

UNIVERSITÉ LAVAL

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

Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux

UNE PERCÉE EN AGRICULTURE

*The recovery of impoverished soils by employing
natural processes in species succession.*

*La remise en état des sols par l'utilisation du
processus naturel de la succession des espèces*

par

Ernst Götsch
Agrosilvicultura Ltda
Pirai do Norte, Brésil

1994

Traduction de l'anglais et commentaires

par le

Professeur Gilles Lemieux
Université Laval

Publication n° 116

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

FORWORD

This paper from Central and South America experience of Mr. Götsch is remarkable from many standpoints but I hesitate before publishing because it primarily deals with tropical conditions and leading only to comparative observations. One cannot establish relationships with pedogenetic mechanisms encompassing soil biology, biochemical mechanisms, polyphenol chemistry, so on and so forth. Nevertheless, the quality of observations over such a long period of time and what scientific literature reports on ecology, namely phytosociology, set the basis for a new vision of natural mechanisms where **biotransformation** replaces false concepts of "degradation" within a dynamic concept of "organic matter". One must take into account that fertility *is dynamic* while organic matter is dubious and most ambiguous, supporting no concept of its own.

AVANT-PROPOS

Cet article de M, Ernst Götsch, le fruit d'une longue expérience d'Amérique Latine ne peut que susciter l'admiration. Toutefois j'ai longuement hésité avant d'en faire la publication puisque les expériences sont strictement tropicales et d'ordre comparatif. On ne peut en toute logique faire les liens qui s'imposent avec les mécanismes pédogénétiques, comme la biologie du sol, l'ensemble des mécanismes biochimiques, la chimie des polyphénols, etc. La qualité des observations et des raisonnements sur une aussi longue période et ce que nous apporte la littérature scientifique l'écologie et la phytosociologie en particulier permettent des postulats intéressants. Ceci permet une nouvelle vision des mécanismes naturels où la **biotransformation** peut remplacer le faux concept de "dégradation" propre à celui de "matière organique". On se doit de voir la fertilité comme essentiellement *dynamique* alors que la "matière organique" est ambiguë semant le doute sur tous concept qui lui serait propre.

Professeur Gilles Lemieux

novembre 2003

UNE PERCÉE EN AGRICULTURE

BREAK-THROUGH IN AGRICULTURE

par
Ernst Götsch¹

Part I. *The recovery of impoverished soils by employing natural processes in species succession.*

La remise en état des sols par l'utilisation du processus naturel de la succession des espèces

FORWARD

1 • The project described below is an attempt at harmonizing our agricultural activities with natural processes of life in order to produce an optimum of diversity and quantity of high quality fruits, seeds and other organic materials, without utilizing imported fertilizers, pesticides and heavy machinery. In fact, it is an attempt at finding for each plant those conditions in which it best develops, and of approximating our agricultural systems in any given situation as near as possible to natural ecosystem to be intervened. This in contrast, therefore to modern approach in agriculture, in which man tries to adapt plants and ecosystems to the "needs" of modern agriculture.

***1 •** Ce projet représente une tentative d'harmoniser nos techniques agricoles avec les processus naturels, dans le but avoué d'augmenter la diversité, la qualité et la quantité des fruits, céréales et autres productions végétales en évitant l'importation de fertilisants, biocides et de machinerie lourde. Tous nos efforts sont tournés vers l'identification des conditions optimales pour le développement des plantes ciblées. Nous désirons rapprocher nos systèmes agricoles le plus près possible des conditions propres aux écosystèmes naturels dans lesquels nous intervenons. Ceci est diamétralement opposé aux tendances agricoles modernes qui font de grands efforts pour adapter les plantes et les écosystèmes aux «besoins» de l'agriculture moderne.*

2 • The project has mainly been realized in the humid tropics, but the principles of the method would be the same, wherever crops can be cultivated on our planet. Many elements of the technique for "strategic interventions" described of the following paper were important tools in traditional farming (see part II).

¹Fazenda Três Colinas, Agrtossilvicultura Ltda, 45 436.000 Piraí do Norte BA. Brasil FAX 0055 73 254 1625

2 • Le projet a été conduit sous des conditions climatique tropicales humides mais les principes qui sous-tendent la méthode mise au point sont universels partout sur notre planète. Plusieurs éléments techniques d'«intervention stratégique» qui apparaissent dans la première partie du présent document sont des outils essentiels de la tradition agricole.

3 • The experiences described make part of more than seventeen years of intensive work in practice, and at the same time, struggling to compete in free market conditions without subsidies or grants.

3 • Les expériences décrites en première partie sont le fruit de 17 années de travail intensif et de pratique, tout en essayant de concurrencer sur le marché libre sans subsides ni subventions.

4 • No extra investments are needed for the adoption of the method described below, or single elements of it, in any part of the world, as no external input is needed for its implementation. On the contrary, any modification of actual techniques in the direction indicated below will have a substantial beneficial impact:

- firstly, on its user, the farmer, for he will be , additionnaly to the economic advantage he will gain, deeply satisfied and pleased to feel himself coming into harmony with nature,
- secondly, on the consumer, for the improved quality of foods he will buy and,
- thirdly, on the whole ecosystem for the relief of pressure actually caused by conventionnal agriculture

4 • Aucun investissement supplémentaire n'est nécessaire pour utiliser la méthode décrite ci-après ni aucune autre particularité, quel que soit l'endroit au monde, puisque aucun apport externe n'est nécessaire à la mise en œuvre. Bien au contraire, toutes modifications aux techniques agricoles actuelles dans le sens que nous indiquons ci-après, aura un effet bénéfique:

- *Premièrement pour l'utilisateur et pour les avantages économiques supplémentaires qu'il en retirera, tout en étant satisfait de sa nouvelle relation harmonieuse avec la nature.*
- *Deuxièmement, un effet bénéfique au niveau du consommateur pour la meilleure qualité des produits qu'il achète*
- *Troisièmement, un bénéfice pour tout l'écosystème qui se voit soulagé d'une partie importante de la pression suscitée par les méthodes agricoles traditionnelles.*

INTRODUCTION

5 • Modern agricultural techniques like monocropping, usually combined with the use of herbicides, pesticides and mineral fertilizers lead to a very rapid loss of soil fertility. Similarly,

shifting cultivation, the practice of traditional farmers, is no longer viable, as due to population pressure, soils recovery periods became increasingly short, entailing a decrease in productivity. One possible alternative to conventional agriculture is agroforestry, the practice of combining trees with crops and /or pastures. Sustainable agroforestry has been practiced by many small farmers all over the world for thousands of years. In spite of attempts at adapting traditional agroforestry to modern agriculture, there has not been - to my knowledge - a break-through in the development of form of sustainable agroforestry capable of meeting the needs of the 1990's and of the 21st century.

INTRODUCTION

*5 • Les techniques développées dans le contexte de l'agriculture moderne comme les monocultures sont généralement liées à l'utilisation des herbicides, biocides et engrais minéraux. Très rapidement, cette pratique mène à la perte de fertilité des sols. Dans la réalité, les autres méthode de culture ainsi que les pratiques agricoles traditionnelles des paysans ne sont plus adaptées aux besoins actuels, principalement à cause des pressions démographiques. Ainsi les périodes de jachère deviennent de plus en plus courtes, entraînant de ce fait un déclin de la productivité. L'une des voies alternatives à l'agriculture conventionnelle est l'**agroforesterie**; pratique qui lie les arbres aux cultures et aux pâturages. Une **agroforesterie** durable a été pratiquée par un grand nombre de paysans tout autour de la planète depuis des millénaires. Malgré des essais d'adaptation de l'**agroforesterie** traditionnelle à l'agriculture moderne, il n'y a pas eu, à ma connaissance, de véritable percée dans l'adaptation d'une forme durable d'**agroforesterie** capable de combler les besoins du 2^{ième} siècle.*

6 • I outline below a method by which abandoned pastures with completely degraded soils can be turned into highly productive and diverse **agroforests** within a short time of 5 to 8 years. The systems allows for a high productivity while increasing biodiversity and improving soil fertility. The practices described below lead to a rapid recovery of poor soils without the use of fertilizers. Finally costs are very low as neither pesticides, herbicides or heavy machinery are required.

*6 • La méthode décrite ci-après permet de remettre en culture des paturages complètement dégradés en les transformant en **agroforêts** hautement productives et diversifiées dans une période variant entre 5 et 8 ans. Le nouvel écosystème mis en place permet une grande productivité et une biodiversité, tout en augmentant la fertilité du sol. Les pratiques décrites vont provoquer une réhabilitation rapide des sols pauvres sans utilisation de fertilisants. Mentionnons aussi que les coûts de telles pratiques sont bas car ils ne nécessitent pas de biocides, d'herbicides et l'utilisation de machines lourdes et onéreuses.*

7 • The method, in essence, is an attempt at imitating nature. In nature, most species live in consortium with other species, and require these other species for their optimal growth . Similarly, in my **agroforests**, crop species are planted in consortium with other species similar to those with which they normally would occur in nature. Furthermore, in nature, plant consortiums succeed one another in a dynamic, ongoing process called natural species succession. Destroyed, depleted or leached on sites are colonized by pioneer species. These pioneers are succeeded by secondary forest species which are in turn, succeeded by primary forest species. Similarly, I use pioneers to recover soils in the initial phases of the new plantation, and I also use at later stages the dynamics of natural species succession as driving force which ensures the health and vigour of the plants.

