

LES GERMES ÉCONOMIQUES ET SCIENTIFIQUES DE LA RÉVOLUTION VERTE AU SAHEL

TEXTE PRÉSENTÉ EN CONFÉRENCE À L'INVITATION DE

**L'AGENCE CANADIENNE DE DÉVELOPPEMENT
INTERNATIONAL**

à la réunion du

CLUB SAHEL

**Pointe-au-Pic
QUÉBEC
5 octobre 1995**

publication n° 55
<http://forestgeomat.for.ulaval.ca/brf>
par

Gilles Lemieux
Professeur au Département des Sciences du Bois et de la Forêt
Faculté de Foresterie et de Géomatique
UNIVERSITÉ LAVAL

Québec G1K 7P4
QUÉBEC
Canada

édité par le Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux
octobre 1995

LES GERMES ÉCONOMIQUES ET SCIENTIFIQUES DE LA RÉVOLUTION VERTE AU SAHEL

Je suis reconnaissant de l'invitation qui m'est faite de vous adresser la parole sur un sujet particulièrement difficile, pour lequel nous pensons pouvoir apporter plusieurs éléments nouveaux et susceptibles de renverser les tendances actuelles, aussi bien dans les régions sahéliennes qu'ailleurs dans le monde.

Je me permets donc d'établir le contexte dans lequel s'inscrivent les différentes découvertes qui ont mené aux propos que je tiendrai. Elles sont liées aux difficultés économiques et sociales déjà inscrites dans les faits au début des années 70. Elles se sont manifestées par la crise de l'environnement, fruit d'une percée fulgurante de la technologie et de la productivité industrielles.

Deux pôles sont à l'origine de nos découvertes. Ce sont la pauvreté en milieu forestier et la pollution causée par les produits chimiques servant à blanchir les papiers, dont le mercure a été identifié comme le résidu le plus dangereux et le plus pernicieux.

En utilisant le bois de rameaux des arbres, après fragmentation et en le mélangeant aux premiers centimètres du sol, nous avons obtenu des augmentations des rendements agricoles allant de 30% à 300%, selon les cultures et cela sans utilisation d'engrais ou amendements quelconques. Aussi surprenant que cela puisse paraître, la littérature scientifique n'avait jamais fait mention d'un tel matériau et de tels effets. Au début des années 80, d'autres essais, en milieu forestier cette fois, montrent des effets sur la régénération, la morphologie du sol, les réactions physico-chimiques, la flore, etc., sans que personne ne sache à quoi attribuer de telles modifications.

La perception traditionnelle que nous avons des branches et du sol nous plaçait derechef dans l'optique déchettaire qui se développait rapidement à l'époque, et qui est devenue la principale préoccupation de notre société industrielle et urbaine. Ainsi, ces observations furent reléguées au niveau du fait divers inexpliqué, sans plus. Toutefois, en étudiant les différentes

composantes des rameaux, il nous fallait bien convenir que ceux-ci étaient extrêmement riches en nutriments. Ils possédaient une substance particulière qu'est la lignine peu polymérisée, sous la forme de monomères facilement attaquables biologiquement.

Au début de nos travaux, la fameuse maladie de Minamata par empoisonnement au mercure, força les scientifiques, financés par la grande industrie et les États, à trouver de nouvelles techniques de blanchiment du papier, la lignine donnant une teinte indésirable aux papiers. C'est ainsi que débuta de par le monde de très importants travaux sur la "dégradation" de la lignine par voie enzymatique, et particulièrement celle des conifères. Pour la première fois, un effort considérable était accordé à cette molécule extrêmement complexe et très énergétique, pour laquelle l'industrie des pâtes et papiers n'avait aucune utilité, d'où son rejet dans l'environnement accompagné de produits secondaires, tels les composés organo-mercuriques.

Ce n'est que 10 ans plus tard que nous avons trouvé dans la littérature un article de deux savants européens, les D^{rs} Leisola du *Finish Sugar Institute* et Garcia de l'Institut Pasteur, qui décrivait le rôle joué par plusieurs enzymes dans la production d'acide humique à partir de la lignine, l'élément principal de la pédogenèse, c'est-à-dire de la formation des sols et de la fertilité.

Pour la première fois, étions-nous en mesure de mieux comprendre sous quel angle les BRF (**Bois Raméal Fragmenté**) avaient un impact aussi puissant sur les rendements, sans faire appel à une présence additionnelle de nutriments chimiques sous la forme de fertilisants de synthèse. Pour une première fois, nous étions contraints de délaisser l'approche traditionnelle, soit celle de la minéralisation et de son cortège chimique. Nous voici lancés sur la piste biologique, mais cette fois, dans l'optique forestière où nous fûmes vite confrontés aux tenants des composts et des fumiers, dans la logique déchettaire si chère à l'économie de cette fin de millénaire.

Il faut souligner ici que tous les travaux portant sur la lignine sont réalisés dans une optique de dégradation, de transformation et d'élimination. Nous n'avons trouvé aucun travail récent portant sur l'aggradation, c'est-à-dire sur la structuration énergétique du sol à partir des noyaux benzéniques incorporés au nouveau milieu. Nous sommes toujours dans l'optique déchettaire, où seule la dégradation est prise en compte, sans aucune mention du phénomène le plus important: **l'aggradation énergétique, biologique et structurelle du sol, ce monde vivant.**

Ce sont les caractéristiques de cette lignine qui ont permis à l'homme de se développer de par le monde. Toute l'Afrique fut sous l'emprise de la forêt feuillue à une époque ou à une autre. La forêt tropicale est feuillue, et dans ces conditions, elle génère les meilleurs rendements tant agricoles que forestiers. L'Histoire nous apprend que tout le Sahel a été un jour sous cette forêt. Elle se retire sous les coups du développement de la pression démographique et de l'évolution du climat ainsi créée.

Même si l'hypothèse que la lignine soit la base de l'humus naturel a été émise à plusieurs reprises depuis 1926, peu y ont porté attention. Les travaux les plus importants et les plus récents ne font en rien référence à cette évolution de la lignine. Ils essaient tous de comprendre la dégradation de cette molécule, non pas son évolution positive. La transformation de l'humus dans le sol a comme caractéristique principale d'évoluer en conservant intacts ou peu modifiés les noyaux benzéniques, la base même d'autres composés complexes, en augmentant l'énergie stockée. À l'inverse, la minéralisation consomme et diminue les réserves énergétiques. Ce phénomène relèvera donc de l'entropie, en augmentant l'énergie et sa dispersion dans la matière, par opposition à l'enthalpie dans le cas de la minéralisation où elle est concentrée et expulsée de cette dernière. L'agriculture actuelle ne réfère qu'au second phénomène, soit la minéralisation, avec toutes les conséquences inhérentes: la dégradation et la pollution sont deux des facettes les mieux connues. Il en va de même dans l'agriculture traditionnelle où les résidus sont brûlés pour avoir accès aux nutriments, au détriment de la formation des chaînes trophiques.

CE QUE L'HISTOIRE ET LA GÉOGRAPHIE NOUS ENSEIGNENT

Après quelques observations, réflexions et déductions, force nous est de conclure que c'est dans le cadre de la forêt feuillue que les grandes civilisations de notre monde se sont développées. C'est en utilisant les sols de ces forêts que sont apparus les meilleurs rendements dans toutes les conditions, en fonction du temps. L'accumulation des richesses devint possible avec la croissance de la population et des différentes civilisations. **Toutes les tentatives d'utiliser les sols dérivés de la forêt coniférienne se sont soldées par des échecs sous toutes les latitudes et tous les climats.** Plusieurs explications ont été proposées pour justifier ces échecs, mais sans vraiment y parvenir.

On ne peut en dire autant des sols agricoles dérivés des formations de monocotylédones généralement fertiles, mais où l'on remarque toujours des tendances xériques, rendant surtout la production de graminées intéressante. Ces grandes formations herbeuses se trouvent aussi bien dans les Amériques qu'en Asie, et accessoirement en Europe. On y trouve généralement des populations d'une densité moyenne. **L'utilisation des sols de façon intensive mène le plus souvent à la désertification totale, partielle ou temporaire**, dans ces conditions climatiques précaires.

La forêt feuillue, de par toutes les parties de notre planète, serait donc responsable de la vie de l'Homme et d'un très grand nombre d'espèces animales, dont les Primates, nos plus proches parents. C'est dans ces conditions que la diversité biologique est la plus grande. La disparition de la forêt stoppe le cycle de l'eau et conduit inexorablement à la désertification sous les tropiques. Il est certain que de grands cycles favorisent le passage d'un stade à l'autre, assurant ainsi l'adaptation et la création de nouvelles espèces dont nous sommes l'exemple parfait.

Tout comme la Terre a une mémoire de par ses différentes composantes, il nous semble évident que le sol soit la mémoire de la forêt et qu'il ne se transformerait que très lentement, conservant un réservoir génique sans pareil, qui lui permet de reconstituer les conditions nécessaires à l'élaboration de nouveaux équilibres biologiques. Seule la forêt feuillue montre de véritables climax, tant en milieu tempéré que tropical, pouvant prétendre à l'«autoperpétuation» comme société, aussi longtemps que les paramètres fondamentaux sont stables.

L'EXPÉRIMENTATION CANADIENNE, AFRICAINE ET ANTILLAISE.

Après s'être interrogés sur les résultats obtenus en incorporant 150 m³/ha de bois de rameaux aux premiers centimètres du sol, il nous a fallu poser des hypothèses de travail qui arriveraient à cerner les mécanismes en cause. La première hypothèse nous a obligés à formuler des règles qui soient larges et puissent mener à la formulation de principes fondamentaux universels. Pour ce faire, il fallait tester cette hypothèse sous des conditions différentes. Les nôtres, en climat tempéré, montrent un grand nombre de facteurs limitatifs, très différents de ceux des climats tropicaux.

