

LISTE DES ABREVIATIONS

CH₄: méthane
cm: centimètre
CO₂: dioxyde de carbone
g: gramme
ha: hectare
kg: kilogramme
m: mètre
m²: mètre carré
m³: mètre cube
mm: millimètre
N₂O: oxyde nitreux
Pg: pétagramme
ppm: partie par million
s: seconde
t: tonne
%: pourcentage

LISTE DES ILLUSTRATIONS

FIGURES

- Figure 1 :** Cycle du Carbone terrestre : le Carbone du sol et le bilan mondial du Carbone.
Figure 2: Phénomène de l'effet de serre.
Figure 3: Localisation éco-géographique des réserves sylvopastorales de Mbégué et Dolly.
Figure 4: Localisation administrative des réserves sylvopastorales de Mbégué et Dolly.
Figure 5: Différentes localités installées au sein des réserves.
Figure 6: Image LANDSAT 2001.
Figure 7: Carte topographique des deux réserves d'étude.
Figure 8: Image LANDSAT 2001 colorée.
Figure 9: Estimation de la biomasse aérienne des ligneux.
Figure 10: Carte d'occupation/utilisation du sol de la réserve de Mbégué
Figure 11: Carte d'occupation/utilisation du sol de la réserve de Dolly
Figure 12: Quantités de carbone (t/ha) des biomasses végétales.
Figure 13: Quantités de carbone (t/ha) du sol des Daaras (D) et des placettes.

PLANCHES

- Planche1:** Prélèvement d'échantillons de sol dans les horizons 0-30 cm.
Planche 2: Base fixe d'une chambre statique.
Planche 3: Prélèvement de gaz à effet de serre et injection dans un tube.

TABLEAUX

- Tableau 1:** Superficies des classes.
Tableau 2: Espèces ligneuses rencontrées et leurs représentativités.
Tableau 3: Espèces d'herbes rencontrées et leurs représentativités.
Tableau 4: Quantités de carbone stockées dans la biomasse végétale de la réserve de Mbégué.
Tableau 5: Comparaison des teneurs de carbone entre les différents Daaras (D) et les placettes (M et RD).
Tableau 6: Comparaison des densités apparentes (à 0-20 et 20-40cm) entre Daaras et placettes (Mbégué et Dolly) pour une même zone.
Tableau 7: Caractéristiques physico-chimiques des sols de Mbégué et Dolly.
Tableau 8: Flux de gaz à effet de serre en kg/ha/h.

Sommaire

INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE 1: REVUE BIBLIOGRAPHIQUE.....	4
I. Déforestation.....	5
II. Principales causes de la déforestation	5
II. 1. Causes anthropiques	5
II. 1. 1. L’habitat.....	5
II. 1. 2. L’agriculture	5
II. 1. 3. L’élevage	6
II. 1. 4. L’exploitation du bois de feu	6
II. 1. 5. L’effet des feux de brousse.....	7
II. 1. 6. L’installation et le développement du tourisme et de l’écotourisme.....	7
II. 2. Causes naturelles.....	7
II. 2. 1. La sécheresse	7
II. 2. 2. Les variations pluviométriques.....	8
III. Impact de la déforestation sur l'environnement.....	8
IV. Effets de la déforestation sur la séquestration du carbone	8
IV. 1. Séquestration du carbone	8
IV. 2. Effets de la déforestation sur le carbone stocké.....	9
IV. 2. 1. Au niveau de la biomasse végétale	9
IV. 2. 2. Au niveau du sol.....	10
V. Effets de la déforestation sur les émissions de gaz à effet de serre (GES).....	11
CHAPITRE 2: MATERIEL ET METHODES	13
I. Matériel.....	14
I. 1. Zone d’étude	14
I. 1. 1. Présentation	14
I. 1. 2. Climat et Précipitations	15
I. 1. 3. Sols.....	15
I. 1. 4. Végétation	16
I.1. 5. Caractéristiques socio-économiques	16
I. 2. Imagerie satellitaire de la zone.....	17
II. Méthodes.....	19
II. 1. Détermination des placettes et réalisation des cartes d'occupation/utilisation des sols....	19
II. 2. Détermination du carbone de la biomasse végétale.....	20
II. 2. 1. Inventaire de la biomasse végétale	20
II. 2. 2. Quantification du carbone de la biomasse:.....	20
I. 3. Détermination du carbone des sols	22
II. 3. 1. Prélèvement d'échantillons de sol.....	22
II. 4. Détermination des caractéristiques physiques des sols.....	23
II. 5. Détermination des flux de gaz à effet de serre (CO ₂ , N ₂ O)	24
II. 5. 1. Prélèvement des gaz.....	24
II. 5. 2. Analyse des gaz	25
II. 5. 3. Calcul des flux de CO ₂ et N ₂ O	25
II. 6. Analyses statistiques	26
CHAPITRE 3: RESULTATS.....	27
I. Cartes d’occupation/utilisation des sols des réserves	28
II. Evaluation du carbone stocké dans les biomasses végétales des réserves	30
II. 1. Inventaire des espèces végétales.....	30
II. 1. 1. Espèces ligneuses.....	30

II. 1. 2. Espèces herbacées	32
II. 2. Estimation du carbone des biomasses végétales.....	33
III. Mesure du carbone des sols des réserves	34
IV Caractéristiques physico-chimiques des sols	36
V. Flux de gaz à effet de serre (CO ₂ et N ₂ O)	36
CHAPITRE 4: DISCUSSION	38
I. Effets de la déforestation sur les formations végétales	39
II. Effets de la déforestation sur les stocks de carbone de la biomasse végétale des réserves ..	41
III. Effets du changement d'utilisation des terres sur le stock de carbone du sol des réserves.	42
IV. Effets de la déforestation sur les émissions de gaz à effet de serre.....	43
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	44
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	47
ANNEXES.....	54
Annexe 1: Estimation de la biomasse végétale	55
Annexe 2: Détermination du carbone de la biomasse végétale.....	57

INTRODUCTION

Les sols et les forêts sont reconnus comme des réservoirs de carbone par leur importante biomasse végétale et leurs teneurs élevées en matière organique (Olson et al., 1983; Robert, 2003). La photosynthèse est considérée comme un des phénomènes naturels pouvant aider à réduire les teneurs de dioxyde de carbone dans l'atmosphère. Elle permet aux végétaux à travers leurs résidus foliaires et leurs racines de même que leurs diverses sécrétions végétales de transférer dans le sol de la matière organique (Perry et al., 1989). La végétation et le sol peuvent constituer une solution aux augmentations atmosphériques de gaz à effet de serre (CO₂, CH₄ et N₂O) (PNUE, 2006).

Cependant, la déforestation associée aux variations climatiques a entraîné une baisse de la productivité des écosystèmes et une perte de la biodiversité végétale (Ramade, 2005). L'exposition des sols aux phénomènes d'érosion entraîne une baisse de leurs teneurs en matière organique source de carbone (Hien et al., 1993). Le potentiel de séquestration qui consiste à capter et enfermer rigoureusement le carbone dans la biomasse végétale et le sol est réduit (FAO, 2002). La séquestration du carbone s'oppose ainsi à la minéralisation observée suite à la déforestation et à la mise en culture des sols. Ces derniers deviennent des sources importantes de CO₂ et contribuent aux émissions de carbone dans l'atmosphère.

Les réserves sylvopastorales de Mbégué et Dolly appartiennent respectivement aux zones écogéographiques arachidière et sylvopastorale situées au centre du Sénégal (CSE, 1998). Elles jouent un rôle fondamental dans la vie quotidienne des populations. Des activités sensibles au climat, telles que l'agriculture, le pastoralisme et la foresterie sont exercées dans cette zone. Par conséquent, ces réserves sont soumises à une forte exploitation (Touré, 2002). Les flux de carbone liés à l'exploitation forestière et aux changements d'utilisation des terres au profit de l'agriculture augmentent dans l'atmosphère (Woomer et al., 2004; Khouma et al., 2004).

L'étude est circonscrite aux réserves sylvopastorales de Mbégué et Dolly par le fait que:

- Le changement d'utilisation des terres au profit de l'agriculture peut induire une modification significative des formations végétales. L'exemple retenu est le défrichage de 45000 hectares (environ 80% de la superficie totale) de la réserve sylvopastorale de Mbégué. Les effets de ce défrichage sur le couvert végétal sont à évaluer. La déforestation de cette zone a eu des conséquences négatives sur les populations vivant des retombées économiques de l'élevage.

- Le défrichage entraîne une augmentation des flux de carbone dans l'atmosphère suite à la combustion et à la lente dégradation des résidus végétaux non-brulés. La perturbation du sol (labourage) et les fortes températures de la zone peuvent stimuler la minéralisation d'une fraction importante du carbone organique par les microorganismes du sol.

L'intérêt de l'étude au Sénégal se trouve dans la connaissance des conséquences de la forte exploitation forestière pour les besoins des populations. En particulier les effets de la déforestation sur le stock de carbone sont à déterminer. Il relève de la volonté d'élargir le champ des activités de suivi environnemental à des axes relatifs à la problématique du changement climatique. Cette étude contribue à la mise en place des stratégies d'adaptation aux variations climatiques par la conservation des forêts et/ou l'exploitation à faible impact. Dans ce sens, la dynamique de l'occupation/utilisation du sol de même que ses liens avec la distribution du carbone (dans la biomasse végétale, dans les sols et dans l'espace) sont considérés.

Ainsi, le présent travail entre dans le contexte de l'étude des impacts de la déforestation et du changement climatique. Il a pour objectif principal d'évaluer les stocks et les flux de carbone dans les zones cultivées de Mbégué et dans les forêts de Mbégué et Dolly. Pour atteindre cet objectif, les hypothèses suivantes sont posées:

- Le défrichage de la réserve sylvopastorale de Mbégué pour des besoins agricoles a entraîné une modification du couvert végétal.

- Les teneurs en carbone sont plus élevées dans la zone non défrichée de Mbégué et dans celle conservée de Dolly.

- Les flux de carbone sont plus élevés dans les forêts de Mbégué et Dolly où il y a plus de matières organiques du sol.

La démarche adoptée est de réaliser d'abord, les cartes d'occupation/utilisation des sols des réserves sylvopastorales de Mbégué et Dolly afin de caractériser les différentes modifications des principales formations végétales. Ensuite, évaluer les stocks de carbone (biomasse végétale et sol) dans les zones de cultures de Mbégué et dans les forêts de Mbégué et Dolly. Ceci permet d'évaluer les effets du changement d'utilisation des terres au profit de l'agriculture sur les stocks de carbone. Et enfin, estimer les flux de gaz à effet de serre (CO₂ et N₂O).

Ce mémoire est organisé en quatre parties:

- Dans la première partie, une synthèse bibliographique décrira la déforestation dans sa généralité et ses principales causes naturelles et anthropiques. Les effets de la déforestation sur les stocks de carbone et les émissions de gaz à effet de serre seront documentés.

- La deuxième partie présentera le matériel et les méthodes utilisés pour mener les travaux.

- Dans la troisième partie, les différents résultats seront présentés avec les principales discussions.

- Nous terminerons par une quatrième partie que nous avons consacrée aux conclusions et aux perspectives qui découlent de ce travail.

CHAPITRE 1: REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

I. Déforestation

Depuis longtemps, l'environnement est étroitement lié à la vie des populations africaines par ses composantes telles que les forêts (PNUE, 2002). Ces forêts couvrent 38.9 % des terres soit 5086 millions d'hectares (CEE/FAO, 1992; FAO, 1992). Les zones tropicales d'Afrique, d'Asie et d'Amérique occupent environ les 1753 millions d'hectares. Les 40 % de ces forêts tropicales sont dits clairsemés. Ils correspondent à des zones où le couvert végétal des arbres n'occupe que 10 à 40 % du sol. Ces forêts permettent le développement de la strate herbacée. Elles sont généralement situées en zone tropicale sèche et, plus de la moitié de leur superficie se trouve dans les pays de l'Afrique de l'Ouest (Diop, 1994).

De nombreux facteurs humains influencent les changements de l'environnement aux niveaux mondial, national, régional et local (PNUE, 2006). Ceci se traduit parfois par une diminution, une destruction ou une disparition de certaines composantes fondamentales de l'environnement telle que la forêt. Les pays de l'Afrique du Sud du Sahara, tel que le Sénégal, ne sont pas en reste. Dans ces premiers, s'installe donc l'ensemble des steppes qui bordent le Sud du Sahara. Cette anthropisation du milieu met la survie de la population en danger en bouleversant la disponibilité, les stocks et le fonctionnement des ressources naturelles.

La déforestation ou déboisement ou encore défrichement, est la diminution des surfaces de forêt. Elle regroupe l'ensemble des pratiques et processus conduisant à utiliser les forêts à des fins non forestières. La déforestation résulte généralement d'une exploitation volontaire et incontrôlée des forêts qui deviennent alors une ville, une route, un champ ou un désert.

II. Principales causes de la déforestation

Les causes de la déforestation sont nombreuses. Elles sont d'ordre anthropique ou naturel. Les causes anthropiques sont dues entre autres au surpeuplement, aux surcharges pastorales; alors que celles naturelles sont généralement liées à la sécheresse et à la variation pluviométrique.

II. 1. Causes anthropiques

L'intervention de l'homme sur les milieux naturels modifie très souvent leur équilibre. Le recul des superficies forestières résulte principalement des défrichements liés à l'extension des terres. L'accroissement démographique, l'insécurité alimentaire et les progrès de la mécanisation, ont accentué ce phénomène de déforestation.

II. 1. 1. L'habitat

La déforestation résultant d'abattages massifs peut être due à l'extension des villes liée à des pressions démographiques croissantes. En Afrique, les taux de croissance urbaine sont très élevés. Ils sont souvent associés à un exode rural massif et à une gestion anarchique des terres (PNUE, 2002). Il faut noter également la création d'infrastructures comme le chemin de fer, les routes et les pistes pour accompagner cette extension des villes. C'est le cas de l'Opération Terres Neuves au Sénégal. Ce projet consistait à défricher pour l'habitation et l'agriculture. Le taux de déboisement varie fortement à l'intérieur des régions.

II. 1. 2. L'agriculture

Le changement d'exploitation des terres se traduit par une augmentation des surfaces cultivées et une régression du couvert végétal (Diop, 1994). Ceci est imputable d'une part, à

un appauvrissement croissant du monde rural et à l'insuffisance des terres fertiles dans les pays tropicaux (Lanly, 1991; Woomer et al., 2001), et d'autre part, à la satisfaction des besoins alimentaires d'une population croissante (PNUE, 2005).

Ces défrichements contribuent directement à la destruction des milieux boisés, notamment les forêts classées (PALD, 1998). Apparemment cette situation est en contradiction avec l'exode massif de la campagne vers la ville, qui devrait se traduire par une pression plus faible sur les terres de culture. Mais elle trouve son explication dans l'extension continue des défrichements en direction de l'Est et du Sud-Est suite à l'appauvrissement des sols de la partie Ouest du Sénégal (Touré, 2002). Les agriculteurs installés, ouvrent de nouvelles terres à la culture vivrière responsable de 40% environ des déboisements. Cependant, il convient de souligner que le Sénégal dispose de peu de forêts mais plutôt de savanes arborées ou arbustives. Les zones de végétation ont pratiquement disparu au profit des zones de cultures (Touré, 2002).

L'introduction de la culture de l'arachide au Sénégal a entraîné aussi une modification significative des paysages passant des savanes aux zones de cultures et sols nus. Les sols fertiles des nouvelles terres et des zones limitrophes de forêts sont favorables à la rotation de culture sur brûlis (Bema, 1997). Ces changements ont été accompagnés par une importante perte de biodiversité végétale.

Le rythme de la déforestation est donc passé de 40000 ha/an pour la période 1976-1980 à 60000 ha/an entre 1980-2000. La végétation n'existe donc plus que sous forme d'arbres isolés (densité inférieure en moyenne à 15 arbres/ha) (Touré, 2002). Les différentes classes de savanes sont de plus en plus transformées en steppe arborée à arbustive. La savane herbeuse commence à dominer la zone alors que celle arbustive a faiblement évolué en valeur absolue. La savane arbustive plus ou moins dense (-13,2 %) a régressé aussi. Les jachères naturelles, les savanes boisées et arborées disparaissent donc au profit surtout des savanes herbeuses, arbustives et des zones de cultures (Ndao, 2001). Les paysages des classes d'occupation/utilisation du sol sont passés d'une diversité dans leur nature à une forme plus homogène, voire monotone.

II. 1. 3. L'élevage

Au Sénégal, le cheptel est actuellement estimé à 2700000 bovins, 5900000 petits ruminants, 370000 équins, 303000 asins et 184000 porcins. La rapidité de la reconstitution du cheptel et l'accroissement considérable des effectifs animaux sont des indicateurs de succès des politiques menées dans ce secteur (PALD, 1998).

Par contre, le surpâturage est un problème croissant de perte de couverture végétale forestière. Les pâturages, c'est à dire les terres sur lesquelles, les animaux, paissent et tirent les fourrages aériens connaissent une extension. Ainsi, au moment où certaines forêts sont défrichées, d'autres disparaissent définitivement au profit de l'élevage (Diop, 1994). L'émondage des ligneux pour l'alimentation du bétail en période de soudure, associé au broutage des semis et des rejets, contribuent largement à la déforestation. Le piétinement qui aboutit au compactage du sol explique la raréfaction de la végétation autour des forages de la zone sylvopastorale (PALD, 1998). C'est le cas du forage sylvopastoral de Khelcom (dans la région de Diourbel). La faiblesse des potentialités fourragères et hydrauliques justifie les nombreuses divagations des troupeaux accentuant ainsi le processus de déforestation (FAO, 2002).

II. 1. 4. L'exploitation du bois de feu

Première source d'énergie et de revenus pour les populations rurales, le bois et le charbon de bois, sont massivement extraits des forêts et des jachères forestières (CSE, 1998). Ainsi, un milliard de personnes vivant dans les zones tropicales trouve sa consommation

quotidienne d'énergie au prix d'une surexploitation de la forêt. En Afrique, les zones sahéliennes situées au Sud du Sahara font parties des plus touchées (Diop, 1994). Par ailleurs, l'exploitation clandestine du bois dans les zones supposées classées réduit fortement le taux de recouvrement ligneux.

La ville de Dakar consomme plus de 40% de la production nationale de bois ce qui fait courir un risque grave de déforestation dans un environnement déjà menacé (Seck, 2003).

Au Sénégal, cette pression doit beaucoup inciter à la réflexion sur les voies et moyens de trouver d'autres énergies de substitution (Gueye, 2002).

II. 1. 5. L'effet des feux de brousse

Les feux de brousse dévastent une bonne partie de la végétation herbacée et constituent une autre menace pour les forêts. Entre 2002 et 2003, la surface totale mondiale incendiée était de l'ordre de 300 à 400 millions d'hectares dont environ la moitié était en Afrique (FAO, 2005).

Les raisons d'incendier sont nombreuses et diverses (CSE, 1995; Dramé, 1994). Elles peuvent être liées:

- A l'entretien des pâturages;
- Aux défrichements cultureux;
- Aux pratiques de chasse et élimination des parasites;
- A l'amélioration des déplacements et protection des villages;
- Aux facteurs psychologiques.

Les feux sont utilisés pour éliminer certaines espèces au profit d'autres, le tapis herbacé et défavoriser l'élevage, pour combattre les voisins entre autres (Grillon, 1983).

II. 1. 6. L'installation et le développement du tourisme et de l'écotourisme

De nombreuses activités de tourisme et d'écotourisme basées sur la nature tournent autour des forêts. Ainsi, la fréquentation touristique en forêt est en constante progression. L'utilisation de la forêt pour ses différentes activités est une pratique non négligeable dans le processus de déforestation. Le tourisme et l'exploitation des forêts sont donc indissociables (Berne, 2002). Une relation de cause à effet s'établit ainsi entre le développement de l'écotourisme et l'utilisation des forêts.

II. 2. Causes naturelles

Les causes naturelles les plus importantes sont la sécheresse et les variations pluviométriques:

II. 2. 1. La sécheresse

La sécheresse est une manifestation de l'aridité (Jouve, 1982). Elle est marquée par un déficit anormal en eau entraînant une rupture des équilibres naturels (Jouve, 1993; Passouant et al., 2000).

Le Sénégal à l'image du reste du Sahel, a connu des sécheresses cycliques qui ont enclenché un processus de désertification, de dégradation et des difficultés d'accès aux terres cultivables et aux ressources naturelles (Gueye, 2002).

Cette récurrente sécheresse a mis en évidence la fragilité des écosystèmes et a aggravé leurs processus de dégradation (Daget et Gaston, 1999). Elle a aussi mis en évidence le décalage

entre la capacité de production des écosystèmes et les besoins d'une population croissante (Yahaya, 2000).

II. 2. 2. Les variations pluviométriques

La végétation du Sénégal à l'image de celle du Sahel dépend de la pluviométrie (Hulme, 2001). Le climat est caractérisé par deux saisons fortement contrastées: la saison des pluies communément appelée hivernage de juillet à octobre et la saison sèche, plus longue, s'étend de novembre à juin.

La diminution du volume global des précipitations et l'irrégularité de la répartition des pluies dans l'espace sont accompagnées d'une hausse de l'évaporation (Diop, 1996). Cette situation, combinée aux différentes pressions anthropiques, a induit des modifications profondes sur les écosystèmes.

Par ailleurs, cet état de la pluviométrie entraîne l'installation d'espèces adaptées dont les principaux genres sont: *Adansonia*, *Bombax*, *Guiera* et *Balanites*.

III. Impact de la déforestation sur l'environnement

Les causes de la déforestation sont différentes, mais elles ont les mêmes effets. La destruction des forêts et la baisse de la biodiversité en sont les plus remarquables (Bema, 1997). So et al. (1990) posent la problématique de la télédétection de l'environnement sahélier et décrivent les symptômes de la dégradation en ces termes:

- Les changements dans la composition de la flore avec une augmentation des espèces non comestibles.

- La réduction du couvert végétal à l'origine de l'accroissement du taux de sol nu.

La déforestation conduit à une réduction de l'infiltration, une augmentation du ruissellement et une prédisposition plus grande à l'érosion éolienne et au ravinement. Le degré d'érosion peut être accru de 0 à 20 t/ha/an et le ruissellement de 0 à 250 mm par la déforestation (Sarrah, 1990; Lal, 1990).

Il s'y ajoute le rétrécissement de l'aire d'extension de nombreuses espèces arborées dont la régénération naturelle est devenue très difficile (*Cordyla pinnata*, *Celtis integrifolia*, *Khaya senegalensis*, *Bombax costatum*, *Anogeisus leiocarpus* et *Prosopis africana*). De ce fait, on constate aussi un processus d'extension des biotopes de plantes et d'herbes des zones plus sèches (*Acacia* et divers *Combretum*, *Guiera senegalensis*, *Capparis decidua*, *Pterocarpus lucens*, *Zornia glochidiata* (Touré, 2002).

IV. Effets de la déforestation sur la séquestration du carbone

Les émissions nettes de gaz à effet de serre peuvent être réduites soit en diminuant le taux auquel ils sont émis vers l'atmosphère soit en augmentant le taux auquel ces gaz sont retirés de l'atmosphère et stockés par endroits (Kyoto, 2003).

IV. 1. Séquestration du carbone

En plus de l'utilisation d'énergie pauvre en carbone et la réduction de la consommation d'énergie riche en carbone dans tous les champs d'activités, le Protocole de Kyoto prévoit une troisième alternative: la séquestration du carbone, directement ou non à partir de la source d'émission.

La séquestration du carbone consiste à capter le carbone et l'entreposer dans un réservoir. Elle peut être une stratégie attractive de réduction des gaz à effet de serre. Le carbone peut être

séquestré dans quatre types de réservoirs qui ont des caractéristiques différentes. L'océan, mais l'injection de carbone dans les écosystèmes océaniques est préoccupante. Les réservoirs géologiques offrent un potentiel significatif pour emmagasiner le carbone. La carbonatation minérale permet une séquestration permanente du carbone. Enfin, la biomasse terrestre constitue le réservoir de carbone qui offre l'avantage supplémentaire d'améliorer les écosystèmes.

Les forêts représentent 60 % du carbone de la végétation terrestre et les sols de forêt 35 % du total de carbone présent dans les réservoirs du sol (FAO, 2002).

Au niveau du sol, la séquestration du carbone peut se faire par:

- Une encapsulation des fragments de matière organique par les particules d'argile ou les macros ou micro agrégats du sol (Puget et al., 1995; Balesdent et al., 2000).

- Des liaisons spécifiques de la matière organique avec d'autres constituants du sol (colloïdes ou argiles).

