

# UNIVERSITÉ LAVAL

Faculté de Foresterie et de Géomatique  
Département des Sciences du Bois et de la Forêt

Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux

sous la commandite de  
L'AGENCE CANADIENNE DE DÉVELOPPEMENT  
INTERNATIONAL

et

L'Université Cheikh Anta Diop  
Dakar, Sénégal

## **«Rapport de mission au Sénégal du 5 au 15 décembre 1992»**

par le

**Professeur Gilles Lemieux**

et

**Louis Larochelle, agronome**

Département des Sols

Faculté des Sciences de l'Agriculture et de l'Alimentation

**décembre 1996**

Publication n° 39

<http://forestgeomat.for.ulaval.ca/brf>

édité par le

**Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux  
UNIVERSITÉ LAVAL**

Département des Sciences du Bois et de la Forêt

Québec G1K 7P4

QUÉBEC Canada

## **RAPPORT DE LA MISSION AU SÉNÉGAL DU 5 AU 15 DÉCEMBRE 1992.**

### **Introduction**

Comme on le verra dans les annexes à ce rapport de mission, les initiatives ont été prises par le D<sup>r</sup> Mamadou Amadou Seck, Maître-Assistant à l'École Nationale Supérieure de Technologie (ENSUT) de l'Université de Dakar. La présente mission a été possible grâce au financement de l'Agence Canadienne de Développement International (ACDI), et particulièrement à la compréhension et aux efforts de M. André Létourneau, responsable de la coopération internationale à l'ambassade du Canada à Dakar.

Dans un premier temps, le D<sup>r</sup> Seck, grâce à l'appui financier de l'ACDI, vint faire un stage parmi nous à Québec pour se familiariser avec nos travaux et nos techniques (juillet à septembre 1992). En contrepartie, une mission allait se rendre à Dakar pour la mise sur pied d'essais donnant suite à un projet de recherche en bonne et due forme. Le présent rapport touche donc cette mission qui s'est effectuée depuis le Québec en décembre 1992. On y trouve également le plan de recherche que nous avons adopté conjointement, avec l'appui de nos institutions respectives et les responsables de l'ACDI à Dakar, dans le cadre d'un échange international de coopération universitaire.

On aura certainement remarqué que je fus accompagné par un étudiant aux études supérieures, M. Louis Larochelle, dans le but de mettre en place un programme qui permettrait d'une part d'assurer la poursuite du projet à l'Université Laval, et d'autre part de poursuivre des études doctorales. Entre-temps, le projet fut mis sur pied à Dakar, alors que le Canada se désengage de plus en plus de responsabilités qu'il s'était attribué dans les pays du Tiers Monde. Ainsi, M. Létourneau est rentré à Ottawa et est devenu tout à fait silencieux, ne semblant plus assumer de responsabilités au niveau de la coopération internationale. Des efforts auprès du Centre de Recherche en Développement International (CRDI), à Dakar même, n'ont rien apporté de tangible à ce jour. Il en va de même des efforts faits auprès de la FAO.

C'est dans ce contexte mouvant et incertain que nous avons retardé la publication du présent rapport de mission en espérant toujours une évolution

favorable. La réussite des premiers essais du D<sup>r</sup> Seck, sa venue au colloque de Val d'Irène en septembre 1993, et les efforts que nous avons faits en décembre 1993 en allant directement au siège international de la FAO, justifient que nous allions de l'avant en rendant public le présent rapport de mission. Nous avons espéré joindre plusieurs photos explicatives à ce texte, mais nous n'avons plus de fonds disponibles à cette fin.

## LE CONTEXTE

Le contexte économique et social dans lequel nous nous insérons est bien décrit dans la présentation du projet faite par le D<sup>r</sup> Seck. Les travaux se font maintenant dans les Niayes dans une zone dunaire à une cinquantaine de kilomètres à l'est de Dakar. C'est dans cette région que le Canada investit dans un programme de protection grâce à une forêt artificielle de filaos. Il s'agit du projet CTL ou **Conservation des Terroirs du Littoral** qui s'étend de Dakar à Saint-Louis, sur une distance de plus de 150 km. Bien que forestier, ce projet a pour but de fixer les dunes littorales tout en permettant un accès aux diverses cultures maraîchères, si importantes pour une grande capitale comme Dakar.

Ainsi, pour la première fois, nous amorçons un projet à la fois forestier et agricole, volets tout à fait complémentaires. C'est ainsi que nous pensons pouvoir utiliser les BRP de filao (*Casuarina equisetifolia*) pour augmenter le volume et la qualité de cette production maraîchère. Le choix s'est donc porté sur le village de Noto avec la coopération des maraîchers locaux sous la responsabilité immédiate de M. Mamadou Sarr dans le cadre du grand projet CTL, lui-même sous la gouverne du D<sup>r</sup> Pape N'Diayes, ancien élève de notre faculté.

### Le projet CTL

Dans la région littorale, l'avancée des dunes est de 8 à 10 m/an, d'où la nécessité d'arrêter cette progression. Cette fixation des dunes a été initiée par la France qui a testé 58 essences différentes pouvant résister au sel et à la sécheresse sur sable. Il y a eu, dans ce contexte, étude de la mycorhization par *Frankia* par le Prof. Doumergue. Dans ces conditions, seul le filao (*Casuarina equisetifolia*) a pu répondre aux besoins de cette région. Ce projet est maintenant financé par le Canada depuis 1988, et sera révisé en 1993, date à

laquelle il devait se terminer en principe. Il est géré par le Dr Pape N'Diayes depuis ses bureaux à Thiès.

Dans la pratique, le projet canadien actuel touche la régie des plantations avec des efforts considérables pour y associer les populations locales. À partir de 1993, on doit procéder à l'exploitation des arbres venus à maturité. Ainsi, de grandes quantités de bois raméal deviendront disponibles, autrement perdus si rien n'est amorcé. Le plan d'exploitation devra permettre l'installation d'arbres fruitiers en remplacement des filaos. Ces derniers devraient servir de bois de sciage, de bois de feu, de bois d'étais, de poteaux, etc.

Dans la localité voisine de de Sao, de nombreuses plantations d'arbres fruitiers sont en croissance (anacardier [*Anacardium occidentale*], manguier, eucalyptus, etc.) associées à des essences ayant une abondante frondaison (*Acacia holosericeus*, *Cassia siberiana*) et permettant probablement de produire de bonnes quantités de bois raméal. Il faut donc procéder à l'installation d'une pépinière pour la production de plants nécessaires au village.

On distingue les types de dunes grâce à leur couleur, probablement à cause de l'oxydation du fer. Ce sont les dunes **blanches** (les plus récentes et les plus mobiles), les dunes **jaunes** (encore assez mobiles) et les dunes **rouges** (peu mobiles et les plus anciennes). On installe des fascines de 50 cm de hauteur pour stabiliser la surface et on plante le filao à raison de 1200 plants/ha.

### **Les projets secondaires.**

Nous avons pris connaissance de deux projets secondaires qui devraient prendre la suite dans la remise en valeur de ces terres. Le premier, sous la conduite du Prof. Thiam, concerne la connaissance et la mise en valeur de la litière accumulée dans ces peuplements artificiels de filaos. Le second projet, celui qui nous concerne, porte actuellement sur le compostage des balles de riz et des coques d'arachides. Nous sommes assuré que **le bois raméal y prendra sa place sous le vocable de pédogénèse** plutôt que de compost.

