

DE LA CULTURE ITINERANTE SUR BRULIS AUX JACHERES ENRICHIES PRODUCTRICES DE CHARBON DE BOIS, EN R. D. DU CONGO

Régis PELTIER*, Franck BISIAUX**, Emilien DUBIEZ**, Jean-Noël MARIEN*,
Jean-Claude MULIELE**, Pierre PROCES** et Cédric VERMEULEN***.

* Cirad, Département Environnements et Sociétés, TAC-105/D, Campus international de
Baillarguet, 34398 Montpellier Cedex 5, France (regis.peltier@cirad.fr)

** Projet agroforestier Mampu, Fondation Hanns-Seidel, Munich, Allemagne ; 57, avenue
des Sénégalais, Gombé, Kinshasa, R. D. du Congo (mampu.fhs@gmail.com)

*** ULG/Gembloux agro-bio-tech, Unité GRFMN, Laboratoire de Foresterie tropicale et
subtropicale, Passage des Déportés, 2 B-5030 Gembloux, Belgique
(cvermeulen@ulg.ac.be)

Résumé — Kinshasa, la capitale de la République démocratique du Congo concentre environ huit millions d'habitants. La ville est principalement entourée de savanes et d'îlots forestiers dégradés. La consommation en bois énergie est estimée entre trois et six millions de tonnes d'équivalent bois-énergie par an (ce qui représenterait 0,6 à

1,2 million de tonnes de charbon de bois par an si tout le bois était carbonisé). Le projet Mampu a été conçu comme la phase pilote d'un projet de reboisement de 100 000 hectares sur les sols sableux du plateau Batéké pour faire face à la pénurie de bois et de charbon. De 1987 à 1993, environ 8000 ha de plantations d'*Acacia auriculiformis* ont été réalisées. À partir de 1994, la plantation de Mampu a été divisée en lots de 25 ha attribués à 320 familles d'agriculteurs. La culture se fait suivant un modèle agroforestier de jachère améliorée, inspiré du modèle traditionnel de culture sur brûlis. La production annuelle totale de ce massif est estimée entre 8 000 et 12 000 T de charbon, à laquelle il faut ajouter 10 000 T de manioc, 1 200 tonnes de maïs et 6 tonnes de miel. Le succès du projet incite à appliquer ce modèle sur les savanes des plateaux Batéké, en prenant en compte les droits fonciers traditionnels et en poursuivant la diversification et la transformation locale des produits. Cela contribuera à couvrir une part plus importante des besoins urbains en énergie renouvelable, tout en créant des emplois ruraux. Cependant, d'autres modèles de systèmes agroforestiers méritent d'être testés ou développés dans les autres conditions écologiques et socio-économiques du pays, comme la gestion du recru naturel d'espèces locales à usages multiples appliquée dans le système traditionnel de jachère enrichie (nkunku) du Bas-Congo.

Mots-clés : *Acacia auriculiformis*, reboisement, charbon de bois, agroforesterie, République démocratique du Congo.

Abstract — From slash-and-burn to slash-and-charcoal in R.D. Congo

Kinshasa, the capital of the Democratic Republic of the Congo, has some 8 million inhabitants and is mainly surrounded by savanna and patches of degraded forest. Estimated fuelwood consumption is in the range of 3 to 6 million tones of fuelwood equivalent per year (representing 0.6 to 1.2 MT of charcoal per year if all the wood were charcoaled). The Mampu project was designed as the pilot phase of a reforestation project covering 100 000 hectares of sandy soil on the Bateke plateau and aiming to remedy wood and charcoal scarcities. Despite the conflicts, about 8000 hectares of *Acacia auriculiformis* were planted, mainly from 1987 to 1993. From about 1994, the Mampu plantation was divided into 25 hectare plots for 320 farming families. Cultivation mainly follows the agroforestry pattern based on improved fallows, which draws on traditional slash-and-burn farming. Total charcoal production from the plantation varies from 8 000 to 12 000 tonnes per year, in addition to 10 000 T/year of cassava, 1 200 T/year of maize and 6 T/year of honey. The success of the project is an incentive to apply the model to the savanna lands on the Bateke plateaus, taking traditional land rights into consideration and continuing activities to diversify and process production locally. This will help to cover a larger share of urban needs for renewable energy while also creating rural employment. However, other agroforestry systems deserve to be tested or developed for different ecological and social or economic conditions across the country, such as management of the natural regrowth of local multiple-use species as applied with the traditional system of fallow enrichment (Nkunku) in the Lower Congo.

Keywords: *Acacia auriculiformis*, reforestation, charcoal, agroforestry, Democratic Republic of the Congo.

COMMUNICATION

Kinshasa, capitale d'un immense pays forestier mais où le bois est rare et cher

Le nord de la République Démocratique du Congo pays est un des plus grands massifs de forêt équatoriale au monde (Photo 1). Le sud et le centre, en grande partie couverts par des savanes arborées, forment un plateau. La forêt du Mayombe, au sud-ouest, et la forêt claire de type Miombo, au sud-est, forment des massifs forestiers parmi les plus soumis à la pression anthropique.



Photo 1 : la RD Congo abrite un immense massif forestier mais sa capitale, Kinshasa, souffre d'une pénurie de bois de feu

La RD Congo est peu densément peuplée, la population se concentre sur les plateaux, dans la savane près des fleuves et des lacs. Le nord et le centre du pays, domaine de la forêt, sont pratiquement vides. Mais l'exode rural, aggravé par l'insécurité et les guerres civiles, a gonflé les villes et en particulier Kinshasa (population estimée à 8 millions d'habitants). Cette ville a des besoins énormes en énergie (Bisiaux et al, 2009). Si on retient l'hypothèse, couramment admise dans les villes d'Afrique de l'Ouest à forte pénurie (comme Bamako, par exemple), que chaque habitant consomme du charbon de bois pour son énergie domestique (cuisson des aliments et marginalement chauffage) 2 kg d'équivalent bois/ jour (Gazull, 2009), Kinshasa consommerait $8\,000\,000 \times 365 \times 0,002 = 5\,840\,000$ T d'équivalent bois/an, ou l'équivalent d'environ 1 200 000 T de charbon/an.