Batjes (1996) estime un stock de carbone de 1500 Pg dans les horizons supérieurs (0-100 cm). Mais, il révèle aussi la présence de stocks importants de carbone stable entre 100 et 200 cm dans les sols tropicaux. Ces teneurs peuvent doubler entre une profondeur de 30 cm à 1 m et être multipliées par quatre jusqu'à 2 m. Seulement il existe une grande variation des teneurs en carbone organique relativement aux types de sol. Toutefois, les sols forestiers et agricoles comptent parmi les réservoirs de carbone les plus importants de la planète et leurs potentiels de séquestration peuvent être étendus (Paustian et al., 2000).

Par ailleurs, au cours de la photosynthèse, d'importantes quantités de carbone sont retirées de l'atmosphère et stockées par les végétaux. On évalue la quantité fixée annuellement à la surface de la terre à 70 milliards de tonnes (Paul et Clark, 1989). Ainsi, les forêts sont considérées comme des puits de carbone par leur importante biomasse végétale. La séquestration du carbone dans les forêts, offre donc un avantage supplémentaire dans le stockage du carbone car elle est non seulement peu coûteuse mais facile à implanter.

IV. 2. Effets de la déforestation sur le carbone stocké

IV. 2. 1. Au niveau de la biomasse végétale

Dans les zones de savanes et les forêts sèches tropicales, la quantité de carbone stocké sous forme de biomasse végétale est estimée à 20-50 t C/ha (Olson et al., 1983). D'une part, ce stockage est proportionnel aux types d'espèces végétales et d'autre part, à leurs densités. Cependant, les différentes pratiques de déforestation diminuent le peuplement et la biodiversité végétaux (Touré, 2002). Le potentiel de séquestration du carbone au niveau de cette biomasse diminue donc considérablement.

Au Sénégal, l'extraction du bois fait passer les pertes de carbone de 1.1 MTC/an en 1965 à 1.8 MTC/an en 2002 (FAO, 2002). Par ailleurs, le développement de la régénération naturelle qui diminue ces pertes de carbone, est anéanti par la sécheresse (Gonzalez, 2001).

Tschaket et al. (2004) montrent que la strate naturelle de savane disparaît dans la zone du bassin arachidier du Sénégal et les villageois ne pensent pas à sa restauration. Ainsi cette savane qui comptait 60 à 75 arbres/ha avant défrichage (1991) avec beaucoup de *Faidherbia albida* ne compte plus que 0 à 28 arbres /ha et de faibles teneurs en carbone (khouma et al., 2004). La végétation primaire originelle contient toujours le plus de carbone (FAO, 2002). De ce fait, tout changement dans sa gestion induit des changements majeurs dans la dynamique du carbone, avec comme résultat des stocks plus faibles que dans la formation végétale originelle (Woomer et Palm, 1998).

L'agriculture (au travers du défrichage, du brûlis et du labour) est responsable de 23 % des émissions de gaz dans l'atmosphère (IPCC, 2000). Ces différentes émissions peuvent être estimées en pertes de carbone provenant de la biomasse ou du sol.

IV. 2. 2. Au niveau du sol

A l'échelle de la biosphère terrestre, les sols représentent le réservoir le plus important de carbone (environ 2000 GtC) (Arrouays et Antoni, 2002). Ceci, parce qu'ils constituent le support de la production primaire végétale. La faune qui les habite, produit aussi de la matière organique fraîche (cadavres d'animaux et excréments). Les sols jouent ainsi un rôle central dans le cycle global du carbone (Figure 1).

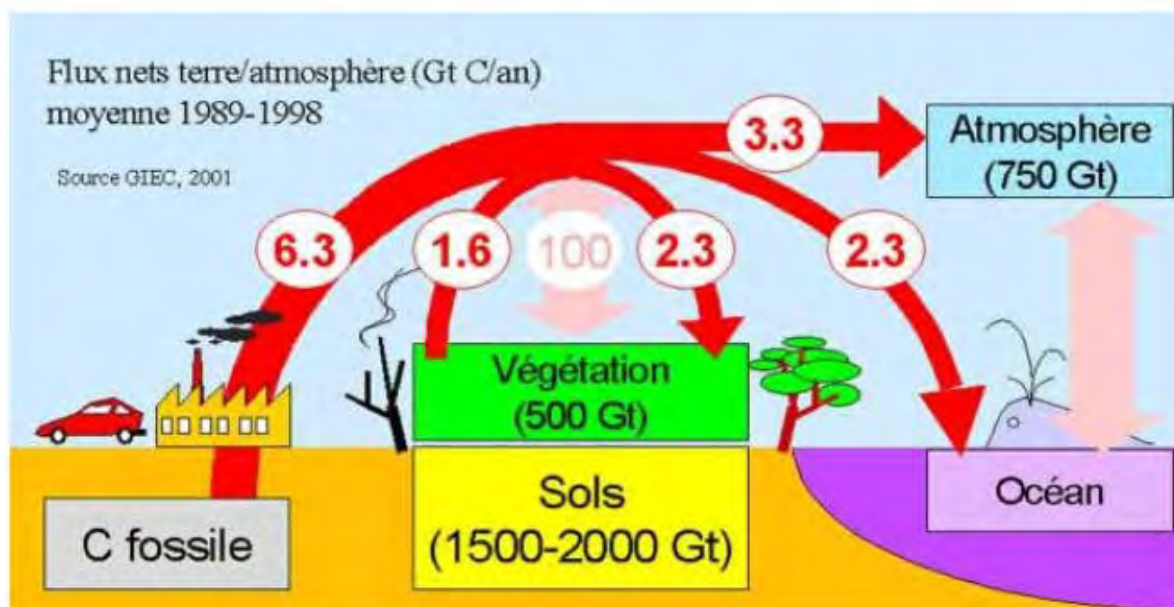


Figure1: Le cycle du Carbone terrestre : le Carbone du sol et le bilan mondial du Carbone.
Source: IPCC (2001) (International Panel of Climate Change).

La biomasse végétale et ces résidus sont soumis à diverses transformations et dégradations. Ces différents processus restituent le carbone à l'atmosphère sous forme de CO₂. Les émissions et les absorptions de ce gaz à effet de serre représentent des flux importants. Ces derniers résultent des processus souvent modifiés par les changements apportés aux pratiques d'affectation des terres. Cependant, le changement d'utilisation des terres au profit de l'agriculture a été la cause principale de l'augmentation du CO₂ dans l'atmosphère. La perte historique de carbone provenant des sols agricoles était de 50 Pg pour le dernier demi-siècle, ce qui représente 1/3 de la perte totale provenant du sol et de la végétation (IPCC, 2000). Ces pertes sont estimées à 40-50% dans une douzaine d'années avec un niveau élevé de dégradation durant les cinq premières années de labour (FAO, 2002).

L'Afrique de l'Ouest connaît une baisse du carbone de ces sols suite à la conversion de la végétation naturelle en zone de culture (Batjes, 2001; Elberling et al., 2003). Le phénomène est plus accentué lorsque l'agriculture se fait sur des sols vierges (Paustian et al., 2000 ; Solomon et al., 2002). Quand un sol de forêt est cultivé, pour une profondeur de 1 m, il perd respectivement 15 à 40 % en 2-3 ans et 50% de son carbone au bout de 10-20 ans (Ingram et Fernandes, 2001). Les dégagements nets dans l'atmosphère sont généralement dus au

changement d'utilisation des terres (déboisement, augmentation des pâturages et des terres cultivées) (Houghton, 1995; Albrecht et Kandji, 2003). Touré (2002) note qu'en matière de pratiques agricoles, 50-70% des terres de savanes sont gérées avec le minimum de retour de carbone dans les sols. L'érosion, les jachères nues et le labour intense, sont des facteurs à l'origine de la baisse des quantités de carbone du sol (Paustian et al., 2000).

Le carbone du sol issu des productions primaires végétale et animale est perdu aussi sous les effets des feux, du lessivage et de la décomposition (Wang et Hsieh, 2002). Lorsque la forêt est défrichée par mise à feu, la perte correspond à la biomasse au-dessus du sol, jusqu'à une profondeur de 3 cm (Choné et al., 1991).

Dans l'état actuel des connaissances, une augmentation de la séquestration du carbone entraîne une augmentation de la biodiversité opérationnelle et un fonctionnement biologique du sol plus efficace (FAO, 2002). Le carbone est la source de matière organique qui a un impact direct sur la qualité et la fertilité par ses fonctions biologiques, physiques et chimiques essentielles dans les sols.

Les sols et les forêts réduisent donc la concentration croissante de CO₂ atmosphérique. La séquestration du carbone dans ces réservoirs atténue les augmentations atmosphériques des gaz à effet de serre.

V. Effets de la déforestation sur les émissions de gaz à effet de serre (GES)

L'effet de serre est un phénomène naturel sans lequel la vie serait impossible sur la terre car la température y serait inférieure de 33° C (Sadourny, 1992).

Un gaz à effet de serre (GES), est un gaz qui absorbe les rayons infrarouges et, à son tour, émet dans l'atmosphère (Figure2). Il emprisonne l'énergie et a tendance à réchauffer la surface terrestre.



Figure 2: Phénomène de l'effet de serre
Source: Aquitaine, 2001.

La vapeur d'eau, le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄), les oxydes d'azote (N₂O) et l'ozone (O₃) sont les principaux gaz à effet de serre de l'atmosphère terrestre. Etienne (2003) montre que les nuages, les chlorofluorocarbones (CFC), le monoxyde de carbone (CO), les composés organiques volatils (COV), les oxydes d'azote (NOX) contribuent aussi à l'effet de serre.

Le CO₂ est le gaz à effet de serre le plus abondant dans l'atmosphère. La quantité de carbone accumulée dans l'atmosphère est égale à 35 Pg par an. Une large proportion de ce dégagement est due à la combustion des fossiles et au changement d'utilisation des terres au profit de l'agriculture (Paustian et al., 2000). Au sol, à l'exception des facteurs climatiques (principalement la température), l'érosion et la minéralisation de la matière organique sont les principaux processus causant les émissions de carbone (FAO, 2002). Cette situation fait qu'il est proche de la saturation et explique l'intérêt porté sur ce gaz alors que d'autres comme le CH₄ et le N₂O ont des taux d'absorption respectivement 21 et 310 fois plus élevé (Gates, 1996).

Le dégagement de N₂O est lié à la dénitrification. Le flux gazeux de N₂O émis par les sols est plus important dans les zones humides que dans les zones cultivées (Dianou, 2005).

Le sol constitue un puits naturel de CH₄ atmosphérique grâce à son absorption par les bactéries (Keller et al., 1990 ; Scharffe et al., 1990). Cependant, le labour peut modifier les flux de CH₄.

La déforestation, la culture des rizières, l'utilisation d'engrais inorganiques et l'extension de l'élevage en zone sylvopastorale jouent un rôle capital dans ces émissions de gaz à effet de serre (Dixon, 1995).

Après brûlis, les quantités importantes de carbone stockées dans les forêts deviennent très faibles. En effet, les feux de forêt, étroitement liés à la déforestation sont une importante source d'émissions de gaz à effet de serre (Lescuyer et Locatelli, 1999). Le déboisement entraîne généralement la perte presque totale de la biomasse et de son carbone puis 40 à 50 % du carbone du sol dans l'espace de quelques décennies (Arrouays et Pelisser, 1994).

Les différents flux des principaux gaz à effet de serre (CH₄, N₂O et CO₂) sont estimables en pertes de carbone (Woomer et al., 2004). Les pertes de carbone dans l'atmosphère sont proportionnelles aux émissions de gaz.

En zone tropicale, la déforestation est responsable de 20 à 25 % des émissions annuelles mondiales de dioxyde de carbone (GIEC, 2000).

L'équilibre dépend alors de la nouvelle utilisation du sol. Avec le boisement, le carbone de la surface du sol et celui du sous-sol augmentent selon le taux de croissance des arbres (PNUE, 2002).

CHAPITRE 2: MATERIEL ET METHODES

I. Matériel

I. 1. Zone d'étude

I. 1. 1. Présentation

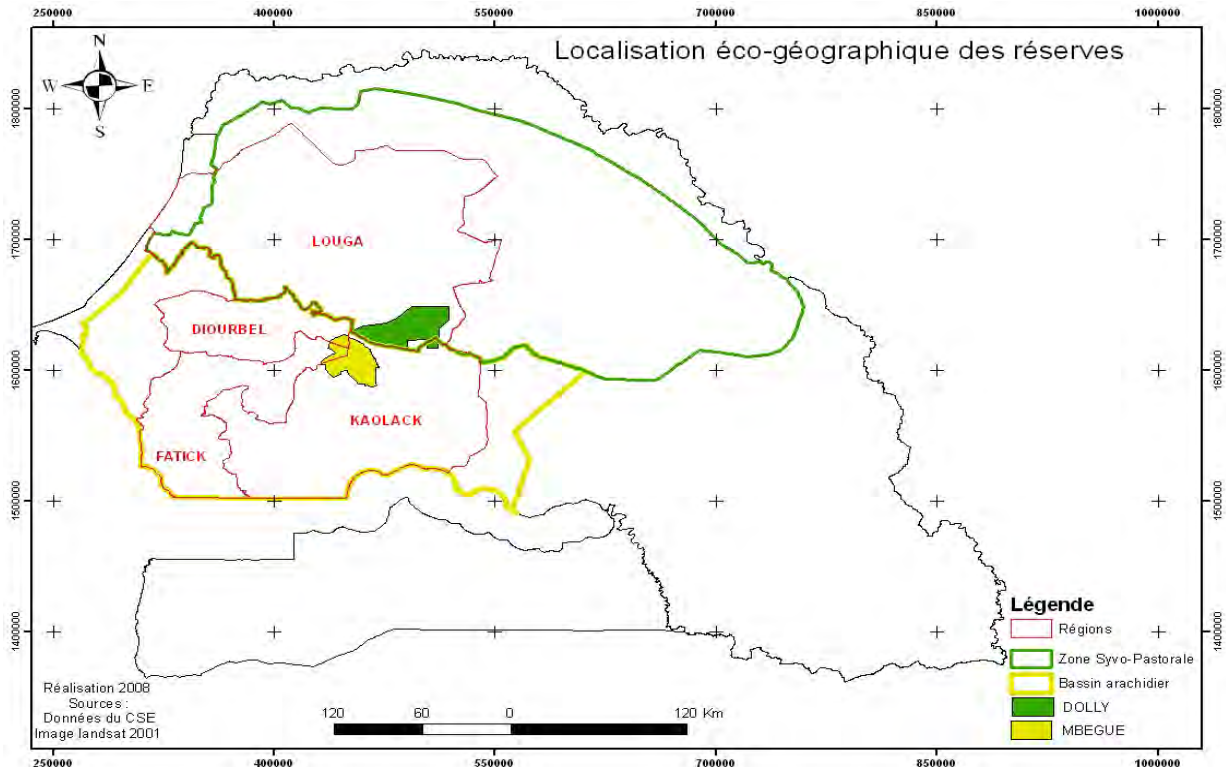


Figure 3: Localisation éco-géographique des réserves sylvopastorales de Mbégué et Dolly (Image LANDSAT 2001, Base de données CSE).

Les deux réserves sylvopastorales de Mbégué et Dolly, d'une superficie totale de 183000 ha, intègrent la zone sylvopastorale et le bassin arachidier du Sénégal (Figure 3).

- La zone sylvopastorale va du Centre au Nord du Sénégal. C'est une zone de parcours des animaux et la population est généralement vouée à l'élevage (Diouf, 2000). Elle couvre la presque totalité de la réserve de Dolly.

- Le bassin arachidier va du Centre au Sud du Sénégal. Il doit son nom à la forte extension de la culture arachidière. C'est dans cette zone que la culture de l'arachide avait trouvé toutes les conditions favorables à son développement et à son expansion (Bâ, 1995). La réserve de Mbégué est totalement incluse dans cette zone de même qu'une petite partie du Sud-Est de celle de Dolly (figure 3).

Ce vaste ensemble appartient à quatre régions administratives (Louga, Kaolack, Diourbel et Fatick).

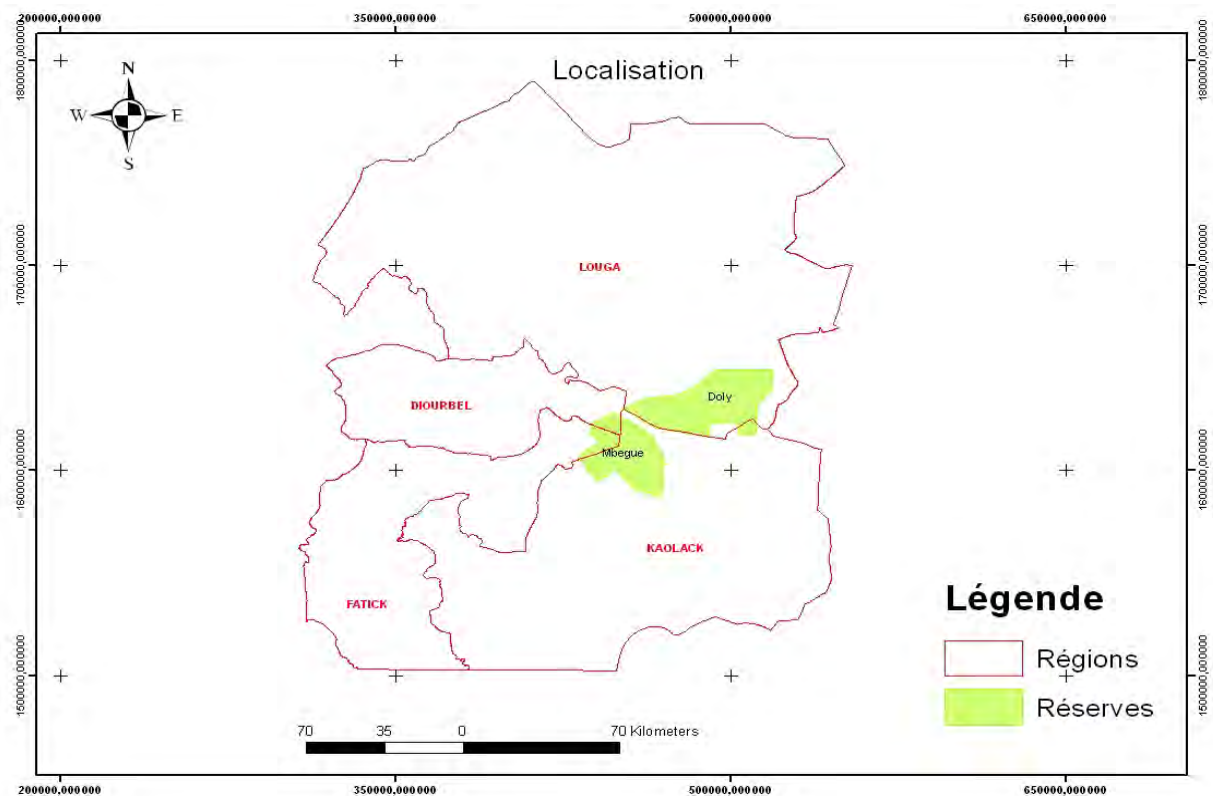


Figure 4: Localisation administrative des réserves sylvo-pastorales de Mbégué et Dolly (Image LANDSAT 2001, Base de données CSE).

L'étude a été réalisée dans les réserves sylvo-pastorales de Mbégué (73000 ha) et Dolly (110000 ha). Elles se trouvent au Centre du Sénégal. Le site de Mbégué est situé dans les régions de Diourbel, Fatick et Kaolack. Celui de Dolly est presque inclus dans la région de Louga exceptée la petite partie du Sud-Est qui couvre une partie de la région de Kaolack. La zone d'étude est limitée au Sud par la région de Kaolack, au Nord par Louga, à l'Ouest par Fatick et Diourbel et à l'Est par Kaolack et Louga (Figure 4).

I. 1. 2. Climat et Précipitations

Le climat est de type Sahélo-Soudanien caractérisé par une courte saison pluvieuse et une longue saison sèche.

La pluviométrie qui fluctue du Nord au Sud a permis de subdiviser la zone en domaine Sahélien au Nord et le Nord-Soudanien au centre (CSE, 2005).

- La réserve de Dolly est caractérisée par une pluviométrie qui varie entre 200 et 400 mm/an (ISRA, ITA, CIRAD, 2004). Elle appartient au climat sud sahélien dont la pluviométrie varie entre 300 et 500 mm (Touré, 2002).

- La réserve de Mbégué, est caractérisée par une pluviométrie en moyenne égale à 400 mm/an (Diouf, 2000). Ce site est du domaine nord soudanien avec une pluviométrie qui oscille entre 500 et 800 mm/an (Touré, 2002).

Par ailleurs, ces deux réserves sont aussi caractérisées par l'existence des cours d'eau, des mares temporaires et de petites vallées alimentées par les eaux de pluie. Cependant, ils s'assèchent dès le début de la saison sèche.

I. 1. 3. Sols

Notre terrain d'expérimentation est principalement caractérisé par un sol du type ferrugineux tropical à l'exception de quelques zones de dépression à sol hydromorphe.

- Les sols ferrugineux tropicaux de cette zone se divisent en lessivés sous l'effet des eaux (sols beiges de teinte claire à cause du lessivage) et non lessivés (sols diors) (Atlas national du Sénégal, 2006).

- Les sols hydromorphes sont marqués par la présence dans leur profil d'un excès d'eau à une certaine période de l'année (Atlas national du Sénégal, 2006).

I. 1. 4. Végétation

La zone d'étude est caractérisée par trois types de savanes:

- Savane boisée: ce type de formation végétale est caractérisé par une densité importante des arbres et arbustes.

- Savane arborée: elle est constituée d'arbres et d'arbustes dispersés.

- Savane arbustive à arborée: cette formation marque une transition entre la formation arbustive et celle arborée.

A côté de ces savanes, existe une steppe arbustive à arborée essentiellement dominée par les herbacées avec la présence de quelques arbres et arbustes.

I. 1. 5. Caractéristiques socio-économiques

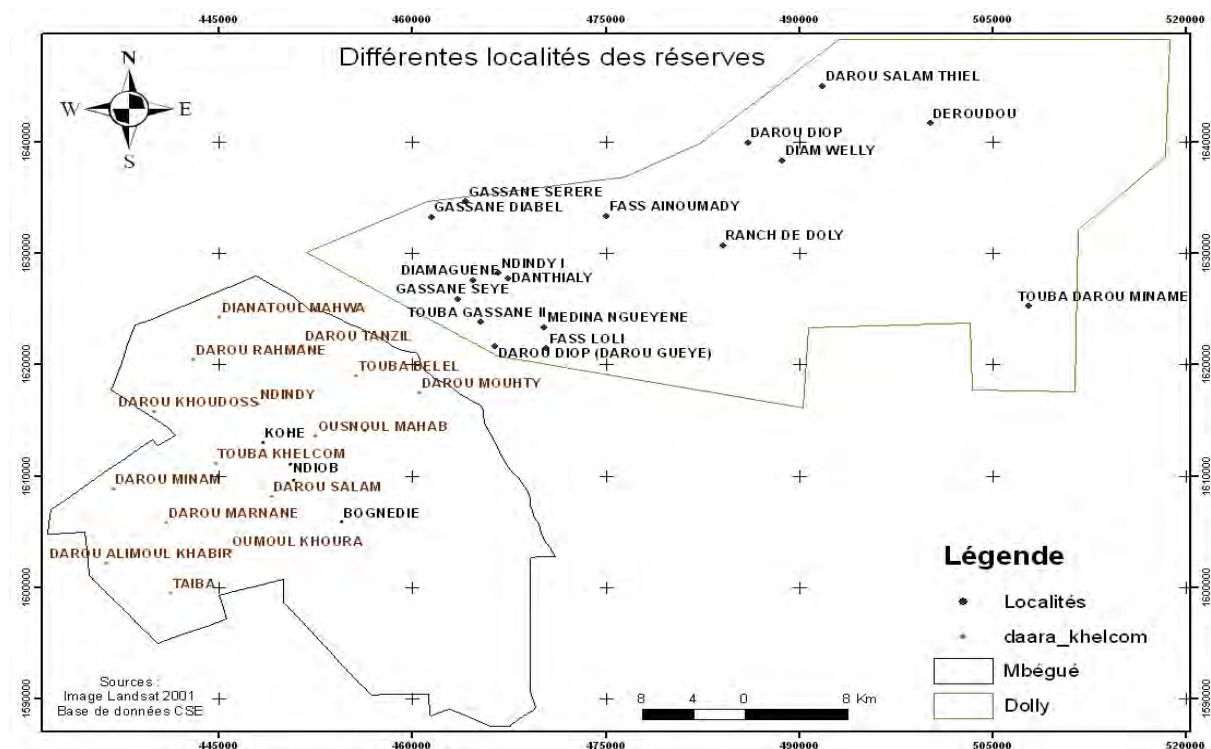


Figure 5 : Différentes localités installées au sein des réserves (Image LANDSAT 2001, Base de données CSE).

