

UNIVERSITÉ LAVAL

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

Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux

BRF-AFRIQUE

CONSORTIUM DE RECHERCHE
LAVAL-McGILL

**«Amélioration et maintien de la fertilité
dans les sols en Afrique :
le rôle de la technologie du Bois
Raméal Fragmenté»**

Deuxième proposition au CRDI et à l'ACDI

par

**Gilles Lemieux, Lionel Lachance, Serge Genest
et Chantal Hamel**

mars 2000

Publication n° 115

<http://forestgeomat.ffg.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

Introduction

C'est à la suite de multiples observations au cours des 20 dernières années, suivies d'expérimentations forestières et agricoles, en climat tempéré comme tropical que nous en sommes venus à la conclusion que cette technologie pourrait être l'une des bases de la reconstitution de nouveaux équilibres biologiques, dans le contexte actuel de la dégradation des milieux et surtout de l'état lamentable de l'approvisionnement alimentaire des populations africaines qui s'étend peu à peu sous d'autres cieux tropicaux.

En suivant l'évolution des sciences associées au domaine de l'agriculture et de la forêt, il a fallu nous rendre compte qu'une seule voie était privilégiée, celle de l'artificialisation, puis des modifications génétiques des plantes et des animaux. Rien n'est disponible pour l'interface du monde minéral et végétal; le sol, si ce n'est que Dokoutchaiev en a fait la description dans une science qu'on appelle la pédologie. C'est pourtant à ce niveau que le bat blesse puisque les concepts sont encore ceux de Liebig au XIXe siècle qui a mis en relief l'importance de l'azote, sans plus, en mesurant les augmentations de rendement.

Plus d'un siècle plus tard, nous en sommes toujours aux augmentations de rendement dans une dialectique chimique et une philosophie guerrière en tuant et bouleversant tous les obstacles biologiques qui surgissent et surgiront avec de plus en plus d'acrimonie et d'agressivité. Tout comme l'empire romain, nous tentons de maintenir et augmenter nos demandes par le combat incessant, perdu d'avance, quoique nous fassions par les voies détournées de l'artificialisation des systèmes dont nous sommes les fiers auteurs.

Par ce projet, nous désirons attirer l'attention sur le rôle de la biologie complexe du sol qui s'inscrit dans la diversité qu'il nous tarde de comprendre. Pour ce faire, nous suggérons d'utiliser les voies de l'évolution et de la genèse du sol à travers la forêt particulièrement importante dans toute l'histoire de l'Afrique comme de l'Europe et des Amériques. Il nous est ainsi possible de mesurer et comprendre ce que l'agriculture doit à ce monde biologique d'origine forestière. Ainsi, toute la voie biologique a été qualifiée à partir de critères déchetaires en agriculture et suppose des «décompositions» alors qu'il s'agit de phénomènes complexes de «biotransformation» où tous les registres de la vie avec ses implications biochimiques et chimiques, sont en cause dans un système

complexe d'économie de nutriments et d'énergie qui nous donnent la «fertilité», si chère aux agriculteurs, mais personne n'ose en décrire les mécanismes. Toutefois, c'est après avoir détruit la structure physique, les caractères biologiques et avoir réduit le tout à quelques grammes de cendre, que les spécialistes établissent les paramètres de la fertilité, c'est-à-dire de la productivité. **Comment pourrions-nous reconnaître et mesurer la grandeur d'un homme, sa sagesse, sa science et sa culture par une analyse de ses cendres.** C'est pourtant ce que nous faisons allègrement en agriculture, et par plagiat en foresterie, avec les résultats qui nous apparaissent aujourd'hui.

Malgré tout, il nous est impossible de passer sous silence l'importance de la ressource «Bois Raméal» dont nous estimons à plusieurs milliards de tonnes la production mondiale annuelle et qui ne trouve pas preneur, même dans les pays les plus pauvres. C'est dire que la partie la plus riche que nous offre les arbres et la forêt s'envole en fumée ou livrée aux microorganismes qui la détruit sans bénéfice, simplement à cause de notre ignorance quelle que soit notre niveau de connaissance. Pour que cette ressource forestière soit utilisée il nous faut valoriser avant tout le sol, cet élément incontournable, la base et le résultat de toute la vie sur terre, mais que nous dédaignons honteusement depuis des temps immémoriaux dans toutes les cultures et toutes les civilisations.

Les résultats obtenus tant en Afrique, dans les Antilles, dans l'ancien empire soviétique qu'au Canada nous ont amené à proposer **une approche forestière pour les sols agricoles** en utilisant les rameaux des arbres qui contiennent tous les nutriments chimiques et en plus tous les nutriments biochimiques. Parmi ceux-ci, une catégorie toujours négligée par la science, nous a semblé être le centre de tous ces mécanismes qui assurent la stabilité à moyen et long terme et qui est exclue de toutes les agricultures: les polyphénols parmi lesquels les deux lignines et les tannins condensés sont les principaux; formant 25% de la substance «bois» . C'est en modifiant positivement la structure des sols et en régulant la biologie, elle-même responsable de la mise en disponibilité de nutriments, que ces composés typiques des écosystèmes forestiers, mais absents de agroécosystèmes que ces «produits forestiers» apportent un supplément très important, donnant des augmentations de rendement, des réductions de consommation d'eau, sans apport d'intrants chimiques connus sous le nom de fertilisants.

Un tel projet ne peut faire abstraction de l'homme et de son économie, en particulier en Afrique. C'est la raison pour laquelle nous avons cru impérieux d'ajouter une

Amélioration et maintien de la fertilité des sols en Afrique: Le rôle et la contribution de la technologie du Bois Raméal Fragmenté

Problématique

La dégradation et l'érosion des sols africains

1- La perte de fertilité et la dérive des sols agricoles est un problème en Afrique car la production diminue dangereusement pour ne bientôt plus suffire une population grandissante au rythme d'une démographie qualifiée de galopante. On observe en conditions tropicales, après 3 à 5 ans de culture intensive, que le sol n'est plus capable de retenir les nutriments, ni d'héberger les micro-organismes symbiotiques des plantes, il est alors sujet à une érosion massive, les particules minérales elles-mêmes, sont entraînées vers les cours d'eau.

La gestion des nutriments par voie biologique

2- En Afrique, les sols tropicaux présentent un problème spécial de gestion des nutriments. Non seulement la majorité présente naturellement une faible teneur en nutriments, mais aussi la dominance d'argile peu réactive (kaolinite) signifie que le maintien des nutriments est peu efficace, et souvent, principalement subordonné au contenu de la matière organique. En plus, beaucoup de sols dans les zones cultivées pendant de longues périodes sont épuisés. Des études récentes du bilan nutritif du sol ont montré que l'épuisement des sols en Afrique au sud du Sahara est très répandu (Stoorvogel et Smaling, 1990).

Impossibilité de suppléer sans action ciblée et réaliste

3- La productivité est faible à cause de l'insuffisance des sols en éléments nutritifs pour supporter les rendements économiques des cultures. Pour augmenter la productivité et arrêter la dégradation des sols, il est essentiel que des nutriments soient apportés de l'extérieur vers les zones cultivées. L'utilisation de matières organiques (fumiers, compost, etc.) pour fertiliser les terres agricoles est une pratique traditionnelle qui a fait ses preuves en Afrique au sud du Sahara. Malheureusement, le volume et la qualité des fertilisants sont très largement

insuffisants pour maintenir une productivité raisonnable sur l'ensemble des surfaces cultivées.

Les apports du cheptel insuffisants

4- En effet, à la pauvreté des agriculteurs s'additionne une certaine insécurité relative à l'élevage (manque d'aliments pour le bétail pendant la saison sèche, maladies etc.), en conséquence le fumier est disponible en très faible quantité.

Les conséquences de la croissance de la pauvreté

5- Le comportement des populations rurales pour lutter contre l'appauvrissement a des conséquences fâcheuses:

- a) Déforestation pour gagner de nouvelles terres plus fertiles (feux de brousse incontrôlés et dévastateurs).
- b) Surexploitation des forêts pour obtenir des rentrées monétaires immédiates (charbon, bois).
- c) Exportation de la main-d'oeuvre locale vers les zones urbaines.
- d) Exode rural, abandon de l'agriculture.
- e) Érosion amplifiée par les déboisements ainsi que par l'abandon de terres dégradées et laissées sans couvert provoquant l'ensablement des rizières,
- f) Perte de fertilité rapide des terres en pente par lessivage et la destruction des voies d'accès.
- g) Capital «eau» disponible en nette régression (tarissement des sources et de cours d'eau) multipliant les échecs à cause du non respect du calendrier agricole.

Une reconnaissance du problème

6- La dégradation et l'épuisement des sols ont contribué à faire reconnaître la nécessité de trouver une solution plus durable aux contraintes de fertilité des sols. La recherche actuelle comme celle du programme, sol/eau, gestion et fertilité ou Eau, Terre et Vie (ETV) et le programme initiative de fertilité des sols de la Banque Mondiale démontrent un virage majeur au regard des périodes précédentes. Pendant les décennies antérieures aux années quatre-vingts, l'attention portait sur le développement régional, les recommandations d'engrais basées sur les tests de sols et la réponse des cultures aux engrais minéraux. Présentement, cette approche est écartée pour une série de raisons:

- (a) L'absence de réponses durables associées à l'épuisement de la matière organique et la qualité physique du sol;
- (b) le faible accès aux engrais minéraux pour la majorité des paysans;
- (c) une volonté croissante de vouloir bâtir et maintenir la qualité du sol;
- (d) réorganiser l'environnement paysan; et
- (e) une plus grande sensibilité aux besoins des paysans.

