



Chapitre 2-1

Appréhender la sylviculture tropicale dans sa complexité

2.1.1 Sylviculture tropicale

La sylviculture peut être définie comme l'ensemble des techniques de conduite et de traitement des formations ligneuses naturelles ou créées artificiellement. Des exemples de modalités de gestion des peuplements ligneux pour l'obtention de bois-énergie seront présentées dans ce chapitre.

- **Foresterie extensive** : amélioration sylvicole des peuplements naturels, selon les critères de dépenses minimales, visant à conserver et optimiser la potentialité de production de ces peuplements.
- **Foresterie intensive** : plantations forestières orientées vers l'obtention du maximum de produits à l'unité de surface en quantité et qualité par l'utilisation de techniques sylvicoles au sens strict (plantations, entretiens, élagages, éclaircies, ...) et de techniques parallèles telles que la fertilisation, l'amélioration génétique des arbres forestiers...

Foresterie extensive : *amélioration sylvicole des peuplements naturels, selon les critères de dépenses minimales, visant à conserver et optimiser la potentialité de production de ces peuplements. (Mémento du forestier, 1989)*

Nous ne développerons pas en détail cette action. Il s'agit de l'aménagement des écosystèmes forestiers en vue d'une exploitation durable de la ressource en bois. Il est nécessaire de faire des inventaires d'aménagement et d'exploitation pour quantifier la ressource présente dans le peuplement. De ces inventaires, des quotas et/ou des diamètres minimum d'exploitation seront fixés par espèces ou groupes d'espèces. Par la suite, un parcellaire sera élaboré et une rotation sera définie pour favoriser la reconstitution du peuplement en fonction des productivités.

Cette approche se pratique dans les concessions forestières industrielles en Afrique centrale mais est peu appliquée en milieu villageois ou avec beaucoup de difficultés.

Foresterie intensive : ligniculture en savane humide

Les zones de savane humide en Afrique centrale sont particulièrement intéressantes pour les plantations forestières dans la mesure où les coûts sont considérablement diminués, l'opération de déforestation étant très restreinte ou même inexistante.

La production forestière se distingue généralement des productions agricoles, par les points suivants :

- Longueur en cycle de production – croissance et productivité faibles les premières années de la vie de l'arbre, passant ensuite par un maximum,
- Peuplements généralement composés de plusieurs espèces, matériel végétal sauvage, présentant une grande variabilité tant du point de vue de l'importance de la production que des caractéristiques des produits,
- Mise en œuvre de techniques culturales dont le coût doit rester limité pour être compatible avec la durée du cycle de production et la productivité du peuplement.

Foresterie intensive : ligniculture en savane humide

« La ligniculture se définit comme une culture intensive d'arbres forestiers destinée à produire, au meilleur coût possible, dans des conditions qui s'apparentent finalement à celles rencontrées en agriculture, de la biomasse ligneuse dans un objectif précis de production qui peut être bois de service, matière première industrielle, papetière, bois d'oeuvre ou de déroulage, énergie. »

- Cette intensification est obtenue par un certain nombre de moyens :

- Le choix d'espèces bien adaptées aux conditions écologiques locales, susceptibles de fournir les produits définis qui sont recherchés, à fortes potentialités spécifiques et à croissance juvénile importante permettent à la fois une production élevée, une facilité d'entretien et une récolte précoce.

- La nécessaire simplification des peuplements : pour améliorer la productivité et obtenir les produits, —de qualité précise et régulière, réclamés par les utilisateurs, on est conduit à rechercher une grande homogénéité des peuplements qui peuvent être constitués d'une seule espèce, voire d'un nombre limité de clones différents (sous réserve des précautions à prendre en matière de risques sanitaires).

Foresterie intensive : ligniculture en savane humide

- Si possible le matériel végétal utilisé aura fait, au préalable, l'objet d'une amélioration génétique poussée lui conférant un niveau élevé, notamment sur le plan de la vigueur (liée finalement à la production et à la réduction des façons d'entretien nécessaires) et sur celui des caractéristiques techniques (rectitude, cylindricité, finesse de branche) densité du bois, pouvoir calorifique, caractéristiques mécaniques, retrait, caractéristiques papetières, etc...).
- On recherche une utilisation optimale des potentialités offertes par le milieu (topographie, sol, climat et saisons, etc.) qui peut être assez fortement artificialisé par des façons culturales intensives favorisant la croissance, l'application de fertilisation, par l'utilisation de l'irrigation, voire l'inoculation à l'aide de souches de symbiotes sélectionnées pour leur efficacité.

En outre, cette ligniculture de peuplements monospécifiques devra se préoccuper du maintien de la fertilité des sols, tout particulièrement lorsqu'il s'agit de plantation à courte rotation (évaluation des exportations de matières minérales lors des coupes et des éventuelles compensations par apport de fumures). Risque d'acidification des sols en raison d'une plus grande quantité de matière organique apportée par la biomasse végétale du peuplement forestier. L'acidification d'un sol s'accompagne de l'augmentation des teneurs en Aluminium pouvant conduire à des risques de toxicité aluminique.

Foresterie intensive : Agroforesterie

«L'agroforesterie peut être définie comme un ensemble de techniques d'aménagement des terres, impliquant la combinaison d'arbres forestiers, soit avec des cultures, soit avec l'élevage, soit même avec les deux.»

Dans cette partie, nous aborderons l'association des cultures avec les arbres pour la production de bois-énergie.

La combinaison peut être simultanée ou échelonnée dans le temps et dans l'espace. Elle a pour but d'optimiser la production par unité de surface, C'est un système stable, écologiquement sain qui fait toujours appel à **des méthodes compatibles avec les pratiques sociales et culturelles de la population locale.**

L'agroforesterie se définit par :

1. Le(s) système(s) de culture et/ou d'élevage associé(s) à des arbres forestiers ;
2. La fonction principale de la composante forestière : production, protection, services, ...
3. La durée de l'association : temporaire, permanente ;
4. La répartition de la composante forestière dans l'espace : régulière, irrégulière.