La zone sylvopastorale du Sénégal est peu peuplée et a eu le taux de croissance (0,9%) le plus faible du Sahel depuis 1960 (Barral et al., 1983; Bâ, 1995).

Cependant de récentes observations ont montré que cette zone est aujourd'hui fortement occupée par les populations. Cette occupation des réserves est motivée par le rôle

fondamental qu'elles jouent dans la vie quotidienne de ses populations. Les réserves permettent le développement de certaines activités telles que l'agriculture, la cueillette et le pastoralisme (Touré, 2002). La forte exploitation forestière est confirmée par la présence des charrettes et des camions chargés de bois et de charbon dans la zone.

La population de Mbégué, dominée par les Wolofs (particulièrement la confrérie Mouride) regroupés en 15 Daaras, s'adonnent essentiellement à l'agriculture. Les Daaras correspondent aux zones de culture de la réserve de Mbégué. Chaque Daara couvre une superficie de 3000 ha. Ils sont habités par des talibés mourides cultivateurs et dirigés par un marabout. Les peulhs sont rencontrés dans la partie non défrichée de la réserve. Ils vivent généralement de l'élevage.

Par contre, dans la réserve de Dolly, l'ethnie peuhle est dominante. L'élevage trouve dans cette réserve les conditions favorables à son développement. Les peulhs sont traditionnellement éleveurs. Ils s'installent dans les zones qui ne sont pas entièrement cultivées.

Devenant de plus en plus nombreuses, ces populations exercent une pression se traduisant entre autres par l'éclaircissement de la couverture végétale et la dégradation des sols de ces réserves (Touré, 2002).

Par conséquent, ces différentes activités socio-économiques associées aux irrégularités pluviométriques ont entraîné une modification significative des formations végétales. Le passage de la savane boisée aux zones nues en est un exemple.

I. 2. Imagerie satellitaire de la zone

LANDSAT (Figure 6) est l'image satellitaire qui a été utilisée. Cette image datée de 2001 couvre la zone de Mbégué et Dolly.

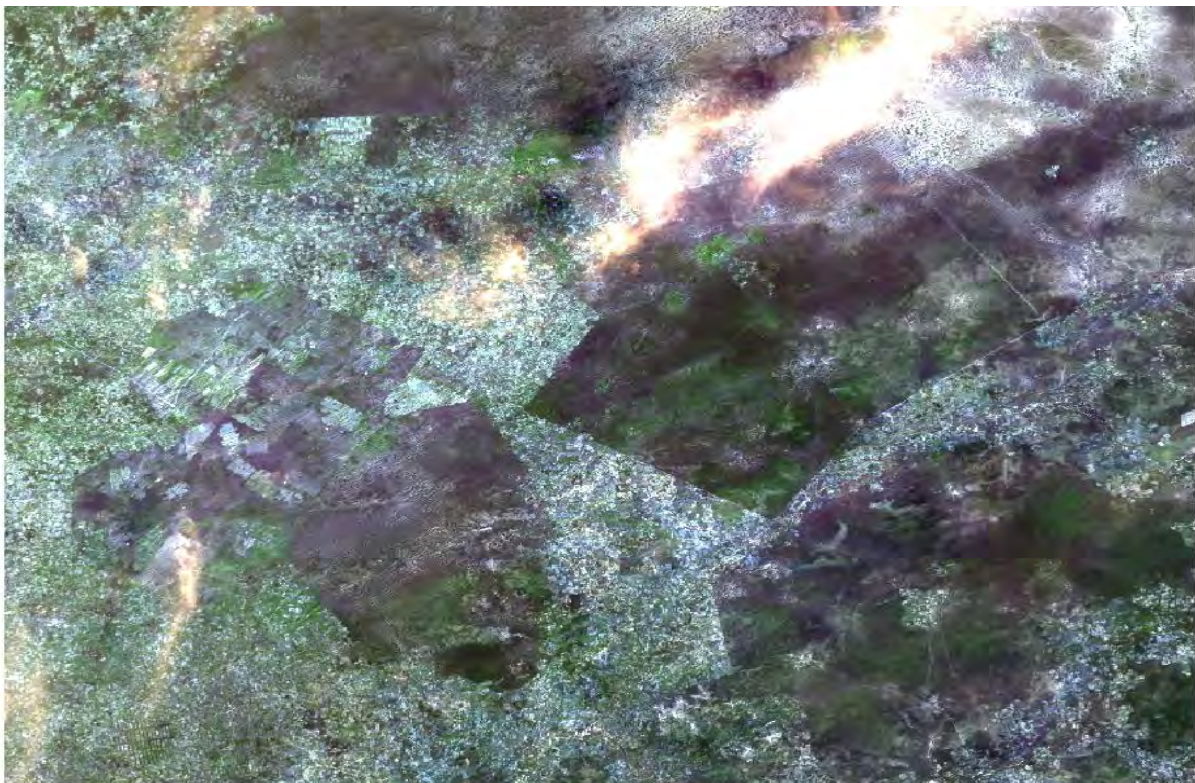


Figure 6: Image LANDSAT 2001 (Base de données CSE)

Ref: r-mos-204-50_20011001 1234578

mos : mosaïque

204 et 50 grilles nationales de calage de l'image 204 à la verticale et 50 à l'horizontale et 1 jusqu'à 8 sont les bandes optiques sauf 6 les bandes thermiques

En plus de l'image LANDSAT 2001, une carte topographique couvrant les deux réserves d'études a été utilisée (Figure 7). Elle permet de faire des observations directes concernant la forme, la dimension et la physionomie du terrain. Cette carte décrit de manière précise l'emplacement des sites pour mieux se repérer en fonction des localités.

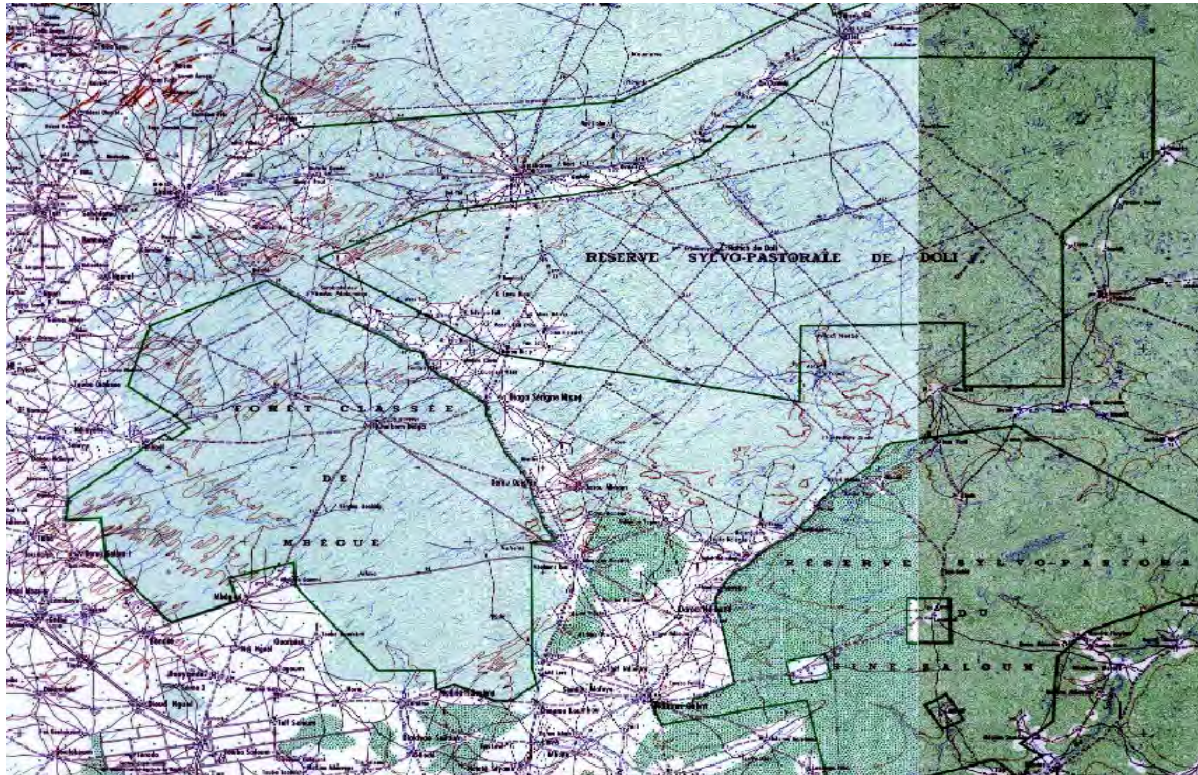


Figure 7: Carte topographique des deux réserves d'étude (Base de données CSE)

II. Méthodes

II. 1. Détermination des placettes et réalisation des cartes d'occupation/utilisation des sols

Avec l'outil système d'information géographique (SIG) et plus particulièrement le logiciel Arc Gis, une composition colorée a été réalisée à partir de l'image LANDSAT 2001. Pour une bonne visibilité; une combinaison des canaux: 7 (Red); 5 (Green) et 2 (Bleue) a été faite. Le rôle de cette composition colorée est de permettre l'identification des éléments d'un paysage donné.

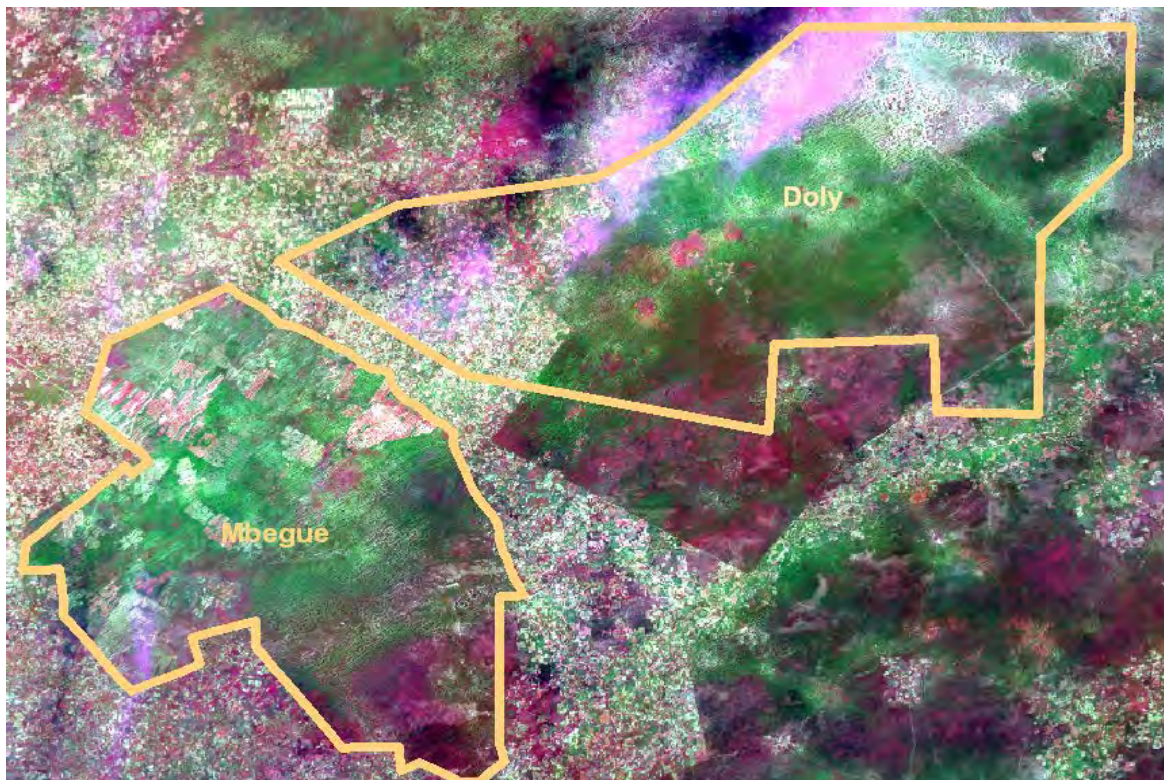


Figure 8: Image LANDSAT 2001 colorée (Base de données CSE).

L'objectif principal de cette carte (figure 8) a été de différencier les faciès homogènes, caractéristiques de ces réserves afin de guider le choix des placettes.

Ainsi, 3 placettes (RD1, RD2 et RD3) ont été choisies dans la réserve de Dolly considérée comme mieux conservée et 4 (M1, M2, M3 et M4) dans Mbégué. Les Daaras 8 ; 3 ; 12 et 14 ont été choisis dans les zones de culture de Mbégué. Les coordonnées des centres de ces placettes et Daaras sont déterminées par le Global positioning system (GPS).

Les différentes données obtenues des images et des études de terrain ont été regroupées dans un SIG. Ainsi, les cartes de l'occupation/utilisation actuelles des sols de nos deux réserves d'étude ont été réalisées. Ce logiciel a aussi permis la détermination de la superficie de chaque classe d'occupation de l'espace.

II. 2. Détermination du carbone de la biomasse végétale

Dans chaque Daara et placette choisis, les strates ligneuse et herbacée sont inventoriées. La quantité de carbone de la biomasse incluse dans chaque périmètre est aussi déterminée. Le petit matériel et les dispositions à prendre sont décrits dans les annexes (Annexes 1).

II. 2. 1. Inventaire de la biomasse végétale

- Les ligneux:

A l'aide des rubans de 40 m, des placettes de 20 m de rayon ont été délimitées: quatre dans la zone non défrichée de Mbégué et trois dans la réserve de Dolly. Par contre dans la zone défrichée de Mbégué correspondant essentiellement à l'espace des quinze Daaras, l'inventaire a été fait à l'hectare (1 ha) et quatre Daaras (3 ; 8 ; 12 et 14) ont été choisis. Les placettes sont choisies dans des endroits caractérisés comme représentatifs des différents types de formations végétales. Chaque placette est fractionnée en quatre parties. Après identification de l'espèce végétale, son nom scientifique et sa famille sont notés sur une fiche. L'inventaire a été fait en progressant dans le sens des aiguilles d'une montre. Cette précaution a permis de faire un inventaire complet et de réduire les risques d'oublis. Des fiches d'inventaire en autant d'exemplaires que de placettes à échantillonner ont été utilisées.

- Les herbes:

Dans chaque placette, trois quadrants de 1 m² (1 m x 1 m) ont été choisis en fonction de la représentativité du tapis herbacé. La délimitation des quadrants a été faite avec des carrés métalliques. Toutes les espèces d'herbes présentes et leurs familles sont notées sur les fiches d'inventaire.

II. 2. 2. Quantification du carbone de la biomasse:

- Ligneuse:

La circonférence à hauteur de poitrine (CHP) est mesurée avec des rubans de 1,5 m là où il est possible pour tous les individus. La longueur, la largeur et la hauteur de chaque espèce d'arbre sont estimées. Les états physiologique et phénologique de chaque espèce ainsi que certaines observations particulières telles que les coupes, les émondages sont notés.



Figure 9: Estimation de la biomasse aérienne des ligneux (CSE, 1998)

Pour la régénération et les sujets buissonnants (sujets dont il est impossible de prendre le CHP, car ils sont inférieurs à 1,30 m de hauteur) la taille et les dimensions du houppier (longueur et largeur) sont considérées. Le nombre de tiges est précisé aussi. Ces premiers pouvant se présenter sous forme de touffes.

La quantité de biomasse ligneuse de chaque sujet adulte est obtenue en utilisant les formules allométriques adaptées au type de mesure effectuée et au milieu. Les quantités de biomasse ligneuse obtenues sont converties en masse de carbone selon différents facteurs de conversion. Nous utilisons ici la formule préconisée par IPCC (2003) qui s'établit comme suit:

$$\text{Biomasse (Kg)} = \text{Exp} (-1,996 + (2,32 \ln D))$$

$$D = \text{diamètre à hauteur de poitrine (DHP)} = \text{CHP}/3,14$$

La quantité de carbone est obtenue en multipliant la quantité de biomasse par le facteur 0,5 (IPCC, 2003) qui représente la portion de carbone contenue dans la matière végétale sèche. Le carbone compris dans la biomasse de régénération et des individus buissonnants est obtenue à partir du calcul du biovolume (Woomer, 2003).

$$\text{Biovolume (m}^3\text{)} = ((L + l)/4) \times \text{Pi} \times H$$

L = longueur du houppier

l = largeur du houppier

H = taille du sujet

Pi = 3,14

La biomasse de la strate ligneuse dont la taille est inférieure à 1,30 m est obtenue par la formule suivante préconisée par (Woomer, 2003):

$$\text{Biomasse (kg)} = \text{Biovolume} \times 380 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

Et la quantité de carbone de cette strate s'obtient en multipliant la biomasse par 0,5 (IPCC, 2003):

$$C \text{ (kg)} = \text{Biomasse} \times 0,5$$

La biomasse racinaire des ligneux qui contient une quantité non négligeable de carbone est considérée dans l'évaluation de la réserve en carbone. Considérant le coût élevé de l'évaluation du carbone à partir de prélèvements des racines, l'utilisation de facteurs d'estimation en relation avec la biomasse aérienne a été adoptée. Ces facteurs d'estimation découlent du rapport biomasse racinaire/biomasse aérienne. Le carbone racinaire des ligneux (C L rac) est indirectement obtenu en multipliant le carbone aérien des ligneux par 0,8 dans la sous-zone sahélienne (Breman et al., 1995). Les quantités de biomasse et de carbone obtenues sont rapportées à l'hectare.

Les placettes délimitées sont toutes de rayon (R) = 20 m; ce qui fait que leur surface :

$$S \text{ (m}^2\text{)} = \pi R^2 = 3,14 \times (20)^2 = 1256 \text{ m}^2$$

Et en appliquant la formule suivante: **Carbone x 10000/1256**; on obtient les valeurs de Carbone en kg/ha.

- **Herbacée:**

Après inventaire, la strate herbacée est coupée à l'aide des faucilles. Les résidus en surface formés de feuilles d'arbres, de branchettes et d'herbes, sont collectés. Chaque récolte est mise dans un sachet en tissu et pesée après avec des balances électroniques.

Les valeurs de biomasse ainsi obtenues sont converties en kg. Elles sont rapportées à l'hectare en multipliant par 10000.

La quantité de carbone dans la matière sèche herbacée/ha est obtenue en multipliant la biomasse par le coefficient 0,5 (CSE, 2007; IPCC, 2003). La même opération est effectuée pour les résidus de végétaux recueillis.

Le carbone racinaire, de la strate herbacée (C Hrac) est dérivé du carbone de la partie aérienne de la strate herbacée multiplié par 0,5. Les coefficients utilisés représentent le rapport entre les parties aériennes et souterraines des végétaux (Breman et al., 1995).

I. 3. Détermination du carbone des sols

II. 3. 1. Prélèvement d'échantillons de sol

Sur chaque placette et Daara, un échantillonnage de sol a été effectué. Les prélèvements sont réalisés à l'aide d'une tarière sur les horizons 0-30 cm (planche 1). Trois prélèvements autour de chaque point repère (point au sein du Daara ou de la placette et dont ces coordonnées sont déterminées par GPS) des différentes placettes et Daaras ont été effectués. Chaque échantillon est un mélange composite de trois prélèvements. Ensuite un prélèvement de sol non composite est effectué à l'intérieur de la cuve qui servait de support à la chambre installée pour le prélèvement des gaz à effet de serre. Ce qui fait 4 prélèvements par point repère. Ainsi 32 échantillons de sol ont été obtenus dans Mbégué et 12 dans Dolly. Au total, 44 échantillons de sol pour les deux sites.



Planche 1: Prélèvement d'échantillons de sol dans les horizons 0-30 cm.

Autour de chaque point repère des placettes et Daaras, 6 échantillons de sol ont été obtenus. Deux prélèvements par trou aux horizons (0-20 et 20-40 cm) sont effectués et mis dans des pots fermés. La densité apparente des sols de la zone est mesurée.

Le carbone organique de ces échantillons de sols a été analysé au laboratoire des moyens analytiques (LAMA). La quantité de carbone de chaque échantillon de sol est ensuite estimée. La formule utilisée est adaptée à celle de (Touré, 2002):

$$\text{Quantité C sol (kg/ha)} = \text{C en g/kg de sol} \times 300000 \text{ cm}^3/\text{m} \times \text{Densité apparente} \times 10000 \text{ m}^2/\text{ha} \times 0,001\text{kg/g}$$

En définitive, le carbone total contenu dans le sol est égal à :

$$\text{Quantité C sol} \times 10000 \text{ m}^2 / (3,14 \times 1256) = \text{Carbone total}$$

II. 4. Détermination des caractéristiques physiques des sols

L'analyse granulométrique et de capacité d'échange cationique ont été faites sur les sols prélevés. Elles ont toutes été effectuées au laboratoire des moyens analytiques (LAMA). L'analyse granulométrique a permis de connaître la répartition des différentes tailles de particules constituant le sol suivant cinq classes : les argiles (<2 μm), les limons fins (2 μm<Lf<20 μm), les limons grossiers (20 μm<Lg<50 μm), les sables fins (50 μm<Sf<200 μm) et les sables grossiers (200μm<Sg<2000 μm). Les éléments les plus fins sont obtenus par sédimentation suivant la loi de Stockes et les autres par tamisage.

La capacité d'échange correspond à la quantité totale de cations que le complexe d'échange du sol peut fixer. Le dosage de l'ammonium qui correspond à la quantité d'ammonium non échangé se fait par colorimétrie.

Les cations échangeables du sol sont déplacés par percolation avec une solution normale d'acétate d'ammonium à pH 7. Les bases extraites sont dosées au spectrophotomètre par absorption atomique.

II. 5. Détermination des flux de gaz à effet de serre (CO₂, N₂O)

II. 5. 1. Prélèvement des gaz

Des chambres statiques ont été utilisées. Elles sont installées dans les placettes et les Daaras délimités pour l'estimation de la biomasse végétale. Afin d'éviter des perturbations du sol, les bases fixes des chambres sont enfoncées (jusqu'à 3 cm de profondeur) au moins 1 heure avant le début de l'expérience (planche 2).



Planche 2: Base fixe d'une chambre statique

Les mesures de gaz sont effectuées à l'intérieur des chambres. Les prélèvements se font manuellement (planche 3). Ils sont ensuite injectés dans des tubes Venject à l'aide d'une seringue. Les bouchons de chaque tube sont couverts de silicone afin de garantir l'étanchéité du prélèvement pendant son stockage en attente d'analyse.

En raison d'un prélèvement/heure pendant 3 heures (à t_0 , t_1 , t_2 et t_3), quatre prélèvements ont été effectués par chambre. En tout, 44 échantillons de gaz ont été prélevés pendant la mission. Ensuite, ils ont été conservés dans un local frais à température ambiante.



Planche 3: Prélèvement de gaz à effet de serre et injection dans un tube

II. 5. 2. Analyse des gaz

Ces échantillons sont ensuite envoyés au laboratoire UR SeqBio Montpellier SupAgro pour analyse chromatographique à phase gazeuse. L'analyse est un point clé dans l'estimation des flux de gaz à effet de serre. Il s'agit de trouver un équipement qui permet de détecter des teneurs en gaz de l'ordre de la ppm. Ces échantillons ont permis de mesurer les flux discontinus de CO₂ et N₂O. Dans notre cas, on a utilisé:

Pour le CO₂, un Microcatharomètre CP-4900 Varian (CP-4900, Varian Inc., Palo Alto, USA) est utilisé.

Le N₂O est analysé par le chromatogramme à détection par capture d'électron CP-3800 Varian (CP-3800, Varian Inc., Palo Alto, USA).

II. 5. 3. Calcul des flux de CO₂ et N₂O

L'équation proposée par Hutchinson et Mosier, (1981) a été utilisée pour estimer les flux de gaz. Le calcul des flux s'effectue par:

$$F = \frac{V}{A} \cdot \frac{\Delta C}{\Delta T}$$

Avec:

F: flux gazeux (g/m²/s).

V: volume d'air de la chambre (m³).

A: surface au sol circonscrite par la chambre (m²).

$$\frac{\Delta C}{\Delta T}$$

: cinétique de la concentration du gaz à l'intérieur de la chambre au cours du temps (g/m³/s d'éléments).

II. 6. Analyses statistiques

Toutes les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel *SuperANOVA* (version 1,01).

Les traitements statistiques de ces résultats ont été effectués en utilisant la méthode de comparaison des moyennes avec le test de Fisher (Fisher's protected LSD; $p < 0,05$).

CHAPITRE 3: RESULTATS

I. Cartes d'occupation/utilisation des sols des réserves

Les données obtenues à partir de l'image LANDSAT 2001 et des travaux de terrain ont été regroupées dans un Système d'Information Géographique (SIG). Ainsi, les cartes d'occupation/utilisation des sols de la réserve de Mbégué au 1/210000 et Dolly au 1/255000 ont été réalisées.