Or, dans un rayon de 150 km autour de Kinshasa, il n'y a que très peu de massifs forestiers susceptibles de fournir ce bois-énergie. La majorité de cette zone est occupée par le Plateau Batéké. Son relief (700 m d'altitude moyenne) est faiblement ondulé à l'exception des vallées (Ladmirant, 1964). La savane arbustive est la formation naturelle dominante caractérisée par *Hymenocardia acida* et parfois parsemée d'arbres notamment *Erythrina abyssinica* et *Cussonia angolensis* (Photo 2) (Robyns, 1948) Les flancs des vallées et de leurs affluents portaient autrefois des forêts denses (Duvigneaud, 1949), aujourd'hui plus ou moins dégradées par l'agriculture itinérante (Photo 3). Le climat est tropical chaud avec une saison

sèche de 4 mois (de juin à septembre). Les températures annuelles moyennes varient autour de 25°C. Les sols sont surtout sablonneux, acides, chimiquement pauvres et possèdent une très faible capacité de rétention hydrique (Koy Kasango, 2005). La kaolinite est le matériau le plus important de la fraction argileuse. Le Ph-H₂O est en général inférieur à 5,5 et varie avec la teneur en matière organique.

Administrativement parlant, la zone du Plateau Batéké est située dans la Province de Kinshasa. Historiquement, cette zone était peu densément peuplée par l'ethnie Téké : environ trois habitants au km². L'autorité traditionnelle est exercée par les chefs coutumiers dont le rôle, en droit moderne, n'est pas clairement précisé en matières judiciaire et foncière. L'ordre public, l'hygiène, la santé, l'éducation, les communications sont du ressort des autorités territoriales.



*Photo 2 :
La savane arbustive est la
formation naturelle dominante
des plateaux Batéké*

Les activités économiques sur le Plateau sont essentiellement orientées vers l'agriculture itinérante. L'infrastructure routière y est peu développée.



*Photo 3 :
Les flancs des vallées du
plateau Batéké portaient
autrefois des forêts denses
aujourd'hui plus ou moins
dégradées par l'agriculture
itinérante*

LE PROJET MAMPU : AU DÉPART, UN REBOISEMENT INDUSTRIEL

En 1984, devant la pénurie de bois-énergie à Kinshasa, le projet Mampu fut conçu comme la phase pilote d'un projet de boisement à grande échelle (100.000 ha) qui devait poursuivre un objectif annuel de production de 126.000 tonnes de charbon/an, à partir de l'an 2000 (Ducenne, 2009). Cet objectif de production devait correspondre à 30-40% de la demande en charbon de bois totale estimée de la capitale (environ 400 000 T/an, à l'époque). La phase pilote (8.000 ha) a été mise en œuvre par la Société Hollandaise Agro-Industries (HVA) sous le contrôle de la Société Zaïre Trading Engineering (ZTE). Le financement de cette phase pilote s'appuya sur les ressources du Fonds Européen de Développement (FED) à hauteur d'environ 8.500.000 d'Ecus.

Ce projet est situé sur le Plateau Batéké (4°20 S, 16°18 E), à une altitude de 670-720 m. Il se trouve à 150 km à l'est de Kinshasa. L'emplacement a été choisi, en raison de la présence, à proximité immédiate du centre de recherche de Kinzono, initié en 1976 qui avait testé plus de 80 espèces locales et exotiques, avait montré l'excellente croissance de l'espèce *Acacia auriculiformis*. D'autre part, les conflits fonciers avec les autorités traditionnelles Téké y semblaient modérés.

Entre 1987 et 1993, la société HVA a boisé 7.262 ha de savane dégradée (**Photo 4**), principalement à l'aide d'*Acacia auriculiformis* (plus de 95% de la surface plantée).



*Photo 4 :
Entre 1987 et 1993, la société
HVA a boisé environ 8 000 ha
de savane dégradée*

Suite aux événements et aux pillages de 1991, la société HVA abandonna les travaux en mars 1992. Soucieux de l'avenir du projet, le Gouvernement congolais confia à la Fondation Hanns Seidel (FHS) la mission de maintenir les infrastructures du projet jusqu'en décembre 1993. De janvier 1994 à mai 1995 la FHS et CADIM (Centre d'Appui au Développement Intégré de Mbankana) se virent confier le mandat d'assurer la protection de la concession. Au terme de cette période, un protocole d'accord a été signé entre le Gouvernement Congolais, la FHS et l'Union Européenne, cette dernière accordant un crédit de maintenance des plantations à la FHS (Ducenne, 2009). Depuis 2003, deux nouveaux projets européens (Contribution à la relance de la production agricole par la promotion de l'agroforesterie et sa diffusion en milieu villageois sur le plateau Batéké) ont appuyé le développement de Mampu.

A partir de 1994, un virage délibéré vers l'agroforesterie paysanne

UN MODÈLE DE JACHÈRE AMÉLIORÉE, INSPIRÉ DU SYSTÈME TRADITIONNEL DE CULTURE SUR BRÛLIS

A partir des années 1994, la plantation de Mampu fut divisée en lots de 25 ha qui ont été attribués à des agriculteurs. Ceux-ci devaient gérer leur plantation, avec l'encadrement technique de la FHS, suivant un modèle agroforestier inspiré du modèle traditionnel de culture sur brûlis.