Foresterie intensive : Agroforesterie

En complément du premier point ; il faut préciser que l'agroforesterie tend généralement à considérer une sylviculture bien particulière : celle des arbres et arbustes, pas systématiquement forestiers poussant sur des terres soumises à une utilisation agricole.

Cet aspect de la foresterie n'est pas fait pour satisfaire tous les forestiers, car la foresterie apparaît au service de l'agriculture, c'est-à-dire d'agriculteurs de communautés rurales soucieux de l'efficacité-rentabilité de tout le système. Il est beaucoup plus rare d'observer une agriculture au service de la foresterie ce qui n'empêche pas, bien au contraire par leur association un échange de bons et loyaux services.

Ce système a été utilisé en particulier pour les plantations de Teck en Asie et en Côte d'Ivoire, pour celles d'Okoumé au Gabon et de Limba dans les deux Congo. Il pourrait redevenir d'actualité, si les grands groupes d'exploitation forestière s'orientait vers le reboisement des zones dégradées de leurs permis, à proximité des campements.

Assez naturellement, on peut distinguer trois groupes de systèmes impliquant la foresterie (au sens large):

- I. Systèmes agro-sylvicoles.**
- II. Systèmes agro-sylvo-pastoraux.
- III. Systèmes sylvo-pastoraux.

Systemes agrosylvicoles

1. Méthode *Taungya* et techniques apparentées aux cultures dans des plantations forestières

Systèmes agrosylvicoles faisant de la foresterie la composante privilégiée. Systèmes généralement non traditionnels.

2. Arbres dans l'espace cultural : arbres fruitiers, arbres à bois, arbres d'ombrage, légumineuses forestières et autres arbres de valeur ainsi associés à l'agriculture

Systèmes agrosylvicoles fortement représentés et variés, souvent complexes. Combinaisons multiformes allant de la symbiose permanente Arbres-Cultures à l'association temporaire avec une jachère forestière.

3. Arbres juxtaposés à l'espace cultural : haies vives, brise-vent ...

Systèmes agrosylvicoles caractérisés par la répartition de la composante foresterie en alignements. Associations en général permanentes.

Le choix des systèmes agrosylvicoles devra être fait en fonction des pratiques culturales pratiquées dans la zone d'intervention pour maximiser l'appropriation des itinéraires techniques

Système *Taungya*



Cette technique, relevant de l'agroforesterie pour de nombreux auteurs, est très largement utilisée dans les pays à climat tropical humide où elle répond souvent à certaines conditions de pénurie de terres.

Le *Taungya* dont le nom vient du birman est connu en Indonésie dès 1851 à Java -sous le terme « Tumpansari » et pratiqué en Thaïlande depuis 1911. Diffusée par les britanniques depuis le début du siècle dans leurs anciennes colonies, la méthode *Taungya* a fait école en Inde, dans de nombreux pays asiatique, en Afrique et en Amérique Centrale.

C'est en fait un contrat passé entre des agriculteurs locaux et généralement le service forestier du pays. Ce contrat est traditionnellement formulé pour réaliser des plantations de Tecks (*Tectona grandis*), sinon le plus souvent d'essences à (très) courte révolution comme *Gmelina arborea*.

Précisément, les services forestiers n'ont longtemps vu dans la méthode *Taungya* qu'un moyen peu coûteux de reforester des territoires grâce à une main-d'œuvre bon marché et généralement qualifiée (défricheurs).

Mais depuis 30 à 40 ans, devant la montée des problèmes inhérents aux besoins des communautés rurales: le système *Taungya* s'est développé par le biais du rôle socio-économique primordial qu'on lui a accordé. C'est pourquoi on peut y reconnaître une des techniques agroforestières lorsqu'il existe une réelle considération des besoins ruraux.

(Mémento du forestier, 1989)

Système *Taungya*



Avantage :

- Le défrichage et le labour de la parcelle, puis le désherbage de la culture intercalaire profite à la fois aux cultures et aux arbres;
- Protection contre le feu pendant la période culturale;
- Amélioration de la fertilité des sols par l'introduction de légumineuse dans le système (Toutefois l'amélioration de la fertilité des sols est très variable).

Désavantage :

- Le sarcler doit avoir connaissance des arbres plantés pour ne pas les couper;
- Cette méthode est peu adaptée aux zones les plus sèches (moins de 600-700 mm), à cause de la concurrence pour l'eau. En fait elle a eu une certaine extension pour des pluviométries annuelles dépassant 1 000 mm.
- Difficilement applicable pour de grandes superficies plantées en régie, du fait de la difficulté de bien maîtriser l'occupation du terrain par les agriculteurs. Pour de petites superficies, on en revient à l'association temporaire arbres-cultures au niveau du paysan. Par exemple, dans des zones de pluviométrie 800-1400 mm, dans l'Est-Kenya, au Burundi, dans l'Ouest et le Nord-Cameroun, les paysans plantent des cultures intercalaires dans leurs petits boisements d'eucalyptus, tant que l'arbre est très jeune, par exemple arachide en première année et sorgho en deuxième.

Arbre dans l'espace cultural



Agriculture en rotation avec les essences forestières

La pratique d'abattis-brûlis pratiquée en Afrique a conduit les agriculteurs à adapter des pratiques permettant de gérer la ressource en bois. Cependant l'augmentation de la population a conduit à une diminution des temps de jachères impactant la reconstitution de la fertilité des sols et la disponibilité en bois.

Depuis quelques temps, les enjeux autour de la gestion des écosystèmes forestiers naturels ont conduit à des programmes de plantations dédiés à la production de bois-énergie principal moteur de déforestation avec l'agriculture par abattis-brûlis en périphérie des centres urbains.

Exemple en Afrique :

Au Soudan un système de rotation du gommier (*Acacia senegal*) avec les cultures vivrières fonctionne depuis fort longtemps. Les cultures durent environ 4 ans, après lesquelles le gommier se régénère et reconstitue la fertilité du sol sur une jachère de 12 ans environ. Aux différents stades de leur développement, les peuplements de gommier produisent de la gomme, du fourrage et du bois.

