Chapitre 9

Agriculture sur brûlis de jachères à acacias

Est-ce durable sur les sables du plateau Batéké, en République Démocratique du Congo ?

Régis Peltier
Franck Bisiaux
Émilien Dubiez
Jean-Noël Marien
Vincent Freycon

Le contexte, Kinshasa et le plateau

En République Démocratique du Congo (RDC), l'exode rural, aggravé par l'insécurité et les guerres civiles, a gonflé les villes et en particulier, Kinshasa (population estimée entre 8 et 10 millions d'habitants). Le bois énergie est la principale source d'énergie pour 90 % de sa population urbaine et une partie des industries : il représente 4,8 millions de m^3 et emploie plus de 300 000 personnes (Schure *et al.*, 2011). Or, dans un rayon de 200 km autour de Kinshasa, il n'y a que très peu de massifs forestiers susceptibles de fournir ce bois énergie : la savane est la formation dominante avec quelques galeries forestières autour des rivières qui sont en voie de dégradation rapide (Gond *et al.*, 2016). La majorité de cette zone est occupée par le plateau Batéké d'une altitude moyenne de 700 m. Les sols sont sableux (Arénosols). Le climat est tropical chaud et humide (1 400 mm/an), avec une saison sèche de 4 mois (de juin à septembre). Les températures annuelles moyennes varient autour de 25 °C.

Le projet Mampu : du reboisement industriel à l'agroforesterie

Un modèle de jachère améliorée, inspiré du système traditionnel de culture par abattis-brûlis

En 1984, le projet Mampu a réalisé une plantation industrielle d'*Acacia auriculiformis*, sur 8 000 ha, avec un financement du Fonds européen de développement (FED). À partir de 1994, la plantation fut divisée, avec l'appui de la Fondation Hanns Seidel (FHS), en lots de 25 ha qui ont été attribués à des agriculteurs. Ceux-ci devaient gérer leur plantation suivant un modèle agroforestier inspiré du modèle traditionnel de culture par abattis-brûlis (*slash-and-burn*).

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 (Baumer et Wood, 1986), on peut parler de « système agroforestier séquentiel » quand il s'agit d'alternance dans le temps, sur une même parcelle, entre culture et jachère forestière. C'est le cas pour l'amélioration de l'agriculture itinérante par la « jachère améliorée (*improved fallow*) ». La parcelle n'est pas abandonnée après les quelques saisons de culture, mais on ensemence (ou on plante, ou on facilite la régénération naturelle) dans la jachère des arbres fixateurs d'azote, qui sont censés rétablir un sol de bonne qualité plus vite que les espèces spontanées. À Mampu, chaque année, l'« agrisylviculteur » exploite une parcelle d'environ 1,5 ha, transforme le bois en charbon, brûle les résidus en début de saison pluvieuse et met en place sa culture mélangée de maïs et de manioc. Il faut noter qu'*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. Lors des sarclages de ses cultures, l'agriculteur les préserve sur les lignes qui joignent les souches mortes. Au besoin, il peut regarnir les zones où les semis sont trop rares. Quatre mois après le feu, à la récolte du maïs, les acacias ont environ 1 m de haut ; 18 à 24 mois après le feu, à la récolte du manioc, les acacias ont environ 3 m de hauteur. Ce gaulis peut se développer sans autre intervention humaine, en dehors d'une éventuelle éclaircie, de la protection contre le feu et de l'élimination de quelques espèces arborées envahissantes. Il peut s'agir d'*Anthocleista schweinfurthii* ou de *Vernonia* sp. Douze ans plus tard, il peut revenir à nouveau exploiter sa parcelle et recommencer une nouvelle rotation.

Un inventaire réalisé en 2008 (Ducenne, 2009) dans des parcelles plantées de 19 ans, a évalué des volumes variant entre 190 et 340 m^3/ha, soit un accroissement annuel moyen de 10 à 18 m^3 /ha/an et une moyenne de 12 m^3/ha/an. En principe, une parcelle de 12 ans pourrait contenir 144 m^3/ha, soit environ 86 t de bois sec à l'air, qui donnerait 15,5 t de charbon/ha (avec une densité de 0,6 et un rendement de carbonisation de 18 %) soit 260 sacs de 60 kg de charbon/ha.

