques, mais surtout parce que l'ISAR avait une longue expérience dans le domaine de la Fixation Biologique de l'Azote. Il n'est donc pas exclu que si le MIRCEN pour l'Afrique Centrale venait à voir le jour, le Rwanda pourrait opter d'y adhérer (cependant, les liens avec le MIRCEN de NAIROBI sont très poussés!...).

AABNF Bulletin (Revue de l'Association).

Déjà lors de la première Conférence à Nairobi en 1984, les membres de l'Association avaient souhaité qu'il y ait un bulletin qui servirait de liaison et d'information entre eux.

Au Caire, l'idée est revenue. L'IITA a accepté le principe de s'occuper de la création du bulletin, mais l'handicap financier subsiste...



#### 4.3. Visite du Centre de Recherche Agronomique et des laboratoires de production d'inoculum de Sakha.

La Conférence elle-même s'est terminée officiellement la nuit du jeudi 18/12/86. Le Vendredi était journée libre. Le Samedi, les participants se sont déplacés à 150 km du Caire pour aller visiter les laboratoires de production d'inoculum situés au Centre de Recherche Agronomique de Sakha.

La production d'inoculum existe en Egypte au niveau commercial depuis 1965. Diverses légumineuses sont inoculées, mais surtout le Soja et les légumineuses fourragères comme la luzerne et le trèfle.

##### Equipement de laboratoire.

Ce qui frappe dans le vaste laboratoire de Sakha, c'est le matériel d'équipement complet, mais modeste. A la place des fermenteurs modernes, ils utilisent d'anciens autoclaves verticaux qu'ils ont transformés. Les agitateurs des milieux de culture ont été conçus par des ateliers locaux. Seul le matériel vraiment indispensable est importé (microscope, étuve d'incubation...).

L'explication donnée par les Responsables du laboratoire est que l'utilisation du matériel local, fût-il modeste, est le meilleur moyen d'assurer la pérennité de leur travail.

##### Processus de production d'inoculum.

Le processus de production d'inoculum est le processus classique qui consiste en la préparation de culture liquide qu'on mélange avec un support solide, en l'occurrence la tourbe. Mais, là aussi, les Egyptiens ont quelque chose de particulier. Dans la majorité d'autres laboratoires africains (y compris celui de l'ISAR), on travaille scrupuleusement pour arriver à produire un inoculum monog germe, indemne de contamination bactérienne ou fongique. Tel n'est pas le souci des Egyptiens. Ils exigent la stérilité totale depuis la souche de la collection jusqu'à la culture liquide seulement. Après, avec de nombreux erlenmeyers contenant jusqu'à 2 l. de culture liquide chacun, stérile, ils arrosent la tourbe non stérile épanchée sur une table propre. Le mélange ainsi fait est réparti dans des sacs en plastique, incubés durant une semaine avant la mise en vente.

Notons que la grande firme américaine de production d'inoculum "Nitragin Company" utilise également de la tourbe non stérile. Cependant, le premier producteur mondial, LIPHA-MERIEUX (France) produit des inoculums sur support stérile monogерme, présentant une meilleure efficacité, et surtout, une meilleure qualité de conservation.

Il semble donc que l'ISAR doit continuer à produire des inoculums monogermes. La production d'inoculum monogерme, est la seule qui puisse permettre d'effectuer un contrôle qualitatif de l'inoculum et garantir une meilleure qualité et une meilleure survie de Rhizobium à l'abri des antagonismes de microorganismes étrangers. De toutes façons, les coûts dus à la stérilisation sont compensés par l'utilisation de matériel local (tourbe de Butare - sachets autoclavables de Kigali).

## V. EN MARGE DE LA CONFERENCE.

### 5.1. Rencontre Régionale du MIRCEN de Nairobi.

Le soir du 17/12/1986, le Dr. Keya, Responsable du MIRCEN de Nairobi a réuni les participants à la conférence, des pays membres du Mircen de Nairobi. Il s'agissait des représentants du Kenya, Uganda, Rwanda, Tanzanie, Ethiopie, Soudan, Ile-Maurice, Zimbabwe.

Les principales conclusions de la rencontre furent les suivantes :

- Les travaux de fixations biologique de l'azote se poursuivent dans les pays membres du Mircen de Nairobi, mais sous forme de projets internes. C'est pourquoi le rôle de coordinateur du Mircen n'a pas pu s'exprimer comme prévu. Il a été demandé aux responsables des programmes respectifs d'envoyer régulièrement des informations sommaires dans le Rhizobium Newsletter du Mircen de Nairobi pour mettre les collègues au courant des activités en cours dans la région.
- Le stage des techniciens de production d'inoculum qui était prévu l'an dernier au Zimbabwe n'a pas pu avoir lieu, faute de financement. Il avait été également prévu une rencontre des membres à l'Ile-Maurice, mais les mêmes raisons financières, qui privilégient les programmes nationaux par rapport aux organisations régionales, du moins dans ce cas, doit inciter les concernés à exploiter davantage la revue du MIRCEN et compter de moins en moins sur les rencontres régulières.



