



WWF for a living planet®



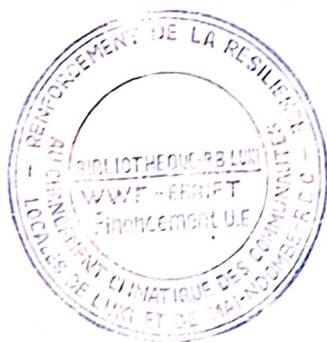
RAPPORT FINAL

Evaluation du processus de la régénération naturelle dans la savane mise en défens à MANZONZI, MAO, villages riverains de la réserve de biosphère de LUKI.

Par Jean Maron MALOTI : Consultant

Sous la supervision de Laurent NSENGA

Program manager Bas – Congo



NOVEMBRE 2010

TABLE DE MATIERES

TABLE DE MATIERES	1
Liste des photos.....	3
Liste des tableaux	4
Liste des diagrammes	4
Liste des figures	4
Liste des cartes.....	5
RESUME	6
1.Motivation et contexte.....	6
2. Objectifs.....	7
2.1. Objectif principal.....	7
2.3. Objectifs spécifiques.....	8
3.Méthodologie.....	8
4. Déroulement des activités.....	10
4. 1. Prospection du site.	10
4.2. Descente sur le terrain et collecte des données dendrométriques	10
4. 3. Constitution de la base des données dendrométriques.	15
4.4 Analyse des cernes de croissance.....	15
4.5. Production d'une carte géo référencée.	16
5. Résultats attendus	17
5.1. Analyse du volume du bois produit et de carbone séquestré par les savanes de manzonzi.....	17
5.1.2. Analyse du volume de carbone séquestré	21
5.2 Marquage cambial des espèces d'arbres présentes dans les savanes de MANZONZI.....	26

5.4. Analyse des données d'inventaire des espèces ligneuses présentes sur le site d'étude.....	30
5.5. Constitution d'une base des données dendrométriques des espèces ligneuses présentes dans les savanes de MANZONZI.....	41
5.6. Evaluation du processus de régénération.	45
5.7. Production d'une carte géo référencée de la savane mise en défens.	46
5.8. Mise en place d'un dispositif de suivi régulier du processus de régénération naturelle.....	47
Conclusion	49
Recommandations	50
Difficultés rencontrées	51
Bibliographie.....	52

Liste des photos

Photo 1 : Equipe d'inventaire.

Photo 2 : Ouverture des layons.

Photo 3 : Mesure de circonférence des arbres.

Photo 4: Numérotation des arbres.

Photo 5 : Numérotation des parcelles et layons

Photo 6: Pose de la mire pour calibrer le blum leiss.

Photo 7: mesure de la hauteur des arbres

Photo 8: Marquage cambial sur un *Albizia*

Photo 9: Préparation des rondelles et échantillons de bois et niveau de coupe des arbres modèles.

Photo 10: Pesée des feuilles.

Photo 11: Pesée des branches

Photo 12: Pesée du tronc.

Photo 13: Mise d'herbiers sous presse

Photo 14: ponçage des rondelles.

Photo 15 : rondelles poncées

Photo 16: Traçage des rayons sur rondelles

Photo 17: Comptage des cernes de croissance.

Photo 18: Tronc d'un *Maprounea africana* Müll. Arg.

Photo 19: Référencement des parcelles et layons

Liste des tableaux

Tableau 1: Modèle de calcul du Coefficient de forme d'un arbre d'*Albizia*

Tableau 2: Coefficient de forme des arbres dans la savane de MANZONZI.

Tableau 3: Densité de bois des arbres dans la savane de Manzonzi.

Tableau 4: Volume de bois, biomasse aérienne, volume de carbone et surface terrière/ha dans la savane mise en défens.

Tableau 5: Volume de bois, biomasse aérienne, volume de carbone et surface terrière/ha dans la parcelle témoin.

Tableau 6: Localisation des arbres ayant reçu le marquage cambial.

Tableau 7 : Analyse des cernes de croissance.

Tableau 8 : Espèces inventoriées dans la savane de Manzonzi et leurs indices.

Tableau 9: Espèces inventoriées dans la parcelle témoin et leurs indices.

