

UNIVERSITÉ LAVAL

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

Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux

SOUS LA COMMANDITE DU Centre de Recherche en Développement
International, CRDI,
OTTAWA, CANADA

Symposium sur la fertilité des sols africains
ICRAF, Nairobi, Kenya
3-6- juin 1997

**Rapport de mission à l'ICRAF.
«L'approche des organisations non
gouvernementales (ONG): une perspective
sur le rétablissement de la fertilité des sols en
Afrique et au Moyen-Orient»**

par le
Professeur Gilles Lemieux

juin 1997

Publication n° 105

Deuxième édition
novembre 2003

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

AVANT-PROPOS

Cet atelier avant tout destiné à sensibiliser les ONG oeuvrant en Afrique aux problèmes de fertilité des sols a été, dans les faits, une large discussion sur l'augmentation des rendements en maïs basés sur la disponibilité de l'azote comme le montre toute la littérature agronomique des 40 dernières années

Bien qu'on ait voulu mettre l'emphase sur la fertilité, l'autre débat s'est en bonne partie cristallisé sur les problèmes identifiés par les agronomes sur le phosphore disponible et celui qui devrait être ajouté par voie minérale et chimique.

La nouveauté a été les essais faits sur les BRF (non identifiés sous ce vocable) de *Tithonia diversifolia* et de diverses autres essences, mais uniquement touchant l'apport de nutriments à disponibles à court terme. Ainsi les buts fondamentaux de cet atelier n'ont pas été atteints bien que des progrès ont été sensibles dans la reconnaissance de la qualité des BRF. À la lecture des différents travaux, exposés et posters, rien ne laisse penser que l'intérêt se porte sur la reconstitution ou la modification des paramètres biologiques responsables de la fertilité, de la fixation du carbone, de la structuration des sols, etc.

Tout reste à faire et à démontrer de notre part sur ces possibilités qu'offrent les BRF dans le contrôle de la structuration à long terme des sols, la régie de leur fertilité et de l'économie de l'eau.

J'ai remarqué dans plusieurs publications et à la suite de certains exposés que les polyphénols, la lignine et l'énergie dans la vie du sol sont incompris, mais il semble qu'un intérêt se dessine. À nous de relever le défi!

La visite que je fis dans la région du la Victoria près de Kisumu fut une éloquente démonstration sur le terrain des propos échangés lors des ateliers où les invités des différentes régions d'Afrique ne semblaient pas savoir ce qu'ils faisaient autour des tables autours desquelles j'ai participé.

Professeur Gilles Lemieux
août 1997

RAPPORT DE MISSION À L'ICRAF: L'APPROCHE DES ORGANISATIONS NON GOUVERNEMENTALES (ONG); UNE PERSPECTIVE SUR LE RÉTABLISSEMENT DE LA FERTILITÉ DES SOLS EN AFRIQUE ET AU MOYEN-ORIENT (3-9 juin 1997)

Professeur Gilles Lemieux¹

Mandat du CRDI: *Participation à l'atelier de l'ICRAF portant sur la dégradation des sols en Afrique et au Moyen-Orient.*

Dans les jours qui ont précédé mon départ pour Nairobi, voici les termes du mandat que m'a confié le CRDI de la part du Dr Don Peden responsable pour l'Afrique, qui lui-même a passé quelques années à l'ICRAF de Nairobi.

BUTS

Identifier les moyens pour arrêter et renverser la dégradation des sols en Afrique et au Moyen-Orient.

Cet événement mettra en présence des ONG (Organisations non-gouvernementales) ainsi que des donateurs pour évaluer le degré de dégradation de la fertilité dans les différentes zones agro-écologiques africaines.

La technologie des BRF pourrait avoir un impact intéressant associée à d'autres technologies à la fois bio-physiques et socio-économiques de l'aménagement du sol.

¹Département des Sciences du Bois et de la Forêt, Faculté de Foresterie et de Géodésie, Université Laval, Québec G1K 7P4, Canada

Il est important que les BRF soient considérés comme une alternative nécessitant une évaluation dans le but de renverser la dégradation des sols. Il faut également encourager la participation des Canadiens dans ce projet global.

objectifs

- a) Participer à l'atelier international touchant les différentes approches pour combattre la dégradation de la fertilité des sols en Afrique
- b) Assister le CRDI dans la préparation d'une stratégie de recherche pour arrêter et renverser la dégradation des sols en Afrique et au Moyen-Orient
- c) Consulter les collègues européens sur les problèmes bio-physiques et sur les mécanismes qui assureront l'augmentation des productions agricoles par les BRF.
- d) Dans les deux semaines qui suivront le retour au Canada, un rapport devra être présenté au CRDI en résumant les points de vue des participants, les recommandations de l'atelier. L'emphase sera mise sur le rôle que le Canada peut jouer, ainsi que l'Université Laval, pour trouver une solution à la dégradation des sols en Afrique et au Moyen-Orient. Il faudra identifier les partenaires nationaux et internationaux potentiels pouvant collaborer avec Laval dans l'évaluation et l'adoption de la technologie des BRF.

INTRODUCTION

Grâce à l'appui du CRDI et particulièrement avec l'aide du D^r Don Peden, responsable pour l'Afrique auprès de cet organisme, j'ai eu le privilège de participer activement à cet atelier tout en visitant les laboratoires de l'ICRAF et ses sites expérimentaux.

**Atelier sur le développement de stratégies nationales sur la recapitalisation de la
fertilité des sols en Afrique
sub-saharienne (Lomé 22-25 avril 1997)**

Il faut cependant reconnaître que cet atelier est la suite logique de la réunion de Lomé (Togo) financée par le *Netherlands Environmental Trust Fund*, l'*International Fertilizer Development Center (IFDC)*, ainsi que la *Banque Mondiale pour le Développement*. Cet atelier était la résultante d'une série de rencontres et de discussions entre les Agences Nationales, Internationales et multilatérales, auxquelles se sont joints les organismes de recherche, les organisations non gouvernementales (ONG) ainsi que des représentants du secteur privé. On peut avoir une idée des thèmes développés dans cette perspective en prenant note des exposés qui y ont été présentés².

Une lecture attentive de ce rapport montre que tous les thèmes discutés ne font appel à aucune innovation, réflexions ou recherches fondamentales. C'est la somme des thèmes connus basés sur la fertilité chimique dans des contextes «écologiques», «agrotechniques», «économiques», «sociologiques», «politiques» avec des objectifs aux niveaux nationaux et internationaux.

J'ai été personnellement invité à participer à cet atelier de Lomé par la Banque Mondiale pour le Développement, mais des contraintes budgétaires et malentendus administratifs ont fait que les fonds nécessaires à ce déplacement m'ont été donnés trop tardivement. Je le regrette, mais il me faut constater que le contexte n'aurait pas été propice au développement de nouvelles idées comme l'a été la conférence e Nairobi.

Il est remarquable de constater que l'approche «écologique» a été de loin la plus négligée et n'a fait l'objet d'aucune analyse alors que c'est à ce niveau que se présentent les difficultés que nous aurons l'occasion de discuter plus loin dans ce rapport. L'emphase semble avoir été mise sur la disponibilité du phosphore dont plusieurs pays peuvent disposer dans leur patrimoine minier. Ceci traduit fidèlement la base de discussion à la réunion du Club du Sahel à Point-au-Pic en 1995, alors que la représentante de la Banque Mondiale venait faire l'apologie de cette ressource fondamentale et où le ministre

²**Breman, Henk (IFDC Africa)** «Building Soil Fertility in Africa: Constraints and Perspective»
Bikienga, Martin, I. (Ministère de l'Agriculture, Burkina Faso) «Case Study on the Strategy for the Large Scale Use of Burkina Faso Phosphate»
O'Connell, Paul (Banque Mondiale) «Sustainable Soil Fertility Management»
Poullisse, Jan (FAO-AGLN) «The Soil Fertility Initiative for Sub-Saharan Africa: a joint Search for Solution».
Rosseau, Pierre (Banque Mondiale) «Synthesis of Phosphate Rock Case Studies»

sénégalais de l'Agriculture, M. Robert Sagna était venu défendre ce point de vue à la suite de mon exposé. Il semble bien que de nombreux pays africains aient des ressources importantes en phosphates qu'ils aimeraient mettre en valeur pour des fins agricoles.

Un résumé de l'atelier de l'ICRAF

Il serait présomptueux de vouloir faire un résumé exhaustif de tous les propos tenus durant cette semaine, mais il m'est apparu relativement clair qu'une autre avenue se dessinait sans qu'elle fut définie avec netteté. Bien que beaucoup de propos furent tenus sur l'importance de la recapitalisation des sols en phosphore, les propos du **D^r Mike Swift**³ ainsi que ceux de **Swift, Mafongoya, P. & Ramakrishnan, P.S.**⁴ portés sur la biodiversité et principalement sur l'apport d'azote aux cultures de maïs en utilisant des BRP de *Tithonia diversifolia* ainsi que de *Senna siamea* (*Cassia siamea*). Pour sa part le **D^r Miguel Altieri**⁵ a fait une démonstration magistrale de l'importance et de la diversité de la biologie du sol lors de son exposé du 9 juin. Ainsi, j'estime que le D^r Swift et le D^r Altieri ont très bien délimité notre champ d'action.

Dès l'ouverture de son exposé, le D^r Swift² a mentionné que l'énergie était la clé du problème et que les lignines et les polyphénols en étaient la cause et l'effet. Le D^r Altieri, de façon plus explicite et plus complexe, a montré que la «matière organique» était la base de la fertilité à travers les chaînes trophiques.

Toutefois, bien qu'implicite, la distinction entre la recapitalisation chimique et la dynamique de la biologie n'a pas été faite dans l'initiation et le maintien de la fertilité. Beaucoup pensent encore que d'augmenter les réserves en phosphore du sol apporterait la

³Swift, M. (1997) «Biological management of soil fertility: an integrated approach to soil nutrient replenishment». 29 pages

⁴Swift, M.J. Mafongoya, P. & Ramakrishnan, P.S. (1997) «Soil Biodiversity: An essential Foundation for Sustainable Soil Fertility» Proceeding of the second International Crop Science Congress, 11 pages.

⁵Altieri, M. (1997) «NGO approaches to soil fertility replenishment in Latin America» More food, less poor, better managed resources: Perspectives and questions for and from NGOs regarding the renewal of global agricultural research system 12 pages.

Non governmentak committe for the consultative group on international agricultural research (CGIAR NGO Committee, 5 pages.

Goldstein, M. (1997) Soils in West Africa: Issues and options for fertility maintenance, 18 pages,

solution aux pauvres performances des sols africains. Je n'ai lu ni entendu aucun propos qui porteraient sur la pédogénèse et les mécanismes de gestion des nutriments. Les quelques discussions que j'ai eues avec des participants ont montré que cette avenue leur était tout à fait étrangère et toute allusion à la naissance de ces mécanismes en milieu forestier plus insolite encore. Il y a un bon bout de chemin à parcourir, mais cet atelier de Nairobi est sans doute la plus importante des étapes qui vient d'être franchie dans la diffusion des concepts, idées et mécanismes des 10 dernières années.

Comme le démontre une analyse de la bibliographie qui fera partie d'un second chapitre de ce rapport, bien que tous cherchent une fertilité, seuls les augmentations de rendements ont fait l'objet d'attentions certaines basées sur la disponibilité de l'azote et du phosphore. Dans la réalité, ceci représente les préoccupations de l'agriculture canadienne dans les années 50 et au début des années 60. Il m'a semblé que tout était à faire sur la connaissance de mécanismes biologiques et en particulier des mécanismes enzymatiques de transfert intimement liés à la biologie et à la biochimie.

En résumé, si la voie à suivre semble se dessiner avec de plus en plus de clarté, on a fait appel surtout aux mécanismes chimiques et physico-chimiques de mise en disponibilité des nutriments. Cette fois ce sera en identifiant le rôle important, mais encore nébuleux, de la biologie et surtout de l'énergie nécessaire pour structurer le sol par la voie des polyphénols eux-mêmes issus de la dépolymérisation de la lignine, sur lesquels il faudra tabler.

De nombreuses conversations avec des participants m'ont suggéré que peu ont les connaissances minimales pour montrer de l'intérêt dans ces aspects fondamentaux. En cela, je ne fais que constater et renforcer mes observations et convictions sur d'autres scènes nationales ou internationales. C'est ici que les choses sont le plus difficile à faire évoluer. J'ai été à même de constater que le concept de base de la pédogénèse est absent des esprits et des préoccupations, et encore moins sur les mécanismes pédogénétiques issus de l'évolution en milieu forestier.

PERSONNES RENCONTRÉES

Les personnes que nous avons rencontrées et avec lesquelles j'ai eu quelques discussions l'ont été le plus souvent grâce à la connaissance du milieu qu'à Don Peden mais également à la suite de mon passage en 1996. Toutes, sans exception, se sont montrées surprises des propos que je leur tenais sur l'approche pédogénétique de la question de la fertilité des sols dont voici la liste:

Gehrke, Wolfgang Amadeus
Hydro Agri International
35, rue du Pont
92200 Neuilly-sur-Seine
France

Albrecht, Alain
ORSTOM (LCSC)
B.P. 5045
34032 Montpellier
CEDEX 1
France

Altieri, Miguel, A.
University of California
201 Wellman-3112
Berkeley
California 94720-3112
USA

Feller, Christian
ORSTOM (LCSC)
34032 Montpellier
CEDEX 1
France

Nabhan, Hassan
Soil Management, AGLS-AGL
FAO
Via delle Terme di Caracalla
00100 Roma
Italia

Roy, Rabindra
Integrated Plant Nutrition Systems
Fertilizer and Plant Nutrition Service
Land and Water Development Division AGLF
FAO
Viale delle Terme di Caracalla
00100 Roma
ITALIA

Navarro, Luis, A.
International Development Research Center
P.O. Box 62084
Nairobi
Kenya

Jama, Bashir
Maseno
Western Kenya
Kenya

Rakotoarisoa, Benjamin
CARE/Madagascar
B.P. 1677
Antananarivo
Madagascar

Van Duivenbooden, Niek
Land Use Systems
B.P. 12404
Niamey
Niger

Kasolo, W.K.
Nyabyeya Forestry College
P.O Box Private Bag
Masindi
Uganda

Ong, Chin K.
International Centre for Research in Agroforestry
Gigiri
P.O. Box 30677
Nairobi
Kenya

Ouattara, Moumouni
ENDA/ISANE
ENDA
B.P. 3370
54, rue Carnot, DAI
Dakar
Sénégal

Coe, R.
International Centre for Research in Agroforestry
Gigiri
P.O. Box 30677
Nairobi
Kenya

Smithson, J.
International Centre for Research in Agroforestry
Gigiri
P.O. Box 30677
Nairobi
Kenya

Woomer, P.L.,
ICRAF
Nairobi,
Kenya

Sanchez, P.A.
ICRAF
Nairobi
Kenya

Swift, Mike, J.
Tropical Soil Biology & Fertility Programme
UNESCO-ROSTA
UN Complex, Gigiri
Block B, Room. 130
P.O. Box 30592

IMPRESSION GÉNÉRALE

Après avoir assisté à tous les exposés, participé aux ateliers spécifiques et fait la tournée des expériences sur le terrain de Masseno et Machako, je retiens de cette expérience

exceptionnelle que tous les efforts possibles sont mis sur l'augmentation des rendements du maïs.

Bien que le but de cette conférence fut la recapitalisation de la fertilité des sols, cet aspect de la question n'a été touché que par ceux qui ont une vision de l'importance du phosphore et du maintien et de la gestion de l'azote disponible. Un examen de la bibliographie montre que le problème du phosphore est à l'ordre du jour depuis de nombreuses années, en particulier de la part de la Banque Mondiale. Je ne puis cacher mon étonnement de constater que personne ne fait allusion aux faibles disponibilités du phosphore en milieu forestier, sans que celui-ci ne soit déficitaire. Je constate également qu'il y a plusieurs pays qui font connaître leurs disponibilités en dépôts miniers de phosphates pour exportation.

Je reste sur la position que j'ai émise en 1996 et réitérée en 1997, que toute la question des sols africains doit être regardée et évaluée à partir des mécanismes naturels et fondamentaux de la pédogénèse initiée sous le couvert de la forêt durant des millions d'années. Toutes les discussions portant sur uniquement sur les nutriments chimiques ne pouvant aboutir qu'à des culs-de-sac. Il est évident que toutes les propositions à ce jour ne regardent que ces aspects qui sont familiers à l'agriculture des pays de climat tempéré.

Bien qu'encore difficile, je pense que le terrain se prépare pour une entrée de la pédogénèse sur la scène scientifique et technologique. Les propos du D^r Mike Swift et du D^r Miguel Altieri laissent le champ libre à une expérimentation spécifique à partir des BRF. Les expériences avec *Tithonia diversifolia* et *Senna siamea* permettent de poser le problème, non plus uniquement en termes de disponibilité de nutriments, mais surtout de mécanismes biologiques responsables de la structure des sols, de l'état des chaînes trophiques et de la gestion des nutriments chimiques et biochimiques.

UNE PROPOSITION D'ACTION DE RECHERCHE EN AFRIQUE

En 1995, avec mon collègue Lachance⁶, nous faisons une proposition au CRDI portant sur une recherche extensive dans le réseau AFNTA. Bien que ce texte ne soit pas aussi pertinent avec la disparition de ce réseau, je pense qu'il y a là matière à réflexion. Toutefois, le réseau de recherche toujours nécessaire et primordial doit être repensé dans sa répartition géographique et dans ses buts.

Comme il nous apparaît maintenant évident que les besoins alimentaires africains sont énormes et pressants et que l'approche dont la Banque Mondiale se fait l'écho, je suis plus persuadé que jamais qu'il y a une place et un besoin pour la technologie dont le Canada devrait se faire l'ardent promoteur. En voulant rétablir une fertilité qui n'a sans doute jamais existée comme telle au sens où nous l'entendons en climat tempéré, il y a beaucoup d'attente mais peu de réflexion et des technologies qui me semblent peu adaptées à des conditions aussi difficiles que disparates.