En posant comme hypothèse de base que nous étions en présence d'un phénomène universel qu'est la pédogénèse, nous avons établi les principes de l'expérimentation. C'est ainsi que nous avons estimé que la régie de l'écosystème hypogé était assurée par des facteurs biologiques plus ou moins clair et dont le type de lignine était la base et le centre. Le point de départ était fixé et nous nous sommes risqués dans l'expérimentation en Afrique, dans la région subsaharienne du Sénégal, ainsi que dans les Antilles, en utilisant une seule et même espèce, *Casuarina equisetifolia*. En quelques mois, les résultats nous parvinrent; **ils confirmaient en tous points ceux que nous avons obtenus, mais le plus souvent multipliés par un facteur variant de 4 à 6 en cultures maraîchères.** En Afrique, les résultats sont encore meilleurs, en utilisant des essences locales à mesure qu'on se rapproche de la forêt équatoriale.

Tant au Canada qu'en Afrique et aux Antilles, **l'augmentation de rendement n'est pas due à l'application de fumure, donc de nutriments chimiques.** Tous les paramètres biologiques, chimiques, physico-chimiques et physiques tendent vers l'équilibre, ce dont nous discuterons plus loin.

UN RETOUR VERS LES ÉQUILIBRES BIOLOGIQUES FORESTIERS EN MILIEUX AGRICOLES.

L'Histoire nous apprend que pour prendre pied dans la vie, l'Homme a dû lutter durement contre la forêt et ses habitants. De cette courte phrase, on peut déduire que la forêt a précédé l'Homme sur terre de quelques millions d'années, avec comme conséquence un équilibre sol-forêt-animaux imperturbable jusqu'à tout récemment. Cet équilibre, plus ou moins maintenu durant des millénaires en absence de technologie, a donc persisté avec succès à travers les guerres et les épidémies de toutes sortes.

L'arrivée de la force motrice et des connaissances apportées par la chimie a bouleversé tous ces équilibres, par une course effrénée vers la productivité exprimée en volume. La "**mémoire**" du sol étant immense, ce dernier a accusé le coup, mais uniquement dans les conditions les plus favorables. Ailleurs, ce fut la catastrophe. Si tel n'a pas encore été le cas, elle se pointe à l'horizon; non pas que nous ne puissions obvier à cette situation par la technique, mais c'est l'économie qui en fait les frais. Tout est en place pour un retour aux guerres tribales, aux famines et aux épidémies gigantesques.

C'est ainsi que nous avons fait le pari de démontrer que les équilibres microbiologiques du sol étaient le résultat de l'histoire de l'évolution

écologique en milieu forestier. L'agriculture utilisera ainsi les caractéristiques physiques et biologiques propres à chaque région dans un processus incessant de dégradation, pour une productivité de plus en plus grande, mais dont le maintien artificiel par la technique atteint des coûts que l'économie a de plus en plus de difficulté à supporter.

C'est en retournant au sol la partie la plus productive des arbres de la forêt que nous remettons en équilibre toutes les chaînes trophiques, dans lesquelles les nutriments chimiques sont captifs, totalement à l'abri des cycles chimiques et physico-chimiques que nous mesurons avec tant d'ardeur depuis plus d'un siècle. C'est ainsi que nous entrons dans une série de systèmes de régie des nutriments chimiques strictement d'ordre biologique. Toutes les règles de la chimie du sol sont bouleversées, les cycles et les contrôles étant effectués soit par des groupes d'êtres vivants ou tout simplement par des chaînes constituées de plusieurs niveaux de vie, et finalement, par des séries d'enzymes dérivées de cette activité.

Pour que ces équilibres prennent place à la suite de la "dégradation agricole", il faut procéder à la mise en place de tous les mécanismes de *pédogénèse*, c'est-à-dire tous ceux qui contribuent à constituer le sol et ses équilibres de toutes sortes. En climat tempéré, les faibles rendements ont contribué à maintenir un certain équilibre, surtout en présence d'un complexe argilo-humique bien structuré. En climat tropical, le plus souvent en milieu forestier, l'agriculture à courte révolution culture-forêt a le mieux protégé ces équilibres. La récolte des arbres et la culture industrielle constituent une catastrophe sans nom, dont on ne fait que commencer à mesurer les effets.

Nous reconnaissons maintenant que les sols tropicaux sont relativement pauvres en nutriments pour des raisons qui nous semblent maintenant évidentes. La grande diversité biologique en microorganismes et l'énergie disponible empêcheraient la végétation supérieure de croître, si les nutriments n'y étaient pas stockés dans les rameaux plutôt que dans le sol même. De récentes études en forêt amazonienne montrent que tous les types de microorganismes vivent également dans la canopée, mais en équilibre avec le support qui est maintenant strictement végétal: les rameaux des grands arbres et leurs feuilles.

À la lumière de ces propos, il est plus facile de comprendre pourquoi, lorsqu'on retourne les rameaux au sol, nous obtenons des rendements qui nous étonnent et nous renversent parfois. Nous bouclons un cycle que la

nature s'abstient de faire. Il faut préparer ces rameaux à une attaque massive des microorganismes et particulièrement ceux d'une famille de champignons portant le nom de **Basidiomycètes**. Les nutriments contenus dans les BRF (Bois Raméal Fragmenté) passeront directement dans la masse des champignons, dans celle des bactéries, des protozoaires, des algues et ainsi de suite, plutôt que dans la solution du sol. Je tiens ici à réitérer que ce sont les champignons qui sont les plus importants, non pas les bactéries comme dans le cas des composts.

Le premier mécanisme en cause sera donc la constitution des chaînes trophiques, alors que le second sera la dépolymérisation de la lignine en deux composés majeurs: les acides humiques et fulviques. Il ne s'agit pas de mécanismes de dégradation comme la majorité des auteurs ont prétendu jusqu'ici dans l'optique de la **minéralisation**. Ainsi, l'acide humique dérivé de la lignine est-il le premier constituant des agrégats du sol qui, en présence d'argile, permet ce complexe argilo-humique si recherché, responsable de la stabilité et de la fertilité des sols. En climat tropical, les agrégats formés sont rapidement métabolisés à leur tour, permettant la concentration des nutriments dans les parties vertes des plantes.

C'est par les champignons Basidiomycètes et la dépolymérisation de la lignine, non pas sa dégradation, que les BRF sont en mesure d'induire les mécanismes de base qui régissent la **pédogénèse**, c'est-à-dire la création et le maintien d'un sol, et d'en augmenter le contenu en énergie et en nutriments utilisables par les plantes. C'est un **processus entropique** d'origine forestière qui n'a rien de commun avec les **techniques enthalpiques** actuelles qui sont le propre de l'agriculture.

Fondamentalement, c'est la **transformation de la lignine qui est le pivot de toute la pédogénèse**. Sa structure chimique permettra à d'autres mécanismes ancillaires d'avoir des effets majeurs, comme la chélation du fer et la production de polyphénols, ainsi que sur les mécanismes de formation des podzols ou des latérites dans certains cas.

L'utilisation des BRF permettra donc de provoquer et de maintenir des sols «forestiers» en milieux agricoles et d'en contrôler la fertilité et la structure sur de longues périodes: c'est «**l'agriculture forestière sans arbres**» ou la **véritable agroforesterie**, la base même du **développement durable** tant recherché et avec justesse.

L'INTERPRÉTATION DE L'EFFET DES BRF SUR LE SOL APPELLE DES CHANGEMENTS FONDAMENTAUX.

Si la régie des nutriments est bien connue en climat tempéré, il semble bien qu'il en soit autrement en climat tropical, ce qui expliquerait les échecs successifs et la pauvreté endémique de la grande majorité des habitants de cette planète.

En climat tempéré, et uniquement en présence de dépôts fins argileux ou limoneux, la régie des nutriments est assurée surtout par le complexe argilo-humique. Même sous les conditions climatiques les meilleures, l'absence de ce complexe a des répercussions majeures sur la population et l'économie locale. Même si les peuplements forestiers existants auparavant étaient très productifs pour la plupart, la productivité agricole diminue. Il y a là un illogisme fondamental que nous pensons devoir attribuer tant à l'ignorance qu'aux déficiences techniques.

Il nous faut donc admettre que les augmentations de rendement, les modifications à la structure du sol, l'utilisation de l'eau et une réduction des parasites et maladies sur plusieurs années et sous plusieurs conditions climatiques, doivent avoir une signification profonde. En climat tropical, il est admis que les sols sous couvert forestier sont de mauvaise qualité pour les besoins agricoles. Nous tirons donc la conclusion que si la productivité forestière est bonne, c'est parce que les nutriments sont logés dans les plantes elles-mêmes, particulièrement dans la cime des arbres, le siège immédiat de la photosynthèse.

Cette hypothèse fut corroborée par l'expérimentation de Notto au Sénégal dès 1993, avec une augmentation spectaculaire de la production de fruits de la tomate amère, *Solanum aethiopicum*, avec disparition totale de la faune de nématodes au niveau racinaire. La seconde année, la récolte doubla encore avec la remise en circuit des nutriments des BRF de *Casuarina equisetifolia*! L'expérience fut reprise en Côte d'Ivoire avec des BRF de diverses essences feuillues: les résultats en matière sèche sont du même ordre, voire supérieurs chez le maïs.