Tableau 10: Espèces dont le DOR est supérieure à 2 dans la savane mise en défens.

Tableau 11: Espèces dont le DOR est supérieur à 2 dans la parcelle témoin

Tableau 12: Diversité relative des familles présente dans la savane mise en défens.

Tableau 13: Diversité relative des familles présente dans la parcelle témoin.

Tableau 14: Modèle d'encodage des données d'inventaire.

Liste des diagrammes

Diagramme 1: Abondance des arbres par espèce/ savane MANZONZI

Diagramme 2: Abondance des arbres par espèces dans la parcelle témoin.

Liste des figures

Figure 1: Relation entre la hauteur de l'arbre et le volume réel du bois produit.

Figure 2 : Courbe de croissance des arbres dans la savane mise en défens.



Liste des cartes

Carte 1: Carte de la savane mise en défens à Manzoni.

RESUME

L'évaluation du processus de régénération dans la savane mise en défens de Manzonzi s'est essentiellement basée sur l'estimation du carbone séquestré et du volume de bois disponible dans cette savane. Les méthodes utilisées pour estimer le carbone séquestré étaient basées sur des calculs allométriques. Ces calculs ont reposé sur la densité des bois, la hauteur moyenne des arbres et le diamètre à la hauteur de la poitrine des arbres considérés. Le volume de bois a été obtenu par des calculs basés sur la Hauteur des arbres, la surface terrière des arbres et les coefficients de forme. Les coefficients de forme ont été définis pour chaque espèce à partir des circonférences moyennes mesurées et calculées à le long des tiges des arbres modèles. Ces résultats ont été comparés à ceux obtenus dans une parcelle prise comme témoin. La parcelle témoin est une parcelle soumise annuellement aux feux de brousse. Les observations écologiques étaient nécessaires pour évaluer la conversion de la savane en forêt (laquelle a une implication sur la faune) et comprendre l'évolution de ce processus et tirer des conclusions.

1. Motivation et contexte

Le projet d'appui à la production agricole et à la sécurité alimentaire en périphérie de la réserve de biosphère de Luki a pour objectifs généraux de contribuer à un développement économiquement viable, socialement acceptable et économiquement durable dans la province du Bas Congo. L'objectif spécifique vise à assurer de manière durable la sécurité alimentaire des populations locales en périphérie de la réserve de biosphère de Luki. Le projet est construit autour de quatre axes principaux : Production agricole durable ; Mise en place d'organisations locales officiellement reconnues et structurées : Comités Locaux de développement (CLD) et Groupements de commercialisation et de développement (GCD), Commercialisation regroupée ; nutrition.

Dans le cadre des activités prévues, particulièrement l'appui à la production agricole durable, plusieurs actions visant la restitution de la fertilité au sol ont été initiées. Il s'agit notamment du reboisement ainsi que la mise en défens des savanes anthropiques dont le but est de récupérer les savanes pour la production agricole. C'est dans le cadre

de cette activité que la présente consultation est initiée. Mise en défens depuis 2005, la savane de Manzonzi & Mao (200 ha) a été prise en compte au projet Papasa. Voilà pourquoi, il est utile d'évaluer le processus de la régénération naturelle dans cette savane afin de tirer les conclusions scientifiques susceptibles d'orienter les actions du même genre autour de la réserve de biosphère de Luki, où la problématique des terres fertiles est de plus en plus préoccupante. La savane de Manzonzi est située à 17 km de Tsumba kituti passant par le bloc 5 et Mao village, 13°15'0''E; 5°43'45''S Administrativement Manzonzi est dans le groupement Lamba teya, secteur de Boma bungu, territoire de Moanda, district du bas fleuve. La taille du village est d'environ de 55 ménages. Plusieurs petites rivières y coulent dont :

