Institut de **R**echerche **A**gricole pour le **D**éveloppement

Ecole **N**ationale du **G**énie **R**ural des **E**aux et des **F**orêts

Pôle **R**égional de **R**echerche **A**ppliquée au **D**éveloppement des **S**avanes d'**A**frique **C**entrale

Ministère de l'**E**nvironnement et des **F**orêts

Des outils pour une gestion des parcs arborés à *Faidherbia albida*

Village de Gané en pays Tupuri
Province de l'Extrême-Nord du Cameroun

Travail réalisé par un groupe d'étudiants ENGREF de la formation Foresterie Rurale et Tropicale (promotion 2004-2005) avec l'appui de l'IRAD et du PRASAC, février 2005

Sous la direction de :
Georges SMEKTALA (ENGREF)
TAPSOU, Aboubakar NJIEMOUN (IRAD)
et Régis PELTIER (CIRAD)
Par les étudiants :
Ignacio GARCIA PEREDA, Lise GIRARD, Yeboa KOFFI, Cécile MADELAINE et Émilie PERREARD

REMERCIEMENTS

Les étudiants de la promotion 2004 Foresterie Rurale et Tropicale de l'ENGREF remercient toutes les personnes ayant contribué à la réalisation de cette étude en février 2005.

Nous remercions l'IRAD, en particulier le chef de centre de Maroua, M. Noé WOIN et le chef de station de Garoua, M. Célestin KLASSOU qui ont mis a notre disposition des moyens logistiques et humains pendant 3 semaines. Merci également au PRASAC pour son aide financière.

Nos remerciements vont aussi aux autorités traditionnelles et administratives qui ont facilité le déroulement de notre étude et au Lawan de Gané qui nous a accueillis avec beaucoup de convivialité.

Nous sommes tout particulièrement reconnaissants envers les chercheurs de l'IRAD qui nous ont accompagnés sur le terrain :

- Aboubakar NJIEMOUN, pour sa disponibilité et sa sérénité à toute épreuve ;
- TAPSOU, qui nous a formé sur la botanique du Nord Cameroun et aussi beaucoup renseigné sur son pays Tupuri ;
- Mama NTOUPKA, pour sa persévérance et le partage de ses connaissances.

Nous tenons aussi à remercier :

- les chauffeurs, qui ont fait preuve de patience et d'une disponibilité à tout instant, notamment notre pilote Sanda ;
- Oumarou pour sa vigilance et ses talents culinaires ;
- Jacqueline et Christine pour leur présence permanente et leurs bons repas ;
- les équipes de travailleurs pour leur efficacité et leur bonne humeur ;
- et tous les habitants de Gané qui nous ont accueillis chaleureusement et ont rendu ce voyage inoubliable.

Enfin, nous n'oublions pas :

- Georges SMEKTALA, pour nous avoir encouragés et avoir su diriger nos efforts ;
- Régis PELTIER qui a organisé ce séjour avec brio et enthousiasme ;
- Maya LEROY pour sa bonne humeur communicative et ses discussions ;
- Laurent TEZENAS DU MONTCEL pour son appui lors de la rédaction du présent rapport ;
- Le CIRAD-Forêt, Programme Bois pour la mise à disposition d'une étuve à Montpellier.

INTRODUCTION

La présente étude fait suite aux travaux menés depuis 2003 par les étudiants de l'ENGREF sur le village de Gané, dans la province de l'Extrême-Nord du Cameroun. Elle s'est déroulée du 10 février au 1er mars 2005 avec deux jours de botanique et de découverte du milieu, dix jours de terrain à Gané (du 13 au 23 février 2005) et deux jours de traitement des données à Garoua. La fin du traitement des données ainsi que la rédaction du rapport ont été réalisées à Montpellier dans la première semaine de mars 2005.

Dans le cadre du protocole de Kyoto de 1997, différents mécanismes de régulation des émissions de gaz à effet de serre ont été adoptés, notamment les Mécanismes de Développement Propre (MDP). Il s'agit pour les pays industrialisés de financer dans les pays du Sud des projets de séquestration de carbone atmosphérique ou d'utilisation d'énergies renouvelables au lieu des énergies fossiles.

Au Nord-Cameroun, des efforts ont déjà été faits pour promouvoir les parcs à faidherbias. Le projet Développement Paysanal et Gestion des terroirs (DPGT) et son opération « Faidherbia » ont permis la densification des parcs à faidherbia et leur extension spatiale par la distribution de primes (Teissier & Ousman, 1995). De nouveaux financements sont nécessaires pour que les paysans qui n'ont pas encore participé à l'opération sélectionnent également de jeunes faidherbias et pour que l'opération soit étendue aux régions non encore concernées par le projet. La présence et la préservation de ces arbres rendent la région susceptible d'héberger un projet MDP et, à terme, de bénéficier de nouvelles sources de financements. Cependant l'éligibilité d'un tel projet est soumise à de nombreuses conditions (cf. Engref 2005 : Capacité à mobiliser le MDP). Elle nécessite notamment une étude scientifique approfondie prouvant la séquestration continue de carbone grâce aux arbres et à leur gestion locale.

Pour contribuer à cette étude, nous avons mis en place, à l'échelle d'un village, un protocole permettant d'estimer le carbone stocké dans la biomasse ligneuse des parcs agroforestiers restant sur pied, grâce à la construction et à l'utilisation de tarifs de biomasse couplés à un inventaire du peuplement. Nous avons également étudié les pratiques des paysans relatives à la gestion de la ressource ligneuse afin de proposer un plan de gestion durable pour ces peuplements.

Le protocole mis en place a pour vocation d'aider à fournir des premiers résultats quant à la séquestration de carbone dans les faidherbias de la région. Dans le cas de la mise en place d'un projet MPD à une échelle régionale, il servirait à des études similaires dans d'autres villages.

1 CONTEXTE DE L'ETUDE

1.1 CARACTERISTIQUES DE L'EXTREME-NORD ET DU PAYS TUPURI

Au Cameroun, environ 60% de la population vit de l'agriculture. En dehors d'épisodes climatiques défavorables, la production agricole nationale suffit largement à couvrir la consommation nationale. L'élevage est l'activité dominante dans la plaine et constitue une source de revenus pour près de 30% de la population.

Dans la province de l'Extrême-Nord, la plupart des agriculteurs cultivent le coton, le mil et le sorgho. Le réseau routier est dense, mais non goudronné, donc impraticable en période de pluies. L'activité économique se concentre surtout autour de la SODECOTON (Société de développement du coton) et de quelques cimenteries.

En pays Tupuri (cf. Figure 1), le territoire compte en moyenne 75 habitants au km² et 160 à 200 habitants au km² dans le village étudié. Ces fortes densités de population entraînent des migrations de plus en plus importantes vers la province du Nord et vers des centres urbains, tels que Maroua ou Garoua.

Figure 1 : Localisation du pays Tupuri. Source : Site Internet de la Présidence de la République du Cameroun

1.2 LE MILIEU PHYSIQUE : CLIMAT ET CONTRAINTES

Le climat de la province de l'Extrême-Nord est de type soudano-sahélien. Il est caractérisé par des précipitations annuelles d'environ 800 à 1000 mm concentrées dans la saison des pluies qui s'étale d'avril-mai à septembre-octobre. Les températures atteignent souvent 45°C avec une moyenne annuelle de 35°C.

Les deux grandes contraintes environnementales qui marquent cette zone sont la sécheresse et des sols pauvres, majoritairement sableux.

1.3 ACTIVITES ET ORGANISATION LOCALE

Retranchée vers la frontière tchadienne à la suite des conquêtes peules, la population Tupuri est progressivement remontée vers le Nord s'étendant ainsi jusqu'à Dargala (IYEBI-MANDJEK, 2000).

Les villages de ces agro-éleveurs sont constitués de concessions (ensemble des cases d'une famille, cf. Figure 2). L'habitat est dispersé, les concessions étant séparées par les champs de cases. En saison des pluies ces champs sont voués aux cultures du *mil rouge* (variété de sorgho) et du coton. Lors de la saison sèche les ruminants y paissent afin que leurs déjections fertilisent le sol.

L'arbre dominant du parc est *Faidherbia albida*. On rencontre également *Azadirachta indica* à proximité des habitations et *Cassia siamea* le long des routes.