Déjà, des populations de Peuls qui avaient déserté la région depuis fort longtemps, sont revenues former des villages de paillottes tout récemment et semblent bien se débrouiller dans ce nouveau contexte.

### **Le projet de compostage de Tivouane.**

L'usine de compostage de coques d'arachide est sous la direction de M. Daouda Gueye, directeur technique de FEROR-SÉNÉGAL, qui se spécialise dans le compostage des coques d'arachide. La capacité de production de l'usine est de 9 000 tonnes/an, alors que les besoins locaux sont d'au moins 100 000 tonnes/an.

L'usine est équipée d'un composteur horizontal muni d'une hélice consommant 7 kW à 12,5 tours/min. Les coques fraîches sont introduites par succion dans un broyeur, réduites à des particules de 8 mm et déposées dans le fermenteur. La fermentation se déroule en aérobiose, sans ventilation forcée, donnant une «préfermentation» qui sert d'inoculum, à raison d'une tonne sur deux de coques fraîches. Le compostage en tas peut alors se faire. Le compost se déroule en trois phases, dont la dernière après 20 jours, permet le mûrissement dans la zone d'entreposage.

### **Le projet sur les BRF dans le contexte maraîcher régional.**

L'association des paysans maraîchers de Noto a désigné quatre représentants à ce projet, dont M. Sarr sera le porte-parole et le conseiller technique, de même que l'administrateur local désigné par les responsables du projet CTL.

Les principales cultures des Niayes sont la tomate, la tomate amère (*Solanum æthiopicum*), l'oignon, le chou, les haricots verts, les aubergines et la pomme de terre. L'oignon se cultive en hivernage lors de la saison des pluies. Plusieurs problèmes prennent de plus en plus d'importance comme les insectes et la mosaïque de la pomme de terre. Cette dernière produit 1 t/ha avec 20 kg de semence, deux fois l'an. Comme fertilisants, on brûle les résidus de tomate amère et d'aubergine sur le lit de culture.

Dans les régions adjacentes plus sèches, on cultive le manioc de préférence à l'igname. On en consomme les tubercules et les jeunes feuilles. Plus au nord, dans la région de Thiès, on cultive la carotte, le piment et l'ail. Dans cette région, il y a plus d'élevages de volailles et des fumiers plus facilement accessibles.

Ceci résume en gros le contexte dans lequel le projet sur les BRF prendra racine. Nous avons suggéré que la fragmentation des rameaux de filaos se fasse à la main, à l'aide d'une machette, plutôt que de recourir à de la machinerie de fragmentation. Nous espérons ainsi convaincre les paysans de procéder par eux-mêmes plutôt que de dépendre de l'aide étrangère qui risque de ne jamais venir.

### **Sommaire des discussions sur le terrain pour la mise en marche du projet portant sur l'utilisation des BRF.**

On doit déplorer que le compost de coques d'arachides ne soit pas disponible pour le comparer à l'action des BRF dans le présent projet. Toutefois, M. Seck s'en occupe et obtiendra au moins une charge de camion de coques d'arachides fraîches. Il y aura toujours des difficultés, puisque la SONACOS utilise les coques d'arachides comme source énergétique pour la transformation industrielle des arachides.

Deux solutions sont possibles: soit une **aire de compostage** à Noto dans la parcelle de M. Sarr ou une autre aire bituminée près des locaux du CTL, ou, deuxième solution, procéder sans le compost de coques d'arachides avec les **BRF uniquement**. Comme le temps de décomposition des BRF est plus long, dès que les paysans auront assez de BRF, il faut les inciter à enfouir ce qu'ils auront.

### **Les parcelles.**

Le gabarit des parcelles accepté est celui utilisé au Québec, soit 4 m<sup>2</sup> tant pour les parcelles traitées que pour les parcelles témoins. La distance entre les parcelles est de 2 m. Il y a intérêt à utiliser les coques d'arachide qui ont déjà commencé à s'humifier («coques d'arachide anciennes»), si elles deviennent

disponibles. Il faut faire des répétitions de chacune des 5 parcelles, un total de 20 parcelles pour les 4 cuvettes utilisées.

### **La première phase.**

Ces expériences seront constituées uniquement de BRF de filaos (*Casuarina equisetifolia*) et comportent 5 parcelles traitées et autant de témoins dans les 4 cuvettes. Après 6 mois, on pourra recommencer l'expérience sur les mêmes parcelles, après la récolte.

### **La deuxième phase**

Le même gabarit sera retenu et on utilisera les coques d'arachides compostées et les coques d'arachides anciennes. Malheureusement, les coques anciennes ne seront pas disponibles à Tivouane, car elles sont réservées au compostage industriel. Le but de l'utilisation des coques d'arachide est d'amener les paysans à fabriquer leur propre compost et d'acheter le compost de Tivouane, lorsqu'il sera disponible.

On utilisera les BRF et les coques d'arachides en égale quantité, mais sans allusion au poids ou au volume. Ainsi, il sera possible de comparer dans les mêmes conditions la phase 1 et la phase 2. Ceci devrait donner une idée du paramètre qui aura eu la plus grande influence.

### **La troisième phase**

Il sera possible de faire varier le pourcentage de coques d'arachides par rapport aux BRF, soit: 25 %, 50 % et 75 %. À l'aide des résultats obtenus dans ces 3 phases, il sera possible d'établir avec une certaine assurance, quels sont les paramètres qui mériteront d'être étudiés plus en profondeur.

### **Les paramètres à mesurer.**

Les paramètres que nous mesurerons d'abord seront: la production fruitière et toute la production végétale épiquée. La somme des deux donnera la biomasse primaire fraîche, soit la masse de la végétation sans les fruits. Pour ce qui est de l'apport en eau, il se fera par irrigation et toutes les parcelles (traitées et témoins) devront recevoir les mêmes quantités. Il faudra acheter des seaux pour les maraîchers.

### **Les paramètres à mesurer**

**Granulométrie** des BRF. Les BRF produits par fragmentation à la main sont de l'ordre de 1 à 3 cm. Il faudra faire une évaluation des BRF transformés en séparant les particules restantes. Ceci correspond à une évaluation de la granulométrie en fonction du temps. Contrôle du **pH** du début à la fin ainsi que du rapport **C/N**.

### **La responsabilité des analyses.**

Il faut faire parvenir les échantillons pour la mesure du rapport **C/N** avec les premiers envois, puisque la détermination de ce rapport se fera à Québec. Le **C/N** se fera au début et à la fin des expériences.

### **Transport des échantillons.**

Le transport se fera de préférence par bateau à cause des budgets. Les fonds consentis jusqu'ici sont presque épuisés. Il faudra demander d'autres budgets.

### **Mesure de la CEC.**

Il faudra mesurer la capacité d'échange cationique (CEC) du sol sans les BRF puis après l'application de ces derniers pour en évaluer la différence. Ceci peut se faire à partir des échantillons récoltés. Les temps d'évolution peuvent être mesurés par analyse de la CEC après trois mois, et à tous les trois mois par la suite.