Arbre dans l'espace cultural

Exemple en Afrique :



En République Démocratique du Congo, l'ethnie Bakongo donne deux exemples intéressants de systèmes culturaux, dont l'un est agroforestier et l'autre peut le devenir facilement :

- **Le système « Nkunku »** après les cultures comporte une mise en défens contre le feu de la zone laissée en jachère ; celle-ci enrichie, par semis, d'arbres fruitiers divers (goyavers, avocatiers, papayers) appartenant à la collectivité. De petits jardins familiaux (plantain, palmier et safoutier) s'installent également pendant qu'une végétation forestière se reconstitue sur l'ensemble de la surface de la jachère, ou « Nkunku », qui occupe des superficies de 10 à 200 ha. Ce système permet une remise en culture après une dizaine d'années ; il suppose un travail communautaire pour la réalisation du pare-feu et une coordination entre les villages pour la maîtrise du feu.

- **Le système « Mafuku »** s'adresse à des savanes dont la fertilité est très dégradée. La végétation existante est coupée et mise en tas (de plusieurs centaines à presque 2 000 par ha) puis, après 2 à 3 semaines, recouverte de terre et incinérée. La cendre est ensuite mélangée à la terre et chaque emplacement est mis en culture (manioc, haricots, arachides ou oignons) avec de bons rendements ; le sol est ensuite laissé en jachère sur une durée très longue. L'expérience a montré qu'il était possible de mettre en place un plant d'*Eucalyptus citriodora* ou *robusta* au niveau de chaque emplacement pour constituer des peuplements forestiers intéressants.

Arbre dans l'espace cultural



Exemple en Afrique :

A l'heure actuelle, la pratique du *Nkunku* est encore utilisée dans certaines localités de la province du Bas-Congo, mais l'exploitation de la ressource en bois pour la fourniture de charbon de bois à la ville de Kinshasa a conduit à la disparition progressive des massifs forestiers et à une diminution progressive des rendements culturaux.

Voir : Nsimundele Nkondo L., Diansambu Makanua I., Dubiez E., Procs P., Peltier R., Marien J.N. et Vermeulen C, 2010. **Conserver ou manger la forêt. Le paradoxe des paysans en périphérie de Kinshasa. Aires protégées traditionnelles du Bas Congo.** (Le Flamboyant, juin 2010, 66/67) ;



Photo : *Nkunku* dans le village de Kingunda, province du Bas Congo, RDC (E. Dubiez, 2010)

Arbre dans l'espace cultural



Agriculture en association permanente avec les essences forestières

Depuis plusieurs décennies, de nombreux agronomes, forestiers... puis agroforestiers, ont constaté tout l'intérêt de la jachère pour restaurer la fertilité des sols tropicaux, tout en déplorant les dégâts dus au brûlis et ont essayé diverses techniques pour trouver une solution durable pour remplacer le Slash-and-Burn (S&B).

Dans la zone intertropicale, les exemples d'arbres vivant en symbiose étroite avec les cultures sont nombreux et variés. D'une façon générale, la très fréquente protection par les agriculteurs d'Afrique de l'Ouest d'essences telles que Néré, le Karité, le Rônier et beaucoup d'autres donne de nombreux exemples de cette symbiose de l'arbre avec les cultures vivrières.

Cependant, au niveau du développement de ces pratiques, les résultats ont été décevants (cultures en couloir, bois raméal, micro-char, etc.) en raison de la faible appropriation par les agriculteurs. A l'heure actuelle, encore **plus d'un milliard d'agriculteur dépendent encore de l'agriculture sur brûlis pour leur survie quotidienne. Il est donc indispensable de proposer des pratiques facilement appropriable par les populations et adaptées à leurs pratiques culturelles.**

Arbre juxtaposé à l'espace agricole



La plantation d'arbres en haies vives peut permettre de délimiter un espace, de diversifier les productions, de limiter l'accès au champ aux animaux et également de permettre à des agriculteurs ayant un foncier limité de pouvoir planter des arbres en limite de champ.

A titre d'exemple, citons en Afrique :

- Les « bandes-abris » organisant le paysage agricole du pays Toupouri au Nord du Cameroun, plantées principalement de *Cassia siamea* dont le bois de feu est très apprécié.
- Les haies vives du pays Bamiléké dans l'Ouest Cameroun, relevant de techniques traditionnelles très élaborées, utilisant un très grand nombre d'essences.
- Les brise-vent protégeant certains périmètres irrigués expérimentaux avec *Eucalyptus camaldulensis* au Soudan et au Niger.



Photo : Plantation d'*Acacia auriculiformis* dans le village de Kinkosi en province du Bas Congo, RDC (E. Dubiez, 2012)

2.1.2 Exemple du système agroforestier de Mampu, RDC



Exemple d'une ligniculture sur savane humide devenu un système agroforestier de référence en RDC *
(Cas du massif agroforestier à *Acacia auriculiformis* de Mampu)



* Notes de perspectives n°7 « La durabilité des systèmes agroforestiers à *Acacia auriculiformis* en Afrique centrale » *Projet CapMakala*

http://makala.cirad.fr/les_produits/notes_de_perspectives

Historique du massif

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 qui devait poursuivre un objectif annuel de production de 126 000 t de charbon, à partir de l'an 2000 (Ducenne, 2009). La phase pilote (8 000 ha) a été mise en œuvre par la société Hva, avec des financements européens.

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 165 km à l'est de la capitale Kinshasa. L'emplacement a été choisi à proximité immédiate du centre de recherche de Kinzono, créé en 1976. Ayant testé plus de quatre-vingts espèces locales et exotiques, ce centre avait montré l'excellente croissance de l'espèce *Acacia auriculiformis* et l'intérêt de son utilisation pour la production de bois énergie. Entre 1987 et 1993, Hva a boisé 7 262 ha de savane dégradée, principalement à l'aide d'*Acacia auriculiformis* (plus de 95% de la surface plantée) et d'eucalyptus dans une mesure très marginale.

Suite aux événements de 1991, Hva abandonna les travaux en mars 1992. De janvier 1994 à mai 1995, la Fondation Hanns Seidel et le Centre d'Appui au Développement Intégré de Mbankana (CADIM) se virent confier le mandat d'assurer la protection de la concession.

Historique du massif

À partir des années 1998, la plantation de Mampu fut divisée 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 sur brûlis.