Des charbonniers de plus en plus performants

La carbonisation est de mieux en mieux maîtrisée par les agrisylviculteurs de Mampu avec un rendement qui varie entre 16 et 18 %. Ce rendement est satisfaisant par rapport aux rendements maximaux de 23 % que l'on trouve dans la littérature pour la carbonisation en meule. D'autre part, les accidents (incendie de la meule, brûlures des charbonniers) se font heureusement de plus en plus rares.

*Meule de carbonisation de bois d'*Acacia auriculiformis *: projet Mampu, Congo RDC.*
© R. Peltier

Des agriculteurs très productifs vue la pauvreté initiale du milieu

Alors que l'agriculture traditionnelle par abattis-brûlis exercée par les Téké ne s'applique qu'aux galeries forestières, c'est au contraire sur des sols de savane, considérés comme pauvres, qu'ont été installées les plantations *d'Acacia auriculiformis*, puis développé le système agroforestier de Mampu.

Ces sols de savane, des sols sableux (93 % de sable) classés comme des Arenosols, ont une faible valeur agronomique : ils sont acides (pH = 5,5), ont une faible capacité d'échange cationique (CEC = 2,8 $cmol^+/kg$), une somme de bases échangeables très faible (S = 0,43 $cmol^+/kg$), une teneur en carbone faible (C = 1,2 %), et une teneur en azote très faible (N = 0,5‰). Seule leur teneur en phosphore

disponible est satisfaisante (P = 33 ppm) pouvant être expliquée par une faible quantité d'oxydes de fer et d'aluminium sous forme cristallisée.

Pourtant, les niveaux de production sont de l'ordre de 20 t/ha/an de manioc et de 1,5 t/ha/an de maïs-grain. Sachant que sur le périmètre total, il existe 320 exploitations de 25 ha et qu'un agrisylviculteur ouvre chaque année 1,5 ha pour produire du manioc et du maïs, la production totale du périmètre peut alors être

Reboisement en acacia auriculiformis *suivi d'une plantation de manioc sur les sols sableux du plateau Batéké, Congo RDC.*
© R. Peltier

estimée à environ 10 000 t/an de manioc et 750 t/an de maïs, qui peut être majorée à 1 200 t/an, grâce aux cultures réalisées sur certains pare-feux. L'utilisation très fréquente par les agrisylviculteurs de boutures de manioc améliorées, en particulier résistantes à la mosaïque, et de semences de maïs améliorées, favorise certainement ces niveaux de production. Mais comme ils n'apportent pas d'intrants (ni engrais, ni chaulage), ces niveaux de production ne peuvent pas s'expliquer sans avoir étudié l'évolution des caractéristiques du sol lors du passage de la savane au système agroforestier.

Résultats

Des sols qui évoluent positivement et négativement

En 2012, nous avons comparé les sols après une pratique de 23 ans du système agroforestier, où les arbres étaient de 1re, 2e ou 3e génération (fig. 1), avec un sol voisin qui est resté sous savane.

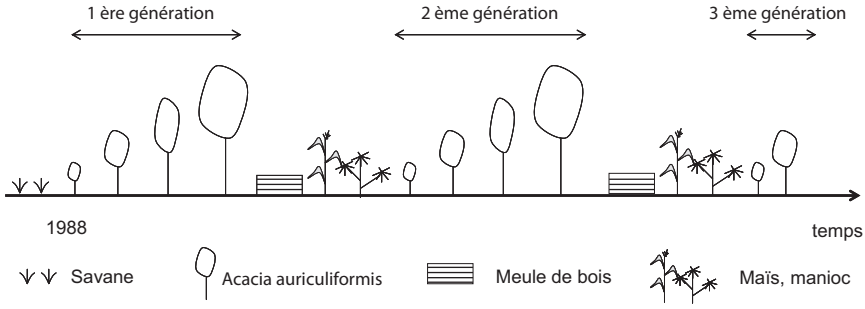

Figure 1
Les différentes étapes au cours du temps du système agroforestier de Mampu (RDC).

Ces sols ont évolué positivement sur les caractéristiques suivantes (tabl. 1) : légère augmentation de la teneur en carbone (1,2 à 1,4 %), de la teneur en azote (0,5 à 0,8 ‰) et de la CEC (2,8 à 3,8 $cmol^+/kg$), légère diminution du rapport C/N (21 à 18). Par contre, ces sols ont aussi évolué négativement sur les caractéristiques suivantes : baisse du pH (5,5 à 4,6) conduisant à des sols plus acides, baisse de la somme des bases échangeables (0,43 à 0,18 $cmol^+/kg$) et du taux de saturation (15 à 5 %), augmentation de l'aluminium échangeable (0,54 à 1,02 $cmol^+/kg$).

