" Gérer durablement la ressource bois énergie "

Les notes de perspectives du Projet Makala

N°5 - Mars 2013

Evolution de la ressource ligneuse et des stocks de carbone

Entre 2010 et 2012, une étude complexe a été menée pour apporter des éléments qualitatifs et quantitatifs fiables sur l'évolution de la ressource ligneuse sur le bassin d'approvisionnement en bois énergie de Kinshasa.

Cette étude pluridisciplinaire (Figure 1) a mobilisé l'analyse d'images satellites, la cartographie, les inventaires forestiers, la dendrométrie, des études sur la carbonisation traditionnelle et la compréhension des dynamiques sociales et économiques des zones d'étude.

En plus d'analyser l'évolution de la couverture forestière sur la période de suivi (1984-2012), ce travail a permis de quantifier pour la première fois, sur des bases scientifiques et des méthodologies solides, les stocks de biomasse aérienne et de carbone ainsi que leur évolution.

Après calage avec les standards REDD+, ces informations devraient se révéler très utiles dans la perspective des futurs projets REDD+ en Afrique centrale.

Cette étude couvre une superficie de 900 000 ha située sur le plateau Batéké et au Bas Congo. La zone d'étude concerne près de 80% de l'approvisionnement total en bois énergie de l'agglomération de Kinshasa (Figure 2).

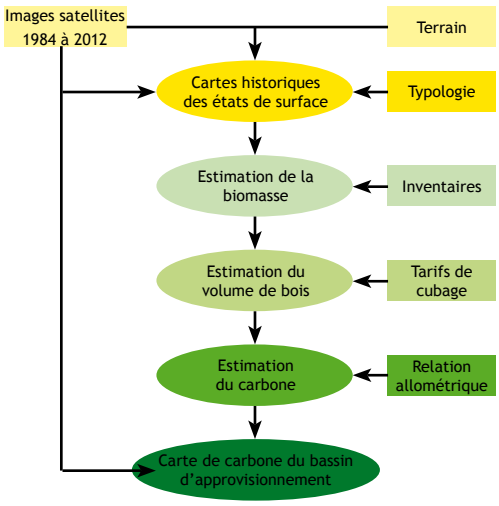


Figure 1 : Schéma méthodologique de l'analyse

Figure 2 : Bassin d'approvisionnement en bois énergie de Kinshasa (Schure - CIFOR)

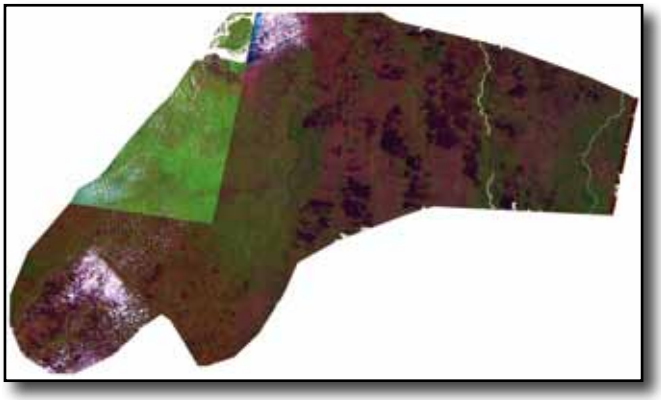


Figure 3: Composition colorée (5,4,3) du bassin d'approvisionnement en bois énergie de la ville de Kinshasa Landsat 7 ETM 2012 (Boulogne)