La réticence que nous avons rencontrée, et que nous sentons encore, vient sans doute d'une erreur d'interprétation des mécanismes en cause, dont la

lignine des feuillus et la biomasse microbienne sont le coeur. L'agriculture actuelle n'est basée que sur la minéralisation. C'est l'interprétation qui est faite de l'action des composts et fumiers. Avec les BRF, nous amenons une autre réalité bien plus importante et omniprésente, celle de la pédogénèse qui remet tous les mécanismes biologiques et nutritifs en place. Ceci nous permet d'amorcer la "pompe" au redressement autorégulé, un outil pour l'homme, selon ses besoins, et sans pareil jusqu'à ce jour.

Il nous faut admettre que c'est l'humification et les chaînes trophiques induites qui sont la base de la fertilité à court, moyen et long terme. C'est le complexe **biomasse microbienne-humus** stable qui régit la disponibilité des nutriments, ainsi que leur dosage approprié pour la croissance de la végétation. En climat tropical, ce serait le complexe **biomasse microbienne-végétation ligneuse arborée**.

Nous sommes maintenant en mesure de soutenir que la lignine des feuillus est la plus apte à structurer les sols et à y ajouter l'énergie nécessaire à **la constitution des chaînes trophiques capables de réguler qualitativement et quantitativement le flot des nutriments**. De la biomasse microbienne, nous pensons que ce sont les Basidiomycètes qui sont les plus importants en dépolymérisant la lignine qui donnera les acides humique et fulvique à la base de la structuration chimique et physique de l'humus, source première de l'énergie du sol.

C'est ainsi que nous pensons que l'avenir repose sur une agriculture pratiquée sur des sols forestiers, sans la présence des arbres; ces derniers pouvant être cultivés uniquement pour la production de BRF. Voici une affirmation que le début de nos travaux ne nous permettait en aucun cas de formuler.

Nous posons ainsi les fondements d'une loi universelle qui vaut tant pour l'agriculture que la forêt: **la régie des nutriments se fait par l'intermédiaire de la biomasse microbienne contrôlée par la lignine et ses dérivés**.

En corollaire à cette loi, nous proposons que **les sols agricoles sont régis par les mécanismes forestiers fondamentaux dont la lignine et ses dérivés sont le pivot**.

DES PROPOSITIONS CONCRÈTES

Dans l'optique souhaitée et souhaitable du développement durable, que nous aurions plutôt qualifié d'***écoviabilité***, il nous semble que le temps est venu de passer à des techniques plus adaptées, à travers la ***biodiversité*** que nous sommes tous à rechercher. Les mécanismes que je viens d'exposer sont la base même de l'écoviabilité et de la biodiversité, alors que nous avons mis l'emphase sur la productivité à tout prix, l'uniformité et le volume. Il ne devrait pas y avoir d'incompatibilité entre l'écoviabilité et la productivité, pourvu que nous en comprenions les tenants et les aboutissants.

Tout comme les forêts climaciques semblent éternelles avec des rendements élevés, ces caractéristiques pourraient, à très peu de frais, être attribuées à l'agriculture dont la base serait l'***humification contrôlée***, par opposition à une ***minéralisation incontrôlée***, comme c'est actuellement le cas de par le monde.

Ceci nous permet de proposer que l'agriculture et la foresterie modernes, tant en milieux tropicaux que tempérés, soient régies par les mécanismes d'humification basés sur la constitution et le maintien des chaînes trophiques, dont la lignine et ses dérivés sont responsables.

Dans un premier temps, la priorité devrait être donnée à la production de bois raméal, plutôt qu'à celle du bois caulinair traditionnel. En climat tropical, surtout subsahélien, la production devrait être très rapide et donner de grands volumes en quelques années, voire quelques mois parfois. La simplicité des techniques de fragmentation ou de broyage, rapidement associée à des augmentations de rendements spectaculaires, va se répandre parmi les populations à la vitesse d'un feu de brousse. Il faudra y mettre les formes pour qu'une grande partie des BRF produits soient dirigés vers le secteur forestier pour accroître le plus rapidement possible l'installation d'une forêt stable et productive. Ceci sera la tâche des pays qui aident, en donnant, puis en prêtant les fonds et l'expertise nécessaires.

Avec une série de ***techniques gagnantes*** comme celles que nous proposons, il devrait y avoir des changements très importants à l'intérieur

d'une période de 20 ans. Plus au sud, où les précipitations sont plus élevées, l'utilisation des essences locales comme source de BRF devrait très largement contribuer à stabiliser les populations qui ne sauraient l'être autrement.

Il nous faut à tout prix reconnaître la valeur des plantations forestières pour la production de BRF; ***c'est une nécessité absolue pour désamorcer le cycle infernal de la désertification, de la pauvreté et de l'instabilité physique et sociale des populations.*** Pour ce faire, il faut procéder le plus rationnellement possible, et modifier un grand nombre de critères d'évaluation pour le choix des projets et l'attribution des fonds.

L'une des priorités est de modifier le choix des essences favorisées actuellement; ces essences sont retenues parce qu'elles sont indépendantes du sol dégradé, et qu'elles peuvent quand même produire du bois. L'insistance à vouloir faire des plantations à partir d'essences d'origine australienne comme *Eucalyptus spp.*, *Casuarina equisetifolia*, *Acacia mangium...* doit être modifiée, puisque ces essences sont à leur meilleur sur des sites pauvres et n'ont aucune valeur améliorante à moyen et long terme. Il faut procéder à des choix plus judicieux comme nous l'indique les expériences d'**Aman et Despatie** à Bouaké, en Côte d'Ivoire. Il faut rapidement, par voie expérimentale, donner la valeur propre des BRF des différentes essences selon les critères recherchés. ***Une codification de la flore dendrologique indigène et allochtone est une priorité absolue.***

Tous les efforts doivent être consentis pour faire savoir que c'est à travers la reconstitution des sols, en y réintroduisant l'énergie nécessaire et en mettant l'emphase sur la reconstitution des chaînes trophiques, que le développement peut être envisagé.

PLANIFIER LENTEMENT LE RETOUR DE LA FORÊT ET D'UNE AGRICULTURE ANCILLAIRE.

Je me permets ici d'insister sur l'absolue nécessité de viser au retour de la forêt constituée d'essences autochtones, dont l'**expérience** s'est constituée au cours de millions d'années. Tout comme les nôtres, elles sont à la fois très fragiles et d'une robustesse incroyable, tout le paradoxe de la vie sur cette terre. La reconstitution d'un sol fertile devrait permettre un retour rapide et stable.

Le retour à la **biodiversité** en pays sahéliens serait en fait un juste retour des choses, puisqu'il semble bien que le phénomène actuel est partie intégrante de l'Histoire de l'Afrique. De tels efforts seraient conformes au sens de l'Histoire biologique de ce coin du monde. Nous pensons que l'utilisation des techniques liées aux BRF représente l'unique solution scientifique et économique envisageable à moyen et long terme. Elle peut être entreprise et menée par les Africains eux-mêmes, avec l'aide de moyens fournis ou non par les pays riches de cette planète.

Le redressement de cette région du monde ne peut se faire qu'en y réinstallant la forêt qui n'existe plus, non pas des plantations monospécifiques. L'Histoire nous apprend douloureusement que les techniques agricoles développées en climat tempéré ne sont pas viables en pays tropicaux, particulièrement sahéliens. Il faut passer par les fourches caudines du savoir et de la technique pour en comprendre les raisons de notre ignorance. Nous proposons donc cette technique simple, dont les résonances scientifiques sont d'une extrême complexité et d'une grande réalité!

Il faut renverser les tendances **enthalpiques** de ce coin de notre monde en y introduisant par voie technique et volontaire les tendances **entropiques**, ces lois de la physique qui ont permis le développement de notre monde industriel. Il faut donc réorienter les investissements de nos pays développés vers des choses inédites, mais d'une logique imperturbable. Il faut contribuer à l'augmentation des connaissances fondamentales spécifiques à ce monde particulier qu'est le Sahel, tout en sachant que nous contribuons aux nôtres, puisque la pédogénèse est l'un des phénomènes les plus importants sur cette planète.

Il faut reconnaître la nécessité de mettre en place un organisme embryonnaire d'obédience internationale, dont l'unique but serait, dans un premier temps, de colliger à la fois l'expérience scientifique et traditionnelle des techniques du sol reliées aux mécanismes chimiques et microbiologiques, mais également anthropogéniques, en ce qui regarde l'influence sur les climats les maladies de l'Homme et des animaux.

L'ensemble de ces propositions fondamentales ne sont que la clef pour un changement. Il serait facile de la perdre dans les sables d'un désert qui a frappé à la porte de millions d'individus et qui s'apprête à faire bien pire. Lorsque je pense à l'avenir de mes enfants dans le monde que nous nous

sommes donné, je me prends le plus souvent à pleurer plutôt qu'à sourire, mais le retour à la vie de ce trésor universel qu'est le sol m'indique que tout n'est pas perdu. Après la nuit vient la lumière!

