

UNIVERSITÉ LAVAL

FACULTÉ DE FORESTERIE ET DE GÉOMATIQUE

Département des Sciences du Bois et de la Forêt

Programme proposé à l'ACDI et CRDI pour l'Afrique

**«La technologie pédogénétique du Bois
Raméal Fragmenté (BRF), une ressource
naturelle qui contribue à l'établissement
et au maintien de la fertilité des sols au
Sénégal et au Bénin»**

par

Gilles Lemieux, Lionel Lachance, Serge Genest et Chantal Hamel

publication n° 98

décembre 1998

deuxième édition

novembre 2003

édité par le

GROUPE DE COORDINATION SUR LES BOIS RAMÉAUX

Département des Sciences du Bois et de la Forêt

Université Laval

Québec G1K 7P4

QUÉBEC Canada

Le programme

La technologie pédogénétique du Bois Raméal Fragmenté (BRF), une ressource naturelle qui contribue à l'établissement et au maintien de la fertilité des sols au Sénégal et au Bénin.

par

Lemieux, G., Département des Sciences du bois et de la Forêt, Université Laval, Québec Canada, **Lachance L.** Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux Département des Sciences du Bois et de la Forêt, Université Laval, Québec, Canada, **Genest, S.** Département d'Anthropologie, Université Laval, Québec, Canada, **Hamel, C.** Faculty of Agriculture and Environmental Sciences, McGill University, Montreal, Canada

I- Introduction

1 • Ce programme-cadre résulte de la mission dirigée par le Professeur Lemieux de l'Université Laval qui s'est déroulée entre le 23 juillet et le 8 août 1998 au Sénégal et au Bénin. Le but poursuivi était la recherche d'une solution aux problèmes de sécurité alimentaire et de dégradation des écosystèmes pour une production agricole et forestière durable. Une technologie nouvelle fait appel aux ressources de la forêt et propose l'utilisation d'une de ses composantes, le bois raméal, compatible à des degrés divers avec les grandes traditions africaines relatives aux arbres.

La technologie proposée

2 • La technologie proposée est basée sur la réintroduction de la forêt pleinement justifiée en terre d'Afrique. L'instauration d'une agriculture axée sur la forêt, à la fois moderne et traditionnelle, permet déjà de prédire des augmentations de rendements en volume et en qualité des différentes récoltes. Pour ce faire, la forêt devra être reconstruite pour des fins agricoles, forestières et environnementales par les africains eux-mêmes dans le but de stabiliser à la fois l'économie nationale et l'économie des familles basées sur la circulation de nouveaux capitaux pouvant être investis dans les concepts de durabilité et de stabilité.

3 • Cette technologie consiste en l'utilisation des rameaux de moins de 7 cm, provenant d'arbres, de préférence, dominants et climaciques. Ils sont fragmentés ou broyés (selon le type de machine utilisé) puis déposés sur le sol, sans fermentation ni compostage, à raison de 150 à 200 m³/ha. En milieu forestier, ces BRF sont laissés comme nouvelle litière. En agriculture, ces BRF doivent être mélangés aux premiers 10cm du sol pour assurer leur colonisation par les champignons

Basidiomycètes, responsables de la dépolymérisation de la lignine, et de la production d'acides humiques, fulviques et des agrégats. La technologie est à la base de l'*aggradation* des sols. C'est un processus universel.

Le rôle des universités

4 • Les Universités Laval et McGill du Québec sont les initiatrices de la technologie proposée et agissent en réponse à la présente demande. Ces universités ont également, au sein de leur personnel et dans leurs corps professoraux respectifs, des personnes engagées dans la recherche sur les BRF et tout particulièrement Laval. D'autres universités canadiennes ont des intérêts dans ce champ scientifique comme celle d'Alberta à Edmonton ainsi que celle du Manitoba à Winnipeg. Il faut souligner la compréhension et l'intérêt des autorités politiques du Sénégal et du Bénin au niveau des ministères de l'Agriculture et des Forêts de même que des institutions de recherche et de développement qui y sont attachées.

II - La problématique

L'évolution de la situation et des préoccupations

5 • L'évolution de l'agriculture africaine et son environnement est une préoccupation constante au Canada et dans la majorité des pays développés. Le recul de la forêt et la croissance de zones désertiques, la fertilité décroissante des sols suite aux cultures intensives pratiquées par l'agriculture moderne, tout cela remet en lumière le manque d'efficacité des moyens actuels, grands consommateurs de techniques et de capitaux sans égard à la capacité des sols.

Une revivification de l'agriculture et de la foresterie

6 • La revivification de l'agriculture par les connaissances nouvelles de la science et compatibles à bien des égards avec la tradition africaine est une nécessité car il lui faut prendre en main sa sécurité alimentaire et comprendre les méthodes propres à lui assurer une indépendance alimentaire, grâce à l'utilisation de ressources forestières locales et renouvelables.

7 • Les données concernant les besoins alimentaires sont disponibles depuis des décennies dans toutes les agences internationales concernées¹. Les rencontres, séminaires, colloques, conférences et réunions ont confirmé l'urgence de corriger la situation, d'abord en Afrique, mais également dans toutes les parties du monde en

¹Kidd, C.V. & Pimentel, D.(1992) «Integrated Resource Management: Agroforestry for Development» Academic Press Inc. San Diego, USA
233 pages, ISBN 0-12-406410-8

mettant l'accent sur la production d'aliments et sur les cultures vivrières qui sont insuffisantes, limitées par la faiblesse des sols à produire.

8 • Les rencontres et les échanges ont également mis en évidence la volonté ferme du CRDI d'intervenir, grâce à un programme précis et bien articulé, pour que des moyens efficaces et connus soient utilisés pour corriger le vrai problème qui est celui de la dégradation des sols, donc celui des milieux et partant, réhabiliter les sols et développer une agriculture durable.

9 • Les pays africains bien nantis dans le domaine forestier peuvent être les fournisseurs primaires de BRF pour les pays ou régions dépourvus de forêts. Ceci permettrait à frais réduits d'utiliser les ressources forestières non utilisées dans les régions limitrophes de celles qui en ont besoin pour amorcer le cycle de reconstitution des sols tant agricoles que forestiers. Les régions les mieux nanties sont celles du sud du Sénégal, la ceinture littorale entre Dakar et Saint-Louis, de même que les régions de l'ouest et du sud du Bénin. Plusieurs autres pays africains ont des ressources qui peuvent servir un commerce relativement important qui serait avant tout inter-régional, mais également international; la ressource étant abondante localement et de haute qualité pour les fins que nous cherchons à atteindre. Ceci permettrait d'amorcer la formation de véritables sols, sans quoi il sera impossible de reconstituer la fertilité tant agricole que forestière.

10 • Le moyen maintenant connu, qui a fait ses preuves en Afrique comme en Amérique, et dont le Canada est à l'origine, a été retenu par les participants à la consultation de l'ICRAF en octobre 97, et ce sont les bois raméaux fragmentés (BRF).² Leur utilisation selon une technologie relativement simple a permis de multiplier les rendements de cultures vivrières en améliorant l'environnement et la qualité de la vie dans les milieux où ils furent mis à l'essai.

III - Le rôle du Bois Raméal Fragmenté

11 • C'est au milieu de la décennie 1970 que l'aventure du bois raméal a commencé à l'intérieur du gouvernement québécois sous l'impulsion du sous-ministre Edgar Guay, au ministère des Terres et Forêts de l'époque. Le Ministère de l'Agriculture y a vu le moyen de fournir au sol la matière organique souvent déficiente. C'est ainsi que certains travaux furent entrepris pour améliorer les sols et aussi les revenus des agriculteurs. Il convient de rappeler que l'industrie forestière agit comme locomotive de toute l'économie industrielle du Québec et que le bois raméal fragmenté est une ressource que l'agriculteur peut mettre en valeur.

²En français BRF et en anglais RCWs (Ramial Chipped Wood).

12 • On a d'abord utilisé les résidus d'extraction des huiles essentielles par l'entraînement à la vapeur (*Abies balsamea*, *Picea mariana*, *Thuja occidentalis*). Prenant comme prétexte le «sheet composting» des américains et le compost de broussailles de Jean Pain en France, Edgar Guay et son équipe décidèrent de combiner les deux et d'épandre sur un sol agricole les résidus composés de fins rameaux et de les incorporer au sol. Les résultats furent positifs et rapides dans une culture de pommes de terre

Les essais agricoles

13 • Les premiers essais structurés portèrent sur des cultures de pommes de terre, de blé, d'avoine et de fraises. Les résultats furent positifs, non seulement au niveau des rendements, mais également en regard du sol. On a constaté une augmentation générale de 30%, en volume et en qualité (matière sèche) chez les pommes de terre. Au niveau des sols, c'est par une mélanisation remarquable que le phénomène fut observé. Toutefois, des variations positives du pH, du rapport C/N et de la consommation d'eau par les plantes furent également observées

14 • On a également observé beaucoup moins de pucerons chez le fraisier, une augmentation des vers de terre et de leur activité, une plus grande résistance à l'hiver et une diminution de la compaction des sols. Les engrais organiques ou chimiques ont une influence annuelle sur la production, tandis que les rameaux fragmentés ont un effet prolongé qui s'est manifesté lors de la seconde récolte. Tous ces effets positifs se retrouvent surtout au cours de la seconde et de la troisième année par une productivité accrue. Toutefois, des effets bénéfiques sur la structure et la couleur du sol vont au delà de 5 ans.