1/ Cartographie des états de surface

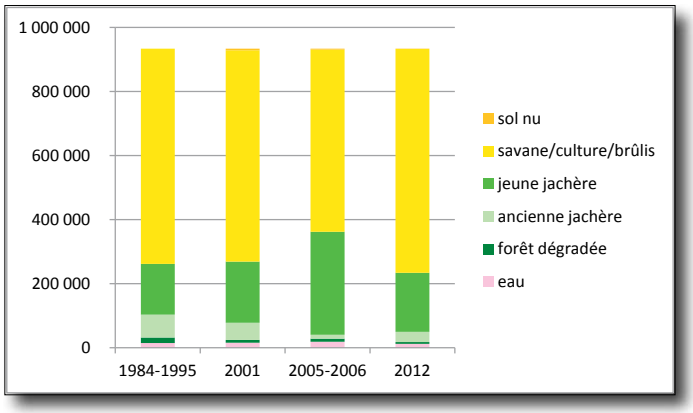


Figure 4 : Répartition et évolution des surfaces par type de végétation entre 1984 et 2012 (en ha) sur la zone d'étude

Afin d'estimer l'évolution du couvert forestier et les quantités de carbone stockées, nous avons disposé de données satellites couvrant l'ensemble du bassin d'approvisionnement avec une répétitivité temporelle suffisante (Figure 3).

Les données satellites LANDSAT ont permis de reconstituer depuis le début des années 1980 l'état de la surface de la région de Kinshasa. Quatre dates clés ont été analysées, 1984, 2001, 2005 et 2012 afin de détailler l'évolution récente des états de surface.

Une première cartographie a été réalisée sur les images de 2012 grâce à des travaux de terrain qui ont permis de caractériser 6 types d'occupation du sol (sol nu, savane-culture-brûlis, jeune jachère, ancienne jachère, forêt dégradée et eau). Nous avons par la suite remonté le temps pour réaliser les cartographies pour 2005, 2001 et 1984 en faisant des correspondances spectrales et visuelles des types d'occupation du sol.

La Figure 4 représente l'estimation des états de surface dans le bassin d'approvisionnement et leur évolution entre 1984 et 2012 (exprimé en hectare). Sur cette figure on voit nettement la diminution des forêts dégradées et des anciennes jachères (vert clair) qui passent de 89 000 ha à moins de 37 000 ha en 28 ans, au bénéfice de la jeune jachère (vert foncé) et du complexe « savane/culture/brûlis ».

2/ Evolution de la biomasse et du potentiel bois énergie

L'estimation de la biomasse aérienne a été effectuée en 2012 suite à des inventaires forestiers sur le terrain. Les 293 placettes (3361 arbres de 44 espèces) réparties dans les six types d'occupation du sol ont permis de quantifier la biomasse aérienne. Ces mesures ont été réalisées sur la zone du plateau Batéké, dans les vallées de la rivière Lufimi.

Ces premières données, combinées aux données satellites ont permis une première évaluation globale de la biomasse aérienne dans la zone d'étude.

Après inventaire, 14 parcelles de jachères de 5 à 15 ans ont été échantillonnées et des abattages réalisés pour établir des tarifs de cubage.

Ces tarifs de cubage ont été réalisés sur 5 essences majeures dans la fourniture de charbon de bois et 6 essences secondaires mais également appréciées des charbonniers (Figure 5). Le choix des espèces repose sur l'observation des pratiques des villageois.

Liste des principales espèces à makala étudiées	Liste des espèces secondaires étudiées
Albizia adianthifolia (Schumach.) Wight	*Dracaena mannii* Baker
Hymenocardia ulmoïdes Oliv.	*Macaranga monendra* Müll.
Markhamia tomentosa (Benth.) K.Schum. ex Engl.	*Millettia eetveldeana* (Micheli) Haumann
Oncoba welwitschii Oliv.	*Millettia laurentii* De Wild.
Pentaclethra eetveldeana De Wild.& T. Durand	*Vitex congolensis* De Wild. & T. Durant
	Sapium cornutum Pax

Figure 5 : Liste des essences majeures pour la fourniture de charbon de bois (Péroches)