BIBLIOGRAPHIE

- Aman, S. & Despatie, S.** (1995) «Effets des bois raméaux fragmentés (BRF) sur la croissance et les rendements du maïs en zone de transition forêt-savane de la Côte d'Ivoire». Institut des Savanes (IDESSA)
- Anderson, J.M.** (1988) «Spatio-temporal effects of invertebrates on soil processes». *Biol. Fertil. Soils*. **6** : 216-227.
- Anderson, R.V., Coleman, D.C. & Cole, C.V.** (1981) «Effects of saprotrophic grazing on net mineralization» In: Clark F.E. & Rosswall, T., edit. *Terrestrial nitrogen cycles*. *Ecol. Bull.* **33** : 210-216.
- Boddy, L.** (1983) «Carbon dioxide release from decomposing wood: effect of water content and temperature». *Soil. Biol. Biochem.* **15 (5)** : 501-510.
- Borman, F.H. & Likens, G.E.** (1979) «Pattern and Process in a Forested Ecosystem». Springer Verlag, New York,
- Breznak, J.A.** (1982) «Intestinal microbiota of termites and other xylophagous insects» *Ann. Rev. Microbiol.*, **36**: 323-343.
- Caron, C.** (1994) «Ramial Chipped Wood: a basic tool for regenerating soils». Lincoln University, IFOAM Meeting, Christchurch, New-Zealand. Université Laval, QUÉBEC, 8 pages, ISBN 2-921728-07-9, 1995.
- Eamus, D. & Jennings, D.H.** (1986) «Water, turgor and osmotic potentials of fungi». In *Water, Fungi and Plants* (P.G. Ayres et Boddy, L. éditeurs) pp. 27-48, Cambridge Univ. Press.
- Erikson, K.E.L., Blanchette, R.A. & Ander, P.** (1990) «Microbial and enzymatic degradation of wood and wood components». Spingler-Verlag, Berlin, 407 pp.
- Flaig, W.** (1972) «Contribution of soil organic matter in the system soil-plant». In: Krumbein, W.E. éditeur. «*Environmental Biogeochemistry*», vol 2, Ann Arbor Science Pub., USA.
- Garcia, S., Latge, J.P., Prévost, M.C. & Leisola, M.S.A.** (1987) «Wood degradation by white-rot fungi: cytochemical studies using lignin peroxidase-immunoglobulin-gold-complex», *Appl. Environ. Microbiol.* **53** : 2384-2387.
- Glenn, J.K. & Gold, M.H.** (1985) «Purification and characterization of an extracellular Mn (II) -dependent peroxidase from the lignin-degrading by the Basidiomycete *Phanerochaete chrysosporium* ». *Arch. Biochem Biophys.* **242**: 329-341
- Gosz, J.R. & Fisher, F.M.** (1984) «Influence of clear-cutting on selected microbial processes in forest soils» in *Current Perspectives in Microbial Ecology*, Proceedings of the Third International Symposium on Microbial Ecology (Klug, M.J. & Reddy, C.A. éditeurs), pp. 523-530.
- Guay, E. Lachance, L. & Lapointe R.A.** (1982) «Emploi des bois raméaux fragmentés et des lisiers en agriculture». Rapports techniques 1 et 2, Ministère des Terres et Forêts du Québec, Québec. 74 pages.

- Guay, E. Lapointe, R.A. & Lemieux, G.** (1991) «La restructuration humique des sols» Ministère des Forêts du Québec et Université Laval, ISBN 2-550-22289-X FQ91-3070 , 14 pages.
- Hintikka, V.,** (1982) «The colonisation of litter and wood by basidiomycetes in Finnish forest». In: (Frankland, J.C., Hedger, J.N. & Swift, M.J. éditeurs), *Decomposer basidiomycetes, their biology and ecology*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 227-239.
- Kirk, T.K. & Farrell, R.L.** (1987) «"Enzymatic combustion": The Microbial degradation of lignin». *Ann. Rev. Microbiol.* **41** : 465-505.
- Kirk, T.K. & Fenn, P.** (1982) «Formation and action of ligninolytic system in Basidiomycetes). in: *Decomposer Basidiomycetes: their Biology and Ecology* (Franklin, J.C., Hegger, J.N. & Swift, M.J. éditeurs) p. 67-90, Cambridge Univ. Press.
- Larochelle, L.** (1993) «L'influence de la qualité des bois raméaux fragmentés (BRF) appliqués au sol: effets sur la dynamique de leur transformation». In: *Les actes du quatrième colloque international sur les bois raméaux fragmentés* , édité par le Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux, Département des Sciences forestières, Université Laval, Québec, (Canada) 187 pages, ISBN 2-550-28792-4, FQ94-3014, p. 77-84.
- Larochelle, L., Pagé, F., Beauchamp, C., & Lemieux, G.** (1993) «La mésofaune comme indicateur de la dynamique de la transformation de la matière ligneuse appliquée au sol». *AGROSOL* **6** (2): 36-43.
- Leatham, G.F. & Kirk, T.K.** (1982) «Regulation of lignolytic activity by nutrient nitrogen in white-rot basidiomycetes». *FEMS Microbiol. Lett* **16**: 65-67.
- Leisola, M.S.A & Garcia, S.** (1989) «Lignin degradation mechanism». In *Enzyme systems for lignocellulose degradation*. Galway, Irelande, Elsevier publication, pp 89-99.
- Leisola, M., & Waldner, R.** (1988). «Production, characterization and mechanism of lignin peroxidases». In: Zadrazil, F., Reiniger, P. éditeurs., *Treatment of lignocellulosics with white rot fungi*. Elsevier Appl. Sci. Pub, New York. p. 37-42.
- Lemieux, G.** (1986) «Le bois raméal et les mécanismes de fertilité du sol». Université Laval, 17 pages ISBN 2-550-21338-1 ER89-1211.
- Lemieux, G.** (1992) «L'aggradation des sols par le patrimoine microbiologique d'origine forestière» Escola Superior Agrária de Coimbra Portugal, Université Laval, ISBN 2-550-26521-1, FQ92-3099, 10 pages.
- 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* édité par le Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux Département des Sciences forestières, Université Laval, Québec.(Canada) 187 pages, ISBN 2-550-28792-4, FQ94-3014, p. 124-138.
- Lemieux, G.** (1993) «A universal pedogenesis upgrading processus: RCWs to enhance biodiversity and productivity» Food and Agriculture Organization (FAO) Rome, ISBN 2-921728-05-2, 6 pages. (traduction du français).
- Lemieux, G.** (1994) «La lignine des Dicotylédones ligneuses: son influence universelle sur le système humique», séminaire donné à l'université Pedro Henriquez Ureña, Santo-Domingo, République Dominicaine. Université Laval, Québec, 56 pages. ISBN 2-921728-11-7, 1995.
- Lemieux, G.** (1995) «Passer de l'enthalpie à l'entropie». *Écodécision*, hiver 1995, pp. 72-73, Royal Society of Canada Université Laval, Québec.

- Lemieux, G.** (1995) «Rapport de mission en Afrique (Sénégal)». ACDI et Université Laval, décembre 1994, 48 pages, ISBN 2-921728-08-7.
- Lemieux, G.** (1995) «Rapport de mission en Europe (Belgique et France)». Université Laval, Québec, 37 pages, ISBN 2-921728-09-5.
- Lemieux, G.** (1995) «La dynamique de l'humus et la méthode expérimentale: l'apport de la forêt à l'agriculture par le bois raméal fragmenté». Texte présenté à la conférence constitutive du Réseau Africain du Compost, Dakar, 26 avril. Université Laval, Québec, 13 pages, ISBN 2-921728-12-5.
- Lemieux, G. & Goulet, M.** (1992) «"Sylvagraire" und "Sylvasol", neue Wege zum Aufräumen von Acker- und Waldböden», 4 pages, Düsseldorf. Université Laval, ISBN 2-550-26540-8, FQ 92-3102.
- Lemieux, G., Marcano, J. & Gonzalez A.** (1994) «Rapport de mission en République Dominicaine du 26 avril au 8 mai 1994» Université Laval, 56 pages français/espagnol, ISBN 2 - 921728-06-0.
- Lemieux, G. & Tétreault, J.-P.** (1992) «L'origine forestière des sols agricoles: la diversification microbiologique par aggradation sous l'influence des bois raméaux fragmentés». Bruxelles 31 pages. ISBN 2-550-27481-4, FQ92-3103.
- Lemieux, G. & Tétreault, J.-P.** (1993) «Les actes du quatrième colloque international sur les bois raméaux fragmentés», édité par le Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux, Université Laval, Québec, Canada, 187 pages. ISBN 2-550-28792-4, FQ94-3014.
- Lemieux, G. & Tétreault, J.-P.** (1994) «Le bois raméal, le système humique et la sécurité alimentaire» Université Laval, Québec, 16 pages, ISBN 2-921728-10-9.
- Lemieux, G. & Toutain, F.** (1992) «Quelques observations et hypothèses sur la diversification: l'aggradation des sols par l'apport de bois raméal fragmenté» Université Laval, 13 pages ISBN 2-550-26541-6, FQ92-3103.
-
- Levy, J.F.** (1979) «The place of Basidiomycetes in the decay of wood in contact with the ground». In (Frankland, J.C., J.N., Hedger & Swift.M.J. éditeurs.) *“Decomposer Basidiomycetes: Their biology and ecology”*. 346 pp., Cambridge University Press. Cambridge.
- Lewis, N. G., Razal, R.A. & Yamamoto, E.** (1987) «Lignin degradation by peroxidase in organic media: a reassessment». Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 7925-7927.
- Pagé, F.** (1993) «L'apport des bois raméaux en sols cultivés: le rôle de la pédofaune sur la transformation de la matière ligneuse». In *Les actes du quatrième colloque international sur les bois raméaux fragmentés* édité par le Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux, Département des Sciences forestières, Université Laval, Québec. (Canada) 187 pages, ISBN 2-550-28792-4, FQ94-3014, p. 68-76.
- Parkinson, D.**, (1988). «Linkage between resource availability, microorganisms and soil invertebrates». *Agriculture, Ecosystems and Environment*. **24**: 21-32.
- Rayner, A.D.M. & Coates, D.** (1987) «Regulation of mycelial organization and responses», In *Evolutionary Biology of the Fungi* (Rayner, A.D.M., Brasier, C, M. & Moore D, éditeurs) Cambridge University Press, Cambridge.
- Rayner, A.D.M. & Boddy, L.** (1988) «Fungal Decomposition of Wood, its Biology and Ecology» John Wiley & Sons, 587 pages