En effet, si le terme « système agroforestier » a un sens très large d'association entre arbre, culture et élevage, dans l'espace et/ou dans le temps (Combe, 1979 ; Nair, 1985 ; Baumer 1986 ; Lundgren, 1987), on peut parler de « système agroforestier séquentiel » quand il s'agit d'alternance dans le temps, sur une même parcelle, entre culture et forêt. C'est le cas pour l'amélioration de l'agriculture itinérante par la « jachère améliorée (improved fallow) » (Torquebiau, 1990). La parcelle n'est pas abandonnée après les quelques saisons de culture, mais plantée de ligneux utiles. On ensemece (ou plante ou facilite la régénération naturelle) la jachère d'arbres fixateurs d'azote, qui rétabliront un sol de bonne qualité plus vite que les espèces spontanées.

C'est bien le cas à Mampu où, en théorie, chaque année, l'« agrisylviculteur » (nom que nous donnons à l'agriculteur pratiquant l'agroforesterie, pour le distinguer de l'agroforestier, nom plus utilisé pour les scientifiques) exploite une parcelle d'environ deux hectares, transforme le bois en charbon, brûle les résidus en début de pluie et met en place sa culture mélangée de maïs et de manioc. Il faut noter que *A. auriculiformis* ne rejette pas de souche, après la coupe. Le passage superficiel du feu lève la dormance des graines d'acacia qui germent en grand nombre (Photo 5). Lors des sarclages de ses cultures, l'agrisylviculteur les préserve sur les lignes qui joignent les souches mortes. Au besoin, il peut regarnir les zones où les semis sont trop rares. 4 mois après le feu, à la récolte du maïs, les acacias ont environ 1m de haut ; 18 mois après le feu, à la récolte du manioc, les acacias ont environ 3 m de hauteur (Photo 6).



Photo 5 : Acacia auriculiformis ne rejette pas de souche, après la coupe. Le passage superficiel du feu lève la dormance des graines d'acacia qui germent en grand nombre



Photo 6 : 18 mois après le feu, à la récolte du manioc, les acacias ont environ 3 m de hauteur

Ce gaulis obtenu par Régénération Naturelle Assistée (RNA) peut se développer sans autre intervention humaine, en dehors d'une éclaircie (dans les zones trop denses où l'on n'obtiendrait que des gaulettes nombreuses mais trop fines pour être carbonisées), de la protection contre le feu et de l'élimination de quelques espèces arborées envahissantes. Il peut s'agir, par exemple, d'*Anthocleista schweinfurthii* (Mupuku-Puku en Kikongo), que les agriculteurs conservent jusqu'à un certain diamètre pour les abattre et cueillir des champignons sur le bois en cours de putréfaction. Douze ans plus tard, il peut revenir à nouveau exploiter sa parcelle et recommencer une nouvelle rotation.

Il faut noter qu'un inventaire réalisé en 2008 dans des parcelles plantées de 19 ans, a fourni des volumes variant entre 190 à 340 m³/ha, soit un accroissement annuel moyen de 10 à 18 m³/ha/an et une moyenne de 12 m³/ha/an. En principe, une parcelle de 12 ans pourrait contenir 144 m³/ha, soit environ 120 T de bois sec à l'air, qui donnerait 24 T de charbon/ha (avec un rendement de carbonisation de 20 %) ou 400 sacs de 60 kg de charbon/ha.

DES CHARBONNIERS PLUS PROFESSIONNELS QUI AMÉLIORENT LEUR RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE

Les techniques de carbonisation sont de mieux en mieux maîtrisées par les agrisylviculteurs de Mampu. Une meule de 30 stères (4 x 3 x 2,5 m), soit environ 24 T de bois sec à l'air, donne en moyenne 80 à 90 sacs de 60 kg, soit 5,1 T, ce qui correspond à un rendement légèrement supérieur à 20% du poids sec à l'air (**Photo 7**). Ce rendement est satisfaisant par rapport aux rendements maximaux que l'on trouve dans la littérature pour la carbonisation en meule (23 % d'après Briane et al, 1985) et les accidents (incendie de la meule, brûlures des charbonniers) se font heureusement de plus en plus rares.

Photo 7 : Les techniques de carbonisation sont de mieux en mieux maîtrisées par les agrisylviculteurs de Mampu



DES AGRICULTEURS DONT LA PRODUCTION AUGMENTE, EUT ÉGARD À LA PAUVRETÉ INITIALE DU MILIEU

Alors que l'agriculture traditionnelle sur brûlis de type Téké ne s'intéresse qu'aux îlots de forêt dense et considère que les sols de savane sont trop pauvres pour être valorisés, c'est au contraire sur ces sols qu'ont été installées les plantations, puis le système agroforestier.