Je propose donc que nous attaquions la question par le biais de la pédogénèse, elle-même développée en milieu forestier durant plusieurs millions d'années. Ceci représentera une «déviation» importante par rapport aux voies empruntées jusqu'ici dans la question de la dégradation et la perte de fertilité des sols. Une fois de plus je tiens à souligner que cette approche est universelle et vaut aussi bien pour les milieux tropicaux que tempérés, d'où l'importance d'impliquer les institutions canadiennes qui devraient prendre la tête dans ce domaine.

Les implications seront très nombreuses. Elles toucheront les aspects **scientifiques, technologiques, sociologiques, industriels et commerciaux**. Tous les aspects de la fertilité et du redressement des sols tiennent à la reconstitution des structures physiques et biochimiques alors que jusqu'à tout récemment, nous n'y voyions que des questions chimiques, physico-chimiques et physiques. Le chemin à parcourir sera long et difficile mais ne sera pas dépourvu de récompenses et de profits à la longue. Comme ce fut le cas durant de nombreuses décennies, où le Canada a été une des figures de proue

⁶Lemieux, G. & Lachance, L. (1995) «Essai d'utilisation du bois raméal fragmenté (BRF) pour la régénération des sols dans les cultures en couloir en milieu africain» 16 pages, Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux, Université Laval

dominantes dans le champ de l'aide aux pays en voie de développement, cette initiative de sa part, touchant un des problèmes les plus cruciaux de cette fin de siècle, serait un juste retour des choses, très certainement attendu de très nombreux pays depuis l'orient jusqu'à l'occident.

Je propose que nous nous attaquions au problème de la fertilité et de sa pérennité en mettant de l'avant la nécessité d'un turnover biologique continu dans les sols en exploitation agricole et forestière. Très souvent les sols tropicaux possèdent une structure dont la base est l'argile mais de pauvre qualité dont la kaolinite semble le plus souvent la raison. Il faudra donc s'attaquer à la promotion d'*une fertilité qui n'a probablement jamais existée comme nous la voulons sous le couvert forestier* et dont nous devons susciter l'existence par des techniques qui n'ont pas encore été éprouvées. L'introduction de nouvelles substances polyphénoliques à partir de la dépolymérisation de la lignine devrait être la base de cette pérennité relative.

J'attire l'attention ici sur le fait que toutes les expériences dont il a été fait mention durant cet atelier, de même que celles que nous avons été à même de voir à Masseno, dans le Kenya de l'ouest, sont basées sur une fertilité immédiate dans les BRF de *Tithonia diversifolia* et sont l'expression par la relaxation immédiate de N et de P. C'est le remplacement des fertilisants chimiques dans une optique de diminution des intrants et une augmentation des rendements en maïs. C'est une piste qui ressemble à celle des fumiers ou des composts mais qui n'ont aucune vraisemblance à l'échelle des problèmes africains, voire américaine ou européenne si ce n'est qu'à l'échelle des potagers.

L'APPROCHE SCIENTIFIQUE : UN RÉSEAU DE RECHERCHE À LONG TERME

Étant persuadé plus que jamais que la base et la clé de tout cet imbroglio repose sur la restructuration physique, biochimique et biologique à partir des mécanismes qui ont évolué sous la régie de la forêt, je propose deux approches à la fois différentes et compatibles, dérivées de cette hypothèse, une agricole et une forestière.

Un réseau d'abord africain pour des besoins agricoles

Je me permets de suggérer fortement qu'un réseau de base comprenant de 4 à 6 pays soit envisagé comme possibilité à court et moyen terme. Il comprendrait les pays suivants:

Ouganda

*Nyayeya Forestry College
P.O. Box Private Bag
Masindi
Uganda
te. 256-0465-20370
FAX 256-0465-20370
Mr Wilson K. Kasolo*

Kenya

*ICRAF (Maseno)
Nairobi
Kenya
D^r Chin K. Ong et D^r R.J. Buresh et Bashir Jama*

Côte d'Ivoire

*Dr. Sylvestre A. Aman
Institut des Savanes (IDESSA)
Département des Cultures Vivrières
B.P. 633
Bouaké 01
CÔTE D'IVOIRE*

Sénégal

*M. Mamadou Amadou Seck
Département de Génie Chimique et de Biologie Appliquée
École Supérieure Polytechnique
Université Cheikh Anta Diop
BP 5085
Dakar-Fann
SÉNÉGAL*

*tel. (221) 24.13.88
FAX (221) 25.55.94*

et

M. Moumouni Ouattara
Coordinateur pour SANE-Afrique
ENDA/SANE
ENDA
B.P. 3370
54, rue Carnot, DAI
Dakar
Sénégal
tel. 221.22.55.65
FAX 221.22.26.95
E. mail: pronat@enda.sn

Deux autres pays pourraient également être envisagés comme la Zambie pour une étude comparative des phosphates naturels et Madagascar dans le cadre du Comité Jean Pain qui montre un grand dynamisme au niveau des BRF.

Les buts de l'expérimentation agricole.

- a) Comprendre les mécanismes dérivant de la dépolymérisation de la lignine et identifier les types présents des différentes essences testées
- b) Démontrer les effets à long terme sur la stabilité biologique et biochimique des sols en relation avec la productivité et les conditions phytosanitaires
- c) Tester différentes essences locales comme telles ou en mélange et certaines essences introduites ou largement disponibles
- d) Dans tous les dispositifs utiliser un mélange sapin baumier/épinette noire en provenance du Canada comme standard.
- e) Faire une étude attentive sur les contrôles phytosanitaires des différentes essences en fonction de la structuration biologique et biochimique du sol, non pas en fonction de la disponibilité des nutriments comme le veut la tendance actuelle.
- f) Appliquer les recommandation de Lemieux et Lachance (1995)⁶ d'une manière critique et constructive.
- g) Expliquer et prouver l'effet à long terme des BRF sur la fertilité en modifiant les paramètres des techniques dans l'optique d'une augmentation de la fertilité et de sa stabilité en fonction des conditions locales.

Les buts de l'expérimentation forestière

J'ai émis l'hypothèse à deux reprises (Lemieux [1996]⁷, Lemieux [1997]⁸), et toutes nos observations tendent à le confirmer, que la fertilité se trouve dans la partie aérienne des arbres et dans la partie inférieure représentée par la biomasse racinaire. Je propose donc que la fragmentation des rameaux soit appliquée dans la transformation de ce qui est convenu d'appeler les résidus de coupe pour susciter la remise en état du sol et l'installation spontanée d'essences de valeur commerciale plus grande que celle apparaissant dans les premiers stades après abattage de la forêt primitive.

Cela permettrait éventuellement de faire un lien entre la forêt et l'agriculture dans un support mutuel des gestionnaires. Cela me semble d'un intérêt fondamental et représente exactement le type de coopération qui manque dans tous les pays, aussi bien au Canada que dans les pays africains.

Je propose donc que le CRDI, responsable du réseau de forêts modèles dans le monde, suite à l'engagement du Canada lors de la conférence de Rio de Janeiro, mette de l'avant et favorise l'utilisation des BRF pour accentuer la régénération forestière, la réparation des dommages écologiques aux écosystèmes forestiers, se fasse le promoteur et le démonstrateur de l'effet des BRF. Les premières démonstrations auront pour effet de susciter la curiosité de l'industrie forestière et provoquer l'offre à l'industrie agricole des surplus qui, de tous temps, a brûlé ou laissé pourrir sur place, sans aucun apport aux sites, des millions de tonnes de bois raméal considéré comme déchets sans aucune valeur.

⁷Lemieux, G. (1996) «Cet univers caché qui nous nourrit: le sol vivant» CRDI et Université Laval, Québec, Canada, publication no. 59, 49 pages, ISBN 2-921728-15-X.

Lemieux, G. (1996) «The hidden world that feed us: the living soil» IDRC and Laval University, Québec, Canada, publication no. 59, 46 pages, ISBN 2-921728-17-6.

⁸Lemieux, G. (1997) « Les fondements pédogénétiques des écosystèmes forestiers: une approche de la métastabilité par la biologie tellurienne» Université Laval, Québec et Ministère des Forêts de la Colombie Britannique, Colombie Britannique, Canada publication no. 71, 73 pages, ISBN 2-92-17-28-25-7.

Lemieux, G. (1997) «Fundamentals of Forest Ecosystem Pedogenesis: An Approach to Metastability Through the Tellurian Biology» Laval University and Ministry of Forest of British Columbia, Canada Publication no. 72, 59 pages, ISBN 2-921728-24-9.

Je pense qu'il y a là un moyen d'introduire une technique, appuyée sur des bases scientifiques propres à la forêt, qui aura des effets sur toutes les chaînes de productions biologiques, sous tous les climats avec un impact à la fois environnemental et économique positif, dont le Canada sera fier d'avoir été le premier promoteur à l'échelle mondiale.

Toutefois, beaucoup de travail et de prospective reste à faire dans la configuration des sites expérimentaux, l'évaluation des paramètres à être testés et les implications financières à la fois du Canada et des autres partenaires du secteur privé.

La durée des expérimentations

Il est impérieux que les expériences se poursuivent durant une période minimale de 10 ans. Sous nos conditions de climat, il faut entre 3 et 6 années avant que les résultats apparaissent sous les conditions forestières, mais entre 1 et 2 années pour les expériences agricoles.

Si l'apport de fertilisants phosphatés semble la préoccupation quasi universelle des agronomes, à court terme, la reconstitution des chaînes trophiques et de l'énergie nécessaire commande une bien plus longue durée. Il y a nécessité absolue de prolonger sur quelques années ces expériences et je suis persuadé de l'appui éventuel de tous les chercheurs impliqués dans cette action. Il ne faut pas oublier que nous ferons ainsi œuvre de pionniers et que les critiques seront nombreuses, mais le plus souvent sans raisons profondes, sauf celles des coûts. Il est impossible d'expérimenter sur la création d'une fertilité réelle uniquement basée sur des expériences chimiques à court terme comme l'action actuelle. Si de telles assurances minimales ne peuvent être obtenues, il faut songer à nous retirer parce que notre action sera plus ou moins futile.

Les caractéristiques.

Bien qu'il soit trop tôt pour arrêter tous les paramètres expérimentaux mentionnés pour mémoire que l'utilisation de plusieurs essences doit porter sur leur disponibilité, les moyens de les cultiver pour des fins spécifiques ou leur grande disponibilité naturelle.

Pour des raisons pratiques et expérimentales, je suggère fortement que tous les sites choisis puissent utiliser au moins un mètre cube d'un mélange sapin-épinette noire comme référence. La principale raison est d'offrir un standard dont nous connaissons l'importance du contenu en lignine gâïacyle montrant une certaine résistance à la dépolymérisation rapide. Nous pensons qu'avec un apport énergétique local important, nous pourrions mesurer l'importance de la fixation du carbone sous des formes aromatiques avec des effets secondaire importants sur la rétention de l'azote et de l'eau.

Je pense aussi qu'il y a là un incitatif à l'industrie de s'intéresser de plus près à cette abondante ressource canadienne qui pourrait bénéficier d'un marché international considérable, tout au moins pour aider à renverser la vapeur de la dégradation dans plusieurs pays semi-arides. En plus, je reste persuadé que des BRF en provenance de pays tropicaux pourraient faire l'objet d'un commerce intensif pour des besoins particuliers de l'industrie agricole, maraîchère et horticole sous nos conditions de climat. Je discuterai de cet aspect des choses dans la second partie de mon rapport à la suite de ma visite auprès de Prof. Prigogine de l'Université Libre de Bruxelles.

L'APPROCHE TECHNOLOGIQUE : LA NÉCESSITÉ DE METTRE SUR PIED DES TECHNIQUES NOUVELLES

Il va de soi que cette approche nécessitera de nouvelles techniques à la fois de production, de récolte, de transport, de fragmentation et d'épandage. Un des premiers paramètres sera de vérifier les contenus en polyphénols et en extractibles des BRF produits et leur compatibilité avec les techniques agronomiques connues.

La production

Il est à prévoir que la production devra se faire d'une manière volontaire en utilisant des espaces considérées jusqu'ici comme stériles ou infertiles tout au moins. La vitesse de croissance, les contenus en tanins et en polyphénols devront faire l'objet de contrôles constants au début. Il peut y avoir des avantages à des contenus élevés mais dans

ce cas, il faudra procéder à des mélanges bien dosés pour permettre une culture avantageuse tout en augmentant la fertilité à long terme des sols

La récolte

Elle se fera selon des critères qui restent à définir en fonction des disponibilités de capitaux ou de main-d'oeuvre et selon la réaction des arbres utilisés dans des conditions climatiques connues. Il faudra de grands efforts pour faire la démonstration de l'utilité et des résultats obtenus sans procéder au brûlage des abatis et des résidus de récolte.

Dès la récolte, la fragmentation s'impose selon des dispositions qui restent à spécifier pour des raisons particulières ou générales. La récolte en période sèche pourra permettre le séchage des BRF pour une utilisation ultérieure ou pour l'exportation régionale ou internationale

Les machines à utiliser n'existent pas d'une manière efficace et sont toutes destinées, soit à la fragmentation des bois de tronc et donc mal adaptées et très onéreuses, ou encore de petites machines fragiles destinées aux petites propriétés et aux jardiniers.

Les questions techniques ancillaires

Toute la question technique de la fragmentation, du séchage, du transport, de l'épandage et de la commercialisation doit être regardée de près durant la période d'expérimentation s'étendant sur quelques années. Ces questions doivent être traitées au niveau local mais également au niveau régional, national et international pour faire partie de systèmes d'échanges organisés et lucratifs pour toutes les parties.

La question sociologique

Je suis plus convaincu que jamais que les sociétés africaines se sont développées dans des milieux forestiers avant d'envahir et de susciter la savane qui, associés à d'autres phénomènes naturels d'ordre climatique, a donné le faciès que nous connaissons à l'Afrique d'aujourd'hui.

Je propose que des efforts sérieux soient tentés pour rejoindre la tradition, la seule référence temporelle de ces populations, et de chercher à travers la mythologie, les croyances, les cultes et les traditions orales lointaines qui touchent les divinités du sol et de la forêt. Ce n'est pas à travers la technique qui porte des fruits dans l'avenir que nous devons essayer d'influencer les attitudes vis-à-vis la terre. Les superstitions doivent être scrutées de près pour identifier les "fenêtres" où peuvent se placer de nouvelles appropriations. Il faudra faire à rebours le chemin des siècles passés.

Je suis d'avis qu'en essayant d'introduire notre perception de la culture et de l'efficacité, nous fermons toutes les portes à l'appropriation de techniques aussi simples et complexes que l'aggradation des sols par les BRF.

La question industrielle

Très tôt, toute la question de la production industrielle va faire surface. Elle est de taille et ne peut être évitée. Il faudra voir à la production locale pour de petites fermes associées ou non à l'emploi de fertilisants chimiques

Les exploitations de plus grande taille devront aménager des terrains sous utilisés ou négligés pour la mise sur pied d'une véritable culture propre à produire de grandes quantités de BRF. L'un des questions qui se posera rapidement est de savoir comment installer de ces cultures dans des sols souvent impropres à cette action de prime abord. Il faudra alors procéder à des apports importants provenant d'une importation, pour établir les bases de la pédogénèse nécessaire à l'instauration de plantations monospécifiques mais, de préférence, plurispécifiques selon des données pertinentes.

Ici les pays mieux nantis en forêts devraient apporter leur soutien avec des exportations de biomasse raméal. Je suis persuadé que le Canada pourrait jouer un rôle intéressant dans cette aventure de la reforestation pour la remise en ordre de l'agriculture. Il en va de même des pays comme la Côte d'Ivoire, le Caméroun, le Congo, etc. qui ont des surplus de bois raméal pouvant servir à stimuler la mise en place de la pédogénèse productive particulièrement dans les régions subsahariennes.

La question commerciale

À l'inverse, après conditionnement, l'Afrique et l'Amérique latine pourraient exporter des BRF de haute qualité pour des cultures spéciales à haute plus-value sous nos conditions de climat. La production de plusieurs milliards de tonnes sur notre planète laisse amplement de place à un tel commerce qui rapidement pourrait représenter des centaines de millions de dollars.

Récemment une rencontre a eu lieu avec un représentant du Centre Québécois de Valorisation de la Biomasse, M. Gilles Bussièrès, directeur du Développement et M. Camille Nazair, du Conseil Économique de la Région de Matane, qui se montrent intéressés à piloter un projet de fabrication de BRF par les industriels de la région. Ils se disent disposés à participer aux premières expériences en fournissant les BRF canadiens en Afrique.

Les principaux obstacles à franchir seront sans doute des obstacles phytosanitaires, douaniers et tarifaires. Cette question apparaîtra plus tard au fur et à mesure du développement scientifique et technique

UN RESEAU MONDIAL DE RECHERCHE

Plusieurs pays sont déjà impliqués dans la recherche sur la pédogénèse par les BRF et le CRDI exige que tous les résultats du projet de Boyarskaia en Ukraine soient publiés et que le projet lui-même soit rattaché à un réseau international de recherche sur la pédogénèse

Je me permets donc de proposer que, dès ses débuts, le nouveau réseau soit astreint à se transformer au niveau international sous tous les climats, à la fois pour des raisons agricoles autant que forestières dans le réseau des forêts modèles.

LE FINANCEMENT DE L'ÉTABLISSEMENT ET DE LA RECHERCHE

Il me semble largement souhaitable que le financement se fasse sur une base autonome par le CRDI sans affiliation aux budgets actuels dédiés à l'agroforesterie. Cela éviterait que les processus sur lesquels nous allons travailler soient engloutis par le secteur agricole dans ses visions traditionnelles telles qu'elles apparaissent le plus souvent sous le vocable d'agroforesterie ou par le secteur forestier dans ses aspects traditionnels que représente l'exploitation de grumes pour des raisons industrielles, commerciales ou domestiques.

LA NÉCESSITÉ D'UNE CONCERTATION NATIONALE ET INTERNATIONALE

Comme nous l'ont prouvé à maintes reprises la suite des événements, bien que l'aspect que nous traitons soit fondamental, l'évolution de la compréhension et de l'acceptation de tels concepts ne se fait pas facilement. Il est inutile de penser que nous pouvons changer l'orientation de la pensée et des technologies en quelques années, bien que des progrès soient sensibles à ce niveau.