En effet, si les termes « système agroforestier » ont un sens très large d'association entre arbre, culture et élevage, dans l'espace et/ou dans le temps, 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 enrichie de ligneux utiles. Il est possible d'ensemencer la jachère soit par plantation, soit par régénération naturelle à partir d'arbres fixateurs d'azote, qui peuvent contribuer à rétablir un sol de bonne qualité plus vite que les espèces spontanées.

Itinéraire technique

Une agroforesterie à *Acacia auriculiformis*



Ce système de jachère arborée enrichie consiste en des rotations successives dont chacune voit se succéder un semis ou une plantation d'*Acacia auriculiformis*, son exploitation, une culture de maïs, de manioc ou d'autres cultures.

Cette technique inspirée de la pratique traditionnelle d'abattis-brûlis permet une meilleure appropriation par les producteurs et assure à peu de frais une régénération naturelle assistée des peuplements.



Itinéraire technique

Une agroforesterie à *Acacia auriculiformis*



Le premier cycle complet dure de 8 à 12 ans et se déroule comme suit :

- Plantation de jeunes plants d'*Acacia auriculiformis* sur un terrain préparé mécaniquement ou manuellement à la densité de 800 à 1200 plants/ha (par exemple à 2,5x4m d'écartement, ce qui correspond à 1000 plants/ha) ;
- Entretien et protection des plants contre la concurrence herbacée les incendies, le bétail, etc.... Il est également possible de cultiver des bandes, entre les lignes d'arbres, pendant une ou deux années, en utilisant des cultures qui ne soient pas trop concurrentielles pour les jeunes arbres, aux niveaux racinaires et aériens (par exemple : arachide en premier cycle, maïs en second) ;
- Exploitation du bois entre 8 et 12 ans pour la production de charbon de bois ;

Itinéraire technique

Une agroforesterie à *Acacia auriculiformis*



- Mise à feu contrôlée et superficielle des résidus d'exploitation forestière (après les premières pluies de la saison humide), pour lever la dormance des semences d'*Acacia auriculiformis* contenues dans le sol et renouveler le peuplement à moindre frais (sans passer par la phase de production de plants en pépinière).

Ce brûlis permet aussi de faciliter le semis agricole, de relever le pH superficiel du sol et de libérer des éléments minéraux qui faciliteront le démarrage des cultures agricoles ;

- Mise en culture agricole de la bande située entre les lignes d'arbres (par ex. bande de 3m de large, si plantation initiale à 2,5 x 4m), via un assolement maïs, manioc, arachides ... En fonction des potentialités agricoles et des marchés locaux;



Itinéraire technique

Une agroforesterie à *Acacia auriculiformis*



- Gestion des semis naturels d'*Acacia auriculiformis* en mélange avec la culture agricole, sur l'inter-bande non cultivée d'environ 1m de large, par éclaircie ou regarnissage, pour arriver à la densité finale recherchée au bout de 2 ans
- (par ex. garder un semis tous les 2,5m, si bandes espacées de 4m, pour obtenir une densité de 1000 plants/ha pour débiter la deuxième rotation arborée ;
- Pour les cycles suivants, on pourra installer le nouveau peuplement d'acacias, soit par semis naturel assisté, tel que décrit ci-dessus, soit par une nouvelle plantation, si le semis n'a pas bien réussi ou si l'on souhaite avoir une espèce ou une provenance plus productive. Cette dernière option n'est envisageable que s'il existe des sources de graines ou de clones et des pépinières.



Principaux enseignements et recommandations du système Mampu



• Techniques

Le respect des règles techniques et des calendriers de production sont des éléments majeurs de la réussite et de la conduite des plantations. Une qualité des plants défectueuse, des dates d'installation tardives, le défaut d'entretiens des parcelles et/ou des pare-feux et des ambitions trop fortes par rapport aux capacités d'action sont les principales causes techniques d'échecs observés. Il est donc important d'adapter les itinéraires sylvicoles proposés dans le cadre de boisement aux pratiques agricoles locales de manière à renforcer l'appropriation de la pratique.



(Note de perspective n°7, projet CapMakala, 2014)

Principaux enseignements et recommandations du système Mampu



• Sociologiques

A l'exception des plantations agroindustrielles, gérées par du personnel professionnel qualifié et sur un foncier sécurisé, les autres types de plantations sont gérées par des populations rurales formées et encadrées par des projets dans un premier temps, puis autonomes ou regroupées dans des structures associatives dans un deuxième temps.

Il est important, **dans le cadre d'un projet, de développer les capacités managériales des futures associations en charge de la gestion des futurs peuplements, de manière à renforcer l'autonomie** de gestion de ces structures. Plus la dépendance au projet est forte, moins la pérennité et la gestion durable des plantations seront effectives.

Dans le cadre d'une agroforesterie villageoise (petite superficie de plantation et nombreux planteurs), il est important de connaître les règles traditionnelles d'occupation foncière et d'utilisation des ressources naturelles au sein du terroir, afin **de proposer des modèles se rapprochant au plus près des pratiques locales, pour répondre au mieux au besoin des populations, tout en proposant des adaptations techniques aux systèmes existants.**

Principaux enseignements et recommandations du système Mampu



- **Economiques**

Une agroforesterie à acacias est une activité à finalité économique, faute de quoi il sera difficile de pérenniser des filières durables et rentables.

La composante agricole d'un projet agroforestier est très importante puisque les revenus induits par cette activité représentent souvent plus de la moitié du chiffre d'affaire de l'exploitation. Maîtriser les coûts et rechercher une bonne rentabilité nécessitent de disposer de données fiables et réalistes.

Certains éléments sont souvent difficiles à appréhender, comme par exemple comptabiliser les coûts de main d'oeuvre familiale et les rendements agricoles sous *Acacia* sp. Mieux connaître ces différents éléments permet de quantifier les gains, d'améliorer la conduite du système et de rendre durable le système, en maintenant des revenus élevés aux agriculteurs.