## 5.2. Contacts personnels.

En marge de la Conférence, j'ai eu quelques contacts avec des participants qui entretiennent des relations fonctionnelles avec notre laboratoire de l'ISAR.

### a) Saint-Macary (IRAT-France).

Depuis 1983, notre laboratoire de production d'inoculum bénéficie d'un financement FAO, mais c'est l'Institut de Recherches Agronomiques Tropicales (IRAT-France) qui joue le rôle de Conseiller technique, puisque c'est lui qui a mis au point les fermenteurs dont nous a doté la FAO.

En mars prochain, le programme de Fixation Biologique de l'Azote par le haricot va être renforcé. Avec une bourse André Mayer/FAO, un chercheur sous la supervision scientifique du Dr. Saint Macary de l'IRAT, va passer 18 mois à l'ISAR pour s'occuper essentiellement de ce problème.

Dans ce cadre, le Dr. Saint-Macary effectuera une visite de 2 semaines à l'ISAR dans la deuxième quinzaine du mois d'avril 1987. Le but de la mission sera double :

- étude économique des inoculums produits à l'ISAR
- appui aux travaux de Recherche sur la Fixation Biologique de l'Azote par le haricot.

### b) Dr. M.P. Salema (Université de Morogoro - Tanzanie)

Le Dr. Salema vient aussi de commencer la production d'inoculum avec le même équipement que nous (modèle IRAT-financement FAO). Il entretient de bonnes relations avec l'ISAR : il a visité notre unité de production d'inoculum en 1985. La bonne impression qu'il en avait eue, en particulier notre méthodologie de vulgarisation, a été renforcée par les résultats atteints en milieu rural, présentés au Caire. Pour cela, il se propose d'envoyer son technicien à l'ISAR dès début 1987, pour maîtriser la technique de production d'inoculum elle-même et, surtout, apprendre notre méthodologie de vulgarisation des inoculums.

### CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS.

- La deuxième Conférence sur la Fixation Biologique de l'Azote, tenue au Caire du 15 au 19 décembre 1986 a été un grand succès, dans la mesure où presque tous les pays qui travaillent sur ce domaine ont pu y participer.
- D'après les avis des participants et d'après notre propre constatation, le Rwanda a été le seul pays à présenter des réalisations concrètes du programme de Fixation Biologique de l'Azote en milieu rural, chez les petits agriculteurs. A cette occasion, l'importance d'une méthodologie de vulgarisation appropriée pour les nouvelles technologies a été de nouveau soulignée.
- D'après les résultats obtenus en champ au Cameroun, à l'Ile-Maurice et en Tanzanie, il semble qu'il soit possible d'augmenter le rendement du haricot de 10 à 30 % avec l'inoculation. L'important est de pouvoir identifier dans quelles conditions du champ cette réponse peut être obtenue.
- L'apport de l'inoculation du soja est équivalent à l'application de 60 à 90 kg N/ha, selon les résultats enregistrés au Rwanda et en Egypte. Pour cette culture, la production d'inoculum doit être une préoccupation constante.
- Le Rhizobium est incontestablement le microorganisme le plus facilement exploitable dans le domaine agronomique. En second lieu, du moins pour le Rwanda, l'intérêt devrait se porter sur Azolla, vue l'importance qu'il est susceptible de jouer dans les rizières en particulier et les bas-fonds en général.
- Comme recommandations d'ordre particulier, la Conférence a souhaité qu'il y ait aussi un MIRCEN (Microbiological Resources Center) pour l'Afrique Centrale, comme il y en a déjà pour l'Afrique de l'Est, de l'Ouest et du Nord. Elle a également émis le souhait de voir naître un bulletin de l'Association Africaine pour la Fixation Biologique de l'Azote (AABNF Bulletin), si possible à l'IITA.

La troisième Conférence de l'Association Africaine pour la Fixation Biologique de l'Azote aura lieu à Dakar, au Sénégal, du 7 au 12 novembre 1988. Le thème de la Conférence sera "L'optimisation de la Fixation Biologique de l'Azote pour l'augmentation de la production agricole en Afrique!!



ITINERAIRE.

12/12/1986 : Kigali - Nairobi  
14/12/1986 : Nairobi - Caire  
21/12/1986 : Caire - Nairobi  
23/12/1986 : Nairobi - Kigali.