Une analyse de la bibliographie et des derniers exposés montre que l'orientation des recherches se situe toujours dans l'axe de la disponibilité des nutriments avec une emphase particulière sur l'azote et le phosphore. Je suis plus convaincu que jamais que c'est par la régulation et la connaissance des mécanismes pédogénétiques qu'une compréhension véritable est possible.

Dans cette optique je propose qu'un effort soit soutenu pour publier tous les résultats possibles sur cet aspect et que des réunions sous forme de colloques ou d'ateliers soient tenues avec l'appui du CRDI, de l'ICRAF et surtout de la Banque Mondiale à intervalles réguliers. Je suggère également que des appels soient lancés auprès des gestionnaires des forêts modèles et des représentants de l'industrie forestière auxquels s'ajouteraient ceux de la FAO. Je souhaite vivement qu'un bulletin soit publié régulièrement sur toutes les activités scientifiques. Il devra s'adresser à la communauté scientifique mais

également à tous ceux qui sont concernés au point de vue technologique, économique, sociologique et politique. Cet organe de diffusion devra obligatoirement être publié en anglais et en français, mais une édition en langue espagnole devra être regardée de près. Des résumés en portugais, italien et allemand devraient être faits de tous les articles importants.

Bien que non réalisable actuellement, cet aspect de la concertation et de la diffusion des connaissances doit être inscrit dès maintenant dans un plan d'ensemble portant sur au moins une période de cinq années, de 1998 à 2003.

L'APPORT ET LE RÔLE DE L'UNIVERSITÉ LAVAL DE QUÉBEC

L'Université Laval a pris le leadership depuis plusieurs années et en particulier le Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux. Il va sans dire que ce leadership sera assuré pour une période de cinq ans avec un appui financier et logistique. Ces premières années ont été parsemées d'embûches et particulièrement difficiles dans l'élaboration des concepts et des techniques.

Actuellement un brillant étudiant s'inscrit à la maîtrise pour poursuivre au doctorat. Le Professeur Camiré le prendra sous sa responsabilité avec mon aide, puisque je suis à la retraite depuis quelques jours et ne puis plus assumer de telles responsabilités académiques. Nous ferons vraisemblablement appel à l'ICRAF pour le financement de ses travaux. Il est d'origine française mais citoyen canadien en instance, il parle anglais et espagnol.

J'espère convaincre les responsables du programme d'agroforesterie de participer activement à ce programme éventuel, mais la chose s'est montrée difficile jusqu'ici.

PROPOSITIONS ET RECOMMANDATIONS

- 1) *Installation d'un réseau de recherche sur les BRF, dans le but d'établir la valeur des différentes essences retenues dans l'aggradation biologique et l'instauration de la fertilité pour des fins agricoles.*

- 2) *Utilisation du réseau actuel des forêts modèles pour installer des dispositifs de recherche et de démonstration sur l'utilisation des BRF. Ces dispositifs porteraient également sur l'aggradation des sols mais aussi sur la qualité de la régénération. L'un des buts avoués serait de permettre la compréhension et d'illustrer les possibilités de coopération entre l'industrie forestière, celle de l'agriculture avec des appuis techniques et financiers de la part de la Banque Mondiale, de la FAO , des divers ONG, des gouvernements locaux et étrangers.*

- 3) *Des propositions de partenaires d'abord africains mais également de d'autres pays occidentaux: Ouganda, Kenya, Côte d'Ivoire, Sénégal, (Madagascar et Cameroun), Ukraine, Canada, Portugal, etc...*

L'approche scientifique

- 4) *Les buts de l'expérimentation agricole et forestière*
- 5) *La durée et les caractéristiques.*

L'approche technologique

- 6) *La production*
- 7) *La récolte*
- 8) *Les questions techniques ancillaires*
- 9) *La question sociologique*
- 10) *La question industrielle*
- 11) *La question commerciale*
- 12) ***Un réseau mondial de recherche***
- 13) ***Le financement et l'établissement de la recherche***

- 14 *La nécessité d'une concertation nationale et internationale*
15) *L'apport et le rôle de l'Université Laval de Québec*

Bibliographie

Résumé des posters

- Amadalo, B., Niang, A. & Obonyo, C.** (Kenya) *The effects of establishment methods and plant density on biomass productivity and maize yield in a simultaneous *Sesbania sesban* short term improved fallow in Western Kenya*
- Anonyme CARE/Kenya** (Kenya) *Participatory approaches to soil improvement in Western Kenya.*
- Assena Ezzo, Tsar** (Togo) *Agroforestry training and demonstration in Northern Togo (ATDNT) projets*
- Cherry, Stefan** (USA) *Using local knowledge to fit improved fallows into Cameroonian cropping cycles in an attempt to address soil fertility constraints.*
- Drechsel, P. & Quansah, C.** (Ghana) *Sustainable land management (SLM) with alternative fertilizer fertility a successful approach by Ibsram's Africaland Network in Ghana*
- Feller, C, Albrecht, A. & Azontonde, A** ((Bénin-France) *Organic matter management and soil fertility replenishment in semi-arid and subhumid Africa.*
- Kwesiga, F.** (Zambie) *Fallowing with trees: *Sesbania sesban* in Eastern Zambia.*
- Lelon, J.** (Kenya) *Potting mixtures for agroforestry tree nurseries in Kenya.*
- Mapiki, A, & Goma, C. H.** (Zambie) *Replenishing soil fertility by use of agricultural lime and liming with phosphates in Zambia*
- Mapiki, Alfred & Goma Humphrey** (Zambie) *Replenishing soil fertility by use of agricultural lime and ground phosphate rock in Zambia*
- Mbafor, Mary (M^{me})** (Caméroun) *Activities related to soil fertility replenishment in the high plateaus of Western Caméroun*
- Mengich, E.K.** (Kenya) *Agroforestry for soil fertility replenishment in Africa: A case study on mixed fodder in linear planting.*
- Mwendwa, D,** (Ouganda) *Reflections on soil management in the development through conservaion (DTC) project area Western Uganda: options and constraints.*
- Mwendwa, K.A. & Karanja, N.K.** (Kenya) *Growth and P uptake of *Grevillea robusta* A. Cunn from a phosphorus amended acid soil.*
- Niang, A., Amadalo B., Gathumbi, S., Obonyo, C. Obonyo E. & Nyasimi, M.** (Kenya) *On-farm crop response to biomass transfer from *Tithonia diversifolia* and *Lantana camara* in central and west Bunyore locations, Vihiga District.*
- Njihia, C.M.** (Kenya) *Fertility decline in soils continously cropped with cereals in Kenya Uasin Gishu area cas study.*
- Okaledo, J.R., Okwch, E.G. Simpson, J.R., Kapkiyai, J.J. & Woome, P.O.** (Kenya) *Attempts to correct soil fertility decline in semi-arid Western Kenya.*
- Quansah, Charles** (Ghana) *Approaches to replenishing soil fertility depletion in Ghana.*

- Rakotoarisoa, B.E.** (Madagascar) *Farmers findings on soil fertility management in Madagascar.*
- Snapp, Sieglinde & Kanyama-Phiri, G.** (Malawi) *Partnership with farmers: linking nutrient budget and farmer participatory research.*
- Waddington, Stephen** (Zimbabwe) *Soil fertility network for maize based farming systems in Malawi and Zimbabwe.*
- Walaga, Charles** (Ouganda) *Approches to replenishing soil fertility depletion in Uganda: Africa 2000 network perspectives.*

Exposés et travaux remis durant l'atelier

- Altieri, Miguel (1997)** «NGO approaches to soil fertility replenishment in Latin America» 12 pages
- Buresh, R.J. & Tian, Guanglong (1997)** «Soil improvement by trees in sub-Saharan Africa» 43 pages
- Carter, S.E. & Murwira, Herbert (1995)** «Spatial Variability in Soil Fertility Management and Crop Response in Mutuko Communal Area, Zimbabwe» *Ambio*, **24** no 2 77-84.
- Carter, Simon (1997)** «Participatory approaches to soil fertility replenishment» 30 pages,
- Gehrke, Wolfgang (1997)** «The soil fertility replenishment problem from a private sector point of view» 4 pages
- Mwaluka, E. Paul (1997)** « Constraints and opportunities to fertilizer use in Eastern Africa» 18 pages.
- Ndiritu, C. G. (1997)** «Food security and soil fertility replenishment in sub-saharan Africa» 6 pages.
- Nekesa, P. (1997)** «Soil fertility replenishment in Western Kenya: challenges and opportunities» 2 pages.
- Palm, C.A. (1995)** «Contribution of agroforestry trees to nutrient requirements of intercropped plants» *Agroforestry Systems* **30**:105-124
- Palm, Cheryl (1997)** «Biological approaches to soil fertility replenishment»
- Quatttra, Moumouni (1997)** « Pratiques de gestion de la fertilité des sols dans les zones Soudanienne et Sahélienne de l'Afrique Occidentale: leçons et perspectives. 11 pages.
- Sanchez, Pedro (1997)** «Soil fertility replenishment in Africa: an investment in natural resource capital. 45 pages.
- Swift, M. (1997)** «Biological management of soil fertility: an integrated approach to soil nutrient replenishment». 29 pages
- Swift, M.J. Mafongoya, P. & Ramakrishnan, P.S. (1997)** «Soil Biodiversity: An essential Foundation for Sustainable Soil Fertility» *Proceeding of the second International Crop Science Congress*, 11 pages.

Ouvrages déposés pour distribution spontanée.

- Lemieux, G. (1993)** «Le bois raméal fragmenté et la méthode expérimentale: une voie vers un institut international de pédogénèse» In: "Les actes du quatrième colloque international sur les bois raméaux fragmentés", pp. 124-138 Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux Fragmentés, Université Laval, Québec, Canada ISBN 2-550-28792-4.
- Lemieux, G. (1995)** «Les germes économiques et scientifiques de la révolution verte au Sahel». Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux, Université Laval, Québec Canada et l'Agence Canadienne de Développement International, octobre 1995, 22 pages. ISBN 2-921728-13-3.
- Lemieux G. (1995)** «The basics of the economical and scientific green revolution of Sahel». Coordination Group on Ramial Wood, Laval, University, Québec, Canada an the Canadian International Development Agency, 26 pages, ISBN 2-921728-13-3.
- Lemieux, G. (1996)** «Cet univers caché qui nous nourrit: le sol vivant» CRDI et Université Laval, Québec, Canada, publication no. 59, 49 pages, ISBN 2-921728-15-X.
- Lemieux, G. (1996)** «The hidden world that feed ud: the living soil» IDRC and Laval University, Québec, Canada, publication no. 59, 46 pages, ISBN 2-921728-17-6.
- Lemieux, G. (1997)** « Les fondments pédogénétiques des écosystèmes forestiers: une approche de la métastabilité par la biologie tellurienne» Université Laval, Québec et Ministère des Forêts de la Colombie Britannique, Colombie Britannique, Canada publication no. 71, 73 pages, ISBN 2-92-17-28-25-7.
- Lemieux, G. (1997)** «Fundamentals of Forest Ecosystem Pedogenetics: An Approach to Metastability Through the Tellurian Biology» Laval University and Ministry of Forest of British Columbia, Canada Pulbication no. 72, 59 pages, ISBN 2-921728-24-9.

Liste et adresses des participants

Adede, John
International Institute of Rural Reconstruction
P.O. Box 66873
Nairobi
Kenya

Agunda, Joseph
CARE-Kenya
P.O. BOX 606
Siaya
Kenya

Albrecht, Alain
ORSTOM (LCSC)
B.P. 5045
34032 Montpellier
CEDEX 1
France

Altieri, Miguel, A.
University of California
201 Wellman-3112
Berkeley
California 94720-3112
USA

Bekalo, Isaac
International Institute of Rural Reconstruction
P.O. Box 66873
Nairobi
Kenya

Cherry, Stefan
Agroforestry Extensionist
CIIFAD/Cornell University (AFWG)
14, Kennedy Hall
Ithaca
New York 14850
USA

Diallo, Abdoulaye
AMCFE
B.P. 2921
Bamako
Mali

Drechsel, Pay
IBSRAMA/Africaland
P.O Box 9-109
Bangkhen
10900 Bangkok
Thailand

Estevao, Armando
CARE- Mozambique
B.P. 754
Mampula
Mozambique

Esso, Tsar, Assena
Agroforestry Project CARE/Togo
B.P. 318
Kara
Togo

Feller, Christian
ORSTOM (LCSC)
34032 Montpellier
CEDEX 1
France

Gehrke, Wolfgang Amadeus
Hydro Agri International
35, rue du Pont
92200 Neuilly-sur-Seine
France

Gichuru, Mwenja
AFNET
TSBF
P.O. Box 30592
Nairobi
Kenya

Gikonyo, Ester
KARI-NARL/IDR
P.O. Box 14773
Nairobi
Kenya

Holding, Mrs. Christine
Regional Soil Conservation Unit
P.O. Box 52840
Nairobi
Kenya

Holger, Kirchmann
Swedish University of Agricultural Sciences
P.O. Box 7014
Uppsala
Sweden

Irambu, Edward, Mworio
KARI-NARL/IDR
P.O. Box 14773, Nairobi, Kenya

Kalonge, Sylvester Mwewa
CARE/Zambia
P. O. Box 60256
Livingstone
Zambia

Kanoute, Assétou
SANE-Mali
CGAIR
B.P. 3267
Bamako
Mali

Kimaru, H.G.
Regional Soil Conservation Unit
P.O. Box 52840
Nairobi
Kenya

Kioko, Lucy
Association for Better Land Husbandry
P.O. Box 39042
Nairobi- Kerugoya
Kenya

Lelon, Joseph
KEFRI
P.O. Box 20412
Nairobi
Kenya

Lemieux, Gilles
Département des Sciences du Bois et de la Forêt
Université Laval
Québec G1K 7P4
Canada

Lukooya, Francis
Talent Calls Club (TCC)
P.O. Box 31269
Kampala
Uganda

Mbafor, Mary Kenji
CIPCRE
B.P. 641, Bamenda, Caméroun

Mafongoya, Paramu
DR/SS
P.O. Box CY 594
Causeway
Harare
Zimbabwe

Mangale, Nesbert
KARI-NARC, Muguga
P.O. Box 30148
Nairobi
Kenya

Mapiki, Alfred
Department of Research
Misamfu Regional Research Centre
P.O. Box 410055
Misamfu
Kasama
Zambia

Maritim, Henry Kimurel
Department of Soil Science
Moi University
Chepkoilel Campus
P.O. Box 1125
Eldoret
Kenya

Mengich, Edward
KEFRI
P.O. Box 20412
Nairobi
Kenya

Mihindo, Nehemia
Kenya Institute of Organic Farming (KIOF)
Off Lower Kabete Road
P.O. Box 34972
Nairobi
Kenya

Mubiru, Vincent
Joint Effort to Save the Environment (JESE)
P.O. Box 728
Fort-Portal, Bwamba Rd, Uganda

Muchena, Frederick
ETC-AACC Building
Waiyaki Way
P.O. Box 76378
Nairobi
Kenya

Murwira, Harbert, Kuziavkwashe
TSBF/ACFD
Alpes Road
P.O. Box A469
Avondale
Harare
Zimbabwe

Mwaluko, E. Paul
Minjigu Phosphate
P.O. Box 53822
Nairobi
Mwendawa, Kaleb, A.
KEFRI
P.O. Box 20412
Nairobi
Kenya

Mwesigwa, David
CARE-International Uganda
P.O. Box 7280
Kampala
Uganda

Mworiah, Francis
CARE/Kenya
P.O. Box 526
Homabay
Kenya

Myers, Robert
ICRISAT
Patancheru 502 324 A.P.
India

Nabhan, Hassan
Soil Management, AGLS-AGL
FAO
Via delle Terme di Caracalla
00100 Roma
Italia

Navarro, Luis, A.
International Development Research Center
P.O. Box 62084
Nairobi
Kenya

Ndyabarema, Robert
CARE-International Uganda
P.O. Box 7280
Kampala
Uganda

Nekesa, Patrick
The Association for Better Land Husbandry
P.O. Box 1233
Kakamega
Kenya

Niang, Amadou
KEFRI/KARI/ICRAF
P.O. Box 25199
Otongolo
Kisumu
Kenya
E mail afresmaseno@formnet.com

Njih, Christopher, M.
KARI-NARL/IDR
P.O. Box 14773
Nairobi
Kenya

Ngolo, Charles
ICRAF
Maseno
Emwatsi Primary School
P.O. Box 80
Yala
Kenya

Nziguheba, M^{me} Generose
Ford Foundation
ICRAF
P.O. Box 953
Machakos
Kenya

Okalebo, John Robert
Department of Soil Science
Moi University
Chepkoilel Campus
P.O. Box 1125
Eldoret
Kenya

Quanash, M. Charles
Soil & Water Conservation
University of Science Technology
12, Buroburo Rd.
Kumasi
Ghana

Ouattara, Moumouni
ENDA/SANE
B.P. 3370
54, rue Carnot
DAI
Dakar
Sénégal

Roy, Rabindra
Integrated Plant Nutrition Systems
Fertilizer and Plant Nutrition Service
Land and Water Development Division AGLF
FAO
Viale delle Terme di Caracalla
00100 Roma
ITALIA

Pagiola, Stefano
World Bank
1818 H Street NW
Washington DC 20433
USA

Peden, Don
IDRC
250 Albert St.
P.O Box 8500
Ottawa K1G 3H9
CANADA

Rakotoarisoa, Benjamin
CARE/Madagascar
B.P. 1677
Antananarivo
Madagascar

Sagara, Justin
Harmonie du Développement au Sahel
B.P. 36
Bandiagara - Mopti
Mali

Sekou, Traore Moctar
DNG KILABO
B.P. 2246
Bamako
Mali

Snapp, Sieglinde
ICRISAT Malawi
Chitedze Agricultural Research Station
P.O. Box 1096
Lilongwe
Malawi

Ssali, Henry, Z.
Soils Programme
Kawanda Agricultural Research Institute
P.O. Box 7065
Kampala
Uganda

Tchiappi, M. Kaméni Sébastien
INADES -Formation
B.P. 11
Youndé
Caméroun

Tchienkoua, M. Martin
Institut de Recherche Agronomique
B.P. 2067
Yaoundé
Caméroun