*7 • Cette méthode consiste essentiellement à tenter d'imiter la nature. Naturellement, la plus grande partie des espèces vivent en compagnonnage et nécessitent la présence des autres pour que leur croissance soit optimale. À leur instar, dans les **agroforêts**, les plantes agricoles sont en association avec d'autres plantes compatibles qui, normalement, se comporteraient de la sorte en nature. Plus encore, en nature les compagnonnages se succèdent les uns aux autres selon une dynamique appelée succession des espèces. Du même souffle, j'utilise des plantes pionnières pour permettre au sol de se rééquilibrer dans la phase initiale de la nouvelle plantation. Par la suite, j'utilise des stages ultérieurs de la dynamique naturelle de la succession des espèces en tant qu'élément premier pour maintenir la santé et la vigueur des plantes.*

DESCRIPTION OF THE SITE

Site

8 • The experimental area is situated in the south of Bahia, Brazil, in a region which used to be Atlantic Rainforest but which has been significantly altered by timber extraction and shifting agriculture. The site was selected because two unique features: firstly for its classification as "poor soils", and secondly for the presence of one of the last stands of primary Atlantic Rainforest in the region. The terrain had formerly been occupied by small farmers who raised pigs in the lowlands and cultivated manioc on the hill slopes. There were also vast areas of abandoned pastures . Due to decreasing productivity, and, in their words, "poor soils", the small farmers left the site.

DESCRIPTION DU SITE

8 • L'aire expérimentale se situe au sud de la ville de Bahia au Brésil, dans une région qui était à l'origine couverte par la forêt pluvieuse² Atlantique, mais qui a été profondément modifiée par l'exploitation forestière et les cultures

²La forêt pluvieuse se distingue de la forêt humide par un apport régulier d'eau par les pluies incessantes. Elle est climacique mais tributaire des précipitations à l'inverse des forêts humides qui le restent même par défaut momentanés de précipitation

itinérantes. Ce site a été retenu pour deux raisons fondamentales: sa classification comme "sol pauvre" et par la présence des derniers peuplements de la forêt pluvieuse primaire Atlantique de la région. Le sol a été occupé sans l'ombre d'un doute, par des paysans qui y pratiquaient l'élevage des porcs sur les terres basses et cultivaient le manioc sur les pentes. Il y avait également de vastes zones de pâturages abandonnés. À cause de la pauvreté des sols et du déclin de la productivité, les paysans ont fui la région.

Soils

9 • In this region, oxisols are frequent at lower elevations near the creeks, whereas ultisols predominate on the slopes and hilltops. Both types of soils are very acidic with pHs between 4.2 and 5.0

Les sols

9 • *Les oxysols sont abondants dans la région sur les terres basses près des ruisseaux, alors que les ultisols sont prédominants au sommet des collines et sur les pentes. Les deux types de sol ont une réaction très acide avec un pH variant de 4,2 à 5,0.*

Life zone

10 • The climate is characteristic of premountain tropical rain forest. The average rainfall over the last five years was 1500 mm. The average temperature is 25°C. in January and 20°C. in July.

Caractéristiques climatiques

10 • *Le climat est caractéristique des piedmonts de la forêt pluvieuse tropicale. La précipitation moyenne pour les 5 dernières années est de 1500 mm. La température moyenne en janvier est de 25°C. et de 20°C. en juillet.*

PART I

THE RECOVERY OF EMPOVERISHED SOILS BY EMPLOYING NATURAL SPECIES SUCCESSION

The establishment of the method by trial and error

11 • The development of the method outlined above for soil recovery and **sustainable agroforestry** is the result of a long process of trial and error. I first came into contact with the humid tropics 19 years ago (1976), upon arrival in Brazil. I was disturbed by the contrast between the stark poverty of cultivated lands and the wealth of the nearby tropical forests. This

contrast move me towards my first attempts at designing and planting **agroforestry systems** in central Europe.

PREMIÈRE PARTIE

LA RÉCUPÉRTION PAR LA SUCCESSION NATURELLE DES ESPÈCES DES SOLS APPAUVRIS

L'élaboration de la méthode par erreurs et succès

11 • La mise au point de la méthode, pour la réhabilitation des sols et pour une agroforesterie durable est le résultat d'une longue série d'expériences et d'erreurs. Il y a 19 ans, j'entrai en contact pour la première fois avec les tropiques humides (1976) lors de mon arrivé au Brésil. Je fus frappé par le contraste violent entre la pauvreté des terres cultivées et la richesse de la forêt pluvieuse environnante. Ce contraste m'incita à faire mes premiers essais avec un dispositif et des plantations dans une optique d'agrosystèmes forestiers d'Europe Centrale.

*12 • I then came to Costa Rica (1979-82) and developed a program of reforestation employing the strategy of **alley-cropping** planted rows of leguminous trees such as *Leucaena*, *Inga* and *Erythrina* alternated with rows of fruit trees such as banana (*Musa sp. Musaceae*), Governor plums, puhuna (*Bactris gassipes, Palmaceae* *Cocoinaea* tribe) Caimito (*Chrysophyllum caimito, Sapotaceae*), Zapote (*Achras sapota, Sapotaceae*), etc. This system was not entirely successful in that as I relied on the use of fertilizers, and in that as in the second and third year, the young trees inhibited the growth of annual crops in their immediate vicinity, without substituting for them in terms of productivity.*

*12 • De 1979 à 1982, je résidai au Costa Rica et mis au point un programme de reforestation en utilisant les techniques proposées par la culture en couloir. Des rangées de Légumineuses furent plantées comme *Leucaena*, *Inga* et *Erythrina* en alternance avec des rangs d'arbres fruitiers (*Musa sp. Musacées*), Governor plums, puhuna (*Bactris gassipes, Palmacées* de la tribu des *Cocoinées*) Caimito (*Chrysophyllum caimito, Sapotacées*), sapotillier (*Achras sapota, Sapotacées*) etc. Ce compagnonnage n'était pas entièrement satisfaisant, puisque je dépendais des fertilisants chimiques. De plus, la seconde et la troisième année, les jeunes arbres provoquaient une inhibition des cultures annuelles sans permettre à d'autres espèces d'apporter la productivité recherchée.*

*13 • Therefore I made a second attempt at agroforestry, combining mainly four species of fruit trees Cocoa (*Theobroma cacao, Sterculiaceae*) Citrus (*Citrus sp. Rutaceae*) Avocado (*Persea gratissima, Lauraceae*), Puhuna (*Bactris gassipes, Palmaceae*), together with banana (*Musa sativa, Musaceae*), *Erythrina sp.* (*Leguminosae*) and *Inga sp.* (*Leguminosae*) for shade. This system, forest/orchard plantation, did reasonably well in the fairly rich soils of Costa Rica*

and of Itabuna, Brazil, but was not possible to be established in the poor soils of abandoned pastures of this farm.

13 • *C'est ainsi que je fis une seconde tentative en agroforesterie en associant 4 espèces fruitières; Cacao (Theobroma cacao, Sterculiacées) agrumes (Citrus sp. Rutacées) Avocats (Persea gratissima, Lauracées), Puhuna (Bactris gassipes, Palmacées), avec le bananier (Musa sativa, Musacées), Erythrina sp. (Legumineuses) et Inga sp. (Legumineuses). Ce système forêt-verger planté donna de bons résultats dans les sols relativement riches du Costa Rica et d'Itabuna, Brésil, mais ne parvint pas à s'établir dans les sols pauvres des pâturages abandonnés de cette ferme.*

14 • I then worked to improve these impoverished and depleted soils by first planting two pioneer species: Manioc (*Manihot esculenta*, Euphorbiaceae) and Cow Pea (*Vigna sinensis*, Leguminosae) known to do well in the poor soils of the region. Of these, Manioc succeeded to establish, but still developed poorly.

14 • *C'est ainsi que j'entrepris pour améliorer des sols appauvris et dégradés, de planter deux espèces reconnues pour avoir eu un certain succès dans la région, le Manioc (Manihot esculenta, Euphorbiacées) et Cow Pea (Vigna sinensis, Légumineuses). Seul le manioc a réussi à s'établir mais sa croissance fut réduite.*

15 • A large number of native pioneer plants, however grew vigorously in the new plots. I therefore chose to be selective with respect to those plants which I weeded out. I removed only those grasses, herbaceous species and vines which had matured. All other native herbs, trees and palms were allowed to grow and fulfill their important function in soil-improving. The cultivated plants now grew well in the presence of the native species. This is how I came to practice which can be described as selective weeding.

15 • *Toutefois, un grand nombre de plantes pionnières ont surgi avec vigueur dans les parcelles. J'ai donc éliminé les herbes, les plantes herbacées et grimpantes venues à maturité. Toutes les autres plantes autochtones, herbacées ligneuses et les Palmacées furent conservées afin qu'elles remplissent leur «mission» d'amélioration du sol. Ceci a permis aux plantes introduites de pousser convenablement en présence des espèces qui forment la végétation naturelle. C'est ainsi que j'en suis venu à pratiquer ce que l'on peut qualifier d'élimination sélective.*

16 • I now try to take advantage of the biological and genetic potential of the flora and the fauna which occur spontaneously on the plots. Many invading native plants are, if properly managed, excellent companion plants for the crop species, additionally to the fact that they are

well adapted to the existing edaphic conditions. When young, they stimulate the growth of the cultivated plants and fend off pests and diseases. They also protect and improve the soil, as they contribute in a considerable way to the increase of organic matter, constituting thereby a valuable source of organic fertilizer which, indirectly, results in a correction of the pH of the soil.

16 • *Maintenant j'essaie de tirer le meilleur parti du potentiel biologique et génétique de la flore et de la faune spontanée présentes dans les parcelles. Un bon nombre de plantes autochtones lorsqu'elles font l'objet d'un aménagement approprié sont d'excellentes compagnes aux plantes cultivées, en particulier quand elles sont bien adaptées aux conditions édaphiques du milieu. Lorsqu'elles sont jeunes, elles stimulent la croissance des plantes cultivées en éloignant les insectes et les maladies. En plus, elles améliorent et protègent le sol, en contribuant de façons diverses à l'augmentation de la matière organique, comme source non négligeable d'éléments nutritifs qui, indirectement, contribuent à la correction du pH du sol.*

17 • After two years of selective weeding however, I observed that the cultivated plants showed signs of decreased growth. It appeared that the maturing native trees and shrubs which had appeared and grown on the plots meanwhile, were now inhibiting the growth of the crops. This proved the case as -once mature pioneer trees and shrubs were pruned by (1) cutting all mature plant parts and (2) thinning out crowns by cutting 50% or more of the branchlets, or cut back entirely when substituted by individuals of following consortiums in species succession - the entire plant community was invigorated and burst into new, rapid growth. This is how I came to the practice of pruning.