Grace à l'amélioration des paramètres de fertilité du sol sous plantations d'acacia, comme le taux de Matière Organique (qui augmente de 1,9 % après 17 ans), le taux d'azote, la CEC et la somme des bases qui augmentent et le rapport C/N qui diminue avec l'âge de la plantation, la culture traditionnelle associée de maïs (récolte à 3-4 mois) et de manioc (récolte à 18 mois) devient possible après exploitation. Ceci est permis par la présence d'une légumineuse arborée (l'acacia) fixatrice d'azote, dans la jachère. Dans les conditions matérielles des agrisylviculteurs de Mampu (absence d'engrais, de chaulage, d'herbicides et de labour ou broyage mécanique), ceci est grandement facilité par un brûlis des rémanents aériens (feuilles, brindilles), en début des pluies et juste avant le semis du maïs (même si les scientifiques restent dubitatifs sur la nécessité du feu : Louppe et *al*, 1998). Ce brûlis permet de faciliter l'accès, d'éliminer les adventices et les parasites, de remonter le Ph et de libérer une partie des éléments minéraux stockés dans cette biomasse. En conditions de sol humide, l'essentiel de la MO du sol (humus et racines) n'est pas dégradée par le feu. D'autre part, avec l'appui du projet, les agrisylviculteurs utilisent en très grande majorité des semences de maïs et des boutures de manioc améliorées, et en particulier des clones de manioc résistant à la mosaïque. De ce fait, un agrisylviculteur (AS) qui ouvre chaque année 1,5 ha, peut récolter 1,5 ha de maïs (semé en année *n* : prod = 1,5 T/ha, soit 2,25 T/AS) et 1,5 ha de manioc (bouturé en année *n-1* : prod = 20 T/ha, soit 30 T/AS) (Photo 8). La production totale du périmètre, pour 320 exploitations de 25 ha, peut ainsi être estimée à environ 10 000 T/an de manioc et 750 T/an de maïs (chiffre majoré à 1 200 T/an, grâce à des cultures sur pare-feux ou autres).



Photo 8 : La production totale du périmètre, pour 320 exploitations de 25 ha, peut ainsi être estimée à environ 10 000 T/an de manioc et 750 T/an de maïs

DEPUIS 2004, UN SOUCI DE DIVERSIFICATION ET DE VALORISATION DES PRODUITS DU SYSTÈME AGROFORESTIER

Depuis 2004, la nouvelle équipe du projet encourage la diversification et la transformation sur place des produits du périmètre. C'est ainsi que l'apiculture a été introduite pour valoriser le fort potentiel mellifère des acacias. La production de miel du massif est collectée par le Regroupement des Agriculteurs de Mampu (RAMA) qui le vend à l'ONG Centre de Développement Intégré de Mbankana (CADIM). La production a rapidement augmenté de 3 500 kg en 2005 à 8 000 kg en 2007, pour se stabiliser autour de 6 000 kg en 2008, vendu à 2,1 dollar américain par kg (USD/kg, monnaie utilisée localement), soit un revenu brut de 12 600 USD/an. Alors que le manioc était vendu en tubercules (très coûteux à transporter en raison de leur forte teneur en eau), le séchage sous-forme de cossettes (3-5 cm de diamètre) ou de micro-cossettes (2-3 mm de diamètre) a été encouragé. Les micro-cossettes de manioc, sont fabriquées sur place, après épluchage manuel, râpage mécanique, rouissage et séchage des tubercules. Le rendement (micro-cossettes sèches / tubercules frais) est estimé à 34 %. Les micro-cossettes sont vendues 1 USD/kg, en sac de 25 kg par le Groupement des Producteurs de Manioc et CADIM mais ne représentent encore qu'une minorité de la production de manioc.

DES AGRISYLVICULTEURS AUX REVENUS EXCEPTIONNELS POUR LA RDC

En théorie, les meilleurs AS de Mampu ont des revenus beaucoup plus élevés que la moyenne des agriculteurs de la zone. La coupe de 1,5 ha/an permet la fabrication de 600 sacs de charbon de 60 kg, dont 4,5 USD reviennent au propriétaire, soit de l'ordre de 2 700 USD/an (Sur un sac vendu 18 USD à Kinshasa, on peut estimer grossièrement que 9 USD vont à la main d'œuvre et 4,5 USD aux transports et taxes). A ces revenus, il faut ajouter les productions agricoles de maïs (3,75 T/AS/an) et manioc (30 T/AS/an). Pour certains propriétaires, il faut également compter le miel et des suppléments de revenus, s'ils transforment leur manioc en micro- cossettes ou s'ils réalisent les coupes, la carbonisation et la vente du charbon par eux-mêmes, au moins en partie. Certains ménages peuvent donc, du moins en théorie, gagner près de 4 000 USD/an, soit plus de 300 USD/mois, ce qui, en RDC, est le salaire d'un cadre.

UNE PRODUCTION DE CHARBON QUI RENTABILISE RAPIDEMENT LES INVESTISSEMENTS FAITS PAR LE PROJET

Au niveau du massif de 8000 ha, le calcul de la production totale de charbon varie, suivant les sources, de 8 000 à 12 000 T/an, soit 1 T de charbon/ha/an ou 5 T de bois/ha/an (6 à 7 m³/ha/an), si on considère un rendement de carbonisation de 20 %. Ceci correspond bien à 320 exploitations x 600 sacs x 60 kg/sac = 11 520 000 kg. Mais cet accroissement semble faible, si on le rapporte aux 8000 ha du massif, par rapport aux chiffres donnés dans la littérature sur l'accroissement de l'*A. auriculiformis*, dans ce type de conditions écologiques, souvent supérieur à 15 m³/ha/an (Bernhard-Reversat *et al.*, 1993). Ceci est dû au fait que la FHS, par prudence, ne laisse pas exploiter toute la production annuelle. Quoiqu'il en soit, cette production correspond au moins à 130 000 sacs de charbon et à un revenu brut de 2,6 millions de dollars par an (MUSD/an) pour le pays, dont au moins un quart revient aux propriétaires agrisyviculteurs. Par un calcul économique très simple (2,6 x 4 = 10,4 MUSD =

8,3 €), on peut donc dire que seulement 4 ans de production de charbon couvre presque les investissements initiaux faits par l'UE (8,5 millions d'Ecus).