Tenywa, J.
Department of Soil Science
Makerere University
P.O. Box 7062
Kampala
Ugranda

Van Duivenbooden
Land Use System
B.P. 12404
Niamey
Niger

Van Reuter, Henk
Soil Fertility Restoration Project
IFDC-Africa
B.O. 4483
Lomé
Togo

Sanchez, P.A.
ICRAF
Nairobi
Kenya

Swift, Mike, J.
Tropical Soil Biology & Fertility Programme
UNESCO-ROSTA
UN Complex, Gigiri
Block B, Room. 130
P.O. Box 30592
Nairobi
Kenya

Wadington, Steve
CIMMYT
Mount Pleasant
P.O. Box MP 163
Harare
Zimbabwe

Walaga, Charles Christopher
UNDP/Africa 2000 Network
P.O. Box 7184
730 Fort Portal
Kampala
Uganda

Woomer, P.L.,
ICRAF
Nairobi,
Kenya

Bibliographie

POSTERS

Amadalo, B., Niang, A. & Obonyo, C. (Kenya) *The effects of establishment methods and plant density on biomass productivity and maize yield in a simultaneous **Sesbania sesban** short term improved fallow in Western Kenya*

Anonyme CARE/Kenya (Kenya) *Participatory approaches to soil improvement in Western Kenya.*

Assena Eso, Tsar (Togo) *Agroforestry training and demonstration in Northern Togo (ATDNT) projets*

Cherry, Stefan (USA) *Using local knowledge to fit improved fallows into Cameroonian cropping cycles in an attempt to address soil fertility constraints.*

Drechsel, P. & Quansah, C. (Ghana) *Sustainable land management (SLM) with alternative fertilizer fertility a successful approach by Ibsram's Africaland Network in Ghana*

Feller, C, Albrecht, A. & Azontonde, A ((Bénin-France) *Organic matter management and soil fertility replenishment in semi-arid and subhumid Africa.*

Kwesiga, F. (Zambia) *Fallowing with trees: **Sesbania sesban** in Eastern Zambia.*

Lelon, J. (Kenya) *Potting mixtures for agroforestry tree nurseries in Kenya.*

Mapiki, A, & Goma, C. H. (Zambia) *Replenishing soil fertility by use of agricultural lime and liming with phosphates in Zambia*

Mapiki, Alfred & Goma Humprey (Zambie) *Replenishing soil fertility by use of agricultural lime and ground phosphate rock in Zambia*

Mbafor, Mary (M^{me}) (Caméroun) *Activities related to soil fertility replenishment in the high plateaus of Western Caméroun*

Mengich, E.K. (Kenya) *Agroforestry for soil fertility replenishment in Africa: A case study on mixed fodder in linear planting.*

Mwendwa, D. (Ouganda) *Reflections on soil management in the development through conservaion (DTC) project area Western Ugnda: options and constraints.*

Mwendwa, K.A. & Karanja, N.K. (Kenya) *Growth and P uptake of *Grevillea robusta* A. Cunn from a phosphorus amended acid soil.*

Niang, A., Amadalo B., Gathumbi, S., Obonyo, C. Obonyo E. & Nyasimi, M. (Kenya) *On-farm crop response to biomass transfer from *Tithonia diversifolia* and *Lantana camara* in central and west Bunyore locations, Vihiga District.*

Njihia, C.M. (Kenya) *Fertility decline in soils continously cropped with cereals in Kenya Uasin Gishu area cas study.*

Okaledo, J.R., Okwch, E.G. Simpson, J.R., Kapkiyai, J.J. & Woome, P.O. (Kenya) *Attempts to correct soil fertility decline in semi-arid Western Kenya.*

Quansah, Charles (Ghana) *Approaches to replenishing soil fertility depletion in Ghana.*

Rakotoarisoa, B.E. (Madagascar) *Farmers findings on soil fertility management in Madagascar.*

Snapp, Sieglinde & Kanyama-Phiri, G. (Malawi) *Partnership with farmers: linking nutrient budget and farmer participatory research.*

Waddington, Stephen (Zimbabwe) *Soil fertility network for maize based farming systems in Malawi and Zimbabwe.*

Walaga, Charles (Ouganda) *Approches to replenishing soil fertility depletion in Uganda: Africa 2000 network perspectives.*

Exposés

Altieri, Miguel (1997) «NGO approaches to soil fertility replenishment in Latin America»
12 pages

Buresh, R.J. & Tian, Guanglong (1997) «Soil improvement by trees in sub-Saharan Africa» 43 pages

- Carter, S.E. & Murwira, Herbert (1995)** «*Spatial Variability in Soil Fertility Management and Crop Response in Mutuko Communal Area, Zimbabwe*» *Ambio*, **24** no 2 77-84.
- Carter, Simon (1997)** «*Participatory approaches to soil fertility replenishment*» 30 pages,
- Gehrke, Wolfgang (1997)** «*The soil fertility replenishment problem from a private sector point of view*» 4 pages
- Mwaluka, E. Paul (1997)** « Constraints and opportunities to fertilizer use in Eastern Africa» 18 pages.
- Ndiritu, C. G. (1997)** «*Food security and soil fertility replenishment in sub-saharan Africa*» 6 pages.
- Nekesa, P. (1997)** «Soil fertility replenishment in Western Kenya: challenges and opportunities» 2 pages.
- Palm, C.A. (1995)** «*Contribution of agroforestry trees to nutrient requirements of intercropped plants*» *Agroforestry Systems* **30**:105-124
- Palm, Cheryl (1997)** «*Biological approaches to soil fertility replenishment*»
- Quattara, Moumouni (1997)** « Pratiques de gestion de la fertilité des sols dans les zones Soudanienne et Sahélienne de l'Afrique Occidentale: leçons et perspectives. 11 pages.
- Sanchez, Pedro (1997)** «Soil fertility replenishment in Africa: an investment in natural resource capital. 45 pages.
- Swift, M. (1997)** «*Biological management of soil fertility: an integrated approach to soil nutrient replenishment*». 29 pages
- Swift, M.J. Mafongoya, P. & Ramakrishnan, P.S. (1997)** «*Soil Biodiversity: An essential Foundation for Sustainable Soil Fertility*» Proceeding of the second International Crop Science Congress, 11 pages.

Ouvrages déposés pour distribution spontanée.

- Lemieux, G. (1993)** «Le bois raméal fragmenté et la méthode expérimentale: une voie vers un institut international de pédogénèse» In: "Les actes du quatrième colloque international sur les bois raméaux fragmentés", pp. 124-138 Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux Fragmentés, Université Laval, Québec, Canada ISBN 2-550-28792-4.
- Lemieux, G. (1995)** «Les germes économiques et scientifiques de la révolution verte au Sahel». Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux, Université Laval, Québec Canada et l'Agence Canadienne de Développement International, octobre 1995, 22 pages. ISBN 2-921728-13-3.
- Lemieux G. (1995)** «The basics of the economical and scientific green revolution of Sahel». Coordination Group on Ramial Wood, Laval, University, Québec, Canada and the Canadian International Development Agency, 26 pages, ISBN 2-921728-13-3.
- Lemieux, G. (1996)** «Cet univers caché qui nous nourrit: le sol vivant» CRDI et Université Laval, Québec, Canada, publication no. 59, 49 pages, ISBN 2-921728-15-X.
- Lemieux, G. (1996)** «The hidden world that feed us: the living soil» IDRC and Laval University, Québec, Canada, publication no. 59, 46 pages, ISBN 2-921728-17-6.
- Lemieux, G. (1997)** « Les fondements pédogénétiques des écosystèmes forestiers: une approche de la métastabilité par la biologie tellurienne» Université Laval, Québec et

Ministère des Forêts de la Colombie Britannique, Colombie Britannique, Canada
publication no. 71, 73 pages, ISBN 2-92-17-28-25-7.

Lemieux, G. (1997) «Fundamentals of Forest Ecosystem Pedogenesis: An Approach to Metastability Through the Tellurian Biology» Laval University and Ministry of Forest of British Columbia, Canada Publication no. 72, 59 pages, ISBN 2-921728-24-9.

RELEVÉ SYSTÉMATIQUE DES DIFFÉRENTES BIBLIOGRAPHIES DISPONIBLES

- 1 Abelson, P.H. & Rowe, J.W. (1987)** «A new Agricultural Frontier». *Science* **235**: 1450-1451
- 2 Aber, J. & Melillo, J. (1982)** «Nitrogen mineralization in decaying hardwood leaf litter as a function of initial nitrogen and lignin content» *Can. Jour. Bot.* **60**: 2263-2269.
- 3 Adderley, W.P., Jenkins, D.A., Sinclair, F.L., Stevens, P.A. & Verinumbe, I. (1997)** «The influence of soil variability on tree establishment at an agroforestry site in North East Nigeria». *Soil Use Management* **13**: 1-8
- 4 Adjuyigbe, C.O. Tian, G. & Adeoye, G.O. (1997)** «Potentials of woody fallows in restoration of soil microarthropods in a degraded tropical soil». *Agroforestry Systems* (sous presse)
- 5 Ae, N, Akihara, J., Okada, K., Yoshinara, T. & Johansen, C. (1990)** «Phosphorus uptake by pigeon pea and its role in cropping systems in the Indian Subcontinent». *Science* **248**: 477-480.
- 6 Ahn, P.M. (1993)** «Tropical Soil and Fertilizer Use» *Soil and Organic Matter*, Malaysia: Longman Scientific and Technical.
- 7 Anderson, J.R. (1994)** «Agricultural Technology: policy issues for the international community». CAB International Wallingford, U.K.
- 8 Andriess, J.P. & Koopmans, T.T. (1984)** «A monitoring study on nutrient cycles in soils used for shifting cultivation under various climatic conditions in tropical Asia. I. The influence of simulating burning on form and availability of plant nutrients». *Agriculture Ecosystems and Environment* **12**: 1-6
- 9 Anonyme (1989)** «Sub-Saharan Africa: From crisis to sustainable growth. A long term perspective study». Banque Mondiale pour le Développement, Washington D.C. USA
- 10 Anonyme (1995)** «Toward environmentally sustainable development in Sub-Saharan Africa: A World Bank agenda». Report no. 15111-AFR Décembre 1995, Banque Mondiale pour le Développement.
- 11 Anonyme (1995)** «Feasibility of phosphate rock use as a capital investment in Sub-Saharan Africa: Issues and opportunities» Africa Technical Division, Banque Mondiale pour le Développement, Washington, DC., USA.
- 12 Anonyme (1996)** «African development indicators 1996» La Banque Mondiale pour le Développement, Washington, DC. USA.
- 13 Anonyme (1996)** «Natural resource degradation in Sub-Saharan Africa: restoration of soil fertility». Africa region, Banque Mondiale pour le Développement. Washington, D.C. USA.
- 14 Aune, J.B. (1993)** «Ecological and economical requirements for sustainable land use in Sub-Saharan Africa». *Forum for Development Studies* **2**: 211-219.
- 15 Badiane, O. & Delgado, C.L. (1995)** «A 2020 vision for food, agriculture and the environment in Sub-Saharan Africa». Discussion Paper no 4 International Food Policy Research Institute, Washington, DC. **Bantilan M.C.S. & Johansen, C. (1995)** «Research evaluation and impact analysis of biological nitrogen fixation». *Plant & Soil*. **174**: 279-286
- 16 Balasubramanian, V. & Blaise, N.K.A. (1993)** «Short season fallow management for sustainable production in Africa». Ragland, J. & Lal, R. eds. *Technologies for sustainable agriculture in the tropics*. ASA Spec. Publ. no 56 Am. Soc. Agron., pp 279-293, Madison WI, USA.
- 17 Bantilan M.C.S. & Johansen, C. (1995)** «Research evaluation and impact analysis of biological nitrogen fixation». *Plant and Soil*. **174**: 279-286
- 18 Barrios, E., Buresh, R. & Sprent, J.I. (1996)** «Nitrogen mineralization in density fractions of soil organic matter from maize and legumes cropping systems». *Soil Biol. & Biochem.* **28**: 1459-1465.

- 19 **Barios, E. Buresh, R.J. & Sprent, J.L. (1996)** «Organic matter in soil particle size and density fractions from maize and legume cropping systems» *Soil Biol. & Biochemistry* **28**: 185-193.
- 20 **Barrios E. Kwesiga, F. Buresh, R.J. & Sprent, J.L. (1997)** «Light fraction soil organic matter and available nitrogen following trees and maize». *Soil Science Society of America Journal* (sous presse)
- 21 **Bationo, A., Mughogho, S.K. & Mokwunye, A.U. (1986)** «Agronomic evaluation of phosphate fertilizers in tropical Africa». In Mokwunye, A.U. & Vlek, P.L.G. eds. "Management of nitrogen and phosphorus fertilizers in sub-Saharan Africa." Martinus Nijhoff, Dordrecht. Hollande.
- 22 **Bationo, A., Rhodes, E., Smaling, E.M.A. & Visker, C. (1996)** «Technologies for restoring soil fertility». In Mokwunye, A.U. et al. eds. "Restoring and maintaining the productivity of West African soils: key to sustainable development. Miscellaneous Fertilizer Studies no.14. IFDC-Lomé, Togo.
- 23 **Bationo, A., Chien, S.H., Henao, C.B., Christianson, C.B. & Mokwunye, A.U. (1990)** «Agronomic evaluation of two partially acidulated phosphate rocks indigenous to Niger». *Soil Sci. Soc. Ame, Jour.* **54**: 1772-1777.
- 24 **Belsky, A.S.J., Mwonga, S.M., Amunsaon, R.G., Duxbury, J.M. & Ali, A.R. (1993)** «Comparative effects of isolated trees on their undercanopy environments in high- and low-rainfall savannas». *Journ. Applied Ecol.* **30**: 143-155
- 25 **Bernhard-Reversat, F. (1987)** «Litter incorporation to soil organic matter in natural and planted tree stands in Sénégal». *Pedobiologia* **30**: 401-417.
- 26 **Bernhard-Reversat, F. (1993)** «Dynamics of litter and organic matter at the soil-litter interface in fast-growing tree plantations on sandy ferrallitic soils (Congo)». *Acta Oecologia* **14**:179-195
- 27 **Bikienga, I.M. (1997)** «Strategy for large-scale use of Burkina phosphate». In Breman, H. ed. "International workshop on the development of national strategies for soil fertility recapitalization in sub-Saharan Africa including the use of phosphate rock and other amendments." IFDC-Africa and World Bank. IFDC, Lomé, Togo. 36 pages.
- 28 **Black, A.S. & Waring, S.A. (1976)** «Nitrate leaching and adsorption in a Krasnozem from Redland Bay, Queensland, Australian Journ. of Soil. Research **14**: 171-188.
- 29 **Bolans, N.S. (1991)** «A critical review on the role of mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plants». *Plant & Soil* **143**: 189-207.
- 30 **Borlaug, N.E. (1996)** «Mobilizing science and technology for a green revolution in African agriculture». In Breth, S.A. ed. "Achieving greater impact from research investments in Africa". pp 207-219, Sasakawa Africa Association, Mexico City.
- 31 **Bowden, G.D. (1984)** «Tree roots and the use of soil nutrients» In Bowden, G.D. & Nambiar E.F.S. eds. *Nutrition on Plantation Forests* pp.147-179. Academic Press London UK.
- 32 **Braun, A. (1995)** «Nutrient flows in fallow systems and maize in western Kenya» Thèse de MSc Université Agricole de Wageningen. Wageningen, Hollande
- 33 **Breman, H. (1990)** «No sustainability without external inputs» In "Sub-Saharan Africa beyond adjustment». Africa Seminar, Maastricht, project group. Directorate General for International Cooperation, Ministry of Foreign Affairs, La Haye, Hollande.
- 34 **Breman, H. & Kessler, J.J. (1995)** «Woody plants in agro-ecosystems of semi arid regions» Springer-Verlag, Berlin
- 35 **Brouwer, J. & Powell, J.M. (1995)** «Soil aspects of nutrient cycling in a manure application experiment in Niger». In Powell, J.M. et al. eds "Livestock and sustainable nutrient cycling in mixed farming systems of sub-Saharan Africa». pp. 211-226, vol. 2 ILCA, Addis Abeba. Ethiopie.
- 36 **Brouwer, J. & Bouma, J. (1997)** «Soil and crop growth variability in the Sahel: Highlights of research (1990-95) at ICRISAT Sahelian Center» *Information Bulletin* no. 49
- 37 **Brouwer J., Fussell, L.K. & Herrmann, L. (1993)** «Soil and crop growth micro-variability in the West African semi-arid tropics: a possible risk-reducing factor for subsistence farmers» *Agriculture, Ecosystems and Environments* **45**: 229-238
- 38 **Budelman, A. (1989)** «Nutrient composition of the leaf biomass of three selected woody leguminous species» *Agroforestry Systems* **8**: 39-51.
- 39 **Bumb, B.L. & Baanante, C.A. (1996)** «The role of fertilizers in sustaining food security and protecting the environment to 2020». "Food, Agriculture and Environment" Discussion Paper no. 17 Interntional Food Policy Research Institute, Washington, D.C. USA.