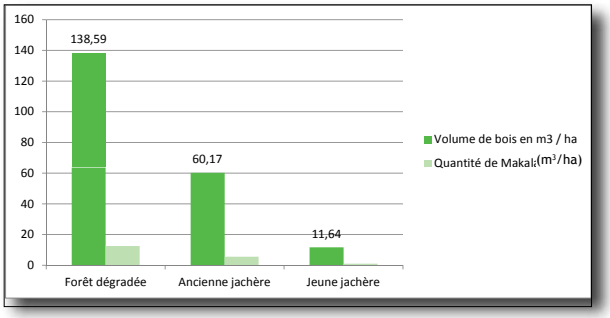


Figure 6 : Biomasse ligneuses aérienne en bois (m³/ha) et potentiel charbon de bois (tonnes/ha) des structures forestières du plateau Batéké en 2012 (Péroches)

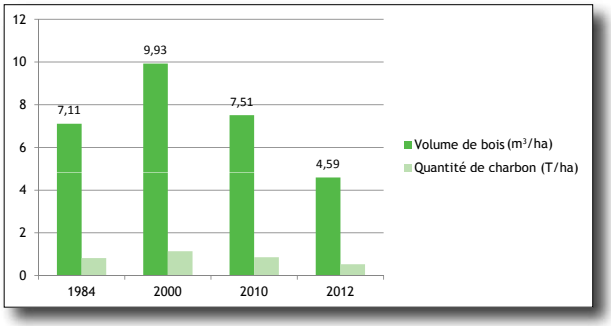


Figure 7 : Evolution du volume moyen de bois (m³/ha) et de la quantité de charbon de bois (tonnes/ha) à l'hectare sur le plateau Batéké (Péroches)

La Figure 6 présente le niveau de la biomasse aérienne disponible par hectare ainsi que le potentiel de production en charbon de bois pour les forêts dégradées, les vieilles et jeunes jachères en 2012. La biomasse sur pied des forêts dégradées est ainsi le double de celle des vieilles jachères et plus de 13 fois celles des jeunes jachères. Le potentiel de production de charbon de bois varie de 1 à 10 entre les jeunes jachères et les forêts dégradées.

La Figure 7 présente l'évolution des biomasses ligneuses aériennes moyenne sur pied et du potentiel de charbon de bois sur la zone d'étude entre 1984 et 2012. Le volume moyen de bois disponible par hectare entre 2000 et 2012 a diminué de plus de 50% en 10 ans.

3/ Evolution des stocks de carbone aérien

Les valeurs de carbone ont été estimées en divisant par deux les valeurs de biomasse aériennes brutes (Figure 8). Sur cette figure, les mesures de biomasse (en vert foncé) des cinq types d'occupation du sol ainsi que leurs équivalents en carbone (en vert clair) permettent de se faire une idée du stock en tonne de carbone par hectare.

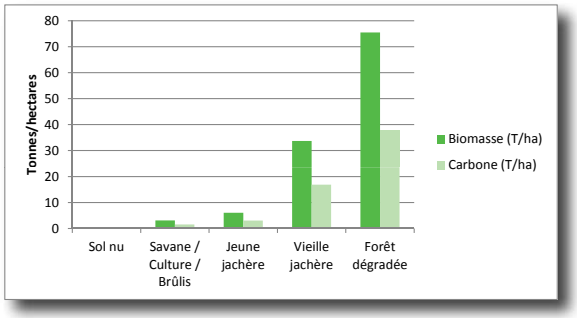


Figure 8 : Estimation de la quantité de carbone (tonne/ha) sur pied en fonction du niveau de dégradation des forêts et jachères en 2012 (Boulogne)

Ces données ainsi que les valeurs de biomasse et de carbone nous permettent de proposer des estimations de changements des volumes de carbone dans le bassin d'approvisionnement entre 1984 et 2012 (Figure 9).

Le cumul donne une idée de la quantité de carbone disponible sur l'ensemble de la zone d'étude (80% de l'approvisionnement total de Kinshasa). La Figure 9 montre l'érosion globale du stock de carbone dans le bassin d'approvisionnement. On note que cette érosion s'est faite pour l'essentiel au détriment des forêts dégradées et des anciennes jachères.