UN ÉCOSYSTÈME FORESTIER QUI SE SUBSTITUE À CELUI DE SAVANE

Bien qu'il n'y ait pas eu de mesure scientifique de l'évolution de la biodiversité, la perception des agrisylviculteurs et de la plupart des visiteurs est qu'un écosystème forestier se reconstitue assez rapidement sur le périmètre du projet, en lieu et place de l'ancien écosystème de savane. De nombreuses espèces végétales et animales qui n'étaient présentes que dans les îlots forestiers se retrouvent aujourd'hui dans la majorité des parcelles. Ceci est le cas, par exemple pour les ignames sauvages (Photo 9) et pour de nombreuses autres lianes et espèces arborées pionnières comme *Anthocleista schweinfurthii*. Ceci incite les habitants à y développer des pratiques de cueillette (jeunes pousses (Photo 10), champignons, chenilles, tubercules, etc.) et de chasse (rongeurs, reptiles, céphalophes, etc.), autrefois limitées aux zones forestières.

Photo 9 : De nombreuses espèces végétales et animales qui n'étaient présentes que dans les îlots forestiers se retrouvent aujourd'hui dans la majorité des parcelles. Ceci est le cas, par exemple pour les ignames sauvages



Photo 10 :

Ceci incite les habitants à y développer des pratiques de cueillette (jeunes pousses,

champignons, chenilles, tubercules, etc.) et de chasse (rongeurs, reptiles, céphalophes, etc.), autrefois limitées aux zones forestières.



DES INCERTITUDES CONCERNANT LES PARAMÈTRES DE DURABILITÉ DU SYSTÈME QU'IL FAUT LEVER

Paramètres de production et de fertilité

Il existe encore beaucoup d'incertitudes sur la surface exploitée chaque année, sur la croissance des plantations, avant et après régénération naturelle assistée, sur les rendements réels à la carbonisation, sur l'évolution à long terme de la fertilité sur les différents types de sol (en raison des exportations de bois et de produits agricoles, non compensés par des apports d'engrais).

Il faut noter que les cadres du projet et certains agrisylviculteurs estiment qu'il est très important de brûler les résidus par un feu courant de début de saison des pluies (qui carbonise plus qu'il ne consume) ainsi que de fabriquer le charbon sur les parcelles elles-mêmes. Ceci permet de laisser au sol les cendres et les résidus de charbons (fines) qui se dégradent très lentement et augmentent la fertilité du sol (en fait la Capacité d'Echange des Sols). Ils l'observent, en particulier, par la taille des cultures et des arbres sur les anciennes meules. Cet aspect mériterait d'être chiffré et il faudrait conseiller aux cultivateurs d'épandre ces résidus sur l'ensemble des parcelles, mais ceci pose le problème du transport, encore mal résolu, y compris pour les produits agricoles (charrettes, pousse). Il faudrait également suivre la composition biologique du sol (micro-faune, macro-faune, micro-flore), la comparer à celle de la savane et évaluer l'impact du brûlis des résidus sur celle-ci.

Il est remarquable de constater que ces observations des agrisylviculteurs et des techniciens de terrain, qui allaient contre l'avis des scientifiques des années 1990, majoritairement opposé au brûlis des rémanents, rencontrent celles d'une nouvelle génération de chercheurs. En effet, il était connu que le bénéfice des résidus organique est de courte durée sous les tropiques (Jenkinson et Ayanaba, 1977). C'est pourquoi, de plus en plus de scientifiques préconisent la gestion de charbon organique (référéncé sous le nom de « Bio-Char ») dans les sols tropicaux, afin d'en maintenir la fertilité (Glaser *et al*, 2002). Ceci a été confirmé par l'étude de sols du Bassin Amazonien, autrefois occupé par des campements d'amérindiens (*Terra Preta de Indios*) qui ont conservé leur fertilité depuis 5 à 25 siècles, grâce à leur teneur en charbon de bois (Lehmann *et al*, 2003). C'est ainsi que Lehmann et Rondon (2006) préconisent la réhabilitation du système de Culture-sur-Brûlis ou Abattis-Brûlis (Slash-and-Burn) sous le nom rénové et dé-péjoré de Culture-sur-Charbon (Slash-and-Char).

Incertainitudes sur les prochains cycles de plantation/production (rotations) d'acacias obtenus par semis naturel assisté

La visite des parcelles en deuxième ou troisième rotation montre des situations bien contrastées. Dans certaines parcelles, les arbres sont denses, avec une croissance correcte, alors que dans d'autres, les arbres sont clairsemés, très irréguliers et très branchus. Il faudrait déterminer si la cause est principalement due au savoir faire de l'agrisylviculteur ou à des problèmes de feu, d'épuisement du sol ou d'érosion génétique des peuplements (cas des plantations d'eucalyptus hybrides de Pointe Noire en République du Congo).

Une base génétique des acacias trop étroite

On constate que la plupart des acacias sont extrêmement branchus, y compris dans les plantations de première génération, en dehors d'une petite parcelle, où les arbres sont très droits et monocaule. Même si on peut considérer que, pour la production de charbon, la forme n'a pas d'importance et qu'il convient d'optimiser la production de biomasse plutôt que celle de troncs rectilignes, nous pensons qu'il faudrait refaire de nouvelles introductions de matériel végétal, de façon à créer des peuplements semenciers à base génétique large, dont les descendants pourraient concilier forte production de biomasse et monocaulie (plus grande facilité de débit et de mise en tas, possibilité d'utilisation en perche et en petit sciage, en cas d'évolution du marché et de besoins locaux).