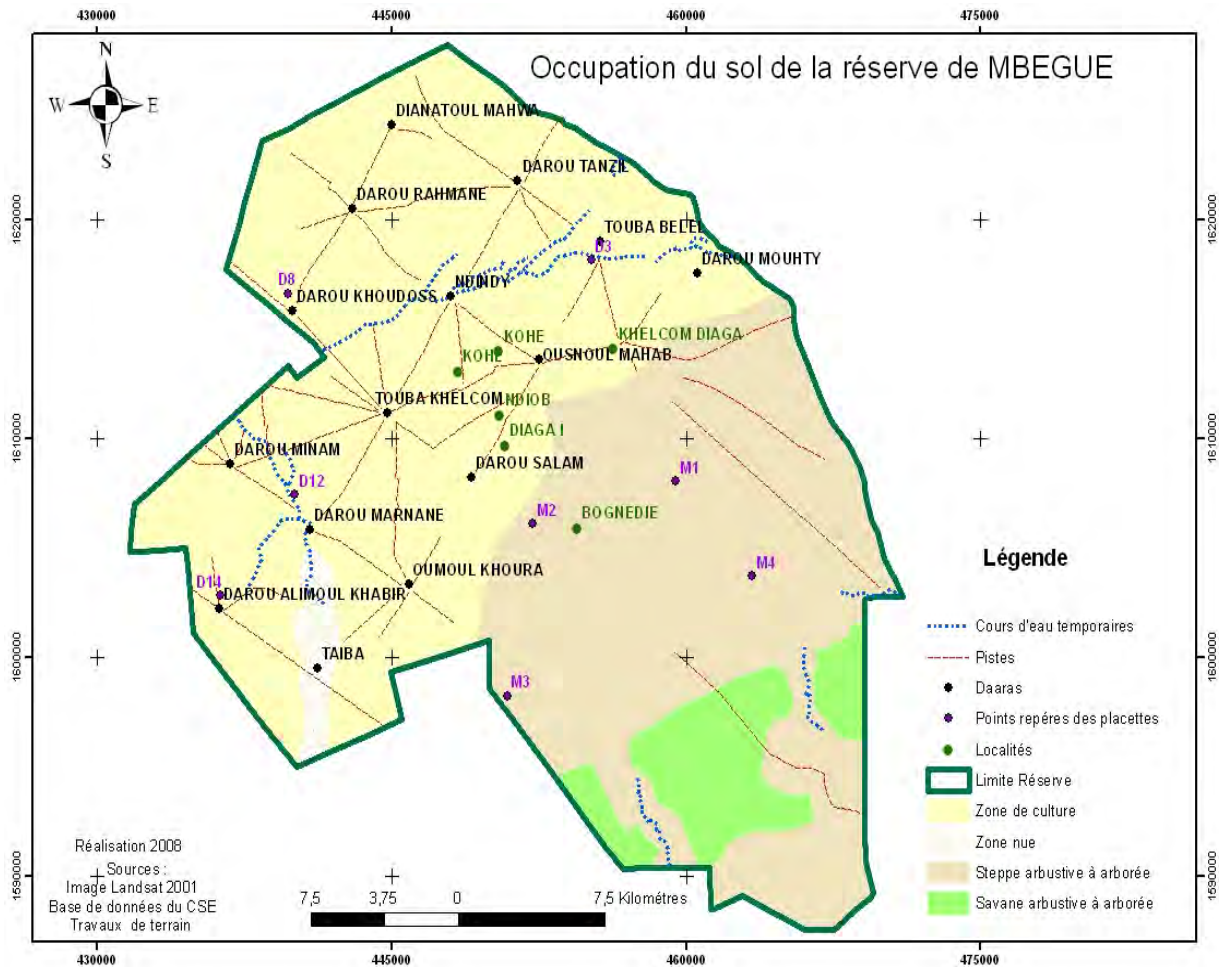


Figure10: Carte d'occupation/utilisation du sol de la réserve de Mbégué

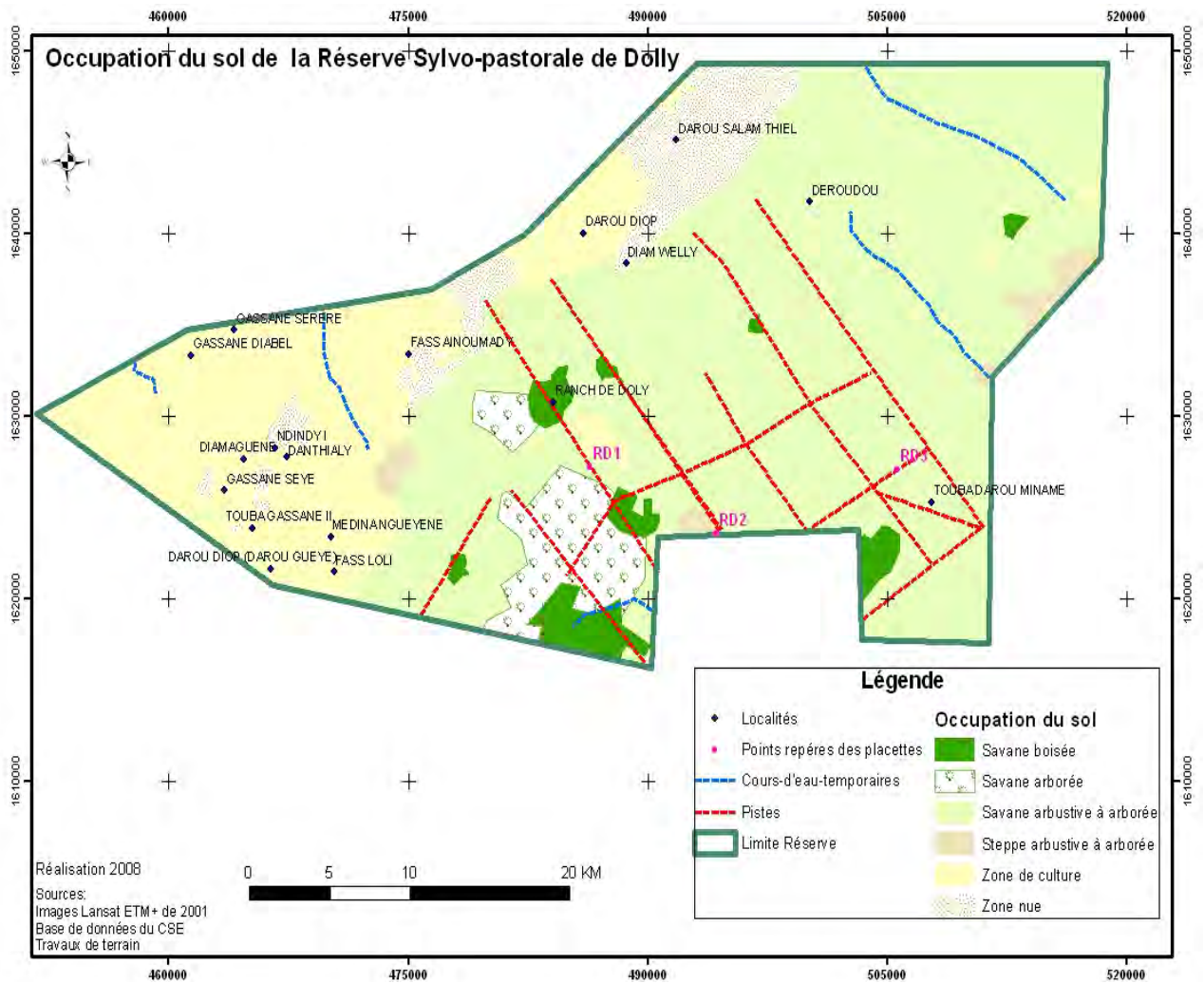


Figure 11: Carte d'occupation/utilisation du sol de la réserve de Dolly

Les figures 10 et 11 montrent les différentes classes d'occupation des réserves de Mbégué et Dolly. Elles mettent en évidence d'une part les zones cultivées et les zones nues, et d'autre part les formations végétales naturelles. Ces dernières sont composées de savanes arborée et boisée; de savane et steppe arbustives à arborées.

Les savanes boisée et arborée n'existent que dans la zone de Dolly. Dans la réserve de Mbégué, elles n'existent pas ou ont disparu avec le temps. Ces résultats indiquent que le site de Dolly est mieux conservé. Cependant, des zones de culture ont été aussi délimitées dans ce dernier. Cela reflète l'anthropisation de Dolly.

Les zones nues, observées dans les deux réserves, peuvent être liées à la qualité des sols (salinité ou infertilité suite au lessivage), au déficit pluviométrique et à l'action humaine (pastoralisme et feux entre autres).

Par ailleurs, les différents habitats installés dans les réserves ont été localisés et les réseaux hydrographique et routier sont aussi tracés.

L'outil SIG a permis de délimiter les différentes classes d'occupation des sols de ces réserves et de déterminer aussi leurs superficies. Le tableau 1 présente les résultats obtenus.

Tableau 1: Superficies des classes

Classes d'occupation/utilisation des sols	Superficies en hectares (ha)	
	Mbégué	Dolly
Savane arbustive à arborée	5110	46200
Zone de culture	39420	22000
Zone nue	1460	22000
Savane arborée	–	9900
Savane boisée	–	7700
Steppe arbustive à arborée	27010	2200
Totale	73000	110000

Dans la réserve de Mbégué, les zones de culture occupent plus de la moitié (54 %) des 73 000 ha que couvre la réserve suivies de la steppe (37 %). Par contre, Dolly se distingue par la prédominance de la végétation naturelle (60%) caractérisée par la savane arbustive à arborée. Cette savane occupe 70% de la surface couverte par la végétation naturelle. Les superficies des savanes arborée et boisée sont respectivement de 9900 et 7700 dans le site de Dolly alors qu'elles sont nulles à Mbégué (tableau 1).

II. Evaluation du carbone stocké dans les biomasses végétales des réserves

II. 1. Inventaire des espèces végétales

Cet inventaire est effectué dans les Daaras (8; 3; 14 et 12) et les placettes (M1, M2, M3, M4, RD1, RD2 et RD3) des réserves de Mbégué et Dolly (Figure 10 et 11). Toutes les espèces ligneuses et herbacées rencontrées ont été identifiées. Le nom scientifique de chaque espèce, sa famille et son pourcentage de représentativité par zone et dans toute l'étendue des réserves sont donnés dans les tableaux 2 et 3.

II. 1. 1. Espèces ligneuses

Tableau 2: Espèces ligneuses rencontrées et leurs représentativités.

Noms scientifiques	Familles	% de représentativité par zone			% de représentativité totale dans les réserves
		Daaras (D)	Mbégué (M)	Dolly (RD)	
<i>Acacia senegal</i>	Mimosacées	0	0	0,6	0,3
<i>Acacia machrostachya</i>	Mimosacées	0	0	0,6	0,3
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	Combrétacées	0	1,1	0	0,6
<i>Balanites aegyptiaca</i>	Mimosacées	44,4	13,8	0	8,4
<i>Bombax costatum</i>	Bombacacées	0	0	3,2	1,4
<i>Boscia senegalensis</i>	Capparidacées	0	0	1,9	0,8
<i>Combretum glutinosum</i>	Combrétacées	22,2	28,7	41,7	34,4
<i>Combretum micranthum</i>	Combrétacées	0	0	3,8	1,7
<i>Combretum nigricans</i>	Combrétacées	0	0	5,7	2,5
<i>Feretia apodanthera</i>	Rubiacees	0	0	1,3	0,6
<i>Gardenia sp</i>	Rubiacees	0	0,5	0	0,3
<i>Grewia bicolor</i>	Tiliacées	0	0,5	24,1	10,7
<i>Guiera senegalensis</i>	Combrétacées	33,3	55,3	14,6	35,8
<i>Lannea acida</i>	Anacardiacees	0	0	1,9	0,8

Les pourcentages (%) de représentativité sont calculés sur la base du nombre total d'arbres et de régénérations rencontrés dans chaque zone.

Le tableau 2 montre la végétation ligneuse qui a été inventoriée. Au total quatorze (14) espèces ligneuses ont été rencontrées. Elles appartiennent à sept familles avec une dominance des Combrétacées (*Combretum micranthum*, *Combretum glutinosum*, *Combretum nigricans*, *Guiera senegalensis*, *Anogeissus leiocarpus*).

Le nombre d'arbres et de régénérations a été déterminé dans chaque zone. Ce premier est de 9; 188 et 158 respectivement dans les Daaras, la réserve de Mbégué et celle de Dolly (Annexe 2). Les résultats d'inventaire montrent une bonne répartition de *Guiera senegalensis* dans les trois zones suivie de *Combretum glutinosum*. *Guiera senegalensis* est représenté à 33,3; 55,3 et 14,6% respectivement dans les Daaras, à Mbégué et à Dolly. *Combretum glutinosum* est présente aussi dans les Daaras (22,2%), dans Mbégué (28,7%) et dans Dolly (41,7%).

En tenant compte du nombre total d'arbres et de régénérations dans les réserves, les représentativités totales de *Guiera senegalensis* et *Combretum glutinosum* sont respectivement égales à 35,8% et 34,6%. Ces deux espèces sont dominantes dans l'ensemble des réserves.

Certaines espèces ne sont rencontrées que dans une seule zone (*Lannea acida*, *Gardenia sp*, *Feretia apodanthera*, *Combretum nigricans*, *Combretum micranthum*, *Boscia senegalensis*, *Bombax costatum*, *Anogeissus leiocarpus*, *Acacia machrostachya* et *Acacia senegal*). Leur répartition est très irrégulière.

D'autres espèces sont faiblement représentées quelle que soit les zones (*Acacia senegal*, *Acacia machrostachya* et *Gardenia sp*).

II. 1. 2. Espèces herbacées

Tableau 3: Espèces herbacées rencontrées et leurs représentativités

Noms scientifiques	Familles	% de représentativité par zone			% de représentativité totale dans les réserves
		Daaras (D)	Mbégué (M)	Dolly (RD)	
<i>Aristida adscensionis</i>	Graminées	16,7	5,1	0	6,7
<i>Aristida mutabilis</i>	Graminées	16,7	1,7	7,7	7,5
<i>Andropogon postuda</i>	Graminées	16,7	5,1	23,1	13,4
<i>Brachiaria sp</i>	Graminées	0	5,1	0	2,2
<i>Cassia obtusifolia</i>	Césalpiniacées	0	8,5	7,7	6,0
<i>Chloris pilosa</i>	Graminées	0	5,1	0	2,2
<i>Chloris prieri</i>	Graminées	0	5,1	0	2,2
<i>Ctenium elegans</i>	Graminées	16,7	0	7,7	6,7
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	Graminées	0	10,2	7,7	6,7
<i>Digitaria sp</i>	Graminées	0	1,7	0	0,8
<i>Eragrostis tremula</i>	Graminées	16,7	5,1	7,7	9,0
<i>Penicetum pedicellatum</i>	Graminées	0	5,1	7,7	4,5
<i>Schoenefeldia gracilis</i>	Graminées	16,7	17,0	15,4	16,4
<i>Spermacoce stachydea</i>	Rubiacees	0	10,2	15,4	9,0
<i>Zornia glochidiata</i>	Papilionacées	0	15,3	0	6,7

Les pourcentages (%) de représentativité sont calculés sur la base du nombre total d'herbes rencontrées dans chaque zone.

Le tableau 3 montre les résultats d'inventaire de la strate herbacée. Les quinze herbacées rencontrées appartiennent à quatre familles (Graminées, Césalpiniacées, Papilionacées et Rubiacées). La zone est fortement dominée par les graminées (*Aristida adscensionis*, *Aristida mutabilis*, *Andropogon postuda*, *Brachiaria sp*, *Chloris pilosa*, *Chloris prieri*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Digitaria sp*, *Eragrostis tremula*, *Penicetum pedicellatum*, *Schoenefeldia gracilis* et *Ctenium elegans*).

Le nombre d'herbes a été déterminé dans chaque zone. Respectivement 36; 59 et 39 herbes ont été rencontrées dans les Daaras, les zones non défrichée de Mbégué et conservée de Dolly (Annexe 2). Leurs pourcentages de représentativité par zone et dans toutes les réserves, calculés à partir du nombre total d'herbes répertoriées, sont donnés dans le tableau 3.

Les résultats d'inventaire montrent une bonne répartition de *Schoenefeldia gracilis* et *Andropogon postuda* dans les trois zones. Ces deux espèces sont présentes dans les Daaras (16,7% et 16,7%), dans Mbégué (17,0% et 5,1%) et dans Dolly (15,4% et 23,1%) respectivement. Les espèces *Schoenefeldia gracilis* et *Andropogon postuda* sont dominantes dans l'ensemble des réserves et représentent respectivement 16,4% et 13,4%.

Cependant, certaines herbes ne sont rencontrées que dans une seule zone (*Brachiaria sp*, *Chloris pilosa*, *Chloris prieuri* *Digitaria sp* et *zornia glochidiata*). D'autres espèces sont retrouvées mais très rarement dans une seule zone. Elles sont dites moins dominantes (*Digitaria sp*, *Brachiaria sp*, *Chloris pilosa* et *Chloris prieuri*).

Ces résultats d'inventaires ligneux et herbacé montrent que les réserves sylvopastorales de Mbégué et Dolly sont caractérisées par une faible diversité biologique.

II. 2. Estimation du carbone des biomasses végétales

L'estimation du carbone des biomasses végétales a été faite dans les Daaras (D3; D8; D14 et D12) et les placettes des forêts (Mbégué: M1, M2, M3 et M4; Dolly: RD1, RD2 et RD3).

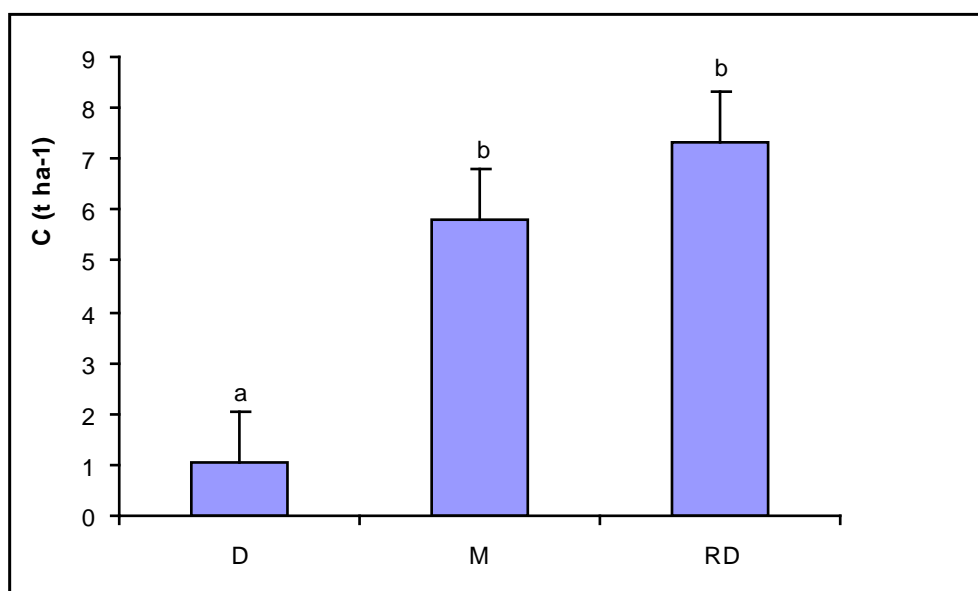


Figure 12: Quantités de carbone (t/ha) des biomasses végétales.

Les Daaras (D) correspondent à la surface cultivée, (M) la zone non défrichée de Mbégué et la réserve de Dolly (RD) est considérée comme toujours conservée.

La différence significative entre deux données est marquée par des lettres différentes (a et b) selon le test de Fisher ($P < 0,05$).

Les forêts de Mbégué (M) et Dolly (RD) renferment alors des quantités équivalentes de carbone à l'hectare (Figure 12). Cependant, la différence est significative entre teneurs en carbone de la biomasse végétale des Daaras et celles de ces deux forêts.

Ainsi, la réserve agrosylvopastorale de Mbégué est utilisée pour l'étude comparative des quantités de carbone stockées dans la biomasse entre la zone défrichée (D) et la zone non défrichée (M).

Tableau 4: Quantités de carbone stockées dans la biomasse végétale de la réserve de Mbégué.

Biomasse	D		M	
	Q par ha	Q totales	Q par ha	Q totales
aérienne	0,75	29565	4,25	142715
racinaire	0,31	12220,2	3,16	106112,8

Q par ha: Quantités de carbone en tonnes par hectare ($t\ ha^{-1}$).

Q totales: Quantités totales de Carbone par zone ($t\ ha^{-1}$): elles ont été obtenu en multipliant les quantités par hectare par la superficie de la zone concernée (D: 39420 ha et M: 33580 ha).

De manière générale, le tableau 4 montre que les quantités de carbone sont plus élevées dans les biomasses de la forêt (Mbégué) que dans les zones de culture (Daaras).

Les résultats montrent que dans la zone défrichée de Mbégué (D) la quantité de carbone de la biomasse aérienne est 2,4 fois supérieure à celle de la biomasse racinaire. Ce constat est valable aussi pour les biomasses de la zone non défrichée mais à un facteur plus faible (1,34). La biomasse racinaire de Mbégué contient des quantités de carbone 10,2 fois plus élevées que la biomasse racinaire des Daaras tandis que, celle aérienne ne l'est que de 5,6 fois.

L'analyse de ces résultats indique que l'agriculture a un effet négatif dans le stockage du carbone de la biomasse végétale.

III. Mesure du carbone des sols des réserves

L'échantillonnage du sol est fait dans les Daaras et les différentes placettes délimitées pour l'étude des biomasses végétales. La quantité de carbone contenue dans chaque échantillon est déterminée.

Les moyennes en carbone organique des sols (C g/kg sol) et les résultats d'analyses statistiques sont donnés dans le tableau 5.

Tableau 5: Comparaison des teneurs en carbone (g/kg de sol) entre les différents Daaras (D) et les placettes (M de Mbégué et RD de Dolly) d'une même zone.

Daaras				Mbégué				Dolly		
D8	D3	D14	D12	M1	M2	M3	M4	RD1	RD2	RD3
1,54a	3,68b	2,36a	2,21a	2,30a	3,35b	2,66a	3,87b	4,54a	3,89a	3,01a

Pour une zone donnée, les valeurs suivies des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes selon le test de Fisher ($P < 0.05$).

Dans la zone défrichée de Mbégué, le Daara 3 présente une quantité de carbone (3,68 g/kg sol) significativement plus élevée que les Daaras 8, 14 et 12 (respectivement 1,54; 2,36

et 2,21g/kg de sol). Les teneurs en carbone des Daaras 8, 14 et 12 ne sont pas significativement différentes.

Pour la zone non défrichée de Mbégué, la placette M4 présente la teneur en carbone la plus élevée (3,87 g/kg sol). Cette variation n'est cependant significative qu'entre M4 et M1, M 3.

En moyenne les valeurs les plus élevées sont notées à Dolly et les plus faibles dans les Daaras.

Par ailleurs, le tableau 5 montre que les placettes (RD1, RD2 et RD3) de la réserve de Dolly contiennent des quantités équivalentes de carbone par kilogramme de sol.

Les densités apparentes de ces sols prélevés aux horizons 0-20 et 20-40 cm ont été déterminées. Les résultats d'études comparatives et d'analyses statistiques sont donnés dans le tableau 6.

Tableau 6: Comparaison des densités apparentes (à 0-20 et 20-40cm) entre Daaras et placettes (Mbégué et Dolly) pour une même zone.

Densités apparentes	Daaras	Mbégué	Dolly
(0-20 cm)	1,59 a	1,55 a	1,54 a
(20-40cm)	1,50 a	1,46 a	1,48 a

Les données qui sont suivies des mêmes lettres (a) ne sont pas significativement différentes selon le test de Fisher ($P < 0,05$).

Les densités apparentes sont statistiquement égales quelle que soit la profondeur et la sous-zone.

Les quantités de carbone de ces sols ont été déterminées. La figure 13 donne les différentes valeurs obtenues.