La composante agricole n'est pas la seule source de revenue. Au-delà du charbon de bois produit avec les Acacias, **le miel peut également, comme à Mampu, contribuer aux revenus des fermiers avec une espèce mellifère comme l'Acacia.**

Principaux enseignements et recommandations du système Mampu



Ecologiques

Les effets bénéfiques des plantations agroforestières se déclinent à tous les niveaux d'agrégation spatiale, de la parcelle au massif, au terroir et aux espaces périphériques (territoire au sens large).

Les bénéfices, affichés par les porteurs de projet et les bailleurs de fonds, vont de l'augmentation des rendements agricoles par l'amélioration de la fertilité des sols, à la conservation des sols, au stockage de carbone et à l'augmentation de la biodiversité dans les peuplements.

Ils conduisent à une augmentation des productivités et des revenus des populations mais sont minimisés si les itinéraires techniques ne sont pas respectés et adaptés aux conditions socio-environnementales des zones d'interventions.

Il semble dorénavant indispensable d'identifier et mesurer ces effets, de manière à optimiser les bénéfices issus de ces plantations agroforestières.

Principaux enseignements et recommandations du système Mampu



• Institutionnelles

Le cadre institutionnel est un élément majeur à prendre en considération dans l'élaboration de projets agroforestiers.

La sécurisation du foncier (différente de la délivrance de titres fonciers) est un préalable, que ce soit au niveau individuel, villageois ou agroindustriel pour la réussite d'un projet agroforestier.

La reconnaissance par les autorités administratives des activités agroforestières doit permettre de renforcer la sécurisation des plantations, de rassurer les acteurs et de les conforter dans leurs décisions d'investir dans l'agroforesterie.

Il serait également nécessaire de passer d'une logique d'assistance et de subventions à une logique d'appui au développement des filières sous forme d'incitations économiques (prêts, taxes incitatives...).

Quelques systèmes agroforestiers dérivés du système Mampou



- **Parcelles paysannes de 0,5 à quelques hectares répartis dans** un terroir villageois et gérés directement par un ménage ou par un groupement local;
- **Bocage constitué d'une ou plusieurs rangées d'acacias en plantations** périmétrales autour des parcelles de culture. Cette variante est très utile quand les espaces pouvant être dédiés au boisement sont faibles;
- **Massif agroindustriel à capitaux privés, de plusieurs centaines** à milliers d'hectares, gérés de manière intensive et capitalistique;
- **Plantations en mélange d'acacias et d'essences locales à forte** valeur ajoutée pour obtenir, en plus des produits agroforestiers classiques, une récolte de bois d'oeuvre à moyen ou long terme (il faut noter que la majorité des espèces locales a une croissance plus lente que les acacias, ce qui oblige à une sylviculture intensive, pour ne pas laisser ces derniers étouffer les premiers).

2.1.3 - Amélioration du matériel végétal



Une durabilité sur le long terme questionnée

Quelques éléments sur la durabilité des systèmes agroforestiers

La durabilité des systèmes agroforestiers à *Acacia sp.* dépend du maintien des revenus apportés aux populations qui en bénéficient. Ces revenus dépendent de la productivité ligneuse et agricole des cultures. En partant du principe que les itinéraires techniques seront respectés par l'agriculteur, la productivité dépendra de l'évolution de la fertilité du sol dans le système agroforestier et de la base génétique des acacias pour ce qui concerne la productivité en bois.

A Mampu, la base génétique des plantations est assez étroite et s'érode génération après génération par la pratique de la régénération par semis dans le système agroforestier de Mampu. Les plus faibles productivités des plantations diminuent la quantité de charbon de bois produite et le revenu des agroforestier. Il est donc important d'améliorer le matériel végétal en repassant par une phase de pépinière lors de la 3^{ème} rotation.

La diminution des revenus agricoles et forestiers est également due à une baisse de la fertilité des sols du système sans pratiques adaptées. Malgré l'amélioration en Azote des sols par les *Acacia auriculiformis*, l'exportation de l'ensemble des éléments minéraux par la récolte des végétaux (cultures agricoles et bois), conduit à une diminution de la fertilité chimique des sols du système agroforestier.

La base génétique des plantations est assez étroite et s'érode génération après génération par la pratique de la régénération par semis. Il est donc important d'utiliser du matériel végétal performant pour augmenter les productivités en bois et rendre efficace les financements dédiés au programme de (re) boisement.

L'installation d'essais de provenance de différentes espèces et provenances permet de comparer la productivité des différentes provenances et d'identifier le matériel végétal le plus performant.

A Kinzono, l'installation en 2012 d'un essai de provenance de différents lots d'*Acacia auriculiformis* (10) et d'*Acacia mangium* (13) (1250 arbres / Ha), provenant de leur aire géographique d'origine (Australie, Papouasie), comparés avec un lot de graines issues de Mampu (2) et de Kinzono (1), permet de comparer les productivités en volume de bois des différentes provenances. D'après les analyses de 2014, les médianes des volumes varient du simple au double, après deux ans, entre les différentes provenances d'*Acacia auriculiformis* et de l'*Acacia mangium*.

La mise en place de verger à graines des provenances les plus productives permet de produire du matériel végétal performant pour augmenter la productivité des peuplement forestiers.

- **Transformation en verger à graines de première génération**

A l'issue de l'essai de provenance, il sera possible de réaliser une première éclaircie génétique (400 arbres /ha), en éliminant les arbres les plus petits et/ou mal conformés. Une deuxième éclaircie génétique pourra être réalisée deux ans après pour arriver à une densité finale de 150 à 200 arbres par hectares. Cette densité permettra d'obtenir une parcelle d'arbres de très bonne venue et dont le houppier sera suffisamment développé pour favoriser la fructification.