En 28 ans, la diminution globale du stock de carbone sur le bassin d'approvisionnement en bois énergie de Kinshasa est de 29%, soit environ 1% par an. Elle atteint plus de 67% pour le stock de carbone des forêts dégradées. L'accélération du rythme de dégradation provoque une baisse du stock de carbone forestier dans un rayon de plus en plus large autour de Kinshasa.

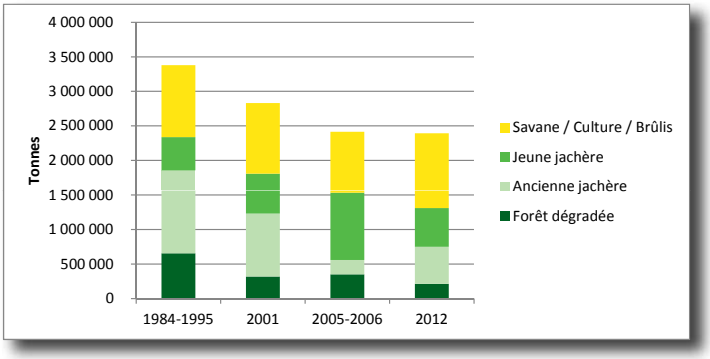
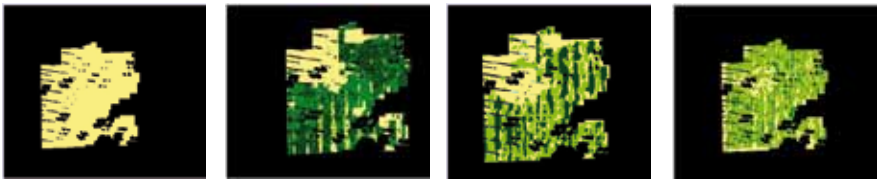


Figure 9 : Evolution du stock de carbone sur pied (en milliers de tonnes) entre 1984 et 2012 sur la zone d'étude en fonction du type de végétation (Boulogne)

Evolution des plantations agroforestières : L'exemple de Mampu

En regardant sur des sites particuliers on peut tout aussi bien analyser des phénomènes locaux. Les cartes de la plantation de Mampu entre 1984 et 2012 (les couleurs correspondent aux légendes des tableaux) montrent le site avant l'installation de la plantation (1984), le développement de la plantation (2001) puis les rotations de récoltes au sein de la plantation (2005) jusqu'aux coupes récentes (2012) où il ne reste que des jeunes jachères au détriment des anciennes jachères permettant le renouvellement du stock ligneux. Des inventaires ont été réalisées dans deux fermes du site agroforestier de Mampu et un tarif de cubage a été élaboré sur l'*Acacia auriculiformis*.



1984 2001 2005 2012

Figure 10 : Images satellites de l'évolution des états de surface du site agroforestier de Mampu entre 1984 et 2012

Ces informations spatiales (Figure 10) traduites sous forme de graphique montrent nettement l'augmentation de la proportion de jeunes jachères (jeunes plantations) au détriment des plantations matures (classe associée à la forêt dégradée). Cela traduit bien l'évolution du site et le remplacement massif des premières plantations par une deuxième génération d'Acacia et à l'heure actuelle par la troisième génération (Figure 11).

L'évolution des stocks de carbone est très instructive (Figure 12) On voit très nettement l'augmentation considérable du stock après la première campagne de plantations (2001).
La diminution drastique du stock de carbone entre 2005 et 2012 tient au fait que les classes d'âge ne sont pas équilibrées et à l'exploitation massive de la première génération. Ce stock devrait se redresser et se stabiliser au fur et à mesure du développement de la deuxième, voire de la troisième génération d'acacias et au lissage progressif des différentes classes d'âge.
Sans tenir compte des aléas de gestion et compte tenu des résultats acquis par ailleurs sur l'évolution de sa productivité, la plantation de Mampu, si elle continue sur sa lancée, devrait stocker en permanence entre 40 00 et 60 000 tonnes de carbone.