Le carrefour des idées et des techniques

7- Des pratiques internes d'utilisation des nutriments (combinaison des apports organiques et inorganiques) et surtout des politiques de recommandations basées sur les circonstances telles que les sols, les cultures etc. sont devenues des éléments majeurs pour la recherche, bien que certaines organisations encore défendent largement la dernière approche.

Une vision actuelle qui se projette sur l'avenir

8- La recherche sur la gestion intégrée des nutriments du sol s'associe à la combinaison appropriée de sources d'engrais organiques et inorganiques qui visent non seulement un gain économique immédiat, mais aussi le maintien de ces gains sur une longue période, l'influence de la pratique de gestion sur l'état physique, chimique, biologique, les effets environnementaux associés et leurs impacts sur la qualité de la vie.

Une préoccupation constante du Canada

12. C'est une préoccupation constante du Canada que de suivre l'évolution de l'agriculture Africaine et son environnement de même que dans la majorité des pays développés. Le recul de la forêt et la croissance de zones désertiques ainsi que la diminution de la fertilité des sols, suite aux cultures intensives pratiquées par l'agriculture moderne, mettent en lumière le manque d'efficacité des moyens de production utilisés jusqu'à maintenant. Il est urgent dans plusieurs pays d'Afrique que des moyens connus, plus efficaces soient utilisés pour corriger le problème de la dégradation et l'épuisement des sols. L'induction de la pédogénèse par l'apport du Bois Raméal Fragmenté (BRF) sur des sols dégradés représente une opportunité unique pour revaloriser les sols agricoles exploités intensivement et pour régénérer les forêts dégradées.

Un brève description de la technologie des BRF

13- Le développement de la technologie a débuté il y a 25 ans au Québec, avec des essais expérimentaux sur la pomme de terre, le blé, l'avoine, et les fraises. L'année suivant l'application des BRF au sol, une augmentation substantielle de rendement était observée (30 à 250%) qui a duré pendant 5 années (Lemieux 1998). [10]. En 1997-1998 des recherches ont été initiées en Ukraine dans la station de recherche forestière de Boyarska. Les premiers résultats confirmaient les effets frappants de la technologie. Ces résultats indiquaient aussi une croissance de la biodiversité, spécialement les champignons basidiomycètes. En plus, les caractéristiques agrochimiques du sol ont été améliorées dans une certaine mesure. Ces facteurs ont contribué à l'augmentation de la production de l'avoine mais surtout du seigle (jusqu'à 50%) et une amélioration de la qualité des grains (Chervonyj, 1999). [11].

En Afrique

14- Lors d'essais expérimentaux de Thiès, dans la région des Niayes au Sénégal, l'enfouissement de BRF dans des sols dégradés a pu augmenter le rendement de la tomate amère (*Solanum aethiopicum*), de la tomate et de l'aubergine de manière spectaculaire (Seck, 1993). Depuis 1994, à Bouaké en Côte d'Ivoire, des essais portant sur l'évaluation de cinq espèces ligneuses en tant que sources potentielles de BRF, avec application combinée ou non de différentes doses d'engrais minéraux (N, P, K) L'arrière effet de ces traitements a été mesuré sur le maïs. L'augmentation des rendements du maïs suite application de BRF a varié pour atteindre jusqu'à plus de 400%, en fonction de l'essence utilisée (Aman et al , 1998).

Les effets structuraux

15- Après l'application de BRF, Guay et al. (1983) ont constaté que la teneur en matière organique se stabilisait entre 150 et 200% de sa valeur initiale pour une période allant de un an et demi à trois ans. Ensuite elle tend vers la valeur de départ. Les mêmes auteurs ont également constaté un brunissement marqué (mélanisation) un ameublissement du sol et des répercussions positives sur le temps de travail du fermier, la consommation et l'usure des machines agricoles.

Les essais agronomiques portant sur la «matière organique» et les substances humiques aromatiques

16. Après 4 ans de cultures et deux traitements de 100 t/ha, Ndayegamiye et Dubé (1986) ont trouvé, par rapport au témoin, une augmentation de la matière organique de 52% pour le traitement BRF seul et de 65% pour le traitement BRF et lisier. Les mêmes auteurs ont constaté que seul le sol traité au BRF et lisier possédait un haut degré de condensation des substances humiques aromatiques.

Le carbone des sols

17- Ndayegamiye et Angers (1993), après 9 ans de cultures et traitements bisannuels, ont trouvé légèrement plus de carbone dans les sols traités au BRF et lisier par rapport aux sols traités au BRF seul. Les traitements comprenant 100 t/ha de BRF, avec ou sans lisier, ont donné 37% et 25% d'augmentation du carbone organique par rapport au témoin. Ces auteurs n'ont pas observé d'effet du BRF sur la formation de macroagrégats. Par contre, ils ont constaté que les variations du carbone de la fraction lourde du sol, constitué de matière organique humifiée, associée avec des argiles et les variations de la fraction humine, particulièrement stables, rendaient compte de l'essentiel des variations de C (80%). La fraction légère (<1.59) de la matière organique, constituée de résidus facilement minéralisables, a augmenté aussi, jusqu'à 220% pour 100 t/ha de BRF.

L'azote et la fertilité

18- Larochelle, (1994) constate également que l'apport complémentaire d'azote minéral n'a pas inhibé significativement l'humification, mesurée par rapport au taux d'azote non hydrolysable. [16]. À partir de ces évidences on peut affirmer que l'apport de BRF présente les avantages suivants:

- a) Amélioration de la qualité et de la fertilité des sols dégradés (favorable à l'humification, cette matière organique suscite la formation de molécules stables dans le sol, une part participe aussi la minéralisation).
- b) Une augmentation des activités en surface et en profondeur des vers de terre et des termites avec des effets bénéfiques associés aux propriétés physiques des sols.
- c) Une augmentation du rendement des cultures au moins à court terme.

19- Donc la technologie des BRF mérite d'être vulgarisée surtout en Afrique au Sud du Sahara où le problème de la fertilité des sols et la disparition des forêts est très aiguë. Il reste néanmoins, beaucoup de questions auxquelles il faudra trouver des réponses, afin de s'assurer de la viabilité, et partant, de l'adoption de cette technologie d'amendement des sols au niveau des petites exploitations agricoles.

Trois questions clés auxquelles nous devons porter attention;

20- Sous quelles conditions agroécologiques et socio-économiques la technologie des BRF est-elle applicable et quelles peuvent être les alternatives raisonnables en Afrique au Sud du Sahara?

Les sources de BRF

21. Les BRF utilisés au Canada provenaient des parterres de coupes forestières composés de conifères et de feuillus. En Afrique, seuls des feuillus peuvent être disponibles dans certaines zones mais vraisemblablement limités en quantité et en qualité. La source la plus prometteuse de BRF proviendrait de pratiques agroforestières qui ont actuellement cours dans plusieurs régions (zones boisées, jachères améliorées, et transferts de biomasse)

Les valeurs économiques alternatives

22- Il y a généralement les coûts associés à l'utilisation des matériaux pour amender le sol comme par exemple les feuilles pouvant être utilisées pour nourrir les animaux alors que le bois est utilisé comme chauffage. Néanmoins, les rameaux représentent du matériel intermédiaire sans valeur ni pour l'un ni pour l'autre. Dans tous les cas, la praticabilité de son usage dépendra de la quantité disponible, des coûts et bénéfices économiques, des coûts liés à la main d'oeuvre pour la préparation et l'application. Ceux-ci sont particulièrement très importants pour des exploitations avec de faibles revenus ou des exploitations gérées par des femmes.

Une dynamique qui porte vers l'adaptation

23- L'utilisation de la technologie des BRF prévoit des bénéfices agronomiques de courte ou de longue durée dans certains environnements mais pas dans d'autres. Dans certaines zones les bénéfices seront économiquement profitables et les pratiques socialement acceptables mais pas dans d'autres. Donc, la possibilité d'un projet doit permettre de déterminer ces frontières et fournir des outils facilement accessibles et praticables pour que les paysans puissent faire des choix et prendre des décisions. Cela entraînera, à l'évidence une meilleure performance menant vers un niveau de compréhension du processus et des facteurs qui engendrent les variations observées au niveau des résultats. |

Une nécessité absolue d'études et de recherches

24- Il est donc essentiel d'effectuer des études agronomiques, économiques, d'adaptabilité et de sélection d'espèces pour divers environnements physiques, entre autres pour les sols sahéliens, soudanais, tant forestiers qu'agricoles.

25- Est-ce que la technologie des BRF améliore la qualité des sols et la durabilité de la production à court terme chez les petits producteurs-paysans a-t-elle des effets écologiques sur une longue période?

Une évaluation sociale de la technologie

26- L'hypothèse de départ veut que cette nouvelle technologie soit rentable, mais elle doit être adaptée aux conditions spécifiques du terrain en milieu paysan pour que les petits producteurs puissent l'adopter. Il faut considérer, par ailleurs, les différences et les variations annuelles des résultats économiques et agronomiques selon les régions et d'une année à l'autre. Il en va de même des risques engendrés par les variations selon les exploitations et les exploitants. Il faut donc s'assurer de la pertinence et de la viabilité économique de la technologie des BRF par rapport au milieu physique, biologique, social, ethnique, etc. des petits exploitants agricoles de l'Afrique subsaharienne.