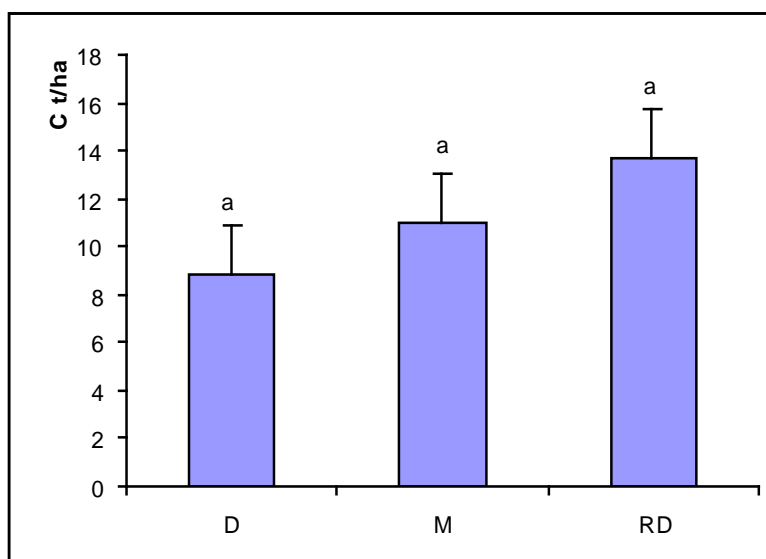


Figure13: Quantités de carbone (t/ha) du sol des Daaras (D) et des placettes (Mbégué: M et Dolly: RD).

Les barres qui portent les mêmes lettres (a) ne sont pas significativement différentes selon le test de Fisher ($P < 0,05$).

Ces quantités de carbone converties en tonnes sont extrapolées à l'hectare. Les résultats de la figure 13 indiquent que les sols de la zone conservée de Dolly et ceux des zones défrichée et non défrichée de Mbégué contiennent des quantités de carbone équivalentes. Malgré l'utilisation agricole des sols des Daaras, leurs stocks de carbone n'ont pas statistiquement diminué si on les compare à ceux des placettes de Mbégué et Dolly. Cependant les teneurs en carbone du sol sont plus élevées dans les zones non défrichée de Mbégué et conservée de Dolly.

IV Caractéristiques physico-chimiques des sols

Les résultats d'analyses granulométrique et de capacité d'échange cationique des sols de nos réserves d'études sont représentés dans le tableau 7.

Tableau 7: Caractéristiques physico-chimiques des sols de Mbégué et Dolly: horizon 0-30cm ISO 9001: 2000 LAMA Laborator Dakar, US Imago IRD).

		Mbégué		Dolly
Texture %		Daaras	Zone non défrichée	Zone conservée
Sables	fins	50	45,6	36,7
	Grossiers	36,13	31,9	36,03
Limons	fins	2,33	3,73	7,73
	Grossiers	6,15	11,95	11,97
Argiles		3,13	5,5	5,7
CEC		2,04a	2,39a	2,43a

Les sols sont caractérisés dans leur ensemble par une texture sableuse. Les pourcentages en sable sont supérieurs à 60% avec une prédominance des sables fins pouvant atteindre 50%. Les teneurs en argiles (3-6%) et en limons (2-12%) sont relativement faibles et globalement plus élevées dans les zones non défrichées.

Par ailleurs, l'analyse statistique de la capacité d'échange cationique de ces sols ne montre pas de différence significative.

Les sols de notre zone d'étude ont donc les mêmes caractéristiques chimiques.

V. Flux de gaz à effet de serre (CO₂ et N₂O)

Les résultats sur les flux de gaz à effet de serre sont représentés dans le tableau 8.

Tableau 8: Flux de gaz à effet de serre en kg/ha/h

Sous-zones	Flux de gaz en kg/ha/h	
	N ₂ O	CO ₂
DAARAS	0,028 a	- 9,553 a
MBEGUE	0,012 a	- 4,450 a
DOLLY	- 0,008 a	- 7,660 a

Le tableau 8 montre les flux de N₂O et de CO₂. Pour une zone donnée, les valeurs suivies des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes selon le test de Fisher.

Les flux de N₂O ne sont pas statistiquement différents quelle que soit la sous-zone. Il en est de même pour les émissions de CO₂. Les valeurs obtenues sont faibles et négatives. Par ailleurs, nos résultats montrent des valeurs négatives pour les flux de CO₂ quelle que soit la zone.

CHAPITRE 4: DISCUSSION

Les changements d'utilisation des terres de forêt entraînent des modifications significatives des formations végétales et des propriétés (physiques et chimiques) des sols. Dans nos travaux, il s'agissait de réaliser les cartes d'occupation/utilisation des sols et de déterminer les quantités de carbone (biomasse végétale et sol) de la zone des Daaras et des forêts (Mbégué et Dolly). Les effets de la déforestation sur les stocks de carbone et les flux des gaz à effet de serre (CO₂, et N₂O) ont été évalués.

I. Effets de la déforestation sur les formations végétales

Nos travaux ont montré que les zones de culture représentent plus de la moitié de la superficie des sols. La réserve sylvopastorale de Mbégué correspond exclusivement au bassin arachidier du Sénégal. L'introduction de la culture de l'arachide dans cette zone a induit une extension des surfaces cultivées généralement liée aux besoins en terres fertiles. Le milieu connaît alors une réduction des zones végétalisées au profit de l'agriculture. Cette dernière est la principale activité des populations. La littérature indique que la culture de l'arachide est la principale cause de disparition des surfaces de végétation naturelle dans cette grande zone du bassin arachidier du Sénégal (Bâ, 1995; Bâ et al., 2000). L'importante expansion des zones de culture et la forte explosion démographique ont accentué le défrichement des espaces forestiers (Pelisser, 1966).

Dans cette réserve, les classes de savanes boisée et arborée sont absentes. La zone de savane se présente donc sous forme d'étendue homogène plutôt que de mosaïque. Les résultats ont montré que l'unique savane arbustive à arborée n'existe que dans la zone non défrichée. Tappan et al. (2000) arrivent aux mêmes conclusions. Ces auteurs ont indiqué que dans cette zone, le défrichage a entraîné une disparition de certaines formations végétales telles que les savanes. Cela peut s'expliquer par la forte exploitation forestière confirmée par la présence des charrettes et des camions chargés de bois et de charbon dans la zone. Les savanes jouent un rôle fondamental dans la consommation quotidienne d'énergie des populations sahéliennes (Diop, 1994). Cette réserve de Mbégué a été pendant longtemps, le siège d'une intense exploitation forestière pour la production de charbon et de bois (Touré, 2002). L'exploitation a fortement touché cette réserve de Mbégué au point d'entraîner la disparition des savanes boisée et arborée et leur forte réduction dans celle de Dolly. Dans les zones supposées protégées, l'exploitation clandestine du bois réduit fortement le taux de recouvrement ligneux. Cette évolution régressive des savanes sénégalaises est déjà notée par Houghton et al. (1983). Des études plus récentes ont signalé la disparition de ces zones de savanes suite non seulement à la consommation énergétique mais à la conversion des terres marginales en zone de culture et pour l'urbanisation (Lambin et al., 2000).

Dans la réserve sylvopastorale de Dolly, la population est dominée par les peuhls avec une existence pastorale (Touré, 2002). Le pastoralisme est donc la principale activité. La réduction des superficies de savanes boisée et arborée peut s'expliquer par une surcharge animale et un surpâturage sans temps de repos suffisant pour leur permettre de se régénérer. Les terres sur lesquelles les animaux paissent et tirent les fourrages aériens connaissent une extension. Diop (1994) a montré qu'au Sénégal, certaines forêts sont défrichées d'autres disparaissent définitivement au profit de l'élevage. Cependant, la répartition spatiale des classes de végétation naturelle sur la carte d'occupation/utilisation du sol de la réserve de Dolly, montre une mosaïque des savanes. Ces résultats prouvent que ces dernières formations végétales sont toujours conservées dans ce site. Et par conséquent, cette zone peut être considérée comme réservée. Dans celle-ci, les activités agricoles sont importantes. Les superficies de zones de culture trouvent leurs explications dans l'installation de certains groupes d'agriculteurs. Par ailleurs, la disparition des plantes fourragères et du tapis herbacé diminuent la taille des troupeaux. Ce dernier ne permet plus aux éleveurs de vivre uniquement

de l'élevage. C'est ainsi qu'ils évoluent vers la sédentarité et se livrent de plus en plus à l'agriculture. D'autre part, la partie sud de la réserve incluse dans le bassin arachidier risque d'être soumise à l'agriculture. La conservation de cette zone pastorale de Dolly n'a toute fois pas empêché son exploitation à des fins agricoles.

Les résultats sur les caractéristiques socio-économiques montrent que les réserves sont actuellement occupées par les populations. Cette situation s'explique par l'anthropisation progressive et le peuplement de la zone démarré au début du siècle dernier (Opérations terres neuves). Feller (1977) rappelle que cette opération s'est accompagnée d'un important défrichement et de mise en culture des terres. Les pressions démographiques croissantes et la gestion anarchique des terres ont accentué ce phénomène (PNUE, 2002).

Des superficies de sols nus ont été délimitées dans les deux réserves. Ceci peut s'expliquer par la qualité des sols (salinité ou infertilité suite au lessivage), au déficit pluviométrique et à l'action humaine (les feux entre autres participent également à l'élimination de certaines espèces végétales sensibles). D'autre part, le piétinement par les troupeaux qui aboutit au compactage du sol explique la rareté de la végétation autour des forages de la zone sylvopastorale (PALD, 1998). Les superficies de sols nus pourraient traduire une sévérité des causes naturelles de la déforestation.

Le peuplement ligneux des réserves est dominé par les espèces des genres *Acacia*, *Balanites*, *Guiera* et *Combretum*. Ces espèces possèdent des caractéristiques intrinsèques leur permettant de survivre en milieu sec (Berhaut, 1967). Parmi celles-ci, il y a leurs petites feuilles, la longueur de leurs racines et la présence d'épines en substitution aux feuilles. D'autres espèces végétales se raréfient dans la zone (*Pterocarpus erinaceus*, *Prosopis africana*, *Cordyla pinnata*). Les arbustes indicateurs de dégradation comme *Calotropis procera* se multiplient et les ligneux (*Acacia senegal*) subissent de forte mortalité. Ces résultats attestent une baisse de la biodiversité végétale voire la disparition totale des espèces dans certaines zones qui deviennent alors nues. La sécheresse compromet aussi l'installation de la régénération naturelle qui doit assister cette disparition d'espèces dans les réserves (Gonzalez, 2001).

Il ressort de l'analyse globale des deux réserves dont les changements ont été étudiés que c'est à Mbégué que la modification significative des paysages est plus remarquable. C'est dans cette zone où les pertes de diversité dans l'occupation des sols et de biodiversité sont plus marquées avec la disparition des savanes boisée et arborée.

Les résultats d'inventaires ligneux et herbacé sont comparables à ceux obtenus dans la zone sylvopastorale du Sénégal (CSE, 2007). Tandis que, Touré (2002) avait trouvé un nombre plus élevé d'espèces dans cette zone du bassin. L'analyse de ces résultats montre que les réserves sylvopastorales de Mbégué et Dolly sont actuellement pauvres en espèces végétales. Cette conclusion est confirmée par la littérature qui montre que pour un relevé, si le nombre d'espèces est compris entre six et dix la zone est qualifiée de très pauvre en espèces (Daget et Gaston, 1999). Les actions anthropiques (agriculture, élevage et coupe) et les actions naturelles (sécheresse, climat et variations pluviométriques) sont à l'origine de cette pauvreté en espèces.

La végétation des réserves est dominée par *Guiera senegalensis* et *Combretum glutinosum*. Dans la zone défrichée de Mbégué, le nombre de pieds de *Guiera* et *Combretum* rencontrés à l'hectare est insignifiant. Cette situation s'explique par les pratiques agricoles et leur utilisation dans les foyers. Les populations ont parfois eu recours à ces espèces pour la consommation de bois et charbon. Elles sont aussi utilisées dans la médecine traditionnelle pour soigner des maladies (De La Padrilla, 1981). Leur abondance dans les forêts de Mbégué et Dolly se justifient en plus de leurs caractéristiques intrinsèques et du milieu de leur faible apport fourrager. L'espèce *Acacia senegal* est rare du fait qu'elle est rabattue par les pasteurs pour fournir du feuillage vert aux ruminants en période de soudure (Gaston, 1980). La rareté de

Boscia senegalensis dans les zones de forêts s'explique par les effets du bétail qui envahissent les arbustes. Les cas de défriches liés à la préparation du sol pour l'agriculture justifient l'absence de certains arbustes (*Grewia bicolor*, *Boscia senegalensis*, *Acacia machrostachia* entre autres). L'étude comparative des résultats d'inventaire ligneux montre huit espèces qui sont absentes dans le site de Mbégué. Ceci témoigne la conservation de la réserve de Dolly.

Les graminées dominent la strate herbacée des réserves. Toute fois, elles sont rares dans les zones de cultures de Mbégué et dans Dolly. Ces résultats s'expliquent par les différentes pratiques agricoles qui visent à éliminer ces herbes au profit des cultures. C'est une famille qui joue aussi un rôle important dans l'alimentation du bétail. L'abondance de certaines herbes (*Aristida adsencionis*, *Aristida mutabilis*, *Andropogon postuda*, *Eragrostis tremula*, *Schoenefeldia gracilis* *Ctenium elegans*) est liée aux cas de jachère pratiqués dans les zones de cultures.

La densité des arbres et des arbustes est faible dans les zones de cultures de Mbégué. Le nombre de régénérations à l'hectare est aussi faible. Des études menées dans cette partie du bassin arachidier du Sénégal ont montré que le nombre d'espèces ligneuses et de régénérations naturelles diminue dans le bassin arachidier du Sénégal (Touré, 2002). La réduction des ligneux est de plus en plus remarquable dans les surfaces cultivées. L'agriculture est donc la principale cause de la déforestation. Les défrichements contribuent directement à la destruction des milieux boisés notamment les forêts classées. Ces dernières régressent de 40% environ pour des besoins agricoles (Bema, 1997). Cette situation est en contradiction avec l'exode massif de la campagne vers la ville, qui devrait se traduire par une pression plus faible sur les terres boisées. Mais elle trouve son explication dans l'extension continue des défrichements suite à l'appauvrissement des sols.

Le tapis herbacé est plus dense dans la zone non défrichée de Mbégué. Les zones de Daaras et de Dolly ont des densités équivalentes d'herbes. Ces résultats peuvent être liés aux arbres qui couvrent le sol ce qui ne favorise pas le développement du tapis herbacé à Dolly contrairement à Mbégué.

Les propriétés des sols (degré de fertilité, granulométrie) aussi peuvent être une autre cause. Les résultats montrent que les sols sont généralement sableux. Ils sont donc soumis à l'érosion éolienne. Cette dernière diminue leurs teneurs en matière organique qui a un impact direct sur la fertilité (FAO, 2002). La capacité d'échange cationique de ces sols qui est liée à la matière organique est faible. Le processus de désertification s'accroît avec la disparition des herbes. A côté de l'infertilité de ces sols, il faut ajouter les déficits pluviométriques.

Les feux de brousse dévastent, envahissent totalement la végétation herbacée. La fréquence des feux est confirmée non seulement par les nombreux pare-feux observés sur le terrain mais aussi la carte des feux du Sénégal (CSE, 2007). Les réserves n'étant de nos jours que des savanes (dominée par les graminées des genres *Spermacoce*, *Pennisetum* et *Andropogon*) possèdent les caractères favorables à leur combustion (Diouf et al., 1998). Dans la zone des Daaras, les nombreux cas de jachère sont à l'origine du développement de cette strate herbacée. La jachère permet aussi de restaurer la biodiversité par le retour de la savane arbustive ou arborée (Floret et Pontanier, 1999).

II. Effets de la déforestation sur les stocks de carbone de la biomasse végétale des réserves

L'évaluation des quantités totales de carbone de la biomasse végétale montre des variations significatives entre les zones de culture (Daaras) et des forêts (Mbégué et Dolly). La végétation naturelle contient six fois plus de carbone dans sa biomasse que la zone de culture. La production primaire d'une espèce végétale dépend de sa densité. Elle dépend aussi de la photosynthèse entre autres. La réduction du nombre d'espèces se traduit par une baisse

de sa production. Ce constat explique les faibles quantités de carbone notées dans les Daaras. La transformation de la forêt en zone de culture entraîne donc des pertes de carbone de la biomasse végétale. Ce phénomène s'accroît si le défrichage est accompagné d'une coupe systématique des arbres et arbustes dont le bois est utilisé à des fins domestiques. Les forêts de Mbégué et Dolly renferment des quantités équivalentes de carbone dans leurs biomasses. De ce fait, la zone non défrichée de Mbégué peut être considérée comme étant encore conservée et comparable à une forêt primaire. Il semble évident que le passage de cette dernière à une forêt de moins en moins évoluée (défrichée) est à l'origine de la réduction considérable du stock de carbone. Ce constat va dans le sens de la littérature qui montre que le passage d'une forêt primaire à une forêt secondaire réduit considérablement les stocks de carbone (Harmon et al., 1990). Cependant, les quantités de carbone de la biomasse végétale des forêts de Mbégué et Dolly, sont inférieures à celles obtenues dans les régions du bassin arachidier et de la zone sylvopastorale du Sénégal (Woomer et al., 2004). Ceci peut s'expliquer par les multiples conversions du couvert végétal qui persistent et s'accroissent. A cela s'ajoutent les irrégularités pluviométriques ces dernières années. Des études ont montré que les rigueurs climatiques et les déficits pluviométriques du Sénégal, combinés avec une pression humaine de plus en plus forte, continuent d'aggraver la dégradation des ressources naturelles (Diouf, 2000). Les forêts sont généralement les plus touchées. Elles sont reconnues comme étant des puits de carbone. La quantité de carbone stockée sous forme de biomasse végétale est estimée à 20-50 t C/ha (Olson et al., 1983). Alors que les résultats obtenus indiquent des stocks de 10 t C/ha. Une diminution du peuplement ligneux est donc corrélée à une perte de carbone organique.

Nos travaux montrent aussi que le changement d'utilisation des terres au profit de l'agriculture entraîne des pertes de carbone de l'ordre de 4,77 t C/ha. La littérature a montré une augmentation plus importante des pertes de carbone (11,2 t C/ha) suite à l'utilisation continue des zones de forêts en terres agricoles (Dixon et al., 1994; Paustian et al., 2000). Une grande quantité de carbone est perdue rapidement au moment du brûlis. La surface concernée est donc abandonnée suite au brûlis ou à une surexploitation. Ceci augmente les superficies de sols nus et les flux de carbone. La croissance de nouveaux arbres ou de régénérations naturelles peut compenser ces pertes.

Dans le cycle global du carbone, ces flux sont faibles. Cependant, ces derniers entraînent une accumulation du carbone dans l'atmosphère.

Le peuplement végétal de la zone d'étude est profondément marqué par des changements. Son potentiel de séquestration du carbone est donc diminué par les actions anthropiques et naturelles.

III. Effets du changement d'utilisation des terres sur le stock de carbone du sol des réserves

Les quantités de carbone sont différentes d'un Daara à un autre. Le Daara 3 présente la teneur la plus élevée. Cette différence peut s'expliquer par le nombre d'arbres et de régénérations plus élevé et un développement du tapis herbacé dans Daara 3. Il ressort de la littérature que la restitution du carbone au sol se fait par la litière, les racines, les feuilles, les branchettes et les résidus des récoltes (Touré, 2002). De ce fait, la diminution voire la disparition du couvert végétal s'accompagne d'une perte de carbone des sols. La végétation naturelle est donc la principale source de carbone organique du sol. Ces résultats peuvent être dus aussi au fait que le prélèvement à Daaras 3 ait été effectué dans un champ fraîchement défriché ou laissé en jachère l'année dernière. Les faibles quantités de carbone dans les Daaras 8, 14 et 12 peuvent être liées aux pratiques agricoles et à l'érosion. Ce qui est donc à l'origine

du faible niveau de carbone constaté dans ces sols avec un net dégagement de ce carbone dans l'atmosphère.

Dans la forêt de Mbégué, la placette M4 contient des quantités de carbone du sol supérieures à celles de M1 et M3. Ceci s'explique par le fait qu'elle est la plus dense en ligneux et en herbacés. La végétation a donc un effet positif dans l'amélioration des stocks de carbone. *Combretum glutinosum* est une espèce qui perd ses feuilles en une certaine période de l'année ce qui contribue à l'apport de matière organique source de carbone du sol. Les états phénologique et physiologique des espèces ont un impact sur la restitution du carbone au sol. Cependant, dans la réserve de Dolly, les quantités de carbone du sol ne montrent aucune variation significative entre placettes. Cette situation se justifie par le fait que la zone est toujours conservée et que le sol n'est soumis à aucune perturbation induite par la mise en culture.

Les placettes des forêts (Mbégué et Dolly) et des Daaras contiennent des quantités équivalentes de carbone du sol. Dans cette zone, l'agriculture n'a pas induit des pertes de carbone du sol ou elle les a du compensé. Ce constat peut trouver son explication dans les moyens et les pratiques agricoles utilisés par les populations de la zone. La végétation de ces zones est constituée d'épineux (*Acacia*) et d'espèces avec de petites feuilles (*Guiera*). La restitution actuelle de carbone aux sols est faible (Roose, 1994). Dans les zones de culture, les cas de jachère et les résidus de récoltes maintiennent les quantités de carbone du sol à des valeurs comparables à celle des forêts. Dans ce sens, (Moretto et al, 2001) de même que (Guillaume et al, 2001) notent que la seule source de variation de la dynamique de la matière organique des sols est la productivité de la litière.

Par ailleurs, les réserves sylvopastorales de Mbégué et Dolly sont caractérisées par des sols ferrugineux tropicaux. Le type de sol, très important dans le stockage du carbone organique ne permet pas ici de faire une distinction de ces sols quant à leurs capacités de stocker le carbone.

Les quantités de carbone du sol obtenues (10 t C/ha environ) sont inférieures à celles trouvées par Woomer et al. (2004) dans le bassin arachidier (13 t C/ha) et la zone sylvopastorale (15 t C/ha) du Sénégal. Ainsi, la mise à culture de ces sols de forêt sans temps de repos entre autres les rend plus pauvres et plus fragiles. A l'exception des facteurs climatiques (principalement la température) les principaux processus causant des pertes de carbone sont l'érosion et la minéralisation de la matière organique (FAO, 2002).

IV. Effets de la déforestation sur les émissions de gaz à effet de serre

Les flux de gaz obtenus diminuent avec la durée d'expérimentation quelle que soit la sous-zone. Ces résultats n'ont pas été discutés. Ils seraient dus aux matériaux utilisés pour le prélèvement et l'analyse des gaz ou aux conditions du milieu (précipitation et température). Maty (2005) a montré que la principale limite de ces mesures tient à la forte variabilité spatiale et temporelle de l'atmosphère.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les techniques utilisées dans ce travail nous ont permis de déterminer l'impact de la déforestation sur les formations végétales et les stocks de carbone (de la biomasse végétale et du sol). Elles ont permis aussi de mesurer les flux de gaz à effet de serre (CO₂ et N₂O).

Les actions naturelles (principalement les variations pluviométriques et la sécheresse) et anthropiques (l'explosion démographique; la satisfaction des besoins alimentaires, énergétiques et le pastoralisme entre autres) sont les principales causes de la déforestation.

Il ressort des résultats sur les cartes (utilisation des sols et caractéristiques socio-économiques) et des études de terrain que les réserves sylvopastorales de Mbégué et Dolly sont très anthropisées. La végétation naturelle de la réserve de Mbégué est essentiellement constituée de steppe arbustive à arborée. Les zones de culture connaissent une extension. Plus de la moitié de sa superficie est cultivée et il n'existe plus de savanes boisées et arborées dans ce site. Par contre dans la réserve de Dolly, la végétation naturelle caractérisée par la savane arbustive à arborée domine. Toute fois, les surfaces cultivées et nues avancent sur les zones de végétation naturelle. La zone d'étude connaît alors une réduction des surfaces de végétation naturelle.

Les résultats de nos travaux montrent une baisse de la densité des arbres, des arbustes et du tapis herbacé. La régénération naturelle pour atténuer cette baisse n'est pas favorisée par la dégradation des sols et la sécheresse. Nos résultats indiquent également pour ces deux réserves sylvopastorales, une réduction de la biomasse et de la biodiversité végétale. Seules deux espèces *Guiera senegalensis* et *Combretum glutinosum* sont rencontrées dans toute l'étendue des deux réserves. La disparition des espèces végétales est plus marquée dans les zones de cultures.

Par ailleurs, les résultats montrent de faibles quantités de carbone dans les biomasses végétales. Ces effets sont amplifiés par les systèmes inappropriés d'exploitation des réserves. Des différences significatives sont notées entre les teneurs en carbone des biomasses végétales des forêts (Mbégué et Dolly) et des zones de culture de Mbégué. L'augmentation des cultures d'exploitation ou l'élevage conduit à la régression des surfaces couvertes de forêt et à la diminution des stocks de carbone de la biomasse. Les résultats obtenus montrent aussi que le changement d'utilisation des terres au profit de l'agriculture est à l'origine des pertes importantes de carbone.