17 • Après deux années d'élimination sélective, j'ai remarqué que les plantes cultivées croissaient plus lentement. Dans la mesure où les arbres et arbustes indigènes croissaient dans les parcelles à maturité, ils inhibaient le développement des cultures. Il était évident que, lorsque les arbres et arbustes étaient élagués ou taillés en retranchant toutes les parties venues à maturité et que la couronne et les petits rameaux étaient réduits de 50% ou encore remplacés par des espèces appartenant au deuxième groupement la communauté végétale entière était revigorée par une nouvelle croissance rapide. C'est ainsi que la taille et l'élagage se sont imposés.

18 • Pruning has multiple effects on the plantation:

- The most visible one is the acceleration of the rate of growth in the whole system after rejuvenating maturing plants. (I observed that, in its phase of vigorous growth, a plant stimulates neighbouring one to grow and that, once a plant of the dominating plant consortium in species succession matures and senesces, it induces other around it to show signs of maturity and eventually signs of senescence, such as increased susceptibility to fungal and microbial infections or to pests).

- The organic material achieved by pruning placed on the ground as mulch both protects and fertilizes the soil.
- Pruning indirectly produces beneficial changes in the soil, as monitored by changes in soils texture and in the abundance of earthworms.
- Pruning increases the amount of light available to future generations of plant species.
- Pruning also serves as an instrument of speeding, intervening and directing the organic process of species succession by the possibility it offers to influence each plant individually in terms of access for light, space and leaf area.
- Finally, periodic rejuvenation by pruning prolongs the lifetime of short lived pioneer species, thereby enhancing their ability for soil improving.

18 • La taille a de multiples effets sur la plantation:

- *L'effet le plus perceptible est sans doute l'accélération du taux de croissance de tout le système en «rajeunissant» les plantes en voie de maturation. J'ai observé que dans la phase de croissance vigoureuse, une plante stimule la croissance de celles qui l'entourent. Lorsque l'une des plantes du groupement végétal dominant dans la succession des espèces vient à maturité et entre en sénescence, elle induit les mécanismes de maturation des plantes environnantes qui, à leur tour, montrent des signes de maturité, comme le jaunissement des feuilles et l'arrêt de la croissance souvent accompagné de signes de sénescence comme une susceptibilité accrue aux attaques fongiques et aux infections microbiennes tout comme aux insectes.*
- *Le matériel organique obtenu par voie d'élagage et utilisé comme paillis a pour effet de protéger tout en enrichissant le sol.*
- *L'élagage induit indirectement des changements bénéfiques dans le sol modifie sa texture et suscite une abondance de lombrics.*
- *L'élagage permet une augmentation de la lumière disponible aux générations de nouvelles espèces.*
- *L'élagage est aussi un moyen d'accélérer et d'orienter le processus organique de la succession des espèces, en influençant chaque plante et en régulant l'accès à la lumière, à l'espace vital et la surface foliaire.*
- *Enfin, cette période de «rajeunissement» causée par l'élagage prolonge la vie des espèces pionnières dont la vie est relativement brève et en permettant au sol de se refaire.*

19 •The current practice, in summary, is as follows:

On one hand, maturing trees and shrubs are rejuvenated by pruning, and trees which have fulfilled their function in soil-improving and substituted by individuals of succeeding consortiums are cut back. On the other hand, potentially each plant of the community is pruned in order to influence and control access for light and space on an individual basis.

19 • En bref la pratique courante est comme suit:

Les arbres et arbustes venus à maturité sont «rajeunis» par la taille et l'élagage. Les arbres ayant terminé leur fonction dans la réhabilitation des sols sont abattus et remplacés par des individus du groupement végétal suivant. Chaque plante de la formation doit être taillée avec l'objectif avoué de contrôler l'accès à la lumière et l'espace pour chaque individu.

Species composition, plant density, and the timing of the introduction of each species.

20 • When the new cocoa trees I had first planted began to bear fruit. I observed, to my surprise, that those plots which initially had richer soils were, less productive than those which initially had poorer soils and vegetation. In sites with initially richer soils, the cacao and banana trees had grown vigorously during the first three to four years in the shade of the abundant and vigorous Corindiba (*Trema micrantha*, *Ulmaceae*) and Embaúba branca trees (*Cecropia hololeuca* Miq., *Moraceae*) [Both species belonging to the first cycle of secondary forest trees on more privileged parts of poor sites in the region]. Once these secondary forest trees had depleted their capacity for coppicing after pruning, and they therefore had to be cut back, cocoa-trees did not bear fruits and banana-plants died back. Furthermore, both showed signs of increased susceptibility to insect and pest attack. Those cacao- and banana-trees in the same plots, however, that occasionally were in the shade of a transitional-to-primary forest- or a primary forest-tree were healthy and highly productive. (The future shade trees had been planted at what was to be their final distance [12 m to 18 m.], taking into account the diameter of the crowns of the adult trees).

La composition de l'association végétale, sa densité et la synchronisation de l'introduction de chaque espèce.

20 • Lorsque les cacaoyers (*Theobroma cacao*, *Sterculiacées*), les premiers plantés commencèrent à donner des fruits, je notai à ma grande surprise, que les parcelles aux sols les plus riches devenaient moins productives que celles classées comme ayant des sols et une végétation pauvres. Sur les sols initialement riches, cacaoyers et bananiers avaient une croissance vigoureuse durant les 2 ou 3 premières années sous les corindiba (*Trema micrantha*, *Ulmacées*) et les cécropias (*Cecropia hololeuca* Miq., *Moracées*), espèces qui toutes deux appartenant au premier cycle de la forêt secondaire eurent épuisé leur potentiel à la repousse après élagage, il fallut les abattre, car les cacaoyers ne donnaient plus de fruits et les bananiers dépérissaient. En plus, les deux espèces montrèrent une grande susceptibilité aux maladies et aux insectes. Néanmoins, cacaoyers et bananiers de la même parcelle, se trouvant dominés occasionnellement par des essences de transition de la forêt primaire, avaient une excellente croissance et donnaient de forts rendements. [les arbres qui formeront la canopée d'abris ont été plantés à des

intervalles de 12 à 18 mètres en tenant compte du diamètre de la couronne à long terme].

21 • By contrast, on sites with initially poorer soils, banana-trees did not establish, nor did their counterparts of natural vegetation, such as Corindiba (*Trema micrantha*, *Ulmaceae*) and Embaúba branca trees (*Cecropia hololeuca* Miq., *Moraceae*). On these plots, poor vegetation and open spaces had challenged me to plant at high density a large number of species known to do well under similar conditions. I planted pioneers such as "Elefant grass", Manioc (*Manihot esculenta* *Euphorbiaceae*), Pineapple (*Ananassa sativa*, *Bromeliaceae*), "Coarana", etc, in order to improve the soil, and trees of secundary forest like "Jangada preta", *Inga* sp. *Leguminosae*, etc, and fruit-, nut-, and timber trees in a great multitude in order to achieve a prosperous **agroforest** capable to produce high, medium and long term yields.

*21 • À l'inverse, sur les sols initialement pauvres, les bananiers ne réussirent pas à s'établir, pas plus que les espèces naturelles comme Corindiba (*Trema micrantha*, *Ulmacées*) et Embaúba branca trees (*Cecropia hololeuca* Miq., *Moracées*). Ces parcelles de sols et de végétation pauvres m'incitèrent à planter de nombreuses espèces à forte densité et capables de bien s'établir dans des conditions analogues comme Elefant grass", le manioc (*Manihot esculenta* *Euphorbiacées*), l'ananas (*Ananassa sativa*, *Bromeliacées*), "Corana" etc. et d'améliorer le sol et les arbres de la forêt secondaire comme "Jangada preta", *Inga* sp. *Légumineuses*, ainsi que les arbres portant de fruits, des noix et d'autres pour la production de bois furent plantés dans le but de constituer une «**agroforêt**» capable de donner des récoltes à court, moyen et long terme.*

22 • This operation was highly successful, but only on those parts of the fields where we had heavily pruned or cut back the maturing individuals of pioneer trees of the already established vegetation at the time of introduction of complementary species. In these plots then the whole plant community began to thrive and now represent the most productive parts of the plantation.

22 • Cette opération fut très largement bénéfique, surtout dans les parcelles où les arbres pionniers furent fortement élagués ou abattus à maturité. Ces arbres avaient été introduits alors que la végétation était déjà bien établie avec des espèces complémentaires. Dans ces parcelles, tout le groupement végétal se mit à croître et représente maintenant la partie la plus productive de toutes les plantations.

23 • It therefore appeared that **the critical factor in determining health- and growth-rate of the plants, as well as the productivity of the system, was not the initial quality of the soil, but rather the composition and density of individuals of the plant community.**

23 • *Il nous apparaît maintenant que la densité des individus et la composition de toute la communauté végétale, représentent le facteur principal responsable de la santé, du taux de croissance et de la productivité mais non pas la qualité initiale du sol.*

24 • It also appeared that the order in which crops were planted was important, as most species only grow vigorously if they enter the flow of species succession in such a way that they can come to dominate and to thrive the system. This is illustrated by the following example in which four species were grown together on the same plot:

- 1) Manioc (*Manihot esculenta*, *Euphorbiaceae*) an herbaceous annual pioneer plant with a life cycle of one to two years;
- 2) Corindiba (*Trema micrantha*, *Ulmaceae*), first colonizing tree in the local secondary forest with a life cycle of four to six years
- 3) Inga (*Inga sp.* *Leguminosae*), leguminous tree from the secondary forest/transitionnal to the primary forest, with a life cycle of 20-80 years;
- 4) Caimito (*Chrysophyllum caimito*, *Sapotaceae*), [primary forest], fruit tree with a life cycle of roughly 200 years.