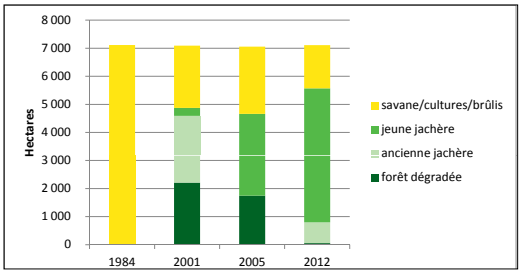
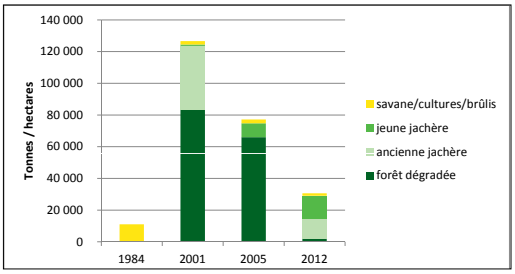
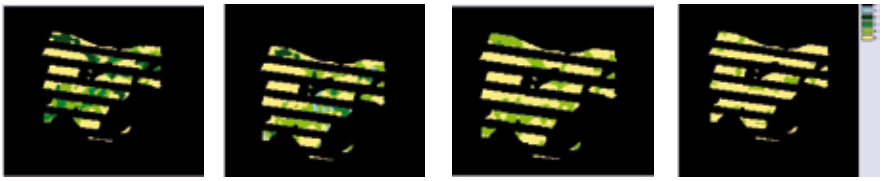


Figure 11 et 12: Estimation des changements d'états de surface (en hectares, Figure 11) et des stocks de carbone (en tonnes /ha, Figure 12) sur la plantation de Mampu entre 1984 et 2012.



Evolution des terroirs villageois : L'exemple de Kinduala

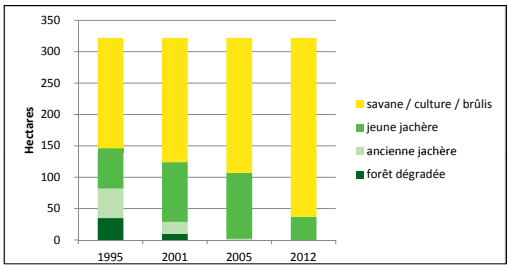
Grâce à l'utilisation combinée des mesures de terrain et de la télédétection, chaque finage du bassin d'approvisionnement peut être analysé individuellement. Le terroir villageois de Kinduala dans le Bas-Congo, près de Kisantu, subit une forte pression anthropique. L'analyse montre une forte déforestation jusqu'en 2005 pour ne laisser place en 2012 qu'à un paysage ouvert où se juxtaposent des parcelles agricoles et des formations de savanes. Les rayures sur le site sont dues à un défaut du capteur après 2003 (ces zones ont été masquées sur l'ensemble du jeu de données pour ne pas perturber les données statistiques).



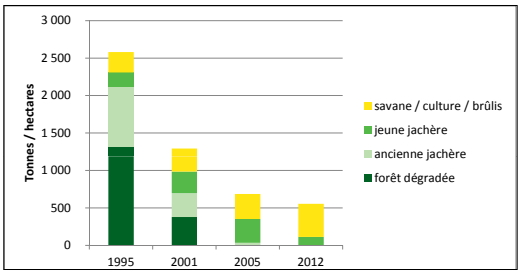
1995 2001 2005 2012

Figure 13 : Images satellites de l'évolution des états de surface du terroir de Kinduala entre 1995 et 2012

L'effet de la mise en culture et de la récolte de bois énergie est saisissant (Figure 14), avec la proportion croissante des cultures (jaune), une diminution très forte des jeunes jachères (vert clair).et la disparition quasi totale des vieilles jachères et forêts dégradées.
La chute vertigineuse des stocks (Figure 15) de carbone constaté (moins 78% en 17 ans) ne pourra pas, à l'inverse de l'exemple agroforestier se reconstituer. La disparition des formations boisées est à l'origine de cette diminution.