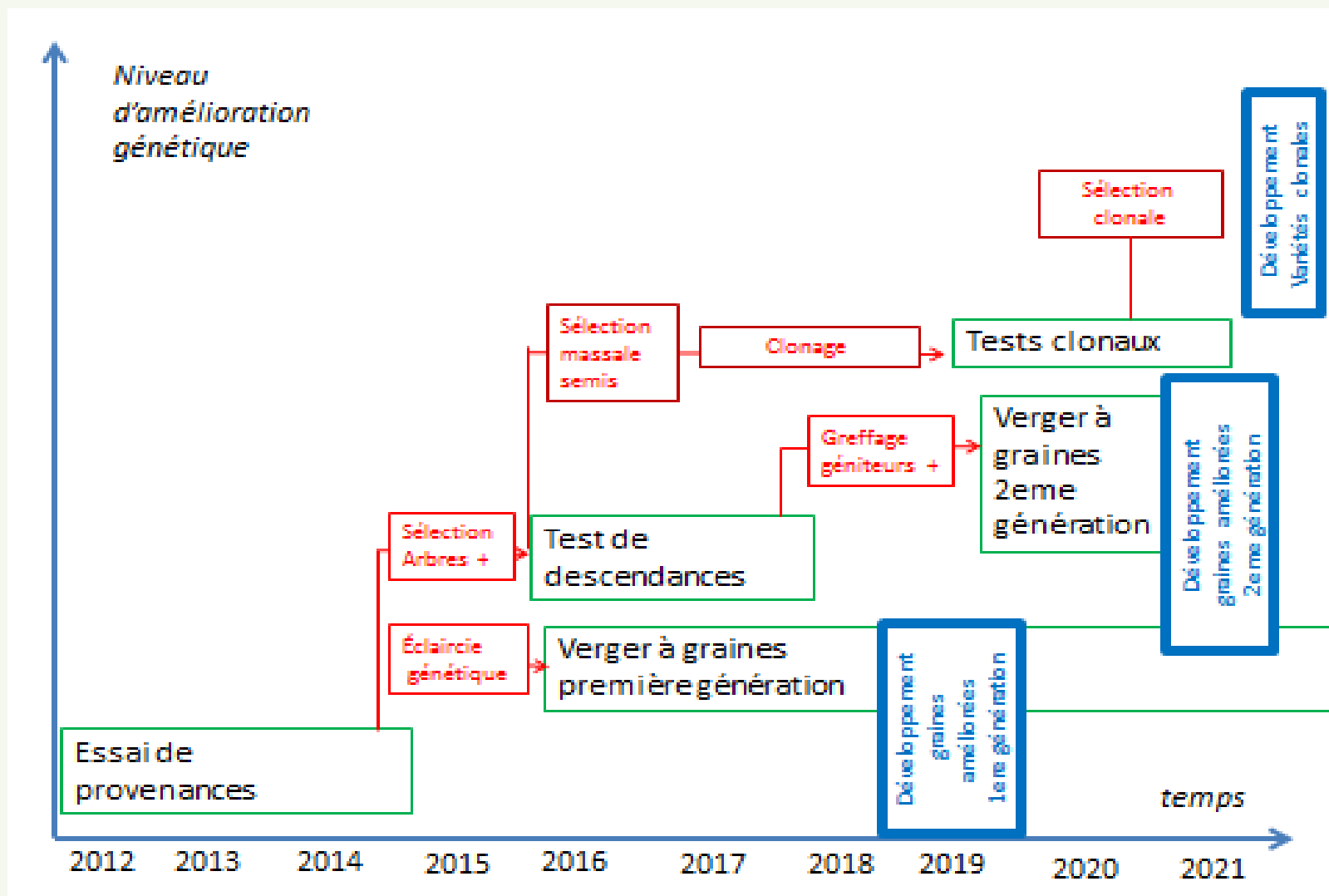
- **Comparaison des descendances**

On pourra, dès que possible, procéder à des récoltes de graines sur les arbres les plus beaux (phénotypes supérieurs) et les mettre en plantation comparative (descendances séparées). Les parents dont les descendances seront les plus performantes seront repérés et progressivement greffés afin de mettre en place un verger à graines de deuxième génération

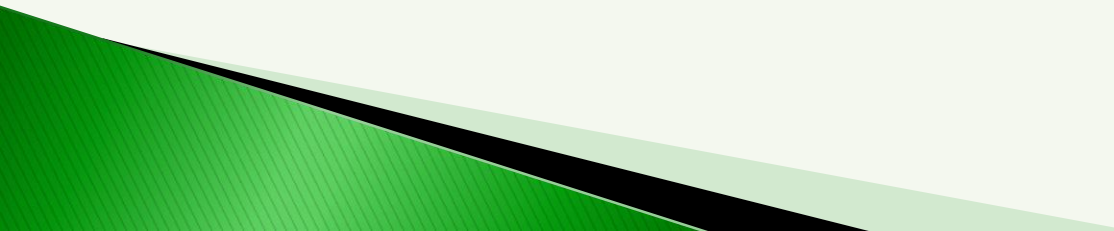
- **Identification et clonage des hybrides naturels supérieurs**

Il sera également possible de faire une sélection massale dès la pépinière, en identifiant les hybrides naturels pour les propager par voie végétative afin de mettre en place rapidement un embryon de sélection clonale.

Amélioration génétique du matériel végétal



Etude de l'évolution de la fertilité
des sols dans le système
agroforestier de Mampu



2.3.5.9 Etude de l'évolution de la fertilité des sols de Mampu



La fertilité chimique des sols est un autre facteur d'explication de l'évolution de la productivité. En 2012, à Mampu, la fertilité des sols a été étudiée dans des parcelles reboisées en 1988, l'une portant encore la futaie initiale (arbre de 22 ans) et les autres constituées de la 1ère génération (arbres de 2 ans, 4 ans, 8 ans, et 12 ans) et 2ème génération (arbres âgés de 1 an) de taillis dans deux fermes. La fertilité des ces sols a été comparée avec celle de sols voisins restés sous savanes. Les principaux résultats (tableau ci-dessus) mettent en évidence un effet du système agroforestier sur les caractéristiques du sol par rapport à la savane.