24 • *Selon les successions des plantations, nous avons noté qu'une croissance vigoureuse était possible car ces plantations entraient dans la suite des espèces permettant de dominer une telle organisation spatio-temporelle. Ceci est illustré à titre d'exemple, par la croissance simultanée de quatre espèces.*

- 1) *le manioc, une plante annuelle herbacée pionnière avec un cycle annuel de 1 à 2 années.*
- 2) *Corindiba (Trema micrantha, Ulmacées), la première essence de la forêt secondaire locale avec un cycle de vie allant de 4 à 6 années.*
- 3) *Inga (Inga sp. Legumineuses), une essence de forêt secondaire et de transition vers la forêt primaire avec un cycle de vie allant de 20 à 80 années.*
- 4) *Caimito (Chrysophyllum caimito, Sapotacées), essence fruitière de la forêt primaire avec un cycle de vie approximativement de 200 années.*

25 • These four species grew vigorously if they were planted in the order in which they are listed above, which is the order in which they would succeed each other in nature, and if each species was planted when the following one in terms of species succession was introduced and established at the point of the beginning of the phase of vigorous growth of the preceding one. If the four species were planted at the same time, they did fairly well, but Inga and Caimito had difficulties to establish. A caimito-tree could successfully be established in the shade of a fully developed manioc plantation, or beneath a young or adult corindiba or Inga tree, but the reciprocal combinations were not successful, Inga did not establish beneath a fully developed Caimito, though, it grew well in the shade of vigorous manioc plantation or a corindiba-tree or both combined. Similarly, corindiba failed even to germinate under a fully developed inga- or caimito-tree though it did extremely well in the dense shade of a vigorous manioc plantation.

25 • *Ces quatre espèces ont eu une croissance vigoureuse car elles furent plantées selon l'ordre suggéré plus haut. C'est l'ordre dans lequel ces espèces se succèdent dans la nature. Elles doivent donc être plantées au terme de chaque espèce précédente, c'est-à-dire au début de la phase vigoureuse de l'espèce qui précède. Les quatre espèces, toutes plantées en même temps, donnent de bons résultats, mais Inga et Caimito ont de la difficulté à s'établir. Le Caimito s'établit très bien sous une plantation de manioc bien développée ou sous un arbre adulte de *Trema micrantha* ou d'*Inga*, mais des combinaisons inverses ne donnent aucun résultat. *Trema micrantha* ne peut même pas germer sous un *Inga* ou sous *Chrysophyllum caimito*; cependant, il le fait très bien dans une plantation vigoureuse de manioc.*

26 • It seemed that the critical factor for the establishment and development of a plant which makes part of a given system is not as much the factor of light but the order and timing of its introduction in the natural succession.

26 • *Il nous apparaît que le facteur critique présidant à l'établissement et au développement d'une plante en particulier n'est pas la lumière mais l'ordre et le moment de son introduction dans la succession naturelle.*

27 • I concluded from these observations described above, since repeated numerous time, that the most successful plots were those in which I had best considered the natural processes of species succession, described below

27 • *J'ai donc conclu, à la suite de multiples observations, que les parcelles donnant les meilleurs résultats étaient celles où j'avais le mieux estimé l'importance de la succession des espèces décrite plus loin.*

28 • Furthermore, these same observations suggest that natural species succession is one of the driving forces of life.

28 • *Plus encore, ces observations laissent à penser que la succession naturelle des espèces est l'un des puissants leviers de la vie.*

SPECIES SUCCESSION IN NATURE

29 • Diverse form of flora and fauna have occurred and developed on our planet in the course of time. They have adapted to a vast diversity of situations in order to transform and organize the optimum amount of entropic residues into living systems. On increasing, therefore, they complexify the system, which results in more diverse forms. The living beings of each place and in each situation form consortiums in which each member contributes with its particular capacity to improve and to optimize its conditions as well as those of the members of its

consortium to grow, prosper and reproduce. Furthermore, each consortium gives birth to a new consortium different in composition. On each place, the different consortiums functions as a macroorganisms of high complexity which undergoes a process of continuous transformation and complexification. Each consortium within this macroorganism is determined by the preceding one and will determine the following ones. This ongoing process is called natural species succession.

LA SUCCESSION DES ESPÈCES DANS LA NATURE

29 • *La flore et la faune se sont diversifiées sur cette planète au fil du temps. Elles se sont adaptées à une grande diversité de situations, en transformant et en organisant le mieux possible les résidus de l'entropie en système vivants. Ce faisant, le système se complexifie avec comme résultante l'apparition de formes les plus diverses. Quelle que soit la place que les êtres vivants occupent, ils s'associent en sociétés où chaque membre contribue par ses caractéristiques et ses qualités à optimiser ses conditions et celles des autres membres de la société pour croître, prospérer et se reproduire. En réalité, chaque société donne naissance à une autre, nouvelle mais de composition différente. Les différentes sociétés, où qu'elles se trouvent, se comportent comme un macroorganisme très complexe dans lequel on reconnaît un processus constant de transformation et de complexification. Chaque société, à l'intérieur de ce macroorganisme, est déterminée par celle qui la précède et déterminera celle qui suivra. Ce processus est appelé la succession naturelle des espèces.*

30 • Plants coming in their phase of exuberant growth stimulate and activate all members of the plant community in their vicinity. Similarly, mature and senescent plants of the dominant consortium induce all neighbouring plants to stop growing and to show signs of maturing and of senescence atypical for their stage of development.

30 • *Les plantes, arrivant à leur stade de croissance exubérante, stimulent tous les membres de l'association dans leur entourage. De même, les plantes appartenant à la société végétale dominante et montrant des signes de maturité ou de sénescence, induisent ces symptômes aux plantes voisines qui arrêtent leur croissance et montrent des signes de maturation ou de sénescence impropres à leur stade de développement.*

31 • When, as is often the case, two plants of different consortiums in a community germinate and begin to grow at the same time, that of the dominant consortium will direct the growth of the other one, which will only come to dominate when its consortium becomes the dominant one. Only when the dominant consortium has matured and died, will the succeeding consortium come to dominate, and begin a new cycle of growth and transformation.

31 • Lorsque deux plantes appartenant à des associations différentes germent et croissent ensemble, celle appartenant à l'association dominante influencera et modifiera la croissance de l'autre qui, à son tour, ne deviendra dominante que lorsque son association le deviendra. Ce n'est que lorsque l'association dominante viendra à maturité et mourra, que l'association suivante lui succédera et deviendra dominante à son tour, en suscitant un nouveau cycle de croissance et de transformation.

Natural species succession in soil recovery on sites where climax-vegetation is forest

32 • In nature, pioneer species capable of growing in poor soils colonize open spaces. These pioneers, mostly grasses and herbs, improve the soil, prepare the conditions for secondary forest species to grow. The secondary forests undergo several cycles, during which the life time of the dominant species gradually increases from 3 to 15 to 30 and up to 80 years. The secondary forest species create soil conditions conducive for the growth of longer lived primary forest species, with life cycles of an average of 200 years.

La succession naturelle des espèces de la forêt climacique et la réhabilitation des sols

32 • Dans les conditions naturelles, les espèces colonisant des sols pauvres le font sur des espaces libres. Ces plantes pionnières constituées principalement de graminées et de différentes plantes herbacées améliorent le sol et mettent en place les conditions favorables à l'établissement et à la croissance des espèces constituant la forêt secondaire. Pour sa part, la forêt secondaire doit compléter plusieurs cycles durant lesquels la durée de vie des espèces augmente passant de 3 à 15 ans, puis à 30 jusqu'à 80 ans. Les espèces de la forêt secondaire créent ainsi un sol propice à la croissance des espèces à plus longue vie, de la forêt primaire avec un cycle de vie qui peut atteindre deux siècles.

33 • In the initial phases of the process of soil recovery, dominant species in succession are generally ones which have a high lignin content, and which produce small seed and large amount of organic matter which does not readily decompose. Once these species have died, they are replaced in the next cycle by species with a higher protein content and whose carbohydrate, instead of being fixed primarily in lignin, is also stored in the form of starch or sucrose. This natural progression in the succession is favoured and accelerated by the effects of herbivores, wind, lightning and flooding, and are duplicated in my **agroforestry** systems by practices such as selective weeding and pruning.

33 • Lors de la phase initiale de la réhabilitation des sols, les espèces dominantes de la succession sont généralement celles qui ont le plus haut taux de

*lignine dans leurs tissus*³. Aussi ces espèces produisent de petites semences et une grande quantité de matière organique dont la décomposition est longue et difficile. Lorsque ces espèces ont disparu, elle sont remplacées dans le cycle suivant par d'autres ayant un contenu protéique plus élevé et dont les polysaccharides, plutôt que d'être associés aux lignines, sont également stockés sous la forme d'amidon ou de saccharose⁴. Cette progression naturelle des successions est également accélérée par l'impact des herbivores, du vent, des éclairs et des inondations. Ceci est encore plus marqué dans la pratique de l'**agroforesterie** par l'«*élimination sélective*» et l'élagage.

Natural species succession as a driving force in agriculture

34 • In nature, complete recovery of depleted soils by species succession may take up to centuries, but can occur - under favourable conditions- in a much shorter period of time. The critical factors in determining the time in which natural soil recovery in a given life zone advances are:

- the composition of the plant community
- the order in which species appear
- the timing of the appearance of these species for each cycle
- the nature of their interactions with microorganisms and wild animals
- climatic factors

La succession naturelle des espèces une force d'entraînement en agriculture

34 • Dans la nature la réhabilitation complète des sols dégradés par la succession des espèces peut prendre des siècles; mais elle peut aussi, sous l'action de conditions propices, s'étaler sur de plus courtes périodes. Les facteurs critiques qui détermineront le temps nécessaire à la réhabilitation dans une zone particulière sont:

- la composition de l'association végétale,
- l'ordre dans lequel les espèces s'installent,
- la période d'implantation de ces espèces pour chaque cycle
- la nature des interactions avec les microorganismes et la macrofaune originale,
- les facteurs climatiques.