15 • Les rameaux fragmentés de feuillus donnèrent des résultats encore meilleurs. Ils provenaient des résidus d'émondage des arbres d'alignement en milieux urbains et ruraux et du réseau de distribution électrique d'Hydro-Québec

Les essais forestiers

16 • Au printemps 1983, le Professeur Lemieux du Département des Sciences du Bois et de la Forêt de l'Université Laval et le Professeur Marcel Goulet† du même département, ont établi une série de parcelles expérimentales dans le but de mesurer les effets de 50 essences forestières sur le potentiel à régénérer les sols dégradés. Les résultats furent étonnants tout au cours de la période de 5 années et ils montrèrent le potentiel de ces rameaux d'essences variées à réhabiliter les sols.

La valeur biologique

17 • Ce «nouveau matériau biologique» dont la production annuelle au Québec, estimée à 100 000 000 de tonnes vertes et à plusieurs milliards de tonnes par le monde, n'avait ni nom ni description dans la littérature scientifique. Nous l'avons nommé **bois raméal ou BRF** (Bois Raméal Fragmenté) dans une publication de 1985³. Puis en 1986 nous avons décrit ce matériau biologique⁴ avec des indications sur l'importance de la lignine. En 1990, la publication d'un travail portant sur la dépolymérisation de la lignine nous met sur la piste de l'importance des polyphénols, de celle des Basidiomycètes, de leurs systèmes enzymatiques, de la formation des acides fulviques et humiques, de la formation des agrégats du sol, etc dans le processus de la pédogénèse.

18 • C'est par la révélation d'un ensemble de mécanismes responsables de la pédogénèse issus de la transformation des tissus ligneux, que ces mécanismes se développent sous le couvert de la forêt et particulièrement celle des feuillus⁵ et ce depuis plus de 60 000 000 d'années. L'évolution de la biochimie depuis 1980 est largement responsable de notre compréhension du bois, mais celle des polyphénols reste énigmatique. Cependant, la proposition du Dr Stevanovic-Janezic (**annexe n° 1**) est d'une importance stratégique dans le domaine de la conjonction polyphénols et contrôles biologiques des chaînes trophiques telluriennes. Pour la première fois, nous sommes en présence d'un matériau et de mécanismes capables de faire l'«aggradation» des sols et des écosystèmes épigés

Une ressource naturelle exceptionnelle.

19 • C'est une ressource naturelle exceptionnelle dont l'abondance et la diversité ne peuvent être niées. Ni l'agriculture traditionnelle, ni l'agriculture moderne, aidée de la chimie et de la physique n'ont soupçonné son importance et son impact et ce, sous toutes les latitudes. Nous avons rédigé de nombreux textes depuis 1987 et nous n'avons pas été ni contredits ni critiqués sinon par de bien piètres arguments. Nous croyons tenir la clé de la biodiversité des sols et des écosystèmes épigés, particulièrement forestiers.

20 • Pour la première fois, les outils et les moyens biologiques sont disponibles et peuvent augmenter la productivité et la stabilité de très nombreux sols tropicaux. En conséquence, nous croyons en la stabilisation des sols et des populations dans une

³Lemieux, G. (1985) «Quelques essais d'induction de la végétation forestière vasculaire par le bois raméal fragmenté» Université Laval. Département des Sciences Forestières 104 pages.

⁴Lemieux, G. (1986) «Le bois raméal et les mécanismes de fertilité du sol» Groupe de coordination sur les bois raméaux Université Laval publication n° 6 17 pages, ISBN 2-550-21338-1

⁵Lemieux, G. (1997) «Fundamentals of Forest ecosystems pedogenesis: an approach to metastability through tellurian biology» Ministry of Forest, British Columbia, Canada Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux, Université Laval, publication n° 72, 59 pages, ISBN 2-921728-24-9. ISBN 2-921728-42-7

économie qui se diversifiera. La lutte à la désertification devient possible et il est maintenant pensable de repousser le désert et de refaire les aménagements humains, agricoles et forestiers des régions semi arides en régularisant au mieux les régimes hydriques

IV - Une technologie de pointe

21• Cette technologie de pointe n'a aucun précédent connu ni d'équivalent dans le monde. Elle est à la fois simple et complexe et touche presque toutes les bases de la vie. Elle propose d'introduire la forêt dans chaque milieu agricole pour en stabiliser les rendements des grandes cultures sous tous les cieux. Nous proposons une contribution à la vie sous toutes ses formes, grâce à cette technologie du bois raméal fragmenté.

La forêt

22 • Le rôle de la forêt et des plantations forestières est essentiel et nous proposons des techniques et des solutions inédites, mais compatibles avec la vie paysanne. Les espaces à reconstituer en forêt vont contribuer à l'amélioration des conditions de vie. Le choix des essences est important. L'apprentissage de la technologie par les partenaires-paysans fera en sorte que des moyens seront trouvés et conformes aux traditions locales. Nous souhaitons ardemment que des étudiants africains et canadiens en foresterie et en agroforesterie se mettent à bâtir des systèmes viables adaptés aux us et coutumes des paysans.

23 • L'accent doit être mis sur la forêt dans les systèmes agroforestiers, non pas sur l'agriculture traditionnelle sous les arbres qui ne tient pas compte des mécanismes ni du rôle essentiel du bois raméal fragmenté dans le sol.

L'agriculture

24 • Il faut que l'agriculture évolue par rapport à ce que la forêt apporte aux sols, en réduisant, en réaménageant les périodes de jachère qui se raccourcissent dangereusement à l'heure actuelle. À ce chapitre, les essais de Ziguinchor (Sénégal) apportent quelque lumière sur l'utilisation des regains d'arbustes dans les jachères et l'application de la fragmentation de ces derniers.

25 • On commence à critiquer le fait que nous tentons de modifier l'agriculture sans égard au comportement de l'homme. Bien peu a été fait en ce qui regarde le comportement de l'homme. Une prise en compte de l'importance du sol, dans cette équipée pour la sécurité alimentaire et l'agriculture durable, ne serait-elle pas

l'amorce d'un changement de cap avec l'aide des sciences sociales? Nous pensons que la technologie des BRF est propice à cet effet.

V - Transferts de la technologie BRF

26 • Les essais effectués au cours des deux dernières décennies, tant au Canada qu'à l'étranger, nous ont convaincus de la nécessité de faire essaimer les connaissances scientifiques acquises. C'est le but primordial de ce programme de lier technologie et transfert de technologie en association avec les sciences sociales. Il faut des institutions et des pays capables de participer et de contribuer au développement, permettant de nouvelles connaissances et de modifier les orientations dans l'optique du développement durable.

Le point de jonction: la communauté universitaire internationale

27 • Tous les paramètres possibles devront être mesurés ou tout au moins évalués du point de vue technique, scientifique, social, économique et politique. C'est un défi important et il ne peut être relevé qu'avec une étroite participation des chercheurs des sciences sociales, agronomiques et forestières. Nous croyons que les universités sont les mieux placées pour assumer ces responsabilités. C'est par le canal universitaire que nous proposons ces transferts de technologie

Le Sénégal

28 • Nous proposons que le Sénégal soit le premier pays à poursuivre une série d'essais, étant donné l'expertise qu'il a développée au cours 7 dernières années dans le domaine de la connaissance des BRF. Les liens établis entre l'Université Cheikh Anta Diop et l'ACDI dans le cadre du programme CTL (Conservation des Terroirs du Littoral) et l'ACDI ont été d'une qualité et d'une constance telle que les résultats observés ont été les premiers sous les tropiques, et par la suite ils donnèrent naissance aux travaux en République Dominicaine.

29 • Nous proposons que le Dr Mamadou Amadou Seck, de l'École Supérieure Polytechnique (**annexe n° 5**), assume le leadership pour tous les programmes africains avec une équipe déjà impliquée dans les travaux de terrain. Cette association avec l'Université devrait favoriser la signature d'ententes-cadres entre universités, particulièrement avec l'université Laval et éventuellement l'université McGill.

Le Bénin

30 • Réalisée dans des conditions différentes, la mission au Bénin nous permet de penser que la technologie des BRF y aura un impact important. Les liens à établir avec l'université seront plus difficiles, étant donné son statut différent vis-à-vis l'État et une organisation de la recherche scientifique plus encadrée,

31 • Nous croyons que l'Université Nationale du Bénin peut assumer le leadership compatible avec celui du Sénégal. Le Dr Brice Sinsin, (**annexe n° 5**) Professeur-assistant à la Faculté des Sciences Agronomiques de Cotonou, semble le mieux placé pour assurer ce leadership.

VI - Développement-recherche

32 • Devant l'évolution des problèmes et des institutions, il convient d'associer la recherche au développement, car la recherche apportera les réponses aux questions posées par le développement. Dans cette optique, nous proposons de mettre sur pied deux laboratoires: le premier à Laval, le second à McGill au service du développement et de la recherche.

Les polyphénols et les processus d'humification des BRF (Laval)

33 • Lors de l'atelier sur les BRF de Nairobi en octobre 97, les échanges n'ont pas permis de consensus quant à l'implication de la recherche sur les polyphénols. La proposition de la Professeure Stevanovic-Janezic (**annexe n° 1**) montre la difficulté en même temps que la nécessité de la recherche à la base même de la technologie. La connaissance intime des mécanismes de dépolymérisation et de transfert va conduire à des techniques d'identification des diverses réactions permettant des analyses et des mesures de contrôle. Ces travaux sont essentiels et déjà des étudiants africains y sont impliqués.