27- La technologie des BRF améliore-t-elle la qualité des sols et la durabilité de la production à court terme chez les petits agriculteurs et provoque-t-elle des retombées écologiques sur une longue période?

28- Nous rappelons que toute nouvelle technologie doit être rentable avant d'être adoptée par les paysans. La technologie des BRF doit être adaptée aux conditions spécifiques du terrain pour que les petites exploitations agricoles soient capables de l'adopter. En milieu paysan, il est possible de déceler les problèmes qui peuvent freiner son adoption. Il faut considérer, par ailleurs, les différences et les variations des résultats économiques et agronomiques selon les régions, et les années. Il est donc essentiel de vérifier la praticabilité et la viabilité économique de la technologie des BRF dans l'environnement des petits agriculteurs en Afrique au sud du Sahara.

29- Quels sont les mécanismes à la base des résultats positifs obtenus et comment pourrait-on les organiser pour améliorer les extrants?

30- Suite à l'expérience canadienne, des questions demeurent sans réponses, Parmi ces questions figurent:

- a) La faune du sol est encore largement méconnue
- b) La chimie des polyphénols dans le BRF reste à connaître
- c) La dynamique des populations et le transfert de la technologie des BRF sont à explorer
- d) La modélisation et le Système d'appui et de Décision restent à définir

31- L'expérience canadienne devrait donc surtout permettre d'orienter les recherches ultérieures dans les laboratoires et les stations de recherche.

Objectif global

32- L'objectif global est de promouvoir l'adoption et l'utilisation de la technologie des BRF dans des sites choisis en Afrique Occidentale et Orientale.

Objectifs spécifiques

33- L'expérimentation en milieu paysan

Introduire, tester et adapter la technologie des BRF dans plusieurs environnements en Afrique Occidentale et Orientale en mettant en place des parcelles de démonstration après une revue des caractéristiques des sols et de la disponibilité

des essences forestières potentielles pour initier les milieux à la technologie des BRF.

- a) Tester la praticabilité, l'acceptabilité, et la viabilité économique de la technologie au (au niveau des petites exploitations agricoles)
- b) Identifier les facteurs biophysiques, socio-économiques et politiques qui déterminent l'adaptation et la vulgarisation de la technologie des BRF dans des communautés rurales.
- c) Favoriser la formation technique des organisations paysannes et prévoir un encadrement local et extérieur de longue durée afin d'intégrer la nouvelle technologie aux traditions agricoles locales.
- d) Faire de la recherche en station pour déterminer les impacts de la technologie des BRF sur les propriétés physiques, chimiques biologiques des sols ainsi que les mécanismes à partir desquels ils sont obtenus.
- e) Comprendre les mécanismes dérivant de la transformation de la lignine et identifier les différentes séquences et leurs rôles dans la structuration du sol.
- f) Évaluer les effets de la technologie sur la biologie microbienne des sols.
- g) Étudier les processus enzymatiques, énergétiques et métaboliques dans l'application des BRF sur les sols tropicaux.
- h) Construire des modèles fonctionnels extrapolables.

Diffusion de la recherche

34- Renforcer la capacité des chercheurs nationaux, les ONG et les vulgarisateurs. dans la gestion de la fertilité comprenant la technologie des BRF.

Il faudra concevoir et mettre en oeuvre des programmes de communication efficaces au sein des communautés rurales, les utilisateurs potentiels de la technologie et étudier l'acceptation et l'adaptation la technologie en fonction des conditions locales.

La méthodologie

35- La recherche se fera sous la forme de recherche-action en tant que méthodologie. Elle sera fondée sur le développement en situation réelle avec l'implication de l'ensemble des acteurs; paysans, ONG, services nationaux de recherche et de vulgarisation etc. Elle permettra la participation des paysans à

chacune des étapes de développement et d'expérimentation, d'apprentissage, de mise en pratique, d'évaluation etc.

La place des femmes

La condition féminine et son évaluation (le «genre»)

36. Le projet aura un souci particulier pour les questions portant sur l'implication de la femme pour favoriser son épanouissement et sa participation au projet, car elles forment un groupe important dans l'utilisation de la ressource bois. Pour éviter la marginalisation des femmes, il faudra prendre certaines mesures par anticipation

Le rôle de la Faculté des Sciences Sociales de Laval

37- Le département d'Anthropologie Faculté des Sciences Sociales de l'université Laval entreprendra des activités pour identifier et évaluer de façon exhaustive l'impact de la technologie des BRF sur les femmes. La représentation adéquate des femmes et des groupements féminins aux essais de vulgarisation devra être au moins 25%. Les essais de vulgarisation seront élaborés de façon à tenir compte de manière spécifique de la participation féminine en distinguant clairement le rôle des femmes et des hommes au plan de l'utilisation de la technologie des BRF.

Trois «pays-pilote»

38- Pour développer et expérimenter cette stratégie de recherche participative, le projet regroupera dans chaque pays-pilote une équipe multidisciplinaire de spécialistes de la technologie des BRF, des spécialistes en biochimie des sols, en biologie des sols, des spécialistes des sciences sociales, particulièrement anthropologiques, des vulgarisateurs et une institution régionale spécialisée en communication pour le développement et qui sera responsable de l'évaluation de l'expérience.

La place des universités et des organismes d'État

39- Les étudiants des composantes de la biochimie, de la biologie des sols, et des sciences sociales pourraient être des étudiants canadiens ou africains préparant une maîtrise ou un doctorat. Les travaux de ces étudiants s'effectueront dans le cadre du cursus académique des universités canadiennes, sénégalaises,

béninoises et kenyanes. Il en sera de même pour les organismes d'État directement impliqués dans les activités forestières et agricoles. Ils seront supervisés conjointement par des scientifiques de l'université Laval, de l'université McGill et des universités africaines.

Le CESPA et la communication et son évaluation

40- Le Centre d'Études de Services et de Production audio-visuelle (CESPA) de Bamako au Mali a été identifié pour prendre en charge la composante appui évaluation. Le CESPA interviendrait dans le domaine de la communication pour le développement. Il est spécialisé dans la conception et la réalisation d'appuis à la communication multimédia, la formation paysanne, la formation aux techniques de l'audiovisuel, le conseil en communication et la production audiovisuelle.

Le Comité Scientifique d'Orientation et d'Évaluation (CSOE) un rôle de liaison et de régulation

41- Cette équipe multidisciplinaire, sous l'égide d'un Comité Scientifique d'Orientation et d'Évaluation (CSOE), sera responsable de la réalisation et du suivi scientifique, technique et financier et de l'évaluation du programme. **Cette approche en équipe multidisciplinaire est un élément innovateur de la méthodologie** et devrait permettre le lien entre expertise en matière de connaissances du milieu et connaissances scientifiques en matière de technologie des BRF.

Les composantes

Dans chaque pays, l'équipe multidisciplinaire sera composée de partenaires prenant en charge les différentes composantes suivantes:

La «technologie» des BRF

42. **Composante 1:** Elle est la composante responsable des contenus liés à la technologie des BRF. Elle est chargée de l'implantation, du suivi, de la coordination et de la collecte des données aussi bien que des tests en station (tel que les études de biotransformation, les études portant sur le carbone organique et sa modélisation, les études énergétiques, la modélisation de la technologie des BRF etc.) de même que pour des expérimentations en milieu paysan. Les spécialistes chargés de cette composante, avec l'appui des sciences sociales et de

la vulgarisation/diffusion, identifieront les facteurs expérimentaux testés chez les participants. Ils identifieront les paramètres analytiques et les données colligées pour aider les paysans dans la mise en place des essais.

La biochimie, la lignine, les tannins et les polyphénols (Laval)

43. Composante 2: La biochimie des sols et des BRF

Des étudiants (doctorats ou maîtrises) seront engagés pour s'occuper des études sur les polyphénols et les lignines. Cette composante serait responsable de l'implantation des essais de biochimie. Également, elle sera en étroite relation pour collaborer avec ses homologues de la biologie des sols et de la technologie des BRF. Ceci représente l'un des aspects les plus novateurs liés à la technologie des BRF

La biologie des sols et la dynamique biochimique (McGill)

44. Composante 3: *Biologie des sols*

Des étudiants (doctorats ou maîtrises) s'occuperont des études sur la microfaune, la mésofaune des sols, le rôle des champignons et toute la question de la mycorhization sous l'égide de l'Université McGill. La composante serait responsable de l'implantation, du suivi, de la coordination et de la collecte des données provenant des essais expérimentaux sur la biologie des sols.

Un travail conjoint TSBF, ICRAF et GCBR de Laval

45- Composante 4: *Forestière et agronomique*

Des étudiants à la maîtrise et au doctorat poursuivront les études forestières (production de BRF choix des essences, plantations aménagement forestier spécialisé etc...) et seront directement impliqués dans la question agronomique (choix, des sites et des cultures, contrôle des données, des récoltes etc...) Ce sera sous l'égide du TSBF, de l'ICRAF et du Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux de l'Université Laval

L'appropriation sociale, sa dynamique et son contrôle (Laval)

46- Composante 5: Sciences Sociales. Cette composante sera constituée d'étudiants au doctorats ou en maîtrise. La composante collectera les données socio-économiques et travaillera étroitement avec les composantes «technologie des BRF», «pré-vulgarisation/diffusion» d'une part pour identifier les paysans qui

seront les premiers à tester la technologie des BRF et d'autre part pour une plus large diffusion et de l'utilisation de la technologie des BRF. Cette composante assure l'ancrage du projet avec le milieu en général et les groupes de paysans participants. Elle porte à la fois sur les aspects de connaissance du milieu, d'animation et est responsable de la participation au projet. Cette composante aura les tâches suivantes:

- a) Recueillir les données socio-culturelles, politiques, économiques et environnementales pertinentes et les faire circuler entre les intervenants et les participants. Assurer l'ancrage du projet avec le milieu et le groupe de paysans.
- b) Assurer l'interface entre les publics-cibles et les autres partenaires.
- c) Informer le milieu sur le projet et recueillir l'adhésion des groupes participants.
- d) Informer les autres partenaires des données socio-culturelles, économiques, politiques et environnementales du milieu.
- e) Mobiliser et organiser les participants dans le projet.
- f) Organiser et faciliter les séances de travail de l'équipe de recherche-action avec les public-cibles.
- g) Faciliter l'expression des points de vue des participants.
- h) Accompagner les autres intervenants dans leurs tâches, notamment les composantes «pré vulgarisation» et «technologie des BRF» pour faciliter l'expression des participants autour des problèmes qu'ils vivent relativement aux aspects de la fertilité des sols; et utiliser la technologie des BRF pour résoudre le problème de dégradation et d'épuisement des sols.