- 40 Buresh, R.J. (1995) «Nutrient cycling and nutrient supply in agroforestry systems». In Dudal, R and Roy, R.N. (edit) Integrated Plant Nutrition Systems pp. 155-164 FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin no. 12 Rome Italia.
- 41 Buresh, R.J. & Tian, G. (1997) «Soil improvement by trees in sub-Saharan Africa». Agroforestry Systems (sous presse).
- 42 Buresh, R.J., Smithson, P.C. & Hellums, D.T. (1997) «Building-up soil phosphorus capital in sub-Saharan Africa». In Buresh, R.J., Sanchez, P.A. & Calhoun, F. eds "Replenishing soil fertility in Africa" Special Publication Amer. Soc. Agron. Madison, WI, USA.
- 43 Cadisch, G. & Giller, K.K. (eds) (1996) «Driven by Nature: Plant litter quality and decomposition». CAB International Wallingford, UK.
- 44 Cahn, M.D. , Bouldin, D.R. & Cravo, M.S. (1992) «Nitrate sorption and the profile of an acid soil». Plant and Soil **143**:179-183.
- 45 Cairns, M. & Garrity, D.P. (1997) «Indigenous fallow systems in Southeast Asia: new research attention to promising old techniques». In Buresh, R.J. & Cooper P.J. eds. "The science and practice of short-term improved fallows" ICRAF, Nairobi (sous presse)
- 46 Cambardella, C.A. & Ellion, E.T. (1992) «Particulate soil organic-matter changes across a grassland cultivation sequence» Soil Sci. Society Amer. Journ. **56**: 777-783.
- 47 Cassmann, K.G., De Datta, S.K., Olk, D.C., Alcantara, J., Samson, M., Descalota, J. & Dizon, M. (1994) «Yield decline and the nitrogen economy of long-term experiments on continuous irrigated rice systems in the tropics», In R. Lal & Steward, B.A. eds. -Soil Management: Experimental Basis for Sustainability and Environmental Quality; Advances in Soil Science pp. 181-224. CRC Press Florida USA.
- 48 Chien, M.D. & Menon, R.G. (1995) «Factors affecting the agronomic effectiveness of phosphate rock for direct application» Fertilizer Research **41**: 227-234.
- 49 Christensen, M. (1989) «A view of fungal ecology». Mycologia **81**: 1-19.
- 50 Coe, R. (1994) «Through the looking glass: ten common problems in alley-cropping research» Agroforestry Today **6**: 9-11.
- 51 Cooper, P.J.M., Leakey, R.R.B., Rao, M.R. & Reynolds, L. (1996) «Agroforestry and the mitigation of land degradation in the humid and sub-humid tropics of Africa» Experimental Agriculture **32**: 235-290.
- 52 Constantinides, M. & Fownes, J.H. (1994) «Nitrogen mineralization from leaves and litter of tropical plants: relationship to nitrogen, lignin and soluble polyphenols concentrations» Soil Biol. and Biochem. **26**: 49-55.
- 53 Cornforth, I.S. & Davis, J. B. (1968) «Nitrogen transformations in tropical soils. I- Mineralization of nitrogen-rich organic materials added to soil.» Tropical Agriculture **45**: 211-221.
- 54 Costa, F.J.S.A., Bouldin, D.R. & Suhet, A.R. (1990) «Evaluation of N recovery from mucuna placed on the surface or incorporated in a Brazilian oxisol» Plant & Soil. **124**: 91-96.
- 55 Craswell, E.T., Sajjipongse, A. & Howlett, D.J.G. (1997) «Agroforestry and the management of sloping lands» Agroforestry Systems.....!
- 56 Crosson, P. & Anderson, J.R. (1995) «Achieving sustainable agricultural system in Sub-Saharan Africa». "Building Blocks for Africa 2025" Paper no.2 Mar. 1995 World Bank, Washington, D.C.
- 57 Dalland, A., Vâje, P.L., Matthews, R.B. & Singh, B.R. (1993) «The potential of alley cropping in improvement of cultivation systems in the high rainfall areas of Zambia» Agroforestry Systems **21**: 117-132
- 58 Danso, S.K.A., Bowden, G.D. & Sanginga, N. (1992) «Biological nitrogen fixation in trees in agro-ecosystems». Plant & Soil **141**: 177-196.
- 59 Davis, T.J. & Schirmer, I.A. (1987) «Sustainability issues in agricultural development». Proc. 7th Agri. Sec. Symp. World Bank Washington D.C. USA.
- 60 Deans, J.D., Lindley, D.K. & Munro, R.C. (1994) «Deep beneath the trees in Senegal». In Annual Report of the Institute of Terrestrial Ecology 1993-94 pp.12-14 Swindon UK.
- 61 Deckers, J. (1993) «Soil fertility and environmental problems in different ecological zones of the developing countries of Sub-Saharan Africa» In Van Reter, H. & Prins, W.H. edt. "The role of plant nutrients and Sustainable Food Production in Sub-Saharan Africa, pp. 37-52. Vereniging van Kunstmest, Leidsschendam, Hollande.

- 62 De Jager, A. & Smailing E.M.A. (1996)** «Turning the tide». In Mokwunye, D.C., de Jager, A. & Smailing E.M.A. eds. "Restoring and maintaining the productivity of West African soils: key to sustainable development" Miscellaneous Fertilizer Studies no. 14, International Fertilizer Development Centre for Africa, Lomé, Togo.
- 63 Dembele, N.N. (1996)** «Implications of market reform for fertility technology development and implementation in sub-Saharan Africa with special reference to the soil fertility management initiative in Burkina Faso». IFDC-Africa, Lomé, Togo, 16 pages.
- 64 De Wit, C.T. (1981)** «The energy spectrum: food and energy». "Food security and hungry world" Conference Proc. Wageningen Agricultural University, Hollande.
- 65 De Wit, C.T. (1992)** «Resource efficiency in agriculture». *Agricultural Systems* **40**: 131-151.
- 66 Dommen, A.J. (1988)** «Innovation in African agriculture» Westview Press, Boulder CO. USA
- 67 Dommergues, Y. & Ganry, F. (1986)** «Biological Nitrogen Fixation and Soil Fertility Maintenance» In Mokwunye, A. & Vlek, P. eds "Management of Nitrogen and Phosphorus Fertilizers in Sub-Saharan Africa" pp. 95-115 Dordrecht: Maritnus Nijhoff Publishers.
- 68 Dommergues, Y.R. (1995)** «Nitrogen fixation by trees in relation to soil nitrogen economy» *Fertilizer Research* **42**: 215-230.
- 69 Drechsel, P., Glaser, B., & Zech, W. (1991)** «Effect of multipurpose tree species on soil amelioration during tree fallow in Central Togo» *Agroforestry Systems* **16**: 193-202.
- 70 Eggleton, P., Bignell, D.E., Sands, W.A., Waite, B., Wood, T.G. & Lawton, J.H. (1995)** «The species richness of termites (Isoptera) under differing levels of forest disturbance in the Mbalmayo Forest Reserve, southern Cameroon». *Jour. of Trop. Ecol.* **11**: 85-98.
- 71 Falusi, A. (1985)** «Effects of National Policy on Fertilizer Use». In "Fertilizer Efficiency Research and Technology Transfer Workshop for Africa South of the Sahara" pp. 363-379 Muscle Shoals: International Fertilizer Development Center
- 72 Fernandes, E.C.M., Davey, C.B. & Nelson, L.A. (1993)** «Alley cropping on an acid soil in the upper Amazon: mulch, fertilizer, and hedgerow root pruning effects» In: Ragland, J & Lal, R eds. *Technologies for Sustainable Agriculture in the Tropics*, ASA Special Publication 56 pp. 77-96 ASA Madison Wis. USA.
- 73 Fernandes, E.C.M., Garrity, D.P., Szott, L.T. & Palm, C.A. (1994)** «Use and potential of domesticated trees for soil improvement». In Leakey, R.R.B. & Newton, AC. eds *Tropical Trees: The potential for Domestication and the rebuilding of Forest Resources*, pp. 137-147 HMSO, London, UK.
- 74 Fox, R.H., Myers, R.J.K. & Vallis, I. (1990)** «The nitrogen mineralization rate of legume residues in soil as influenced by their polyphenol, lignin and nitrogen contents» *Plant & Soil.* **129**: 251-259.
- 75 Frankenberger, W.T. & Abelmagid, H.M. (1985)** «Kinetic parameters of nitrogen mineralization rates of leguminous crops into soil». *Plant & Soil* **87**: 257-271.
- 76 Fresco, L.O. & Kroonenberg, S.B. (1992)** «Time and spatial scales in ecological sustainability». *Land Use Policy*, July 1992: 155-167.
- 77 Friend, M.T. & Birch, H.F. (1960)** «Phosphate response in relation to soil tests and organic phosphorus». *Journ, Agri. Science* **54**: 341-347.
- 78 Gachengo, C.N. (1996)** «Phosphorus release and availability in addition of organic materials to phosphorus fixing soils». MSc thesis Moi University Eldoret Kenya.
- 79 Garrity, D.P. (1996)** «Tree-soil-crop interactions on slopes». In Chin Ong, & Huxley P.A. eds. "Tree-crop Interactions; a physiological approach." CAB International, Wallingford, UK.
- 80 Garrity, D.P. & Mercado, A.R. (1994)** «Nitrogen-fixation capacity in the component species of contour hedgerows: how important? *Agroforestry systems* **27**: 241-258.
- 81 Geiger, S.C., Vandenbeldt, R.J. & Manu, A. (1994)** «Variability in the growth of *Faidherbia albida*: The soil connection». *Soil Science Society of America Journal* **58**: 227-231.
- 82 Giller, K.E. & Cadish, G. (1995)** «Future benefits from biological nitrogen fixation: An ecological approach to agriculture» *Plant & Soil.* **174**: 255-277.
- 83 Giller, K.E. (1997)** «Tropical legumes: Providers and Plunderers of nitrogen». In Bergström L. & Kirshmann, H. eds "Carbon and Nitrogen Cycling in Natural and Agroecological tropical Ecosystems" CAB International Wallingford, U.K. (sous presse)
- 84 Giller, K.E. & Cadish, G. (1995)** «Future benefits from biological nitrogen fixation: An ecological approach to agriculture». *Plant & Soil* **174**: 255-277.

- 85 Giller, K.E. & Wilson, K.J. (1991)** «Nitrogen Fixation in Tropical Cropping Systems» CAB International, Wallingford, UK.
- 86 Giller, K.E., Cadish, G., Ehakiotis, C., Adams, E., Sakala, W.D. & Mafongoya P.L. (1997)** «Building-up nitrogen capital in sub-Saharan Africa». In Buresh, R.J. Sanchez, P.A. & Calhoun, F. eds. "Replenishing soil fertility in Africa. ASA-SSSA Special Edition Amer. Soc. Agro. Madisson, WI. USA.
- 87 Gigpu, J., Ganry, F. & Pichot (1985)** «Nitrogen Balance in Some Tropical Ecosystems». In: Kang, B. & Van der Heide eds. "Nitrogen Management in Farming Systems in Humid and Subhumid Tropics" pp. 247-268, Haren: Institute for Soil Fertility and The International Institute of Tropical Agriculture.
- 88 Glasener, K.M. (1991)** «Ammonia volatilization losses from tropical legume mulches» MSc thesis North Carolina State University Raleigh NC, USA.
- 89 Goedert, W.G. (1987)** «Management of acid tropical soils in the savanas of South America». In: "Management of acid tropical soils for sustainable agriculture", Proceedings of an inaugural workshop IBSRA. Bangkok, Thaïlande
- 90 Goedert, W.G. & Lobato, E. (1980)** «Eficiencia agronomica de los fosfatos em solos de Cerrado». Pesquisa Agropecuaria Brasileira **15**: 311-318.
- 91 Gutteridge, R.C. (1992)** «Evaluation of the leaf of a range of tree legumes as a source of nitrogen for crop growth» Experimental Agriculture **26**: 195-202.
- 92 Hagggar, J.P., Warren, G.P., Beer, J.W. & Kass D.C.L. (1991)** «Phosphorus availability under alley cropping and mulched and unmulched sole cropping systems in Costa Rica». Plant and Soil **137**: 275-283.
- 93 Hagggar, J.P., Tanner, E.V.J, Beer, J.W. & Kass D.C.L. (1993)** «Nitrogen dynamics of tropical agroforestry and annual cropping systems» Soil Biol. & Biochem. **25**: 1363-1378.
- 94 Hairiah, K. Van Noordwijk, M., Santoso, B. & Syekhfani, M. S. (1992)** «Biomass production and root distribution of eight trees and their potential for hedgerow intercropping on an ultisol in southern Sumatra» Agrivita **15**: 54-68.
- 95 Hammond, L.L., Chien, S.H. & Mokwunye, A.U. (1986)** «Agronomic value of unacidulated and partially acidulated phosphate rocks indigenous to the tropics». Adv. Agron. **40**: 89-140.
- 96 Handayanto, E, Cadisch, G, & Giller, K.E. (1994)** « Nitrogen release from prunings of legume hedgerow trees in relation to quality of the prunings and incubation method». Plant & Soil. **160**: 237-248
- 97 Handreck, K.A. (1997)** «Phosphorus requirements of Australian native plants». Australian Journ. of Soil Research **35**: 241-289.
- 98 Hands, M.R. Harrison, A.F. & Bayliss-Smith, T. (1995)** «Phosphorus dynamics in slash-and-burn and alley cropping systems of the humid tropics». In Tiessen, ed. "Phosphorus in the global environment" pp 155-170, John Wiley & Sons Chichester, UK.
- 99 Hartemink, A.E. Buresh, R.J. Jama, B. & Janssen, B.H. (1996)** «Soil nitrate and water dynamics in sesbania fallows, weed fallows and maize». Soil Sci. Soc. Am. Journ. **60**: 568-574.
- 100 Hassink, J, (1994)** «Active organic matter fractions and microbial biomass as predictors of N mineralization». In: Neeteson J.J. & Hassink, J, ed. "Nitrogen Mineralization in Agricultural Soils, pp. 1-15, AB-DLO Thema's 1 DLO Research Institute for Agrobiologie and Soil Fertility, Wageningen/Haren, Hollande.
- 101 Hassink, J. (1995)** «Decomposition rate constants of size and density fractions of soil organic matter» Soil Science Society of America Journal **59**: 1631-1635.
- 102 Hassink, J. (1995)** «Density fraction of macro-organic matter and microbial biomass as predictors of C and N mineralization». Soil. Biol. & Biochem. (sous presse).
- 103 Hauser, S. (1993)** «Distribution and activity of earthworms and contribution to nutrient recycling in alley cropping». Biology and Fertility of Soils **15**: 16-20.
- 104 Hedley, M.J. Mortvedt, J.J. Bolan, N.S. & Syers, J.K. (1995)** «Phosphorus fertility management in agroecosystems». In Tiessen, ed. "Phosphorus in the global environment", pp. 59-92, John Wiley & SDons, Chichester, U.K.

- 105 Heuvelop, J. Fassbender, H.W., Alpizar, L. Enriquez, G. & Folster, H. (1988) «Modelling agroforestry systems of cacao (*Theobroma cacao*) in Costa Rica. II Cacao and wood production, litter production and decomposition». *Agroforestry Systems* **6**: 37-48.
- 106 Heisey, P.W. & Mwangi, W. (1996) «Fertilizer use and maize production in the sub-Saharan Africa». Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo (CIMMYT) Economics Working Paper 96, no.01 CIMMYT, Mexico.
- 107 Hoekstra, D. (1988) «Summary of the zonal agroforestry potentials and research across land use systems in the highlands of eastern and central Africa». AFRENA report no.5, 30 pages ICRAF, Nairobi, Kenya.
- 108 Horst, W.J., Kühn, R & Kang, B.T. (1995) «Nutrient use in *Leucaena leucocephala* and *Cajanus cajan* in maize/cassava alley cropping on Terre de Barre, Bénin Republic». In: Kang, B.T., Osiname, A.O. & Larbi, A. édit. "Alley Farming Research and Development pp 122-136. Alley Farming Network for Tropical Africa, Ibadan, Nigeria.
- 109 Hulugalle, N.R. & Kang, B.T. (1990) «Effect of hedgerow species in alley cropping systems on surface of soil physical properties of an Oxic Paleustalf in southwestern Nigeria». *Journ. of Agri. Sci.* **114**: 301-307.
- 110 Hulugalle, N.R. & Ndi, J.N. (1993) «Effects of no-tillage and alley cropping on soil properties and crop yields in a Typic Kandiodult southern Cameroon». *Agroforestry Systems* **22**: 207-220.
- 111 Ikerra, T.W.D, Mnekeni, P.N.S. & Singh, B.R. (1994) «Effects of added compost and farmyard manure on P release from Minjingu phosphate rock and its uptake by maize». *Norwegian Journ. of Agricultural Sciences* **8**: 13-23.
- 112 Iritani, W.M. & Arnold, C.Y. (1960) « Nitrogen release of vegetable crop residues during incubation as related to their chemical composition». *Soil Science* **89**: 74-82.
- 113 Iyamuremye, F. & Dick, R.P. (1996) «Organic amendments and phosphorus sorption by soils». *Advances in Agronomy* **56**: 139-185.
- 114 Izac, A.M.N. (1994) «Ecological-economic assessment of soil management for sustainable landuse in tropical countries». In Greenland, D.J. & Szahaloos, eds. *Soil. Resilience and Sustainable Land Use*, CAB International Wallingford, UK.
- 115 Izac A.M.N. & Swift, M.J. (1994) «On agricultural sustainability and its measurement in small scale farming systems in sub-Saharan Africa». *Ecological Economics* **11**: 105-125.
- 116 Jama, B., Swinckels, R.A. & Buresh, R.J. (1997) «Agronomic and economic evaluation of organic and inorganic sources of phosphorus for maize», *Agronomy Journal* (sous presse)
- 117 Janzen, H.H. & McGinn, S.M. (1991) «Volatile loss of nitrogen during decomposition of legume green manure». *Soil. Biol. & Biochem.* **23**: 291-297.
- 118 Jones, R.B., Wendt, J.W., Bunderson, W.T. & Itimu, O. A. (1996) «*Leucaena* + maize alley cropping in Malawi. Part 1: Effects on N, P, and leaf application on maize yields and soil properties» *Agroforestry Systems* **33**: 281-294
- 119 Jonsson, K. Fidjeland, L. Maghembe, J.A. & Högberg, P. (1988) «The vertical distribution fo fine roots of five trees species and maize in Morogoro, Tanzania *Agroforestry Systems* **6**: 63-69.
- 120 Jonsson, K., Ståhl, L. & Högberg, P. (1996) «Tree fallows: A comparison between five tropical tree species» *Biology and Fertility of Soils* **23**: 50-56.
- 121 Juo, A.S.R., Caldwell, J.O. & Kang, B.T. (1994) «Place for alley cropping in sustainable agriculture in the humid tropics» 15th World Congress of Soil Science, Acapulco, Mexico **7**: 98-109
- 122 Juo, A.S.R., Franzluebbbers, K., Dabiri, A. & Ikhile, B. (1995) «Changes in Soil properties during long-term fallows in continuous cultivation after forest clearing in Nigeria» *Agriculture, Ecosystems and Environment* **56**: 8-18
- 123 Juo, A.S.R., Franzluebbbers, K., Dabiri, A. & Ikhile, B. (1996) «Soil properties and crop performance on a kaolinitic Alfisol after 15 years of fallow and continuous cultivation» *Plant & Soil* **180**:209-217.
- 124 Kachaka, S., Vanlauwe, B. & Merckx, R. (1993) «Decomposition and nitrogen mineralization of prunings of different quality». In Mulongoy, K. & Merckx R. eds. *Soil Organic Matter Dynamics and Sustainability of Tropical Agriculture* pp.199-208. John Wiley & Sons West Sussex, UK.