Ces évolutions à la fois positives et négatives sont probablement dues aux trois causes suivantes. Premièrement, le passage de la savane au système agroforestier a eu comme effet d'augmenter la biomasse végétale produite. Une partie de cette biomasse, en retournant dans le sol par la décomposition

Tableau 1
Caractéristiques moyennes des sols de surface (entre 0 et 20 ou 25 cm de profondeur) du système agroforestier de Mampu appliqué depuis 1989 sur le lot J2. Mesures effectuées après 17 ans (d'après KASONGO et al., 2009), après 23 ans (2012) et comparées avec un sol voisin resté en savane. Pour les sols du système agroforestier après 23 ans, les valeurs entre parenthèses représentent des écarts-types.

Le test correspond à un test de conformité de moyenne : pour chaque caractéristique du sol, il compare la moyenne des 18 échantillons du système agroforestier après 23 ans avec la valeur de la savane considérée comme connue. Les résultats du test sont donnés avec un niveau 0,05 (: test significatif ; NS : test non significatif).*

	n	pH eau	C (%)	N (‰)	C/N	P[a] (ppm)	Al[b] (cmol$^+$.kg^{-1})	S[c]	CEC[d]	TS[e] (%)
Témoin savane	1	5,5	1,2	0,5	21	33	0,54	0,43	2,8	15
Système agroforestier										
Après 17 ans (KASONGO *et al.*, 2009)	12	4,6	2,0	1,8	12	-	1,50	0,65	3,8	17
Après 23 ans	18	4,6 (0,2)	1,4 (0,3)	0,8 (0,1)	18 (1)	32 (9)	1,02 (0,09)	0,18 (0,03)	3,8 (0,4)	5 (1)
Test		*	*	*	*	NS	*	*	*	*

[a]Phosphore disponible (méthode Bray2). [b]Al échangeable avec 1 M KCl. [c]Somme des bases échangeables (Ca + Mg + K + Na). [d]Capacité d'échange cationique à pH7 (méthode Metson). [e]Taux de saturation.

de la litière, a conduit à augmenter la teneur en carbone du sol et par conséquent la CEC qui est fortement liée dans les sols tropicaux à la teneur en carbone. Par contre, le processus d'humification d'une plus grande quantité de litière a produit une plus grande quantité d'acides organiques, ce qui explique en partie la baisse du pH. Deuxièmement, la présence de l'*Acacia auriculiformis*, une Fabacée (ex. Légumineuse) fixatrice d'azote, a permis d'augmenter la teneur en azote du sol et en parallèle à diminuer le rapport C/N. Troisièmement, les cultures de manioc et de maïs ont conduit à exporter du système sol-plante des éléments minéraux, ce qui a diminué la teneur en bases échangeables dans le sol et donc le pH.

Enfin, notre étude s'étant focalisée sur les caractéristiques chimiques du sol, on ne sait pas si l'évolution du sol a été positive ou négative pour la microfaune du sol (vers de terre, mycorhize,). *A priori*, le passage de la savane au système agroforestier a favorisé les vers de terre au détriment des termites, et amélioré la porosité du sol et l'infiltration de l'eau.

Diversification et 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 a atteint 6 000 kg en 2008, elle a été vendue à 2,10 dollars américains 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.

Des agrisylviculteurs aux revenus exceptionnels pour la RDC

En théorie, les meilleurs agrisylviculteurs de Mampu ont des revenus beaucoup plus élevés que la moyenne des agriculteurs de la zone. La coupe de 1,5 ha/an d'une plantation d'acacias âgée de 12 ans permet la fabrication de 260 sacs de charbon de 60 kg, dont 6,5 USD reviennent au propriétaire, soit environ 1 700 US$an (sur un sac vendu 20 USD à Kinshasa, on peut estimer grossièrement que 9 USD vont à la main-d'œuvre et 4,5 USD aux transports et taxes). À ces revenus, il faut ajouter les productions agricoles de maïs (3,75 t/ha/an) et manioc (30 t/ha/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. Certains ménages peuvent donc gagner de l'ordre de 2 400 USD/an, soit 200 USD/mois, ce qui, en RDC, est le salaire d'un cadre.