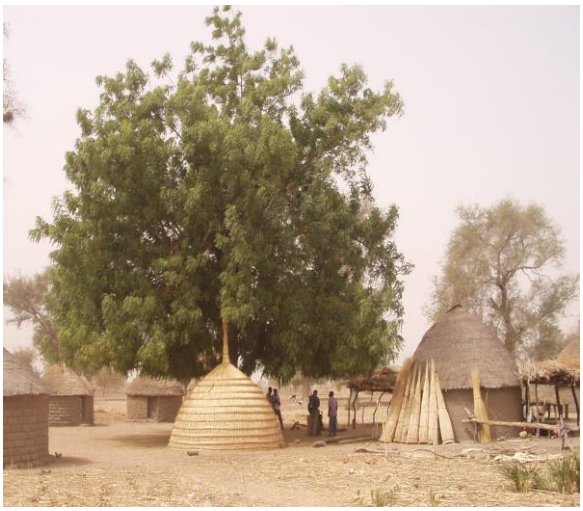


Figure 2: *Azadirachta indica* dans une concession.

Les champs de brousse quant à eux se trouvent à la périphérie du village (au delà de la zone des cases). Outre le coton, le sorgho et quelques cultures secondaires (arachides, pois de terre, niébé, etc.), on y trouve des cultures vivrières de sorghos de contre-saison. Dans ces champs de brousse, peu d'arbres âgés sont présents. On y rencontre cependant un grand nombre de jeunes tiges de *Faidherbia albida* sélectionnées par les paysans ces dernières années, notamment avec l'aide du projet DPGT.

Peu à peu, à l'échelle du paysage régional, une partie de ces champs de brousse se transforme en parc arboré (cf. Engref 2003 : Pratiques de gestion du faidherbia).

Les besoins en bois sont très importants, en particulier au cours des années de famine (sécheresse, criquets…) L'incapacité de la ressource forestière à couvrir les besoins du village se traduit par des émondages sur les neems et les faidherbias principalement. Or les paysans ne sont pas propriétaires des arbres de leurs champs : les faidherbias sont des arbres d'Etat (réf : rapport Gané 2004 et Sirlawé 2003). Pour l'émondage, ils doivent donc payer une taxe au représentant du chef de service des Eaux et Forêts, choisi par le Lawan du village.

Les habitants semblent assez mal informés des procédures administratives concernant les autorisations de coupes de bois et s'adressent en général aux responsables-délégués de quartier, eux-mêmes en relation avec le lawan[1], qui en réfère ensuite au chef de poste forestier. Parfois à des sanctions financières s'élevant à environ 3 000 FCFA sont prises à l'encontre de personnes responsables de coupes dites abusives.

1 Chef de village

Les résidus de culture et les déjections du bétail sont utilisés de manière intense. En effet, par manque de bois, les paysans prélèvent les tiges de coton et de mil après les récoltes pour alimenter leurs feux de cuisson. Dans le même but, ils ramassent et font sécher les bouses des bovins.

L'utilisation de foyers améliorés de conception locale est une des réponses à cette faible disponibilité en combustible ligneux (cf. Figure 3).

Figure 3 : Foyer amélioré traditionnel.

1.4 LES PROJETS « DEVELOPPEMENT PAYSANNAL ET GESTION DE TERROIRS » (DPGT) ET « EAU SOL ARBRE » (ESA)

1.4.1 Origine et objectifs du projet DPGT

Le projet Développement Paysannal et Gestion de Terroirs (DPGT) a permis la prise en charge des activités de développement rural assumées jusqu'à l'effondrement des cours mondiaux du coton par la SODECOTON. Ce projet, comprenant trois volets, avait pour but d'améliorer la sécurité alimentaire sur le long terme grâce à l'augmentation significative des rendements culturaux et l'amélioration de conditions de stockage.

Le volet « fertilité », dans lequel s'inscrivait " l'opération Faidherbia ", visait à répondre aux problèmes de gestion des ressources et de développement propres à la région. Dans ce but, des aménagements anti-érosifs, des pistes, des jachères améliorées et des étables fumières ont été mises en place.

Le volet « gestion de terroirs » fonctionnait comme un instrument d'organisation sociale et de médiation foncière (création de greniers villageois, de points d'eau et délimitation d'aires pastorales et de terroirs migrants).

Quant au volet « professionnalisation », il a donné lieu à des actions d'alphabétisation, d'information et de formation auprès des 1500 associations villageoises mises en place par la SODECOTON (cf. Figure 4).

Figure 4: Depuis deux ans, une nouvelle école travaille pour l'alphabétisation à Gané.

1.4.2 L'opération « Faidherbia »

L'opération « Faidherbia », mise en place dans le cadre du projet DPGT (GAUTIER, 2002), est la première d'une série d'opérations menées en faveur de l'insertion de l'arbre dans l'espace rural et en particulier dans les champs.

Dans un premier temps, les agents forestiers du DPGT ont organisé des réunions de sensibilisation à la préservation des arbres, auprès des groupements de producteurs de coton (GIC) sur les méthodes de sélection et d'entretien des très jeunes faidherbias (rejets).

Dans un deuxième temps, l'action incitative de préservation consistait à marquer les jeunes arbres sélectionnés par les cultivateurs souhaitant adhérer au projet. De 1996 à 1998, les primes étaient entièrement subventionnées par le DPGT, à hauteur de 100 FCFA par arbre sélectionné. Depuis 1999, les primes sont désormais payées pour moitié par le DPGT et pour moitié par les GIC.

Le faidherbia, espèce traditionnellement favorisée en pays Tupuri autour des habitations, présente plusieurs avantages (PELTIER, 1996 ; DEPOMMIER, 1996). Sa phénologie inversée par rapport aux autres essences lui permet de fournir du fourrage et de l'ombrage lors de la saison sèche. Au début de la saison des pluies, il perd ses feuilles et enrichit les sols en matières organiques tout en limitant l'ombrage sur les cultures. De plus, c'est une légumineuse qui fixe l'azote atmosphérique grâce à sa relation symbiotique avec des bactéries.

1.4.3 ESA, relais du projet DPGT

Le projet « Eau Sol Arbre », dont le maître d'œuvre est la SODECOTON, reprend l'essentiel des activités du volet " fertilité " du projet DPGT. Il comprend trois volets principaux.

Le volet « gestion de l'espace » consiste à délimiter des usages agricoles, pastoraux et forestiers des terroirs villageois, à préserver des aires pastorales et des couloirs de transhumance et à élaborer des schémas concertés locaux d'aménagement du territoire. Cela se traduit notamment par la mise en place de pistes pénétrantes (90 km prévus).

Le volet « recherche-développement » met l'accent sur la restauration de la fertilité des sols stériles (hardés).

Le volet « opérationnel » met en œuvre la quasi totalité des activités du projet. Il comprend les aménagements des terrains de culture, la construction d'ouvrages en pierres, la plantation de jachère arborée (600 ha prévus) et la plantation de haies vives (45 km prévus).

De plus l'opération « *Faidherbia albida* » (et « *Prosopis africana* ») est poursuivie. Enfin, des plantations scolaires seront menées afin de sensibiliser les enfants à l'importance de l'arbre (30 000 arbres plantés en prévision).

2 OBJECTIFS DE L'ETUDE

En collaboration avec le PRASAC et l'IRAD, nos investigations sont réalisées à Gané. Cette étude fait suite aux travaux menés sur les peuplements de *Faidherbia albida* en février 2003 et 2004.

2.1 PRESENTATION DES TRAVAUX ANTERIEURS

L'étude 2003 (ENGREF, 2003b) portait sur la structure du parc à *Faidherbia albida* et sur les pratiques de gestion des peuplements dans les différentes zones du terroir villageois (cf. Figure 5).

Ce travail a conduit à la cartographie du territoire et à un zonage sylvo-écologique. On distingue sur 583 ha :

— le parc arboré ancien sur les champs de case (180 ha) ;
— les champs de brousse (205 ha) ;
— la « brousse » au sens large (198 ha), qui regroupe les champs de sorgho de contre-saison (non cultivés chaque année), les zones de pâturage inondables et les zones de hardé.

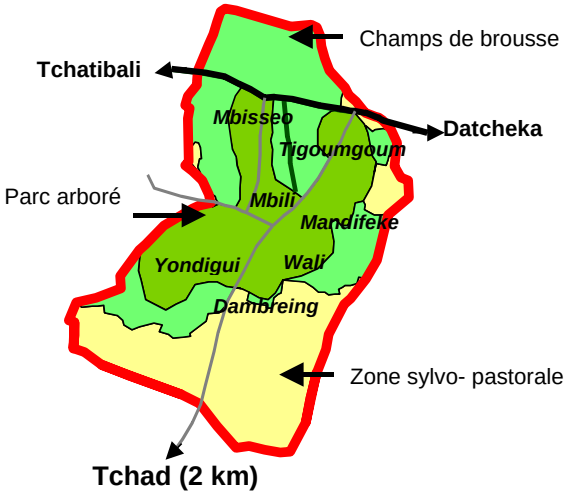


Figure 5 : Zonage du territoire de Gané.