34 • Quatre tâches spécialisées seront dévolues à ce laboratoire. La première consistera à identifier les mécanismes et les molécules propres à engendrer la stabilité et la fertilité à partir des lignines et autres polyphénols. La seconde sera d'identifier systématiquement les différentes variantes propres à chaque essence testée dans le système humique ainsi créé. Ceci devrait pouvoir établir des standards propres à chaque essence ou à chaque culture. La troisième consistera à fournir l'appui technique aux suivis par le biais de l'évolution de la lignine et des polyphénols. Il n'est pas exclus de demander aux chercheurs et aux techniciens de l'Université du Québec à Chicoutimi de se joindre à Laval dans ce domaine. Quant à la quatrième tâche, elle consistera à donner la formation et l'enseignement dans ce domaine, au plan universitaire et dans un contexte mondial.

La biologie du sol (McGill)

35 • Le laboratoire de McGill est unique car il traite de tous les problèmes reliés aux pools de nutriments dans le sol. Toutefois, il ignore l'influence des polyphénols sur les différents niveaux trophiques. On doit compter sur la collaboration entre les deux laboratoires et sur un financement adéquat pour que les résultats soient à la hauteur des attentes.

36 • Les relations entre McGill et Laval seront à la base des fruits espérés dans le domaine qui nous intéresse ici. Plusieurs tâches relèveront de cette université par son laboratoire de biologie du sol. La première et probablement la plus difficile sera de mettre en parallèle, en opposition ou en harmonie les relations entre la biologie de divers niveaux et l'influence des polyphénols sur le contrôle des divers organismes responsables de la mise en retrait ou de la disponibilité des nutriments. Inversement, l'influence des diverses chaînes trophiques sur le comportement des polyphénols devra être définie. Cette interrelation nécessitera de la souplesse et des relations personnelles de qualité entre les membres des différents laboratoires. Ici aussi une coopération avec le laboratoire Lasève de l'Université du Québec à Chicoutimi est à souhaiter et à prévoir.

37 • Étant donné l'importance économique de ces aspects pour l'agriculture, une concertation au point de vue enseignement avec Laval dans le domaine de la biochimie des polyphénols sera fondamentale et ne pourra en aucun cas être esquivée. Une bonne formation dans le domaine des polyphénols devra être dispensée par Laval et tous les étudiants inscrits dans les deux universités devront y être astreints. Il en ira de même pour les forestiers s'inscrivant dans ce cursus. Toutefois, pour ce qui est des étudiants en biochimie du bois, cette option sera facultative et à évaluer dans chaque cas

La physiologie des arbres (ICRAF-TSBF)

38 • Si le Professeur Mike Swift a montré une grande connaissance de tous les aspects agronomiques de la fertilité des sols, le Professeur Chin Ong de l'ICRAF a montré son intérêt et ses connaissances en regard de la physiologie des arbres dans le contexte agricole d'Afrique⁶. Des sommes substantielles devraient être mises à leur disposition dans ce domaine de recherche, soit de l'ordre de 100 000.00 \$ US annuellement. En plus, ces chercheurs devraient inscrire un cours spécialisé sur la physiologie des arbres en milieux tropicaux dans le cursus universitaire de McGill et de Laval.

⁶Ong, Chin, K. & Huxley, P. (1996) «Tree-crop interactions, A Physiological Approach» CAB International 386 pages ISBN 0 85198 987 X

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

39 • L'expérience a démontré que le transfert d'une technologie implique deux moments clés: une connaissance fine du milieu dans lequel on compte implanter la technologie; une supervision suivie des conditions de cette implantation.

40 • Dans le programme de développement qui nous intéresse ici, la connaissance du milieu implique un survol des particularités ethniques, historiques, sociales et économiques des régions retenues pour implanter les BRF. Le suivi servira à établir les rapports avec les communautés et les paysans dès la première année du programme.

41 • Au chapitre des connaissances de la dynamique des populations, il faut compter: 1° les conceptions de l'arbre et ses utilisations en rapport avec l'agriculture; 2° les règles ancestrales de droit foncier concernant l'appropriation du sol; 3° la division sexuelle des tâches en matière de travaux agricoles; 4° les rapports entre les villages de la région; 5° la structure d'autorité politique dans chaque groupe; 6° l'économie de la région comparativement à celle des autres parties du pays.

42 • Le suivi des rapports avec les communautés paysannes se construit sur des activités d'observation, d'interviews et de groupes de discussion avec le démarrage du programme et à diverses étapes en cours d'implantation. De plus, les informations recueillies au cours de ces enquêtes sont nécessaires à une meilleure construction des activités de diffusion multimédia.

43 • Le Département d'anthropologie de l'Université Laval possède l'expertise nécessaire pour aborder chacune de ces questions. Celle-ci s'inscrit autant dans les compétences des anthropologues de cette unité que dans les contacts que les membres de ce Département ont développés avec des spécialistes d'autres disciplines: sociologie du développement, économie rurale, droit, développement régional, chaire de la condition des femmes, tant à l'université qu'au Québec ou à l'extérieur du pays. Le Département inscrit donc son travail dans un réseau d'experts.

VII - Les objectifs

45 • *Les objectifs généraux du programme*

Donner les moyens aux populations ciblées, au Sénégal et au Bénin, de s'approprier la technique des BRF pour leur développement.

- Effectuer la recherche-développement visant à mieux comprendre les mécanismes et leurs effets sur la contribution des BRF aux sols.

- Former et informer des chercheurs, des techniciens, des partenaires-paysans dans les pays visés par le programme.

- Assurer le reboisement essentiel à la production des BRF

46 • *Les objectifs spécifiques:*

- **Le développement:**

- 1. Sélectionner les partenaires-paysans et les sites des interventions
- 2 Identifier les contraintes sociales (v.g. légales, culturelles, économiques) et environnementales (v.g. salinité, érosion) en regard de la technologie des BRF.
- 3. Faciliter l'information et la formation, à l'égard des groupements de femmes, en vue d'une meilleure appropriation de la technique des BRF

47 • La recherche-développement

- a. Effectuer les études visant à comprendre les mécanismes qui sous-tendent les effets de l'incorporation des BRF aux sols, en appui au développement
- b. Établir des liens entre les institutions (universités, centres de recherche) nécessaires au développement et au maintien des activités de recherche-développement.
- c. Poursuivre les travaux sur les BRF dans les sites dûment identifiés avec les partenaires-paysans
- d. Effectuer les études sociologiques auprès des partenaires-paysans pour connaître les gens, les milieux, les besoins, les savoirs et les attentes des personnes impliquées dans le programme

48 • La formation, l'information et l'extension

- a. Mettre sur pied de courts programmes de formation et favoriser l'accès à des outils appropriés d'information sur les aspects scientifiques, techniques, économiques et sociaux liés à l'utilisation de la technologie des BRF.
- b. Organiser dans les universités des services d'extension pour favoriser les échanges et la coopération, pour faciliter le financement des activités de

développement et de recherche en vue d'améliorer la formation et l'enseignement universitaires par un retour des connaissances acquises et vérifiées auprès de la petite industrie et des paysans

49 • Le reboisement et la constitution de nouvelles forêts

- a. Planter des boisés pour exploitation locale et pour la production et l'utilisation des BRF.
- b. favoriser les conditions de production des rameaux (portant spécifiquement sur le reboisement), car la technologie des bois raméaux fragmentés (BRF) s'inscrit dans la perspective générale du développement durable.
- c. Arrimer les activités de production des BRF aux programmes nationaux ou locaux de reboisement et d'exploitation forestière traditionnelle

VIII - Les ressources

Les ressources humaines

50 • Le Centre de Recherche pour le Développement International dispose d'un personnel compétent et il peut assurer l'administration générale du programme. De plus, ses cadres recèlent de professionnels possédant des expériences et des connaissances pertinentes au programme destiné à l'Afrique. Il peut compter sur la participation active de deux grandes universités canadiennes.

51 • Le Centre de Recherche pour le Développement International peut aussi compter sur la contribution d'autres universités canadiennes et un grand nombre de partenaires dans les pays d'Afrique visés. Toutes ces ressources humaines sont disposées à assumer, selon leurs compétences et leurs intérêts, des responsabilités précises qui leur seraient confiées par la direction du CRDI et de l'ACDI. La maîtrise-d'oeuvre étant dévolue à l'Université Laval.

52 • À l'étranger, l'ICRAF (International Center of Research in Agroforestry) de Nairobi au Kenya, le TSBF (Tropical Soil Biology Laboratory) de l'UNESCO également de Nairobi ont montré un intérêt certain. Il en va de même de l'IITA (International Institute for Tropical Agriculture) d'Ibadan au Nigeria et de Cotonou au Bénin. En Europe, ce sont, pour la Belgique, les universités de Gembloux et de Louvain-la-Neuve; pour la France, l'Université de Chambéry et le CÉMAGREF de Grenoble et pour l'Ukraine, l'Université Agricole de Kiev. Enfin, deux universités tropicales des Antilles participent aux recherches; la Universidad Pedro Henriquez Ureña de Santo-Domingo et celle de Santiago de los Caballeros en République Dominicaine.

Les ressources physiques

53 • Comme les matériaux de base sont d'origine forestière, il faut avoir accès à une source de bois raméal produit essentiellement, soit par une forêt naturelle ou par une forêt artificiellement créée localement. Il n'est pas exclus de se procurer ces matériaux par voie de commerce dans les régions limitrophes comme le sud du Sénégal ou la région forestière de la Côte d'Ivoire qui sont bien nanties à ce chapitre. Le but ultime sera donc d'utiliser ce bois raméal après fragmentation pour la régénération et la réhabilitation des sols des centres désignés.