³ C'est une affirmation générale mais qui manque de discernement puisque sous les tropiques ces essences sont très riches en lignine guaiacyl avec un contenu en lignine syringyl inférieur aux essences climatiques de pays tempérés. Ceci ne devrait pas manquer d'avoir une influence profonde sur le type de sol généré et sa fertilité potentielle.

⁴ Ceci est une hypothèse qui est très difficile à soutenir, puisque comme plus haut, aucune référence n'est faite aux contenus en lignine qui influence la suite de la venue des composés polyphénoliques. Nous penchons plutôt pour l'hypothèse d'un contenu en lignine inférieur comme les essences pionnières des pays tempérés. Néanmoins tout le débat du rôle des polyphénols n'est pas abordé ici ce qui limite la portée de la compréhension de toutes ces interactions.

35 • I therefore devise ways of optimizing the critical factors of accelerating the process, as follows:

- firstly, I identify the optimal species, consortiums of species and successions of consortiums that occur in similar soils and climates. Then I plant these species or substitutes thereof in their natural consortium.

- secondly, in order to optimize life-process, I try to come to the widest possible biodiversity by filling in all the niches generated by the same system

- thirdly, I identify the optimal timing of the initiation of each cycle, i.e. the planting of new consortium, so that each species will find conditions to establish and grow, and finally to come to drive the growth of the community

- fourthly, I accelerate the growth rate and progression of species succession by pruning and removing plants once they begin to mature and therefore have accomplished their function in soil-improving.

35 • *Voici les différentes phases du cheminement en vue d'optimiser les effets des facteurs critiques sur l'accélération des processus:*

1) *Il faut identifier les espèces optimales, les associations lors de la succession des espèces et les associations qui se trouvent sur des sols et des climats analogues pour par la suite, planter ces mêmes espèces, ou des substituts, en leurs associations naturelles normales.*

2) *Pour optimiser les processus vitaux, il faut viser la plus grande biodiversité possible en utilisant toutes les niches suscitées par le présent système.*

3) *Il faut identifier la période optimum pour l'initiation de chaque cycle, c'est-à-dire de la plantation d'une nouvelle association végétale pour que chaque espèce s'établisse et croisse pour ainsi favoriser le développement de la communauté végétale.*

4) *Il faut accélérer la croissance et le taux de progression de la succession des espèces par l'élagage et l'éradication des plantes montrant des signes de maturité, et qui dès lors, ont joué leur rôle dans l'amélioration du sol.*

36 • Each step is an attempt at entering and being carried along by the stream of life called "natural succession of species".

36 • *Chaque étape vise à s'inscrire et faire partie du courant de la vie appelé "succession naturelle des espèces".*

37 • If we want to imitate natural processes of species succession, or to successfully intervene in natural forests, we need to have an intimate knowledge of the biotopes in which we wish to interfere. We need to identify the niches of those plants we intend to cultivate, as well as of those we wish to substitute for, and we must strive to understand the interactions of these crop and native species with all other elements of the community to be interveined.

37 • Pour imiter le processus de succession des espèces ou intervenir avec succès en forêts naturelles, il faut une connaissance des biotopes visés. Il faut identifier les niches propres aux plantes à cultiver ainsi que celles qui seront introduites. Il faut également comprendre les interactions entre les plantes introduites, les espèces naturelles et tous les autres éléments du milieu où l'on intervient.

38 • It would be difficult to design and plant the very optimal consortiums of plants in which all parameters are taken into account. Help comes from local species often called «weeds», that establish spontaneously in the plots. These fill many of the niches which have - either temporarily or permanently - remained unoccupied by cultivated plants. By pruning or removing only those plants which are maturing or which meanwhile had been substituted by ecophysiologicaly similar species of our choice, we can intervene in the succession spatially and temporally.

38 • Il serait très difficile d'établir un dispositif où serait implantée une association végétale optimale et où tous les paramètres seraient pris en compte. Les espèces indigènes et spontanées qualifiées de "mauvaises herbes" servent d'indicateurs. Ces espèces comblent les niches qui sont inoccupées, temporairement ou en permanence, par les plantes cultivées. En élaguant et en éradicant seulement les plantes mures ou celles ayant les mêmes exigences écophysiologicaly que les espèces choisies, on peut intervenir dans la succession de manière spatio-temporelle.

39 • Natural local species and invading plants complement the cultivated species and help to overcome many weak points in our agricultural systems.

39 • Les espèces autochtones comme celles qui sont envahissantes viennent ainsi appuyer les espèces cultivées en comblant les faiblesses des systèmes agricoles.

CONCLUSION

40 • My experiences in soil recovery and the development of **agroforestry** systems have reconfirmed that the critical point for a success in the establishment of sustainable agricultural systems is the comprehension and modelling of natural processes in species succession. This is also fundamental for the recreation of natural forest areas

CONCLUSION

*40 • C'est ainsi que l'on constate une fois de plus que la réhabilitation des sols dans les systèmes **agroforestiers** est tributaire de la succession des espèces et*

le point critique dans l'établissement de pratiques durables en agriculture. Cette compréhension est nécessaire à l'établissement de modèles mathématiques. Ceci vaut également pour la création et l'aménagement de nouvelles forêts naturelles.

41 • In order to apply the described method in other life zones, an intimate knowledge of local flora and fauna is required. Many older members of rural communities and small traditional farmers are familiar with native species of their regions and of the nature of interactions between different plants, and they still have remnants of the knowledge people had of the uses of plant for food, medicine, construction and various other purposes.

41 • Pour appliquer cette méthode sous d'autres conditions biogéographiques, il faut une connaissance profonde de la flore et de la faune locale. Les paysans âgés, tout comme les petits producteurs agricoles traditionnels, sont familiers avec les plantes autochtones de la région qu'ils habitent. Il en va de même des interactions entre les différentes espèces. Ces paysans ont conservé les connaissances ancestrales liées à l'utilisation des plantes alimentaires, médicinales, ainsi qu'à la construction et aux multiples autres usages.

42 • Proximity to fragments primary forest was highly beneficial for this work but is not an indispensable requirement for the success of the method, as many native species can be substituted by ecophysiologicaly similar cultivated ones.

42 • Des lambeaux de la forêt primaire à proximité des parcelles ont été bénéfiques, mais sans utilité absolue pour la méthode. Un grand nombre d'espèces indigènes peuvent être remplacées par des plantes cultivées ayant des exigences écophysologiques analogues.

43 • In order to guarantee that the extraordinary potential of native species will be available at present and in the future time. Alternative technologies must be developed and adapted while islands of preserved forests still remain.

43 • Pour assurer l'extraordinaire potentiel des espèces indigènes et de leur disponibilité aujourd'hui tout comme demain, des technologies alternatives doivent être mise au point et adaptées aux conditions actuelles pendant que subsistent encore des parcelles de forêts protégées.

PART II

ANALYSIS OF SYSTEMS

44 • Species succession in general, and species succession in natural soil recovery are phenomena known in ecology and in forestry. Many elements of the dynamic ongoing processes were - and still are being employed in agriculture. To the present, however, there has been - to

my knowledge - no comprehensive and at the same time an agriculturally direct usable and beneficial interpretation of this phenomena. Additionally, in the past few decades, those traditional methods , which were based on the principle of life, have been more and more displaced by methods dependant on the use of external sources of energy. This has brought entire ecosystems to collapse and contributes significantly to the actual endangering of the whole biosphere.

DEUXIÈME PARTIE

ANALYSE DES SYSTÈMES

44 • En général la succession des espèces et son influence sur la réhabilitation naturelle des sols sont des phénomènes connus en écologie et en foresterie. Plusieurs facettes de la dynamique de ce processus ont été mises à l'épreuve en agriculture dans le passé et le sont toujours maintenant. À notre connaissance, il n'y a pas d'interprétation correcte et utile de cette dynamique en agriculture actuellement ni de l'ensemble du phénomène. De plus, durant les dernières décennies, les méthodes agricoles, misant sur les principes de la vie, ont été remplacées par d'autres sources énergétiques externes qui ont eu pour effet de rendre l'agriculture dépendante de technologies externes. Ceci a eu pour résultat l'effondrement d'écosystèmes entiers et comme conséquence la fragilité actuelle de toute la biosphère.

45 • Therefore, only a profound and ample approach towards a harmonization of our agricultural practices with the ongoing processes of life and of natural species succession can lead to a real solution and help to overcome this dilemma.

45 • C'est par une approche plus harmonieuse et plus large des pratiques agricoles à l'intérieur du processus de la vie et par la succession naturelle des espèces qu'apparaîtront de véritables solutions à ce dilemme.

46 • By presenting and analysing two forestry systems, and outlining a third one, in which the dynamic of species succession are directly (on the progressive side of the process) being employed an a genius and successful was, I will show that working in harmony with nature can be a fruitful undertaking. And by contrasting the first and the second systems to what actually is being considered as normal (slash and burn in the production of corn and beans in the humid tropics and as the best of the solutions in the cultivation of coffee), I will focus on the functioning of each of these systems in order to demonstrate the principles on which they are based.

46 • Deux systèmes forestiers feront l'objet d'une analyse avec des références à un troisième, impliquant la dynamique de la succession des espèces, et

dont les résultats sont incontestables car ils ont prouvé que travailler en harmonie avec la nature sera avantageux. À l'inverse, les deux premiers systèmes sont considérés comme normaux dans l'état actuel des choses. Cette «normale» est le «brûlis» dans la production de maïs/haricots sous les tropiques humides comme la meilleure solution dans la culture du café. L'accent sera mis sur chacun des systèmes pour démontrer les principes qui les gouvernent.