- 125 Kang, B. T. (1986) «Cropping Systems and Soil Fertility Management in the Humid and Subhumid Tropics With Special Reference to West Africa» In Mokwunye, A. & Vlek, P. eds "Management of Nitrogen and Phosphorus Fertilizers in Sub-Saharan Africa" pp. 83-94. Dordrecht: Martinus Nijhoff Publishers.
- 126 Kang, B.T. (1997) «Alley cropping-soil productivity and nutrient recycling» *Forest Ecology and Management* **91**: 75-82.
- 127 Kang, B. & Duguma, B. (1985) «Nitrogen Management in Alley Cropping Systems». In Kang, B. & Van der Heide eds. "Nitrogen Management in Farming Systems in Humid and Subhumid Tropics" pp. 269-284, Haren: Institute for Soil Fertility and The International Institute of Tropical Agriculture.
- 128 Kang, B.T., Akinnifesi, F.K. & Ladipo, D.O. (1994) «Performance of selected woody agroforestry species grown on an Alfisol and an Ultisol in the humid lowland of West Africa and their effects on soil properties». *Journ. Trop. For. Sci.* **7**: 303-312.
- 129 Kang, B.T., Reynolds, L. & Atta-Krah, A.N. (1990) «Alley farming». *Advances in Agronomy* **43**: 315-359.
- 130 Kang, B.T., Salako, F.K., Chianu, J.N. Akobundu, I.O. & Pleysier, J.L. (1997) «Role of some perennial leguminous and natural fallow species in the amelioration of a degraded Oxic Paleustalf - effect on soils properties and crop performance» *Soil Use and Management* (sous presse)
- 131 Kang, B.T., Wilson, G.F. & Sipkens, L. (1981) «Alley cropping maize (*Zea mays L.*) and leucaena (*Leucaena leucocephala Lam.*) in Southern Nigeria». *Plant & Soil.* **63**: 165-179.
- 132 Kapkiyai, J., Woomer, P.L., Qurishi, J. Smithson, P.C. & Karanja, N. (1997) «Effects of fertilizers and organic inputs on soil organic matter and nutrient dynamics in a Kenyan Nitisol». Paper presented at the "International Symposium on Carbons and Nutrient dynamics in natural and agricultural ecosystems" Harare, Zimbabwe, April 1996, TSBF, Nairobi, Kenya (sous presse).
- 133 Kessler, J.J. & Breman, H. (1991) «The potential of agroforestry to increase primary production in the Sahelian and Sudanian zones of West Africa» *Agroforestry Systems* **13**: 41-62.
- 134 Kiepe, P. & Rao, M.R. (1994) «Management of Agroforestry for the conservation and utilization of land and water resources» *Outlook in Agriculture* **23**: (1) 17-25.
- 135 Kinjo, T. & Pratt, P.F. (1971) «Nitrate adsorption». *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* **35**: 722-732.
- 136 Kirk, G. & Nye, P.H. (1986) «A simple model for predicting the rates of dissolution of sparingly soluble calcium phosphates in soil». *Journ. Soil. Sci.* **37**: 529-554.
- 137 Kotschi, J. (1990) «Introduction» in Kotschi ed. "Ecofarming Practices for Tropical Smallholdings" pp 1-6, Haren: Werksheim: Verlag Josef Margraf.
- 138 Kretzchmar, A. (eds) (1994) «4th International Symposium of Earthworm Ecology». *Soil. Biol. & Biochem.* **24**: 1193-1777.
- 139 Kwesiga, F.R. & Coe, R. (1994) «The effect of short rotation *Sesbania sesban* planted fallows on maize yields». *Forest Ecology and Management* **64**:199-208.
- 140 Ladd, J.N., Oades, J.M. & Amato, M. (1981) «Distribution and recovery of nitrogen from legume residue decomposing in soils sown to wheat in the field». *Soil Biol. & Biochem.* **13**: 251-256.
- 141 Ladd, J.N., Amato, M. Jackson, R.B. & Butler, J.H.A. (1983) «Utilization by wheat crops of nitrogen from legume residues decomposing in soils in the field». *Soil Biol. & Biochem.* **15**: 231-238.
- 142 Ladha, J.K., Peoples, M.B., Garrity, D.P., Capuno, V.T. & Dart, P.J. (1993) «Estimating dinitrogen fixation of hedgerow vegetation using the nitrogen-15 natural abundance method». *Soil Science Society of America Journal* **57**: 732-737.
- 143 Lajtha, K. & Harrison, A.F. (1995) «Strategies of phosphorus acquisition and conservation by plant species and communities». In Tiessen, H. ed. "Phosphorus in the global environment" pp. 139-148. John Wiley & Sons Chichester, U.K.
- 144 Lal, R. (1989) «Agroforestry systems and soil surface management of tropical Alfisol. IV: Water infiltrability, transmissivity and soil water sorptivity» *Agroforestry Systems* **8**: 217-238.
- 145 Lal, R. (1995) « Soil Conservation». In: "Stressed Ecosystems and Sustainable Agriculture". Vairmani, S.M., Katyal, J.C., Eswaran, H. & Abrol, I.P., eds pp. 267-279 New-Hampshire Scienc Pub.
- 146 Lompo, F. (1993) «Contribution à la valorisation des phosphates naturels du Burkina Faso: études des effets de l'interaction phosphates naturels- matériels organiques. Faculté des Sciences et Techniques de l'Université Nationale de Côte d'Ivoire, Abidjan.

- 147 Lynam, J.K. & Herdt, R.W. (1989) «Sens and sensibility: sustainability as an objective in International Agricultural Research». *Agricultural Economics* 3: 381-398.
- 148 MacDicken, K.G. (1994) «Selection and management of nitrogen-fixing trees» Winroch International, Morilton and FAO Bangkok.
- 149 Mafongoya, P.L., Nair, P.K.R. & Dzwela, B.H. (1996) «Effect of multipurpose trees, age of cutting and drying method on pruning quality». In Cadisch, G. & Giller K.E. eds *Driven by Nature: Plant litter quality and decomposition*. CAB International, Wallingford, U.K. pp 167-174.
- 150 Mafongoya, P.L., Giller, K.E. & Palm, C.A. (1997) «Litter quality, decomposition and nutrient release from tree litter». *Agroforestry Systems* (sous presse).
- 151 Mafongoya, P.L., Nair, P.K.R. & Dzwela, B.H. (1996) «Multipurpose tree prunings as a source of nitrogen to maize under semiarid conditions in Zimbabwe: I. Nitrogen-recovery rates in relation to pruning quality and method of application». *Agroforestry Systems*.
- 152 Mason, P.A. & Wilson, J. (1994) «Harnessing symbiotic associations: vesicular-arbuscular mycorrhizas». In: Leakey, R.R.B. & Newton, A.C. édit. *Tropical Trees: The potential for Domestication and the Rebuilding of Forest Resources*. pp 166-175. HMSO London UK.
- 153 McClellan, G. & Notholt, A. (1985) «Phosphate Deposits of Tropical Sub-Saharan Africa». In. Mokwunye, U. & Vlek, P. eds. *Management of Nitrogen and Phosphorus Fertilizers in Sub-Saharan Africa* pp. 173-223 Dordrecht: Martinus Nijhoff Pub.
- 154 McCune, D. (1981) «Fertilizers for Tropical and Subtropical Agriculture». Twelfth Francis New Memorial Lecture. Muscle Shoals: International Fertilizer Development Center.
- 155 McIntire, J. (1986) «Constraints to Fertilizer Use in Sub-Saharan Africa» In Meeting, F.B. (eds) (1993) «Soil Microbial Ecology: Applications in Agricultural and Environmental Management». Marcel Dekker Inc, New-York USA
- 156 McIntire, J. & Powell J.M. (1995) «African semi-arid tropical agriculture cannot grow without external inputs». Powell, J.M. et al eds. *Livestock and sustainable nutrient cycling in mixed farming systems of sub-Saharan Africa vol. 2 ILCA Addis Ababa, Éthiopie*.
- 157 Mekonnen, K., Buresh, R.J. & Jama, B. (1997) «Root and inorganic distributions of sesbania fallows natural fallow and maize». *Plant & Soil*. (sous presse)
- 158 Melack, J.M. & MacIntyre, S. (1992) «Phosphorus concentration, supply and limitation in tropical African rivers and lakes». Tiessen, H. & Frossard, E. eds. "Phosphorus cycles in terrestrial and aquatic ecosystems" pp. 1-10. *Proc. Regional Workshop 4: Africa, SCOPE/UNEP University of Saskatchewan, Saskatoon, Canada*.
- 159 Melillo, J.M., Aber, J.D. & Muratore, J.F. (1982) «Nitrogen and lignin control of hardwood leaf litter decomposition dynamics». *Ecology*, 63: 621-626.
- 160 Michori, P. (1993) «Nitrogen budget under coffee» PhD diss, University of Reading, Reading, UK. [British Thesis Service DX 175716].
- 161 Mokwunye, U. & Vlek, P. (1985) «Cooperative Research on Management of Phosphate and Nitrogen Fertilizers in Sub-Saharan Africa». In "Fertilizer Efficiency Research and Technology Transfer Workshop for Africa South of the Sahara" pp. 221-233 Muscle Shoales: International Fertilizer Development Center. Mokwunye, A. & Vlek, P. eds. "Management of Nitrogen and Phosphorus Fertilizers in Sub-Saharan Africa" pp. 33-58. Dordrecht: Martinus Nijhoff Pub.
- 162 Mordelet, P., Abbadie, L. & Menaut, J.C. (1993) «Effects of tree clumps on soil characteristics in a humid savana of West Africa (Lamto, Côte d'Ivoire) *Plant & Soil*: 153: 103-111.
- 163 Muller-Samann, K. & Kotschi, J. (1994) «Sustaining Growth». "Soil Fertility Management in Tropical Smallholdings". Werkersheim: Margraf Verlag.
- 164 Mulongoy, G. & Van der Meersch, M.K. (1988) «Nitrogen contribution by leucaena (*Leucaena leucocephala*) prunings to maize in an alley cropping system». *Biol. & Fert. of Soils* 6: 282-285.
- 165 Mulongoy, K. Ibewiro, E.B., Oseni, N, Kilumba, A.O., Opara-Nadi & Osunubi, O. (1993) «Effects of management practices on alley-cropped maize utilization of nitrogen derived from prunings on a degraded alfisol in south west Kenya» In Mulongoy, K. & Merckx, R. eds., "Soil Organic Matter Dynamics and Sustainability of Tropical Agriculture" pp. 223-230. John Wiley & Sons West Sussex, UK.

- 166 Mulongoy, K., Kunda, K.N. & Chiang, C.N.K. (1993)** «Effect of alley cropping and fallowing on some soil fertility parameters in southern Nigeria». In: Mulongoy, K & Merckx, R. édit. "Soil Organic Matter Dynamics and Sustainability of Tropical Agriculture. pp. 47-55, John Wiley & Sons and Sayce Publishing, Chichester, U.K.
- 167 Munson, R. (1982)** «Potassium, Calcium, and Magnesium in the Tropics and Subtropics. Tech Bull. no 23 Muscle Shoals: International fertilizer Development Center.
- 168 Myers, R.J.K., Palm, C.A., Cuevas, E., Gunatilleke, I.U.N. & Brossard, M. (1994)** «The synchronisation of nutrient mineralization and plant nutrient demand». In Woomer, P.L. & Swift, M. J. eds "The Biological Management of Tropical Soil Fertility". pp. 81-116. John Wiley & Sons. West Sussex UK.
- 169 Niang, A., Amadalo, B. & Gathumbi (1996)** «Green manure from the road side». in Miti Ni Maendeleo 2: 10 Maseno Agroforestry Research Centre Kisumu Kenya.
- 170 Nagarajah, S. & Amarasiri, S.L. (1977)** «Use of organic materials as fertilizers for lowland rice in Sri Lanka». In "Soil organic matter studies" pp 97-104, Atomic Energy Agency, Vienne, Autriche.
- 171 Nagarajah, S., & Nizar, B.M. (1982)** «Wild sunflower as a green manure for rice in the mid country wet zone», Tropical Agriculturist **138**: 69-79.
- 172 Nair, P.K.R., Kang, B.T. & Kass, D.C.L. (1995)** «Nutrient cycling and soil- erosion control in agroforestry systems». In: Juo, A.S.R. & Freed, R.D. édit. "Agriculture and the Environment; Bridging food production and environmental protection in developing countries". ASA Special Publication 60. CSDSA and SSSA Madison. WI. USA.
- 173 Nyathi, P. & Cambell, B.M. (1993)** The acquisition and use of niombo litter by small-scale farmers in Masvingo, Zimbabwe». Agroforestry Systems **22**:43-48.
- 174 Nyberg, G. & Högberg, P. (1995)** «Effect of young agroforestry trees on soils in on-farm situation in western Kenya» Agroforestry Systems **32**: 45-52
- 175 Nziguheba, G. Palm, C.A. & Buresh, R.J. (1997)** «Soil phosphorus fractions and sorption as affected by organic and inorganic sources». Plant & Soil (sous presse)
- 176 Nye, P.H. & Greenland, D.J. (1960)** «The soil under shifting cultivation» Technical communication 51, Commonwealth Bureau of Soils, Harpenden, UK.
- 177 Okigbo, B. (1990)** «Sustainable Agricultural Systems in Tropical Africa». In Edwards, C., Lal, R., Madden, P. Miller, R & House, G. eds "Sustainable Agricultural Systems pp 322-352, Ankeny: Soil and Water Conservation Society.
- 178 Okigbo, B. (1985)** «IITA's Farming Systems Research in Relation to Soil Fertility». In "Fertilizer Efficiency Research and Technology Transfer Workshop for Africa South of the Sahara" pp. 139-185 Muscle Shoals: International Fertilizer Development Center
- 179 Oglesby, K.A. & Fownes, J.H. (1992)** «Effets of chemical composition on nitrogen mineralization from green manures of seven tropical leguminous trees». Plant & Soil. **143**: 127-132
- 180 Oswald, C.A., Frost, H., Ransom, J.K., Shepherd, K.D. & Sauerbom, J. (1996)** «Studies on the potential for improved fallow using trees and shrubs to reduce Striga infestations in Kenya». In "Proc. Sixth Parasitic Weed Symposium", Coudoue, Espagne.
- 181 Palm, C.A. (1988)** «Mulch quality and nitrogen dynamics in alley cropping system in the peruvian Amazon» Ph. D. Dissertation, North Carolina University, Raleigh NC, USA.
- 182 Palm, C.A. & Sanchez, P.A. (1990)** «Decomposition and nutrient release patterns of the leaves of three tropical legumes». Biotropica **22**: 330-338.
- 183 Palm, C.A. (1995)** «Contribution of agroforestry trees to nutrient requirements of intercropped plants». Agroforestry Systems **30**: 105-124,
- 184 Palm, C.A. & Sanchez, P.A. (1991)** «Nitrogen release from the leaves of some tropical legumes as affected by their lignin and polyphenolic contents» Soil. Biol. & Biochem. **23**: 83-88.
- 185 Palm, C.A., McKerrow, A.J., Glasener, K.M. & Szott, L.T. (1991)** « Agroforestry systems in lowland tropics: is phosphorus important?». In Tiessen, H., Lopez-Hernandez, D. & Salcedo, I.H. eds, Phosphorus cycles in Terrestrial and Aquatic Ecosystems. Regional Workshop 3: South and Central America. pp. 134-141. Saskatchewan Institute of Pedology, Saskatoon, Canada.
- 186 Palm, C.A., Myers, J.K. & Nandwa, S.M. (1997)** « Combined use of organic and inorganic nutrient inputs for soil fertility maintenance and replenishment». In Buresh, R.J.m Sanchez, P.A. & Calhoun, F. eds. "Replenishing soil fertility in Africa. ASA-SSSA Special Publication Amer. Soc, of Agron. Madison WI, USA.