Une composante propre à chaque pays

47- Composante 6: Expérimentation et vulgarisation: La vulgarisation/diffusion est la composante responsable de l'expérimentation sur le terrain (conduire les essais chez les paysans) et de la technologie des BRF en regard des publics-cibles de paysans. Elle travaillera étroitement avec les composantes, technologie des BRF et sciences sociales, pour identifier les premiers paysans-pilotes afin d'établir les essais expérimentaux. Le partenaire responsable de cette composante est intégré au milieu. Cette composante doit également aider les paysans-pilotes dans l'implantation et la collecte des données.

Évaluation

48- Composante 7: Soutien et évaluation: Cette composante assure la participation d'une institution régionale spécialisée dans l'élaboration et la mise en oeuvre d'un plan d'évaluation avec les participants et les intervenants de la recherche.

Gestion-coordination

49- Composante 8: Gestion/coordination nationale: Cette composante assure le suivi des activités et la coordination des différentes composantes de la recherche (recherche en station, expérimentation en milieu paysan, diffusion des résultats, et évaluation). Elle est responsable de la gestion administrative, technique, et financière du projet dans le pays-pilote. Elle est membre du Comité Scientifique d'Orientation et d'évaluation (CSOE).

Structure, rôles et fonctions du Comité Scientifique d'Orientation et d'Évaluation (CSOE)

50- Le Comité Scientifique d'Orientation et d'Évaluation (CSOE) sera constitué d'une équipe multidisciplinaire. Ce comité scientifique sera chargé de proposer, confronter et diriger l'évolution des programmes, de voyager et de s'adjoindre des membres. Il sera composé de l'administrateur général du projet, de représentants du CRDI, de l'ACDI, d'un représentant de chacune des deux universités (Laval et McGill), de l'ICRAF, et du TSBF, de même que d'un coordonateur national pour chaque pays visé. Ce comité scientifique tiendra trois séances de travail. La première se tiendra de préférence au Canada et les deux autres dans les pays impliqués et subventionnés par le projet.

Coordination et relations institutionnelles

51- L'Administrateur Général du projet coordonnera toutes les activités et la gestion quotidienne du projet. Il travaillera sous l'égide du CRDI et de l'ACDI .Il sera logé dans les bureaux du CRDI. Les activités du projet au Sénégal et au Bénin seront supervisées et coordonnées par les universités Laval et McGill. Ces universités géreront les fonds de recherche de ces pays et par conséquent, seront responsables de fournir un rapport financier et technique à l'Administrateur

Général du projet. Quant aux activités kenyanes, elles seront coordonnées et supervisées par l'ICRAF et le TSBF qui, de leur côté, vont gérer les fonds de recherche pour ces pays et produiront chaque année des rapports financiers et techniques. Dans chaque cas, ces rapports seront produits par les coordonateurs nationaux. Un rapport annuel global sera fait à l'ACDI et au CRDI par l'administrateur du projet avec des copies adressées aux Université Laval, McGill, ainsi qu'à l'ICRAF, au TSBF de même qu'aux gouvernements des pays concernés.

Pays retenus: Kenya, Sénégal et Bénin

52- Trois pays sont retenus pour ce projet. En Afrique Occidentale, deux pays, le Sénégal et le Bénin sont retenus. En Afrique Orientale, le Kenya est l'autre pays-pilote retenu à cause de la présence dans la région de ICRAF et TSBF et le rôle que ces organismes pourraient jouer dans la recherche en station, la vulgarisation et la diffusion des résultats. Les activités prévues seront regroupées en station de recherche et d'expérimentation en milieux paysans, et vont également assumer la diffusion des résultats et l'évaluation des activités.

Activités préparatoires

Les séances de travail du CSOE.

53- Le CSOE se réunira trois fois pendant la durée du projet. La première séance de travail se tiendra à Ottawa durant la première moitié de l'année initiale. Cette réunion aura pour but de regrouper tous les membres du CSOE et faire connaissance, passer en revue les différentes phases et domaines du projet, élaborer les protocoles expérimentaux et planifier l'exécution de l'ensemble du projet. Toutes les questions financières, techniques, et logistiques y seront traitées. La production documentaire y sera élaborée. La deuxième séance de travail se tiendra en Afrique au début de la troisième année pour discuter des résultats obtenus, des difficultés rencontrées et des solutions retenues, des activités de la troisième, la quatrième et de la cinquième année. La troisième rencontre aura lieu en Afrique au début de la cinquième année. Elle a pour but de discuter des résultats obtenus, des difficultés survenues, finaliser le plan d'évaluation et de discuter de l'orientation du projet et de sa poursuite en fonction de l'objectif global.

Séances de travail de l'équipe de recherche-action.

54- Dans chaque pays, des séances de travail périodiques seront organisées et dirigées par le coordinateur national du projet. La première séance de travail a pour but de regrouper les membres de l'équipe, faire connaissance, passer en revue les activités des membres de l'équipe de recherche, les séquences d'activités, la collecte et l'analyse des données, les difficultés et les solutions éventuelles. Au début de chaque campagne une séance de travail sera organisée pour discuter en détails le bilan de la campagne agricole écoulée, les protocoles expérimentaux des essais pour la campagne à venir, les questions financières, techniques, logistiques et humaines ainsi que la mise en place des activités du projet. Les rôles et le plan de travail de chaque chercheur seront élaborés et finalisés.

Recherche en station

55- Des travaux seront réalisés par les chercheurs dans les stations expérimentales. Les essais vont consister en des études agronomiques dans les trois (3) pays pilotes (Sénégal, Bénin et Kenya) pour déterminer les effets des BRF sur les cultures, les sols, et les systèmes de productions des paysans. En même temps, les étudiants poursuivront les expérimentations pour comprendre les mécanismes et les processus qui expliquent les résultats obtenus avec les BRF. À la suite des trois premières années les résultats seront modélisés

56- Experiments sur les effets des BRF.

Plusieurs facteurs avec des niveaux variables seront examinés pour obtenir une gamme variée d'informations. Parmi les facteurs à étudier seront: la vitesse de la biotransformation des BRF. l'étude du carbone organique du sol, les essences forestières, les techniques de fragmentation ou de broyage, les modes d'incorporation, les fréquences d'ensemencement, l'influence de la qualité/quantité et la taille des rameaux, les façons culturales, les suppléments d'engrais nécessaires, les modes de récolte, la mesure des rendements.

57- Les paramètres analytiques sont:

Les données sur les cultures: la hauteur des plantes (lors de l'échantillonnage du sol), la biomasse, et les rendements en grains. Les données du sol: l'humidité. la

température du sol, N, P, K, le carbone organique, la CEC, la densité, et la texture (contenu en argile), etc...

58- La faune du sol:

Lombrics, termites, fourmis, mille-pattes, acariens, nématodes, protozoaires, flore bactérienne, etc...

59- La flore

Les fungus Basidiomycètes, les bactéries, les Actinomycètes, les algues et toute la flore adventice.

60- Les données environnementales

La pluviométrie, la température de l'air, contenu en eau du sol, etc...

Les protocoles expérimentaux

61- Un protocole expérimental pour chaque essai sera élaboré par le Groupe de Coordination sur les bois raméaux de l'Université Laval en collaboration avec les scientifiques du TSBF, de l'ICRAF (composante #4) et les coordonnateurs du projet des pays impliqués dans le projet. Toutes les méthodologies disponibles seront discutées avec le CSOE afin que les résultats soient au niveau des attentes et des buts poursuivis.

62- Expérimentations sur les mécanismes

Dans chaque pays pilote des recherches seront poursuivies par des étudiants sous la supervision du Coordinateur du projet et des scientifiques principaux du TSBF, de l'ICRAF et des universités Laval et McGill pour comprendre les mécanismes des BRF qui influencent les propriétés physiques, chimiques, et biologiques du sol, par conséquent affectent les rendements et la durabilité du système. Les questions à traiter comprendront:

63- L'étude de la faune du sol (McGill)

Un étudiant à la maîtrise ou au doctorat sous la supervision du Laboratoire de Biologie des Sols du Département des Sciences des ressources naturelles de l'Université McGill étudiera la diversité biologique puisque son évolution est

primordiale à l'amélioration du sol. La méthodologie détaillée de cette étude sera élaborée en consultation avec les équipes de recherche/action et du CSOE.