Un projet de développement qui confirme les résultats de la recherche et qui ouvre des perspectives régionales

Il est instructif de constater que les résultats actuels du projet Mampu, confirment à grande échelle (près de 8 000 ha) les résultats obtenus de 1990 à 1994 à Oumé, en Côte d'Ivoire (RCI) par un projet de recherche européen à très petite échelle (de l'ordre d'un ha), les hypothèses des chercheurs de l'époque (Peltier et al, 1993, 1994 et 1995) et celles émises par la suite (Harmand et al, 1997 et 2004). On peut s'étonner que ces résultats se soient très peu vulgarisés en milieu rural en RCI (en dehors de quelques centaines d'hectares près d'Oumé et de Korhogo) et qu'ils n'aient pas été apparemment connus par les agronomes qui ont redécouvert le système de Mampu en RDC.

D'autre part, il existe actuellement un regain d'intérêt certain pour les plantations multi-usages en Afrique Centrale (Marien et Mallet, 2004). Il est très probable que plusieurs projets de plantations vont émerger dans les années à venir, que ce soit au niveau régional (Congo-Brazzaville) ou thématique (bois énergie, restauration terres dégradées en zone périurbaine, MDP et REDD,...). Ces plantations de Mampu sont très largement ignorées au plan international alors qu'elles constituent la seule vraie référence en RDC (très peu de communication sur le projet).

Enfin, il faut noter qu'il existe une initiative récente de plantation d'acacias (400 ha en début 2009) à proximité de Mampu (Ibi village) pour la fixation de Carbone, par la société privée NOVACEL. Cette entreprise utilise les techniques du projet Mampu. La surface des plantations paysannes réalisées par les paysans eux-mêmes, en périphérie du projet Mampu (dont le total est mal connu), serait de l'ordre de 6 ha/famille et l'objectif de plantation serait de 1000 ha/an. Le total actuel des plantations, dans cette zone approcherait donc 10 000 ha (100 km²).

Mampu couvre une part importante des besoins de Kinshasa qui restent mal connus

Il est vrai que si l'on rapporte la production de Mampu (10 000 T de charbon/an), à la consommation théorique minimum de Kinshasa (600 000 T/an), le taux de 1,6 % peut sembler dérisoire. En fait, il est probable que, du fait de l'extrême pénurie d'énergie et de la faiblesse des revenus de la majorité de la population, la consommation de Kinshasa en charbon de bois soit surestimée. Il semble que beaucoup de familles trouvent des voies d'économie forcée, en ne préparant qu'un repas par jour et en bannissant les aliments à longue cuisson (haricots, etc.). D'autres sources d'énergies existent aussi, comme l'électricité pour les plus aisés et leurs commensaux (l'utilisation de l'électricité dans les quartiers pauvres est mal connue car les branchements sont informels mais un survol de nuit de la ville montre à l'évidence que même les zones d'habitat spontané sont éclairées et il est bien connu que les possibilités de l'énorme barrage d'Inga, sur le Congo sont très sous-utilisées). La sciure et les dosses de bois de scierie, les fagots de perchettes de bois

provenant de la périphérie de la ville (Photo 11) et divers déchets sont aussi récupérés. Plusieurs boulangers se fournissent directement en rondins de bois par leur propre circuit. Il est donc probable que Mampu assure plutôt de l'ordre de 5 à 10 % de la couverture des besoins en charbon de bois de la ville, ce qui est remarquable, si on considère que ses 100 km² ne couvrent que 0,3 % du demi-cercle de 150 km de rayon, qui constitue le bassin d'approvisionnement de Kinshasa.



*Photo 11 : La sciure et les
dosses de bois de scierie, les
fagots de perchettes de bois
provenant de la périphérie de
la ville*

LE PROJET MAKALA, UN APPUI POUR L'AVENIR DU PROJET MAMPU

Lancé en février 2009, le **Projet MAKALA**, qui se propose de « **Gérer durablement la ressource bois énergie en RDC** » est financé par l'Union Européenne, pour une durée de quatre ans (Marien, 2009). Avec l'appui de nombreux partenaires congolais (dont le SNR pour les aspects reboisement) et internationaux (dont la Fondation Hanns Seidel pour le reboisement et le Cirad pour la coordination), il se propose, entre autre, de tirer un bilan plus précis de l'expérience de Mampu (en partie sous forme de thèses de Master ou de Doctorat) et d'en promouvoir l'extension auprès de diverses sources de financement. Celle-ci pourra se faire, soit sous sa forme actuelle de grands blocs sur des plateaux « vides », soit sous des formes beaucoup plus diffuses, dans l'espace rural approprié et régulièrement cultivé. Pour ce qui concerne un éventuel projet de recherche qui viendrait en appui aux réalisations de Mampu (Harmand, 2008), on peut proposer les questions suivantes :

- La carbonisation et l'exportation du charbon de bois, de même que le brûlis et la remise en culture provoquent une perte de C et d'éléments minéraux et donc une baisse de capital fertilité acquis au cours de la phase de jachère. Cette perte est-elle préjudiciable au développement de la rotation suivante et donc au stockage de C à l'échelle du massif, et à l'efficacité de la nouvelle jachère dans la restauration de la fertilité du sol ?
- Quelle est l'influence de l'âge de la plantation en première rotation sur la production de biomasse et la restauration de fertilité ?
- A partir d'une chronoséquence de peuplements de 3 à 15-20 ans, quelle est la dynamique d'accumulation de matière sèche (biomasse) et d'éléments minéraux dans la jachère, la dynamique de fixation d'azote, la dynamique de production et

de décomposition des litières aériennes, l'accumulation de C, N et éléments minéraux dans le sol ?

- Quels indicateurs biologiques tels que la faune du sol et les microorganismes pourraient être mesurés dans ces systèmes en relation avec l'âge de la jachère ?
- Dans le fonctionnement du peuplement, quelle est l'importance de l'amas de racines qui se développe peu à peu dans la litière, à partir de l'âge de 5 ans ?
- Quelle est l'influence de l'exploitation de la jachère sur la fertilité du milieu et le stockage de C ?