En 2004, l'étude avait pour objectif l'estimation de la disponibilité en bois émondable sur le faidherbia. Des tarifs ont été établis entre la biomasse émondable et les caractéristiques dendrométriques des arbres émondés[2]. De plus, il était nécessaire de conforter les connaissances sur les pratiques de gestion du faidherbia.

Ces tarifs, perfectibles du point de vue statistique, ouvrent la voie à une gestion de la biomasse arborée des parcs à faidherbias. Ils permettent en effet, par couplage à des inventaires, d'estimer la biomasse émondable disponible à l'échelle d'une exploitation agricole et à l'échelle du terroir. Une telle information objective permet d'envisager la négociation avec les services de l'administration de règles de gestion durable plus souples et mieux adaptées aux besoins des populations.

2 L'émondage sera défini comme la pratique qui consiste à couper les branches au niveau des premières ramifications du tronc.

2.2 OBJECTIFS DE L 'ETUDE 2005

La finalité de l'étude de 2005 est la mise au point d'outils qui seraient utile lors de la mise en œuvre ultérieure d'un projet MDP.

Un premier outil devrait permettre l'évaluation de la biomasse stockée dans les troncs et les houppiers des arbres des parcs arborés.

Notre premier objectif est donc l'élaboration de tarifs de biomasse. L'utilisation de ces équations permettra d'estimer la biomasse (totale sur pied, émondée, et laissée sur pied) à partir de mesures dendrométriques (diamètre à hauteur de poitrine, surface du houppier). Des tarifs de biomasse du bois émondable sur *Faidherbia albida* ont déjà été établis en 2004. Il s'agit cette année d'améliorer la validité statistique des résultats en complétant l'échantillon de 2004 : 17 arbres de 10 à 90cm de diamètre au DBH. Cet échantillon est trop faible pour avoir une validité statistique acceptable. De plus, un tarif de biomasse des branches sera établi afin de pouvoir estimer la biomasse émondable d'un arbre sans en couper les branches. La construction d'un tarif de biomasse des compartiments « tronc » et « houppier » permettra l'évaluation du carbone stocké dans un peuplement de faidherbias donné.

Le deuxième objectif est de réfléchir à l'élaboration d'un plan de gestion de la ressource ligneuse à l'échelle du parc puis à l'échelle d'une famille.

Pour ce faire, l'estimation de la biomasse et de la productivité des branches à l'échelle du terroir villageois est nécessaire. Évaluer la production annuelle moyenne des houppiers de faidherbias émondés régulièrement permettra d'estimer le prélèvement maximum conseillé sur un peuplement. Cet objectif s'inscrit dans un contexte de ressource ligneuse limitée.

Un modèle de gestion du parc arboré à l'échelle d'une exploitation sera construit. Il s'agit d'un plan articulé autour de la satisfaction des besoins en bois énergie du ménage, du respect d'une densité de peuplement conforme aux prescriptions du projet ESA et de la planification des opérations nécessaires au renouvellement du parc. L'exemple étudiera la compatibilité entre protection et utilisation du peuplement sur les terrains d'une famille.

3 METHODES

La réalisation du travail de terrain à nécessité dix jours pour un groupe composé de cinq étudiants, d'un enseignant chercheur de l'ENGREF, de trois chercheurs de l'IRAD, et de dix villageois. Deux équipes sont formées pour un travail plus efficace.

Le terrain est le même que celui de l'année 2004. Les données passées prélevées de façon cohérentes avec celles de cette année seront regroupées et serviront pour les calculs de cette étude.

Les opérations sont présentées selon l'ordre chronologique des activités menées sur un arbre (cf. Figure 6).

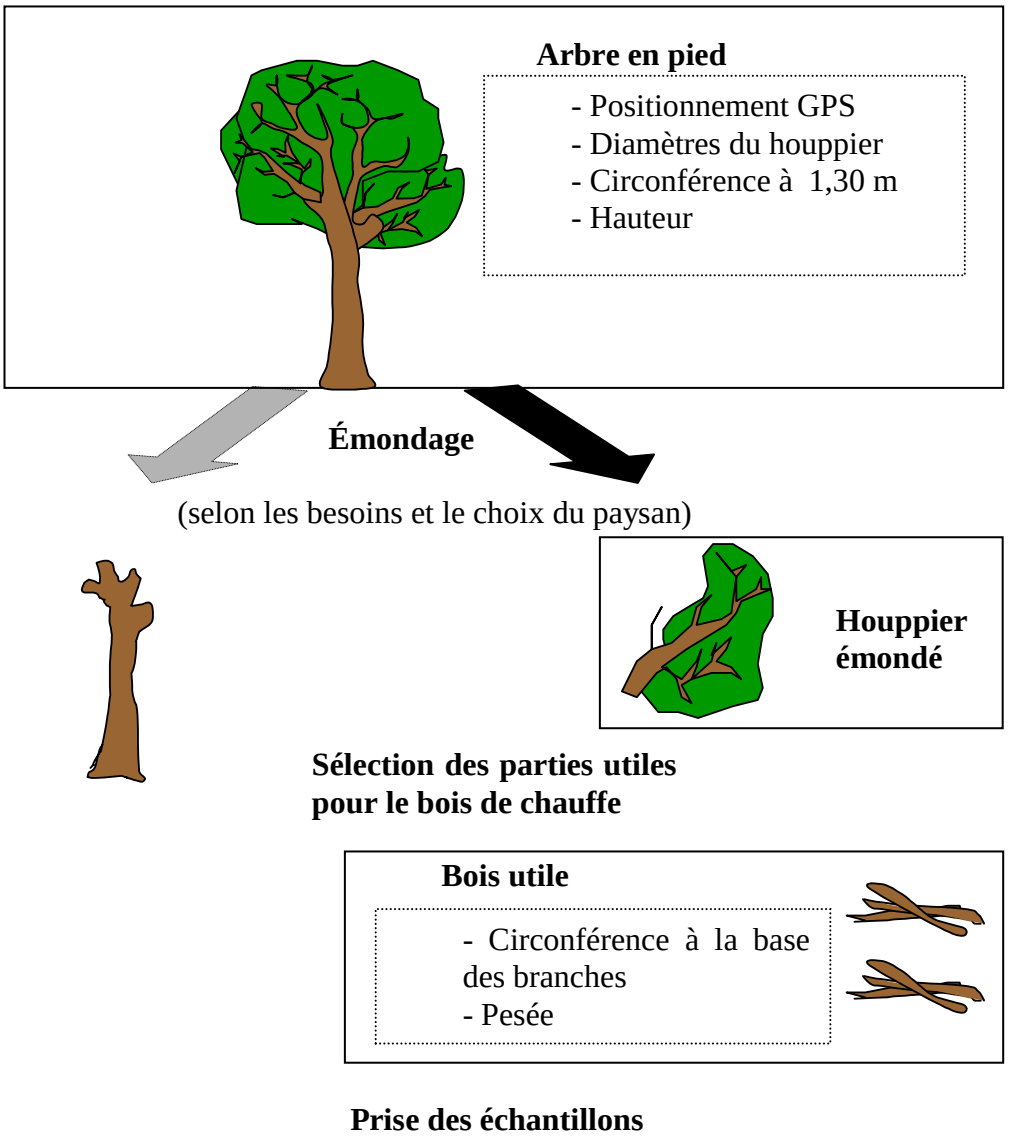


Figure 6 : Schéma de la méthodologie utilisée pour déterminer la biomasse ligneuse émondable.

3.1 LES TARIFS DE BIOMASSE ET LES VOLUMES DE BOIS STOCKES SUR PIED

La validité statistique de l'étude dépend de la taille et de la largeur de l'échantillon. L'échantillonnage s'appuie donc sur un grand nombre d'individus (minimum 30) et une diversité des individus (en taille et en traitements sylvicoles). Ainsi, les donnés sont relevées sur 19 arbres (*Faidherbia albida*) ayant des diamètres et des dates de dernier émondage variés. La sélection de l'arbre est ensuite soumise au choix du propriétaire.

3.1.1 Avant émondage : prise des mesures dendrométriques

Les matériels nécessaires sont : un Global Positioning System (GPS), une tarière de Pressler, un mètre ruban, un décamètre, un dendromètre ou un clisimètre Suunto ou un relascope de Bitterlich.

Au GPS, la position en Universal Transverse Mercator (WGS 84) est prise afin de situer les arbres émondés.