### **Le compostage des balles de riz**

Le projet qui nous occupe à ce stade est celui des BRF et accessoirement celui des coques d'arachides. Le compostage des balles de riz viendra dans un second temps .

### **Les analyses microbiologiques.**

Les champignons seront cultivés sur malt gélosé et seront acheminés en France pour identification chez Kilbertus. Il y a également à Laval toute une équipe spécialisée dans l'étude des champignons comme le Centre de Recherche en Biologie Forestière. Les plats de Pétri peuvent être expédiés pour

identification. Ceci pourrait être fait en phase 2 ou 3, en même temps qu'on ferait les analyses microbiologiques. Ce travail pourrait s'avérer intéressant dans les peuplements de filaos sur la dune, en fonction de l'évolution du rapport C/N avec l'évaluation de N, P, K, Fe, Mg, Zn, Mn...

Les analyses se feront en groupant les échantillons de chaque parcelle par dispositif, et non pas en analysant tous les facteurs pour chaque parcelle. Quatre analyses seront effectuées pour chaque point. Il est important de commencer à mesurer avant que la transformation des BRF soit complète, puisque les substances disponibles comme les sucres, acides aminés, etc... présents ont un effet immédiat semble-t-il. La lignine et les polyphénols doivent également faire l'objet de mesures appropriées

### **L'application des BRF en milieu tropical.**

Il faut mesurer la teneur en eau à différentes profondeurs, afin de déterminer la profondeur à laquelle les BRF sont les plus efficaces. Les BRF seront déposés à raison de 300 m<sup>3</sup>/ha, en mélange sous 10cm de sol, mais sans BRF en surface. Il y aurait nécessité de délimiter, à l'extérieur des dispositifs, quelques parcelles de 1 ou 2 m<sup>2</sup> dans lesquelles les BRF seraient ajoutées à raison de 10, 15, 20 et 25 cm d'épaisseur. Le but est d'évaluer la profondeur à laquelle les BRF sont les plus efficaces.

### **La rétention de l'eau**

La méthode utilisée pour mesurer la rétention en eau ou la capacité de rétention au champ peut se faire en laboratoire avec un système par succion. L'évaluation se fera à l'université Laval, après humidification des échantillons.

### **Les finances**

Il va de soi que nous avons beaucoup à faire, mais il faut déterminer comment nous allons y arriver. Il reste en caisse 1,3 million de francs CFA. Il nous faut absolument un budget additionnel. Il faut que nous soumettions une demande budgétaire à M. Laviades depuis l'Université Laval, en estimant le coût de toutes les opérations que nous venons de discuter, y compris les frais de déplacement des intervenants.

### **Le colloque de septembre 1993**

La venue de M. Seck en septembre devra faire l'objet d'une demande de fonds de préférence à la FAO.

### **Les relations avec le Québec et les échanciers.**

Les travaux que nous proposons ici doivent se situer dans le prolongement de ceux de M. Larochelle à Saint-Lambert au Québec. Ceci nous permet de continuer en terrain connu. Tout le dispositif sera mis en place par étape dès le début de 1993. La plante témoin sera la tomate amère (*Solanum aethiopicum*).

### **Les communications.**

L'une des difficultés réside dans les moyens de communication par courrier: les délais sont considérables. Le FAX de M. Seck à l'Université est 25-55-94 (221) ENSUT. Il faut rester en contact les uns avec les autres en répondant aux lettres ou FAX le plus rapidement possible. Il serait bon de se voir de temps en temps. Il est possible d'envoyer le rapport de mission pour approbation sous la forme d'une disquette. Il faut suivre les phases consciencieusement et publier tous les résultats pour que le tout se tienne et ne semble pas un ensemble de données isolées sans aucune relation. Tout nouveau projet doit être présenté sous la forme de «recherche-action» dans le cadre du projet CTL et sans allusion à la recherche purement académique. Le présent rapport de mission sera publié à quelques dizaines d'exemplaires pour une bonne distribution.

---

N-B. *Le présent texte a été présenté sous la forme d'une communication scientifique à la conférence de Florence. Les frais inhérents du Dr Seck ont été puisés à même la subvention de l'ACDI à notre avant projet.*

## **Essais de valorisation agronomique par compostage aérobie d'une biomasse locale:les balles de riz.**

**Septième Conférence Européenne sur la Biomasse pour l'Énergie, l'Industrie,  
l'Agriculture et l'Environnement. Florence 5-9 octobre 1992.**

Mamadou A. Seck\*, Gérard Kilbertus\*\*

\*Laboratoire de Biotechnologie et d'Energétique ENSUT B. P. 5085 Université de Dakar, SENEGAL.  
\*\*Laboratoire de Microbiologie ESSTIB, Université de Nancy, B. P. 239, Vandoeuvre-lès-Nancy, 54506  
Nancy, France.

### **RÉSUMÉ**

Ce travail est axé sur l'étude de l'effet du compostage des balles de riz sur leur valeur agronomique. Les résultats ont montré une très grande variabilité des constituants minéraux avant et après le traitement, de même qu'une forte phytotoxicité du substrat. Cet effet dépressif diminue cependant dès le début du compostage.

### **INTRODUCTION**

Pour améliorer la qualité des sols sénégalais, pauvres en matière organique, il nous semble intéressant de valoriser un certain nombre de déchets agricoles en les transformant en facteurs de fertilisation (1). C'est ainsi que nous avons mené des travaux sur les balles de riz. Des analyses chimiques quantitatives et qualitatives de leur composition ont été menées. Des essais comparatifs de germination et de croissance avec la tomate ont été réalisés en laboratoire et *in vitro*, sur des balles traitées ou non, afin d'étudier l'effet agronomique des substrats.

## Matériel et méthodes

Afin de déterminer la quantité d'éléments minéraux présents dans les balles, nous avons effectué le dosage du magnésium, du potassium, du calcium, du fer, du cuivre, du zinc et du manganèse, à l'aide d'un spectrophotomètre à absorption (2). Les méthodes Kjeldahl et Anne (3) ont été utilisées pour déterminer le rapport C/N, alors que la colorimétrie et les rayons X (4) nous ont permis de faire des analyses quantitatives et qualitatives de la silice. Nous avons vérifié la valeur agronomique des balles en faisant des tests de germination et de croissance de tomate sur des balles brutes, brutes et lessivés, sur des balles compostées, compostées et lessivées. La même expérience est réalisée sur des échantillons identiques, mais broyés, **Sifi (1985), Come, (1979)**.

## Résultats

On remarque une augmentation du rapport C/N. Ceci indique une consommation intense de l'azote présent, ou des pertes sous une forme inconnue actuellement. Le tableau 1 montre que le compostage provoque une augmentation du manganèse et du cuivre, mais une baisse de la teneur en zinc. Dans tous les cas, les quantités présentes restent inférieures aux limites préconisées par **Solbraa (1979)** et **Kilbertus (1985)** pour éviter une éventuelle toxicité. En ce qui concerne la silice, on constate qu'elle domine dès le départ et les analyses chimiques montrent une augmentation de cet élément après la biodégradation. Cette tendance a été aussi observée par **Bartoli (1970)**. Enfin, la diffractométrie aux rayons X révèle une silice totalement amorphe (absence de quartz, de cristobalite et de trydimite). Il s'agit certainement d'une variété d'opale à laquelle s'ajoute un peu de calcédoine.