54 • Si le milieu dispose de plantations d'arbres, le prélèvement des rameaux destinés à la production de BRF se fera conformément aux protocoles qui auront été négociés et acceptés par les parties. Il faudra donc éventuellement mettre à la disposition des responsables locaux des équipements spécialisés et former les utilisateurs.

55 • Certaines essences forestières possèdent les qualités nécessaires à la production de BRF. Un inventaire sommaire devrait permettre de repérer ces essences et d'évaluer le potentiel dans le cadre qui nous intéresse. Si le milieu désigné ne peut compter sur une récolte locale de BRF, il faudra, dans un premier temps, lui fournir les moyens pour s'approvisionner ailleurs, car la réussite du programme repose sur la richesse et les vertus des BRF à régénérer les sols et à les rendre productifs d'une manière durable.

56 • Cette technologie consiste à utiliser les plus petits rameaux des arbres et arbustes forestiers, à les broyer et les incorporer au sol. Ainsi, les rameaux de moins de 7 cm donnent ce que nous avons convenu d'appeler des BRF ou Bois Raméal Fragmenté après broyage. Les résultats obtenus par la suite sont le fait de la lignine dépolymérisée par les systèmes enzymatiques des champignons Basidiomycètes et, de ce fait, nécessitent quelques précautions de départ. Cette technologie, en plus d'augmenter les récoltes de manière spectaculaire, assure la régie de l'eau, des chaînes trophiques et de la structure du sol pendant plusieurs années. Elle permet aux paysans d'utiliser des produits issus de la forêt pour restructurer le sol et en augmenter la fertilité à long terme. Ces connaissances nouvelles nous confirment que l'introduction d'une technologie d'origine forestière est la base non seulement scientifique mais également historique du retour à l'autosuffisance alimentaire par des mécanismes que la nature a mis au point sous le couvert de la forêt pendant 50 millions d'années. C'est la clé de l'**autosuffisance alimentaire** et de la **durabilité des conditions environnementales**

Les ressources financières

Les institutions canadiennes: le CRDI et ACDI

57 • À l'origine, ce programme est une initiative et un apport du Canada, Toutefois, deux organismes, distincts par leurs caractéristiques, participent à ce programme. Ce sont le CRDI avec sa mission de recherche et de développement et l'ACDI avec sa mission spécifique d'initier et de mettre en route le développement et d'en étendre les effets par les média d'information. Nous souhaitons une influence durable sur les institutions nationales des pays visés.

Les universités

58 • Les universités canadiennes seront appelées à contribuer selon leurs mandats mais, comme nous le proposons, à agir comme agent de gestion financière

59 • Il est donc important de mettre en place une structure opérationnelle responsable de la réalisation et du suivi scientifique, technique et financier du programme, pour en assurer la crédibilité et la réussite, sans avoir la prétention de tout prévoir à l'avance.

IX - La méthodologie

60 • Le CRDI sera appelé à faciliter l'accès à des laboratoires, à des équipements spécialisés, à des moyens de transport, à des outils agricoles et forestiers, entre autres. Cet appui est nécessaire pour que les équipes qui vont réaliser les programmes dans les pays visés agissent en partenaires engagés et encouragés.

61 • Les problèmes d'ordre bureaucratique (v.g. les conflits de juridiction entre les ministères), politique (v.g. les rivalités entre groupes ethniques), juridique (v.g. les règles de propriété foncière), sans compter le fonctionnement des sociétés africaines axées sur les réseaux de parenté, constituent autant d'aspects qui peuvent entraîner quelques difficultés dans l'implantation du programme. Par contre, l'absence de problèmes de communication, étant donné l'usage courant du français (ou de l'anglais) est un atout dans le contexte africain.

62 • Dans chacun des pays impliqués, un périmètre de plusieurs hectares sera désigné comme le centre principal d'activités. Il devra refléter les caractéristiques des sols, de la végétation, des cultures. Sa localisation reposera sur l'accès aux voies de communication, aux plantations d'arbres ou aux forêts. La sélection du site tiendra compte des règles du régime foncier, des coutumes en matière d'environnement et de protection des arbres, des rapports entre les villages de la

région choisie et des incidences politiques de ce choix. En d'autres termes, cette opération ne saurait réussir sans une attention suivie portée aux traditions et aux pratiques agricoles et forestières des populations concernées.

63 • Par ailleurs, ces centres d'activités ne sauraient être opérationnels s'ils ne sont pas dotés des équipements, des outils, des moyens de communication, de transport et des essences forestières nécessaires à la production des BRF.

64 • Dans le cas de milieux qu'il faut retourner à la forêt pour respecter les exigences du programme, les apports de BRF dès le départ sont essentiels. Quant aux techniques de reboisement, elles seront décrites tout comme les essences les plus prometteuses, la gestion des plantations, leur entretien, les observations, les échantillonnages, les prélèvements, l'évaluation des coûts et surtout les mesures reliées à la croissance et au développement des arbres. Toutes ces activités devront se poursuivre pendant plus de dix ans pour éviter que la ou les nouvelles forêts ne soient la proie de prédateurs connus...

Les experts

65 • Ils sont nombreux et de disciplines variées. Déjà certains experts canadiens ont contribué à des études sur les BRF. Les universités canadiennes, en particulier celles de langue anglaise, n'attendent qu'une invitation pour participer au programme. (annexe n° 2)

Les partenaires-paysans

66 • Cette notion de *partenaires-paysans* est largement illustrée par l'initiative du Dr Seck qui, dès 1992, a mis sur pied une Association de Maraîchers des Niayes à l'est de Dakar. Elle a permis des rencontres, des discussions et la mise sur pied de services pertinents à l'utilisation de la technologie des BRF. C'est un modèle qui doit être adapté aux situations locales, le Sénégal présentant une harmonie exemplaire de coopération entre plusieurs ethnies.

67 • À ce modèle, il faut apporter des modifications, en particulier, en ce qui regarde les femmes. Ce sera le travail de nos collègues des Sciences Sociales aussi bien des universités canadiennes que celles d'Afrique, d'où la nécessité d'avoir des accords-cadres permettant l'intégration de tous les participants. Ce modèle sera difficile à réaliser, nous en convenons, mais il est crucial au succès de toute l'entreprise des BRF en Afrique. C'est par ce modèle de coopération que seront réalisés les véritables virages techniques et sociaux si importants pour tous les pays africains, concernant la sécurité alimentaire, l'assise même de la stabilisation des populations et de la société en général.

L'encadrement technique

68 • C'est par cet encadrement que la technologie pénétrera les populations selon les contraintes régionales, économiques, ethniques etc. Le rôle des équipes nationales que nous désirons voir former sera crucial à cet effet.

69 • Le tout se passera d'abord dans les sites de démonstration établis dans diverses régions, à la suite de consensus nationaux à cet effet et l'accord des associations de paysans où l'expérience des ONG pourrait être importante. Lors de notre passage au Sénégal, nous avons discuté de l'implication des ONG avec M. Richard Pelletier de l'ambassade du Canada et le Dr Pape N'Diaye directeur du programme CTL de Thiès. Tous deux nous ont assuré de leurs conseils et de leur coopération à ce chapitre. Nos collègues béninois ont été discrets et nous n'avons recueilli que des renseignements très généraux.

70 • Après l'installation des dispositifs de démonstration et de recherche il faudra procéder à la formation de techniciens capables d'apporter l'aide technique aux partenaires-paysans éventuels et suivre à la fois la diffusion locale des connaissances tout comme les résultats obtenus. Ce sont eux qui identifieront les besoins locaux de rencontres, de séminaires, etc... Les budgets que nous proposerons seront à cet effet.

XI - Les essais par pays

La localisation des champs d'essais (Centres agroforestiers)

71 • Le plan à l'échelle de chaque site doit situer les différents lieux d'essais selon les objectifs poursuivis. Au départ, il faut disposer d'une superficie de 2 à 5 hectares, bornée si possible et bien identifiée de façon à ce qu'elle soit un centre d'attraction pour le village ou la tribu. C'est ainsi que les espaces prévus pour des essais de démonstration devraient se trouver entre un espace géré selon les us et coutumes, servant de témoin, et les espaces réservés aux essais de développement. Ces essais sont essentiels pour vérifier le potentiel des essences forestières utilisées ou à introduire et fournir les BRF nécessaires.

Les essences forestières

72 • Comme elles sont les atouts majeurs en produisant les rameaux nécessaires à la fragmentation pour en donner des BRF, elles doivent être disponibles à proximité ou bien être implantées comme partie intégrante au programme dans des terres choisies à cet effet.

La fragmentation-broyage

73 • Les rameaux, une fois prélevés, doivent être fragmentés ou broyés selon les modes utilisés pour que la dimension des particules ne dépasse pas 10 à 12 cm. Ainsi réduites, ces particules de rameaux sont faciles à manipuler et leur incorporation au sol est mieux répartie. Les mécanismes pédogénétiques sont ainsi rapidement amorcés par les micro-organismes qui en sont les uniques responsables.

74 • La fragmentation est plus facile si elle est faite à l'aide d'appareils conçus à cet effet, mais elle peut être faite manuellement à l'aide de machettes, même si le travail est fastidieux.