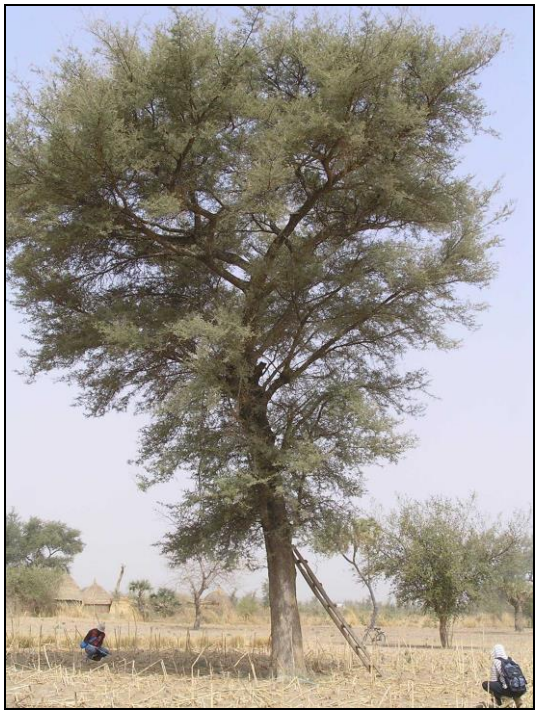
La carotte de sondage du tronc à 1,30 m est effectuée à la tarière. La lecture des cernes d'accroissement annuel permettra d'estimer de l'age de l'arbre (DEPOMMIER, 1996).

Au total, 19 carottes issus du tronc sont prélevées à la tarière.

La première caractéristique dendrométrique relevée avant émondage est la circonférence du tronc à 1,30 m. Le mètre ruban est passé autour de l'arbre à hauteur de poitrine.

Ensuite, la hauteur totale de l'arbre est mesurée à 20 m avec un clisimètre Suunto ou avec un relascope.

Enfin, les deux diamètres du houppier sont pris en projetant sur le sol la forme du houppier (cf. Figure 7). Sur la plus grande longueur, une personne éloignée d'une dizaine de mètres indique aux deux autres qui tiennent le décamètre la projection à la verticale de l'extrémité du houppier. De même pour la mesure perpendiculaire à cette première droite.



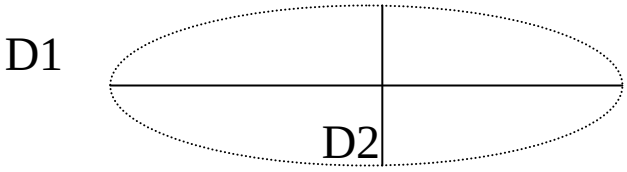


Figure 7 : Projection du houppier.

Le houppier projète une ombre sur le sol, assimilée à une ellipse. Cette surface est caractérisée par une longueur maximum (D1) et sa perpendiculaire (D2) et se calcule avec la formule suivante : л/4 * D1 * D2. La hauteur totale de l'arbre (h) et la surface du houppier (s) sont utilisées pour déterminer le biovolume (h*s).

3.1.2 L'émondage : coupe des branches et pesées

Les matériels nécessaires sont : des gants, une scie égoïne, une machette, un peson 50 kg, cordes, ainsi qu'une échelle.

L'émondage concerne les branches sélectionnées par le propriétaire. La coupe des branches est réalisée par un travailleur suivant les indications du propriétaire afin que les résultats soient plus proches des réalités locales. Le travailleur situé dans l'arbre utilise la scie égoïne ou la machette (cf. Figure 8).

Figure 8 : Emondage en cours sur un faidherbia.

Les branches sont effeuillées et débitées en morceaux par les autres travailleurs. A chaque branche coupée, le propriétaire trie la partie utile pour le bois de chauffe. Cette partie est empilée et accrochée à des cordes pour faciliter la pesée. La circonférence à la base de la branche et le poids utile sont notés. La pesée est alors réalisée avec un peson de 50 kg suspendu à une partie basse de l'arbre.

3.1.3 Après émondage : détermination de la densité et du taux d'humidité du bois de faidherbia ; mesures du bois restant sur pied ; entretien avec le propriétaire de l'arbre

Les matériels nécessaires sont : un peson de 2 kg, des sacs en tissus, un seau, une étuve.

Pour connaître la densité et le taux d'humidité du bois, un petit échantillon est prélevé sur les branches coupées de chaque arbre. Les échantillons sont placés dans des sacs en tissus. Le poids frais (masse humide : Mh) est relevé immédiatement après émondage avec un peson de 2 kg. Le volume (volume humide : Vh) est mesuré en plaçant les échantillons dans un récipient rempli d'eau (cf. Figure 9). L'eau qui déborde est recueillie puis pesée (cf. Figure 10). La densité est obtenue en effectuant le calcul suivant : $Mh * Vh^{-1}$

Figure 9 : Immersion des échantillons et récupération de l'eau qui déborde.

Figure 10 : Pesée de l'eau déplacée par les échantillons.

Ensuite, les 27 échantillons sont placés à l'étuve 103°C pendant quatre jours pour obtenir leur poids sec (masse sèche : Ms). Pour avoir un état totalement anhydre cinq jours sont préconisés. Le taux d'humidité est donné par la formule : $100 * (Mh-Ms) * Mh^{-1}$

La densité et le taux d'humidité sont des informations nécessairess pour calculer la quantité de bois aérien toujours présent sur pied après émondage, dans le tronc et les moignons. Le carbone constitue 50 % de la masse sèche du bois, permettant d'élaborer les projets de MDP. Par exemple, une branche sèche de 2 kg stocke 1 kg de carbone.

La première caractéristique dendrométrique relevée après émondage est la hauteur du tronc sous la première grosse branche coupée. Cette mesure est effectuée au relascope ou au Suunto comme la mesure totale de l'arbre.

Ensuite, le travailleur situé dans l'arbre mesure la longueur et le diamètre de chaque départ de branches émondées : les moignons (cf. Figure 11).

Le volume du tronc et des moignons serviront à calculer le volume de bois resté sur pied.

Figure 11 : Moignons après émondage.

Les entretiens avec le propriétaire apportent son nom, le nom du quartier, l'age de l'arbre, la date du dernier émondage et le type de sol. Les entretiens avec leurs femmes fournissent la durée d'utilisation du bois émondé en relation avec la taille de la famille.

3.2 PROPOSITION D'UN PLAN DE GESTION DU PARC ARBORE D'UNE EXPLOITATION AGRICOLE

Les matériels nécessaires sont : un GPS, un mètre ruban, un dendromètre ou un clisimètre Suunto ou un relascope de Bitterlich.

Parmi les propriétaires rencontrés, quatre cas sont retenus. La diversité est recherchée en termes de superficie et de localisation des parcelles. Pour chacun, le peuplement de faidherbia est décrit. Les différentes parcelles cultivées sont délimitées au GPS en UTM pour obtenir la superficie exacte. Un schéma est réalisé avec le propriétaire afin de positionner les arbres. Dans les champs de case, les arbres sont placés au GPS. Ensuite la structure du peuplement est observée afin de prévoir son évolution au cours des prochaines années. Le nombre d'arbres et de rejets sélectionnés sont notés. La circonférence est relevée, ainsi que pour les petits arbres la hauteur totale et les diamètres du houppier. L'age des arbres est estimé par le propriétaire.

3.2.1 Restitution et diffusion des résultats

Pour apprécier l'opportunité d'un plan de gestion sur le parc arboré de Gané, le 17/02, un compte-rendu est présenté au village. Le Lawan, le chef de poste forestier, les habitants et habitantes de Gané, les professeurs et élèves de l'école sont présents.

De plus pour obtenir l'avis d'experts, le 28/02, une présentation est organisée à l'IRAD Garoua. Le chef de station et les chercheurs, un responsable ESA, des formateurs assistants du CERN, les professeurs de l'ENGREF, des étudiants forestiers camerounais sont à l'écoute.

Enfin pour vulgariser l'idée de gestion raisonnée d'une espèce utile, le présent rapport est destiné à l l'IRAD, l'ESA, aux habitants de Gané, aux responsables administratifs de la forêt.

RESULTATS

3.3 CONSTRUCTION DE TARIFS DE BIOMASSE

3.3.1 Données récoltées

Cette année, en 2005, 19 arbres ont été choisis de manière à compléter l'échantillon des 17 arbres émondés par l'ENGREF en 2004 (cf. Engref 2004 : construction d'un tarif de biomasse). Les arbres à émonder ont donc d'abord été sélectionnés par leur propriétaire puis par nous-même selon leur taille, afin qu'ils s'étalent dans la classe de diamètre habituellement émondée (cf. Figure 12) et donc que les tarifs construits soient représentatifs. Les diamètres retenus se situent entre 20 et 80cm. Plus petits, les paysans préfèrent laisser grandir les arbres, et plus grands ils deviennent difficiles à émonder.

Seuls les tarifs de biomasse émondable ont permis d'utiliser les données de l'année précédente. Ils sont donc basés sur un échantillon de 36 arbres.