64- L'étude de la chimie des polyphénols dans le BRF (Laval)

Un étudiant à la maîtrise et au doctorat sous la supervision du Laboratoire des Polyphénols et Lignines du Département des Sciences du Bois et de la Forêt de Université Laval entreprendra des recherches sur les polyphénols. La méthodologie détaillée sera élaborée en consultation avec l'équipe de recherche/action et le CSOE. Ceci représente l'un des aspects novateurs du projet,

65- Dynamiques des populations et transfert de la technologie des BRF (Laval)

Drrasnt la première année du programme, le département d'Anthropologie, Faculté des Sciences Sociales de l'Université Laval encadrera des étudiants à la maîtrise ou au doctorat (un étudiant par pays) pour entreprendre des activités sur la connaissance fine du milieu dans lequel on compte implanter la technologie et une supervision suivie des conditions d'implantation du projet. La méthodologie détaillée de cette étude sera élaborée en consultation avec l'équipe de recherche/action et le CSOE.

66-Modélisation et le Système de Support et de Décision (TSBF/ICRAF)

Les modèles propres aux BRF seront des outils importants de décision dans la sélection des zones agro-écologiques et des circonstances dans lesquelles la technologie des BRF sera implantée et adoptée avec succès. Les effets immédiats des BRF sur les propriétés physiques et chimiques des sols dépendent probablement de la faune du sol, elle même influencée par l'humidité du sol, la température et la lignine des BRF. Par conséquent, des scientifiques du TSBF de l'ICRAF et de l'UniversitéLaval développeront les deux modèles soit un modèle fonctionnel qui examinera les meilleures synchronisations de variables et leurs taux pour les échanges et les prises optimums des nutriments et un modèle portant sur le carbone organique du sol.

Recherche en milieu paysan

Action et communication

67- Les tests en milieu paysan débuteront dès la première année dans les trois pays pilotes, étant donné que des tests ont été initiés avec des résultats prometteurs au Sénégal et en République Dominicaine. L'approche participative sera considérée comme principe central pour la mise en oeuvre des tests paysans du projet, ce qui suppose un dialogue au sein des groupes de paysans sur les enjeux de la fertilité des sols; les problèmes et les solutions par le public-cible. Les techniques et méthodes participatives seront utilisées comme canal de communication en terme de développement d'une méthodologie de travail dans un contexte participatif avec les paysans.

Les outils

68- Avec cette approche on aboutira à l'utilisation des outils suivants:

- a) agences villageoises d'information.
- b) Une programmation des activités
- c) Une évaluation des activités entreprises.
- d) Des sessions d'animation et d'éducation.
- e) Des visites aux champs et des démonstrations qui renforceront la formation des paysans sur la technologie des BRF.

Les organisations paysannes

69- Des paysans pilotes seront choisis pour tenir compte des données institutionnelles, et travailler avec des organisations paysannes dont les caractéristiques sont les suivantes:

- a) Les organisations paysannes sont directement en relation avec la recherche ou, appuyées par une structure en relation avec la recherche, afin de faciliter les activités de suivi de l'expérimentation.
- b) La taille de l'organisation paysanne est de 50 à 100 paysans dont au moins 25% sont des femmes paysannes.

- c) Les structures de ces organisations sont fonctionnelles (réunions fréquentes de concertation et de prise de décisions en lien avec la vie du groupe)
- d) L'existence d'une bonne cohésion interne avec des capacités d'organisation et de gestion collective qui sont plus importantes dans un groupe où les membres s'entendent et sont unis.
- e) Les membres de chaque groupe ont un esprit d'ouverture aux innovations et s'expriment facilement face un interlocuteur extérieur.
- f) Les organisations paysannes doivent être accessibles (route praticable en toute saison) pour la continuité de l'expérimentation.
- g) Le groupe pressenti sera alors invité à désigner 10 paysans (ici nous utiliserons le terme paysans pilotes) qui planteront les premiers tests expérimentaux et une première rencontre sera préparée avec les participants au projet.

Le activités préliminaires avec les paysans pilotes

70- La première visite de contact avec les groupes de paysans pilotes

Avant de commencer les essais de pré vulgarisation, une consultation sera faite avec les paysans pilotes pour discuter leurs besoins liés à la gestion du terroir communautaire (ou villageois), la production agricole, la main d'oeuvre, les intrants agricoles, une première évaluation de la solidité des structures et des organisations locales, une première analyse de la situation et des caractéristiques socio-économiques, y compris le rôle des femmes dans les pratiques agricoles. Pendant cette première rencontre, le coordonnateur national et les membres de l'équipe de recherche/action vont introduire et discuter le projet avec les publics-cibles, pour identifier et discuter leurs intérêts.

71- La collecte des données.

Une recherche documentaire et des entrevues semi-structurées seront entreprises par le spécialiste des sciences sociales pour recueillir les données socio-culturelles, économiques, politiques, et environnementales propres aux publics-cibles et leurs milieux. Ces données seront utilisées par l'équipe de recherche-action pendant l'exécution du projet.

72- Unee visite de contact avec les groupes de paysans pilotes

Les composantes pré vulgarisation et sciences sociales organiseront une ou deux rencontres entre les équipes de recherche-action et les paysans pilotes afin de faciliter le dialogue autour du projet et les intérêts spécifiques des paysans par rapport au projet. Pendant cette séance de travail, l'équipe de recherche-action analysera les données recueillies sur les publics-cibles, et discutera avec les paysans pilotes les questions auxquelles les études s'adressent. Les besoins des paysans pilotes seront identifiés et aussi chaque paysan pilote aura un plan d'exécution des activités du projet qui sera établi dans un climat de participation.

73- Finalisation de la planification

Suite à cette visite, les membres de l'équipe de recherche-action passeront en revue les activités du projet avec les 10 paysans pilotes et finaliseront la planification de l'exécution du projet. Aussi un plan de production du documentaire vidéo et une grille d'élaboration de l'étude de cas seront élaborés.

74- L'élaboration du plan d'évaluation

Suite aux séances de travail, le responsable de la composante appui-évaluation, élaborera, en collaboration avec les autres partenaires de la recherche et les paysans pilotes, un plan d'évaluation de la stratégie d'expérimentation de la technologie des BRF. Ce plan devra être discuté avec le CRDI avant le lancement des activités d'exécution du projet.

Activités d'exécution du projet dans les milieux

75- Les tests agronomiques de démonstration.

Ces essais permettront d'une part de tester les effets de la technologie des BRF sur les cultures en milieu paysan et d'autre part de recueillir les réactions préliminaires des premiers paysans utilisateurs de la technologie. Au total, de 50 à 100 paysans dans chaque pays participeront aux travaux de pré vulgarisation. Tous feront partie du réseau et auront accès aux informations et aux conseils sur la mise en place de parcelles expérimentales. Seulement 10 d'entre eux vont planter des tests dans leur champ. De ces 10 paysans, 5 seront sélectionnés pour le travail de mise au point technique et la prise d'échantillons pour l'analyse économique.

76- Dispositifs expérimentaux

Le dispositif expérimental sera un bloc complet aléatoire avec 4 répétitions et 3 traitements par bloc. La taille de la parcelle sera de 20 x 20 m soit 400 m. Un carré de rendement de 100 m sera délimité à l'intérieur de chaque parcelle. Les traitements en étude sont définis comme **Traitement 1:** avec BRF + N, P et K (qui sera ajusté en fonction de la culture, du type de sol et de la quantité de carbone du BRF), sera appliqué pendant 3 ans à raison de 40 t de matière sèche/ha. **Traitement 2:** sans BRF avec une application de N, P, K habituelle selon la culture et le type de sol. **Traitement 3:** le témoin (pratique du paysan: sans engrais et sans BRF))>%, Dans cette expérience, le BRF sera composé des espèces typiques de chaque région. Les branches seront broyées sur place et épandues tout de suite après la fragmentation. Des échantillons de BRF seront pris sur chaque site pour les analyses physico-chimiques nécessaires à leur caractérisation. Une expertise technique (qui inclut la technologie des BRF, la pré-vulgarisation et les sciences sociales) sera à la disposition des paysans pour les aider à la mise en place des parcelles, la cueillette des données et l'interprétation des résultats. Le suivi des champs aura lieu tout au long de la saison en collaboration avec les chercheurs de l'équipe de recherche-action. Tout au long il sera introduit des mesures portant sur l'utilisation de l'eau par les plantes en mesurant les réduction de consommation et la réduction des effets sur les phénomènes de salinisation.

77- Paramètres analytiques

Les analyses de base du sol (pH, texture, CEC, C, N, éléments majeurs et mineurs) seront faites avant l'application du BRF. Les analyses du sol de N, P, et K seront faites à la récolte. Les rendements ainsi que les observations des champs par les paysans et les chercheurs nationaux (ex: insectes, maladies, verse, etc.) seront faites régulièrement.

78- L'évaluation économique

Il existe plusieurs facteurs sociaux et écologiques qui peuvent limiter l'adoption de la technologie des BRF. Les coûts d'utilisation des BRF (transport, fragmentation, épandage et fertilisation) seront déterminés avec référence particulière aux familles à court de main d'oeuvre, comprenant les foyers ou exploitations gérées

par des femmes, et les profits économiques engendrés par ces matériaux comparés à d'autres sources d'intrants disponibles. Ils seront comparés aux coûts associés au traitement sans BRF, en tenant compte des variations de rendements à long terme. Les facteurs écologiques tels que la pluviométrie et la qualité des sols peuvent fortement influencer les rendements et donc la rentabilité de la technologie. De cette analyse, la valeur monétaire du BRF pour le paysan sera déterminée. Ces analyses seront établies avec l'espoir de les poursuivre pendant la durée du projet sur une période de cinq ans et au-delà pour déterminer l'influence des BRF et autres matériaux sur la matière organique du sol et la recapitalisation des nutriments et les propriétés physiques et biologiques du sol.