75 • Nous pensons qu'il conviendra mieux d'utiliser un processus de broyage par un système de broyeur à marteaux plus fiable et plus facile d'entretien qu'une fragmenteuse à couteaux. Nous allons favoriser des investissements dans ce domaine de machines robustes de taille moyenne (production de 2 tonnes/heure) entièrement à la charge des programmes pour les 4 premières années comme nous l'avons déjà annoncé plus haut. Cet investissement devrait être de l'ordre de 50 000.00\$ US. Deux machines de ce type devraient être disponibles tant au Sénégal qu'au Bénin. Elles seront tractables pour atteindre divers programmes locaux, éliminant le plus possible le recours au transport par camion.

76 • Toutefois, une expérience réalisée à Madagascar par le Comité Jean Pain Madagascar (CJPM), sous la conduite de Stéphane Hamptaux, a montré que l'utilisation de matériaux disponibles localement pour la fabrication de fragmenteuses comme des moteurs standards d'automobiles, a rendu la fabrication possible et l'entretien facile

L'incorporation au sol

77 • L'épandage des BRF sur les champs d'essais peut être fait à la main, si les parcelles sont de petites dimensions (de 10 à 20 m²). Pour des champs de plus grandes superficies, le motoculteur peut s'avérer un outil utile et efficace.

78 • On doit incorporer les BRF au sol quand ils sont frais ou séchés, évitant ainsi toutes dégradations par moisissures ou bactéries, afin de favoriser le contact avec le sol pour amorcer tous les mécanismes de régénération.

79 • Les BRF doivent être incorporés aux premiers 10 cm du sol. Quant aux quantités, elles peuvent varier selon l'intensité des carences, la texture du sol et l'efficacité des différentes essences forestières ou mélange d'essences. Les volumes peuvent varier de 150 à 200 m³/ha, selon les essais déjà réalisés

L'ensemencement

80 • Conformément aux protocoles, que ce soit pour la démonstration, le développement ou le reboisement des essences nécessaires, les premières cultures à installer doivent l'être selon des plans qui indiquent la séquence, les apports additionnels de BRF, les façons culturales, les suppléments d'engrais nécessaires, les modes de récolte, la mesure des rendements et l'état de la végétation. Ici encore, le travail d'ensemencement peut être effectué à la main quand les superficies sont restreintes ou encore à l'aide de machines adaptées.

Les observations

81 • Que ce soit des champs de démonstration ou de développement, il faut, dans les deux cas, que les personnes responsables apprennent et sachent observer les comportements, l'évolution des cultures et surtout puissent en prendre note d'une manière systématique. La vulgarisation éventuelle de cette technologie reposera très largement sur la crédibilité de ces artisans observateurs.

La cueillette des données

82 • Elle est essentielle dans ce vaste programme de recherche- développement. La caractérisation des sols fournira les données de base sur son état avant toute intervention. Il en sera de même de la caractérisation des BRF après fragmentation-broyage afin d'évaluer les lignines, et polyphénols⁷ avant l'incorporation au sol. Par la suite, selon les séquences des cultures et au cours des années, des prélèvements de sols seront nécessaires pour mesurer l'évolution de la structure et de la biologie du sol et évaluer le rythme de la régénération et de la réhabilitation. Les paramètres liés à la régénération du sol fourniront les indicateurs biologiques, biochimiques et physiques recherchés pour lutter contre la dégradation et la désertification dans bien des cas.

83 • L'analyse de l'ensemble des données recueillies dans chaque centre devrait fournir les lignes directrices nécessaires aux décideurs pour intervenir avec discernement. Il devient évident que des plans d'action axés sur des protocoles souples seront nécessaires pour chacun des centres désignés.

84 • Les entreprises, ONG, universités ou organisations de recherche et de développement internationales ou nationales se verront confier des parties de programme à titre de collaboration.

⁷Pour la première fois nous faisons allusion à la recherche qu sera nécessaire dans la caractérisation et la quantification des paramètres lignines/polyphénols. Ce sera l'un des plus importants apports de la science moderne au chapitre de la pédogénèse, la clé du succès en climat tropical.

La compilation et analyses des données

85 • Chaque centre fera sa propre compilation des données chaque année, analysera les chiffres, discutera les résultats et fournira un rapport d'étape pour l'ensemble des essais en cours. Il commentera le comportement des gens du milieu, leurs perceptions et leurs opinions. Ainsi, les activités du programme seront connues.

86 • Les universités Laval et McGill, maîtres d'oeuvre du programme, reviseront les chiffres en regard des protocoles et des attentes du programme. Selon le cas, elles pourraient rectifier le tir, encourager les activités, souligner les carences, accroître les moyens logistiques, faciliter les communications, les échanges, augmenter le nombre de centres, etc... La continuité devient alors possible et les responsables locaux peuvent compter sur l'appui et les conseils des maîtres d'oeuvre.

La diffusion des résultats

87 • Il serait sage de prévoir des échéances et des médias d'information avant de laisser se disperser à tous vents les résultats, dès les premières années. Les essais de démonstration serviront à informer les populations locales d'abord et toutes les observations pertinentes seront communiquées aux intéressés. Les essais de développement, structurés, échantillonnés, analysés et poursuivis pendant plusieurs années, fourniront des résultats scientifiques et techniques de grande valeur destinés à appuyer de grands programmes de développement. La diffusion des résultats doit donc être dirigée vers les décideurs, les chercheurs et les pays fragiles et demandeurs.

Un plan d'action forestier

88 • La principale caractéristique de ce programme et son caractère unique et innovateur est de lier deux secteurs fondamentaux: forêt et agriculture, perçus depuis des temps immémoriaux comme des «ennemis» avec les conséquences catastrophiques que l'on connaît. Le but est de lier ces deux secteurs dans une cause commune car la forêt, pour la première fois, se voit solliciter pour intervenir directement dans l'amélioration et la correction de tous les facteurs environnementaux dont le sol est le gestionnaire méconnu.

89 • Cette approche représente aussi un champ d'études et d'interventions majeur pour les chercheurs des Sciences Sociales qui auront à mesurer l'évolution des mentalités, suite à l'interpénétration d'un milieu naturel et d'un milieu anthropogène comme l'est le monde agricole. Nous pensons que, chemin faisant, les paysans réaliseront qu'ils obtiennent un appui indéfectible dans leur lutte pour la vie de leurs familles et de leurs communautés.

90 • La quasi totalité des milieux techniques et scientifiques continuent à favoriser encore et toujours l'approche chimique et la gestion des nutriments. En fait, cette nouvelle gestion est faite selon les caractéristiques biologiques et accessoirement chimiques du sol. La disparition des forêts a engendré l'effondrement de cette magnifique machine biologique qui doit être remise sur les rails. L'histoire africaine nous indique que, plus qu'ailleurs, le sol s'est développé sous la forêt durant des centaines de millions d'années avec une gestion des nutriments très différente des autres continents.

91 • Le plan d'action doit être spécifique, adapté aux différentes parties du continent africain et doit intégrer le rôle essentiel de la forêt. C'est le défi colossal qui nous incombe: former une génération de savants, chercheurs et techniciens qui sauront lire, comprendre et manipuler positivement un très grand nombre de critères et de caractéristiques considérés sans valeur réelle aujourd'hui.

La localisation des forêts et des arbres

92 • Deux réalités s'imposent soit: la disponibilité immédiate de BRF et un approvisionnement conséquent à moyen et long terme. Les plantations d'alignement le long des routes et sentiers sont bien connues dans un grand nombre de pays en tant que producteur de bois de feu. Il faut songer à détourner les utilisateurs vers une autre source de combustible. La République Dominicaine a trouvé une solution pour augmenter le capital «arbre». Elle finance, avec l'aide internationale, l'achat du gaz propane à un très vil prix. Les résultats ont été rapides et en peu temps la désertification était en régression.

93 • Pour ce qui est de l'instauration de forêts, il faut encourager la constitution de forêts «privées» appartenant à des communautés ainsi que des forêts d'État dont l'aménagement sera innovateur. Ces forêts pourraient avoir la taille de bosquets et être dans l'environnement immédiat des villages et des communautés rurales.

L'aménagement des forêts

94 • La place de la forêt dans les cultures traditionnelles, mise à part celle des Inuits, est partie intégrante de la vie des peuples. Nous proposons un aménagement non conventionnel, compatible avec la tradition et les cultures locales, mais destiné en partie à une fin non-traditionnelle. Ainsi, des efforts devront être consentis à aménager les forêts actuelles ou celles qui seront construites, pour répondre aux besoins et à la sécurité des populations visées qui souvent craignent animaux prédateurs et serpents qui y pullulent. Tout comme dans les pays de climat tempéré, il faudra trouver de nouveaux équilibres dynamiques permettant une vie communautaire pacifique, sécuritaire, riche émotionnellement et culturellement, et axés sur des harmonies multiples plutôt que des conflits lancinants.

La redistribution et le commerce

95 • Dès les premières années, on devra sensibiliser le commerce et la redistribution en regard de la richesse que représentent les BRF à tous les points de vue. Ce sera au départ une activité de redistribution de cette ressource mal répartie par les hasards de l'histoire et de l'écologie. Bien que peu connue, cette ressource peut être évaluée annuellement à plusieurs milliards de tonnes de par le monde et certainement à plusieurs centaines de millions en Afrique.

96 • Il faudra, dans la mesure du possible, faciliter le transport d'importants volumes vers des régions dépourvues afin de favoriser l'implantation de forêts dans des sols régénérés par les BRF et qui pourront devenir des sources importantes de revenus.

XII - Les attentes

97 • La technologie des BRF permet d'augmenter les rendements des cultures vivrières.