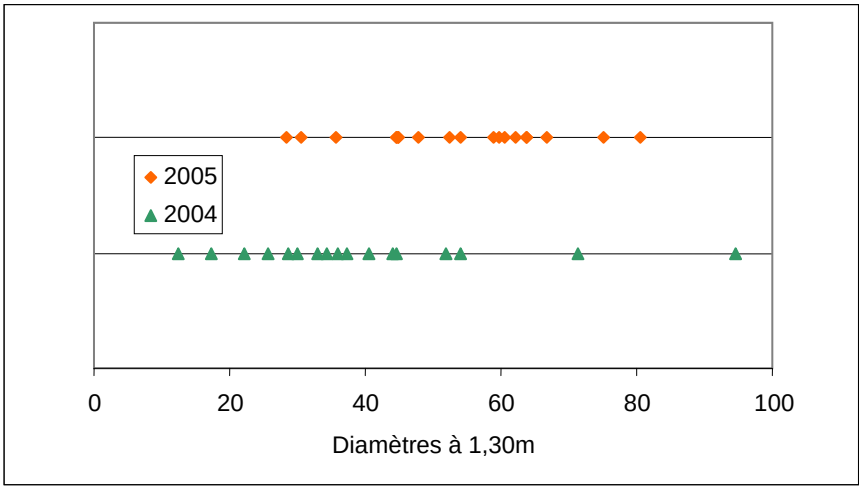


Figure 12 : Diamètres des arbres émondés en 2004 et 2005.

Les autres tarifs se basent sur des données non mesurées en 2004, ils sont donc construits à partir de 19 arbres.

Tableau 1 : Données relevées sur les arbres émondés en 2005

A	CIRC.	DIAM.	HAUTEUR	H. TRONC	HOUPPIER D1	HOUPPIER D2	BIOMASSE EMONDABLE PESEE	VOLUME LAISSE SUR PIED CALCULEE	AGE ESTIME	DERNIER EMONDAGE
	cm	cm	m	m	m	m	kg	m3	an	an
1	141	45	11.0	2.90	12.4	11.8	585.5	0.68	17	-
2	89	28	7.2	4.45	8.9	7.9	197.5	0.31	8	-
3	253	81	16.0	7.00	17.8	14.1	1142.5	5.31	36	9
4	188	60	11.0	3.10	13.0	13.0	1185.3	2.14	21	10
5	165	53	12.0	4.75	11.0	11.0	443.0	1.56	27	7
6	150	48	13.0	4.72	8.3	11.1	606.5	1.67	20	4
7	200	64	14.0	5.00	12.0	12.0	463.0	2.65	25	6
8	185	59	18.0	3.30	15.0	14.7	1081.0	1.82	19	7
9	170	54	14.0	8.00	15.0	12.5	867.5	2.12	19	7
10	236	75	17.0	2.70	15.3	10.3	885.3	3.48	19	5
11	140	45	12.5	5.00	8.7	9.3	342.5	1.07	10	3
12	140	45	15.0	2.80	12.2	10.2	622.0	0.77	19	11
13	190	60	14.0	4.50	16.5	14.0	1126.0	2.28	37	7
14	200	64	20.0	2.90	12.5	13.0	778.5	3.52	50	10
15	210	67	17.0	4.00	9.4	14.8	900.5	3.49	-	10
16	112	36	12.0	2.05	6.9	6.6	162.0	0.48	15	5
17	96	31	11.0	2.20	8.5	9.0	306.0	0.29	15	7
19	195	62	16.0	7.00	10.0	9.5	577.5	2.74	45	15
21	141	45	11.0	2.20	18.0	7.8	495.5	0.46	15	7

A : Arbres, CIRC. : Circonférence à 1,3m, Diam. : Diamètre à 1,3m, H. Tronc : Hauteur du tronc

3.3.2 Tarifs de biomasse émondable

Nous avons cherché à mettre en relation la biomasse émondée d'un arbre et ses caractéristiques dendrométriques. Nous avons trouvé de bonnes corrélations avec le diamètre de l'arbre à 1,30m et avec la surface du houppier.

Dans les deux cas la meilleure équation obtenue, à l'aide du logiciel XLstat, est de la forme polynomiale du second degré (cf. Figure 13 et Figure 14). En effet, les R^2 sont biens meilleurs.

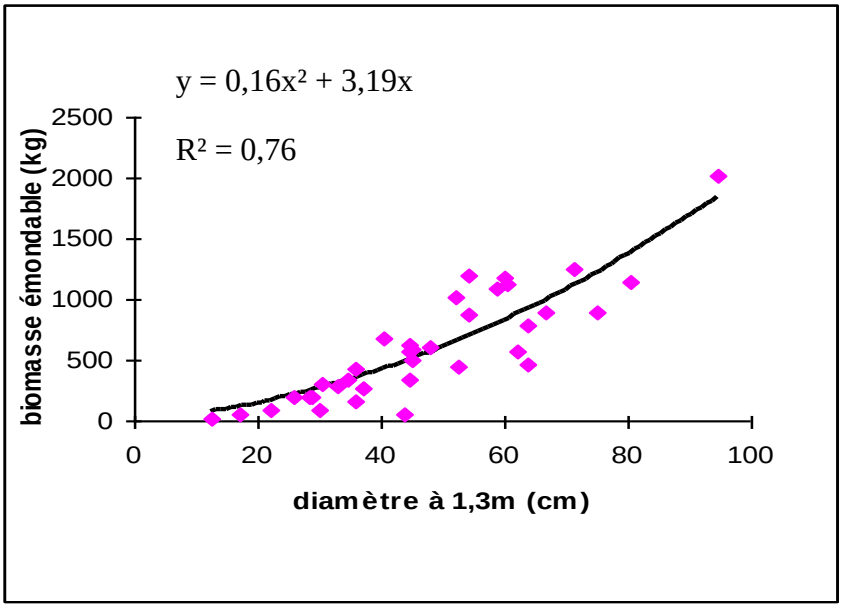


Figure 13 : Biomasse émondable en fonction du diamètre à 1,3m.

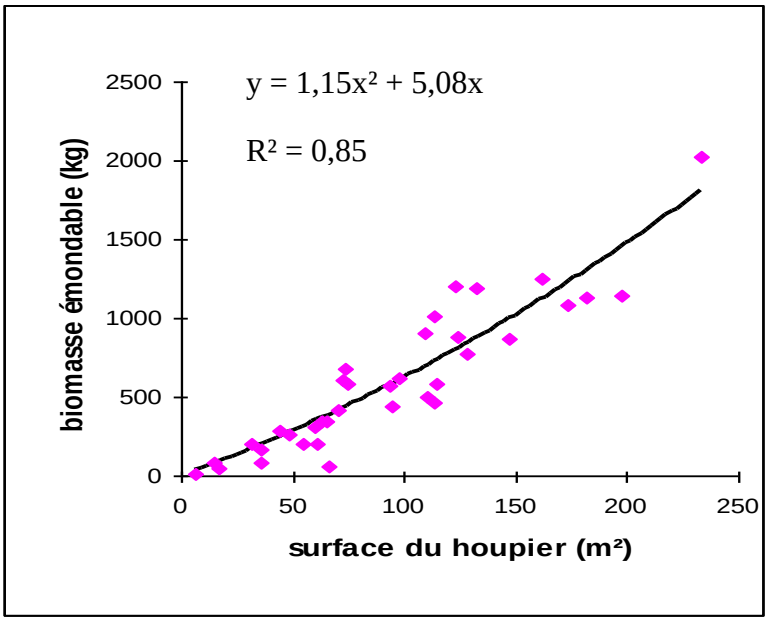


Figure 14 : Biomasse émondable en fonction de la surface du houppier.

3.3.3 Tarif de biomasse des branches

Le tarif de biomasse des branches permet de connaître la biomasse émondable d'un arbre en mesurant la circonférence des branches à l'endroit où elles auraient été coupées, puis en leur appliquant le tarif et en faisant la somme de la biomasse ainsi estimée. Cette méthode permettrait aux chercheurs d'évaluer rapidement et précisément la biomasse émondable d'un nombre important d'arbres. Le tarif des branches est basé sur 420 branches dont les circonférences s'étalent entre 7 et 88 cm (soit 2,2 et 26 cm de diamètre). La fonction est de type $y = ax^b$ (cf. Figure 15).