- 187 Palm, C.A., Mukalama, J., Agunda, J., Nekesa, P. Ajanga, S. & Odhiambo, J. (1997) «Farm hedge survey; composition, management, use and potential for soil fertility management», TSBF, Nairobi, Kenya.
- 188 Pankhurst, C.E. Doube, B.M. Gupta, V.V.S.R & Grace P.R. (eds) (1994) «Soil Biota: Management in Sustainable Farming Systems». CSIRO Australia.
- 189 Parish, D. (1985) «Fertilizers and Sub-Saharan Africa» In "Fertilizer Efficiency Research and Technology Transfer Workshop for Africa South of the Sahara pp. 186-195, Muscle Shoales: International Fertilizer Development Center.
- 190 Pashanasi, B., Lavelle, P. Alegre, J. & Charpentier, F. (1996) «Effects of the endogenic earthworm *Pontoscolex corethrurus* on soil chemical characteristics and plant growth in a low-input tropical agrosystem». Soil Biol. 7 Biochem. 28: 801-810.
- 191 Penning de Vries, F.W & Djiteye, M.A. eds. (1992) «La productivité des pâturages sahéliens. Une étude des sols, des végétations et de l'exploitation de cette ressource naturelle. PUDOC Wageningen, Hollande.
- 192 Qureshi, J.N. (1987) «The cumulative effects of N-P fertilizers, manure and crop residues on maize grain yields, leaf nutrients content and some chemical properties at Kabete. National Agricultural Laboratories, Nairobi, CIMMYT, National Maize Agronomy Workshop, Nairobi.
- 193 Qureshi, J.N. (1997) «The cumulative effects of N-P fertilizers, manure and crop residues on maize and bean yields and some soil chemical properties at Kebete». In "Recent Advances in KARI's Research Programmes". Kenya Agricultural Res. Institute, Nairobi, Kenya
- 194 Ramakrisham, P.S. (1992) «Shifting Cultivation in Agricultural and Sustainable Development». Parthenon Publications UNESCO-MAB Paris France.
- 195 Rao, M.R., Nair, P.K.R. & Ong, C.K. (1997) «Biophysical interactions in tropical agroforestry systems». Agroforestry Systems (sous presse).
- 196 Rhoades, C.C. (1997) «Single-tree influences on soil properties in agroforestry». Agroforestry Systems (sous presse)
- 197 Ritz, K., Dighton, J. & Giller, K.E. (1994) «Beyond the Biomass: Compositional and Functional Analysis of Soil Microbial Communities. John Wiley Chichester UK.
- 198 Rosecrance, R.C., Brewbaker, J.L. & Fownes J.H. (1992) «Alley cropping of maize with nine leguminous trees». Agroforestry Systems 17: 159-168.
- 199 Ruhigwa, B.A., Gichuru, M.P. Mambani, B. & Tariah, N.M. (1992) «Root distribution of *Acioa barteri*, *Alchornea cordifolia*, *Cassia siamea* (*Senna siamea*), and *Gmelina arborea* in an acid Ultisol». Agroforestry Systems 19: 67-78.
- 200 Ruhigwa, B.A., Gichuru, M.P., Tariah, N.M., Isrimah, N.O. & Douglas, D.C. (1993) «Spatial variability in soil chemical properties under *Dactyladenia*, *barteri*, *Alchornea*, *Senna siamea* and *Gmelina arborea* hedgerows on acid Ultisol». Experimental Agriculture 29: 365-372.
- 201 Runge-Metzger, A. (1995) «Closing the cycle: obstacles to efficient P management for improved global food security». In Tiessen, H. ed. "Phosphorus in the global environment". John Wiley & Sons, Chichester, U.K.
- 202 Russo, R.O. & Budowski, G. (1986) «Effect of pollarding frequency on biomass of *Erythrina poeppigiana* as a coffee shade tree». Agroforestry Systems 4: 1456-162.
- 203 Salazari, A. Szott, L.T. & Palm, C.A. (1993) «Crop-tree interactions in alley cropping systems on alluvial soils of the Upper Amazon Basin». Agroforestry Systems 22: 67-82
- 204 Sanchez, P.A. (1976) «Properties and Management of Soils in the Tropics» John Wiley & Sons New York USA.
- 205 Sanchez, P.A. (1994) «Tropical soil fertility research, towards the second paradigm». Trans. 15th World Congress of Soil Science, Acapulco, Mexico, 1:65-88.
- 206 Sanchez, P.A. (1995) «Science in Agroforestry». Agroforestry Systems 30: 5-55.
- 207 Sanchez, P.A. & Benites, J.R. (1987) «Low input cropping for acid soils in the humid tropics» Science 238: 1521-1527.
- 208 Sanchez, P.A., Buresh, R.J. & Leakey, R.R.B. (1997) «Trees, soil and food security». Transactions of the Royal Society (London) Series A 355.
- 209 Sanchez, P.A. & Buol, S.W. (1975) «Soils of the tropics and the world food crisis». Science 188: 598-603.

- 210 Sanchez, P.A. & Uehara, G. (1980) «Management considerations for acid soils with high phosphorus fixation capacity». In Khasawney, F.E. et al. eds "The role of phosphorus in agriculture" pp. 471-514 ASA Madison, WI USA.
- 211 Sanchez, P.A., Couto, W. & Buol, S.W. (1982) «The fertility capability soil classification systems: interpretation, applicability and modification». *Geoderma* **27**: 283-309.
- 212 Sanchez, P.A. & Miller, R.H. (1986) «Organic matter and soil fertility management in acid soils of the tropics». Transaction 13th International Congress Soil Science, Hamburg, Germany, **6**: 609-625.
- 213 Sanchez, P., Izac, A. Valencia, I., & Peri, C. (1996) «Soil Fertility Replenishment in Africa: A Concept Note», In Breth, S. eds "Achieving Greater Impact From Research Investment in Africa". Proceedings of the Workshop Developing African Agriculture: Greater Impact Research Investment. Sasakawa Africa Association Mexico City, Mexico.
- 214 Sanchez, P.A. & Leakey, R.R.B. [1997] «Land-use transformation in Africa: Three determinants for balancing food security with natural resource conservation». Fourth Congress European, Soc. Agron. (sous presse)
- 215 Sanchez, P.A. & Palm, C.A. (1996) «Nutrient cycling and agroforestry in Africa». *Unasylva* **185**: (47) 24-28.
- 215 Sanchez, P.A., Buresh, R.J., Kwesiga, F.R., Mokwonyw, A.U., Nderitu, C.G., Shepherd, K.D., Soule, M.J. & Woomer P.L. (1997) «Soil Fertility Replenishment in Africa: an investment in natural resource capital». In: Buresh, R.J., Calhoun, F. & Sanchez, P.A. édité. "Replenishing Soil Fertility in Africa. ASA Special Publication. ASA and SSSA, Madison WI, USA.
- 217 Sanchez, P.A. & Salinas, J.G. (1981) «Low-input technology for managing Oxisols and Ultisols in tropical America». *Adv. Agron.* **34**: 280-406.
- 218 Sanginga, N., Danso, S.K.A. & Zapata, F. (1996) «Field requirement of nitrogen fixation in leguminous trees in agroforestry systems: influence of ¹⁵N-labeling approaches and reference trees». *Biology and Fertility of Soils* **23**: 26-32.
- 219 Sanginga, N., Danso, S.K.A., Zapata, F. & Bowen, G.D. (1994) «Field variation of interspecific variation in phosphorus use efficiency and nitrogen fixation by provenances of *Gliricidia sepium* grown in low P soils». *Applied Soil Ecology* **1**: 127-138.
- 220 Sanginga, N., Manrique, K. & Hardarson, G. (1991) «Variation in nodulation and N₂ fixation by the *Gliricidia sepium/Rhizobium spp.* symbiosis in a calcareous soil». *Biology and Fertility of Soils* **11**: 273-278
- 221 Sanginga, N., Vanlauwe, B. & Danso, S.K.A. (1995) «Management of biological N₂ fixation in alley cropping systems: Estimation and contribution to N balance». *Plant and Soil* **174**: 119-141.
- 222 Schroth, G. (1995) «Tree root characteristics as criteria for species selection and systems design in agroforestry». *Agroforestry systems* **30** 125-143.
- 223 Schroth, G., Kolbe, D., Pity, B. & Zech, W. (1995) «Searching for criteria for the selection of efficient tree species for fallow improvement, with special reference to carbon and nitrogen». *Fertilizer Research* **42**: 297-314.
- 224 Schroth, G. & Zech, W. (1995) «Root length dynamics in agroforestry with *Gliricidia sepium* as compared to sole cropping in the semi-deciduous rainforest zone of West Africa». *Plant and Soil* **170**: 297-306
- 225 Siawa, D.E.K.A., Kang, B.T. & Okali, D.U.U. (1991) «Alley cropping with *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit and *Acioa barteri* (Hook.f.) Engl.». *Agroforestry Systems* **14**: 219-231.
- 226 Singh, B.B. & Jones J.P. (1976) «Phosphorus sorption and desorption characteristics of soil as affected by organic residues» *Soil Scien. Soc. of America Jour.* **40**: 389-394.
- 227 Shepherd, K.D., Ohlsson, E., Okalebo, J.R. & Ndufa J.K. (1996) «Potential impact of agroforestry on soil nutrient balances at the farmscale in the East African Highlands. *Fertilizer Research* **44**: 87-99.
- 228 Sisworo, W.H., Mitrosuharjo, M.M., Rasjid, H. & Myers, R.J.K. [1990] «The relative roles of N fixation, fertilizers, crop residues and soil in supplying N in multiple cropping systems in a humid, tropical upland system». *Plant & Soil* **121**-73-82.
- 229 Sitompul, S.M. Syekhfani, M.S. & Van der Heide, J. (1992) «Yield of maize and soybean in a hedgerow intercropping system» *Agrivita* **15**: 69-75.

- 230 Smaling, E.M.A., Fresco, L.O. & Jager, A. de (1996) «Classifying, monitoring and improving soil nutrient stocks and flows in African agriculture». *Ambio* **25**: 492-496.
- 231 Smyth, T.J. & Sanchez, P.A. (1982) « Phosphate rock dissolution and availability in Cerrado soils as affected by phosphorus sorption capacity». *Soil Sci. Soc. Am. J.* **46**: 339-345.
- 232 Steiner, K. (1984) «Intercropping in Smallholder Agriculture of Tropical Africa». In "Intercropping in Tropical Smallholder Agriculture with Special Reference to West Africa" pp 29-168. Eschbron: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit.
- 233 Stone, E.L. & Kalisz, P.J. (1991) « On the maximum extent of tree roots». *Forest Ecology and Management* **46**: 59-102
- 234 Stoorvogel, J.J. & Smaling, E.M. [1990] «Assessment of soil nutrient depletion in Sub-Saharan Africa». 1983-2000. Report no. 28 vol 1-4 Winand Staring Centre, Wageningen, Hollande.
- 235 Stoorvogel, J.J. & Smaling, E.M. & Janssen B.H. (1993) «Calculating soil nutrient balances in Africa at different scales, I. Supra-national scale». *Fertilizer Research* **35**: 227-235.
- 236 Strømgaard, P. (1992) «Immediate and long-term effects of fire and ash-fertilization on a Zambian niombo woodland soil». *Agriculture, Ecosystems and Environment* **41**: 19-37.
- 237 Swain, T. (1979) «Tannins and lignins». In Rosenthal, G.A. & Janzen, D.H. eds. *Herbivores: Their Interactions with Secondary Plant Metabolites*. Academic Press New York NY USA.
- 238 Swift, M.J., Heal, O.W. & Anderson, J.M. (1979) «Decomposition in Terrestrial Ecosystems». *Studies in Ecology* Univ. of California Press CA USA.
- 239 Swift, M.J. (1987) *Tropical Soil Biology and Fertility: Interregional Research Planning Workshop*, Biology International Special issue 13. IDBS, Paris, France.
- 240 Swift, M.J., Seward, P.D., Frost, P.G.H., Qureshi, J.N. & Muchena, F.N. (1994) «Long-term experiments in Africa: developing a database for sustainable land use under global change». In Leigh, R.A. & Johnson, A.E. eds "Long-term experiments in agricultural and ecological sciences". CAB International, Wallingford, UK.
- 241 Swinkel, R.A., Franzel, S., Shepherd, K.D., Ohlsson, E. & Ndufa, J.K. (1997) «The economics of short rotation improved fallows: evidence from areas of high population density in western Kenya». *Agricultural Systems* (sous presse).
- 242 Szott, L.T., Palm, C.A. & Sanchez, P.A. (1991) «Agroforestry in acid soils of the humid tropics». *Adv. Agron.* **45**: 275-301.
- 243 Szott, L.T., Fernandez, E.C.M. & Sanchez P.A. (1991) «Soil-plant interactions in agroforestry systems». *Forest Ecology and Management* **45**: 127-152.
- 244 Szott, L.T., Palm, C.A. and Buresh, R.J. (1997) «Ecosystem fertility and fallow function». *Agroforestry Systems* (à venir)
- 245 Thomas, R.J. & Asakawa N.M. (1993) «Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes». *Soil. Biol. & Biochem.* **25**: 1351-1361.
- 246 Tian, G., Kang, B.T. & Brussaard, L. (1992) « Effects of chemical composition on N, Ca and Mg release during incubation of leaves from selected agroforestry and fallow plant species». *Biogeochemistry* **16**: 103-119.
- 247 Tian, G., Kang, B.T. & Brussaard, L. (1992) «Biological effects of plant residues with contrasting chemical compositions under humid tropical conditions- decomposition and nutrient release». *Soil Biol. & Biochem.* **24**: 1051-1060.
- 248 Tian, G., Kang, B.T. & Brussaard, L. (1993) «Biological effects of plant residues with contrasting chemical compositions under humid tropical conditions: Effects on soil fauna». *Soil Biology and Biochemistry* **25**: 731-737.
- 249 Tian, G., Brussaard, L. & Kang, B.T. (1993) « Mulching effect of plant residues with chemically contrasting composition on maize growth and nutrient accumulation». *Plant & Soil* **153**: 179-187.
- 250 Tian, G., Kang, B.T. & Brussaard, L. (1995) «An index for assessing the quality of plant residues and evaluating their effects on soil and crop in th (sub) humid tropics». *Applied Soil. Ecology* **2**: 25-32
- 251 Tinker, P.B. (1975) «Soil chemistry of phosphorus and mycorrhizal effects on plant growth». In Sanders F.E. et al. eds "Endomycorrhizas" Academic Press London pp. 353-371.
- 252 Torquebiau, E.F. & Kwesiga, F. (1996) «Root development in a *Sesbania sesban* fallow-maize system in Eastern Zambia». *Agroforestry Systems* **34**: 193-211.

- 253 Trouve, C., Mariott, A., Schwartz, D. & Guillet, B. (1994)** «Soil organic carbon dynamics under Eucalyptus and Pinus planted on savanas in the Congo». *Soil Biology and Biochemistry* **26**: 287-295
- 254 Valencia, I., Kini, R. Pieri, C. & Rosseau, P. (1997)** «Investing in soil fertility: a World Bank view». In Buresh, R.J., Sanchez, P.A. & Calhoun, F. eds. "Replenishing soil fertility in Africa" ASA-SSSA Special Publication, Amer. Soc. Agro. Madison, WI, USA.
- 255 Van Bodegom, P. (1995)** «Water, nitrogen and phosphorus dynamics in three fallow systems and maize in western Kenya». MSc thesis Wageningen Agricultural University Wageningen, Hollande.
- 256 Van der Meersch, M.K., Merckx, R. & Mulongoy, K. (1993)** «Evolution of plant biomass and nutrient content in relation to soil fertility changes in two alley cropping systems. In: Mulongoy, K. & Merckx, R. édit. "Soil organic matter and Sustainability of tropical Agriculture» pp.143-154 John Wiley and Sons and Sayce Publishing Chchester, UK.
- 257 Vanlauwe, B. Swift, M.J. & Merckx, R. (1996)** «Soil litter dynamics and N use in a leucaena (*Leucaena leucocephala* Lam. [De Witt]) alley cropping system in southwestern Nigeria». *Soil Biology and Biochemistry* **28**: 739-749.
- 258 Van Noordwijk, M. (1989)** «Rooting depth in cropping systems in the humid tropics in relation to nutrient use efficiency». In: Van der Heide, J édit. "Nutrient Management for Food Crop Production in Tropical Farming Systems" pp. 129-144 Institute for soil fertility Haren, Hollande
- 259 Van Noordwijk, M., Sitompul, S.M., Hairiah, K. Kistryni, E. E., Syekhfani, M.S. (1995)** «Nitrogen supply from rotational or spatially zoned inclusion of Leguminosae for sustainable maize production on an acid soil in Indonesia». *Plant & Soil*. (in press).
- 260 Van Noordwijk, M., Lawson, G., Soumare, A. Groot, J.J.R. & Hairiah, K. (1996)** «Root distribution of trees and crops: Competition and/or complementarity» In: Ong, C.K. and Huxley, P. édit. "Tree-crop Interactions, a Physiological Approach" pp. 319-364 CAB International, Wallingford, UK.
- 261 Vandenberg, R.J. ed. (1992)** «*Faidherbia albida* in Western Semi-Arid Tropics». ICRISAT, Patancheru, India.
- 262 Van Kauwenbergh, S.J., Williams, L.B. & McClellan, G.H. (1991)** «The fertilizer mineral resources of East and Southeast Africa». Special issue *Fert. Res.* **30**: 123-296.
- 263 Vitousek, P.M. & Sanford, R.L. (1986)** « Nutrient cycling in moist tropical forest». *Ann Rev. Eco. and Syst.* **17**: 137-167.
- 264 Velk, P. & Vielhauer, K. (1995)** « Nutrient Management Strategies in Stressed Environments». In "Stressed Ecosystems and Sustainable Agriculture". Vairmani, S.M., Katyal, J.C., Eswaran, H. & Abrol, I.P., eds pp203-229 New-Hampshire Scienc Pub.
- 265 Von Carlowitz, P.G., Wolf, G.V. & Kemperman R.E.M. (1991)** « Multipurpose Tree Databas: An Information and Decision Support System. ICRAF Nairobi, Kenya.
- 266 Wallace, J.S. (1996)** «The water balance of mixed tree-crop systems». In: Ong, C.K. and Huxley, P. édit. *Tree-Crop Interactions, a Physiological Approach*, pp73-158. CAB International, Wallinford, UK.
- 267 Weil, R.R. & Mughogho, S.K. (1993)** «Nutrient cycling by *Acacia albida* (*syn, Haidherbia albida*) in agroforestry systems». In: Ragland, J, & Lal, R. édit. "Technologies for Sustainable Agriculture in the Tropics pp.97-108, ASDA Specialk Publication 56, ASA, CSSA and SSSA Madison WI, USA.
- 268 Wendt, J.W., Jones, R.B., Bunderson, W.T. & Itimu, O.A. (1996)** «Leucaena+maize alley cropping in Malawi, Part 1: Residual P and leaf management effects on maize nutrition and soil proprties». *Agroforestry Systems* **33**: 295-305.
- 269 Wild, A. (1972)** «Nitrate leaching under bare fallow at a site in northern Nigeria». *Journ. of Soil Science* **23**: 315-324.
- 270 Wong, M.T.F. & Nortcliff, S. (1995)** «Seasonal fluctuations of native available N and sol management implications», *Fertilizer Research* **42**: 13-26.
- 271 Wong, M.T.F. & Juo, A.S.R. [1987]** «Retarded leaching of nitrate measured in monolith lysimeters in south-east Nigeria». *Journ, of Soil Sci.* **38**: 511-518.
- 272 Woomer, P.L., Kahindi, J.H.P. & Karanja, N.K. (1997)** «Nitrogen replenishment in the East African Highlands of East and Central Africa». ICRAF Nairobi, Kenya.