Les résultats des analyses des différents éléments contenus dans les balles de riz apparaissent au tableau 1.

Eléments	Balles brutes en % MS	Balles compostées en % MS
C/N	24,5	41,5

Mg	0,147	0,115
K	0,46	0,223
Ca	0,165	0,859
Fe	0,452	0,3191
Cu	0,0007	0,00177
Zn	0,162	0,0313
Mn	0,014	0,0
Si	19,4	33,1

Tableau 1: Analyses quantitatives des balles de riz

### Essais agronomiques

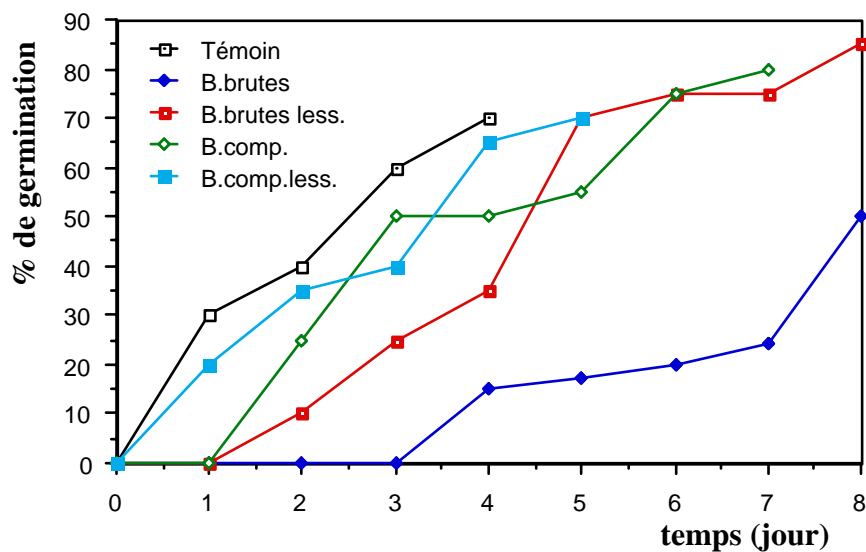


Fig. 1: Essais de germination sur des balles de riz non broyées.

#### *Tests de germination*

Les essais réalisés sur les balles de riz non broyées montrent une nette inhibition de la part du substrat brut. Il apparaît incontestable que les produits hydrosolubles initialement présents dans les balles empêchent la germination (Fig. 1).

Le broyage provoque une libération plus importante des produits hydrosolubles; il n'est donc pas étonnant de voir s'accroître les effets précédemment observés (Fig. 2 ). D'autres auteurs comme **Shindo et Kiwatsuka (1977)**, **Solbraa (1979)**, ainsi que **Ventura et Iwao (1978)** ont signalé des phénomènes analogues.

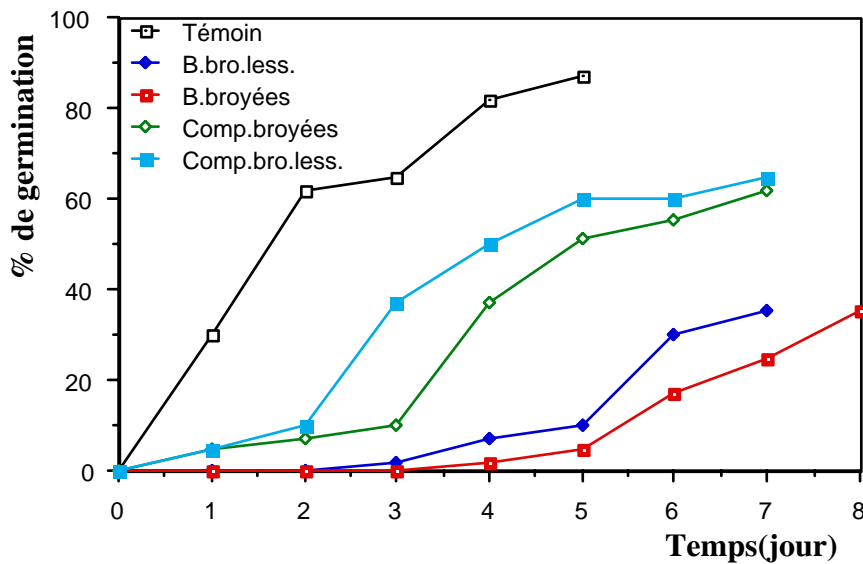


Fig.

## 2: Essais de germination sur des balles de riz broyées

Les tests *in vitro* confirment les résultats précités: avec 1% d'extrait, on enregistre un taux de germination nul après 2 jours d'expérience sur les balles brutes contre 50 % au bout de la même période sur les extraits de balles compostées.

### *Tests de croissance*

Les données obtenues montrent une influence positive du produit après le compostage (Fig. 3).

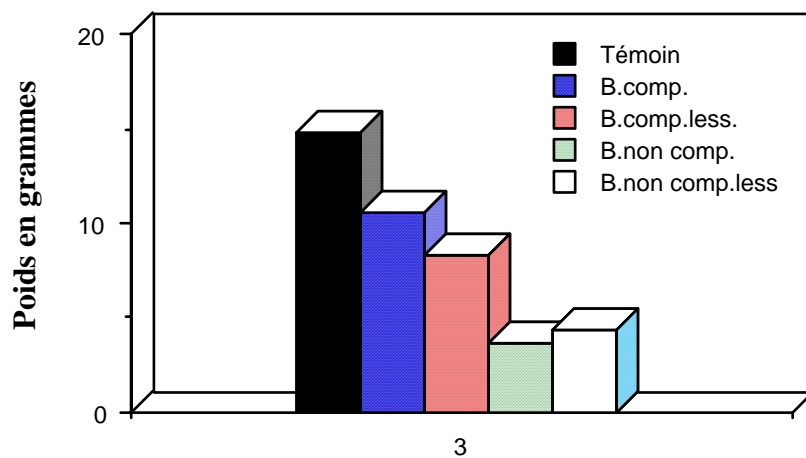


Fig. 3 : Influence du traitement sur la production de la biomasse sèche

L'action phytotoxique des balles brutes est particulièrement sévère sur la croissance des jeunes plantules de tomate, **Seck et Kilbertus (1989)**, sur les coques d'arachides et **Sifi (1985)**, sur les écorces de pin, ont remarqué des effets semblables. On constate une influence analogue des produits broyés, avec cependant un léger effet stimulateur des balles compostées (Fig. 4 ). D'autres chercheurs, **Seck (1987)** et **Sifi (1987)**, ont signalé des résultats similaires.