- Seck, M.A.** (1993) «Essais de fertilisation organique avec les bois raméaux fragmentés de filao (*Casuarina equisetifolia*) dans les cuvettes maraîchères des Niayes (Sénégal)» In *Les actes du quatrième colloque international sur les bois raméaux fragmentés*, édité par le Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux, Département des Sciences forestières, Université Laval, Québec (Canada). ISBN 2-550-28792-4, FQ94-3014, p. 36-41.
- Stott, D.E., G. Kassim, M. Jarrell, J.P. Martin & K. Haider.** (1993) «Stabilisation and incorporation into biomass of specific plant carbons during biodegradation in soil». *Plant and Soil* **70**:15-26.
- Swift, M.J.** (1976) «Species diversity and structure of microbial communities» in (J.M. Anderson & A. MacFaden, éditeurs) *-Decomposition processes-* Blackwell Scientific Publications, Oxford, p. 185-222.
- Swift, M.J.** (1977) «The role of fungi and animals in the immobilisation and release of nutrient elements from decomposing branch-wood». In *Soil Organisms as Components of Ecosystems* (Lohm, U. & Persson, T. éditeurs) p. 193-203. *Ecol. Bull.* **25** Swedish Natural Science Research Council, Stockholm.
- Swift, M.J., Heal, O.W., & Anderson, J.M.** (1979) « The influence of resource quality on decomposition processes». In: (Anderson D.J., Greig-Smith, P. & Pitelka, F.A. éditeurs), *Studies in Ecology* vol. 5, *Decomposition in Terrestrial Ecosystems*, Univ. Calif. Press, Berkeley p.118-167.
- Tate, R.L.** (1987). «Soil organic matter: biological and ecological effects». 291pp. Wiley-Interscience Pub. New York. USA
- Thompson, W.** (1984) «Distribution, development and functioning of mycelial cord systems of decomposer basidiomycetes of the deciduous woodland floor». In *The Ecology and Physiology of the Fungal Mycelium* (Jennings, D.H. & Rayner A.D.M. éditeurs) p. 185-214 Cambridge University Press, Cambridge.
- Tien, M, & Kirk, T.K.** (1983) «Lignin-degrading enzyme from hymenomycete *Phanerochaete chrysosporium*». *Science* **221**: 661-663.
- Toutain, F.** (1993) «Biodégradation et humification des résidus végétaux dans le sol: évolution des bois raméaux (étude préliminaire)», In: *Les actes du quatrième colloque international sur les bois raméaux fragmentés*, édité par le Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux Département des Sciences forestières, Université Laval, Québec.(Canada) ISBN 2-550-28792-4, FQ94-3014, p. 103-110.
- Tremblay, Y.** (1985) «Essais comparatifs de l'utilisation de la biomasse forestière et du lisier de porc dans la culture des pommes de terre par le compostage de surface (sheet composting) avec apports variables d'engrais de synthèse» Ministère de l'Agriculture, Québec, Rapport interne, 8 pages.
- Vaughan, D. & Ord, B.G.** (1985). «Soil organic matter : a perspective on its nature, extraction, turnover and role in soil fertility». In: (Vaughan, D & Malcolm R.E., éditeurs) "*Soil Organic Matter and Biological Activity*". pp. 469. Martinus Nijhoff & W. De Junk Pub., Dordrecht, Hollande.

Glossaire

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

- agrégats:** ensemble de particules reliées les unes aux autres par un ciment d'origine biologique, la base de la structure du sol . C'est la base de la dynamique servant également de nourriture à la vie microbienne.
- agroforesterie:** techniques de production agricoles sous couvert forestier mais également sur des sols agricoles modifiés par les BRF.
- allochtone:** qui vient d'ailleurs. Se dit des arbres d'origine étrangère remplaçant les arbres indigènes.
- argilo-humique:** complexe comprenant un mélange d'humus et d'argile, la base des agrégats, eux-mêmes responsables de la fertilité des sols.
- Basidiomycètes:** familles de champignons à chapeaux dont un grand nombre sont comestibles et qui se développent en forêt. Ils sont les principaux agents de l'utilisation de la lignine en la dépolymérisant sans briser les noyaux benzéniques.
- benzéniques (noyaux):** se dit également *cycle*. Molécule de base hautement énergétique se rapportant au benzène. Se dit également aromatique.
- biodiversité:** caractérisation d'un état où les formes de vie sont diverses et en harmonie entre elles. Exemple: la forêt feuillue est la plus diversifiée dans sa faune et sa flore.
- biomasse microbienne:** ensemble des êtres microscopiques vivant dans le sol.
- BRF:** Bois Raméal Fragmenté. Bois de rameaux riche en nutriments dont le diamètre est inférieur à 7 cm et caractérisés par une lignine jeune, peu polymérisée, associée directement à des systèmes biochimiques d'une grande complexité, une transition vers le bois caulinair (tronc).
- broyage:** techniques qui permettent, à l'aide de machines spécialisées, de réduire le bois en particules; on dit également fragmentation.
- chélation:** phénomènes chimiques naturels ou artificiels qui rendent des molécules inactives, en les enfermant dans un système complexe d'où elles ne peuvent plus réagir.
- climacique:** adjectif permettant de caractériser tous les phénomènes dérivant du climax.
- climax:** se dit des populations végétales en équilibre avec tous les facteurs du milieu et se perpétuant de la sorte.
- compost:** provient de matières organiques diverses soumises à l'attaque microbienne qui en détruit la structure avec émission de chaleur, rendant les nutriments disponibles aux plantes.
- coniférienne (forêt):** forêt composée principalement de conifères ou résineux. Exemple: la sapinière, la pinède, la cédraie, etc.
- déchettair:** adjectif désignant tout ce qui a trait aux déchets.
- dégradation:** ensemble de phénomènes caractérisant la perte d'intégrité d'une substance ou d'une situation avec une réduction des valeurs énergétiques.
- dendrologie (flore):** ensemble des espèces ligneuses d'une forêt, d'un pays, etc.
- dépolymérisation:** phénomène propre à la chimie organique par lequel des molécules complexes se scindent en leurs éléments de base.
- désertification:** ensemble des actions de l'homme et de la nature aboutissant à la formation d'ensembles biologiques figés par certains facteurs limites, dont l'eau est le plus important.
- durable:** terme proposé par les agences internationales indiquant une tendance à la pérennité de la production en harmonie avec l'utilisation. Exemple; développement durable, agriculture durable, etc.
- écosystème:** système biologique permettant à des êtres vivant de différents niveaux de vivre en harmonie selon des cycles plus ou moins rapprochés.
- écoviabilité:** néologisme illustrant la nécessité de l'harmonie et des cycles bouclés avec ou sans référence à la productivité dans tous les domaines de la vie

- enthalpie:** terme tiré de la thermodynamique désignant la somme de l'énergie interne sans référence à sa dispersion.
- entropie:** terme de la thermodynamique qualifiant l'état de désordre d'un système évoluant vers un autre.
- enzymes:** molécules à structures complexes d'origine protéique qui aide, accroît ou permet des réactions très difficiles ou impossibles autrement.
- fertilisants:** produits d'origine chimique ou organique dont l'utilisation en agriculture a pour but d'augmenter la fertilité du sol et la productivité des cultures.
- feuillue (forêt):** ensemble d'arbres Phanérogames Dicotylédones à feuilles décidues ou persistantes formant une forêt.
- flore:** ensemble de plantes autotrophes caractérisant une séquence topographique, une région, ou un pays. Exemple: la flore du Québec, la flore riparienne du Saint Laurent, la flore des Prairies canadiennes. Le terme s'applique également aux individus hétérotrophes possédant un système digestif. Exemple, la flore du rumen chez les Bovidés.
- fragmentation:** action par laquelle les rameaux sont réduits en fragments ou en copeaux en menuiserie.
- fulvique (acide):** l'un des deux acides à faible poids moléculaire produits par la dépolymérisation de la lignine sous l'action de la lignoperoxydase dépendante du manganèse ou de la laccase produites par les Basidiomycètes. C'est l'un des éléments fondamentaux de la pédogénèse.
- fumure:** désignation de l'application ou d'un fertilisant spécifique. Exemple: une fumure azotée, une fumure organique, etc.
- génique (réservoir):** milieu très diversifié biologiquement où les échanges et la mutation de gènes sont possibles au niveau des microorganismes.
- graminées:** plantes à feuilles étroites faisant partie des Monocotylédones dont font partie une grande partie des plantes alimentaires. Exemple: le blé, le maïs, le riz, etc.
- humification:** processus naturel par lequel les débris végétaux sont transformés en humus.
- humique (acide):** composé chimique à haut poids moléculaire issu de la dépolymérisation de la lignine, principal agent de la pédogénèse.
- humus:** une substance noire ou brune riche en dérivés de la lignine, polyphénols, tanins, et nutriments à la base de la formation des sols, des tourbes, etc...
- hypogé:** qui signifie en dessous par opposition à épigé qui signifie en dessus.
- latérites:** sol tropicaux issus de la remontée de la nappe phréatique par évaporation qui provoque la dissociation du fer, de l'aluminium et de la silice par un processus dit de feralisation où les agents biologiques jouent un rôle non négligeable.
- matière organique:** terme générique d'une grande ambiguïté qui fait référence aux débris organiques dans le sol sans référence précise à l'humus et à l'humification.
- Minamata (maladie de):** ville de l'archipel nippon qui a donné son nom à une maladie du système nerveux causée par l'ingestion de produits riches en dérivés organiques de mercure.
- minéralisation:** processus de dégradation permettant de concentrer les nutriments chimiques sous l'action de microorganismes dans le sol.
- monocotylédones:** groupe de plantes vasculaires caractérisées par la présence d'un seul cotylédon à la germination de la graine formant le groupe des plus importantes plantes cultivées d'importance alimentaire. Exemple; le blé, le maïs, le riz, l'avoine, le seigle, l'orge, le sorgho, la canne à sucre, etc...
- monomères:** molécule organique simple pouvant donner naissance à des complexes par polymérisation, c'est-à-dire par des liens nouveaux contribuant à former un ensemble où cette molécule est répétée de très nombreuses fois..