79- La formation des utilisateurs

Plusieurs outils de communication seront produits (cartes, diagrammes, dessins, posters, photos et extraits de vidéo et testés avec les communautés cibles. La technologie des BRF sera présentée aux paysans en utilisant ces outils audiovisuels. Après la présentation, les communautés cibles seront divisées en petits groupes qui recevront les outils visuels pour les étudier et les analyser. La réaction des paysans permettra de choisir les outils de communication les plus appropriés. Après la sélection des outils de communication, un programme de formation sera fait avec les communautés cibles. Sur la base du programme de formation, les paysans seront formés sur la technologie des BRF. À leur tour ils formeront d'autres paysans de la communauté dans l'utilisation de la technologie des BRF.

La question forestière

80- La place de la forêt dans le projet

Jusqu'ici cet aspect fondamental du projet n'a pas été abordé comme tel. Nous comprenons que pour nos collègues agronomes, la forêt représente un monde inconnu et sans valeur alimentaire dans le monde actuel. Nous pensons que c'est à cause du manque de connaissances de base que cet aspect n'a pas la place qui doit lui revenir, l'une des premières.

81- L'origine des BRF et les effets du prélèvement

Pour débiter l'expérimentation dans tous les pays nous allons avoir recours aux arbres sur place soit de plantation ou de forêts naturelles. Dans les deux cas les problèmes seront différents et la perception locale des plus importantes. Ceci obligera dès le début à envisager la constitution des petites forêts locales à partir de celles qui existent mais de mauvaise qualité.

82- Par essences ou en mélange

Il faudra contrôler les effets du prélèvement des rameaux des arbres sur pied de même que les volumes/masse impliqués pour chaque essence et pour les mélanges de BRF qui pourraient varier en fonction des saisons et des pays.

83- Les divers périodes de prélèvements

Nous savons maintenant que les contenus en polyphénols des rameaux varient en fonction des essences mais surtout en fonction des saisons. Il faudra vérifier les meilleures périodes de prélèvement voire de stockage après séchage et l'effet direct sur les contenus en polyphénols par rapport à la biotransformation et aux effets recherchés sur la croissance des cultures et de la qualité des récoltes.

84- Une mention au budget

À cet effet nous prévoyons une somme de 750 000.00\$Can au budget qui sera dévolue à la question forestière et production de BRF en plantation ou par importation de zones plus forestières au sud.

Production audio-visuelle

85- L'audio-visuel un apport majeur à la diffusion

Les tests de pré vulgarisation et la réaction des paysans seront filmés tout au long du processus de l'expérimentation de la technologie des BRF. Ce documentaire sera produit pour alimenter, les activités et permettre l'utilisation de la technologie des BRF par d'autres. Le documentaire sera tourné en format S.P. qui est un standard professionnel adapté à la diffusion par les télévisions. À l'issue du montage, la conservation se fera en V.H.S., un standard amateur pour le visionnage avec les magnétoscopes simples. Le documentaire sera produit suivant

une méthode de travail basée sur la concertation permanente avec les paysans pilotes et les responsables du projet: une réunion technique aura lieu pour déterminer les sites et les plans à prendre pour le documentaire, déterminer les jours et la durée du tournage.

86- Une visite des lieux permettra de déterminer le matériel adéquat pour le tournage du documentaire, les commentaires d'accompagnement le montage et mixage du documentaire Le film sera livré avec deux cassettes V.H.S.

87- Suivi et animation dans les milieux

Suite à l'introduction de la technologie des BRF les responsables de la composante sciences sociales et pré vulgarisation/diffusion accompagnés de la composante technologie des BRF feront un suivi auprès des groupes-cibles, afin de renforcer l'intervention et observer les effets au plan des pratiques liées à la résolution des problèmes de fertilité des sols.

Le réseautage des utilisateurs

88- Une organisation de chaque village

L'organisation au niveau de chaque village sera privilégiée car les paysans utilisateurs de la technologie des BRF font partie du réseau. Le mandat principal assigné à un tel réseau sera les échanges d'informations, des expériences, de la promotion de la technologie et de la formation des paysans. Le projet développera un type de partenariat dès le départ, regroupant tous les utilisateurs à travers l'organisation d'un séminaire de lancement.

89- Journées porte ouverte

Dans chaque pays, une fois par an, des journées d'information de restitution ou journées «porte ouverte» seront organisées. Pendant ces journées les chercheurs, les utilisateurs et aussi les paysans non utilisateurs se retrouveront pour partager leurs expériences. Ces journées permettront de faire des démonstrations aux paysans non-participants.

90- Visites d'échanges des paysans pilotes entre les pays

Le projet organisera des visites d'échange entre les paysans pilotes des quatre pays pilotes. Les visites vont permettre aux paysans de discuter entre eux et d'échanger leurs expériences.

91- Expérimentation de l'outil vidéo

Une expérimentation supplémentaire, visant à utiliser l'outil vidéo comme mode de prolongement de l'intervention sera menée avec l'équipe de recherche-action. La composante pré-vulgarisation/diffusion sera responsable de cette activité, en collaboration avec le responsable de la composante évaluation. L'outil vidéo montrera le processus suivi durant la recherche dans deux autres villages de mêmes caractéristiques et permettre d'évaluer son utilité au plan des transferts de connaissances. Dans un second temps, des séances de visionnement, d'animation et de discussion seront organisées avec les paysans. On cherchera à évaluer le degré de compréhension des participants sur le documentaire, le transfert des connaissances dans la pratique, le dynamisme des échanges et, de manière générale, l'efficacité de cet outil de communication.

Publications

92- Publications populaires et scientifiques

Il y aura deux types de publications: des publications populaires et des publications scientifiques qui feront état des résultats et qui seront présentées tant au Canada qu'en Afrique. Les publications académiques détailleront les activités du projet, les séquences d'activités, et la collecte et l'analyse des données, les découvertes, les difficultés survenues et les solutions mises en oeuvre. Des publications populaires telles que bulletins d'information, dépliants, cartes, diagrammes, dessins et posters détailleront les mécanismes de la technologie et les résultats obtenus.

93- Séminaires, colloques et symposiums nationaux.

Les résultats seront disséminés au cours des réunions de concertation et forums d'échange à l'échelle nationale et régionale avec différents partenaires du projet ONG, services nationaux de vulgarisation agricole, organismes internationaux etc. Des ateliers de restitution aux paysans seront organisés dans chaque pays. Deux séminaires internationaux seront organisés à la fin de la troisième et de la

cinquième année en Afrique dans le but de rejoindre les milieux scientifiques internationaux. Les actes de ces séminaires le point sur les progrès accomplis.

94- Sites internet

De plus, le projet utilisera les sites Internet des institutions participantes pour mettre à jour régulièrement les informations sur le projet.

95- Radio et télévision

Le projet facilitera la participation des membres de l'équipe de recherche-action a des missions périodiques en faveur de la radio et de la télévision.

L'évaluation

96- Une évaluation participative

Deux évaluations participatives indépendantes du projet, seront faites à mi-parcourt et à la fin du projet. Cette composante sera responsable de l'élaboration et de l'implantation du plan d'évaluation-participative, ainsi que de son animation avec l'ensemble des participants et des partenaires impliqués dans le projet. Le plan lui-même sera réalisé dès le début des activités-animations avec les publics-cibles. Il traitera des principales questions posées lors du développement de la stratégie, telle la prise de conscience des problèmes de la fertilité des sols et de la nécessité d'agir individuellement et collectivement.

97- Pertinence de la technologie

La pertinence de la technologie tient aux aux préoccupations réelles des paysans en matière de fertilisation et de fertilité des sols et en terme d'outil d'apprentissage des connaissances nécessaires à la mise en pratique des changements nécessaires.

98- Vulgarisation et rentabilité

La participation des paysans est essentielle au processus d'élaboration et d'expérimentation des activités. La vulgarisation de la technologie des BRF, son appropriation par les paysans et leur milieu, la reproductivité de la technologie, la rentabilité en milieu paysan, la pertinence et la validité des outils de

communication utilisés sont autant d'éléments à réaliser pour assurer l'implantation de cette technologie nouvelle.

Les bénéficiaires

99- Une attente d'ordre sociale et nationale

Les bénéficiaires du projet sont les paysans eux-mêmes, les associations de paysans, les groupements de femmes paysannes et les ONG des pays pilotes. Les attentes sont d'ordre social, et impliquent l'économie familiale, villageoise, régionale et surtout nationale.

100- Une contribution aux économies

La diminution des intrants et l'augmentation des extrants, en produisant plus et à meilleur compte, d'une manière durable et compatible avec l'évolution de l'Afrique, devraient contribuer à augmenter le revenu au niveau de la famille, susciter de petits commerces et finalement permettre l'accès des technologies mécaniques. Les chercheurs Africains des pays pilotes bénéficieront de l'acquisition de l'expertise de la technologie et du travail en équipe pluridisciplinaire. Les autres bénéficiaires seront les universités canadiennes et des étudiants canadiens. Ces derniers compléteront leur formation en conduisant leurs travaux de recherche en Afrique. En fonction des résultats de la recherche, dans le cas où le modèle d'intervention serait pertinent, celui-ci pourrait être utilisé dans une version adaptée dans d'autres pays du Sahel et d'Afrique de l'Est.