Discussion

Des incertitudes sur la durabilité de la fertilité des sols

Nous avons constaté des évolutions positives et négatives des caractéristiques chimiques du sol après une pratique de 23 ans du système agroforestier. Ces évolutions se sont dégradées par rapport à celles observées en 2009 sur la même parcelle, après une pratique de 17 ans du système agroforestier (tabl. 1) En effet, pour la teneur en carbone, en azote, et le rapport C/N, alors que Kasongo *et al.* (2009) observaient des évolutions positives très nettes par rapport au sol de savane, nous avons observé seulement une légère évolution positive. De plus, pour les bases échangeables, alors que Kasongo *et al.* (2009) observaient une évolution positive par rapport à la savane, nous avons observé une évolution négative. Ces différences de résultats pourraient s'expliquer par le fait qu'entre 17 et 23 ans de pratique agroforestière, il y a eu, dans certains cas, une récolte supplémentaire de manioc et de maïs. Des éléments minéraux ont alors été exportés hors du système sans avoir été compensés par des apports d'engrais.

Cette incertitude sur la durabilité de la fertilité des sols est aussi à relier à la baisse du pH dans le sol de la plantation d'acacia par rapport au sol de savane. En effet, cette baisse va jusqu'à une valeur moyenne de 4,6 qui est en dessous de la valeur seuil de 5, où l'aluminium devient soluble et peut être fixé sur le complexe d'échange. Même si les plantes tropicales sont en général adaptées à des sols très acides, de fortes quantités d'aluminium échangeable peuvent conduire à des problèmes de toxicité aluminique et/ou à une baisse du rendement des cultures. Cette baisse du pH a été observée malgré la pratique du brûlis qui a comme effet positif de libérer les éléments minéraux qui sont contenus dans la biomasse végétale. Mais cet effet a été certainement de courte durée et n'a pas suffi pour équilibrer l'exportation des éléments minéraux qui sont contenus dans le bois et les récoltes de manioc et maïs.

Enfin, l'incertitude sur la durabilité de la fertilité des sols provient de la pratique du brûlis des rémanents aériens (feuilles, brindilles). Ce brûlis a certes un effet positif sur le sol, puisqu'il permet de faciliter l'accès, d'éliminer les adventices et les parasites, de libérer une partie des éléments minéraux stockés dans ces rémanents et de remonter temporairement le pH. Mais il a aussi un effet négatif, puisqu'il altère l'état de surface du sol (sol plus compact et moins filtrant), augmente l'érosion hydrique si le sol n'est pas rapidement couvert et augmente les pertes d'azote sous forme gazeuse (Gigou, 1995 ; Dembélé *et al*., 1997).

Une piste à explorer pour améliorer la durabilité de la fertilité des sols

Des agrisylviculteurs et des techniciens du projet estiment qu'il est très important de brûler les rémanents aériens par un feu courant de début de saison des pluies (qui carbonise plus qu'il ne consume) et de fabriquer le charbon de bois au sein des parcelles. Ils observent notamment, sur les anciennes meules, une taille des cultures et des arbres plus grande qu'en dehors des meules, ce qui suggère une meilleure fertilité chimique du sol. Cette observation est à rapprocher des travaux sur les terres noires d'Amazonie (nommées *Terra preta de Indios* ou *Dark earths*) qui ont montré que ces sols, témoins d'une ancienne occupation amérindienne et très riches en charbons de bois, ont encore aujourd'hui une bien meilleure fertilité chimique que les sols ferrallitiques typiques des tropiques. La gestion du charbon de bois (nommé « biochar ») dans les sols tropicaux commence alors à être préconisée pour maintenir, voire améliorer et la fertilité du sol et les rendements des cultures (Glaser *et al*., 2002 ; Major *et al.*, 2010 ; voir Rumpel dans cet ouvrage, chapitre 11). Pour marquer ce changement de paradigme, Lehmann *et al.* (2003) ont préconisé de réhabiliter le système de culture sur abattis-brûlis (*slash and burn*), en adoptant le nouveau nom de culture sur charbon (*slash and char*).

Lors des prochaines années, il serait pertinent d'essayer de répartir sur les parcelles les particules de charbon trop fines pour être commercialisées, que

l'on retrouve mélangées à la terre sablonneuse, sur les plateformes de carbonisation. Ce pourrait être un moyen pour améliorer la durabilité de la fertilité du système agroforestier de Mampu.