- morphologie (sol):** forme que prend le sol à cause de sa texture et de sa structure et lui conférant ainsi des propriétés physiques et biologiques particulières.
- nématodes:** petits animaux le plus souvent microscopiques, de l'ordre de Nématelminthes, vivant en parasites sur les plantes et les animaux.
- nutriments:** ensemble des minéraux et des produits organiques servant à la croissance des plantes.
- organo-mercurique:** composés où le mercure est associé à des molécules organiques. Elles sont souvent des poisons puissants sur l'organisme humain avec des effets sur le système nerveux central.
- pédogénèse:** ensemble de processus d'origine naturelle permettant la constitution d'un sol et d'en maintenir les caractéristiques à l'intérieur d'une certaine dynamique. Ceci permet la régie des nutriments nécessaires à la croissance des plantes et au maintien des équilibres biologiques hypogés et épigés.
- physico-chimie:** science qui touche à la fois la physique et la chimie dans les propriétés qu'elles confèrent. Exemple: la notion de pH qui mesure la dissociation en ions hydrogène.
- podzols:** terme d'origine russe caractérisant les sols possédant un horizon cendré éluvial associé à une litière fibreuse, propre aux forêts résineuses. De nombreux phénomènes chimiques, biochimiques et biologiques en sont responsables.
- polyphénols:** ensemble de composés dérivés du phénol et formés de noyaux benzénique.
- racinaire:** tout ce qui touche les racines ou les caractérise
- régénération:** processus naturel par lequel la forêt se régénère tant par voie de semis que de rejets en association avec la végétation et la faune caractéristique.
- trophiques (chaînes):** terme par lequel on désigne l'ensemble des plantes et des animaux qui participent à la transformation des tissus végétaux et au transfert des nutriments et de l'énergie du sol vers les plantes.
- xérique:** se dit des milieux montrant une déficience en eau disponible pour une vie optimum. Ces conditions sont créées soit par le climat, l'exposition ou la texture et la morphologie du sol.

RÉSUMÉ

L'évolution rapide des connaissances au cours du dernier quart de siècle a conduit à des constatations qui en effraient plus d'un, mais qui apportent des espoirs sans pareil. L'agriculture, d'abord activité de récolte, puis de production, s'est engouffrée dans les sentiers tracés par la chimie, la physique et la physico-chimie au siècle dernier. Les résultats obtenus peuvent être considérés comme les plus importants depuis que notre civilisation existe. Au cours des dernières décennies, les faits nous incitent à comprendre que nous avons atteint un seuil à partir duquel la rentabilité des techniques est mise en cause avec des répercussions sur l'industrie, la valeur des monnaies et la productivité réelle. Les difficultés économiques et sociales que nous subissons en sont la preuve. Nous avons opté pour un développement durable en ce qui regarde les ressources renouvelables, mais nous nous épuisons en conjectures en prenant les tendances actuelles comme modèle à long terme. Tous ont cru au début que cet effondrement était le lot des pays du sud et que nos connaissances préservent ceux du nord des catastrophes annoncées, bien que celles-ci prennent forme sous les aspects les plus divers. Ainsi, dès la fin des années 70, n'avons-nous pas exploré des domaines où la pauvreté semble se plaire et se développer, mais en présence de richesses de toutes sortes? Plusieurs ne voient la richesse que sous forme de métaux, précieux ou abondants, d'importance industrielle, tout comme pour les bois et les productions agricoles. La gestion de ces richesses nous a fait collectivement oublier la plus grande de toutes: la vie avec toutes ses composantes. Alors que nous pensions que les scientifiques s'occupaient de la mer pour en maintenir la fertilité et la productivité, nous nous sommes penchés sur ce que nous croyions de plus humble et de mieux connu: le sol. Notre surprise fut totale en constatant que tous les aspects biologiques, c'est-à-dire la vie, même dans toute sa complexité et sa signification, n'avait été prise en considération que d'une manière bien timide, sauf en ce qui regarde la minéralisation et les nutriments. Ceci nous a amené à examiner de plus près le processus d'humification, dont le modèle universel est celui de la forêt. C'est ainsi que nous en sommes venus, au fil des ans, à reconnaître la relation qui existe entre la cime des arbres et le sol sous-jacent. Les découvertes des dix dernières années ont montré l'importance de la lignine, et plus particulièrement celle qui est peu polymérisée, dans la genèse et la fertilité des sols forestiers. En plus d'une forte concentration de nutriments, les rameaux contiennent une énergie considérable sous formes de sucres, celluloses, hémicelluloses et lignines,

auxquels s'ajoutent tous les acides aminés et un grand nombre de protéines, vitamines, hormones et enzymes. Nous avons donc imaginé de fragmenter ces rameaux qui, sous toutes les latitudes et de tous les temps, ont été perçus comme le symbole même de la pauvreté et de la déchéance, et de les incorporer au sol ou à la litière, selon que nous sommes en agriculture ou en foresterie. Très rapidement, les résultats se sont manifestés par des augmentations de rendement importantes des produits agricoles et maraîchers, ainsi que par des effets remarquables sur la germination et la régénération en forêt. Ayant émis l'hypothèse que les processus que nous observions devaient être universels, nous entreprîmes des expériences agricoles en Afrique et aux Antilles. Les résultats furent supérieurs à ceux obtenus sous climat tempéré, ouvrant ainsi la porte à une révolution verte que nous n'avions pas prévue au départ. C'est en intégrant au sol l'ensemble des nutriments et les mécanismes impliqués dans la création et le maintien des chaînes trophiques que les sols agricoles passent à un régime «forestier». Ceci remet en activité la «machine biologique de production» en assurant la gestion à la fois des sols, de l'eau et la disponibilité des nutriments, lorsqu'ils sont nécessaires, évitant ainsi le gaspillage et la pollution qui peuvent en découler. La solution la plus économique, en ce qui a trait à l'Afrique sahélienne, nous semble liée à la production économique de bois raméal fragmenté (**BRF**) à partir de plantations, plutôt que de réserver les rameaux au bois de feu ou à l'abandon. Les arguments que nous apporterons sont importants et méritent qu'on s'y attarde du point de vue social et économique, pour des raisons biologiques, scientifiques et historiques.

ABSTRACT

THE BASICS OF THE ECONOMICAL AND SCIENTIFIC GREEN REVOLUTION OF SAHEL

For the last quarter century the boom of knowledge has led to many to frightening conclusions but has also brought hope as never before. A cropping activity at first, agriculture rushed into the high production fields lead by chemistry, physics and physico-chemistry at the end of the last century. The results achieved must be seen as the most important since man has existed on earth. However, the last ten years has shown a threshold from which the economic profitability of techniques is deeply questioned. This is underlined by a decrease in industrial productivity, money value and basic real productivity. Our social and economic problems seem to reflect this reality. We have taken sustainable development as a goal to achieve with regard to renewable resources. By the same token we guess about rules we know very little about while using current models as to make long term predictions. We all agreed upon the fact that this economic collapse was limited to the Third World, since our knowlge and skills was so high, afforded an unbeatable shelter against predictable catastrophies, even if they were taking place in various forms. At the end of the seventies we have explored fields where poverty was flourishing in the face of abundance and wealth. Most of the time one's wealth is seen as abundant precious metals or material of industrial value such as wood and agricultural products. Management of such a common wealth has led us to forget the most important wealth of all: life and all its components. While we thought that scientists were taking care of oceans in order to maintain fertility and productivity, we paid little attention to what we thought to be the best known and humble: the soil. We were stricken by the fact that its biological aspects, in other words the life in all its complexity, were never seriously taken into account; only nutrient and mineralization mecanisms were seriously studied. Our curiosity motivated us to examine more closely the humification process; the universal model for this process is found in forest ecosystems. As time went by, we recognized the relation existing between the canopy and the underlying soil. The scientific discoveries of the last decade have shown the importance of lignin and more spcifically the less polymerized lignin, that generates fertility in forest soils. Twigs and branches having this "young", lignin also contain more than 70% of all the nutrients necessary for plant growth. In addition to chemical nutrients, these branches also contain sugars in many forms, celluloses, hemicelluloses and lignin, with all amino acids, a high number of protein, vitamins, hormones and a large number of enzymes. We have chipped those branches in small pieces those branches, material that was always perceived through the centuries as a symbol of poverty, and mixed the material with agricultural soil or forest litter. Rapidly, yield increases were achieved in agriculture and remarkable effects were noted on germination and regeneration in forestry. We then put forward the hypothesis that this process was universal and established scientific experiments in Africa and the Caribbean Islands. Results achieved were much more important than those under our climatic conditions, giving access to a potential green revolution. It is by the integration of nutrients and energy to the soil and mecanisms allowing food web installation and maintenance that agricultural soils are falling under a "forested" regime.. This puts the "biological production machine" back on its feet with the proper management of water, and nutrient availability, and when necessary, by stopping pollution. The most economical solution with regards to Sahelian Africa is to favour economical production and utilization of Ramial Chipped Wood (**RCW**) from plantations instead of burning or leaving this precious material to rot. Arguments put forward are important and must be taken into account from the social and economical standpoint, for biological, scientific and historic reasons.