Un plan de travail et de durée

101- Des essais pédogénétiques

Comme l'efficacité du BRF est évalué en termes de réhabilitation des sols, de la réintroduction des mécanismes pédogénétiques et de la formation de substances humiques, processus relativement lent et constant, le projet sera réalisé sur une période de cinq (5 ans). Le calendrier de travail est présenté ci-dessous.

Les institutions participantes et leurs rôles

102- Une concertation des partenaires

Plusieurs partenaires vont collaborer à la mise en oeuvre de ce projet de recherche-action: les universités Laval, et McGill, l'ICRAF située à Nairobi au Kenya (*International Centre for Research in Agroforestry*), le TSBF Nairobi (*Tropical Soil Biology and Fertility*), et trois programmes nationaux de recherche au Sénégal, au Bénin, et au Kenya seront mis à profit. La concertation systématique des acteurs et des populations cibles occupera une place de choix dans ce projet.

L'université Laval

[Trois différents laboratoires prendront part à ce projet]

103- Le laboratoire de biochimie des lignines et des polyphénols:

La Professeure Tatijana Stevanovic-Janezic au département des Sciences du Bois et de la Forêt, est responsable de l'enseignement supérieur de la chimie du bois et spécialiste des lignines et polyphénols. Elle est diplômée de l'Université de Belgrade en Yougoslavie et a une longue expérience de recherche en France, au Canada, en Allemagne. etc. Des tâches spécialisées seront dévolues à ce laboratoire:

- i) Identifier les mécanismes et les molécules propres à engendrer la stabilité et la fertilité des sols à partir des lignines et autres polyphénols.
- ii) Identifier systématiquement les différentes variantes propres à chaque essence testée dans le système humique ainsi créé, afin d'établir des standards propres à chaque essence ou à chaque culture.

104- Le laboratoire d'Anthropologie

Il aura la responsabilité d'établir les rapports avec les communautés et les paysans. Il étudiera la dynamique des populations et le transfert de la technologie des BRF. Le Professeur Serge Genest, Directeur du Département d'Anthropologie, s'adjoindra des spécialistes des populations africaines, de la Faculté des Sciences Sociales.

105- Le laboratoire du Groupe de Coordination sur les BRF

Il sera responsable du développement, de l'exécution, et du suivi des tests en station, des expérimentations en milieu paysan, et de la diffusion des résultats. Le Professeur Gilles Lemieux du Département des Sciences du Bois et de la Forêt de l'Université Laval s'occupera des activités de recherche liées à la technologie des BRF. Il est l'initiateur de la technologie des BRF, responsable du Groupe de Coordination sur les Bois Rameaux, responsable des travaux sur les BRF en Ukraine. Il travaillera en coopération avec le TSBF et l'ICRAF

L'université McGill

106- Le laboratoire de Biologie des Sols de la Faculté des Sciences de l'Agriculture et de l'Environnement

Il sera chargé, sous la direction de la Professeure Chantal Hamel de mener des recherches sur la biologie des sols en fonction des processus pédogénétiques qui seront caractérisés par les chaînes trophiques influencées dans leur composition et leur comportement par les polyphénols issus de la biotransformation des lignines et qui agissent sur la structure des sols et les disponibilités en nutriments toujours tributaires de la biologie et principalement des multiples enzymes impliquées. Ce laboratoire utilisera les compétences de plusieurs chercheurs seniors dans les domaines de la biologie des sols, de la physique, de la foresterie etc... Une attention particulière sera apportée à la microfaune responsable du déblocage et de la mise en circuit des nutriments. Les analyses chimiques seront également nécessaires pour la caractérisation de chaque essence forestière ou combinaisons d'essences par rapport à l'aggradation des sols à moyen terme. La Professeure Chantal Hamel, responsable du laboratoire de Biologie du Sol au département des Ressources Naturelles a un intérêt marqué pour l'étude des mycorhizes et les pools de nutriments d'origines biologiques. Elle s'occupera de la recherche et de l'encadrement d'étudiants.

L'ICRAF et le TSBF (Nairobi, Kenya)

107- Ils seront responsables des développements par la collaboration d'un système d'Appui et de Décision pour déterminer les conditions socio-économiques et biophysiques dans lesquelles la technologie des BRF pourra apporter des

bénéfices à court et à long terme. Les questions traitées seront Les conditions à déterminer sont:

- a) L'influence de la qualité des ressources.
- b) Les effets sur le sol, de l'importance et de la distribution de la ressource bois raméal, incorporée ou épandue à la surface du sol.).
- c) Les effets sur le recyclage des nutriments et les interactions avec les engrais minéraux.
- d) La physiologie des espèces utilisées dans le contexte agricole d'Afrique comme sources des BRF

128- L'université Cheikh Anta Diop (Dakar, Sénégal)

108- Elle sera le maître-d'oeuvre avec la participation de l'ISRA (Institut Sénégalais de la Recherche Agronomique), ENDA et autres ONG. Les liens établis entre l'université Cheikh Anta Diop et l'ACDI dans le cadre du programme CTL (Conservation des Terroirs du Littoral) sont d'une qualité et d'une constance telles que les premiers résultats préliminaires sous les tropiques ont été obtenus dès 1992. Le rôle du Professeur Mamadou Seck de l'École Supérieure Polytechnique est des plus importnt depuis plus de 8 ann.es

L'Université Nationale du Bénin (UNB) et l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRAB) du Bénin

109- Le Professeur Brice Sinsin de l'UNB est disposé à prendre la tête des initiatives asvec le concours du Dr Kouessi Aihou (INRAB-agronomie), et Mme Zénabou Epse Yacoubou Yessoufou (INRAB-forêt)

Le Kenya

110- Au Kenya, ce seront le KARI (Kenyan Agricultural Research Institute), le TSBF avec le Dr Mike Swift, l'ICRAF, et le Dr Chin Ong de même que des ONG seront appelés à intervenir

CRDI (Centre de Recherche pour le Développement International)

111- Le CRDI, par l'intermédiaire de l'administrateur du projet (qui sera embauché), va s'occuper de l'administration générale du programme. Quant à l'administration financière elle sera entièrement confiée au CRDI, tant pour le Canada que pour l'Afrique. Le CRDI dispose d'un personnel compétent. Ses cadres recèlent de professionnels possédant des expériences et des connaissances pertinentes aux programmes destinés à l'Afrique. De plus, le CRDI contribuera au financement de plusieurs volets:

- 1) Recherche en station.
- 2) Expérimentation en milieux paysans.
- 3) Publications (populaires et scientifiques)
- 4) Diffusion des résultats. séminaires nationaux et internationaux.
- 5) Evaluations.

L'ACDI (Agence Canadienne de Développement International)

112- L'ACDI contribuera au financement des volets suivants:

- 1) Expérimentation en milieux paysans.
- 2) Diffusion des résultats: séminaires nationaux et internationaux.
- 3) La formation de 12 étudiants (4 en biochimie, 4 en biologie des sols, et 4 en sciences sociales)
- 4) L'expérimentation et la régie forestière
- 5) Evaluations.
- 6) Recherche en station.
- 7) Achats d'équipements.
- 8) Les frais de déplacement (régionaux et internationaux) des coordinateurs nationaux et des membres du CSOE.
- 9) Les consommables: produits nécessaires pour les analyses de laboratoire, petit matériel de laboratoire et de terrain, les pesticides et engrais, des fournitures de bureau etc...
- 10) Les frais administratifs, y inclus les coûts afférents aux activités des administrateurs du projet (salaires, secrétariats, voyages etc.)
- 11) Le personnel du CSOE

- a) Pour l'université Laval: Le Professeur Gilles Lemieux du Département des Sciences du Bois et de la Forêt de l'Université Laval initiateur de la technologie et responsable du Groupe de Coordination sur les Bois Rameaux.
- b) Pour L'ICRAF (International Centre of Research in Agroforestry), Nairobi; Dr Chin Ong, Ingénieur agronome et spécialiste de la physiologie des plantes.
- c) Pour le TSBF (Tropical Soil Biology and Fertility Laboratory) Nairobi: Dr Mike Swift, Ingénieur agronome responsable de ce programme de l'UNESCO et du laboratoire.
- d) Au Sénégal, le Dr M. Mamadou Amadou Seck. Département de Génie Chimique et de Biologie Appliquée, Ecole Supérieure Polytechnique Université Cheikh Anta Diop.
- e) Au Bénin, Dr. Brice Sinsin; Département d'Aménagement et de Gestion de l'Environnement, Laboratoire d'Écologie Appliquée, Université Nationale du Bénin, Cotonou.
- f) Pour le CRDI, les Dr Ola Smith et Luis Navarro. Administrateurs du projet
- g) Pour l'ACDI, MM Enrique Madueno et André Létourneau.

Résultats attendus

113- Un impact considérable

L'impact anticipé de ce projet est considérable puisqu'il est question d'adapter et de transférer:

- 1) une technologie permettant la régénération des sols dégradés qui assurera l'efficacité et la pérennité de la production alimentaire dans deux régions d'Afrique.
- 2) L'augmentation des rendements agricoles et forestiers
- 3) La génération de revenus supplémentaires
- 4) La formation des paysans et d'étudiants.

Ces régions cibles seront les foyers à partir desquels la technologie de l'utilisation du BRF pourra essaimer.