Figures 14 et 15 : Estimation des changements d'états de surface (en hectares, Figure 14) et des stocks de carbone (en tonnes/ha, Figure 16) sur le terroir de Kinduala entre 1995 et 2012.



Seule une politique volontaire et pérenne d'aménagement durable des terroirs, avec une dynamique très forte de réintroduction de l'arbre dans l'espace agricole, pourra inverser la courbe. Ce travail a été réalisé au cours du projet par l'élaboration de Plan Simple de Gestion dans le village de Kinduala et par l'introduction de plusieurs milliers d'arbres dans le cadre du projet Makala.

5/ Conclusions et perspectives

Nous disposons pour la première fois d'éléments qualitatifs et quantitatifs sur la dynamique de dégradation des écosystèmes (forestiers et non forestiers) dans le bassin d'approvisionnement de Kinshasa. Baisse drastique du couvert forestier, recul significatif des durées de jachères et savanisation, baisse des stocks de biomasse et de carbone constituent autant de signaux particulièrement forts… pour autant qu'on veuille bien les écouter, en prendre toute la mesure et en appréhender les conséquences et impacts à court et moyen terme.

Kinshasa dépend entièrement (hors importations) de son bassin d'approvisionnement pour les produits agricoles et ligneux. Les impacts de la dégradation des espaces ruraux et forestiers de cette zone en termes de perte de biodiversité, de baisse de ressource disponible, de dégradation des sols et diminution des rendements agricoles auront un effet majeur sur les populations urbaines.

Les projets d'afforestation et reboisement (agroforesterie par exemple) constituent une réponse partielle à ce problème. Il est ainsi (relativement) facile de reconstituer un stock de biomasse et de carbone. Par exemple, remonter le stock de carbone à son niveau de 1984 nécessiterait (à prélèvements stabilisés) 20 000 à 30 000 ha de plantations agroforestières réussies et gérées durablement. C'est faisable et de nombreux projets (labellisés REDD ou non) sont en cours ou en gestation sur cette thématique.

bbatis en forêt secondaire (E.Dubiez)

Néanmoins cette dynamique ne saurait suffire. En effet, les autres impacts liés à la dégradation des écosystèmes naturels ne seraient pas traités. La baisse de la fertilité des jachères forestières et la dégradation des sols et des ressources en eau liée à la quasi disparition des forêts galeries auront des conséquences autrement plus graves sur le quotidien des populations, tant rurales qu'urbaines. Bien sûr ces sujets sont d'autant plus difficiles à traiter qu'ils sont diffus, très largement répandus sur l'ensemble du bassin d'approvisionnement et qu'ils concernent des filières informelles et des populations en survie.

Chargement d'un camion de transport de charbon de bois (E.Mvula)

Relever ce défi est donc la priorité absolue qui devrait guider l'élaboration des politiques nationales d'aménagement du territoire et de développement d'une agriculture villageoise durable. A son échelle, le projet Makala contribue à apporter des savoirs (Analyse des flux), proposer des pistes d'action (PSG - plans simples de gestion villageois), valider des outils opérationnels (RNA - régénération naturelle assistée, agroforesterie villageoise) et appuyer une réflexion préalable à l'émergence de thématiques porteuses à développer dans le cadre de projets de recherche et développement.

Conception : Marien JN.; Bisiaux F.; Boulogne M.; Craps D.; Diowo S.; Dubiez E.; Gigaud M.; Gond V.; Lavialle J.; Peltier R.; Pennec A.; Peroches A.; Proces P.; Rerolles J.; Schure J.; Vermeulen C.; Yamba Yamba T.
Crédits photos : E.Dubiez, E.Mvula, P.Procès
Graphisme : Adélaïde Larzillière