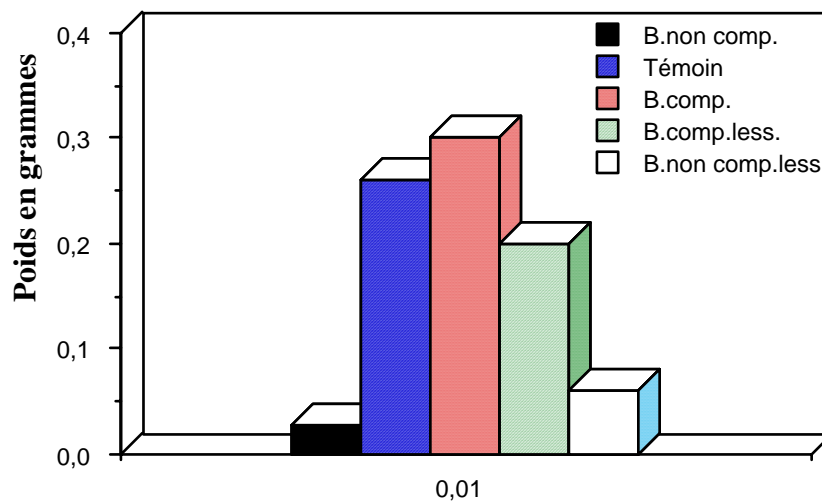


Fig. 4 : Influence du traitement sur la production de la biomasse

*In vitro*, on enregistre une longueur moyenne de tige de 2 cm pour une concentration de 1 % d'extrait hydrosoluble de balles brutes contre 8 cm avec le produit composté.

## CONCLUSION

Les résultats de ce travail ont montré que la technique de compostage utilisée a permis de diminuer la quantité de produits hydrosolubles inhibiteurs de la croissance des plantes. Cependant, au stade actuel de nos recherches, nous n'avons pu qu'améliorer la biodégradabilité des balles de riz, sans atteindre un niveau optimum. La persistance de l'effet dépressif, malgré le lessivage, laisse croire qu'il existe d'autres facteurs susceptibles d'en être aussi responsables. La présence importante et inhabituelle de la silice (19 % à 33%), nous semble une voie de recherche intéressante, même si certains auteurs (12) pensent que sa présence est plutôt bénéfique pour la plante.

## BIBLIOGRAPHIE

- 1.SECK, M.A.(1987)** «Le compostage des coques d'arachide: une technique permettant d'améliorer la qualité des sols sahéliens». Thèse de 3<sup>ième</sup> cycle, Université de Nancy 1, 139 p.
- 2.KILBERTUS, G.(1985)** «Décomposition des écorces. Sapin, Epicéa, Pin, Chêne, Hêtre». Université de Nancy 1, 366p.
- 3.SIFI, B.(1987)** «Valorisation des écorces de chêne (*Quercus pedunculata*) et de leurs substances hydrosolubles».Thèse de 3<sup>e</sup> cycle, Université de Nancy 1, 239 p.
- 4.BARTOLI, F.(1981)** «Le cycle biogéochimique du silicium sur roche acide. Application à deux écosystèmes forestiers tempérés (Voges)». Thèse d'État, Université de Nancy 1, 188 p.
- 5.SIFI, B.(1985)** «Compostage des écorces de chêne». D.E.A., Université de Nancy 1, 82 p.
- 6.COME, (1979)** «Les obstacles à la germination». Monographie de physiologie végétale. Masson ed., Paris 9-131,
- 7.SOLBRAA, K.(1979)** «Composting of bark. III. Experiments on a semipractical scale». Medd. Norsk. Inst. Skogforst, **34**:15, 48 p.
- 8.SHINDO, H. and KUWATSUKA, S. (1977)** «Behavior of phenolic substances in the decaying process of plant .VII. Characteristics of phenolic substances in the humic acid of decaying rice straw and compost supplied field soil». Soil Sci.Plant Nutr., **23** (3): 333-340.

- 9.SOLBRAA, K.(1979d)** «Composting of bark. IV. Potential growth reducing compounds and elements in bark». Medd. Norsk.Inst.Skogforst. **34**: 16 40 p.
- 10.VENTURA, W. and IWAO, W.(1978)** «Growth inhibition due to continuous cropping of dryland rice and other crops». Soil Sci.Plant Nutr., **24**: 375-382.
- 11.SECK, M. A. et KILBERTUS, G.(1989)** «La valorisation des coques d'arachide au Sénégal. Mise au point d'une technique de compostage et essais de culture». Bull.Acad. Soc.Lorr. Sci., **28**,4,14 p.
- 12.MIYAKE, Y. and TAKAHASHI, E.(1978)** «Silicon deficiency of tomato plant». Soil Sci.Plant Nutr., **24** (2): 175-189.

## **PROGRAMME D'ÉCHANGE INTER-UNIVERSITAIRE**

(avant-projet)

### **1. Présentation du projet**

Protocole de recherches et suivi de fertilisation à partir des bois raméaux fragmentés et balles de riz et/ou coques d'arachides.

### **2. Intitulé du projet**

Fertilisation organique des cuvettes maraîchères de la région des Niayes (Sénégal).

### **3. Programme de recherches**

Dans la région des Niayes, le climat et les habitudes culturelles ne permettent pas le maintien du taux normal de matière organique dans le sol. Un remède consisterait à ajouter à ces milieux des résidus organiques comme le préconisaient déjà en 1975, un rapport de l'ISRA (*Institut Sénégalais de Recherches Agricoles*), sur «l'importance des enfouissements de matières organiques dans l'amélioration des systèmes culturaux au Sénégal», ainsi qu'une étude du BDPA en 1982 (Bureau du Développement des Produits Agricoles) sur le maraîchage au Sénégal.

La région des Niayes est une mince bande de territoire située le long du littoral nord du Sénégal, entre Dakar et Saint-Louis. Elle assure près des deux tiers de la demande nationale en produits maraîchers.

Ce domaine s'étend sur plus de 80 000 ha, et une population estimée à 120 000 personnes vit presque exclusivement des retombées financières associées à ce secteur d'activités.

Depuis quelques années, la réduction sévère de la pluviométrie a introduit une certaine précarité dans les écosystèmes. La couverture végétale s'est considérablement réduite; il y a une accélération de la propagation des sables dunaires et les nappes se sont salinisées, contraignant de plus en plus les maraîchers à abandonner leurs terres.

En tenant compte de ces impacts économiques et sociaux négatifs importants, nous nous proposons d'installer un dispositif expérimental de compostage et de fertilisation organique (tant du point de vue maraîchage que reboisement) dans la zone près de la ville de M'boro.

Il comprendrait un site expérimental de 1 à 2 ha constitué de plusieurs parcelles, et une aire de compostage.

La recherche scientifique est assurée par l'ENSUT et l'Université Laval. Les activités sur le terrain seront menées en collaboration avec un groupe de maraîchers. Les résidus agricoles, en particulier les coques d'arachides et les balles de riz, peuvent être valorisées par voie de compostage aérobie, en substrats horticoles et maraîchers. Les bois raméaux fragmentés (BRF) ont également un rôle très important dans la pédogénèse. Les travaux sur ce type de «résidus» forestiers ont été effectués par les chercheurs du GCBR (Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux) de l'Université Laval. L'intérêt de cette recherche réside dans l'utilisation de petits bois riches en substances assimilables par les microorganismes.