Les teneurs en carbone organique des sols des réserves de Mbégué et Dolly sont équivalentes. Ces premières sont faibles. Cette situation est due à la réduction du couvert végétal et aux changements dans l'utilisation des sols. Par contre le changement d'utilisation des terres au profit de l'agriculture n'a pas d'effet significatif sur les stocks de carbone du sol. Cela peut s'expliquer par le fait que la quantité de matière organique provenant des résidus de récolte est comparable à celle fournie par la litière végétale.

La déforestation est l'une des principales causes des pertes de biomasse, de biodiversité et de teneurs en carbone.

Les flux de CO₂ et N₂O diminuent au cours du temps. Les résultats ne permettent donc pas de donner une conclusion en ce qui concerne les effets du changement d'utilisation des terres au profit de l'agriculture sur les émissions de gaz à effet de serre. Ils n'apportent pas non plus une information précise sur les potentiels d'émissions de gaz de ces sols. Les flux obtenus seraient dus au matériel utilisé, aux conditions du milieu (précipitation et température) et aux propriétés des sols.

Pour mieux appréhender les effets de la déforestation sur les stocks de carbone et les flux de gaz à effet de serre, les perspectives suivantes peuvent être envisagées.

- Faire des prélèvements de gaz à effet de serre en période hivernale (saison des pluies) pour voir l'effet des variations saisonnières sur leurs flux.

- Etudier les facteurs (mode de défrichage, pratiques après défrichage, durée et type de culture précédente) liés à l'histoire des zones de cultures afin d'évaluer l'impact de ces premiers sur l'activité des microorganismes et les stocks de carbone des sols.
- Etudier l'effet de la déforestation sur l'activité et la diversité des communautés microbiennes impliquées dans les processus microbiens (minéralisation du carbone et de l'azote) à l'origine des émissions de gaz à effet de serre.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALBRECHT, A. and KANDJI, S. T. (2003).** Carbon sequestration in tropical agroforestry system. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 99, (1-3): 15-27.
- ARROUAYS, D. et ANTONI, V. (2002).** Stocks de carbone dans les sols. Institut français de l'environnement. 4p.
- ARROUAYS, D. et PELISSER, P. (1994).** Modeling carbone storage profiles in temperate forest humic Loamy soils of France. *Soil Science* 157 (3): 185-192. William et Wilkings Bultimore.
- ATLAS NATIONAL DU SENEGAL,(2006).** Les types de sols.101p.
- BA, M. (1995).** Paysages et communautés rurales au Sénégal occidental. Approche intégré par cartographie assistée et télédétection satellitaire. 100p.
- BA, M., MBAYE, M., NDAO, S., WADE, A. et NDIAYE, L. (2000).** Région de Diourbel: Cartographie des changements d'occupation/utilisation du sol dans la zone agricole du Sénégal Occidental. In *Rapports entre politiques gouvernementales et investissements paysans en Afrique semi-aride : Serie Sénégal*, éditeur Drylands Research, working Paper 21, 32; 3 cartes. h-t. enen 18 coupures, 12 cartes des terroirs h-t.
- BALESDENT, J., ARROUAYS, D. et GAILLARD, J. (2000).** MORGANE: un modèle de simulation des réserves organiques des sols et de la dynamique du carbone des sols. *Agronomie* 20: 3-10.
- BARRAL, H., BENEFICE, E., BOUDET, G., DENIS, J. P. et WISPELAERE, G. (1983).** Système de production d'élevage au Sénégal dans la région du Ferlo: synthèse de fin d'études d'une équipe de recherche pluridisciplinaire ACC-GRIZA (LAT): 172p.
- BATJS, N. H. (2001).** Options for increasing carbon sequestration in West African soils: an exploratory study with special focus on Senegal. *Land Degradation et Development* 12 (2), 131-142.
- BATJS, N. H. (1996).** Total carbon and nitrogen in the soil of the world. *European Journal of Science*, june 1996, 47, 151-165.
- BEMA, T. (1997).** Cahier des études et recherches du projet Terre Tany: 60p.
- BERHAUT, J. (1967).** Flore du Sénégal. Ed. clairafrique, Dakar. 485p.
- BERNE, D. B. (2002).** Tourisme durable et exploitation des forêts. Journée internationale de la forêt.
- BREMAN, H., DAGGET, R. et POISSONET, M. (1995).** Rôle des ligneux dans les agroécosystèmes tropicaux avec un accent particulier sur les pays sahéliens.
- CHONE, X., SOYER, J. P. et DUBOURDIEU, D. (1991).** Gestion des forêts des pâturages et des sols cultivés en vue d'augmenter la séquestration du carbone dans les sols. *La séquestration du carbone dans le sol pour une meilleur gestion des terres.* 18-23.
- CEE/FAO, (1992).** Les ressources forestières: Principales conclusions de l'évaluation des ressources forestières 1990. ECE/TIM. New York. 62p.
- CSE, (2007).** Suivi de la production végétale. Situation des parcours naturels. 10p.
- CSE, (2005).** Rapport sur l'état de l'environnement au Sénégal.105p.
- CSE, (1998).** Programme national de lutte contre la désertification. 106p.
- CSE, (1998).** Etude de deux zones soudano-Sahéliennes: Kaolack; Tambacounda. Contribution des ressources forestières à l'économie. 2-50p.
- CSE, (1995).** Imagerie NOAA/AVHRR dans la veille environnementale, carte de biomasse intégration d'images NOAA. 45p.
- DAGET, P. et GASTON, A. (1999).** Sciences et changements planétaires. *Sécheresse.* 183-190p.

- DE LA PADRILLA, C. F. (1981).** Plantes médicinales contre douze parasitoses. ouagadougou, Haute-Volta (Burkina Faso). 64p.
- DIANOU, D. (2005).** Etudes des bactéries sulforéductrices, méthanotrophes et archéobactéries méthanogènes dans les sols de rizières: Influences des interactions sur la production du riz et sur l'émission de méthane dans l'atmosphère. (2005). Thèse de docteur de troisième cycle de Biologie végétal, UCAD. 189p.
- DIOP, A. (1994).** Les émissions anthropiques de gaz à effet de serre : cas de la déforestation du Sénégal. 78p
- DIOP, MB. (1996).** Sécheresse n°1, vol 7, mars 96/Aupel UREF.
- DIOUF, D. (2000).** Programme Arbres et Plantations, CIRAD-Forêt. Le reboisement au Sénégal, bilan des réalisations (1993-1998). 49p.
- DIOUF, A., SALL, M., WELE, A. et DRAME, M. (1998).** Méthode d'échantillonnage de la production primaire sur le terrain. Document de travail interne.
- DIXON, R. K. (1995).** Agroforestry system: sources and sinks of greenhouse gases? Agrofor. Syst. 31, 245-261.
- DIXON, R. K., BROWN, S. HOUGHTON, R. A., SOLOMON, A. M., TEXLER, M. C. et WISNIEWSKI, J. (1994).** Carbon Pools and Flux of Global Forest Ecosystems. Science 263: 185-190.
- DRAME, M. (1994).** Suivi des feux de brousse par des images satellitaires ; cas des régions de Tambacounda et kolda diplôme d'ingénieur agronome en production végétale.90p.
- ELBERLING, B., TOURE, A. et RASMUSSEN, K. (2003).** Changes in soil organic matter following groundnut-millet cropping at three locations in semi-arid Senegal, West Africa. Agriculture, Ecosystems and Environment 96: 37-47.
- ETIENNE, J. L. (2003).** Il faut que l'homme agisse sur la part de responsabilité qu'il a dans le réchauffement climatique. 79p
- FAO, (2005).** Système d'information de la FAO (FORIS).
- FAO, (2002).** La séquestration du carbone dans le sol pour une meilleur gestion des terres. 48p.
- FAO, (1992).** Surveillance continue des forêts tropicales. 62p
- FELLER, (1977).** Evolution des sols de défriche récente dans la région des Terres Neuves (Sénégal oriental). Deuxième partie: Aspects biologiques et caractéristiques de la matière organique. Cah; ORSTAM. Ser., Vol XV, n°3: 291-320.
- FLORET, C., PONTANIER, R. (1999).** La jachère en Afrique tropicale. Actes du séminaire international. 4-541.
- GASTON, A. (1980).** Paysage Sahélien en début de saison sèche. La mémoire des pâturages africains. 166-173.
- GATES, D. M. (1996).** Climate change and its biological consequences; Sinauer Associates, Inc. Publishers, Sunderland, Massachusetts.
- GIEC, (2000).** Groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat. Tendances générales de la séquestration du carbone. La séquestration du carbone dans le sol pour une meilleur gestion des terres. 13-19.
- GONZALEZ, P. (2001).** Desertification and a shift of forest species in the West African Sahel. Climate Research 17, 217-228.
- GRILLON, D. C. D. (1983).** Quelques feux allumés par les noirs pour éliminer certaines herbes. WWW. google.fr, (2008).

- GUEYE, E. M. (2002).** Environnement et ressources forestières. Gestion des ressources forestières : le cas de la forêt classée de Thiès. 76p
- GUILLAUME, K., HUARD, M., GIGNOUX, J., MARRIOTTI, A. and ABBADIE, L. (2001).** Does the timing of litter inputs determine natural abundance of C in soil organic matter? Insights from an african tiger bush ecosystem. *Oecologia* 127: 295-304.
- HARMON, M. E., FERRELL, W. K. et FRANKLIN, J. F. (1990).** Effects of carbon storage of conversion of Old-growth Forest to Young Forest. *Science* 247 (4943): 699-702.
- HIEN, V., SEDOGO, P. M. et LOMPO, F. (1993).** Etudes des effets de courte durée sur la production et l'évolution des sols dans différents systèmes de culture au Burkina Faso. Dans. Floret C. et Serpantié G. (dir), *La jachère en Afrique de l'Ouest*. Edition de l'ORSTOM, Paris (France). Colloques et séminaires. 171-178.
- HOUGHTON, R. A. (1995).** Changes in the storage of terrestrial carbon since 1850, 45-65 in: Lal, R., Kimble, J., Levine, E., Stewart, B. A. (eds). *Soil and global Change*. CRC et Lewis Publishers, Boca Raton, FL.
- HOUGHTON, R. A., HOBBIE, J. E., MELILLO, J. M., MOORE, B., PETERSON, B. J., SHAVER, G. R. and WOODWELL, G. M. (1983).** Changes in the carbon content of terrestrial biota and soils between 1860 and 1980: a net release of CO₂ to the atmosphere. *Ecological Monographs* 53 (3): 235-262.
- HULME, M. (2001).** Climate change perspective on sahelian desiccation. *Global Environmental Change* 11, 19-29.
- HUTCHINSON, G. L. et MOISIER, A. R. (1981).** Improved soil cover method for field measurement of nitrous oxide fluxes. *Soil Science Society of America Journal*, 45: 311-316.
- INGRAM, J. S. I. et FERNANDES, E. C. M. (2001).** Managing carbon sequestration in soils: concept and terminology. *Agric. Ecosystem Environment*; 87, 111-117;
- IPCC, (2000).** Land Use, Land Use Change and forestry. Special Report IPCC Geneva.
- IPCC, (2003).** Good practice Guidance for land use, land use change and forestry IPCC Greenhouse gases. 581p.
- ISRA-ITA-CIRAD. (2005).** Bilan de la recherche agricole et agroalimentaire au Sénégal 1954-2004. 522p.
- JOUBE, P. (1993).** Caractères généraux de l'aridité au Maghreb et au sahel. Spécificité de l'aridité au Maroc et au Sahel: conséquences agronomiques. La lutte contre l'aridité au Maghreb et au Sahel, par adaptation des systèmes de production agricole: 7-28p.
- JOUBE, P. (1982).** Sécheresse au Sahel. *Sciences et changement planétaires*. 61-69.
- KELLER, M., MIRE, M. E. and STALLARD, R. F. (1990).** Consumption of atmospheric methane in soils of Central Panama: Effects of agricultural development. *Global Biogeochemical Cycles* 4; 21-27.
- KHOUMA, M., SENE, M. et TSCHAKERT, P. (2004).** Biophysical potential carbon stocks in the north Sudanian zone. A case study: The forest of Delbi and Paniates in Senegal. *Danish Journal of Geography*, 103: 63-70.
- KYOTO, (2003).** Mémoire soumis à la commission des transports et de l'environnement. La troisième voie du protocole de Kyoto: la séquestration du carbone. 15p.

- LAL, R. (1990).** Effets de la déforestation sur le ruissellement et l'érosion. Séquestration du carbone pour une meilleure gestion des terres. 35p.
- LAMBIN, E. F., ROUNSEVELL, M. D. A. and GEIST, H. J. (2000).** Are agriculture Land use models able to predict changes in land use intensity. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 82: 321-331. Elsevier.
- LANLY, J. P. (1991).** Les ressources forestières tropicales. Etude de la FAO des forêts n 30.
- LESCUYER, G. et LOCATELLI, B. (1999).** Rôles et valeurs des forêts tropicales dans les changements climatiques. *Bois et Forêts des Tropiques*. 5-15p
- MATY, A; (2005).** Séquestration du carbone et flux de gaz à effet de serre. Comparaison entre semis direct et système conventionnel dans les cerrados brésiliens. Pour l'obtention du grade de docteur. Institut Agronomique de Paris-Grignon. 231p.
- MORETTO, A. S., DISTEL, R. A. and DIDONE, N. G. (2001).** Decomposition and nutrient dynamic of leaf litter and roots from palatable and unpalatable grasses in semi arid grassland. *Applied Soil Ecology* 18: 31-57. Elsevier.
- NDAO, M. (2001).** Etude d'une zone test du département de Kaffrine (Sénégal). Caractérisation du sol et de son occupation. Spatialisation des résultats. Diplôme du cycle Post grade en Science de l'Environnement. EPFL Lausanne.151p.
- OLSON, J. S., WATTS, J. A. et ALLISON, L. J. (1983).** Carbon in live vegetation of major world Ecosystems. ORNL-5862, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN, USA, 152p.
- PALD, (1998).** Programme d'action nationale de lutte contre la désertification.105p
- PASSOUANT, M., BELIERES, J. F. TOURE, E. A. et SAMAKE, O. (2000).** La sécheresse dans Sciences et changement planétaires101-110
- PAUL, E. A. et CLARK, F. E. (1989).** Soil microbiology and biochemistry. Academic Press Inc pour la science.
- PAUSTIAN, K. SIX, J., ELLIOT, E. T. et HUNT, H. W. (2000).** Management options for reducing CO2 emission from agricultural soils. *Biogeochemistry* 48, 147-163.
- PELISSER, P. (1966).** Les paysans du Sénégal. Les civilisations agraires du Cayor à la Casamance. Ouvrage publié avec l'appui du ministère de l'éducation nationale et du centre de recherche scientifique; 939p.
- PERRY, D. A., AMARANTHUS, M. P., BORCHERS, J. G., BORCHERS, S. L. et BRAINERD, R. E. (1989).** Bootstrapping in ecosystems. *Bioscience* 39 (4), 230-237.
- PNUE, (2006).** A l'avenir de l'environnement en Afrique **vol 2**:197-207p
- PNUE, (2005).** Travailler pour satisfaire les besoins alimentaires. Rapport sur le développement humain. 30-42p.
- PNUE, (2002).** A l'avenir de l'environnement en Afrique **vol 2**: xviii-xix-7
- PUGET, P., ANGERS, D. et CHENU, C. (1995).** Chapitre 14 Dynamics of soil aggregation and carbone sequestration 10p.
- RAMADE, F. (2005).** Les facteurs de dégradation de la biosphère: leur nature et leur importance. La dégradation des écosystèmes et la ruine de la biosphère. L'éradication de la biodiversité. La conservation de la nature. *Éléments d'écologie, Ecologie appliquée*: 1-50, 487-579, 581-674, 677-725.
- ROBERT, M. (2003).** Tendances générales de la séquestration du carbone dans les sols. Evaluation du stockage du carbone dans le sol et principaux changements. Gestion des forêts, des pâturages et des sols cultivés en vue d'augmenter a

séquestration du carbone dans les sols. Les différents scénarios de la séquestration du carbone. Conséquences et impacts principaux de la séquestration du carbone. Propositions. La séquestration du carbone dans le sol pour une meilleure gestion des terres. 48p.

- ROOSE, E. (1994).** Introduction à la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES). Bulletin pédologique de la FAO 70. FAO, Rome.
- SADOURNY, R. (1992).** L'homme modifie-t-il le climat? La recherche 243: 522-531.
- SARRAILH, J. M. (1990).** Gestion des forêts, des pâturages et des sols cultivés en vue d'augmenter la séquestration du carbone dans les sols. La séquestration du carbone pour une meilleure gestion des terres. 17-23.
- SCHARFFE, D., HAO, W. M., DONOSO, L., CRUTZEN, P. J. and SANHUEZA, E. (1990).** Soil fluxes and atmospheric concentration of CO and CH₄ in the northern part of the Guyana Shield, Venezuela. Journal of Geophysical Research 95: 22 475-22 480.
- SECK, M. N. (2003).** Modélisation de l'approvisionnement de DAKAR en combustible domestique dans l'optique de la planification énergétique et la lutte contre les changements climatiques. DEA en sciences de l'environnement. 87p.
- SO, J., SIMARD, F., BONN, F. et GWYN, Q. H. J. (1990).** Utilisation de la télédétection pour l'aménagement au sahel. Sécheresse 121-127.
- SOLOMON, D., FRITZSCHE, F., TEKALIGN, M., LEHMANN, J. et ZECH, W. (2002).** Soil organic matter composition in the Subhumid Ethiopian Highlands influenced by deforestation and agricultural management. Soil Sci. Soc Am. J. 66, 68-82.
- TAPPAN, G. G., HADJ, A., WOOD, E. et LIETZOW, R. (2000).** Use of argon, Corona, and Landsat Imagery to assess 30 years of land resource changes in West central Senegal. photogrammetric Engineering and Remote Sensing 66, 727-735.
- TOURE, A. (2002).** Contribution à l'étude de l'évolution des réservoirs de carbone de carbone en Zone Nord-Soudanienne au Sénégal. Thèse Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne. 150p.
- TSCHAKET, P., KHOUMA, M. et SENE, M. (2004).** Biophysical potential for soil carbon séquestration in agricultural systems of the old peanut basin of Senegal. Journal of arid environments, this issue.
- WANG, Y. et HIESH, Y. P. (2002).** Uncertainties and novel prospects in the study of the soil carbon dynamics. Chemosphere 49, 791-804.
- WOOMER, P. L. (2003).** Field and laboratory guidelines for carbon characterization in African drylands. Sustainable Agriculture Centre for research, Extension and Development in Africa, Nairobi, 20p.
- WOOMER, P. L., TIESZEN, L. L., TAPPAN, G., TOURE, A. et SALL, M. (2004).** Land use change and terrestrial carbon stocks in Senegal. Journal of Arid Environments, 59: 625-642.
- WOOMER, P. L., TIESZEN, L., TSCHAKET, P., PARTON, W. J., TOURE, A. (2001).** Landscape carbon sampling and Biogeochemical Modeling. Report of workshop at Center de Suivi Ecologique, Dakar, Sénégal. 63p.
- WOOMER, P. L. et PALM, C. A. (1998).** An approach to estimating system carbon stocks in tropical forests and associated land use. Commonwealth Forestry Review 77, 181-190.

YAHAYA, A. (2000). Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contrastés. Sécheresse. 143-146

ANNEXES

Annexe 1: Estimation de la biomasse végétale

Matériel

Pour mener à bien la collecte des données, l'équipe de terrain s'est munie du matériel suivant :

- Une composition colorée couvrant les deux réserves (Dolly et Mbégué). Cette première permet l'identification des unités homogènes caractéristiques des différents faciès.
- Une carte topographique sur laquelle les résultats des observations concernant la forme, la dimension du terrain sont lisibles. Ce document décrivant de manière précise l'emplacement des sites pour mieux se repérer ou se localiser en fonction des localités.
- Un GPS (Global Positioning System): outil pour le positionnement géographique au sol qui permet de s'orienter.
- Des rubans-tailleur de 1.5 m de long pour mesurer la circonférence des arbres.
- Des rubans de 40 m pour la délimitation des placettes de 20 m de rayon.
- Un mètre carré en fer pour délimiter les quadrats. La collecte des résidus de surfaces et les coupes de la strate herbacée sont effectuées dans ces derniers.
- Une balance électronique avec une précision minimale de l'ordre du dixième de gramme et un peson de secours.
- Des sachets en tissus pour contenir la collecte. Ils facilitent la lecture des mentions écrites dessus.
- Des sacs vides pour ranger les échantillons et un certain nombre de matériels faciles à perdre.
- Des faucilles pour faucher l'herbe.
- Des fiches de collecte de biomasse en autant d'exemplaire que de placettes à échantillonner.
- Des marqueurs indélébiles pour les références des échantillons.
- Des piles en quantité suffisante pour alimenter les appareils électroniques pendant toute la durée de la mission.
- Et enfin, un matériel de camping nécessaire et des véhicules de qualités compte tenu de l'éloignement des sites par rapport aux villes.

Procédure

La production des ligneux est évaluée sur la base d'un échantillonnage aléatoire. Des placettes de 20 m de rayon sont délimitées avec les rubans de 40 m. En effet dans la zone non défrichée de Mbégué, 4 placettes sont délimitées et 3 dans la réserve de Dolly. Par contre dans la zone défrichée de Mbégué correspondant essentiellement à l'espace des 15 da aras (voire carte) l'estimation de la biomasse ligneuse est faite à l'hectare et 4 da aras (3 ;8 ;12 et 14) ont été choisis .

Dans chaque placette, la végétation ligneuse incluse dans le périmètre est identifiée; la circonférence à hauteur de poitrine (CHP) est mesurée là ou il est possible pour tous les individus. La longueur, la largeur et la hauteur de chaque espèce sont estimées. Les états physiologique et phénologique de chaque espèce ainsi que certaines observations particulières telles que les coupes; émondages sont notées. Pour la régénération et les sujets buissonnants (sujets dont il est impossible de prendre le CHP car inférieur à 1.30 mètres): la taille, les dimensions du houppier (longueur et largeur) sont considérées et le nombre de tiges est précisé car ces premiers pouvant se présenter sous forme de touffes (voire fiche d'inventaire). Pour assurer une bonne collecte des données concernant les espèces ligneuses certaines dispositions ont été prises:

- Prendre le CHP à 1.30mètres par convention et veiller à ce que les graduations du ruban soient lisibles puis vérifier l'unité de mesure qui doit être exprimée en centimètre;
- La placette une fois matérialisée et délimitée, peut être fractionnée en quatre parties (deux diamètres perpendiculaires) et inventoriée en progressant dans le sens des aiguilles d'une montre. Cette précaution permet de faire un inventaire complet de la surface en question et de réduire les risques d'oublis.

Après inventaire des espèces présentes, une coupe de la strate herbacée est effectuée dans les 3 quadrats de 1 m² (1mx1m). Ils ont été choisis en fonction de la représentativité du tapis herbacé. Les résidus en surface, formés de masse nécrotique de feuilles d'arbres, de branchettes et d'herbes, sont collectés. Ainsi pour cette évaluation aussi certaines mesures sont à prendre :

- Effectuer la coupe dans le mètre carré métallique au ras du sol tout en évitant d'arracher les herbes.

- Tarer le sachet qui doit contenir la matière sèche pour que déduction soit faite après. Cette opération demande un certain nombre de précautions compte tenu de la sensibilité de la balance: la balance doit être à un endroit dégagé où l'on ne risque pas d'avoir des influences extérieures et elle doit être stable au sol.

La pesée est donc faite après coupe d'une part et d'autres part après la collecte des résidus de surface.

Signalons que la quantité de carbone racinaire est uniquement évaluée pour la matière sèche herbacée; les résidus de végétaux recueillis ne sont pas concernés .

Annexe 2: Détermination du carbone de la biomasse végétale

Les données obtenues à partir de l'inventaire ont permis d'évaluer les stocks de carbone des biomasses ligneuses et herbacées. Les tableaux suivants montrent les résultats dans les réserves de Mbégué (M: forêt et D: daaras) et Dolly (RD).

Les codes suivants ont été créés.