The frijolar

47 • A compact example, and at the same time an ingenious employment and coordination of different factors of the dynamic of species succession, in combination with minute strategic interventions in the process, is the *frijolar*, developed and used by some Indios, descendants of the Mayas, in Central America. It is a plot, a system, where beans - sometimes together with corn - are cultivated. The tradition seems to be quite old, for the fact that the outstanding element of the vegetation of such a *frijolar*, a huge canopy tree of the primary forest, *Ceiba pentandra*, (*Malvaceae*), is considered as sacred by all Indios in that region, whether they know or not potential of this giant of their forest for its beneficial employment in **agroforestry**.

Le frijolar (la culture des haricots noirs)

*47 • Un exemple non équivoque et ingénieux de l'utilisation et de la coordination des différents facteurs de la dynamique de la succession des espèces, et soutenue par de petites interventions stratégiques, est le frijolar. Cette technique a été mise au point par les Indios, descendants des Mayas d'Amérique centrale. Ce sont des parcelles où l'on cultive des haricots, quelquefois associés au maïs. Il semble que ce soit une très vieille tradition parce que la base de ce système est l'utilisation de la canopée de la forêt primaire constituée de fromager ou kapokier, *Ceiba pentandra* de la famille des Malvacées. Cette essence est sacrée pour tous les Indios de la région, qu'ils connaissent ou non le potentiel de cette essence de forte taille si bénéfique en **agroforesterie**.*

48 • This tree grows to a height up to 70 m. and more and has a crown of the same diameter elevated upon the rest of the canopy of the rain forest. On site with a ceiba-tree, where the tradition of planting beans is still alive, there is a dense stand of fast growing leguminous species, about 40% of which *Inga* sp. which normally occurs where windfall or flooding is frequent, all of them showing signs of regular heavy pruning. In less dense spots young trees of the same species composition are coming up. The ground layer of such an agroforest is formed by herbaceous species, mainly Piperaceae.

48 • Le fromager peut atteindre une hauteur de 70 m ou plus avec une cime d'un diamètre équivalent dominant la canopée environnante. Sur les sites dominés

*par le fromager ou kapokier la tradition de semer des haricots persiste encore, et il se forme un peuplement dense d'arbres de la famille des Légumineuses, dont 40% appartiennent au genre Inga qui normalement se retrouve dans les zones de chablis ou d'inondation, où il y a des signes importants d'élagage naturel. Dans les endroits où la végétation est moins dense la régénération se fait par les mêmes espèces. La strate herbacée de cette **agroforêt** est constituée principalement d'espèces de la famille des Pipéracées.*

49 • In the second half of the rainy season, at the time when the ceiba-tree loses its leaves, beans and corn are broadcast in this area. After that, the herbaceous vegetation of the plot is mowed and all branchlets of the adult fast growing trees of the area are cut off. The huge amount of organic material achieved by this activity is evenly distributed and cut into small pieces. Beans and corn soon grow vigorously and reach to cover the thick layer of mulch within a few weeks. (The Indios, who invited me to participate in planting-harvesting activities, told me that they had always used the same variety of bean and corn on that particular place). Employing this system, weeds are unknown, The trees that have been pruned, within five to six weeks react with a profuse flush of new branchlets and leaves. Two months later, at the beginning of the dry season, the ceiba-tree renews its leaves, Three or four weeks later, beans are physiologically mature and being gathered and laid out in order to finish the process of maturing and drying. Two or three weeks after that, corn begins ripening too. Cobs are bent down and at the same time the male inflorescence of the corn plants are being cut off. In both years we harvested slightly more than 2100 kg of beans and 1520 kg and 1340 kg respectively of corn calculated per ha.

49 • *Dans la deuxième moitié de la saison des pluies, lorsque les fromagers perdent leurs feuilles, les haricots et le maïs sont ensemencés à la volée et ensuite la végétation herbacée est fauchée. Les ramilles des arbres à croissance rapide sont taillées et rabattues. Une importante quantité de matière végétale est ainsi obtenue, réduite en petits fragments qui sont épandus sur le sol. Rapidement le maïs et les haricots croissent et recouvrent le sol d'un épais pailis (mulch) en quelques semaines. Les Indios ont toujours utilisé les mêmes variétés de haricots et de maïs au même endroit. Grâce à cette pratique, les mauvaises herbes sont inconnues. Les arbres qui ont été élagués et taillés donnent dans moins de six semaines une nouvelle frondaison à profusion. Deux mois plus tard au début de la saison sèche, les kapokiers renouvellent leurs feuilles et les haricots étant physiologiquement mûrs sont récoltés trois ou quatre semaines plus tard puis étendus en couche mince pour parfaire la maturation et procéder au séchage. Deux à trois semaines plus tard, c'est au tour du maïs de venir à maturité. Ainsi, les épis sont retournés vers le bas pour sécher sur pied en même temps que les inflorescences mâles (croix) sont enlevées. Durant les deux années d'observation, un peu plus de 2100kg/ha de haricots ont été récoltés puis respectivement 1520 et 1340 kg/ha pour le maïs.*

50 • In comparison to 800 kg/ha of beans and 1000 kg/ha of corn are considered as excellent, after slash and burn in the same region and on similar sites. By the employment of this method, weeding by cleaning, one to twice, is an intervention necessary in order to ensure a reasonable development of the crops. Additionally, this method allows for one crop every 10 to 12 years on the same place.

50 • La méthode du brûlis ne donne que 800 kg/ha de haricots et 1000 kg/ha de maïs et ceci une fois toutes les 10 à 12 années. De plus la méthode du brûlis nécessite 1 ou 2 «sarclages» ou «écobuage», faute de quoi la culture ne se développe pas.

51 • Only small fraction of the immense organon of dynamics in species succession - though is a highly efficient way - is being employed by the use of the method of the Indios. This is:

- The efficiency for soil improvement of fast growing, mainly leguminous trees with a high capacity of regrowth, which naturally dominate on sites where windfalls and / or floodings are frequent.
- The appearance of prosperous development of fast growing and tender herbs and vines with broad leaves and short life-cycles in new clearings of lush forests.

51 • *Même si une faible partie des possibilités offertes par la succession des espèces est utilisée dans cette technique des Indios, elle représente une voie très efficace:*

- *Son effet sur la réhabilitation des sols par l'utilisation des arbres de la famille des Légumineuses à croissance rapide, avec une grande capacité de repousse qui dominant naturellement sur les sites soumis aux chablis et aux inondations.*
- *L'apparence de «prospérité» vient de la croissance des plantes herbacées, de lianes à grandes feuilles et à cycle de vie court dans une site nouvellement «déboisé»*

52 • At the time when the ceiba-tree loses its leaves, the needed clearing for the introduction of beans and corn partly given. The rest then, is by a proper timing of the intervention, being achieved by mowing the herbaceous vegetation and by pruning the adult fast growing trees of the site, Additionally, the strategic intervention of pruning induces a rejuvenation of the affected vegetation which - by finding the necessary conditions for their growth - will resume its task in soils improving and as byresults, they will create the preconditions for a successful repetition of the described cropping activity in the following year. The rejuvenation of the employed vegetation with the resulting increase of life is therefore of major importance and at the time the decisive conditions for the functioning of this system. The deep-rooted ceiba-tree contributes to -and ensures the stability of the systems by furnishing - changing its of leaves - the rest of the vegetation with the needed minerals from the subsoil. Characteristic for this method is the systematic employment and dynamisation of ongoing processes in a living system, achieved:

- by strategic interventions (mowing and pruning) that, for their side, lead to a stimulation for new growth of the affected vegetation and - due to the nature of the same one - to a reactivation of their potential for soil improving.
- by the introduction of a type of vegetation in the form of cultivated plants (crops) that naturally would occur under similar conditions and on similar sites.
- by a proper timing of two former activities (in this case by entering at the time when ceiba-trees loses its leaves).

52 • *La chute des feuilles des fromagers permet l'entrée de la lumière sous la canopée et la germination des haricots et du maïs. La lumière supplémentaire sera obtenue par le fauchage des herbacées et l'élagage des légumineuses ligneuses adultes à croissance rapide. Du même souffle, ces interventions stratégiques induiront un rajeunissement de la végétation affectée. C'est ainsi que les conditions requises pour la réhabilitation des sols seront réunies, et que le terrain sera prêt pour l'établissement des conditions favorables pour l'année suivante. L'utilisation des débris de la végétation précédente, responsable de la revitalisation, est d'une importance capitale pour le fonctionnement de ce système. L'enracinement profond du fromager est important pour la stabilité du système en fournissant à toute la végétation les minéraux provenant des horizons du sous-sol. La principale caractéristique de cette méthode est de permettre l'utilisation des processus dynamiques de tout le système:*

- *par des interventions stratégiques (fauchage et élagage) qui stimulent la repousse de la végétation tout comme leur potentiel pour la réhabilitation des sols.*
- *en favorisant l'introduction de cultures compatibles avec l'évolution naturelle de la végétation et sur des sites semblables.*
- *en procédant de manière synchronisée comme avec le fromager en débutant lors de la chute des feuilles.*

53 • The growth of corn and beans , in the employment of the slash-and-burn method is, by contrast, based on the forced liberation of nutrients built up and stored by the vegetation that, in the course of time, naturally had come up - driven by the dynamics of species succession in soil recovery. Characteristic for this method is the regressive dynamic being instituted in the process of species succession and soil fertility, beginning by cut and burn in an indiscriminate way the whole vegetation. Weeding by cleaning just reinforces the tendency once again on two fronts: Firstly directly by accelerating the mineralisation of the organic matter stored in the soil (necessary in the employment of this method in order to increase and ensure the growth of the crop), secondly, in an indirect way, by the temporal elimination of pioneers, the so called «weeds», which naturally had come up in order to carry out their task in soil recovery.