Les impacts linguistiques

114- Un problème bien connu au Canada

Tout comme au Canada l'anglais et le français seront les deux langues principales de communication et de publication. Le problème sera plus vaste encore puisque

la participation des paysans obligera à de nombreuses interprétations voire quelques publications. Une somme de 200 000.00\$ Can sera inscrite au budget à cet effet

Notes au budget

115- Salaires

Le salaire de l'administrateur du projet est estimé à 50000/an avec une augmentation de 5% par an. Le projet prévoit 2 voyages/an en Afrique de l'administrateur à raison de \$10000/voyage y inclus les billets d'avion et le per diem

Le support administratif est estimé à \$15000 ($\$3000 \times 5 \text{ ans} = \15000). Le total des dépenses de l'administrateur est estimé à \$375000.

116- Les indemnités

Les salaires des 4 coordinateurs nationaux seront payés par les gouvernements des pays participants au projet. Cependant, une indemnité de \$2000 par an leur sera allouée. Le total des indemnités est estimé à \$40000.

117- Les per diem

Les 5 membres de l'équipe de recherche/action effectueront 100 jours de mission par an à raison de \$100/jour ($5 \times 100 \times 5 \times \$100 = \$250000$).

118- Déplacements

Le projet prévoit pour les frais de déplacements internationaux la somme de \$100000 pour les membres du CSOE et de \$90 000 pour les frais de déplacements régionaux et internationaux des coordonnateurs.

119- Les équipements

L'achat de 6 broyeuses est prévu pour fragmenter les branches selon les normes du projet. Les coûts sont estimés à \$60000. Les travaux de terrain nécessiteront l'utilisation de véhicules tout terrain. Le projet prévoit l'achat de 4 véhicules à raison de \$30000/véhicule. Les frais divers d'entretien et de fonctionnement (carburant et lubrifiants) sont estimés à 10% de tous les véhicules. Le salaire des

chauffeurs est estimé à \$200/mois pendant 5 ans. Le total de la rubrique des équipements est estimé \$388000.

120- La recherche en station

Le projet prévoit deux types de recherche en station: recherche sur les effets des BRF et la recherche sur les mécanismes. La mise en place de ces essais va exiger de la main d'oeuvre temporaire recrutée sur place et payée à la tâche pour l'exécution des travaux d'expérimentation. Il est prévu \$200000 (4 x 5 \$10000 = \$200000). Le total de la rubrique recherche en station est estimé à \$200000.

121- La question forestière: recherche et évaluation

Tel que défini aux paragraphes 80 à 84 une somme de 750 000.00\$ Can sera prévue au budget pour les trois pays désignés et répartis sur les 5 années du projet

122- Recherche/tests paysans: Tests agronomiques

Il est prévu 10 tests paysans par pays pendant 5 ans. Les coûts pour la mise en place de ces tests sont estimés \$1000 par test. Le total pour les tests expérimentaux en milieu paysan est estimé à \$200000.

123- Formation des utilisateurs

Une des activités du volet de recherche en milieu paysan sera la formation des paysans pilotes dans l'utilisation de la technologie des BRF. Pour cela, le projet prévoit pour chaque pays \$5000 par an. Les coûts totaux pour la formation des paysans sont de \$100 000.

124- Production audiovisuelle:

La conception et la production du documentaire de 26 minutes environ est estimé à \$25 000/pays soit \$100 000 au total.

125- Suivi/animation

Il est nécessaire de faire un suivi/animation une fois que les tests paysans sont implantés. Le projet prévoit \$100 000/an pendant 5 ans. Le total pour cette rubrique est de \$500 000.00\$ Ca.

126- Consommables:

Ils regroupent tous les produits nécessaires pour les analyses de laboratoire, petit matériel de laboratoire et de terrain, les pesticides et engrais pour l'expérimentation en station et en milieu paysan. Des fournitures de bureau seront nécessaires pour la confection des protocoles, des fiches enquêtes et des rapports du projet. En Afrique, le projet prévoit \$5 000/pays/année et au Canada, \$10000/an pour Laval et McGill. Cette rubrique coûtera en tout \$200000.

127- Diffusion des résultats, le réseautage à l'échelle nationale

Le projet organisera un réseau des paysans utilisateurs de la technologie au niveau régional, et facilitera les échanges de personnel compétent et de résultats d'expériences lors des séminaires car es membres de l'équipe de recherche/action y participeront. Il est prévu \$5000/pays/an. Le projet prévoit d'organiser des visites d'échanges entre les paysans des pays pilotes. Les coûts pour les frais de déplacement de 5 paysans par pays sont estimés à \$2500 y inclus le transport et le per diem/ séminaires: Le projet prévoit d'organiser 3 séminaires régionaux par pays (4 x 3 x \$10000 = \$120000) et deux séminaires internationaux estimés à \$100000. Le total de la rubrique réseautage est de \$370000.

128- Les publications

Des brochures, cartes, diagrammes, dessins, posters seront produits et distribués également. Des publications académiques seront faites. Il est prévu \$100 000 pour les frais de publication de la technologie.

129- Expérimentation de l'outil vidéo

Le projet prévoit un groupe d'activités concernant une expérimentation qui vise à utiliser l'outil vidéo comme mode de prolongement de l'intervention menée avec l'équipe de recherche/action. Les coûts sont estimés à \$10 000/pays soit un total de \$40 000. La participation des chercheurs et des paysans pilotes (4 sessions de radio et de télévision est estimé à \$1000/session/pays). Le total est de \$56000.

130- Formation (trois ans)

Douze étudiants de maîtrise et de doctorat seront formés: quatre en biologie des sols, quatre en biochimie des sols et quatre en sciences sociales. Le montant pour

chaque étudiant y compris les billets d'avion, les livres et les faux frais est estimé à \$20000/an. Le total pour la rubrique formation est de \$720 000.

131- Soutien l'évaluation:

Un montant de \$10000/pays et par évaluation (au total 2 évaluations) est prévu pour couvrir les frais afférents à l'évaluation. Le total pour l'évaluation est de \$80000.

132- Activités du CSOE

Le CSOE se réunira trois fois pendant la durée du projet. La première séance de travail se tiendra à Ottawa et les deux autres en Afrique. Le projet prévoit la somme de \$100000 pour les activités du CSOE.

133- Traduction interprétation

Une somme de 200 000.00 sera prévue à cet effet pour les symposium et les publications écrites. Ce montant comprendra les interprétations dans les différents idiomes à partir du français et de l'anglais et vice versa.

134- Services de soutien

C'est l'ensemble des services nécessaires pour le fonctionnement du projet. Il comprend les frais de communication (fax, téléphones etc) et la mise en place des services de fonctionnement afférents. Calculé au taux de 13% des coûts globaux du projet moins les coûts des équipements.

135- Les imprévus

Les conditions sociales comme économiques des différents pays comportent un bon nombre d'incertitudes et de confusion malgré tous les efforts. Nous inscrivons une somme égale à 15% du total à cet effet au budget.

136- Un résumé du budget

L'esquisse de budget ci-dessous est libellé en devises canadiennes et s'étale sur une période de 5 ans à partir de l'année d'approbation

Paragraphe	Rubriques	coûts (\$ Can)
114	impacts linguistiques	200 000.00

115	salaires	375 000.00
116	indemnités	40 000.00
117	per diems	250 000.00
118	déplacements	190 000.00
119	équipements	388 000.00
120	recherche en station	200 000.00
121	foresterie	750 000.00
122	agronomie (essais)	200 000.00
123	formation des utilisateurs	100 000.00
124	audio-visuel	100 000.00
125	suivi-animation	100 000.00
126	consommables	200 000.00
127	diffusion des résultats	370 000.00
128	publications	100 000.00
129	outils vidéo	56 000.00
130	formation des étudiants	720 000.00
131	soutien-évaluation	80 000.00
132	activités du CSOE	100 000.00
	sous-total.....	4 519 000.00
133	service de soutien(13%).....	587 470 00
134	imprévus (15%).....	677 850.00
	Grand total.....	\$ Can5 784 320.00

oooooooooooooooooooooooooooo

Bibliographie

Aman S.A., Despatie S., Furlan V., Pagé F., et Lemieux, G. (1998) «Effect of chopped twig wood on maize growth and yields in the forest savanna transition zone of Côte d'Ivoire. Soumis à Agroforestry Systems.

Chervonyj A. (1999) «Research Projetct on RCW Technology on Rye (Secale cereale)» Boyarska Forest Research Station and Laval University, Québec, Canada Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux publication n° 106, 60 pages, ISBN2-921728-49-4.

Furlan, V. & Lemieux, G. (1996) «Méthode d'application et d'évaluation pour l'utilisation des Bois Raméaux Fragmentés» Université Laval, Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux, publication n° 67, 7 pages ISBN 2-921728-21-4

Guay, E., Lapointe, R.A et Lachance, L. (1982). «Observations sur l'emploi de résidus forestiers et de lisiers chez trois agriculteurs: Carrier, Fournier et Marcoux». Rapports techniques n° 1 pp. 34 et n 2 pp. 41, Ministère de l'Énergie et des ressources, Québec, 1981 et 1982.

Lalande, R., Furlan, V. Angers, D, et Lemieux, G. (1998) «Soil Improvement Following Addition of Chipped Wood from Twigs» Amer. Journ. Altern. Agri. **13** pp. 132-137.

Larochelle, L. (1994). «L'impact du bois raméal fragmenté sur la dynamique de la mésofaune du sol» pp. 56, Mémoire présent pour l'obtention du grade de M. Sc., Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval.

Lemieux, G, & Lachance L. (1995) «Essais d'utilisation du bois raméal fragmenté (BRF) pour la régénération des sols dans les cultures en couloir en milieu africain» Université