98 • Cette technologie favorise également la réintroduction de la forêt cultivée avec, comme conséquences positives, un meilleur accès au bois de chauffe et de menuiserie, mais aussi, et peut-être surtout, à l'utilisation des rameaux pour l'enrichissement du sol et la gestion de tous les facteurs chimiques, biochimiques, physico-chimiques et biologiques, dont de nombreuses enzymes sont responsables.

99 • Des retombées économiques évidentes sont attendues de la régénération des forêts et des sols et de l'accroissement des rendements des cultures pour les populations impliquées dans le programme.

100 • La technologie proposée favorisera la mise sur pied de petites entreprises, aussi bien dans le domaine de la reforestation, que de l'accroissement et de la diversification des cultures vivrières, ou encore de la prise en charge de la production des BRF. Ces actions rejoindront spécifiquement plusieurs projets d'intervention en matière d'appui aux activités économiques et de crédit des femmes, menés par le gouvernement canadien et diverses ONG du pays.

101 • L'expertise développée dans le cadre de ce programme bénéficiera en retour aux programmes de formation et de recherche universitaires au Canada, tant dans les domaines de la recherche fondamentale et appliquée comme dans celui des sciences sociales.

Les populations visées

102 • Les attentes sont d'ordre social, ce qui implique l'économie familiale, villageoise, régionale et surtout nationale. Des forêts seront reconstituées par des essences locales ou par la réintroduction d'essences qui ont déjà fait partie du patrimoine forestier, et non par des arbres d'origine étrangère comme le veulent les pratiques actuelles.

103 • Si nous sommes assurés de nombreuses retombées scientifiques et technologiques, nous sommes également persuadés d'apporter des changements profonds dans tous les paliers de la société traditionnelle et moderne. Les premiers résultats seront perceptibles au niveau de l'économie des familles et des femmes. 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 africaine, devraient contribuer à augmenter le revenu au niveau de la famille, à susciter de petits commerces et finalement à permettre l'accès à des technologies mécaniques. C'est par la forestérisation de l'agriculture qu'il faut tendre, non pas par l'agriculturisation de la forêt comme maintenant.

XIIV - La recherche

La pertinence de la recherche

104 • Depuis la déclaration de Rio de Janiero et le symposium du 50^{ième} anniversaire de la FAO de Québec en 1995, des tournants importants ont été amorcés et prennent pied, petit à petit, dans la réalité internationale tout comme dans celle de plusieurs pays qui se donnent des plans d'action comme le Bénin dont nous citerons des extraits dans les pages qui suivent pour atteindre la sécurité alimentaire. Pour cette raison, nous inscrivons la recherche en appui au développement alors qu'elle a été perçue durant un demi-siècle comme le fer de lance même du développement et de la sécurité alimentaire.

105 • Nous admettons maintenant que, si la révolution verte a été un succès indéniable, sa pérennité est maintenant fortement mise en question pour des raisons économiques, Nous croyons plutôt que c'est pour des raisons scientifiques et pour avoir ignoré un grand nombre de paramètres devant les succès «immédiats» atteints. Les mots «durables», «durabilité» [sustainability] ont suscité des réactions négatives de la part des spécialistes, mais au fil des ans, il a fallu se rendre à l'évidence et admettre leur légitimité.

106 • Dans la réalité, ce sont les acquis de la chimie qui ont ouvert le chemin à la révolution verte sans égard à la biologie toujours reléguée au plan de la description et de l'écologie, souvent transformée en motifs de confrontation avec l'économie et la politique. Pourtant, c'est bien au niveau de la biologie que le bât blesse, mais dans un contexte biochimique universel, celui des polyphénols, si complexe que très peu de fonds et de travaux y ont été consacrés, sauf pour les aspects chimiques. Quant à la dynamique, la grande régulatrice des écosystèmes hypogés sur terre, elle n'a fait l'objet d'aucune recherche connue.

107 • Par ce programme, nous proposons de nous attaquer à cette combinaison polyphénols/biologie du sol, la base même de tous les processus pédogénétiques et de leurs résistances aux dégradations. À plusieurs reprises, nous avons souligné l'importance fondamentale des BRF dans l'étude et la compréhension des mécanismes pédogénétiques. L'introduction de la recherche expérimentale va permettre de découvrir les mécanismes et d'ajouter ces nouvelles connaissances scientifiques à celles qui ont donné naissance à la chimie moderne et aux lois de la physique. Le pari est gigantesque, mais le champ de recherche ouvert par les BRF est à cette échelle. C'est particulièrement le cas des sols tropicaux, incapables de se régénérer sans les apports de la biologie, dont les règles ont été inscrites dans les sols forestiers il y a quelques centaines de millions d'années. C'est le défi que nous devons relever en ce début de millénaire. C'est également une source d'espoir pour des centaines de millions d'habitants des pays les plus pauvres de la planète et où les bienfaits de la science sont de plus en plus éloignés de la vie quotidienne.

Deux thèmes: la recherche scientifique et la recherche-développement

108 • Dans ce programme, deux thèmes doivent être menés de front et en parallèle, soit les recherches scientifiques fondamentales selon la proposition de la Professeure Stevanovic-Janezic⁸. Cette proposition est essentielle pour permettre à tout un secteur d'aller vers la recherche fondamentale. C'est lors d'une visite au Professeur Scalbert⁹, l'un des grands chercheurs dans le domaine des polyphénols, que nous avons pris conscience de l'importance de la recherche fondamentale en ce domaine. Le présent programme doit traiter de cet aspect car il est à la base de la connaissance des mécanismes pédogénétiques.

109 • Quant à la recherche-développement, elle met au service du développement les nouvelles connaissances sur les polyphénols et sur les mécanismes biochimiques de même que biologiques pour que de nouveaux systèmes de cultures en tirent profit. L'apport de la foresterie est indispensable puisque *nous posons l'hypothèse de*

⁸«L'étude de la chimie des polyphénols dans le bois raméal fragmenté (BRF)»

⁹**Lemieux, G.(1996)** «Les entretiens de Thierval-Grignon (INRA) avec le Professeur Augustin Scalbert» in *Rapport des missions internationales de 1996: Sénégal, République Dominicaine, Ukraine, France et Belgique* p 192-203 publication n° 68, Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux, Université Laval, Québec, Canada

base que les polyphénols vont changer certains comportements des cultures et affecter les prédateurs.

La chimie des polyphénols et la biologie des sols.

110 • La technologie des BRF s'appuie sur les mécanismes fondamentaux qui régissent la fertilité de millions d'hectares. Ce sont les règles de la biologie qui doivent prévaloir, non pas celles de la chimie ou de la physique. Toutefois, il faut poursuivre les études pour que la connaissance scientifique puisse mieux répondre aux questions pertinentes à l'agriculture et à la forêt

Un tandem biochimie/biologie: Laval et McGill

111 • Nous proposons donc l'association de deux laboratoires dont l'un est sous la direction du **Dr Tatjana Stevanovic-Janezic, professeure de chimie du bois à la Faculté de Foresterie et de Géomatique de l'Université Laval**, spécialisée dans la recherche et l'étude des lignines et polyphénols et l'autre est celui du **Dr Chantal Hamel, professeure de biologie du sol et responsable du laboratoire de la Faculté des Sciences de l'Agriculture et de l'Environnement de l'Université McGill**

112 • Les rôles de ces laboratoires seront multiples car ils seront au centre de l'enseignement supérieur pour favoriser l'évolution de la technologie sur le plan des sciences fondamentales et mesurer les résultats des essais et du développement. Leur rôle sera important dans les relations scientifiques avec l'ICRAF, le TSBF, l'ORSTOM etc. Ils seront associés à nos travaux en Ukraine, compte tenu de la très grande compétence de la Professeure **Irina Ellanskaja Alexsiïvna**, microbiologiste du sol, (pour ce qui est des fungus), à l'Université d'Agriculture de Kiev (Ukraine).

113 • Autour de ces laboratoires vont s'articuler des séminaires, colloques et publications scientifiques. Dans un premier temps, leurs activités seront reliées au programme, mais rapidement le tout débordera sur le plan international et contribuera au prestige du Canada.

Des indications sur le financement de la recherche

114 • Nous avons indiqué plus haut (74) la différence que nous faisons entre *recherche scientifique* et *recherche-développement*; ce qui nous amène à préciser notre pensée en proposant des budgets. Les fonds nécessaires à ce programme proviendront du CRDI (enseignement et recherche fondamentale) et de l'ACDI en ce qui regarde le développement et la recherche-développement). Nous suggérons une

somme de 300 000.00 \$ US à part égale sur une période de 5 années entre les deux laboratoires pour des besoins en équipement spécialisé et en personnel de soutien.

115• Nous suggérons qu'une somme de 200 000.00\$ US supplémentaire soit accordée aux deux laboratoires sur une période de 5 années, à part égale provenant de l'ACDI pour leur permettre d'accomplir, sans préjudice tous les actes nécessaires à comprendre le développement à partir des découvertes de la recherche. Ceci devrait combler en bonne partie les besoins d'analyses spécifiques standards (pH, C/N, CEC, MO, analyses mécaniques....etc).

116 • Toutes ces demandes devront être justifiées, soit par l'évolution de la recherche et celle du développement comme dans la conduite normale de toutes cultures tant agricoles que forestières.