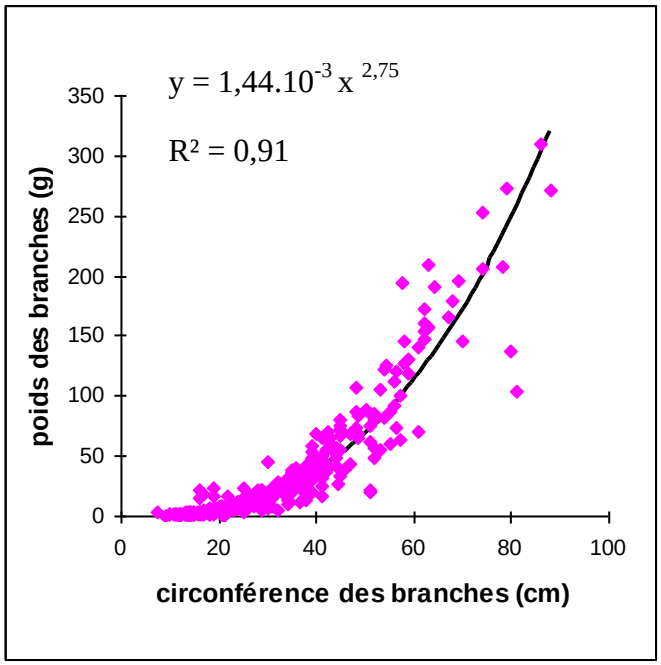


Figure 15 : Biomasse des branches en fonction de leur circonférence.

Afin de tester le tarif, nous avons calculé la différence, en pourcentage, entre la biomasse pesée des branches d'un arbre et la biomasse calculée grâce au tarif et aux circonférences. En moyenne, il y a une erreur de 11% par arbre, avec un écart-type de 8%.

3.4 TARIF DE STOCKAGE DE CARBONE DES ARBRES EMONDES

Ce tarif permet de connaître la quantité de carbone stockée dans la biomasse laissée sur pied après l'émondage. Il sera nécessaire de connaître cette quantité dans le cadre d'un projet MDP.

Afin d'évaluer cette quantité de carbone stockée, il a d'abord fallu évaluer le volume de bois laissé sur pied après l'émondage (cf. Tableau 1). Ensuite les données prélevées sur les échantillons (cf. Tableau 2) nous ont permis de calculer la densité moyenne (poids frais/volume frais) du bois des faidherbias. Nous avons trouvé :

Densité moyenne = 1,2 $g.cm^{-3}$

Ecart-type = 0,3

Cette densité nous a permis de calculer la biomasse fraîche laissée sur pied. Toujours à partir des échantillons (cf. Tableau 2), nous avons calculé le taux d'humidité [(poids frais -poids sec)/poids frais] du bois. Nous avons trouvé :

Taux d'humidité moyen = 55%

Ecart-type = 6,8

Ce taux nous a permis de calculer la biomasse sèche laissée sur pied, puis la quantité de carbone stockée. Nous avons ensuite construit le tarif du carbone stocké en fonction du diamètre de l'arbre. La meilleure équation est de la forme polynomiale du second degré (cf. Figure 16). Cette formule n'est pas valable pour les petits diamètres (<30 cm).

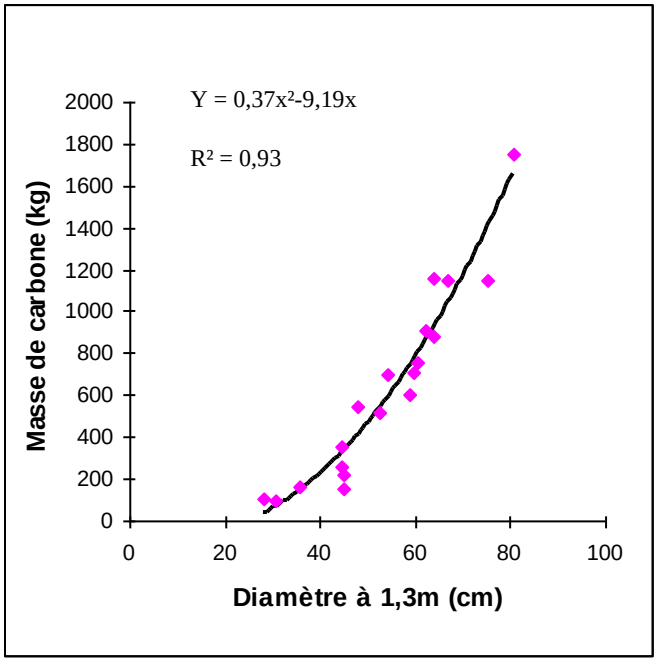


Figure 16 : Masse de carbone stockée dans la partie non-émondée en fonction du diamètre de l'arbre

Tableau 2 : Caractéristiques des échantillons de bois prélevés

ECHANTILLON	VOLUME FRAIS ECHANTILLON	POIDS FRAIS	POIDS SEC
	cm^3	g	g
1	355	392	190
2	595	618	261
3	355	390	186
4	255	282	119
5	305	381	121
6	495	561	183
7	745	807	389
8	120	122	61
9	425	521	176
10	210	280	99
11	145	217	82
12	355	391	156
13	350	365	169
14	195	218	99
15	57	38	20
16	165	172	80
17	310	351	202
18	70	92	52
19	20	43	19
20	200	231	112
21	150	187	90
22	150	191	96
23	130	157	83
24	210	240	120
25	120	105	53
26	50	81	34
27	130	156	70

3.5 PLAN DE GESTION

3.5.1 Inventaires d'exploitations et entretiens avec les propriétaires

Nous avons réalisé l'inventaire du peuplement arboré de quatre exploitations agricoles et nous avons mené des enquêtes auprès des quatre agriculteurs.

3.5.2 Accroissement annuel moyen de la biomasse émondable

L'accroissement annuel moyen de la biomasse émondable est une donnée nécessaire à la mise en place d'un plan de gestion d'un peuplement. Cette donnée est approximative car elle est basée sur seulement 19 arbres et sur des dates de dernier émondage estimées par les paysans. De plus elle ne tient pas compte de l'âge des arbres. Voici la formule utilisée et le résultat :

$$\text{Moyenne}\left(\frac{\text{biomasse émondée}}{\text{temps écoulé depuis le dernier émondage}}\right) = 100\ \text{kg}$$

L'écart-type de cette moyenne est de 46. Cela signifie qu'il n'est pas valable d'appliquer cette valeur sur un individu mais sur un peuplement.

4 DISCUSSION

4.1 TARIFS DE BIOMASSE

Les tarifs de biomasse émondable ont des bons coefficients de détermination. On constate que la corrélation avec la masse émondée est meilleure pour la surface du houppier que pour le diamètre à 1,3m. Cependant, la mesure des diamètres du houppier est plus longue et demande plus de matériel et de personne.

Le tarif de biomasse des branches a été fait à partir d'un bon échantillon (nombreuses valeurs et bonne répartition par classes de diamètre) et a un très bon coefficient de détermination. Il pourra être utilisé efficacement lors des études ultérieures.

4.2 MDP

Le tarif de carbone stocké a un excellent coefficient de détermination, ce qui signifie qu'il y a une très bonne corrélation entre le diamètre à 1,3m et le volume laissé sur pied. Pour répondre aux exigences du MDP, il serait nécessaire d'estimer d'une part, la biomasse aérienne restant en moyenne dans les rejets de branches entre deux émondages (peut être estimée à la moitié de la biomasse émondable) et aussi le carbone stocké dans la biomasse souterraine. Cela reste à faire et demande plus de temps et de moyens que ce dont nous disposions.

4.3 PROPOSITION DE PLAN DE GESTION

4.3.1 Pourquoi établir un plan de gestion ?

Les études réalisées précédemment ont mis en évidence la présence d'une ressource disponible en bois relativement importante sur le terroir de Gané (rapport 2003, rapport 2004). De plus, le maintien de cette ressource à moyen terme semble assuré : le parc arboré de Gané est en extension (rapport 2003). En effet, les actions des projets DPGT et ESA (campagnes d'information et mesures incitatives) ont sensibilisé un certain nombre de paysans. Ceux-ci sélectionnent depuis plusieurs années de nombreux rejets de faidherbias, notamment dans leurs champs de brousse.

D'autre part, nous avons constaté qu'il existe une gestion individualisée de chaque arbre par les paysans. Chaque propriétaire connaît l'âge des arbres de ses champs, la date de leur dernier émondage… Les prises de décisions relatives à l'exploitation de la partie émondable sont raisonnées en fonction de ces connaissances et du savoir-faire de l'exploitant. Nous avons aussi remarqué que les pratiques varient selon les objectifs des paysans, le savoir qui leur a été transmis.

Enfin, il est également apparu qu'il existe des besoins importants en bois (bois de chauffage surtout, pour la cuisson des aliments, mais aussi bois de service). Ces besoins ne sont actuellement pas couverts par l'exploitation de la ressource disponible sur le terroir villageois, du fait de l'application d'une taxe sur l'émondage.

Ces constats nous ont menés à penser que la ressource ligneuse du parc arboré pourrait être utilisée. Les projets DPGT et ESA ont permis la préservation de la ressource de faidherbias. Avec la mise en place d'une gestion raisonnée de cette ressource, les besoins en bois des villageois pourraient être couverts, au moins partiellement.