Contrairement au bois caulinair (sciure) souvent inhibiteur de la germination et de la croissance, le bois raméal, utilisé dans des conditions précises, constitue un excellent amendement organique. Les résultats de ces recherches ont été utilisés dans les domaines horticoles, maraîchers et également pour la régénération des sols fortement dégradés. Une autre valorisation possible des résidus forestiers pourrait être la transformation sous forme d'extraits aqueux pour lutter contre les agents phytopathogènes.

## **L'étude comportera:**

### **a)- Un volet fondamental**

En particulier, le suivi de la biodégradation à l'aide de techniques physiques, chimiques et biologiques:

- Granulométrie des BRF
- Température de compostage (contrôle de la thermophase)
- pH du compost
- pH au sol après épandage des BRF et déchets compostés
- C/N des BRF
- C/N des déchets compostés
- Oligo-éléments
- Capacité d'échange cationique
- Vitesse de minéralisation dans le sol
- Pouvoir de rétention en eau
- Toxicité résiduelle éventuelle des substrats organiques.
- Recherche des organismes (bactéries, champignons et microarthropodes) intervenant dans les processus de biodégradation, afin d'obtenir des souches «*starters*» permettant d'optimiser les opérations.
- Influence de l'épandage des BRF et substrats compostés sur la remontée d'eau salée dans les cuvettes des Niayes.
- Recherche des conditions optimales de fabrication des mélanges BRF et coques d'arachides ou balles de riz compostées, selon la quantité d'eau utilisée, cette dernière étant un facteur limitant en zone sahélienne.
- Détermination des durées maximales des opérations, afin de trouver un compromis entre le pourcentage de dégradation des matières organiques et la période d'assimilation intense des substrats minéraux par les végétaux.

### **b) Un volet appliqué.**

Afin de prouver la qualité des produits obtenus, nous désirons tester différentes plantes maraîchères en laboratoire et en plein champ dans les cuvettes des Niayes. Cet aspect sera associé au volet forestier avec l'installation, autour des périmètres expérimentaux, de brise-vent ou boisés (accacias, eucalyptus, filaos, euphorbias etc...).

## **Résumé des différents protocoles**

### Résidus organiques

- recherche de microorganismes
- analyses chimiques
- recherche de phytotoxicité

### Broyage

- granulométrie moyenne

### Mise en andains

(compostage)

- addition de souches «*starters*».
- addition d'urée, de superphosphate

### Retournements

- tous les 15 jours

### Mesures

- TO, pH, C/N, cendres, humidité (50%-60%)

### Résidus compostés

- recherche de microorganismes
- analyses chimiques
- recherche de phytotoxicité

### Épandage

- plantes tests: maraîchage, reboisement.
- étude du sol.

## **4. Raisons qui justifient une coopération internationale**

La complémentarité entre les deux institutions:

-L'ENSUT qui travaille sur le compostage des coques d'arachides et des balles de riz.

-Le GCBR qui travaille sur le rôle des petits bois dans la fertilité organique des sols.

## **5. Résultats attendus.**

-une augmentation du taux de la matière organique dans des sols sahéliens très fragiles.

- une meilleure rétention en eau de ces sols.
- une diminution des risques de remontée d'eau salée en limitant l'évaporation en surface.
- le recyclage des déchets organiques inexploités actuellement.
- une lutte contre les ensablements et l'érosion éolienne.
- un accroissement de la production végétale et fruitière.
- une diminution du taux d'abandon des surfaces maraîchères par les populations suite à des baisses drastiques de productivité (ce taux se situerait actuellement autour de 45 % selon une étude de la Direction des Eaux et Forêts et de la Conservation des Sols au Sénégal).
- une meilleure compréhension des mécanismes de la biodégradation des résidus organiques impliqués.

## **6. Intérêt local et régional**

- participer à la solution de problèmes liés à la désertification
- contribuer, en augmentant la production végétale, à aboutir en partie du moins, à une autosuffisance alimentaire.

## **7. Intérêt international**

- le programme présenté permet à deux institutions universitaires (du Nord et du Sud) d'allier leurs connaissances pour proposer une solution (bien que partielle) pour aboutir aux résultats escomptés.
- les techniques mises au point au cours de ces travaux seront directement applicables en Afrique (zone sahélienne) et ailleurs.

## **8. Participants**

**a)** Établissement promoteur: Université Cheikh Anta Diop  
École Nationale Supérieure Universitaire de Technologie (ENSUT) Sénégal  
Département: Génie Chimique et Biologie Appliquée.  
Nom du chercheur devant participer à l'échange: Mamadou Amadou Seck,  
Maître-Assistant.

**b)** Établissement partenaire: Université Laval , Québec (Canada)  
faculté des Foresterie et de Géomatique.  
Département des Sciences forestières  
Nom du chercheur devant participer à l'échange: Professeur Gilles Lemieux

## **9. Moyens demandés à L'ACDI.**

-Bourse de formation pour Mamadou Amadou Seck à l'Université Laval

-nombre: 1

-durée: 3 mois

-montant:.....

-Mission de mise en route du dispositif et de suivi pour Gilles Lemieux à Dakar

-nombre: 2

-durée: 15 jours chacune

-montant:...

-Participation à des séminaires ou conférences axés sur la fertilisation organique pour Mamadou Amadou Seck:

nombre: 2

durée:

montant:.....

## **Publications**

**Seck, M.A. (1987).**«Le compostage des coques d'arachide: une technique permettant d'améliorer la qualité des sols sahéliens». Thèse de doctorat de 3<sup>ième</sup> cycle, Université de Nancy 1, 139 p.

**Seck, M.A. & Kilbertus, G. (1989)** «Le compostage des coques d'arachide». Bull. Acad. Soc. Lorr. Sci. **28** (4): 133-146.

**Seck, M.A., Sall, M. & Kilbertus G. (1989)** «La microflore des coques d'arachide fraîches et compostées». Bull. Ifan. Sec. Sci. Nat. 10 p.

**Seck, M.A. & Gras, F. (1989)** «Caractéristiques hydriques d'un compost de coques d'arachide, capacité en bac et point de flétrissement permanent». Bull. Acad. Soc. Lor. Sci. **28**(4): 147-157.

**Seck, M.A., Sall, M. & Kilbertus, G. (1989)** «Mise au point d'un procédé de compostage de résidus ligneux de différents paramètres et influence des substances hydrosolubles de coques d'arachide sur la fertilité biologique». Proceedings of the 5<sup>th</sup> European Conference on Biomass for Energy, Industry and Environment. Elsevier Applied Science Publ. London, **2**:439-443.

**Seck, M.A. Sall, M., Kilbertus, G. & Gras F. (1989)** «Making of Organic Fertilizers in Sénégal by means of Industrial Composting of Peanut

Shell». Proceedings of the 5<sup>th</sup> European Conference on Biomass for Energy, Industry en Environment. Elsevier Science Publ. Co. London, 5 p.

### **Séminaires et Conférences**

- Conférence européenne sur la biomasse pour l'énergie et l'industrie et l'environnement. Lisbonne, octobre 1989, Portugal.
- Séminaire organisé par la Faculté des Sciences de l'Université de Dakar septembre 1990 (Comment rédiger une demande pour le financement de la recherche).
- Séminaire tenu à l'Université de Donetsk (Ukraine) Octobre-Novembre 1990, (Valorisation agricole des matières organiques).
- Conférence européenne sur la biomasse pour l'énergie, l'industrie et l'environnement. Athènes, avril 1991, Grèce.