Incertitudes 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 avec une forte densité de *Chromolaena odorata* et d'espèces invasives (*Vernonia* sp., *Anthocleista schweinfurthii*, etc.) concurrençant l'acacia. 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 dû à une mauvaise gestion (érosion du sol, etc.) ou d'érosion génétique des peuplements.

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 sur une grande superficie (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 sur une petite parcelle d'essais (de l'ordre d'un ha), les hypothèses des chercheurs de l'époque (Peltier *et al.*, 1995) et celles émises par la suite (Harmand *et al.*, 2004). Ceux-ci avaient en effet montré qu'il était possible d'obtenir de bonnes productions de bois et de céréales, sur des sols relativement pauvres, par un système de jachères plantées en légumineuses arborées. On peut s'étonner que ces résultats se soient très peu vulgarisés en milieu rural en RCI Côte d'Ivoire (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, en s'inspirant probablement du système Taungya, développé en Asie depuis plus d'un siècle (Imo, 2009).

Le projet Mampu a également contribué à la diffusion de l'agroforesterie à *Acacia auriculiformis* sur le plateau Batéké. C'est le cas d'une initiative assez récente de plantation d'acacias (400 ha début 2009) à proximité de Mampu (Ibi village) pour la fixation de carbone, par la société privée Novacel. Les techniques initiées dans ce boisement proviennent du projet Mampu.

Le projet Makala, un appui pour l'avenir du projet Mampu

Lancé en février 2009, le projet Makala avait pour objectif de rechercher des solutions pour « Gérer durablement la ressource bois énergie en RDC », il était financé par l'Union européenne jusqu'en juin 2013. Il a tiré, entre autres, un

bilan plus précis de l'expérience de Mampu et a promu son extension auprès de diverses sources de financement. Celle-ci pouvant 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. Début 2013, un nouveau projet de plantations agroforestières a été mis en œuvre à Ntsio, sur un bloc d'environ 5 000 ha sur les plateaux Batéké, par la Fondation Hanns Seidel.

D'autres modèles agroforestiers méritent d'être testés

Le modèle Mampu est une réussite adaptée aux 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 Batandu habitant les districts des Cataractes et de la Lukaya (Nsimundele *et al.*, 2010). Celles-ci aboutissent, dans certains cas de protection continue sur une longue période, à la création de véritables agroforêts. Elles 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, support de champignons, fleurs butinées par les abeilles, pharmacopée et, en éclaircie ou exploitation sanitaire, bois de feu et d'œuvre). Le projet Makala étudie ces agroforêts traditionnelles et détermine les conditions techniques et socio-économiques de leur enrichissement et diffusion.

D'autre part, sur le plateau Batéké, le projet Makala a commencé à tester les méthodes de Régénération naturelle assistée (RNA) dans les derniers lambeaux de forêts galeries, avec la collaboration des populations qui les mettent en culture. Avant la défriche, des arbres utiles sont sélectionnés pour être protégés. Puis, pendant la période de cultures agricoles, la germination et la multiplication par rejets de souche et drageons des espèces forestières locales préexistantes (Diowo *et al.*, 2015) sont favorisées par des pratiques de sarclage sélectif, d'éclaircie et d'élagage. Le suivi de ces tests montre une faible survie des arbres conservés lors du défrichement pour les cultures, car ces arbres sont affectés par les feux lors du brulis, ce qui limite l'applicabilité de la technique proposée (Peltier *et al.*, 2014). Par contre, les rejets de souche et les drageons des espèces forestières naturelles protégés par RNA au moment des sarclages ont montré une croissance rapide qui permet, à faible coût, d'installer rapidement une jachère ligneuse, technique testée et déjà appréciée par de nombreux agriculteurs. On espère ainsi mettre en place un système agroforestier, inspirée des pratiques anciennes, qui conservera mieux les sols et la biodiversité, tout en augmentant les ressources des agriculteurs.

a : sélection d'un rejet naturel dans un champ après brûlis et mise en culture.
© R. Peltier
b : rejet d'Oncoba sélectionné par la méthode du RNA, 9 mois après sa protection. Projet Mampu, Congo RDC.
© R. Peltier

Bibliographie

Baumer M., Wood P., 1986 – « Agroforestry research and development: agroforestry practices for the solution of food, fodder and fuel shortages ». *In* Carlson L. W., Shea K. R. (eds) : *Increasing productivity of multipurpose lands*, Nairobi, IUFRO research planning workshop for Africa Sahelian and North Sudanian zones, 1 UFRO : 22-88.