Les Sciences Sociales (Anthropologie)

117 • Une autre particularité de ce projet est d'intégrer les travaux des sciences sociales liés aux transferts de technologie et d'en mesurer l'appropriation. Nous proposons ainsi un autre tandem peu usité, sinon unique, mais dont la nécessité ne fait aucun doute. Les études sociales, particulièrement en anthropologie, s'orientent généralement vers la compréhension des dynamiques des sociétés, pour en saisir les fondements ainsi que leurs rapports au contexte d'économie politique plus large du monde actuel. Ces travaux aident à interpréter, sous un jour nouveau, les ajustements de traditions séculaires en regard de connaissances nouvelles.

118 • Il faut admettre que l'assentiment complet du monde scientifique n'est pas acquis, mais nous croyons qu'il faut poursuivre nos travaux, car ils touchent des mécanismes universels. Les études des sciences sociales permettront de comprendre, de mesurer et d'expliquer les impacts de cette technologie dans la vie des communautés, particulièrement la dynamique dans laquelle les perceptions, les changements et les réticences s'inscrivent.

119 • Seul le creuset universitaire peut favoriser une telle «concoction» essentielle à la réalisation de nos travaux dans le monde réel. C'est ici que des accords-cadres entre universités sont d'une importance majeure. Ces accords-cadres ont d'autant plus de chances de réussite qu'ils s'appuieront sur un ou des projets véritables, soutenus par un financement adéquat avec des buts réalistes et réalisables.

L'enseignement universitaire

120 • Des fonds sont nécessaires pour le financement de 3 doctorats et de 3 maîtrises dans le domaine de la recherche fondamentale ou de la recherche-

développement. Il s'agit du domaine des polyphénols. de leur dynamique (Laval) dans le cadre de la pédogénèse et des contrôles biologiques reliés à la fertilité des sols. Quant à la biologie des sols, le laboratoire de l'Université McGill devra être équipé pour étudier et analyser les mycorhizes, la dynamique microbiologique ainsi que les pools de nutriments, leur mise en disponibilité ou en réserve. Pour l'Université McGill également, des fonds devraient être disponibles pour trois doctorats et trois maîtrises. Des fonds additionnels seront nécessaires pour soutenir les travaux de recherche et d'expertise qui seront poursuivis dans les différents pays. Ils permettront également d'accueillir, pour des études connexes, des étudiants boursiers d'autres pays.

121 • Quant aux sciences sociales, en plus de favoriser le financement de 4 maîtrises et de 2 doctorats les sommes nécessaires seront surtout consacrées aux travaux de terrain, de rédaction et de publication que nous estimons à 250 000.00\$ Des sommes additionnelles seront prévues pour des rencontres et séminaires, tant au Canada qu'en Afrique, dans le cadre de la recherche-développement. Nous les estimons à 250 000\$US pour une période de 5 ans.

XIV- Les responsabilités scientifiques et administratives

122 • Nous espérons avoir pu démontrer non seulement le bien fondé d'un tel programme, mais surtout ses aspects novateurs par la technologie, ses impacts socio-économiques et par l'évolution de la science en général. L'introduction de l'université, dans la coordination des actions et des initiatives illustre bien l'éthymologie même de cette vieille institution toujours moderne et surtout UNIVERSELLE.

123 • Certains trouveront élevés la place et les capitaux qui seront dévolus aux universités et aux laboratoires, mais il est impossible de procéder à des innovations scientifiques avec des impacts socio-économiques sans mettre l'emphasis sur la formation des responsables qui présideront à ces changements. Dans la première partie de ce programme, c'est-à-dire les cinq premières années, nous proposons que les Universités impliquées jouent exactement ce rôle en formant des scientifiques au plus haut niveau dans plusieurs domaines connexes depuis les sciences fondamentales comme la chimie, la physique, allant vers des sciences plus techniques et la technologie des BRF elle-même.

Un comité scientifique d'orientation et d'évaluation (CSOE)

124 • Nous proposons la création d'un comité scientifique chargé de proposer, confronter et diriger l'évolution des programmes avec la possibilité de voyager et de s'adjoindre des membres. Il serait composé de représentants des deux universités mères (Laval et McGill), d'un représentant du CRDI et un représentant de l'ACDI.

Des représentants des Ministères de l'Agriculture et du Service Canadien des Forêts devraient également être invités à siéger. Nous suggérons fortement que des sièges soient octroyés à des représentants de la FAO, de l'ICRAF, de la Banque Mondiale et de l'UNESCO. Un tel comité devrait avoir un budget annuel de 100 000.00\$ couvrant les frais de recherche, personnel clérical, honoraires et déplacements.

125 • Nous proposons qu'il tienne au minimum une session annuelle de préférence au Canada, mais au besoin dans les pays impliqués et subventionnés par le Canada. Un rapport annuel serait fait à l'ACDI et au CRDI avec des copies adressées au Secrétaire Général de l'ONU, au président de l'UNESCO et du TSBF, celui de la Banque Mondiale pour le Développement, de l'ICRAF (Nairobi) et aux présidents des principaux pays africains. Nous suggérons qu'il soit disponible en français, en anglais, en espagnol et en russe.

Une stratégie de diffusion et de croissance

126 • Dans les faits, nous proposons une stratégie inverse à celle qui a présidé au réseau AFNETA. Ce réseau a été conçu pour embrasser un grand nombre d'institutions de qualité et de niveaux variables rassemblées sous une bannière qui fut celle de l'ITTA d'Ibadan, Nigeria. Nous proposons un nombre très restreint de pays, bien financés avec une technologie bien identifiée et universelle, dans le but avoué de la diffuser par le biais des sciences sociales et d'en mesurer les impacts à tous les niveaux.

127 • Les résultats (positifs et négatifs) seraient immédiatement acheminés vers les grandes institutions internationales pour alimenter un véritable débat de fond sur le développement de la foresterie et de l'agriculture, non seulement dans les pays tempérés mais également dans les pays tropicaux. Ceci contribuerait sans aucun doute à la notoriété du Canada dans le développement international et ce, à juste titre.

L'administration financière

128 • Nous proposons que l'administration financière de ce programme soit entièrement confiée à l'Université Laval, tant pour le Canada que l'Afrique à un coût à être négocié et que la Faculté de Foresterie et de Géomatique en ait la responsabilité directe.

VX - La diffusion de la connaissance

Une hiérarchisation

129 • Il est évident que ce programme est ambitieux et qu'il va générer de très nombreuses connaissances nouvelles. Il faut nous assurer que la diffusion des résultats se fera d'une manière dynamique et efficace. Nous pourrions alors mieux évaluer les impacts, la valeur et la perception de cette technologie des BRF en regard des particularités sociales, économiques et scientifiques. Des budgets seront nécessaires car les nouvelles idées ou techniques doivent faire la preuve de leur valeur avant d'être canalisées dans le grand débat médiatique de la société.

130 • Le premier niveau de diffusion de la connaissance nouvelle sera celui de l'université. Par tradition, cette vieille institution, jalouse de ses prérogatives, a supporté bien des invectives et des privations tout au long des siècles. En Afrique, elle est souvent perçue comme une intruse et un outil au service des États. Bien que les universités d'Afrique sub-saharienne aient une tradition relativement jeune, elles sont maintenant en mesure de jouer un rôle important.

L'extension de l'université et la culture orale

131 • La troisième fonction de l'Université qui est celle de l'*extension* i.e. la construction de relations suivies et organiques entre les universités et les populations.

132 • Nous proposons que l'*extension* universitaire devienne le canal privilégié dans la transmission de la connaissance entre l'université et les partenaires-paysans. Ces échanges constants faciliteront les contacts paysans-université et université-paysans. Une approche fondée sur la diffusion des connaissances techniques, en s'appuyant sur les outils de la tradition orale, s'avère la meilleure garantie pour promouvoir de nouvelles valeurs compatibles avec des connaissances ancestrales.

La télévision

133 • L'histoire de la télévision dans les pays occidentaux est en partie analogue à celle qui prend forme dans les pays africains. Ce fut un miroir puis un outil d'analyse de la culture locale ou nationale. Après avoir développé un univers de communication, il reste à lui donner un contenu satisfaisant

134 • La fiction et les sports envahissent maintenant la télévision africaine sans que la culture y ait fait sa place comme miroir d'un monde toujours présent. Il y a un

créneau stratégique qu'il faudra utiliser pour introduire la technologie des BRF dans les cultures locales et pour montrer l'importance de la ressource. **Ce créneau doit faire une large place à la technique de la fragmentation ou du broyage et à la ressource BRF ainsi que de la forêt.** Nous proposons qu'une somme de 125 000.00\$ US soit réservée à ce poste. Elle devra, en toute priorité, être destinée aux réseaux de télévision africains francophones, mais également anglophones avec traduction. Ces derniers seraient à même de bénéficier de l'expertise développée et de progresser plus rapidement par la suite. Il est peut-être souhaitable que d'autres langues soient utilisées comme l'arabe, le swahili, etc., (notre expertise est limitée dans ce domaine). La télévision canadienne pourrait être appelée à juger de l'efficacité des politiques de l'ACDI et du CRDI sous une forme analytique, non pas descriptive comme c'est le cas le plus souvent, en situant le tout dans les contextes africains et canadiens. Voilà un lien nord-sud des plus évidents et des plus réalistes

Un soutien académique à la communication verbale

135 • L'utilisation de l'écrit, comme organe de diffusion de base, nous semble discutable, sauf au niveau technique et local. Nous favorisons de petits bulletins de liaison comme il en existe certains, financés par la FAO. Cependant, ces publications sont techniques et mieux adaptées aux milieux urbains que ruraux .