En plus d'évaluer la quantité de nutriments exportée par la carbonisation, on pourrait estimer ce qui peut être restitué par les cendres de la carbonisation ainsi que la dynamique des stocks de C, N et des éléments minéraux du sol (0-1m de profondeur) et de la litière entre deux périodes clé : avant exploitation de la jachère et après abandon de la culture suivante. Un suivi dans le temps dans trois ou quatre parcelles pourrait être fait dans l'intervalle de 18 mois à 2 ans. Une comparaison des stocks avec celui des savanes environnantes serait également utile. Un indicateur de fertilité serait la croissance de l'acacia en deuxième rotation en comparaison avec la première rotation.

Enfin, il faudra étudier la durabilité sociale du périmètre, face aux risques fonciers, politiques, sécuritaires, etc.

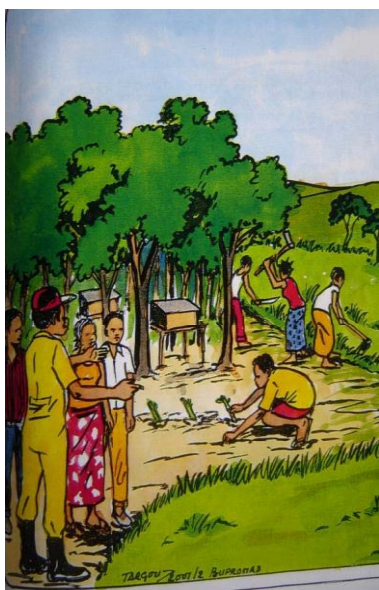
D'AUTRES MODÈLES AGROFORESTIERS MÉRITENT D'ÊTRE TESTÉS OU DÉVELOPPÉS EN RDC

Cependant, d'autres modèles de systèmes agroforestiers méritent d'être testés ou développés dans d'autres conditions écologiques et socio-économiques du pays, par exemple en gérant le recru naturel d'espèces locales à usages multiples.

Il apparaît une nécessité impérieuse de ne pas considérer l'agroforesterie, telle que pratiquée à Mampu, comme le modèle unique d'agroforesterie pour tout le pays, dans n'importe quelle condition.

Le modèle Mampu est une réussite adaptée aux savanes des plateaux Batéké, mais presque partout actuellement en RDC, on se réfère hélas à ce seul modèle. On tente de l'appliquer dans des régions où le couvert forestier naturel existe et où une simple mise en défens suffirait pour retrouver une couverture végétale naturelle abondante.

Par exemple, les Nkunku sont un type de jachère améliorée ou assistée, résultat de l'intervention séculaire des populations Bakongo habitant les Districts des Cataractes et de la Lukaya. Celles-ci aboutissent, dans certains cas de protection continue sur une longue période, à la création de véritables agroforêts (Photo 12). Celles-ci contiennent une grande



diversité d'espèces locales (et parfois exotiques) qui y sont protégées et parfois réintroduites pour leurs multiples usages (production de fruits, feuilles d'emballage, feuilles consommées par les animaux domestiques ou les chenilles comestibles (Latham, 2003), support de champignons, fleurs butinées par les abeilles, pharmacopée, et, en éclaircie ou exploitation sanitaire, bois de feu et d'œuvre). Le projet Makala étudiera ces agroforêts traditionnelles et déterminera les conditions techniques et socio-économiques de leur diffusion.

Photo 12 : les Nkunku sont un type de jachère améliorée ou assistée, résultat de l'intervention séculaire des populations Bakongo habitant les Districts des Cataractes et de la Lukaya. Celles-ci aboutissent, dans certains cas de protection continue sur une longue période, à la création de véritables agroforêts

BIBLIOGRAPHIE

- BAUMER, M. and WOOD, P. 1986. Agroforestry research and development: agroforestry practices for the solution of food, fodder and fuel shortages. In: L. W. Carlson and K. R. Shea, compilers. *Increasing productivity of multipurpose lands*. IUFRO research planning workshop for Africa Sahelian and North Sudanian zones, Nairobi, January 1986:1 UFRO, 22-88.
- BERNHARD-REVERSAT F., DIANGANA D., TSATSA M., 1993. Biomasse, minéralomasse et productivité en plantation d'*Acacia mangium* et *A. auriculiformis* au Congo. In : Bois et Forêts des Tropiques, n° 238 (4), pp 35-44.
- BERTRAND, A., 1991. Etude des filières d'approvisionnement des villes en bois-énergie, Doc. Tech. n° 11, Projet Energie II, Volet Offre, Niamey, Niger, 57 p.
- BISIAUX F., PELTIER R., MULIELE J-P., 2009. Plantations industrielles et agroforesterie au service des populations des plateaux Batéké, Mampu, en République démocratique du Congo. Bois et Forêts des Tropiques, 2009, 301 (3) : 21-31
- BRIANE D. et DOAT J., 1985. Guide Technique de la Carbonisation. AFME, ABF, CTFT. EDISUD, Aix-en-Provence, France. 180 p.
- COMBE, J. and BUDOWSKI, G., 1979. Classification of agro-forestry techniques. In: G. De las Salas, ed. *Agro-forestry systems in Latin America*. Proceedings of a workshop, CATIE, March 1979. Turrialba, Costa-Rica:CATIE, 17-47
- DUCENNE Q., 2009. Evaluation des actions agroforestières développées à Mampu, RDC. Cardno Agrisystems Ltd. Volume I : Synthèse finale 32 p. Volume II : Rapport final 83 p.
- DUVIGNEAUD, R., 1949. Les savanes du Bas-Congo. Essai de phytosociologie topographique, la jeunia, Rev. Bot., Mém.10.
- GLASER B., LEHMANN J., and ZECH W., 2002. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal: A review, Biol. Fertil. Soils, 35, 219–230 (2002).
- JENKINSON D.S. and AYANABA A., 1977. Decomposition of carbon-14 labeled plant material under tropical conditions, Soil Sci. Soc. Am. J., 41, 912–915 (1977).
- GAZULL, L., 2009. Le bassin d'approvisionnement en bois-énergie de Bamako. Une approche par un modèle d'interaction spatiale. Thèse de doctorat. Université Paris 7 Denis Diderot, France. 311 p.
- HARMAND, J.-M., NJITI, C.F., PELTIER, R. 1997. Restauration de la fertilité des sols par la jachère arborée. L'agroforesterie pour un développement rural durable. Atelier international-Montpellier-France 23-29 juin 1997, pp 135-142
- HARMAND, J.-M., NJITI, C.F., BERNHARD-REVERSAT, F. and PUIG H., 2004. Aboveground and belowground biomass, productivity and nutrient accumulation in tree improved fallows in the dry tropics of Cameroon, *For. Ecol. Manage.* **188** (2004), pp. 249–265