53 • *La culture des haricots et du maïs selon la méthode du brûlis est simplement basée sur la libération forcée des nutriments. Ceux-ci se sont accumulés au cours des ans dans la végétation, grâce à la dynamique de la*

succession des espèces pour la réhabilitation du sol. C'est la régression de la dynamique de la succession des espèces qui caractérise cette méthode responsable de la fertilité du sol. Cependant, le manque de discrimination entre les espèces fait que toute la végétation est coupée et brûlée. Ce mode d'éradication renforce cette tendance comme suit: en accélérant directement la minéralisation de la matière organique du sol et, d'une façon indirecte, en éliminant temporairement les espèces appelées «mauvaises herbes» qui naturellement vont repousser pour remplir leur rôle qui est celui de la réhabilitation du sol.

54 • Indiscriminate cutting of the vegetation, burning and weeding by cleaning, therefore cause a setback in the processus of life, species succession and natural soil recovery.

54 • Le brûlage et l'éradication des plantes sans distinction marque un net recul dans le processus de la vie, la succession des espèces et, de ce fait, la réhabilitation des sols.

55 • Another example of a direct and methodical employment of the progressive ongoing processs in species succession in a crop-system, I will point out at and analyse, is the traditionnal coffee-cultivation in some parts of Central America and Colombia.

55 • Il faut citer un autre exemple de l'utilité de recourir à la méthode de succession des espèces dans un système agricole. Il faut souligner et analyser la méthode traditionnelle de la culture du café en Amérique centrale et en Colombie.

56 • In the canopy of this type of agroforests, there are in a distance of 20 to 30 m. deep rooted trees common in local rain forests. which normally loose their leaves in a period conincidentally with the end of the coffee-harvest and which remain thereafter without leaves for two or three months. Underneath them, there is a dense stand of mainly *Inga sp.* and *Erythrina sp.* Every year, at the end of the coffee harvest, these fast growing trees are pruned by cutting all the branchlets. At the same time banana-plants cultivated in between are cut back, letting only the young shoots. Also, the coffee-trees are also pruned and the same being done with fruit trees (mainly citrus), and palm trees, Pejibaye (*Bactris speciosa [Mart.] Karst, Palmaceae*), which are integral part of the system. The organic material achieved by this intervention is evenley spread and cut to small pieces. Six weeks later, the whole system burst into a new lush, culminating in a prolific flowering of the coffee and fruit trees. Regular and high yields of coffee and fruits over decades are attained by the employment of this multiple-crop system without the use of fertilizers brought from outside. Erosion does not occur, not even on steep hill slopes, due to the thick layer of organic material achieved by annual pruning. Furthermore diseases and weeds are not of significance, which makes unnecessary their control.

56 • La canopée de ce type *d'agroforêt* est dominée par des arbres distants de 20 à 30 m. à racines profondes, comme c'est la règle dans les forêts pluvieuses. Cette canopée perd ses feuilles au moment où la récolte du café se termine.

Pendant une période de 2 à 3 mois, il n'y a pas de feuilles. Sous cette canopée, se trouve un peuplement dense d'Inga sp. et d'Erythrina sp. C'est alors que chaque année, l'on procède à l'élagage des rameaux de ces arbres. On procède également de cette façon pour les bananiers et les arbres dont les tiges sont rabattues, ne laissant qu'une seule pousse de remplacement de même que pour arbres fruitiers qui s'y trouvent. On procède ainsi pour les caféiers et avec les arbres fruitiers comme Pejibaye (Bactris speciosa [Mart.] Karst, Palmacées) qui sont parties intégrantes à ce système. Puis cette matière organique fragmentée est répartie uniformément sur le sol. Six semaines plus tard, tout le système explose en une luxuriance induisant une abondante floraison des caféiers et des arbres fruitiers. Depuis des décennies de très bonnes récoltes sont obtenues par ce système de polycultures sans l'aide de fertilisants chimiques. En plus, aucune érosion n'est observée même sur les pentes des collines à cause de l'épaisse couche organique; le fruit des élagages annuels. Il faut souligner également l'absence presque totale de mauvaises herbes qui de ce fait, ne nécessite aucun contrôle.

57 • Characteristic of this **agroforestry** and poly-cropping system. once again, is the use of deep rooting canopy-trees of local primary-forests, and the employment of fast growing trees in the same way as done by the Indios described in the "bean-and-corn" - in a different crop system, but with the same results. A further strong contributing factor of the success of this system is the refined employment of synergetic potentials, achieved by a genius plant composition: both coffee and citrus grow more vigorously when cultivated in consortium with banana, and banana has less problems with diseases like sigatoka or panama-disease being cultivated in consortium with citrus. Additionally, banana in its natural habitat comes up in new clearings in the rainforest , where organic matter mainly in the form of leaves and woody material is abundant; conditions duplicated by the annual pruning of shade trees and by the simultaneous rejuvenation of banana plants. Coffee and citrus need, in order to flower prolificly, abundant light. In the phase of the growing -and the maturing-process of their fruits, however , shade is beneficial to them , as it contributes to prevent pests and to improve quality and size of their fruits. The vegetative growth of banana is more vigorous without shade; its fruits, however, develop better and do better quality under shade.

57 • Une autre caractéristique de cette **agroforesterie** est la présence d'arbres à enracinement profond typique de la forêt primaire. On y trouve en sous étage une strate arborée à croissance rapide, tout comme chez les Indios, avec le système haricot/maïs. Cette fois, c'est dans un autre système de culture, mais les résultats sont analogues. On ne peut passer sous silence un autre facteur important qui est celui de la synergie des potentiels mise en place par une composition ingénieuse de l'utilisation des différentes espèces en culture. Ainsi, les caféiers et les agrumes ont une meilleure croissance lorsqu'ils sont associés à celle du bananier et ce dernier à moins de maladies comme le «sigatoka» ou la maladie de Panama lorsque cultivé en présence d'agrumes. Il faut noter toutefois que, dans

son habitat naturel, le bananier surgit dans les nouvelles clairières de la forêt où les feuilles et les résidus ligneux sont abondants. Ceci est reproduit largement par l'élagage annuel pratiqué et le rajeunissement des plants de bananiers. Les caféiers et les agrumes nécessitent une lumière abondante pour fleurir. Durant la phase de croissance et du processus de maturation des fruits, l'ombre leur est bénéfique, contribuant ainsi au contrôle des insectes tout en améliorant la qualité et le volume des fruits. La croissance végétative du bananier est plus vigoureuse en pleine lumière; mais les fruits se développent mieux et donnent une meilleure qualité sous ombrage.

58 • The tradition for the employment of this technique has nearly disappeared. although the advantage of "coffee-under-shade" have been rediscovered by modern science in the last few decades. But the highly important details, such as the introduction of different crop species which by means of synergetic interactions between the, and the fortification and intensification of this potential by punctual strategic (static) amount of shade with the "best" species of trees in a - in fact - monoculture of coffee.

58 • *Cette technique a pratiquement disparue même après que la science ait redécouvert les vertus de la culture du café sous ombrage. Toutefois, ces détails d'une grande importance n'ont pas été retenus comme la synergie de l'introduction des espèces cultivées. Il en va de même pour l'utilisation statique de la lumière en dosant l'intensité de l'ombrage par les meilleures essences dominantes dans la monoculture du café.*

59 • Employing this modern "coffee-under-shade" method, the use of imported fertilizers and the control of weeds, pest and diseases are essential for obtaining reasonable yields. Though it is at the, advantage over the pure monoculture - (without shade system) , as it diminishes in a substantial way soil erosion and costs for pesticides and fertilizers, it either does not meet the needs for the 21st- century agriculture, for similarly, as it is the case in the monocrop system, the use of fertilizers and the employment of pesticides are indispensable requisits for a reasonable production, as it is based on the same - static - principles of functioning. This means: growth and productivity of the employed crop is not carried along and driven by organically ongoing and progressive processes in natural species succession, but forced by the introduction of fertilizers. Additionally, the crop (plant), treated in this way, is appearing in a position on the given place, where it would not have appeared by virtue of its own ecophysiological quality, and where it is unable to contribute to an increase of life and to a progress to the natural processes in species succession. It has therefore to be eliminated. This important task is done by "pests" and "diseases", which - by eating and weakning these plants - contribute- in an indirect way to an increase of life and life conditions in these systems.

59 • *Toutefois l'approche moderne de la culture du café sous ombrage nécessite l'utilisation de fertilisants chimiques de même qu'un contrôle serré des mauvaises herbes, insectes et maladies pour obtenir un rendement raisonnable.*

C'est quand même préférable à la monoculture industrielle sans ombrage, car l'érosion et les coûts associés à la culture diminuent. Par contre, ceci ne convient pas à une agriculture moderne du 21^{ème} siècle. Il en va de même dans les monocultures industrielles de café, les fertilisants et les biocides sont indispensables pour obtenir des rendements raisonnables, basés sur les principes de la statique. Ceci implique donc que la croissance et la productivité des cultures sont exclues du processus organique naturel lié à la succession des espèces; il faut forcer leur croissance par des apports de fertilisants. En plus, il faut bien remarquer que la culture introduite n'apparaît pas au bon endroit dans la succession des espèces selon les caractéristiques ecophysiologiques dans une séquence où elle ne devrait pas se situer. Ce sont d'autres espèces considérées comme «mauvaises herbes» qui prennent la place puisque les plantes cultivées sont incapables de contribuer au processus dynamique de la vie induit par la succession des espèces. La tendance sera d'éliminer les «intruses», les insectes et maladies qui, en détruisant ou affaiblissant les plantes, contribuent de manière indirecte à accroître la vie et ses conditions dans ces systèmes.

60 • The continued use of fertilizers and pesticides on one side and weeding by cleaning on the other side are, (demonstrated once again). no sustainable ways to resolve present and future problems in food production. On the contrary, the effect of these interventions are more akin to sabotage against this effort.