136 • Toutefois, les **extensions universitaires** pourraient prendre un certain relais en traduisant l'oral en écrit et inversement les écrits en oral et prendre en charge la diffusion de bulletins de liaison et contribuer à consolider des mouvements nationaux par la suite. Une attention et une surveillance de tous les instants permettront d'éviter les pièges de la politique qui ne manqueront pas d'apparaître dans un champ aussi fertile.

Le lien entre les disciplines

137 • L'une des difficultés permanentes sera de maintenir le lien entre agronomie, foresterie et anthropologie car chaque discipline pourrait se replier sur elle-même, étant donné les difficultés d'échanger entre-elles. C'est la qualité des leaders qui fera **différence**. Cette difficulté est le propre de toute innovation collective et en même temps, le ferment de la dynamique. Les activités de terrain doivent être la plaque tournante de la recherche-développement pour assurer la cohésion des disciplines et la pérennité de l'impact de ce programme

138 • Cette diversité entre les disciplines et les professions va exiger des consensus et des activités communes. Ainsi la technologie des BRF devra s'inscrire dans les préoccupations de la profession agronomique, tout comme dans celle des forestiers, tant au niveau de la recherche-développement que des impacts techniques et économiques propres à ces professions. Du côté des sciences sociales, il en ira de

même dans l'appréciation des impacts sociaux, économiques et culturels. Un financement devra être disponible: soit une somme de 75 000.00\$ US sur une période de 5 ans.

Séminaires, colloques et symposiums nationaux

139 • Nous revenons à la tradition africaine de la parole, mais cette fois en regard des discussions et des publications. Une implication financière sera nécessaire pour faciliter des initiatives locales ou nationales à partir de préoccupations sociales, économiques, agronomiques ou forestières. Une somme de 200 000.00\$ US sera inscrite à ce chapitre dans les contextes nationaux.

La diffusion scientifique internationale

140 • En plus des communications dans les pays africains ciblés, il faut rejoindre les milieux scientifiques internationaux, toujours critiques par rapport à de nouvelles idées sur de «**vieilles choses**» que sont l'agriculture et la foresterie. L'expérience cumulée au cours de la dernière décennie dans divers pays (France, Belgique, Portugal, Italie, Allemagne, Kenya...) nous a mis au "parfum" de cette réalité. Il faut donc refaire sans cesse la démonstration scientifique, publier les détails et les résultats et nous soumettre constamment à la critique de nos collègues.

141 • On constate un désarroi réel chez les grandes institutions internationales face aux conditions économiques et sociales qui se dégradent de plus en plus. Nous estimons que ces grandes institutions ne réussissent pas à innover car elles subissent toutes les contraintes possibles et imaginables dans ce monde de contradictions et de paradoxes qui est le nôtre

142 • Nous proposons qu'une somme de 100 000.00\$ US soit disponible pour favoriser la participation des chercheurs canadiens et africains impliqués dans le programme des BRF à tous les événements scientifiques internationaux propres à faire connaître la technologie, ses résultats et son potentiel dans différents domaines. Une contribution de l'anthropologie est essentielle et elle doit être associée à celles des sciences agronomiques et forestières.

143 • Toutes ces activités devraient être connues et être approuvées par le comité d'orientation et **faire l'objet de rapports annuels d'une évaluation et de publications internes ou locales.** Nous appliquons ici la même philosophie suggérée pour le fonctionnement de l'extension universitaire.

Des idées à faire circuler dans l'appareil d'État Canadien

144 • Nous sommes convaincus d'avoir démontré l'importance de la ressource BRF, le potentiel de cette technologie, partout dans le monde et ses effets positifs en matière d'environnement. Nous croyons que le gouvernement canadien, dans ses relations nord-sud, sa lutte à la désertification, à la pauvreté et ses efforts pour améliorer l'environnement, ne peut ignorer le rôle des BRF et de la forêt dans le rétablissement de la fertilité des sols forestiers et agricoles.

145 • À l'exemple de la contribution exceptionnelle du Canada dans le dossier des mines anti-personnelles et ses conséquences sur la vie et la paix, on peut souhaiter un engagement ferme de l'État canadien en faveur de la technologie des BRF, car ce serait une contribution additionnelle à l'amélioration de la qualité de vie des pays en voie de développement.

146 • Une action positive de l'État devrait s'étendre aux provinces canadiennes, ainsi qu'aux grandes entreprises forestières et agricoles, pour faciliter le virage biotechnologique et partant attirer des investissements importants.

oo

Glossaire

aggradation: néologisme indiquant l'évolution d'un processus par enrichissement, l'inverse de la dégradation.

agrégats (stables à l'eau): ensemble de particules reliées les unes aux autres par un ciment d'origine biologique, agissant comme élément structural du sol, refuge microbiologique et nourriture pour la microfaune.

agriculturisation (de la forêt): ensemble de techniques développées par l'agriculture à courte révolution et utilisée pour la sylviculture à longue révolution.

agroforesterie: techniques de production agricoles sous couvert forestier mais également sur des sols agricoles modifiés par les BRF.

anthropologie: science qui étudie l'Homme, ses institutions et ses techniques dans diverses sociétés, africaines en fonction des us et coutumes sociales et ethniques,

BRF: Bois Raméal Fragmenté. Bois de rameaux riche en nutriments dont le diamètre est inférieur à 7 cm et caractérisé par une lignine jeune, peu polymérisée, associée directement à des systèmes biochimiques d'une grande complexité, une transition vers le bois caulinaire (tronc).

broyage: techniques qui permettent, à l'aide d'un broyeur à marteaux de réduire le bois en particules en le défibrant, permettant ainsi une meilleure attaque microbienne.

centre agroforestier: parcelles de terre délimitées dans lesquelles se feront différents types d'essais par rapport à la technologie des BRF.

climacique: adjectif permettant de caractériser tous les phénomènes dérivant du climax qui est la structure écologique la plus stable et capable d'assurer son renouvellement en fonction des contraintes locales de climat et de géomorphologie.

comité scientifique (orientation et évaluation) CSOE: comité chapeautant l'ensemble du programme et qui verra à mener les expériences nationales, surveiller et orienter les dépenses en fonction des besoins, recevoir les rapports sectoriels et annuels ainsi que transmettre aux autorités nationales les résultats obtenus.

dégradation (des sols): ensemble de phénomènes de ruptures d'équilibres menant à des pertes de fertilité et de productivité et exigeant des interventions artificielles de plus en plus coûteuses.

dépolymérisation: phénomène propre à la chimie organique par lequel des molécules complexes se scindent en leurs éléments de base.

désertification: ensemble des actions de l'homme et de la nature aboutissant à la formation d'ensembles biologiques figés par certains facteurs limites, dont l'eau est le plus important.

écosystème: système biologique permettant à des êtres de différents niveaux de vivre en harmonie selon des cycles plus ou moins rapprochés.

ententes-cadre: ententes inter-universitaires permettant d'inscrire les changements apportés par la technologie des BRF dans les institutions mêmes et d'en assurer la diffusion académique

épigé: qui signifie au-dessus et s'applique aux écosystème de plantes autotrophes comme la forêt.

extension (universitaire): une fonction de l'université qui consiste à se doter d'une structure active pour faire passer le savoir universitaire vers les institutions civiles, les entreprises, les producteurs, et les paysans, et assurer un retour vers l'université de l'information pour maintenir à jour l'enseignement universitaire scientifique, technique et socio-économique.

forestérisation: ensemble de caractères propres à la forêt, comme la stabilité, la fertilité, etc donnant naissance à des techniques autres que celles développées dans une optique agricole.

hypogé: qui signifie en-dessous ; particulier aux écosystèmes à l'intérieur du sol.

jachère: période durant laquelle aucune intervention culturale ou autre n'est faite avec souvent une séquence arborée. Caractère propre à l'agriculture africaine.

partenaires-paysans: personnes ou groupes de personnes associés à l'extension universitaire dans le but de tester et mettre en valeur la technologie des BRF dans leurs milieux et selon leurs traditions culturelles.

pédogénèse: ensemble de processus d'origine naturelle permettant la constitution d'un sol et d'en maintenir les caractéristiques à l'intérieur d'une certaine dynamique. Ceci permet la régie des nutriments nécessaires à la croissance des plantes et au maintien des équilibres biologiques hypogés et épigés.

polyphénols: ensemble de composés dérivés du phénol et formés de noyaux benzéniques.

recherche-développement: action de chercher à améliorer le développement dans le cadre de la technologie des BRF. Ceci s'applique à l'anthropologie, la foresterie et l'agriculture dans les contextes nationaux.

technologie (transfert de la): ensemble de moyens scientifiques et techniques visant à transmettre et adapter la technologie des BRF.

tellurienne: propre au sol.

tropiques (chaînes): terme par lequel on désigne l'ensemble des plantes et des animaux qui participent à la transformation des tissus végétaux et au transfert des nutriments et de l'énergie du sol vers les plantes.

ACRONYMES

ACDI: Agence canadienne pour le développement international (Canada)

AFNETA: African Network of Tropical Agriculture (Afrique)

BRF: Bois raméal fragmenté

C/N: carbone sur azote indiquant la proportion de sucres par rapport aux protéines

CEC: capacité d'échange cationique

CSOE: Comité scientifique d'orientation et d'évaluation

CRDI: Centre de recherche en développement international (Canada)

CTL: Conservation des terroirs du littoral (Sénégal)

[illegible]

Publication n° 99
décembre 1998

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

courriel: gilles.lemieux@sbf.for.ulaval.ca
FAX (418) 656-5262
tel (418) 656-2131 poste 2837
ISBN: 2-921728-46-X