4.3.2 Proposition de plan de gestion d'une exploitation :

Nous proposons d'établir les bases d'un plan de gestion au niveau de l'exploitation agricole. L'objectif est d'aboutir à un outil de gestion directement utilisable par les paysans, faisant appel à des données facilement mesurables et donnant des résultats applicables directement.

Nous présenterons tout d'abord une démarche générale de réalisation d'un plan de gestion puis nous illustrerons notre proposition par un exemple concret traitant d'une exploitation agricole de Gané.

Le plan de gestion relatif à une exploitation est défini en fonction de critères propres à cette exploitation. Il faut prendre en compte à la fois des objectifs généraux (maintien de la ressource arborée sur l'ensemble du terroir, ce qui est une contrainte du MDP) et les objectifs du paysan.

4.3.3 Données nécessaires :

Les données utilisées proviennent d'un entretien avec le propriétaire, complété par des mesures de terrain.

Il importe tout d'abord de caractériser les besoins en bois du paysan et de sa famille. Ces besoins sont estimés à 1 à 2 kg par jour et par personne (Mémento forestier) mais cette estimation pourrait être affinée par des enquêtes dans la zone concernée par le plan de gestion. Il conviendrait aussi d'y inclure les besoins en bois de service. D'autre part, chaque paysan gère son exploitation en fonction d'objectifs qui lui sont propres et qui vont influencer son mode d'action sur le parc arboré. Ces objectifs sont à déterminer avec lui.

Pour chaque parcelle de l'exploitation (champs de brousse et champs de case), l'inventaire des arbres par classes de diamètre est réalisé. A partir de cet inventaire et grâce aux tarifs de biomasse de bois émondable établis, la biomasse disponible sur l'exploitation peut être estimée. La densité du peuplement peut aussi être calculée.

Il peut s'avérer intéressant de relever les autres espèces arborées présentes sur l'exploitation.

4.3.4 Construction du plan de gestion :

A partir de ces données recueillies, des simulations de l'évolution du peuplement peuvent être effectuées (cf. Figure 17). La prise en compte de l'accroissement annuel moyen des faidherbias émondés permet de rendre compte de l'évolution de la ressource disponible selon différents temps de rotation entre les émondages.

Ces simulations permettront de choisir un temps de rotation adapté au maintien de la ressource ligneuse et si possible couvrant les besoins en bois de la famille. Si ceux-ci ne sont pas couverts, c'est la préservation de la ressource qui prime.

En fonction des données recueillies et du temps de rotation choisi, le programme des interventions à effectuer sur le peuplement arboré et le programme des récoltes (par émondage ou éclaircies) pourront être définis. Le bois des éclaircies des jeunes peuplements trop denses est aussi à comptabiliser dans la ressource disponible.

La gestion de la ressource nécessite d'une part des opérations sylvicoles sur le jeune peuplement (parc en extension) :

— éclaircies pour les peuplements trop denses ;
— sélection de rejet dans les peuplements clairs ;
— élagage des branches basses…

D'autre part, une densification et un renouvellement des arbres peu être envisagé dans le parc ancien.

Pour l'exploitation de la ressource émondable, il faudra choisir une durée de rotation permettant une production soutenue et choisir les arbres à émonder (diamètre…)

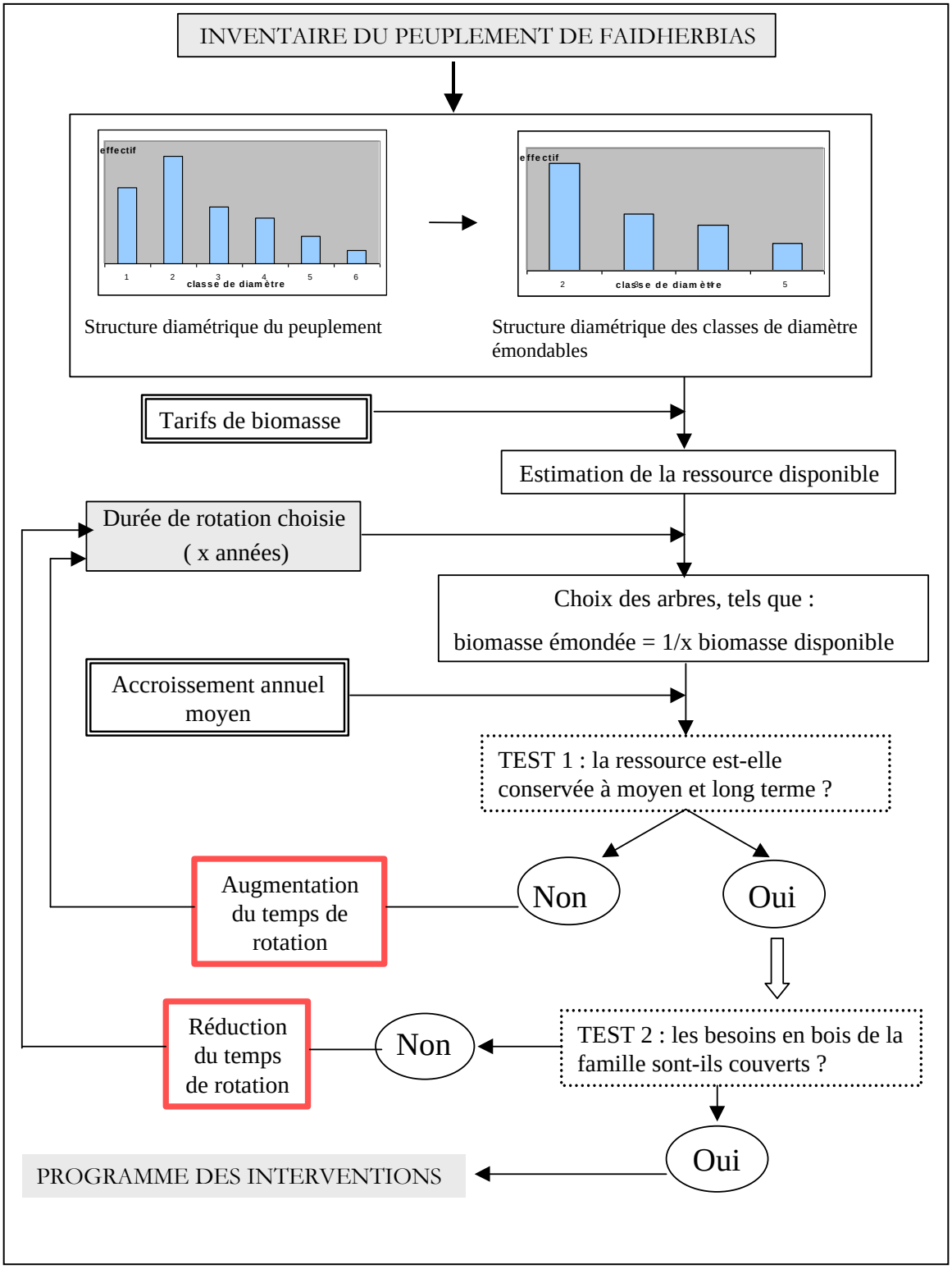


Figure 17 : Schéma conceptuel de la simulation d'un plan de gestion.

4.4 EXEMPLE DE PLAN DE GESTION.

Le *Faidherbia albida* est d'un grand intérêt pour les agriculteurs de Gané. Vu son importance dans les systèmes de production, nous proposons ici, un exemple de plan de gestion au niveau d'une exploitation.

Le chef d'exploitation dans notre exemple dispose d'une surface agricole de 3,75 ha constituée d'un champ de case de 2,25 ha et d'un champ de brousse de 1,5 ha. La durée du présent plan de gestion est de 5 ans. Il est basé sur la satisfaction des besoins en bois énergie du ménage, sur le respect des prescriptions du projet ESA relatives à la densité. Les opérations nécessaires au renouvellement du parc arboré y sont également planifiées. La famille de l'exploitant est composée de 14 personnes dont les besoins en bois de feu sont estimés à 10 t/an.

4.4.1 Structure du parc arboré

La densité du champ de brousse est de 183 tiges/ha tandis celle du champ de case est de 12 tiges/ha (cf. Figure 18).