Bisiaux F., Peltier R., Muliele J.-P., 2009 – Plantations industrielles et agroforesterie au service des populations des plateaux Batéké, en République démocratique du Congo. *Bois et Forêts des Tropiques*, 301 (3) : 21-31.

Dembélé F., Masse D., Yossi H., 1997 – « Rôle des feux de brousse sur la dynamique des adventices et sur la qualité des sols au cours des premières années de jachères dans les régions soudaniennes du Mali ». *In* Floret C., Pontanier R. (éd.) : *Jachère et maintien de la fertilité*, Bamako, Mali, IER/Orstom : 33-39.

Diowo Mukumary S., Proces P., Dubiez E., Marien J-N., Peltier R., Bellefontaine R., 2015 – Caractérisation partielle de la régénération naturelle *d'Albizia adianthifolia* sur le plateau Batéké (République Démocratique du Congo). *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Regards/Terrain, 2015, mis en ligne le 21 janvier 2015. URL : http://vertigo.revues.org/15446

Ducenne Q., 2009 – *Évaluation des actions agroforestières développées à Mampu, RDC*. Cardno Agrisystems Ltd. Vol. I : Synthèse finale, 32 p. Vol. II : Rapport final, 83 p.

Gigou J., 1995 – « La dynamique de la matière organique et de l'azote dans les sols tropicaux des zones humides et très humides ». *In* Pichot J., Sibelet N., Lacoeuilhe J. J. (éd.) : *Fertilité du milieu et stratégies paysannes sous les tropiques humides*, Montpellier, France, Cirad/ministère de la Coopération : 194-206.

Glaser B., Lehmann J., 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.

Gond V., Dubiez E., Boulogne M., Gigaud M., Peroches A., Pennec A., Peltier R., 2016 – Forest cover and carbon stock change dynamics in the Democratic Republic of Congo: Case of the wood-fuel supply basin of Kinshasa. *Bois et Forêts des Tropiques*, 327 (1) : 19-28. http://bft.cirad.fr/cd/BFT_327_19-28.pdf

Harmand J.-M., Njiti C. F., Bernhard-Reversat F., 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 : 249-265.

Imo M., 2009 – Interactions amongst trees and crops in taungya systems of western Kenya. *Agroforestry Systems*, 76 : 265-273.

Kasongo R. K., Van Ranst E., Verdoodt A., Kanyankagote P., Baert G., 2009 – Impact of *Acacia auriculiformis* on the chemical fertility of sandy soils on the Bateke plateau, DR Congo. *Soil Use and Management*, 25 : 21-27.

Lehmann J., Da Silva J. P., Steiner C., Nehls T., Zech W., Glaser B., 2003 – Nutrient availability and leaching in an archaeological Anthrosol and a Ferralsol of the Central Amazon basin: fertilizer, manure and charcoal amendments. *Plant and Soil*, 249 : 343-357.

Major J., Rondon M., Molina D., Riha S. J., Lehmann J., 2010 – Maize yield and nutrition during 4 years after biochar application to a Colombian savanna oxisol. *Plant and Soil*, 333 : 117-128.

Nsimundele Nkondo L., Diansambu Makanua I., Dubiez E., Proces P., Marien J., Peltier R., Vermeulen C., 2010 – Conserver ou manger la forêt ? Le paradoxe des paysans en périphérie de Kinshasa, RDC. Aires protégées traditionnelles du Bas-Congo. *Le Flamboyant*, 66/67 : 33-37.

Peltier R., Balle P., 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*, Montpellier, France : 219-227.

Peltier R., Dubiez E., Diowo S., Gigaud M., Marien J-N., Marquant B., Peroches A., Proces P., Vermeulen C., 2014 – Assisted Natural Regeneration in slash-and-burn agriculture: Results in the Democratic Republic of the Congo. *Bois et Forêts des Tropiques*, 321 (3) : 67-79. http://bft.cirad.fr/cd/BFT_321_67-79.pdf

Schure J., Ingram V., Akalakou-Mayimba C., 2011 – *Bois énergie en RDC : Analyse de la filière des villes de Kinshasa et de Kisangani.* Projet Makala-Cifor, Kinshasa, RDC, 85 p. http://makala.cirad.fr/les_produits/publications/rapport/analyse_de_la_filiere_bois_energie_des_villes_de_kinshasa_et_de_kisangani_2011