60 • *L'usage constant des fertilisants et biocides d'une part et le désherbage de l'autre ne peut, dans une agriculture durable, apporter des solutions durables et permanentes pour la sécurité alimentaire. Ces interventions tiennent plus du sabotage que de la participation de la vie et à la réhabilitation des sols.*

61 • By contrast, in the traditional polycrop system described above growth, vigour, health and high productivity of the crops are achieved by a direct, synchronized and dynamized employment of different contributing factors to ongoing organic processes of species succession, such as:

- the use of deep rooted trees of the canopy of local rain forest, which, in their yearly biological rhythm are synchronized with that of the crop-system of multiple beneficial values (1) shade for the main crops at the time needed, (2) wind-protection, (3), rich habitat for additional flora and fauna [more life!], (4) capturing and assimilation of minerals from the subsoil, also on benefit of the - in their majority - mainly flat rooted species of the system -----> increase of life and dynamization of the system.
- the introduction in the upper middle-storey and use for shade and soil-improving of fast growing leguminous trees known for their high capacity for regrowth after heavy pruning -----> dynamization of the system
- the timing of the intervention of pruning : realisation of the strategic intervention at the time when coffee and citrus , (the main crops) , which in most part of the year prosper better with

- shade, depend on a short period with a lot of light in order to develop abundant flowers with the by result of a burst-out in a new lush of the whole system -----> synchronisation with the biological rythem of the main crops, resulting in a dynamisation of the whole system.
- a rigorous cut back of the banana plants at the same time when the shade trees are pruned, (light and organic material abundant) , leads to conditions in which they naturally would occur and vigorously grow up in their original habitat. One of the byresults of this strategic intervention is, therefore, a yearly stimulated reintroduction of the bananas, prolonging thereby their life-span, and improving their vigour and health -----> dynamisation of an important element of the system.
 - the use of a set of crop species with synergetic potentials between the different species which lead to an improvement of the conditions for each one of them and to a mutual stimulation for growth, health and vigour, and - indirectly, but in a considerable way - to an increase i terms of productivity of ech species ----> dynamisation of the crop system

61 • *Dans les systèmes traditionnels de polycultures, la vigueur, la santé et la forte productivité sont parties intégrantes de la réalité. C'est par la synchronisation et le dynamisme que les différents facteurs biologiques contribuent au processus naturel de la succession des espèces comme:*

- *La présence et la mise en valeur d'essences à enracinement profond de la canopée de la forêt pluvieuse selon le cycle biologique en harmonie avec le système agricole, apporte des avantages multiples:*
 - (1) *Une régulation de la lumière bénéfique au type de culture*
 - (2) *Une protection éolienne*
 - (3) *Un habitat dont la richesse biologique est plus élevée au point de vue de la flore et de la faune*
 - (4) *La captation et l'assimilation des minéraux des couches profondes du sol, largement bénéfiques aux espèces à enracinement superficiel. Ceci apporte un dynamisme biologique certain à l'écosystème tout entier.*
- *L'introduction dans la strate moyenne supérieure d'essences de la famille des Légumineuses est également utilisée pour leur ombrage et leurs aptitudes à réhabiliter les sols. Ces essences sont également reconnues pour leur aptitude à se rétablir après une taille sévère. Elles apportent également un dynamisme certain au système en place.*
- *La synchronisation de l'élagage avec les besoins manifestés par les caféiers et les agrumes qui, la plupart du temps, préfèrent l'ombre à la lumière vive pour une courte période. Ceci a comme effet de stimuler la floraison qui, à son tour, permet l'apparition d'une luxuriante végétation de tout le système. Cette synchronisation avec les besoins de la récolte fait partie de la dynamique induite dans le système.*
- *Le rabattage des bananiers, en même temps que l'élagage des arbres de la strate moyenne dominante, apporte des conditions similaires à celles de leur habitat*

d'origine. L'un des résultats concrets de cette stratégie est la «réintroduction» annuelle des bananiers qui en prolonge la vie, la vigueur et la santé, un autre élément dynamique apporté au système.

- *L'utilisation d'un groupe d'espèces à potentiel synergétique entre elles apportera des conditions propres à chacune par une stimulation réciproque. Indirectement, ceci représente un apport considérable en terme de productivité pour chaque espèce, une autre contribution au dynamisme de ce système **agroforestier**.*

62 • Two examples, picked up in the - inrelation to the species man - most vulnerable ecosystem (vulnerable in relation to the nature, the original background of man himself, whose lieu of origin are steppes). Man has managed to amplify his herited habitat, he has managed to colonize vast parts of our planet; but he has difficulties to develop synergetic forms of living together with the rest of life of his amplified habitat.

62 • *Voyons deux exemples d'interrelation entre l'homme et un écosystème particulièrement vulnérable: la steppe. L'homme a toujours cherché à modifier et agrandir son habitat par la colonisation de vastes territoires nouveaux. Il nous faut cependant reconnaître son inaptitude à inventer de nouvelles formes de synergie avec la vie de ces vastes habitats.*

63 • In order to show that the principles outlined above and developed by some Indios or small coffee-farmers, respectively, in the humid tropics of the Americas are - in terms or their employment - no limited to that type of ecosystems, I briefly will point out at some strategies developed and employed by many groups of middle-european small farmers in the time between 16th and 19th century:

(1) **Agroforestry**, (2) poly-crop systems, (3) adoption of successional elements in order to harmonize and optimize life processes within their agricultural systems, (4) a wide and ample incorporation in their systems of deep rooted trees species part of the canopee of local primary forests, (5) intensive and multiple employment of fast growing trees and bushes of secondary- and transitional-to-primary forests species of their region as single elements as well as planted at small distance in the form of hedges, (6) strategic interventions decribed above, such as rejuvenating by pruning, (7) selective weeding, and, additionally, and combined with all elements above refered to, (8) refined forms of crop rotation, and, (9) plant communities in some «disprivileged» parts of Central Europe between the 16th and the 19th century.

63 • *Dans le but d'illustrer les principes mis de l'avant par les Indios et de souligner qu'ils ne sont pas applicables uniquement dans la forêt humide tropicale voyons les stratégies utilisées par plusieurs communautés paysannes d'Europe Centrale entre le 16^{ième} et le 19^{ième} siècle:*

(1) l'agroforesterie

(2) Un système de polycultures

(3) L'utilisation des principes de succession pour optimiser les processus vitaux

(4) *Une grande utilisation des arbres de la forêt climacique locale à enracinement profond.*

(5) *L'utilisation intensive de plusieurs essences d'arbres et d'arbustes à croissance rapide tout comme la plantation de haies vives.*

(6) *D'autres interventions comme la taille et l'élagage pour le rajeunissement des systèmes.*

(7) *Le désherbage et l'éradication des plantes indésirables*

(8) *Des systèmes de rotation bien adaptés aux cultures.*

(9) *l'établissement de communautés végétales où les espèces ont des interactions positives entre elles.*

Cela a permis à de nombreuses petites communautés rurales de survivre dans des conditions peu favorables autrement, dans toute l'Europe Centrale entre le 16^{ième} et le 19^{ième} siècle.

64 • I have the privilege to have grown up in a community where remnants of an old tradition for the employment of all these elements and strategies mentioned above still were alive. It was this form of agriculture which created the conditions necessary for a dignous and pacific survival of generations of families on a small spot of earth of 2 ha to 3 ha. and it was the tradition, which ensured a continuancy over more than 300 years

64 • *J'ai eu le privilège d'avoir grandi dans une communauté rurale où des bribes de cette tradition existaient encore. Cette forme d'agriculture a permis la survie digne et pacifique de générations de familles établies sur des lopins de terre variant de 2 à 3 ha et ce pendant plus de 3 siècles.*

65 • "Biodiversity", "harmonisation of agricultural interventions with life-processes in local systems", "successional crop systems", "low energy input technologies", etc. had other names or were unnamed, but constituted important elements to the strategies for agricultural interventions.

65 • *La biodiversité et l'harmonisation des pratiques agricoles aux processus vitaux de systèmes locaux comprenant la succession de systèmes de culture et une utilisation énergétique peu importante, étaient connues sous d'autres vocables souvent dépourvus de noms, constituaient un ensemble de stratégies de base pour toute la pratique agricole.*

66 • A thorough analysis of this middle-european "**small-farmers-agroforestry-systems**" outlined above does not fit in this small paper, due to its complexity . It will be of my future subjects to describe, to analyse and to compare it with former rural - and present "modern" agricultural systems on the same continent and in similar climatic and ecological conditions.

66 • *Une analyse minutieuse des systèmes agroforestiers utilisés en Europe Centrale par les paysans fera l'objet d'un prochain travail. Il servira de base de comparaison avec les pratiques actuelles de l'agriculture moderne sur le continent européen et dans des conditions écologiques et climatiques analogues.*

67 • The observations made in PART II, (Analysis of Systems). as well as the results of my experiences in the recovery of depleted soils suggest that our present concept of plant growth - of life in general - need a reformulation and radical change. The result of this process will be a new paradigm. A proposal to meet this urgent demand I will present in PART III (to be published in a separate paper).

67 • *Les observations de la seconde partie (l'analyse des systèmes), tout comme l'expérience acquise avec la réhabilitation des sols dégradés, montrent que notre conception du monde végétal et de la vie en général doit être repensé. Le résultat de cette nouvelle formulation des concepts de la vie établira les bases d'un nouveau paradigme. Une telle proposition apparaîtra dans la troisième partie qui sera publiée dans un document séparé.*

oo

Publication n° 116a
mars 2000
deuxième édition
novembre 2003
Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux
UNIVERSITÉ LAVAL
Département des Sciences du Bois et de la Forêt
Québec G1K 7P4
QUÉBEC
CANADA
courriel : gilles.lemieux@sbf.ulaval.ca
FAX 418-656-5262
tel. 418-656-2131 local 2837