-Espèces végétales:

- Ligneuses	- Herbacées
Aca mac: <i>Acacia machrostachya</i>	And pos: <i>Andropogon postuda</i>
Aca sen : <i>Acacia Senegalensis</i>	Ari ads: <i>Aristida adscencionis</i>
Ano lei: <i>Anageissus leiocarpus</i>	Ari mut: <i>Aristida mutabilis</i>
Bal aeg: <i>Balanites aegyptiaca</i>	Bra sp : <i>Brachiaria sp</i>
Bom cos : <i>Bombax costatum</i>	Cas obt: <i>Cassia obtusifolia</i>
Bos sen : <i>Boscia senegalensis</i>	Chl pil : <i>Chloris pilosa</i>
Com glu : <i>Combretum glutinosum</i>	Chl pri : <i>Chloris priouri</i>
Com mic : <i>Combretum micranthum</i>	Cte ele: <i>Ctenium elegans</i>
Com nig : <i>Combretum nigricans</i>	Dacaeg: <i>Dactyloctenium aegyptium</i>
Fer apo : <i>Feretia apodanthera</i>	Dig sp: <i>Digitaria sp</i>
Gar sp : <i>Gardenia sp</i>	Era tre: <i>Eragrostis tremula</i>
Gre bic: <i>Grewia bicolor</i>	Pen ped: <i>Penicetum pedicellatum</i>
Gui sen : <i>Guiera senegalensis</i>	Sch gra: <i>Schoenefeldia gracilis</i>
Lan aci : <i>Lannea acida</i>	Spe sta: <i>Spermacoce stahidea</i>
	Zor glo: <i>Zornia glochidiata</i>

- Sigles

Biom: Biomasse

Biov: Biovolume

C: carbone

Cir: circonférence

D: Daara de Mbégué

Dia: Diamètre

Etat phy : Etat physiologique

H: Hauteur

I hou : Largeur du houppier

L hou: Longueur du houppier

M: Le point repère de la placette choisie dans la partie non défrichée de Mbégué

Nb: nombre de tiges

RD: Le point repère de la placette choisie dans la partie non défrichée de Dolly

Rég nat : Régénération naturelle

rég: régénération

Rq : Remarque

x: abcisse

y: ordonnée

INVENTAIRE DES LIGNEUX												
13/03/08 M1 : Coordonnée : X = 459484 Y = 1608047												
Faciès à <i>Guiera senegalensis</i> Surface placette = 1256 m ² (rayon de 20m)												
Espèces	Cir (cm)	Dia (m)	Biom Kg/arbre	Biov (m ³)	C Kg/arbre	Nb tiges	H (m)	L Hou (m)	l hou (m)	Etat phy	Rég nat	Rq
<i>Bal aeg</i>	74	0,24	0,0048		0,0024	1	6	3,5	3	vivante		
<i>Bal aeg</i>	18	0,06	0,0002		0,0001	1	3	2,5	2	vivante		
<i>Gui sen</i>	15	0,05	0,0002		0,0001	2	4	3	2	vivante		
<i>Bal aeg</i>			114,0000	0,3000	57,0000	1	1	0,7	0,5	vivante	10	rég.
<i>Bal aeg</i>	4	0,01	0,0000		0,0000	1	1,75	2	1	vivante		
<i>Gui sen</i>	11	0,04	0,0002		0,0001	3	2	3	2	vivante		
<i>Gui sen</i>	7	0,02	0,0002		0,0001	8	2	3	2,5	vivante		
<i>Gui sen</i>	5	0,02	0,0000		0,0000	1	1,75	2	1	vivante		
<i>Gui sen</i>			332,5000	0,8750	166,2500	3	1,2	2	1,5	vivante		
<i>Gui sen</i>			237,5000	0,6250	118,7500	1	1	1,5	1	vivante		
<i>Gui sen</i>	6	0,02	0,0001		0,0001	9	2	2	1,75	vivante		
<i>Gui sen</i>			237,5000	0,6250	118,7500	3	1,2	1,5	1	vivante	3	rég.
<i>Gui sen</i>			190,0000	0,5000	95,0000	5	0,8	1	1	vivante	10	rég.
<i>Gui sen</i>	8	0,03	0,0001		0,0000	2	2,5	3	2	vivante		
<i>Gui sen</i>	6	0,02	0,0001		0,0001	10	1,5	4	2	vivante		
<i>Gui sen</i>	6	0,02	0,0001		0,0000	4	1,75	2	1	vivante		
<i>Gui sen</i>	6	0,02	0,0001		0,0000	4	2	1,5	1	vivante		
<i>Gui sen</i>	11	0,04	0,0001		0,0001	2	2	2	1,75	vivante		
<i>Gui sen</i>	5	0,02	0,0000		0,0000	5	2	2,5	2	vivante		
<i>Gui sen</i>	7	0,02	0,0001		0,0000	5	2	2	2	vivante		
<i>Gui sen</i>	6	0,02	0,0000		0,0000	3	2	1,5	1	vivante		
<i>Gui sen</i>	7	0,02	0,0001		0,0000	3	2	2,5	1	vivante		
<i>Gui sen</i>	9	0,03	0,0002		0,0001	5	2	2,5	1	vivante		
<i>Gui sen</i>	5	0,02	0,0000		0,0000	1	2	1,5	1	vivante		
<i>Gui sen</i>	15	0,05	0,0001		0,0001	1	3	2	1	vivante		
<i>Gui sen</i>	8	0,03	0,0001		0,0001	4	3,5	3	2	vivante		
<i>Gui sen</i>	9	0,03	0,0001		0,0001	3	2	3,5	3	vivante		
<i>Gui sen</i>	9	0,03	0,0001		0,0001	4	3	3	2,5	vivante		
<i>Gui sen</i>	5	0,02	0,0000		0,0000	2	1,75	1,5	1	vivante		
<i>Gui sen</i>	15	0,05	0,0002		0,0001	2	3	3	2	vivante		
<i>Gui sen</i>	11	0,04	0,0002		0,0001	3	3	2,5	1,5	vivante		
<i>Gui sen</i>	9	0,03	0,0001		0,0001	3	2	2,5	1,75	vivante		
<i>Gui sen</i>	6	0,02	0,0000		0,0000	2	1,75	1,5	1	vivante		
<i>Gui sen</i>	7	0,02	0,0001		0,0000	3	3	3	2	vivante		
<i>Bal aeg</i>	5	0,02	0,0000		0,0000	1	1,7	1,5	1	vivante		
<i>Gui sen</i>	6	0,02	0,0000		0,0000	1	1,5	1,5	1	vivante		
<i>Gui sen</i>	10	0,03	0,0000		0,0000	1	1,8	2	1,5	vivante		
<i>Gui sen</i>	7	0,02	0,0000		0,0000	2	1,5	1,5	1	vivante		
<i>Gui sen</i>	4	0,01	0,0000		0,0000	2	1,75	1,5	0,75	vivante		
<i>Gui sen</i>	3	0,01	0,0000		0,0000	4	1,5	1,5	1	vivante		
<i>Gui sen</i>	5	0,02	0,0000		0,0000	2	1,5	1,5	1	vivante		
<i>Gui sen</i>	2	0,01	0,0000		0,0000	1	1,3	1	0,75	vivante		
<i>Gui sen</i>	4	0,01	0,0000		0,0000	2	1,5	1,5	1	vivante		
<i>Gui sen</i>			57,0000	0,1500	28,5000	1	0,5	0,4	0,2	vivante	6	rég.

Biomasse en Kg = 1168,5078
 Carbone en Kg /ha
 Biomasse aérienne = 4651,703
 Biomasse racinaire = 3721,4

INVENTAIRE DES HERBES (M1)					
Quadrat	Espèces	matière sèche (g)	C Matière sèche (kg)	poids litière en (g)	C litière (kg)
I	<i>Sch gra</i> <i>Chl pri</i> <i>Spe sta</i>	58	0,029	46	0,023
II	<i>Sch gra</i> <i>Chl pri</i> <i>Zor glo</i>	68	0,034	123	0,0615
III	<i>Ari mut</i> <i>Spe sta</i> <i>Sch gra</i> <i>Zor glo</i>	70	0,035	38	0,019
	total C en kg/m ²		0,032666667		0,0345
	production	C aérien	326,6666667		345
	en kg/ha	C racinaire	163,3333333		

INVENTAIRE DES LIGNEUX												
13/03/08 M2 Coordonnée : X=452200 Y=1606096												
Faciès à <i>Balanites aegyptiaca</i>						Surface placette = 1256m ² (rayon de 20m)						
Espèces	Cir (cm)	Dia (m)	Biom Kg/arbre	Biov (m3)	C Kg/arbre	Nb tiges	H (m)	L hou (m)	l hou (m)	Etat phy	Rég nat	Rq
<i>Bal aeg</i>	53	0,17	0,0022		0,0011	1	5,5	3,5	3,25	vivante		
<i>Bal aeg</i>	17	0,05	0,0005		0,0002	3	1,75	1,5	1,5	vivante		
<i>Bal aeg</i>	33	0,11	0,0007		0,0004	1	4,5	2,25	2	vivante		
<i>Bal aeg</i>	30	0,10	0,0029		0,0015	5	1	2,1	2,25	vivante		
<i>Bal aeg</i>		0,00	166,250	0,4375	83,1250	1	1,3	1	0,75	vivante	1	rég
<i>Bal aeg</i>	30	0,10	0,0006		0,0003	1	4	2,5	2	vivante		
<i>Bal aeg</i>		0,00	237,500	0,6250	118,750	1	1,25	1,5	1	vivante	1	rég
<i>Bal aeg</i>	50	0,16	0,0019		0,0010	1	6	3,5	3	vivante		
<i>Bal aeg</i>	10	0,03	0,0001		0,0001	3	2	2,5	2	vivante		
<i>Bal aeg</i>	16	0,05	0,0001		0,0001	1	2,5	1,5	1	vivante		
<i>Bal aeg</i>	7	0,02	0,0000		0,0000	1	1,7	1	0,75	vivante		
<i>Bal aeg</i>		0,00	118,750	0,3125	59,3750	1	1	0,75	0,5	vivante	1	rég
<i>Bal aeg</i>	33	0,11	0,0007		0,0004	1	4	4	0,5	vivante		
<i>Bal aeg</i>		0,00	237,500	0,6250	0,3125	1	1,1	1,5	1	vivante	1	rég
<i>Bal aeg</i>	12	0,04	0,0001		0,0000	1	2	1,5	0,3	vivante		
<i>Bal aeg</i>	10	0,03	0,0000		0,0000	1	2,5	1,5	1	vivante		
<i>Bal aeg</i>	37	0,12	0,0010		0,0005	1	5,5	3,5	1	vivante		
<i>Bal aeg</i>	30	0,10	0,0006		0,0003	1	3,5	4	3	vivante		
<i>Bal aeg</i>	40	0,13	0,0011		0,0006	1	5	3,5	3,5	vivante		
<i>Bal aeg</i>	10	0,03	0,0001		0,0000	2	1,75	1,5	1	vivante		
<i>Bal aeg</i>		0,00	142,500	0,1875	142,500	1	0,75	0,5	0,25	vivante	2	rég

Biomasse en Kg = 902,5127
Carbone en Kg /ha
Biomasse aérienne =3217,109
Biomasse racinaire = 2573,368

INVENTAIRE DES HERBES (M2)					
Quadrat	Espèces	matière sèche (g)	C matière sèche (kg)	Poids litière (g)	C litière (kg)
I	<i>Spe sta</i> <i>Dac aeg</i> <i>Dig sp</i> <i>Sch gra</i>	40	0,02	65	0,0325
II	<i>Spe sta</i> <i>Dac aeg</i> <i>Cas obt</i> <i>Zor glo</i>	54	0,027	34	0,017
III	<i>Dac aeg</i> <i>Chl pri</i> <i>Spe sta</i> <i>Cas obt</i>	5	0,0025	54	0,027
	Total C en Kg /m2		0,0165		0,0255
	production en kg/ha C aérien		165		255
	production en kg/ha C racinaire		82,5		

INVENTAIRE DES LIGNEUX

14/03/08 M3 : Coordonnée : X=450888 Y=15998243

Faciès à *Guiera senegalensis* Surface placette = 1256 m² (rayon de 20m)

Espèces	Cir (1,3cm)	Dia (m)	Biom Kg/arbre	Biov (m3)	C Kg /arbre	Nb tiges	H (m)	L hou (m)	l hou (m)	Etat phy	Rég nat	Rq
<i>Gui sen</i>	12	0,04	0,0004		0,0002	6	4	3	2	vivante		
<i>Gui sen</i>	15	0,05	0,0002		0,0001	2	4	3	2	vivante		
<i>Gui sen</i>	10	0,03	0,0001		0,0000	2	2,5	1,5	1,3	vivante		
<i>Gui sen</i>	7	0,02	0,0001		0,0000	4	2,5	2,5	1,5	vivante		
<i>Gui sen</i>	14	0,04	0,0003		0,0001	3	3	2	1	vivante		
<i>Gui sen</i>	25	0,08	0,0038		0,0019	10	3	5	4	vivante		
<i>Gui sen</i>	7	0,02	0,0001		0,0000	3	1,8	2	1	vivante		
<i>Gui sen</i>	9	0,03	0,0000		0,0000	1				vivante		
<i>Gui sen</i>	13	0,04	0,0005		0,0003	6	3	4	3	vivante		
<i>Gui sen</i>	10	0,03	0,0002		0,0001	4	2,5	3	2	vivante		
<i>Gui sen</i>	9	0,03	0,0003		0,0002	9	3	3	2	vivante		
<i>Gui sen</i>	10	0,03	0,0001		0,0000	2	3,5	2,5	2	vivante		
<i>Gui sen</i>	10	0,03	0,0000		0,0000	1	3,5	2	1	vivante		
<i>Gui sen</i>	12	0,04	0,0006		0,0003	8	3	4	2	vivante		
<i>Gui sen</i>	5	0,02	0,0000		0,0000	1	1,5	1,5	1	vivante		
<i>Gui sen</i>	11	0,04	0,0006		0,0003	10	3	3	2	vivante		
<i>Gui sen</i>	5	0,02	0,0000		0,0000	1	1,8	1	0,75	vivante		
<i>Gui sen</i>	18	0,06	0,0004		0,0002	2	2,5	3	2	vivante		
<i>Gui sen</i>	5	0,02	0,0000		0,0000	1	1,5	1,75	0,75	vivante		
<i>Gui sen</i>	9	0,03	0,0000		0,0000	1	2	3	2	vivante		
<i>Gui sen</i>			61,7500	0,1625	30,8750	7	1	0,4	0,25	vivante	2	rég.
<i>Gui sen</i>	8	0,03	0,0002		0,0001	8	3	2	1	vivante		
<i>Gui sen</i>			237,5000	0,6250	118,7500	1	1,3	1,5	1	vivante	1	rég.
<i>Gui sen</i>	8	0,03	0,0001		0,0001	5	2	2	1,5	vivante		
<i>Gui sen</i>	12	0,04	0,0001		0,0000	2	3	3	2	vivante		
<i>Gui sen</i>	6	0,02	0,0000		0,0000	1	1,8	1,2	1	vivante		
<i>Gui sen</i>	12	0,04	0,0003		0,0001	4	3,5	4	3	vivante		
<i>Gui sen</i>	5	0,02	0,0000		0,0000	1	1,5	1	0,5	vivante		
<i>Gui sen</i>	5	0,02	0,0000		0,0000	1	1,8	1,3	0,7	vivante		
<i>Gui sen</i>	9	0,03	0,0000		0,0000	1	3	4	3	vivante		
<i>Gui sen</i>	7	0,02	0,0000		0,0000	1	1,6	1	0,5	vivante		
<i>Gui sen</i>	7	0,02	0,0000		0,0000	1	2	2	1,5	vivante		
<i>Gui sen</i>	11	0,04	0,0002		0,0001	3	3	3	2	vivante		
<i>Gui sen</i>	11	0,04	0,0003		0,0001	5	3	4	2	vivante		
<i>Gui sen</i>	11	0,04	0,0001		0,0000	1	2	2	1	vivante		
<i>Gui sen</i>			190,0000	0,5000	95,0000	1	1	1	1	vivante	12	rég.
<i>Gui sen</i>	8	0,03	0,0001		0,0000	2	3	2	1	vivante		
<i>Gui sen</i>	11	0,04	0,0001		0,0000	1	3	2	1,5	vivante		
<i>Gui sen</i>	9	0,03	0,0000		0,0000	1	2	2	2	vivante		
<i>Gui sen</i>	13	0,04	0,0001		0,0000	1	3,5	2,5	3	vivante		
<i>Gui sen</i>	13	0,04	0,0003		0,0001	3	3	4	2	vivante		
<i>Gui sen</i>	10	0,03	0,0002		0,0001	5	3	2,5	1	vivante		
<i>Gui sen</i>	6	0,02	0,0000		0,0000	1	1,6	2	2	vivante		
<i>Gui sen</i>	15	0,05	0,0004		0,0002	3	3,5	4	1	vivante		

<i>Gui sen</i>	8	0,03	0,0000		0,0000	1	2	1,5	3	vivante		
<i>Gui sen</i>	12	0,04	0,0003		0,0002	5	3	5	3	vivante		
<i>Gui sen</i>	8	0,03	0,0001		0,0000	3	1,8	2	0,4	vivante		
<i>Gui sen</i>			171,0000	0,4500	85,5000	1	1,2	1	0,8	vivante	3	rég.
<i>Gui sen</i>	10	0,03	0,0000		0,0000	1	1,7	2	1,5	vivante		
<i>Gui sen</i>	9	0,03	0,0002		0,0001	6	3	3	2	vivante		
<i>Gui sen</i>	12	0,04	0,0001		0,0000	1	3	3		vivante		
<i>Gui sen</i>			285,0000	0,7500	142,5000	1	1	2	1	vivante	30	rég.
<i>Gui sen</i>	12	0,04	0,0003		0,0001	4	2,5	3	2	vivante		
<i>Gui sen</i>	9	0,03	0,0001		0,0001	4	2,5	3	1,5	vivante		
<i>Gui sen</i>	7	0,02	0,0000		0,0000	2	1,8	2	1	vivante		
<i>Gui sen</i>	8	0,03	0,0001		0,0000	2	2	1,5	0,25	vivante		
<i>Gui sen</i>			218,5000	0,5750	109,2500	1	0,8	0,3	2	vivante	12	rég.
<i>Gui sen</i>	10	0,03	0,0002		0,0001	4	2	3	1,5	vivante		
<i>Gui sen</i>	8	0,03	0,0001		0,0000	3	2	2	2	vivante		
Biomasse en Kg = 1163,7617												
Carbone en Kg /ha												
Biomasse aérienne =4632,81												
Biomasse racinaire = 3706,25												

INVENTAIRE DES HERBES (M3)					
Espèces	Quadrat	matière sèche (g)	C matière sèche (kg)	Poids litière (g)	C litière (kg)
<i>And pos</i>	I	15	0,0075	208	0,104
<i>Era tre</i>	II	15	0,0075	34	0,017
<i>Zor glo</i>	III	318	0,159	27	0,0135
<i>Sch gra</i>					
Total C en kg/m2			0,005		0,044833333
production en kg/ha C aérien			50		448,3333333
production en kg/ha racinaire			25		

INVENTAIRE DES LIGNEUX

14/03/08 M4 : Coordonnée : X=463363 Y=1603718

Faciès à *Combretum glutinosum* surface placette = 1256 m² (rayon de 20m)

Espèces	Cir (1,3cm)	Dia (m)	Biom Kg/arbre	Biov (m3)	C kg/arbre	Nb tiges	H (m)	L hou (m)	l hou (m)	Etat phy	Rég nat	Rq
<i>Com glu</i>	49	0,16	0,0018		0,0009	1	6,5	5	4	vivante		
<i>Com glu</i>	36	0,11	0,0009		0,0004	1	6,5	5	4	vivante		
<i>Com glu</i>	36	0,11	0,0009		0,0004	1	6,5	5	4	vivante		
<i>Com glu</i>	35	0,11	0,0008		0,0004	1	6,5	5	4	vivante		
<i>Com glu</i>	49	0,16	0,0073		0,0037	4	6,5	5	4	vivante		
<i>Com glu</i>	59	0,19	0,0028		0,0014	1	6,5	5	4	vivante		
<i>Com glu</i>		0,00	61,7500	0,1625	30,8750	1	0,68	0,4	0,3	vivante	1	reg
<i>Com glu</i>	8	0,03	0,0000		0,0000	1	2	1,5	1	vivante		
<i>Gui sen</i>		0,00	104,500	0,2750	52,2500	1	0,8	0,6	0,5	vivante	1	reg
<i>Com glu</i>	7	0,02	0,0000		0,0000	1	1,75	1	0,5	vivante		
<i>Com glu</i>	12	0,04	0,0001		0,0000	1	2	1,5	1	vivante		
<i>Com glu</i>	18	0,06	0,0005		0,0003	3	3	3	2	vivante		
<i>Com glu</i>	27	0,09	0,0018		0,0009	4	3	4	3	vivante		
<i>Com glu</i>	16	0,05	0,0003		0,0001	2	2,5	2,5	1,5	vivante		
<i>Gre bic</i>	9	0,03	0,0000		0,0000	1	2,5	3	2	vivante		
<i>Com glu</i>	26	0,08	0,0008		0,0004	2	3,5	2,5	2	vivante		
<i>Com glu</i>	14	0,04	0,0002		0,0001	2	3	1,5	1	vivante		
<i>Com glu</i>	29	0,09	0,0005		0,0003	1	5	2	1,5	vivante		
<i>Com glu</i>	21	0,07	0,0003		0,0001	1	2,5	3	2	vivante		
<i>Com glu</i>	41	0,13	0,0012		0,0006	1	6,5	3	2	vivante		
<i>Com glu</i>	25	0,08	0,0008		0,0004	2	3,5	3	2	vivante		
<i>Com glu</i>	27	0,09	0,0014		0,0007	3	6	4	3	vivante		
<i>Com glu</i>	31	0,10	0,0019		0,0009	3	4	4	2	vivante		
<i>Com glu</i>	20	0,06	0,0011		0,0006	5	2,5	2,5	2	vivante		
<i>Com glu</i>	31	0,10	0,0019		0,0009	3	4,5	5	3	vivante		
<i>Gar sp</i>	14	0,04	0,0001		0,0000	1	1,75	2	1	vivante		
<i>Gui sen</i>		0,00	133,000	0,3500	66,5000	1	1,04	0,9	0,5	vivante	8	reg
<i>Gui sen</i>		0,00	42,7500	0,1125	21,3750	1	1	0,3	0,2	vivante	6	reg
<i>Com glu</i>	27	0,09	0,0005		0,0002	1	4	5	3	vivante		
<i>Gui sen</i>	10	0,03	0,0001		0,0000	2	2,5	2	1	vivante		
<i>Com glu</i>	19	0,06	0,0002		0,0001	1	4,5	2	1	vivante		
<i>Com glu</i>	11	0,04	0,0001		0,0000	1	2	1,5	1	vivante		
<i>Com glu</i>	6	0,02	0,0000		0,0000	1	2	1,5	1	vivante		
<i>Com glu</i>	28	0,09	0,0005		0,0002	1	5	2,5	2	vivante		
<i>Com glu</i>	23	0,07	0,0006		0,0003	2	4	1	0,5	vivante		
<i>Com glu</i>	8	0,03	0,0000		0,0000	1	1,75	1	0,5	vivante		
<i>Com glu</i>	27	0,09	0,0009		0,0005	2	4,5	4	2	vivante		
<i>Com glu</i>	26	0,08	0,0004		0,0002	1	5	2	1	vivante		
<i>Com glu</i>	21	0,07	0,0008		0,0004	3	4	3,5	2	vivante		
<i>Com glu</i>	13	0,04	0,0001		0,0000	1	1,8			vivante		
<i>Com glu</i>	28	0,09	0,0010		0,0005	2	4	3,5	2	vivante		
<i>Com glu</i>	11	0,04	0,0001		0,0000	1	2	1	5	vivante		
<i>Com glu</i>	7	0,02	0,0000		0,0000	1	2,5	1	0,5	vivante		
<i>Com glu</i>	14	0,04	0,0001		0,0000	1	3	2	1	vivante		
<i>Com glu</i>	15	0,05	0,0001		0,0001	1	3	1,5	1	vivante		
<i>Com glu</i>	21	0,07	0,0003		0,0001	1	5	2,5	2	vivante		
<i>Com glu</i>	14	0,04	0,0001		0,0000	1	2,5	1,5	1	vivante		
<i>Com glu</i>	7	0,02	0,0000		0,0000	1	1,6	1	1	vivante		
<i>Com glu</i>		0,00	104,500	0,2750	52,2500	1	0,75	0,8	0,4	vivante		
<i>Com glu</i>	13	0,04	0,0002		0,0001	2	3,5	2	1	vivante		
<i>Com glu</i>		0,00	142,500	0,3750	71,2500	1	1	1	0,5	vivante	1	reg