RESUMEN

ORIGENES ECONOMICOS Y CIENTIFICOS DE LA REVOLUCION VERDE EN SAHEL

La rapidá evolución de los conocimientos a lo largo de este último cuarto de siglo ha conducido a ciertas constataciones que asustan a más de uno, pero que son portadoras de una gran esperanza. La agricultura, en un

principio actividad cosechera y después de producción, se ha adentrado por senderos marcados por la química, la física y la físico-química durante el siglo pasado. Los resultados obtenidos pueden considerarse como los más importantes desde que nuestra civilización existe. En el transcurso de las últimas décadas, los hechos nos incitan a pensar que hemos alcanzado un nivel, a partir del cual la rentabilidad de las técnicas es puesta en tela de juicio, con repercusiones sobre la industria, el valor de la moneda y la productividad real. Las dificultades económicas y sociales de las que somos testigos hoy son la prueba. Hemos optado por desarrollo sostenible en lo que respecta los recursos renovables, pero nos perdemos en conjeturas al tomar las tendencias actuales como un modelo a largo plazo. Todo el mundo creyó que este hundimiento era exclusivo de los países del sur y que nuestros conocimientos preservarían a los del norte de las catástrofes anunciadas, aunque éstas se materializan bajo los más diversos aspectos. Así pues, desde el final de los años 70, no hemos explorado sectores en los que la pobreza parece complacerse y desarrollarse, pero en presencia de todo género de riquezas? Mucha gente ve la riqueza solamente bajo la forma de metales, preciosos o abundantes, con importancia industrial y lo mismo para el bosque y la producción agrícola. La gestión de esta riqueza nos ha hecho olvidar colectivamente la mayor de todas: la vida, con todos sus componentes. Mientras pensábamos que los científicos se ocupaban del mar para mantener su fertilidad y productividad, nosotros hemos vuelto los ojos a lo que creíamos lo más humilde y mejor conocido: el suelo. Nuestra sorpresa fue total al constatar que todos los aspectos biológicos, es decir, la vida misma, con toda su complejidad y significación había sido considerada muy someramente, excepto en lo concerniente a la mineralización de los elementos nutritivos. Esto nos ha conducido a examinar con más detalle los procesos de humificación, cuyo modelo universal es el bosque. Fue así como llegamos, en el correr de los años, a reconocer la relación existente entre la cima de los árboles y el suelo que los soporta. Los descubrimientos realizados en estos últimos diez años han puesto de relieve la importancia de la lignina y, más específicamente, aquella que está poco polimerizada, en la génesis y la fertilidad de los suelos forestales. Además de una alta concentración en elementos nutritivos, las ramas contienen una considerable energía bajo la forma de azúcares, celulosas, hemicelulosas y ligninas a lo que hay que añadir todos los aminoácidos y un gran número de proteínas, vitaminas, hormonas y enzimas. Hemos pensado, pues, en fragmentar estas ramas que, en todas las latitudes y en todos los tiempos, fueron consideradas como el símbolo mismo de la pobreza y de la decadencia, e incorporarlas al suelo o a los residuos vegetales superficiales, según se trate de la agricultura o de las ciencias forestales. Rápidamente los resultados se han traducido en importantes aumentos del rendimiento tanto en cultivos agrícolas extensivos como hortícolas así como en notables efectos sobre la germinación en el bosque. Habiendo aceptado la hipótesis de que los procesos que observamos debían tener ámbito universal, emprendimos una serie de experiencias en África y Las Antillas. Los resultados fueron superiores a los obtenidos en climas templados, abriendo, con ello, la puerta a una revolución verde que no habíamos previsto en un principio. Es, precisamente, al integrar al suelo el conjunto de los elementos nutritivos y los mecanismos implicados en la creación y el mantenimiento de las cadenas tróficas como los suelos agrícolas pasan a un régimen "forestal". Todo esto activa la "máquina biológica de producción" asegurando, a la vez, la gestión de los suelos, del agua y la disponibilidad de los nutrientes, cuando éstos son necesarios, evitando así el consumo inútil y la contaminación que esto trae consigo. La solución más económica, en lo que respecta al África sahariana, nos parece que va ligada a la producción de madera rameal fragmentada (MRF), a partir de plantaciones mejor que destinar estas ramas a la combustión o al abandono. Los argumentos que aportaremos son importantes y merecen ser tomados en consideración desde el punto de vista social y económico, por razones biológicas, científicas e históricas.

RESUMO

OS PRINCÍPIOS ECONÓMICOS E CIENTÍFICOS DA REVOLUÇÃO VERDE NO SAHEL

A evolução rápida dos conhecimentos no decurso do último quarto de século conduziu a resultados que perturbam algumas pessoas mas que auguram esperanças sem paralelo. A agricultura, antes do mais uma actividade de colheita após a produção, tem sido submersa pelos ditames traçados pela química, pela física e pela físico-química durante o último século. Os resultados obtidos podem ser considerados como os mais importantes desde o início da nossa civilização. No decurso dos últimos decénios, os factos levam-nos a compreender que atingimos um limiar a partir do qual a rentabilidade das técnicas é posta em causa com repercussões sobre a indústria, o valor das moedas e a produtividade real. As dificuldades económicas e sociais que suportamos são a prova disso. Temos optado por um desenvolvimento sustentável no que respeita aos recursos renováveis, mas esgotamo-nos em conjeturas ao tomarmos as tendências actuais como modelo a longo prazo. Inicialmente, todos pensaram que a derrocada apenas afectava os países do sul e que os nossos conhecimentos preservariam os do norte contra as catástrofes anunciadas, ainda que estas se apresentassem sob as formas mais diversas. Assim, desde o final dos anos 70, não explorámos nós os domínios onde a pobreza medra e se desenvolve, apesar das riquezas de vária ordem? Muitos não vêem a riqueza senão sob a forma de metais preciosos ou abundantes, de importância industrial, o mesmo se passando em relação às produções florestais e agrícolas. A gestão destas riquezas levou-nos colectivamente a esquecer a maior de todas: a vida com todas as suas componentes. Ainda que pensássemos que os cientistas se ocupavam de tudo para manter a fertilidade e a produtividade, nós estamos inclinados para o que pensávamos ser mais simples e melhor conhecido: o solo. A nossa surpresa foi total ao constataremos que todos os aspectos biológicos, isto é, a

vida, mesmo em toda a sua complexidade e significado, não tinha sido tomada em consideração a não ser de uma forma tímida, salvo no que respeita à mineralização e aos nutrientes. Tal facto levou-nos a examinar com mais cuidado o processo de humificação, cujo modelo universal é o da floresta. É assim que, com o decorrer dos anos, chegámos a reconhecer a relação que existe entre a parte aérea das árvores e o solo subjacente. As descobertas dos dez últimos anos mostraram a importância da lenhina, e mais particularmente da que é pouco polimerizada, na génese e fertilidade dos solos florestais. Além de uma forte concentração de nutrientes, os ramos contêm uma energia considerável sob a forma de açúcares, celulosas, hemicelulosas e lenhinas, aos quais se juntam todos os ácidos aminados e um grande número de proteínas, vitaminas, hormonas e enzimas. Em face disso, resolvemos proceder à fragmentação destes ramos, conhecidos, em todas as latitudes e em todas as épocas, como símbolos da pobreza e da degradação, incorporando os fragmentos correspondentes no solo ou utilizando-os em cobertura, consoante as actividades se desenvolvem no domínio da agricultura ou da floresta. Muito rapidamente, os resultados têm-se manifestado através de importantes aumentos de rendimento em culturas arvenses e hortícolas, bem como de efeitos assinaláveis sobre a germinação de sementes e regeneração da floresta. Tendo formulado a hipótese de que os processos observados deveriam ser universais, procedemos ao estabelecimento de experiências agrícolas em África e nas Antilhas. Os resultados foram superiores aos obtidos em climas temperados, abrindo-se assim a porta a uma revolução verde que não havíamos previsto no início. É através da incorporação no solo do conjunto de nutrientes e através dos mecanismos implicados na criação e na manutenção das cadeias tróficas que os solos agrícolas passam a um regime "florestal". Deste modo, torna-se a pôr em actividade a "máquina biológica da produção", assegurando a gestão simultânea dos solos, da água e da disponibilidade de nutrientes sempre que sejam necessários, evitando-se assim o desperdício e a poluição que poderiam resultar. A solução mais económica, no que respeita à África do Sahel, parece-nos estar ligada à produção económica de aparas de ramos fragmentados (ARF) a partir de plantações em vez de reservar os ramos para queimar ou deixá-los ao abandono. Os argumentos que iremos apresentar são importantes e merecem ser encarados sob o ponto de vista social e económico, por razões biológicas, científicas e históricas.

ZUSAMMENFASSUNG

DIE ÖKONOMISCHEN UND WISSENSCHAFTLICHEN KEIME DER GRÜNEN REVOLUTION IM SAHEL.

Die schnelle Entwicklung der Kenntnisse in den letzten 25 Jahren hat zu Feststellungen geführt, die so mancher in Angst versetzen, die aber zugleich große Hoffnungen erwecken. Die Landwirtschaft, die ursprünglich nur Ernte war, ist später eine Produktionsaktivität geworden und geht jetzt den von der Chemie, Physik und Physikochemie im letzten Jahrhundert vorgezeichneten Weg. Die erreichten Ergebnisse können, als das Wichtigste betrachtet werden, was unsere Zivilization je erreicht hat. In den letzten Jahrzehnten, zeigten uns die Tatsachen, daß wir eine Schwelle erreicht haben, wo die Rentabilität der Techniken in Frage gestellt werden kann, was natürlich Auswirkungen auf die Industrie, den Wert des Geldes und auf die tatsächliche Produktivität hat. Die ökonomischen und sozialen Schwierigkeiten, die wir durchmachen, sind ein Beweis dafür. Wir haben uns für eine dauerhafte Entwicklung entschieden, was die ersetzbaren Reichtümer betrifft, aber wir verlieren uns in Vermutungen, weil wir die jetzigen Tendenzen als Modell annehmen für das, was auf lange Frist geschehen wird.