---

### **PROJET DÉFINITIF** **22 juin 1992**

Ambassade du Canada  
Coopération Internationale  
Agence Canadienne de Développement International  
45 Bd de la République  
B.P. 3373  
Dakar

N° 92/3262

Monsieur Lemieux

J'ai le plaisir de vous informer que la section de la Coopération de l'Ambassade du Canada à Dakar a approuvé le financement du Programme

d'Échange Inter-Universitaire pour la réalisation du projet «Fertilisation organique des cuvettes maraîchères de la région des Niayes».

Ce financement s'effectue dans le cadre des activités du projet de coopération bilatérale entre le Sénégal et le Canada, «Conservation des Terroirs du Littoral».

Les institutions participantes au programme sont l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar, l'École Nationale Supérieure Universitaire de Technologie (ENSUT) et l'Université Laval au Canada, Faculté de Foresterie et de Géomatique. L'envergure des travaux et le détail du budget du projet figurent dans l'annexe «A».

La contribution canadienne au financement du projet ne dépassera pas 32,000 dollars canadiens. Elle sera destinée à couvrir vos frais de voyage et de séjour au Sénégal, et les frais de voyage, de séjour et de recherche au Canada, de Monsieur Mamadou Amadou Seck.

Je vous indique que vous êtes tenu de présenter toutes les pièces justificatives des dépenses qui seront faites en dedans du budget du projet.

Veillez agréer, Monsieur Lemieux, l'expression de ma considération distinguée.

Le premier Secrétaire  
(Coopération)

Carlos Laviades

P.J.

Je suis d'accord avec les  
termes de la contribution  
canadienne au projet.

Professeur Gilles Lemieux

et Monsieur le Doyen de la  
Faculté de Foresterie et de  
Géomatique

Claude Godbout, doyen  
Faculté de foresterie et de géomatique  
Université Laval

### *Annexe "A"*

## **PROGRAMME D'ÉCHANGES INTER-UNIVERSITAIRES**

### **1. PRÉSENTATION DU PROJET**

Protocole de recherches et suivi de fertilisation à partir des bois raméaux fragmentés et balles de riz et/ou coques d'arachide.

### **2. INTITULÉ DU PROJET**

Fertilisation organique des cuvettes maraîchères de la région des Niayes (Sénégal).

### **3. PROGRAMME DE RECHERCHES**

Dans la région des Niayes, le climat et les habitudes culturelles ne permettent pas le maintien du taux normal de matières organiques dans les sols. Un remède consisterait à ajouter à ces milieux des résidus organiques comme le préconisaient déjà en 1975 un rapport de l'ISRA (Institut Sénégalais de Recherches Agricoles), sur «l'importance des enfouissements de matières organiques dans l'amélioration des systèmes culturels au Sénégal», ainsi qu'une étude du BDPA en 1982 (Bureau du Développement des Produits Agricoles) sur le maraîchage au Sénégal.

La région des Niayes est une mince bande de territoire située le long du littoral Nord au Sénégal, entre Dakar et Saint-Louis. Elle assure près des deux tiers de la demande nationale en produits maraîchers.

Ce domaine s'étend sur plus de 80 000 ha et une population estimée à quelques 120 000 habitants vit presque exclusivement des retombées financières associées à ce secteur d'activités.

Depuis quelques années, la réduction sévère de la pluviométrie a introduit une certaine précarité dans les écosystèmes: la couverture végétale s'est considérablement réduite, il y a une accélération de la propagation des sables dunaires et les nappes se sont salinisées, contraignant les maraîchers à des abandons de terres de plus en plus massifs.

En tenant compte de ces impacts économiques et sociaux négatifs, nous nous proposons d'installer un dispositif expérimental de compostage et de fertilisation organique, tant du point de vue maraîchage que du reboisement, dans la zone près de la ville de M'Boro.

Il comprendrait un site (1 à 2 ha) constitué de plusieurs parcelles et d'une aire de compostage.

La recherche scientifique est assurée par l'ENSUT et l'Université Laval. Les activités sur le terrain seront menées en collaboration avec un groupe de maraîchers.

Les résidus agricoles, en particulier les coques d'arachide et les balles de riz peuvent être valorisés, par voie de compostage aérobie, en substrats horticoles et maraîchers.

Les bois raméaux fragmentés (BRF) ont également un rôle très important dans la pédogénèse. Les travaux sur ce type de déchets forestiers ont été effectués par les chercheurs du GCBR (Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux) de l'Université Laval. L'intérêt de cette recherche réside dans l'utilisation de petits bois riches en substances assimilables par les microorganismes.

Contrairement au bois caulinaire (sciure) souvent inhibiteur de la germination et de la croissance, le bois raméal, utilisé dans des conditions précises, constitue un excellent amendement humifère.

Les résultats de ces recherches ont été utilisés dans les domaines horticoles, maraîchers, et également pour régénérer des sols fortement dégradés.

D'autres valorisations possibles de déchets forestiers pourraient être leur transformation sous forme d'extraits aqueux pour lutter contre les agents phytopathogènes.

L'étude comportera:

a) **Un volet fondamental** avec en particulier le suivi de la biodégradation à l'aide de techniques physiques, chimiques et biologiques:

- granulométrie des BRF
- température de compostage
- pH du compost
- pH du sol après épandage des BRF et déchets compostés.
- C/N des BRF
- C/N des déchets compostés
- Oligo-éléments
- capacité d'échange cationique
- vitesse de minéralisation dans le sol
- pouvoir de rétention en eau

- toxicité résiduelle éventuelle des substrats organiques
- recherche des organismes (bactéries, champignons et microarthropodes) intervenant dans les processus de biodégradation, afin d'obtenir des souches «starters» permettant d'optimiser les opérations
- influence de l'épandage des BRF et substrats compostés sur la remontée d'eau salée dans les cuvettes des Niayes
- recherche des conditions optimales de fabrication des mélanges et coques d'arachide ou balles de riz compostées, en particulier la quantité d'eau utilisée, cette dernière étant un facteur limitant en zone sahélienne
- détermination des durées maximales des opérations, afin de trouver un compromis entre le pourcentage de dégradation des matières organiques et la période d'assimilation intense des substrats minéraux par les végétaux.

b) **Un volet appliqué** destiné à prouver la qualité des produits obtenus, en les comparant avec différentes plantes maraîchères en laboratoire et en plein champ dans les cuvettes des Niayes. Cet aspect sera associé au volet forestier avec l'installation autour des périmètres expérimentaux de brise vents ou de boisés (avec des acacias, eucalyptus, filaos euphorbias etc...)