<i>Com glu</i>	34	0,11	0,0016		0,0008	2	4,5	3	2	vivante	1	reg
<i>Com glu</i>	15	0,05	0,0001		0,0001	1	2,5	1,5	1	vivante		
<i>Com glu</i>	20	0,06	0,0005		0,0002	2	3,5	2	1	vivante		
<i>Com glu</i>	5	0,02	0,0000		0,0000	1	1,5	1	0,5	vivante		
<i>Com glu</i>	36	0,11	0,0009		0,0004	1	6	3	2	vivante		
<i>Ano lei</i>	67	0,21	0,0038		0,0019	1	7	6	4	vivante		
<i>Com glu</i>	21	0,07	0,0003		0,0001	1	2	2	1	vivante		
<i>Com glu</i>	31	0,10	0,0006		0,0003	1	6,5	3	2	vivante		
<i>Com glu</i>	13	0,04	0,0004		0,0002	5	3	3	2	vivante		
<i>Gui sen</i>	5	0,02	0,0000		0,0000	2	1,75	1	0,7	vivante		
<i>Com glu</i>	14	0,04	0,0001		0,0000	1	3	2,5	1	vivante		
<i>Ano lei</i>	85	0,27	0,0066		0,0033	1	0,3			vivante		
<i>Gui sen</i>	13	0,04	0,0001		0,0000	1	3,5	2	1	vivante		

Biomasse en Kg = 589,048
Carbone en Kg /ha
Biomasse aérienne =2344,94
Biomasse racinaire = 1875,95

INVENTAIRE DES HERBES (M4)					
Espèces	Quadrat	matière sèche (g)	C matière sèche (kg)	Poids litière (g)	C litière (kg)
<i>And pos</i>	I	38	0,019	75	0,0375
<i>Era tre</i>	II	7	0,0035	63	0,0315
<i>Zor glo</i>	II	82	0,041	48	0,024
<i>Sch gra</i>					
Total C en kg/m2			0,021166667		0,031
production en kg/ha C aérien			211,6666667		310
production en kg/ha racinaire			105,8333333		

INVENTAIRE DES LIGNEUX												
13/03/08 (D3) : Coordonnée : X=455172 Y=1618168												
Espèces	Cir (1,30cm)	Dia (m)	Biom kg/arbre	Biov (m3)	C kg/arbre	Nb tiges	H (m)	Lhou (m)	I hou (m)	Etat phy	Rég nat	Rq
<i>Bal aeg</i>	11	0,04	0,0001		0,0000	1	1,75	1,5	1,4	vivante		
<i>Com glu</i>	9	0,03	0,0000		0,0000	1	8	4	3	vivante		
<i>Com glu</i>	11	0,04	0,0001		0,0000	1	8	4	3	vivante		
<i>Bal aeg</i>			114,0000	0,3000	57,0000	1	1,9	0,8	0,4	vivante	3	rég
<i>Gui sen</i>			114,0000	0,3000	57,0000	1	0,8	0,8	0,4	vivante	50	Rég

Biomasse en Kg = 228,0001
 Carbone en Kg /ha
 Biomasse aérienne =114
 Biomasse racinaire = 92,2001

INVENTAIRE DES HERBES (D3)					
Espèces	Quadrat	matière sèche		C	
		(g)	matière sèche (kg)	Poids litière (g)	C litière (kg)
<i>Sch gra</i>	I	85	0,0425	57	0,0195
<i>Spe sta</i>	II	50	0,025	77	0,0385
<i>And post</i>	II	116	0,058	39	0,0195
<i>Era tre</i>					
<i>Ari ads</i>					
<i>Cte ele</i>					
Total C en kg/m2			0,041833333		0,0258333
production en kg/ha C aérien			418,3333333		258,33333
production en kg/ha racinaire			209,1666667		

INVENTAIRE DES LIGNEUX												
14/03/08 D12 : Coordonnée : X=440098 Y=1607440												
Espèces	Cir (1,30cm)	Dia (m)	Biom kg/arbre	Biov (m3)	C kg/arbre	Nb tiges	H (m)	Lhou (m)	I hou (m)	Etat phy	Rég nat	Rq
<i>Bal aeg</i>	10	0,03	0,0000		0,0000	1	7,5	4	3	vivante		
<i>Bal aeg</i>			104,5000	0,2750	52,2500	1	0,8	0,7	0,4	vivante	1	rég.
<i>Gui sen</i>			104,5000	0,2750	52,2500	1	0,8	0,7	0,4	vivante	1	rég.
<i>Gui sen</i>			85,5000	0,2250	42,7500	1	0,85	0,5	0,4	vivante	12	rég.
Biomasse en Kg = 294,5000												
Carbone en Kg /ha												
Biomasse aérienne =147,25												
Biomasse racinaire = 117,8												

INVENTAIRE DES HERBES (D12)					
Espèces	Quadrat	matière sèche (g)	C matière sèche (kg)	Poids litière (g)	C litière (kg)
<i>Sch gra</i>	I	30	0,015	31	0,0155
<i>Spe sta</i>	II	35	0,0175	37	0,0185
<i>And post</i>	II	152	0,076	38	0,019
<i>Era tre</i>					
<i>Ari ads</i>					
<i>Cte ele</i>					
Total C en kg/m2			0,036166667		0,017666667
production en kg/ha					
C aérien			361,6666667		176,6666667
production en kg/ha					
racinaire			180,8333333		

INVENTAIRE DES LIGNEUX

15/03/08 RD1 : Coordonnée : X=486413 Y=1627257

Faciès à *Guiera senegalensis* Surface placette = 1256 m² (rayon de 20m)

Espèces	Cir (1,30cm)	Dia (m)	Biom kg /arbre	Biov (m3)	C kg/arbre	Nb tiges	H (m)	Lhou (m)	l hou (m)	Etat phy	Rég nat	Rq
<i>Com glu</i>	26	0,08	0,0025		0,0013	6	4	6	4	vivante		
<i>Gui sen</i>			123,5000	0,3250	61,7500	1	1	0,8	0,5	vivante	5	rég
<i>Gui sen</i>	13	0,04	0,0002		0,0001	2	2	2,5	2	vivante		
<i>Gui sen</i>	7	0,02	0,0001		0,0000	5	1,75	2,5	2	vivante		
<i>Gui sen</i>	25	0,08	0,0015		0,0008	4	4	5	3	vivante		
<i>Gui sen</i>			152,0000	0,4000	76,0000	1	1,1	1,1	0,5	vivante	1	rég
<i>Com glu</i>	12	0,04	0,0002		0,0001	3	3	3	2	vivante		
<i>Gui sen</i>	22	0,07	0,0003		0,0001	1	3	2,5	2	vivante		
<i>Gui sen</i>	8	0,03	0,0001		0,0001	5	2	1,8	1	vivante		
<i>Gui sen</i>	23	0,07	0,0006		0,0003	2	2,5	3	2	vivante		
<i>Com glu</i>	33	0,11	0,0044		0,0022	6	4,5	4	2	vivante		
<i>Gui sen</i>	15	0,05	0,0004		0,0002	3	3,5	2	1,5	vivante		
<i>Gui sen</i>			76,0000	0,2000	38,0000	1	0,32	0,5	0,3	vivante	2	rég
<i>Com glu</i>	16	0,05	0,0003		0,0001	2	4	1,5	1	vivante		
<i>Com glu</i>	15	0,05	0,0004		0,0002	3	2	2	1	vivante		
<i>Com glu</i>	14	0,04	0,0007		0,0003	7	4	4	3	vivante		
<i>Gui sen</i>	37	0,12	0,0010		0,0005	1	5,5	4	3	vivante		
<i>Com glu</i>	16	0,05	0,0008		0,0004	6	2	3	2,5	vivante		
<i>Gui sen</i>	25	0,08	0,0027		0,0013	7	2,5	6	3	vivante		
<i>Com glu</i>			237,5000	0,6250	118,7500	1	0,5	1,5	1	vivante	3	rég
<i>Gui sen</i>	12	0,04	0,0003		0,0001	4	2,5	5	2	vivante		
<i>Gui sen</i>	12	0,04	0,0001		0,0000	1	2	5	2	vivante		
<i>Gui sen</i>			114,0000	0,3000	57,0000	1	1,2	1,5	1,2	vivante	2	rég
<i>Gui sen</i>	4	0,01	161,5000	0,4250	80,7500	1	1	1	0,7	vivante	2	rég
<i>Com glu</i>	14	0,04	0,0002		0,0001	2	3	2,5	2	vivante		

Biomasse en Kg = 864,5166

Carbone en Kg /ha

Biomasse aérienne = 3441,547114

Biomasse racinaire = 2753,237691

INVENTAIRE DES HERBES (RD1)					
Espèces	Quadrat	matière sèche (g)	C matière sèche (kg)	Poids litière (g)	C litière (kg)
<i>Spe sta</i>	I	59	0,0295	41	0,0205
<i>Sch gra</i>	II	58	0,029	98	0,0205
<i>Era tre</i>	III	73	0,0365	65	0,0325
<i>Cas obt</i>					
<i>Cte ele</i>					
<i>And pos</i>					
Total C en kg/m2			0,031666667		0,0245
production en kg/ha C aérien			316,6666667		245
production en kg/ha racinaire			158,3333333		

INVENTAIRE DES LIGNEUX

15/03/08 RD2 : Coordonnée : X=494291 Y=1623620

Faciès à Combretum glutinosum Surface placette = 1256 m² (rayon de 20m)

<i>Espèces</i>	Cir (1,30cm)	Dia (m)	Biom kg/arbre	Biov m3	C kg /arbre	Nb tiges	H (m)	Lhou (m)	l hou (m)	Etat phy	Rég nat	Rq
<i>Com glu</i>	26	0,08	0,0004		0,0002	1	3,5	2	1	vivante		
<i>Gui sen</i>			71,2500	0,1875	35,6250	1	1	0,5	0,25	vivante	2	rég.
<i>Gre bic</i>	20	0,06	0,0014		0,0007	6	3,6	4	2	vivante		
<i>Com glu</i>	17	0,05	0,0005		0,0002	3	3,5	3	2	vivante		
<i>Com glu</i>	23	0,07	0,0003		0,0002	1	1,7			vivante		
<i>Com glu</i>	7	0,02	0,0000		0,0000	2	2	1	0,5	vivante		
<i>Com glu</i>	13	0,04	0,0003		0,0001	3	2,5	1,5	1	vivante		
<i>Com glu</i>	5	0,02	0,0000		0,0000	1	1,75	0,5	0,5	vivante		
<i>Com glu</i>	15	0,05	0,0004		0,0002	3	3,5	3,5	3	vivante		
<i>Com glu</i>	13	0,04	0,0001		0,0000	1	2,5	1,5	1	vivante		
<i>Com glu</i>	37	0,12	0,0010		0,0005	1	2,5			vivante		
<i>Com glu</i>	27	0,09	0,0018		0,0009	4	3,5	2	1	vivante		
<i>Com glu</i>	15	0,05	0,0006		0,0003	5	2,5	3	2	vivante		
<i>Gui sen</i>			95,0000	0,2500	47,5000	1	1,25	0,5	0,5	vivante	5	rég.
<i>Com glu</i>	12	0,04	0,0001		0,0000	1	2,5	3	2	vivante		
<i>Com glu</i>	17	0,05	0,0002		0,0001	1	2	1,5	1	vivante		
<i>Com glu</i>	18	0,06	0,0007		0,0004	4	2,5	3	2	vivante		
<i>Com glu</i>	14	0,04	0,0001		0,0000	1	2	2	1	vivante		
<i>Lan aci</i>	63	0,20	0,0033		0,0016	1	7	4	3	vivante		
<i>Lan aci</i>	57	0,18	0,0026		0,0013	1	6	3	2	vivante		
<i>Gre bic</i>	8	0,03	0,0001		0,0000	3	2,5	3	2	vivante		
<i>Com mic</i>	5	0,02	0,0000		0,0000	1	1,7	0,8	0,4	vivante		
<i>Aca se</i>	38	0,12	0,0020		0,0010	2	6,7	4	3	vivante		
<i>Gui sen</i>			76,0000	0,2000	38,0000	1	1	0,4	0,4	vivante	1	rég
<i>Gre bic</i>	18	0,06	0,0002		0,0001	1	3,8	2,5	1	vivante		
<i>Com glu</i>	30	0,10	0,0006		0,0003	1	4	2,5	2	vivante		
<i>Com glu</i>	10	0,03	0,0000		0,0000	1	2	1,5	1	vivante		
<i>Com glu</i>	7	0,02	0,0000		0,0000	1	1,6	1,3	0,7	vivante		
<i>Gui sen</i>	7	0,02	0,0001		0,0000	5	2,5	2	1	vivante		
<i>Com glu</i>	14	0,04	0,0001		0,0000	1	2	1,5	1	vivante		
<i>Com glu</i>	18	0,06	0,0002		0,0001	1	2	2	1	vivante		
<i>Com glu</i>	18	0,06	0,0002		0,0001	1	1	2,5	1	vivante		
<i>Com glu</i>	21	0,07	0,0003		0,0001	1	2	3	1	vivante		
<i>Com glu</i>	21	0,07	0,0003		0,0001	1	3	3	2	vivante		
<i>Com glu</i>	23	0,07	0,0003		0,0002	1	2	3	2	vivante		
<i>Com glu</i>	13	0,04	0,0001		0,0000	1	2	3,5	2	vivante		
<i>Com glu</i>	21	0,07	0,0003		0,0001	1	3	3	2,5	vivante		
<i>Com glu</i>	26	0,08	0,0004		0,0002	1	3	4	2	vivante		
<i>Gre bic</i>	14	0,04	0,0001		0,0000	1	8	5	4	vivante		
<i>Lan aci</i>	37	0,12	0,0010		0,0005	1	1	4	3	vivante		
<i>Com glu</i>	34	0,11	0,0008		0,0004	1	1	3	2	vivante		
<i>Bom cos</i>	66	0,21	0,0036		0,0018	1	2,5			vivante		coupé
<i>Gre bic</i>	14	0,04	0,0001		0,0000	1	1	2,5	1	vivante		

<i>Gre bic</i>	15	0,05	0,0001		0,0001	1	2	2	1,5	vivante		
<i>Gre bic</i>	13	0,04	0,0001		0,0000	1	3	2,5	2	vivante		
<i>Com mic</i>	8	0,03	0,0000		0,0000	1	2	1,5	1	vivante		
<i>Com mic</i>	5	0,02	0,0000		0,0000	1	11	3	2	vivante		
<i>Com mic</i>	2,5	0,01	0,0000		0,0000	1	1	3	2	vivante		
<i>Gre bic</i>	21	0,07	0,0003		0,0001	1	9	5	3	vivante		
<i>Gre bic</i>	11	0,04	0,0001		0,0000	1	3	2,5	2	vivante		
<i>Com glu</i>	14	0,04	0,0001		0,0000	1	1	1,5	1	vivante		
<i>Fer apo</i>			38,0000	0,1000	19,0000	1	1	0,6	0,4	vivante	2	rég.
<i>Fer apo</i>	8	0,03	0,0000		0,0000	1	1	1,5	0,75	vivante		

Biomasse en Kg = 280,2749
Carbone en Kg /ha
Biomasse aérienne =1115,74
Biomasse racinaire = 892,595

INVENTAIRE DES HERBES (RD2)					
Espèces	Quadrat	matière sèche (g)	C matière sèche (kg)	Poids litière (g)	C litière (kg)
<i>Sch gra</i>	I	105	0,0525	35	0,0175
<i>Dac aeg</i>	II	55	0,0275	45	0,0225
<i>Spe sta</i>	III	63	0,0315	85	0,0425
<i>And pos</i>					
Total C en kg/m2			0,0372		0,0275
production en kg/ha C aérien			371,6667		275
production en kg/ha racinaire			185,8333		

INVENTAIRE DES LIGNEUX

15/03/08 RD3 : Coordonnée : X= 504625 Y=1627140

Faciès à Grewia bicolor Surface placette = 1256 m² (rayon de 20m)

Espèces	Cir (1,30)	Dia (m)	Biom kg/arbre	Biov (m3)	C kg/arbre	Nb tiges	H (m)	L hou (m)	l hou (m)	Etat phy	Rég nat	Rq
<i>Gui sen</i>	14	0,04	0,0003		0,0001	3	2,5	3	2	vivante		
<i>Bom cos</i>	83	0,26	0,0062		0,0031	1	3	4	3	vivante		
<i>Com glu</i>	17	0,05	0,0006		0,0003	4	4,5	4	3	vivante		
<i>Gre bic</i>	70	0,22	0,0042		0,0021	1	2,5	5	1,5	vivante		cou
<i>Gre bic</i>	8	0,03	0,0001		0,0001	5	3	2,5	2	vivante		
<i>Bos sen</i>	6	0,02	0,0000		0,0000	3	1,5	2	1	vivante		
<i>Com glu</i>	13	0,04	0,0001		0,0000	1	2,5	2,5	1	vivante		
<i>Gui sen</i>	12	0,04	0,0002		0,0001	3	3	4	3	vivante		
<i>Gre bic</i>	15	0,05	0,0007		0,0004	6	3	3,5	3	vivante		
<i>Com glu</i>	7	0,02	0,0000		0,0000	2	2,5	2	1	vivante		
<i>Gre bic</i>	8	0,03	0,0001		0,0000	3	2	2,5	2	vivante		
<i>Bos sen</i>			237,5000	0,6250	118,7500	1	1,2	1,5	1	vivante	1	rég
<i>Gre bic</i>	11	0,04	0,0003		0,0001	5	3,5	3,5	3	vivante		
<i>Gre bic</i>	15	0,05	0,0005		0,0002	4	2,5	3	2	vivante		
<i>Gre bic</i>			142,5000	0,3750	71,2500	1	1	1	0,5	vivante	3	rég
<i>Gre bic</i>	13	0,04	0,0003		0,0002	4	3	3	2	vivante		
<i>Gre bic</i>	11	0,04	0,0001		0,0001	2	3,5	2	1	vivante		
<i>Gre bic</i>	13	0,04	0,0003		0,0001	3	3	3	2	vivante		
<i>Gre bic</i>	7	0,02	0,0001		0,0000	3	1,75	1,5	1	vivante		
<i>Gre bic</i>	9	0,03	0,0001		0,0000	2	2,5	3	2	vivante		
<i>Gre bic</i>	10	0,03	0,0001		0,0001	3	2	2	1,5	vivante		
<i>Gre bic</i>	16	0,05	0,0003		0,0001	2	2,5	2,5	2	vivante		
<i>Gre bic</i>	13	0,04	0,0008		0,0004	9	3	4	3	vivante		
<i>Gre bic</i>	10	0,03	0,0002		0,0001	4	3,5	3	2,5	vivante		
<i>Gre bic</i>	12	0,04	0,0005		0,0002	7	3	3	2	vivante		
<i>Com glu</i>	23	0,07	0,0022		0,0011	1	5	3	2	vivante		
<i>Com glu</i>	7	0,02	0,0000		0,0000	1	1,7	1	0,5	vivante		
<i>Com glu</i>	14	0,04	0,0001		0,0000	7	3,5	4	3	vivante		
<i>Com glu</i>	8	0,03	0,0000		0,0000	7	2	3	2	vivante		
<i>Bom cos</i>	51	0,16	0,0020		0,0010	1	5	3	2	vivante		
<i>Com glu</i>	18	0,06	0,0002		0,0001	1	3	2	2	vivante		
<i>Bom cos</i>	8	0,03	0,0000		0,0000	1	2	1	1	vivante		
<i>Com mic</i>	10	0,03	0,0004		0,0002	9	2,5	5	0,5	vivante		
<i>Com glu</i>	6	0,02	0,0000		0,0000	1	1,5					morte
<i>Gre bic</i>	8	0,03	0,0001		0,0001	4	2,5	3	2	vivante		
<i>Gre bic</i>	10	0,03	0,0000		0,0000	1	1,75	2	2	vivante		
<i>Gre bic</i>	18	0,06	0,0002		0,0001	1	3	2,5	1	vivante		
<i>Com sp</i>	22	0,07	0,0003		0,0001	1	4					morte
<i>Com mic</i>	17	0,05	0,0003		0,0002	2	2,5	2	1,5	vivante		
<i>Bos sen</i>			285,0000	0,7500	142,5000	1	0,4	2	1	vivante	5	rég
<i>Gre bic</i>	5	0,02	0,0001		0,0000	6	2,5	0,2	0,1	vivante		
<i>Com glu</i>	7	0,02	0,0000		0,0000	1	2	2	1	vivante		

<i>Gre bic</i>	7	0,02	0,0000		0,0000	1	2	1	0,5	vivante		
<i>Com glu</i>	23	0,07	0,0003		0,0002	1	1					morte
<i>Com glu</i>	14	0,04	0,0001		0,0000	1	2,5			vivante		
<i>Gre bic</i>	10	0,03	0,0006		0,0003	14	2,5	2	1,5	vivante		
<i>Com glu</i>	17	0,05	0,0003		0,0002	2	3	3	2	vivante		
<i>Com glu</i>	7	0,02	0,0001		0,0000	3	1,7	2,7	2	vivante		
<i>Gre bic</i>	11	0,04	0,0006		0,0003	10	2,5	1,5	1	vivante		
<i>Com glu</i>	9	0,03	0,0001		0,0001	3	1,7	4	3	vivante		
<i>Com glu</i>	27	0,09	0,0023		0,0011	5	3	1,5	1	vivante		
<i>Com glu</i>	13	0,04	0,0003		0,0001	3	1,75	4	2	vivante		
<i>Com nig</i>	22	0,07	0,0014		0,0007	5	5	1	0,7	vivante		
<i>Gre bic</i>	7	0,02	0,0001		0,0001	7	2	3,5	3	vivante		
<i>Gui sen</i>	8	0,03	0,0001		0,0000	2	1,75	2,5	2	vivante		
<i>Com glu</i>	14	0,04	0,0001		0,0000	1	3,5	2	1	vivante		
<i>Com glu</i>	12	0,04	0,0002		0,0001	3	2,5	2	1	vivante		
<i>Com glu</i>	6	0,02	0,0000		0,0000	2	2,5	2	1	vivante		
<i>Com nig</i>	18	0,06	0,0007		0,0004	4	4,5	1,5	1	vivante		
<i>Com glu</i>	6	0,02	0,0000		0,0000	2	1,45	2,5	2	vivante		
<i>Aca mac</i>	37	0,12	0,0000		0,0000	3	3,5	1	0,6	vivante		
<i>Com glu</i>	40	0,13	0,0011		0,0006	1	6	3,5	3	vivante		
<i>Com nig</i>	18	0,06	0,0002		0,0001	1	4	3,5	2	vivante		
<i>Com nig</i>	7	0,02	0,0001		0,0000	3	2,3	3	2	vivante		
<i>Com nig</i>			237,5000	0,6250	118,7500	1	1,2	1,5	1	vivante	1	rég
<i>Com nig</i>	17	0,05	0,0008		0,0004	5	2,5	2	1,5	vivante		
<i>Com glu</i>	5	0,02	0,0000		0,0000	1	1,75			vivante		
<i>Com glu</i>	7	0,02	0,0000		0,0000	1	1,7	1,3	0,7	vivante		
<i>Com glu</i>	13	0,04	0,0003		0,0002	4	2	2	1	vivante		
<i>Com glu</i>	17	0,05	0,0003		0,0002	2	4	2	1,8	vivante		
<i>Com glu</i>	6	0,02	0,0000		0,0000	1	1,7	1,4	0,6	vivante		
<i>Gre bic</i>	12	0,04	0,0003		0,0002	5	2,5	4	3	vivante		
<i>Com nig</i>	13	0,04	0,0006		0,0003	7	5	3	2	vivante		
<i>Gre bic</i>	6	0,02	0,0001		0,0001	8	1,7	2	2	vivante		
<i>Bom cos</i>	20	0,06	0,0011		0,0006	5	3	3,5	2	vivante		
<i>Com nig</i>	8	0,03	0,0000		0,0000	1	2	1	0,5	vivante		
<i>Gre bic</i>	9	0,03	0,0001		0,0001	3	2	2	1,8	vivante		
<i>Com nig</i>	17	0,05	0,0003		0,0002	2	6	3	2,5	vivante		
<i>Com glu</i>	11	0,04	0,0001		0,0000	1	2	1	0,5	vivante		
<i>Gui sen</i>			104,5000	0,2750	52,2500	3	0,5	0,8	0,3	vivante	1	rég
<i>Gre bic</i>	5	0,02	0,0001		0,0001	11	3	6	5	vivante		
Biomasse en Kg = 1007,0351												
Carbone en Kg /ha												
Biomasse aérienne =4008,9												
Biomasse racinaire = 3207,1												

INVENTAIRE DES HERBES (RD3)					
Espèces	Quadrat	matière sèche (g)	C matière sèche (kg)	Poids litière (g)	C litière (kg)
<i>And pos</i> <i>Ari mut</i> <i>Pen ped</i>	I	15	0,0075	99	0,0495
	II	21	0,0105	42	0,021
	III	25	0,0125	51	0,0255
moyenne en kg/m2			0,010166667		0,032
production en kg /ha aérien			101,6666667		320
production en kg/ha racinaire			50,83333333		