Cet effet induit (i) dans tous les cas, une légère augmentation de l'acidité des sols et de la teneur en Al échangeable, qui peuvent conduire, à moyens termes, à des problèmes de toxicité aluminique (ii) une diminution de la somme des bases échangeables (Ca, K, Na, Mg) liée à l'acidification des sols et par la fixation des éléments minéraux dans les végétaux (sur pieds ou déjà exportés, sous forme de bois et de produits agricoles). (iii) une augmentation de la teneur en N et de la CEC. Avec un recul de 22 ans après son installation, ce système agroforestier, bien que très productif, ne semble donc pas durable, à moyen et long termes, d'un point de vue de la fertilité chimique des sols. Il semble aussi que l'essentiel de la fertilité acquise par ce système agroforestier au cours du temps soit stockée dans la végétation (*A. auriculiformis* et/ou cultures exportées) et non pas dans le sol. Il reste cependant que ce système agroforestier est plus durable que la culture continue sans jachère améliorée, qui aboutit à une baisse plus importante de la CEC, des taux de matière organique, d'azote et de la plupart des autres éléments minéraux, en particulier sur les sols sableux du plateau Batéké.

2.1.4 - Directives principales pour la sélection des essences



Sélection des essences forestières

- Le choix des arbres dépend de différents facteurs qui doivent être pris en compte pour maximiser la réussite des activités entreprises avec les populations locales et le niveau d'appropriation des pratiques proposées pour pérenniser les actions dans le temps.
- Adéquation écologique de l'espèce avec son milieu
- Répondre aux besoins des agriculteurs
- Diversifier les arbres
- Disponibilité du matériel végétal
- Coûts et retour sur investissement
- Gestion des arbres
- Marché et diversification économique

Emilie Smith, Anne Kuria, Catherine Muthuri, Roeland Kindt et Fergus Sinclair.

Sélection des arbres pour des interventions agroforestières durables dans les Bassins du Lac Tanganyika (ICRAF)

L'adéquation écologique

Les espèces choisies doivent être adaptées aux conditions climatiques, pédologiques et topographiques.

Difficulté de prédire comment certaines espèces peuvent se comporter dans différents environnements.

Certaines espèces ont une meilleure performance dans certains milieux mais peuvent survivre dans des conditions diverses.



Prendre en considération l'adéquation écologique des arbres en consultant les sources d'informations scientifiques ou en observant les caractéristiques du milieu dans lequel l'arbre évolue naturellement.



Les besoins des agriculteurs

- ▶ Les agriculteurs doivent identifier leurs besoins individuels ou collectifs, les marchés locaux existants et leurs attentes d'un point de vue environnemental (amélioration de la fertilité des sols par l'utilisation de légumineuse, lutte anti-érosive, fourniture de différents biens ...).
- ▶ Distinguer les besoins entre les femmes et les hommes et en fonction du type d'agriculteur identifié. Les besoins dépendront par exemple des surfaces disponibles par agriculteur pour des actions de reboisement.
- ▶ Utilisation d'outils participatifs comme des classements ou des hiérarchisations des préférences pour les espèces ou les utilités.



Les arbres utiles pour le bassin du lac Tanganyika. Boîte à outils pour la sélection et la gestion des arbres agroforestiers dans les bassins du lac Tanganyika. Guide d'utilisation. ICRAF. Juillet 2012.

<http://outputs.worldagroforestry.org/record/5733/files/MNI2201.pdf>

- ▶ Des écosystèmes plus diversifiés offrent une meilleure protection contre les risques environnementaux (maladie, changement climatique) et permettent de palier à l'instabilité des marchés).
- ▶ Utiliser de préférence des espèces multi-usages (mellifère pour l'apiculture, pharmacopée traditionnelle, feuille pour le fourrage, porteuse de chenille, perche, bois-énergie, bois d'œuvre ...).
- ▶ L'âge de maturité des arbres varie et un mélange d'espèces peut répondre à des besoins sur le court et long termes.



- ▶ Accès à un matériel de qualité est essentiel pour améliorer la qualité et la production des plants forestiers.
- ▶ Le choix des essences doit se faire en fonction de la disponibilité des semences et de leur qualité.
- ▶ Les agriculteurs doivent être formés aux pratiques de multiplication des essences (production en pépinière, multiplication végétative ...).



- ▶ Quels sont les avantages/bénéfices que les agriculteurs vont percevoir? Cela justifie-t-il ce coût?
- ▶ Quand est ce que les agriculteurs vont percevoir les bénéfices? Appréhender la question de la répartition des bénéfices dans le cadre d'action collective.

Planter et maintenir des arbres a un coût

- Le coût d'obtenir les plantules ou boutures
- Le coût de la main d'œuvre pour planter et entretenir les arbres
- Le coût de mettre la terre hors production agricole



- ▶ Certaines espèces sont plus difficiles à entretenir que d'autres (croissance plus ou moins rapide, capacité à étouffer les adventices, résistance aux maladies, insectes, ruminants, feu, etc.). Il faut donc considérer le temps disponible pour s'occuper des arbres
- ▶ Les arbres peuvent être une stratégie nouvelle pour les agriculteurs qui ont peu d'expérience dans la plantation et l'entretien des arbres
- ▶ La plantation peut demander des ajustements importants dans l'utilisation des terres et des pratiques agricoles (ombrage, type d'agroforesterie à choisir ...)
- ▶ Les formations et les démonstrations doivent être mises en place en fonction des besoins



Marché et diversification économique



- ▶ Augmenter les retours économiques des pratiques agroforestières
- ▶ Comprendre quelles espèces et produits offrent un potentiel aux agriculteurs
- ▶ Etude de marché sur les canaux commerciaux pour comprendre les opportunités pour les futurs planteurs



Espèces exotiques ou natives ?

Les avantages des arbres exotiques

- Programmes de reboisement traditionnellement concentrés sur la promotion de quelques espèces bien connues et souvent en système de plantation monocultural (*Eucalyptus sp.*, *Acacia sp.* ...)
- La plupart de ces espèces ont des une croissance initiale rapide (productivité, facilité d'installation), un bon taux de survie (rusticité) et permettent des retours rapides sur l'investissement



Les désavantages des arbres exotiques

- ▶ Difficile de prévoir comment ils vont s'adapter aux conditions locales. Se renseigner sur l'introduction antérieure d'espèces exotiques dans le milieu d'intervention pour connaître leur adéquation.
- ▶ Les espèces exotiques peuvent devenir invasive risquant de perturber la biodiversité du milieu.
- ▶ Sont souvent très consommatrices en éléments minéraux lors de leur croissance, ce qui peut conduire à une exportation de ces éléments lors de l'exploitation des arbres et impacter négativement la fertilité des sols (y compris, quoique dans une moindre mesure, lorsqu'elles fixent l'Azote atmosphérique).
- ▶ Le manque de connaissances des agriculteurs sur ces espèces peut limiter leur appropriation.