## **RÉSUMÉ DES DIFFÉRENTS PROTOCOLES**

### Résidus orgniques

- recherches de microorganismes
- analyses chimiques
- recherche de phytotoxicité

### Broyage

- granulométrie moyenne

### Mise en andains (compostage)

- addition de souches «starters»
- addition d'urée, de superphosphate

### Retournements (tous les 15 jours)

- mesure : T<sup>0</sup>, pH, C/N, cendres, humidité (50%-60%)

### Résidus compostés

- recherche de microorganismes
- analyses chimiques
- recherche de phytotoxicité

### Épandage

- plantes tests ; maraîchage, reboisement.
- étude du sol

## **4. RAISONS QUI JUSTIFIENT UNE COOPÉRATION INTERNATIONALE**

La complémentarité entre les deux institutions:

- L'ENSUT qui travaille dans le compostage des coques d'arachide et des balles de riz
- Le GCBR qui travaille sur le rôle des petits bois dans la fertilité organique des sols

## 5. RÉSULTATS ATTENDUS

- une augmentation du taux de la matière organique dans ces sols sahéliens très fragiles
- une meilleure rétention en eau de ces sols
- une diminution des risques de remontée d'eau salée, en limitant l'évaporation en surface
- un recyclage de déchets organiques inexploités actuellement
- une lutte contre les ensablements et l'érosion éolienne
- un accroissement de la production végétale et fruitière
- une diminution du taux d'abandon des surfaces maraîchères par les populations, suite à des baisses drastiques de productivité.

Ce taux serait actuellement autour de 45% selon une étude de la Direction des Eaux et Forêts et de la Conservation des Sols du Sénégal.

- une meilleure compréhension des mécanismes de la biodégradation des résidus organiques impliqués

## 6. INTÉRÊT LOCAL ET RÉGIONAL

- Participer à la solution de problèmes liés à la désertification
- Contribuer, en augmentant la production végétale, à aboutir en partie du moins, à une certaine autosuffisance alimentaire.

## 7. INTÉRÊT INTERNATIONAL

- Le programme présenté permet à deux institutions universitaires (du Nord et du Sud) d'allier leurs connaissances pour proposer une solution (bien que partielle) pour aboutir aux résultats escomptés.
- Les techniques mises au point au cours de ces travaux seront directement applicables en Afrique (zone sahélienne) et ailleurs.

## 8. PARTICIPANTS

a) Établissement promoteur : Université Cheikh Anta Diop  
École Nationale Supérieure Universitaire de Technologie (ENSUT),  
Sénégal. Département de Génie chimique et biologie appliquée.

Nom du chercheur devant participer à l'échange: Mamadou Amadou Seck - Maître Assistant

b) Établissement partenaire: Université Laval Canada  
Faculté de Foresterie et de Géomatique, département des Sciences Forestières

Nom du chercheur devant participer à l'échange : le Professeur Gilles Lemieux

## 9. BUDGET

a) Bourse de formation pour Mamadou Amadou Seck à l'Université Laval

Nombre : 1

Durée : 3 mois

Frais de séjour : 3575\$ CA/mois<sup>10</sup>

725.00\$

Transport aérien Dakar/Québec/Dakar (90 jours classe économique)	3410,00 \$
Matériel didactique	935,00 \$
<hr/>	
sous-total	<b>15 070,00 \$</b>
b) <u>Mission de mise en route du dispositif et de suivi pour Gilles Lemieux</u>	
Nombre : 1	
Durée : 20 jours	
Frais de séjour au Sénégal (20 jours).	
3 300,00 \$	
Transport aérien Québec/Dakar/Québec	
2 970,00 \$	
(45 jours classe économique)	
Autres dépenses	
<u>1 100,00 \$</u>	
sous-total	<b>7 370,00 \$</b>
c) Frais de recherche au Canada	9 240,00 \$
<b>Grand Total</b>	<b>31 680,00 \$</b>

## CONCLUSIONS

Cette première mission en terre sénégalaise fut des plus intéressantes en nous permettant d'évaluer la possibilité de l'utilisation des bois raméaux en agriculture et éventuellement en foresterie dans le cadre du projet CTL. Ainsi,

nous avons noué les premières relations avec le directeur de l'ENSUT, M. Amadou Lamide Dia, à qui nous avons proposé des relations institutionnelles plus intimes dans notre lettre du 8 janvier 1993. La rencontre avec les maraîchers de Noto fut des plus intéressantes; elle nous permit de vérifier leurs intérêts et leurs réticences. Lors de notre passage, nous avons constaté que déjà la fragmentation des BRF de filaos avait commencé.

Nous avons remarqué également que la notion de compost est encore fortement associée aux BRF, ce qui ne nous a pas étonné. Nous sommes confiant qu'après les premières expériences, il y aura une autre perception de cette nouvelle méthode que nous proposons. Il nous est apparu que le compostage des coques d'arachides ne pourrait être une source importante de matériau compostable, puisqu'elles sont utilisées comme source d'énergie industrielle. Dans ce contexte, les BRF représentent un matériau biologique utilisable beaucoup plus intéressant, dans la mesure où il est possible de cultiver des essences appropriées à la production de BRF. L'approche pédogénétique de la question nous semble infiniment plus prometteuse que l'aspect «fertilisant» qui ne fait appel qu'à la mobilisation des nutriments minéraux en forçant la «consommation du système humique» par les microorganismes. C'est ce phénomène qu'il nous faut contrer, les BRF étant susceptibles d'apporter les solutions que tous cherchent depuis des décennies. Mais comment ajuster le discours des agronomes et des forestiers sur l'importance du système humique, alors que tous sont convaincus qu'il ne peut subsister en terres tropicales! Voilà un défi de taille: humification contre minéralisation!

Le présent rapport comporte plusieurs parties, dont les discussions sur le terrain qui ont permis de mieux cerner les actions à poser (pages 4 à 8) le texte de l'exposé du Dr Seck à la conférence de Florence de la CEE (pages 8 à 13), son *curriculum vitae* (pages 13 et 14), l'avant-projet soumis à l'ACDI rédigé par le Dr Seck (pages 15 à 20), ainsi que le projet approuvé par l'ACDI (pages 20 à 28), y compris les états financiers du projet.

## REMERCIEMENTS

Nous désirons remercier le Dr Seck pour ses efforts et sa persistance. C'est grâce à lui que le présent projet voit le jour. Nos remerciements vont également à M. André Létourneau, responsable de la coopération internationale à l'Ambassade du Canada, qui a rapidement compris les enjeux et les possibilités apportés par les BRF. Ses efforts ont largement contribué au financement de cet avant-projet qui est la responsabilité de M. Laviades, Premier Secrétaire de l'Ambassade du Canada au Sénégal.

Nos remerciements vont également au Dr N'Diayes, responsable du projet CTL, ainsi qu'à M. Mamadou Sarr, responsable du projet des BRF sur le terrain même. Nous devons également souligner la participation de M. le Professeur Thiam de l'ENSUT qui nous a accompagnés sur le terrain et nous a donné des avis judicieux sur le monde végétal du Sénégal.

---

décembre 1992  
édité par  
**Le Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux**  
Département des Sciences du Bois et de la Forêt  
Faculté de Foresterie et de Géomatique  
**Université Laval**  
Québec G1K 7P4  
QUÉBEC  
Canada  
publication n° 39  
courriel: gilles.lemieux@sbf.ulaval.ca  
<http://forestgeomat.for.ulaval.ca/brf>  
FAX 418-656-313152  
tel. 418-656-2131 poste 2837