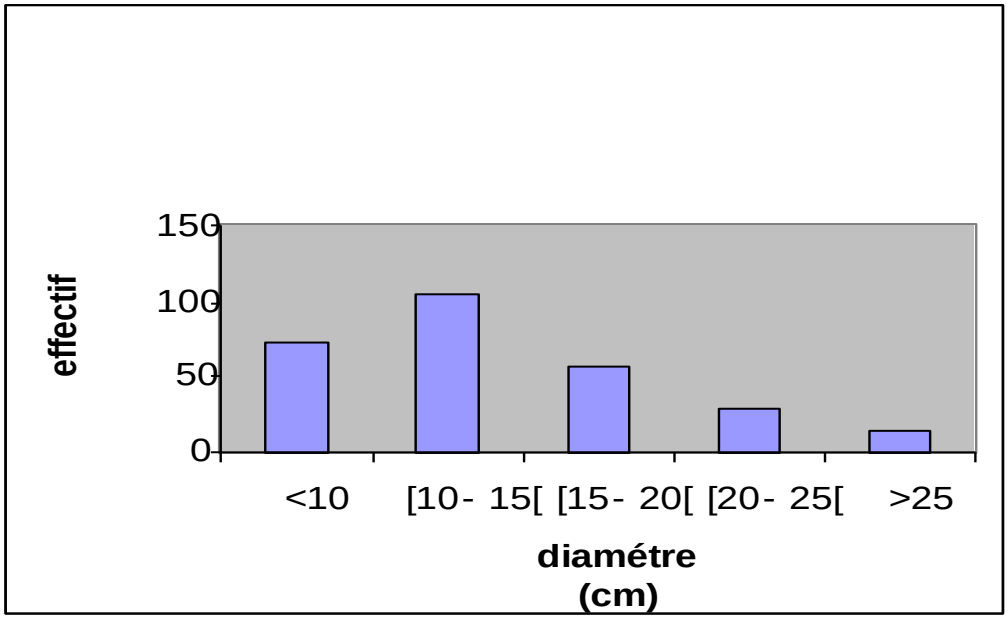


Figure 18 : distribution des effectifs de Faiderbias du champ de brousse par classes de diamètres

Les effectifs des tiges en dessous de 15 cm sont importants dans le champ de brousse. Par contre le champ de case est faiblement peuplé et est constitué essentiellement de vieux arbres dont le diamètre des troncs est supérieur à 30 cm.

Vu la structure du peuplement, le plan de gestion propose une éclaircie dans le champ de brousse en vue de ramener la densité à 60 tiges/ ha et la sélection de nouvelles tiges pour champ de case. Les produits d'éclaircie serviront à couvrir les besoins en bois du ménage.

En appliquant le tarif de biomasse émondable en fonction du diamètre à 1,30 m ($0+3.91X+0.16X^2$), pour la classe de diamètre [10 - 15], nous estimons la quantité de bois obtenue pour le champ de brousse (cf. Tableau 3).

Tableau 3: biomasse ligneuse obtenue après dépressage et éclaircie

ANNEES	NOMBRE DE TIGES A ENLEVER PAR DEPRESSAGE OU PAR ECLAIRCIE	EFFECTIF FINAL	BIOMASSE DE BOIS OBTENUE (KG)
2005	96	179	7092
2006	22	157	1625
2007	22	135	1625
2008	22	113	1625
2009	23	90	1699

L'effectif actuel du champ de brousse étant de 275 tiges (effectif initial), le dépressage des tiges de diamètre < 10 cm et l'éclaircie réalisé sur les tiges de diamètre compris entre 10 et 15 cm permettra de ramener le peuplement initial à 90 tiges (effectif objectif).

Dans le champ de case, le traitement à appliquer consistera à émonder les arbres et à sélectionner de nouvelles tiges afin de ramener le peuplement à un effectif objectif de 135 tiges. Pour les 27 arbres, la rotation d'émondage considérée est de 10 ans sur chaque arbre (cf. rapport Gané FRT, 2004) et permet de récolter environ 3600 kg de bois chaque année (cf. Tableau 4).

Tableau 4: biomasse ligneuse obtenue par émondage des arbres du champ de case

ANNEES	NOMBRE DE TIGES A SELECTIONNER	EFFECTIF FINAL	BIOMASSE DE BOIS OBTENUE (KG)
2005	21	48	3600
2006	21	69	3600
2007	21	90	3600
2008	21	111	3600
2009	24	135	3600

La production des deux parcelles permettra de couvrir partiellement les besoins de la famille (cf. Tableau 5).

Tableau 5: couverture des besoins en bois énergie de l'exploitant

ANNEES	PRODUCTION DE BOIS	ÉCART PAR RAPPORT AU BESOIN
2005	10692	+692
2006	5225	-4775
2007	5225	-4775
2008	5225	-4775
2009	5299	-4701

En appliquant ce plan de gestion, l'exploitant renouvelle le parc de Faidherbia et assurera la satisfaction de ses besoins en bois énergie. Cet exemple montre que la protection et la gestion de l'arbre en tant que ressource, dans une exploitation ne sont pas incompatibles. En intégrant l'arbre comme un élément du système de production de l'agriculteur, l'exploitant peut satisfaire les besoins de sa famille sans détruire la ressource. Les calculs ne prennent pas en compte la biomasse que pourrait obtenir le paysan par émondage dans le champ de brousse, la quantité de bois fournie par le tronc des arbres après éclaircie ou dépressage. De plus la biomasse émondable sur les 47 autres arbres (ziziphus, eucalyptus, neems) présentes sur l'exploitation n'a pas été évaluée.

5 CONCLUSION

Le parc arboré à faidherbias du village de Gané est un parc ancien, très dense, représentant un important stock ligneux. L'existence de ce parc est liée à deux éléments majeurs : le savoir-faire des agriculteurs et les actions des projets étatiques Développement Paysannal et Gestion des Terroires et Eau- Sol- Arbre.

Au regard du potentiel à moyen terme des ressources ligneuses disponibles, il serait envisageable d'autoriser le prélèvement d'une partie de ces ressources présentes sur le village. Cette pratique permettra de satisfaire les besoins des villageois en bois de feu et en bois de service. Cette gestion intentionnelle du parc devrait s'imposer pour légitimer des pratiques malheureusement illicites. D'autre part, si les villageois sont autorisés à prélever des ressources ligneuses, le parc sera mieux entretenu et plus productif.

Certes, les mesures de protection instituées par l'administration forestière ont permis la préservation des faidherbias, mais l'objectif de protection n'est pas incompatible avec une valorisation minimale des ressources ligneuses. Surtout si les prélèvements restent inférieurs à l'accroissement annuel sur une espèce comme le faidherbia qui tolère bien l'émondage.

À Gané, il existe un savoir-faire local en termes de pratique d'émondage. Ce savoir-faire des paysans doit être transmis aux nouvelles générations à travers l'éducation. L'école ne serait-elle pas le cadre idéal à cette transmission de savoir ?

En outre, dans la perspective de la mise en place d'un projet de type Mécanisme de Développement Propre dans la région, la reconnaissance d'un crédit carbone vendu sur le marché international pourrait rapporter des devises à l'État. Une partie de ces fonds pourrait financer des projets villageois.

Par ailleurs, vu les nombreux usages des arbres dans le milieu rural et la raréfaction des autres espèces utiles, le temps n'est-il pas venu de sélectionner les autres espèces indispensables aux agriculteurs ?

Proposer un plan de gestion des faidherbias par exploitation est intéressant. Mais faut-il pour autant écarter l'idée d'une gestion communautaire du parc arboré villageois ? Quelles articulations entre la gestion individualisée et la gestion communautaire ? Quelles implications socio-économiques en découleront ? Ces questions pertinentes pourraient faire l'objet de prochaines études.

RESUME

Du 10 février au 01 mars 2005, une équipe de 5 étudiants et 4 enseignants chercheurs de l'ENGREF et de l'IRAD a effectué une étude dans la province extrême nord du Cameroun, dans le village de Gané, en pays Tupuri. Cette étude fait suite aux travaux réalisés par ces institutions en 2003 et en 2004. Les travaux de 2005 proposent une méthode pour évaluer le carbone stocké dans la biomasse des arbres du territoire villageois en vue d'évaluer la possibilité de la mise en place d'un projet de Mécanisme de Développement Propre.

Dans cette région grâce l'opération Faidherbia conduite par les projets DPGT et ESA, le parc arboré de Gané connaît une extension et une densification. Les agriculteurs Tupuri ont un savoir faire dans l'émondage du *Faidherbia albida*. Ils le pratiquent pour pallier au manque de ressource ligneuse, mais les prélèvements sont contrôlés par l'administration forestière.

La présente étude a permis de construire des tarifs de la biomasse émondable, des branches, et du carbone stocké dans le bois laissé sur pied, en fonction de données dendrométriques de l'arbre.

Enfin, une ébauche de plan de gestion de la ressource arborée est proposée pour une valorisation du potentiel ligneux disponible à court terme au niveau d'une exploitation agricole. Ce plan de gestion vise à répondre aux besoins en bois de chauffe des habitants grâce à l'émondage des faidherbias du parc arboré tout en assurant la durabilité de la ressource ligneuse sur le terroir villageois.

Mots clés : *Faidherbia albida*– plan gestion – biomasse – émondage – ressource ligneuse- bois de chauffe – mécanisme de développement propre-MDP