- HARMAND, J.-M., 2008. Rapport de mission d'appui au Programme de Réhabilitation de la recherche agricole et forestière- Composante Recherche Forestière -en République Démocratique du Congo. Cirad, Montpellier, France. 10 p.
- KOY KASANGO R., 2005. Impact of planted Acacia Forest on the Chemical Fertility of Sandy soils of the Bateke Plateau (D.R. Congo). Msc. Thesis, Gent Universiteit (Université de Gand), Université Libre de Bruxelles, Belgique. 121 p + annexes.
- LADMIRANT H., 1964. Carte géologique à l'échelle au 1/200.000 ; notice explicative de la feuille Léopoldville. Serv. Géologique du Congo, Léopoldville, Congo.
- LATHAM P. 2003. Edibles caterpillar and their food plants in Bas-Congo; Mystole Publications, Canterbury, UK. 60p.
- LEHMANN J. *et al.*, 2003. Nutrient availability and leaching in an archaeological Anthrosol and a Ferralsol of the Central Amazon basin: Fertilizer, manure and charcoal amendments, *Plant Soil*, 249, 343–357 (2003a).
- LEHMANN J. and RONDON M., 2006. Bio-Char Soil Management on Highly Weathered Soils in the Humid Tropics. In : *Biological Approaches to Sustainable Soil Systems*. Ball, Fernandes, Herren, Husson, Laing, Palm, Pretty, Sanchez, Sanguinga & Thies eds. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, London New-York. 530p.
- LOUPPE D., OUATTARA N. et OLIVER R., 1998. Maintien de la fertilité dans trois jachères arborées. Bilan minéral (Korhogo, nord Côte d'Ivoire). *Agric. Dévelop. Spécial Sols Trop.* 18 (1998), pp. 47–54.
- LUNDGREN, B. 1987. ICRAF's first ten years. *Agroforestry systems* 5: 197-217.
- MARIEN, J.-N., 2009. Projet Makala, gérer durablement la ressource bois énergie en RDC. Projet EuropeAid DCI-ENV/2008/151-384. Note de présentation. 7 p.
- MARIEN, J.-N., MALLET B., 2004. Nouvelles perspectives pour les plantations forestières en Afrique Centrale. In : *Bois et Forêts des Tropiques*, n° 282 (4), pp 67-79.
- NAIR, P.K. R. 1985. Classification of agroforestry systems. *Agroforestry Systems* 3: 97-128.
- PELTIER, R. ; BALLE PITY., 1993. "De la culture itinérante sur brûlis au jardin agroforestier en passant par les jachères enrichies" (From Slash and burn to sustainable agroforestry system). In : *Bois et Forêts des Tropiques*, n° 235 (1), pp 49-57.
- PELTIER, R., 1993. "Les jachères à composante ligneuse. Caractérisation, conditions de productivité, gestion" (Bush fallow and forest fallow : characterisation, productivity and management), in *La jachère en Afrique de l'Ouest*. Atelier international, Montpellier, 2-5 décembre 1991, O.R.S.T.O.M., Bondy, France, pp. 67-88
- PELTIER, R., 1994. "Du reboisement imposé à la prise en compte des savoirs traditionnels" (From mandatory reforestation to the adoption of traditional techniques. Improvement of degraded land in North Cameroon). In : *Nature Sciences Sociétés*, 1 vol 2, 1994, Dunod, Paris, France, pp. 67- 79.
- PELTIER, R., BALLE PITY, GALIANA, A., GNAHOUA, G.M., LEDUC, B., MALLET, B., OLIVER, R., OUALOU, K., SCHROTH, G. 1995. Produire du bois énergie dans les jachères de zone guinéenne. Intérêts et limites à travers l'expérience d'Oumé en Basse

Côte d'Ivoire. In : Actes du séminaire Fertilité du milieu et stratégies paysannes sous les tropiques humides. nov. 95. Montpellier, France. pp 219-227.

ROBYNS, W., 1948. Les Territoires phytogéographiques du Congo belge et du Rwanda Urundi. ATLAS GENERAL DU CONGO, Publ. Ministère des Colonies, Bruxelles.

TORQUEBAU, E., 1990. Introduction to the concepts of agroforestry. Working paper N° 59 ; ICRAF, Nairobi, Kenya. 121 p.

YOUNG, A. 1988. Agroforestry and its potential to contribute to land development in the tropics. *Journal of Biogeography* 15: 19-30