Espèces exotiques ou natives ?

Les avantages des arbres natifs

- Les espèces natives sont bien adaptées aux conditions environnementales locales et sont essentielles pour le maintien de la biodiversité ;
- Les agriculteurs ont l'expérience de leurs présence et performance dans le milieu et de leurs utilités diverses.



Les désavantages des arbres natifs

- ▶ En général, peu de connaissances scientifiques disponibles (sous étudié, sauf pour un petit nombre d'entre elles : Limba, palmier à huile, etc.) ;
- ▶ Les agriculteurs manquent souvent d'information et de savoir-faire sur leur multiplication ;
- ▶ Le déclin des arbres-mères et porte-semences peut créer une absence de matériel de multiplication ;
- ▶ Campagne de collecte des graines et domestication. À mettre en route ;
- ▶ Le grand désavantage de promouvoir les espèces natives est souvent lié à leur croissance lente, surtout pour les espèces de bois de qualité supérieure ;
- ▶ Le droit de propriété et d'usage sur les arbres natifs peut être un facteur contraignant (difficulté de prouver qu'on les a plantés).



Combiner les espèces exotiques et natives en se basant sur les besoins et les conditions locales

- ▶ En pratique il faut souvent combiner les espèces natives et exotiques pour pouvoir répondre aux différents besoins des agriculteurs et des niches agro-écologiques (noter que la plupart des fruitiers améliorés sont exotiques !)
- ▶ En général, si des caractéristiques semblables existent et que les arbres peuvent jouer un rôle semblable, il est toujours préférable de choisir une espèce locale au lieu de l'exotique.
- ▶ Mais si aucune espèce locale ne peut répondre à des caractéristiques souhaitées, il faut chercher l'information sur la nature de l'espèce exotique, surtout son comportement d'envahisseur potentiel et faire attention quant à leur emplacement.

Utilisation de légumineuse dans le boisement

- ✓ Les légumineuses permettent de fixer l'azote atmosphérique grâce à leur symbiose avec des bactéries (rhizobium). Cela peut contribuer à améliorer la fertilité du sol.
- ✓ Cependant, les facteurs influençant l'évolution des caractéristiques physico-chimiques des sols, suite à l'introduction d'une légumineuse fixatrices de N₂, peuvent être nombreux (situation climatique, conditions édaphiques, densité de plantation, âge de la plantation, espèce utilisée, gestion du peuplement...).
- ✓ Un suivi de l'évolution de la fertilité des sols suite à l'introduction d'une légumineuse serait nécessaire pour évaluer l'apport de l'arbre et réajuster les itinéraires techniques, si besoin.

Conclusion



Il n'existe pas une sylviculture unique et reproductible à toutes les zones.

Il est nécessaire d'adapter la sylviculture proposée en fonction des contextes d'interventions, qui doivent être étudiés préalablement, pour définir les itinéraires techniques, le choix des espèces ...

Il est nécessaire de bien déterminer les capacités et les besoins des populations pour que les programmes de gestion sylvicole soient compatibles avec les attentes des bénéficiaires.

**Prendre en compte les pratiques des agriculteurs, leurs savoirs locaux ...
pour proposer des solutions appropriables et pérennes dans le temps.**

Références bibliographiques

- Cochet, H., & Devienne, S. (2006). Fonctionnement et performances économiques des systèmes de production agricole: une démarche à l'échelle régionale. *Cahiers agricultures*, 15(6), 578-583.
- Cochet, H. (2011). *L'agriculture comparée* (p. 160). Quae.
- Le Roy, E., Karsenty, A., & Bertrand, A. (1996). sécurisation foncière en Afrique.
- Lescuyer G., 2000. Evaluation économique et gestion viable de la forêt tropicale. *Réflexion sur un mode de coordination des usages d'une forêt de l'est Cameroun*. Thèse pour l'obtention du titre de Docteur de l'E.H.E.S.S (Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales). 415 pages.
- Lizet, B., & de Ravignan, F. (1987). *Comprendre un paysage: guide pratique de recherche*. Editions Quae.
- Mémento du Forestier. CIRAD, Ministère des Affaires Etrangères Français. 1989.
- Saïd, M., & Sibelet, N. (2003). Le foncier de l' arbre. In *Organisation spatiale et gestion des ressources et des territoires ruraux. Actes du colloque* (pp. 360-367).
- Schlager, E., & Ostrom, E. (1992). Property-rights regimes and natural resources: a conceptual analysis. *Land economics*, 249-262.
- Sebillotte, M. (1974). Agronomie et agriculture. Essai d'analyse des tâches de l'agronome. *Cahiers de l'ORSTOM*, 24, 3-25.
- Sibelet N., Mutel M., 2012. Méthodes de l'enquête qualitative appliquée à la gestion des ressources naturelles. E-Formation version 2 française <https://enquetes-cirad-fr.iamm.fr/>
- Torquebiau, E. (1990). Introduction to the concepts of agroforestry. *ICRAF Working Paper*, (59).
- Weber J. Ressources renouvelables et systèmes fonciers. In *Quelles politiques foncières pour l'Afrique rurale ? Réconcilier pratiques, légitimité et légalité*. Sous la direction de Lavigne. Delville P. Karthala Coopération Française. 1998. p.20 à 22.



Merci de votre attention



***Reconstruire collectivement l'objet de l'intervention,
et s'assurer de sa pertinence comme de son caractère
appropriable aux problèmes locaux***
(CARON ET CHEYLAN, 2008)

Auteurs : Dubiez E.[°], Peltier R⁺, Peroches A.[°], Smith E.*.

[°]Projet Makala, 57 Avenue des Sénégalais, Gombé, Kinshasa, R.D.Congo). (emilien.dubiez@cirad.fr)

⁺Centre International en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD-ES, UR BSEF, Montpellier, France), (regis.peltier@cirad.fr).

*World Agroforestry Centre (Nairobi Kenya)