- 273 Woomer, P.L., Kotto-Same, J., Bekunda, M.A. & Okalebo, J.R. (1997) «The biological management of tropical soil fertility: some research and development priorities for Africa». "Proceedings of Long Term Soil Management Research in the Tropics Workshop 8". Ohio State University, Columbus Ohio, USA.
- 274 Woomer, P. L. & Swift, M.J. (1994) « The Biological Management of Tropical Soil Fertility». John Wiley Chichester, UK.
- 275 Wortmann, C.S., Isabirye, M, & Musa, S, (1994) «Crotolaria as a greene manure in Uganda». African Crop Sci. J. 2:55-61.
- 276 Yamoah, C.F., Agboola, A.A. & Mulongoy (1986) «Decomposition, nitrogen release and weed control by prunings of selected alley cropping shrubs». Agroforestry Systems 4: 229-246.
- 277 Yamoah, C.F. & Agboola, A.A. & Wilson, G.F. (1986) «Nutrient contribution and maize performance in alley cropping systems». Agroforestry Systems 4: 247-254.
- 278 Yost, R.S., Kamprath. E.J., Lobato, E. & Naderman, G. (1979) «Phosphorus response on an Oxisol as influenced by rates and placement». Soil Sci. Soc. Am. J. 43: 3383-343.
- 279 Yost, R.S., Naderman, G.C. Kamprath, E.J. & Lobato, E. (1982) «Availability of rock phosphate as measured by an acid-tolerant pasture grass and extractable phosphorus». Agron. J. 74: 462-468.
- 280 Young, A. (1989) «Agroforestry for Soil Conservation», International Council for Research and Agroforestry ans CAB International. Wallingford, U.K.
- 281 Young, A. (1997) «Agroforestry for soil management». CAB International, Wallingford, U.K. and ICRAF, Nairobi, Kenya.

Apperçu de la bibliographie pour cerner de plus près les intérêts et les travaux publié par rapport à la pédogénèse avec une notation spéciale des principaux thèmes développés dans les deux dernières décennies

A

AGRICULTURE

56	durable
59	durable
177	durable
188	biologie du sol
194	variation des cultures

AGROFORESTERIE

40	nutriments
51	dégradation du sol
55	aménagement des pentes
105	culture du cacao
107	influence zonale potentielle
133	potentiel pour la région saharienne
134	aménagement pour l'eau
174	jeunes arbres utilisés

181	azote de la litière en Amazonie
183	contribution des arbres aux nutriments
185	phosphore dans ce système
187	conservation des haies
195	interactions biophysiques
196	influence d'un arbre seul
206	sciences
216	sciences
222	caractéristiques des racines des arbres
224	les racines de <i>Gliridicia</i>
227	potentiel des impacts
242	sols acides
243	interaction sol/plante
246	jachère et N. Ca et Mg.
267	<i>Acacia albida</i>
280	conservation des sols
281	conservation des sols arbres
3	influence de la variabilité
4	du sol
20	azote pour le maïs
24	isolés en savane.
31	racines et nutriments
34	plantes ligneuses des régions semi-arides
38	composition des feuilles d'arbres Légumineuses
41	amélioration du sol
58	fixation d'azote
60	sol sous les arbres au Sénégal
68	fixation d'azote
69	espèces «multiservices»
73	arbres «domestiqués»
79	interaction avec le sol
83	azote et espèces Légumineuses
94	biomasse de 8 espèces
119	distribution verticale des racines de 5 espèces
128	sélection
148	fixateurs d'azote
149	qualité et méthode de production des BRF
150	qualité des litières

151	production de BRF pour azote
162	effet des rejets
165	BRF et l'azote en culture en couloir
179	5 espèces de Légumineuses pour la fixation d'azote
180	arbres et arbustes pour le contrôle de Striga sp.
183	contribution à la relaxation de nutriments
196	influence d'un seul arbre
198	9 espèces pour la culture du maïs
199	distribution des racines
202	<i>Erythrina poeppigiana</i> pour la culture du café.
203	interaction avec la récolte
208	sécourir alimentaire
222	caractéristiques des racines
223	sélection et métabolisme de l'azote
233	racines
260	distribution des racines
265	Base de données multifonction azote
2	lignine dans la litière
17	biologique
18	minéralisation/maïs-légumineuses
28	lessivage des nitrates
44	nitrates des sols acides
47	déclin des nitrates sans irrigation
52	minéralisation de l'azote
53	transformation d l'azote
54	évaluation de l'azote
58	origine biologique
67	origine biologique
68	origine biologique
74	minéralisation
75	minéralisation
80	fixation dans les cultures en couloir
82	fixation biologique
83	arbres Légumineuses

84	biologique
85	fixation sur les tropiques
86	capital azoté
87	équilibre azoté
88	volatilisation de NH ₄
91	contenu des feuilles de Légumineuses
93	dynamique dans les cultures en couloir
96	BRF dans les cultures en couloir
99	l'azote du sol et de l'eau
100	minéralisation
102	minéralisation
113	relaxation
117	pertes par volatilisation
118	application sur les feuilles de maïs
125	décomposition et qualité
127	aménagement
135	adsorption des nitrates
140	utilisation par le blé
141	utilisation par le blé
142	fixation par les haies des culture en couloir
148	arbres fixateurs
151	producteurs de BRF pour l'azote
159	l'azote et la lignine
160	budget azoté sou le café
161	fertilisant
164	apport de <i>Leucaena</i> en culture en couloir
165	apport des BRF en culture en couloir
179	compostion chez les Légumineuses
181	azote des litières em Amazonie
192	effets cumulatifs de N+P sur le maïs
193	effets de N+P sur le maïs
218	fixation par les Légumineuses
219	fixation d'azote et de phosphore
220	Gliricidia /Rhizobium
221	fixation en agroforesterie

228	fixation et fertilisants
255	dynamique sous jachère
257	litière de <i>Leucaena</i> et dynamique de l'azote
259	apport
269	lessivage sous jachère
270	fluctuation saisonnière
271	lessivage retardé
272	recapitalisation
B	
BRF	
72	culture en couloir
96	azote en culture en couloir
124	qualité et azote
149	qualité et technique de taille
164	<i>Leucaena</i> et azote dans les cultures en couloir
165	apport d'azote dans les cultures en couloir
169	BRF en bordure de route
276	azote et contrôle des mauvaises herbes
Brûlage	
8	résidus de récolte mauvaises herbes
C	
<i>Cajus cajan</i>	
5	phosphore en Inde
108	culture maïs-manioc
Carbone	
102	minéralisation
223	introduction d'arbres pour le
carbone	
253	organique
Champignons	
49	écologie
Culture en couloir (<i>alley cropping</i> ou <i>farming</i>)	
50	potentiel
57	potentiel
80	fixation d'azote par les arbustes
92	diponibilité du phosphore
93	dynamique de l'azote
94	biomasse des arbres
103	lombrics

109		effets des espèces d'arbustes
110		absence de labours
118		Leucaena/maïs
121		agriculture durable
126		productivité
127		aménagement de l'azote
129		adventices
131		maïs et Leucaena
142		fixation de l'azote par les haies
144		aménagement de la surface du
sol		
164		apport des BRF de Leucaena
166		jachère
181		litière et azote en Amazonie
198		arbre Légumineuses et azote
203		interaction entre les arbres et les cultures
221		fixation d'azote
225		Leucaena
229		maïs/soja
256		biomasse
257		dynamique de la litière de Leucaena
268		Leucaena/maïs
276		BRF et plantes adventices
277		nutriments.
	D	
Développement durable		
10		indicateurs
12		indicateurs
	E	
Eau		
266		équilibre hydrique
Énergie		
64		nourriture
	F	
Faune		
248		du sol
Fertilisants		
71		politiques nationales
106		maïs
132		effet de la matière organique
154		Afrique
155		Afrique
167		K, Ca, Mg.

189
 262
 263
 264

Fertilité

13
 22
 39
 61
 63
 163
 178
 187
 205
 211
 236
 239
 254
 273
 274

Feu

236

Sesbahana sesban

sources
 cyclage
 stratégies

restauration du sol

restauration

Fertilisants

environnement

sol et marché

sols

recherche

haies et sol

recherche

classification

feu

biologie

investissement

aménagement biologique

aménagement biologique

fertilisants

G

Gliricidia sepium

219

224

variation de P et N au
 champ

racines

J

Jachère

4

16

32

45

99

120

122

123

130

139

157

166

180

223

arborée

courte

système nutriment et maïs

indigène

azote et eau avec Sesbania

arborée de 5 espèces

effets à long terme après

déforestation

20 ans sur kaolinite

rôle des légumineuses

vivaces

Sesbania sesban

Sesbania sesban/ maïs

culture en couloir

contrôle de *Striga sp.*

sélection des arbres efficaces

Microarthropodes

4

jachère arborée

Mycorhizes

29

relaxation du phosphore

152

valorisation

251

phosphore

N

Nutriments

168

synchronisation de la demande

172

cyclage et érosion du sol

182

relaxation

183

contribution des arbres aux
 besoins des cultures

185

recapitalisation

215

cyclage en agroforesterie

230

flux

234

pertes

235

pertes

247

relaxation

258

apport par la profondeur des
 racines

267

cyclage chez *Acacia albida*

P

Phosphates

11

roches phosphatées

21

évolution des phosphates
 comme fertilisants

23

évaluation des roches
 phosphatées

27

utilisation des roches
 phosphatées

48

efficacité

77

réponse aux phosphates

90

pertes de phosphates

95

roches phosphatées acidulées

111

relaxation

136

Soubilité des calciques

146

valorisation des phosphates
 naturels

153

dépôts phosphatés africains

231

roche phosphatée,
 dissolution

279

disponibilité des roches
 phosphatées

Phosphore

5

ponction par *Cajus cajan*

29	mycorhizes
42	"capital" phosphore
78	relaxation
92	disponibilité dans les cultures en
<i>couloir</i>	
97	demande des plantes dans les
<i>cultures en couloir</i>	
98	dynamique
104	agrosystème
116	maïs: organique ou non
143	stratégies de conservation
158	concentration
161	fertilisants
175	organique et inorganique
185	systèmes agroforestiers
192	effet conjugués de N+P
193	effets conjugués de N+P
201	obstacles à l'efficacité
210	fixation
219	efficacité
226	résidus organiques
251	mycorhizes
255	P+N sous jachère
268	résiduel
278	réponse
Polyphénols	
52	insolubles
74	contenus
184	relaxation de l'azote.
	R
Recapitalisation	
213	fertilité
216	fertilité
	S
<i>Sesbania sesban</i>	
139	courtes rotations de jachères
157	jachère
252	jachère
Sols	
209	crise alimentaire
239	biologie
248	faune
273	aménagement de la fertilité
	biologique
Sols tropicaux	
6	fertilisants

36	productivité
37	variabilité
81	variabilité du carbone organique <i>sous Acacia albida.</i>
89	acides de savane
128	propriétés
144	de surface dans les cultures en couloir
145	conservation et stress
188	biologie et agriculture durable
197	biologie des communautés
200	propriétés chimiques spatiales
204	aménagement
205	recherche

T

Tanins

237	interactions avec autres métabolites
-----	--------------------------------------

Termites

70	sous différentes perturbations forestières.
----	---

~ ~ ~ ~ ~

Nombre d'articles par année de 1977 à 1997

1997	31
1996	32
1995	34
1994	27
1993	27
1992	18
1991	16
1990	11
1989	7
1988	6
1987	8
1986	11
1985	8
1984	3
1983	1
1982	7
1981	5

1980	2
1979	3
1978	0

Position des auteurs et nombre de publications

Auteur Principal

SANCHEZ, P.A.	14
PALM, C.A.	7
KANG, B.T.	7
GILLER, K.K.	5
TIANG, G.	5
BARRIOS, E	3
BREWEBAKER, J.L.	3
BUOL, S.W.	3
BURESH, R.J.	3
JUO, A.S.R.	3
MAFONGOYA, P.L.	3
MULONGOY, G.	3
SANDS, W.A.	3
SCHROTH, G.	3
SWIFT, M.J.	3
SZOTT, L.Z.	3
WOOMER, P.L.	3
BATINO, A.	2
BERNHARDT-REVERSAT, M.	2
BRENABM H,	2
DECALSOTA, J.	2
DOMMERGUES, Y,	2
FERNANDES, E.C.M.	2
GARRITY, D.P.	2
GOEDERT, W.G.	2
HADARSON, G.	2
HARTEMINK, A.E.	2
HULUGALLE, N.R.	2
IZAC, A.M.N	2
JONSSON, K.	2
LADD, J.W.	2
LAL, R.	2
McINTIRE	2
NAGARAJAH, S,	2
OKALI, P.U.U	2
QURISHI, J.	2
RUHIGWA, B.A.	2

<i>STOORVOGEL, J.J.</i>	2
<i>WONG, M.T.F.</i>	2
<i>YAMOAHA, V.T.</i>	2
<i>YOST, R.S.</i>	2
<i>YOUNG, A.</i>	2

Auteur en second

<i>BURESH</i>	6
<i>PALM, C.A.</i>	5
<i>CADISH, G.</i>	4
<i>HÖGBERG, P.</i>	3
<i>NAIR, P.K.R.</i>	3
<i>SANCHEZ, P.A.</i>	3
<i>SMALING, E.M.A.</i>	3
<i>SWIFT, M.J.</i>	3
<i>VAN NOORWIJK</i>	3
<i>AGBODA, A.A.</i>	2
<i>BOULDIN, O.R.</i>	2
<i>FOWNES, J.H.</i>	2
<i>FRANZLUEBBERS, K.</i>	2
<i>GANRY, F.</i>	2
<i>GARRITY, D.P.</i>	2
<i>GICHURU, M.P.</i>	2
<i>HARRISON, A.F.</i>	2
<i>KAMPRATH, E.J.</i>	2
<i>KWESIGA, F.</i>	2
<i>LEAKEY, R.R.N.</i>	2
<i>MUGHOGHO, S.K.</i>	2
<i>MYERS, R.J.K.</i>	2
<i>POWELL, J.M.</i>	2
<i>SPRENT, J.L.</i>	2
<i>TIANG, G.</i>	2
<i>VANLAUWE, B.</i>	2
<i>WILSON, K.J.</i>	2

Conclusions

Malgré toute ma bonne volonté, je n'arrive pas à tirer de ces journées, pourtant mémorable, quelques enseignements que ce soit de cet atelier, où le titre même me fait grincer des dents « *Soil Fertility Replenishment* » comme s'il était possible de "remplir de fertilité" un sol, une "marchandise" que pourrait fournir la technologie à un monde

agricole qui dépendait avant tout de la forêt, où cette "fertilité" se loge dans les arbres plutôt que dans le sol.

Il m'est rapidement apparu que le monde dont l'ICRAF fait la promotion n'avait rien à voir avec celui qui nous intéresse où la fertilité est strictement d'origine biologique pas mécanismes forestiers interposés. Ces mécanismes sont régis par la biochimie des polyphénols dont les champignons Basidiomycètes sont les principaux acteurs biologiques permettant la biotransformation des lignines comme apport stable d'énergie et comme base alimentaire des arthropodes tout en structurant le sol.

L'orientation à la fois des posters, des exposés et des 281 titres de publications inventoriés de l'annexe n° II étaient en rupture totale avec les sept publications que nous avons déposés pour distribution en français et en anglais. Il m'a semblé évident dès l'abord que l'organisation, la langue anglaise et l'argent étaient au service des techniques agricoles développée dans les pays tempérés.

Comme on le voit dans l'annexe n° I la représentation par pays était la suivante soit un total de 65 représentants de 13 pays africain, 2 pays asiatiques, 2 pays européens, 2 pays nord américains et deux organisations dépendantes de l'ONU soit un total de 65 représentants.

Cameroun	3
Canada	2
FAO	2
France	3
Ghana	1
Inde	1
Kenya	26
Madagascar	1
Malawi	1
Mali	3
Mozambique	1

Niger	1
Sénégal	1
Suède	1
Thaïlande	1
Togo	2
Uganda	6
USA	2
World Bank	1
Zambie	2
Zimbabwe	3

Il était évident que ma présence était pour le moins incongrue n'ayant aucune relation avec les autres et sans réel support du Canada. C'est l'interprétation, qu'il me faut donner et qui saute aux yeux *a posteriori*. J'ai dû jouer le rôle de "potiche" comme l'exprimait de Gaulle dans des circonstances analogues. Dans les faits plusieurs publications n'ont pas trouvé preneurs, je n'ai été présenté à personne, et toutes mes tentatives d'amener mes interlocuteurs occasionnels sur le sujet de ma présence s'est montré vain. Les plus polis sont demeurés imperturbables, les plus ténébreux cherchant à fuir.

Un relevé attentif des présentations et des 281 titres de publications proposés dans l'annexe II montre une approche technique à la question africaine de la fertilité des sols conventionnelle basée sur la disponibilité des nutriments, où en réalité, l'agroforesterie, est un leurre utile permettant une intervention industrielle massive de l'agriculture européenne ou américaine. Il n'y a pas de place pour la discussion et l'expérimentation.

Ici les commentaires d'accueil du Dr Sanchez lors de ma première visite «*Give me data, data, data please*» prenaient tout son sens une fois de plus. Quelle ne fut pas ma surprise par la suite de constater que le CRDI par la voix des Dr Peden et Smith proposait pour le mois d'octobre de la même année un «*RCW International Symposium*» dans l'enceinte même, *d'ICRAF House* d'obédience internationale après deux échecs consécutifs, appuyés avec si peu de conviction par le CRDI, qu'il était difficile qu'il en fut autrement.

Cette absence de conviction interne de notre technologie et son soutien sur la scène internationale demeurera une énigme incontournable sinon que nous devenions un pion "politique" en période de grande détresse interne des institutions canadiennes, soumises au stress des difficultés économiques des années '90.

oo

publication n° 105
juin 1997
deuxième édition
novembre 2003
édité par

Le Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux
Département des Sciences du Bois et de la Forêt
Faculté de Foresterie et de Géomatique
Université Laval
Québec G1K 7P4
QUÉBEC
Canada

courriel: gilles.lemieux@sbf.ulaval.ca
FAX 418-656-3252
tel. 418-656-2131 poste 2837