Anfänglich dachten alle, daß dieser Zusammenbruch das Los der südlichen Länder war und daß unsere Kenntnisse den Norden vor den angekündigten Katastrophen schützen würden, obwohl sie in den verschiedensten Formen auf uns zukommen. So haben wir nicht schon seit Ende der 70-er Jahre Bereiche untersucht, wo Armut anscheinend blüht und gedeiht und dies wo allerlei Reichtümer vorhanden waren? So mancher versteht unter Reichtum nur edle Metalle oder das Vorhandengein von Metallen in großen, industriellen Mengen, was auch für Holz und landwirtschaftliche Produktionen gilt. Die Bewirtschaftung dieser Reichtümer hat uns dazu gebracht den wichtigsten Reichtum zu vergessen nämlich das Leben und all seine Bestandteile. Während wir dachten, daß die Wissenschaftler sich für die Erhaltung der Fruchtbarkeit und der Produktivität des Meeres einsetzten, haben wir uns für das interessiert, was man für das bescheidenste und best gekannte Element hielt: den Boden. Unsere Überraschung war desto größer, als wir zu der Einsicht kommen mußten, daß alle biologischen Aspekte, d.h. das Leben selbst, in all ihrer Komplexität und in ihrer Bedeutung, nur sehr schüchtern in Betracht gezogen worden war abgesehen von was die Mineralisierung und die Nährstoffe betrifft. Dies hat uns dazu gebracht den Befeuchtungsprozeß, wobei der des Waldes als allgemeines Modell gelten kann, näher zu untersuchen. Es hat im Laufe der Jahre zu der Einsicht geführt, daß es eine Beziehung gibt zwischen den Wipfeln der Bäume und dem darunterliegenden Boden. Die Entdeckungen der letzten 10 Jahre haben die Wichtigkeit des Holzstoffes gezeigt und besonders die des wenig polymerisierten Holzstoffes bei der Entstehung von Waldboden und für seine Fruchtbarkeit. Die Zweige enthalten nicht nur eine große Menge an Nährstoffen, sie sind auch eine wichtige Energiequelle in Form von Zuckerarten, Zellulose, Hemizellulose und Ligninen, zu denen noch die Gesamtheit der Aminosäure, eine große Anzahl an Proteinen, Vitaminen, Hormonen und Enzymen hinzukommen. Wir sind also auf die Idee gekommen, diese Zweige, die überall und zu jeder Zeit als Symbol für Armut und Verfall angesehen worden sind, zu zersplittern und sie der Erde oder dem Streu, je nachdem, ob es sich um Landwirtschaft oder Forstwirtschaft handelt, beizumengen. Es kam sehr schnell zu Ergebnissen: eine große Steigerung des Ertrags der Landwirtschafts- und Gemüseprodukte

und eine bemerkenswerte Auswirkung auf die Keimfähigkeit und auf die Regeneration des Waldes. Von der Hypothese ausgehend, daß der festgestellte Prozeß universell sein mußte, hat man landwirtschaftliche Untersuchungen in Afrika und den Antillen unternommen. Es kam noch zu besseren Ergebnissen als in der gemäßigten Zone, was den Weg für eine echte grüne Revolution bahnte, die wir anfänglich gar nicht erhofft hatten. Durch Beimengen der Gesamtheit der Nährstoffe an den Boden und Einführung von aktiven Mechanismen die sorgen für die Entstehung und Erhaltung der trofischen Kette wird der Agrarboden von einer "Waldnahrung" profitieren. Dies alles führt zur Wiederbelebung der biologischen Produktionsmaschine und sorgt für die Erhaltung der Böden, des Wassers und das Vorhandensein der Nährstoffe wenn diese benötigt werden und verhütet eine Verschwendung und Verschmutzung, die sonst durch diese Nährstoffe verursacht würden. Die billigste Lösung für den Sahel bietet uns wahrscheinlich die Produktion von zerstücktem Fragmentiertes Zweigholz (FZH) aus der Plantage, dies anstatt diese Zweige als Brennholz zu verwenden oder ungebraucht zu lassen. Die Argumente, die wir hervorbringen werden, sind wichtig und verdienen, daß man sie aus biologischen, wissenschaftlichen und historischen Gründen aus sozialen und ökonomischen Standpunkt näher betrachtet.

SAMENVATTING

DE ECONOMISCHE EN WETENSCHAPPELIJKE KIEMEN VAN DE ECOLOGISCHE OMWENTELING IN SAHEL.

De snelle ontwikkeling van de kennis in de loop van de laatste 25 jaar heeft tot vaststellingen geleid die meer dan één schrik aanjagen, maar die tevens ongelooflijke hoop gewekt hebben. De landbouw, die zich oorspronkelijk tot het oogsten beperkte en pas later een productieactiviteit geworden is, is in de laatste eeuw de kant opgegaan van de chemie, de fysica en van de fysische chemie. Het bereikte resultaat kan beschouwd worden als het belangrijkste wat onze beschaving ooit opgebracht heeft. In de loop van de laatste decennia, laten de feiten ons zien dat we een punt bereikt hebben waar de rentabiliteit van de technieken in twijfel getrokken wordt, wat gevolgen heeft op de industrie, de waarde van het geld en op de feitelijke produktiviteit. De economische en sociale moeilijkheden die we ondergaan zijn een bewijs daarvan. Wat de hernieuwbare rijkdommen betreft, hebben we partij gekozen voor een duurzame ontwikkeling maar daarvoor nemen we de huidige tendenzen als werkhypothese op lange termijn en raken wij in gissingen verloren. Allen dachten eerst dat deze ondergang het lot was van het zuiden en dat onze kennis ons voor de aangekondigde rampen - hoewel ze de meest gevarieerde vormen aannemen - zouden beschermen. Zo, hebben we niet reeds sinds het einde van de jaren 70 gebieden bestudeerd waar armoede schijnbaar bloeit en gedijt en dat in aanwezigheid van allerlei rijkdommen? Sommigen verstaan onder het woord rijkdommen alleen maar edele metalen of metalen die in grote hoeveelheden voorkomen en bruikbaar in de industrie; hetzelfde geldt voor het hout of de agarische produktie. De exploitatie van deze rijkdommen heeft ons allen de grootste rijkdom laten vergeten, namelijk het leven en zijn bestanddelen. Terwijl we dachten dat de wetenschappers zorgden voor de instandhouding van de vruchtbaarheid en de produktiviteit van de zee, hebben we ons geïnteresseerd voor wat ons het meest gekende en het meest bescheidene element scheen te zijn: de bodem. Onze verrassing was des te groter toen we moesten vaststellen dat alle biologische aspecten, d.w.z. het leven, ook in zijn ingewikkeldheid en in zijn betekenis, bijna buiten beschouwing was gebleven, behalve wat de mineralisatie en de nutriënten betreft. Die heeft ons daartoe gebracht het bevochtigingsproces, waarvan het woud voor universeel model staat, nader te bekijken. Dit heeft ons tot het inzicht gebracht dat er een verband bestaat tussen de kruin van de bomen en de onderliggende bodem. De ontdekkingen van de laatste 10 jaar hebben het belang laten zien van de lignine en meer bepaald van de weinig gepolymeriseerde lignine, bij het ontstaan van bosgrond en voor zijn vruchtbaarheid. Niet alleen bevatten de takken een grote concentratie aan nutriënten, ze zijn ook een ongelooflijke energiebron in vorm van suikers, cellulosen, hemicellulosen en ligninen. Daarbij, moet nog de aanwezigheid van al de aminozuren, een groot aantal proteïnen, vitaminen, en enzymen vermeld worden. We zijn dus op het idee gekomen deze takken die steeds en overall als het symbool van armoede en verval worden beschouwd - tot snippers te verkleinen en ze met de aarde of het stro bij te mengen naargelang het de landbouw of de bosbouw betreft. De resultaten lieten niet op zich wachten: het kwam tot een belangrijke toename van het rendement voor wat de agarische produkten en de groenteteelt aangaat, evenals tot opvallende resultaten voor wat het kiemen en de regeneratie van bossen betreft. Uitgaande van de hypothese dat het waargenomem proces universeel moet zijn, zijn wij met agarische experimenten in Afrika en in de Antillen begonnen. De resultaten waren nog beter dan onder gematigde klimaat, zodat ze als baanbrekend beschouwd konden worden voor een echte "groene revolutie", die alle verwachtingen overtrof. De invoering in de bodem van alle nutriënten en ook van de processen die zorgen voor het scheppen en het instandhouden van de trofische verbindingen leidt tot de overgang voor de landbouwgronden tot een voedingspatroon kenmerkend voor de bosbouw. Dit wakkert de "biologische produktiemachine" weer aan en zorgt voor het beheer van de gronden. van het water en tevens van de nutriënten, alleen wanneer ze nodig zijn, zodat verspilling en pollutie die daarmee anders gepaard gaan kunnen vermeden worden. De goedkoopste oplossing voor Sahelafrika schijnt ons geboden door de economische productie van versnipperd kruinhout uit de beplantingen, in plaats van die takken ongebruikt te laten liggen of als vuurhout te gebruiken. De argumenten waaroh we ons zullen beroepen zijn belangrijk en verdienen om biologische, wetenschappelijke en historische redenen vanuit een sociaal en economisch standpunt nader bekeken te worden.

ISBN 2-921728-13-3

Dépôt légal: Bibliothèque nationale du Québec 1995.