Manzonzi qui tire sa source du camp Lubamba et se jette dans le fleuve Congo (environ 13 km) Makai qui tire sa source depuis le village Ponda, rencontre Manzonzi et les deux rencontrent la rivière Mbidisi venant du village Kizinga (Sud Est) pour enfin se jeter dans le fleuve Congo. Phekesi qui se jette sur Makai. Une source d'eau (Mapakasa) située au Nord de la savane. Manzonzi est un village d'un ayant droit (Jean LELO) à qui Mr LUBAMBA a acquis des terres où il s'établit avec les siens, qui au fil de temps ont peuplé le village jusqu'à ces jours (pour certains). La plupart de ceux-ci ont regagné le bord de la route nationale laissant place aux venants. La population vit essentiellement de l'agriculture, l'élevage et la chasse. Il est un fait remarquable qu'on n'y pratique pas la carbonisation, l'enclavement pourrait en être la cause. Le grand élevage (bovin) est effectué par Mr LUBAMBA, et l'ensemble de la population fait le petit élevage essentiellement porc, chèvre et volailles. Le milieu est infesté par la mouche Tsé tsé (*Glossina palpalis*) ; la fièvre porcine y fait également rage et la plupart des éleveurs perdent souvent leur cheptel sous leurs yeux impuissants. Souvent, ils sont tracassés par le service vétérinaire qui leur fait payer des taxes sans apporter des solutions aux problèmes auxquels ils sont confrontés dans leur vie d'éleveurs. La chasse est une activité pratiquée par la quasi-totalité des hommes et il existe un trafic important entre ce village et tous les fumoirs observés le long de la route nationale entre Tsumba kituti et Kinza. La route est difficilement praticable en saison de pluie malgré les efforts d'entretien du WWF par l'ONG GRAED.

2. Objectifs

2.1. Objectif principal

L'objectif du présent travail est d'évaluer le processus de la régénération naturelle dans la savane mise en défens à Manzonzi & Mao, villages riverains de la réserve de biosphère de Luki.

2.3. Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques de cette consultation sont:

1. Récolter les données dendrométriques des espèces d'arbres présentes dans les savanes de MANZONZI pour constituer une base des données y attributaires.
2. Inventorier les espèces d'arbres présentes dans les savanes de MANZONZI.
3. Constituer une base des données anatomiques des espèces d'arbres présentes dans les savanes de MANZONZI et analyse des caractères anatomiques.
4. Analyser l'activité cambiale des espèces d'arbres présentes dans les savanes de MANZONZI.
5. Produire une carte géo référencée du site d'étude.
6. Evaluer le carbone séquestré par cette savane.
7. Récolter l'herbier d'espèces non identifiées en vue de leur identification.
8. Mettre en place un dispositif de suivi régulier du processus de régénération naturelle.

3. Méthodologie

La consultation s'est déroulée comme suit :

1. Discussion technique avec le demandeur et validation du modèle de travail à présenter.
2. Descente sur le terrain et collecte des données dendrométriques (≥ 20 cm de circonférence, et hauteur de chaque 10^{ème} arbre); inventaire floristique (ouverture des layons et installations des parcelles avec un taux d'échantillonnage de 20%); Track, récolte des disques (rondelles), positionnement et délimitation du site d'étude;
3. Marquage cambial.
4. Anatomie systématique des espèces d'arbres présentes dans les savanes de MANZONZI (coupes anatomiques et analyses des caractéristiques anatomiques de chaque espèce).
5. Analyse de données à partir des coefficients de forme calculés et détermination du volume de bois produit et le carbone séquestré, cartographie, archivage de données et livraison du travail ;
6. Récolte d'herbier d'espèces non identifiées en vue de leur identification.
7. Mise en place d'un dispositif de suivi régulier du processus de régénération naturelle.

4. Déroulement des activités.

4. 1. Prospection du site.

Après discussion technique avec le demandeur et validation du modèle de travail à présenter, une descente exploratoire avec un indicateur botanique a été effectuée sur le site d'étude.

Cette descente avait pour objectif :

- Reconnaître le site
- Décider du modèle du dispositif de suivi régulier du processus de la régénération naturelle qui sera mis en place.
- Connaître la répartition des espèces végétales et les différentes végétations.

Deux jours étaient nécessaires pour parcourir avec deux guides (macheteurs) tout le site. Le choix des guides était basé sur le fait que ceux-ci ont toujours participé aux travaux d'ouverture des coupes feux qui se font chaque année en début de la saison sèche.

4.2. Descente sur le terrain et collecte des données dendrométriques

Cette étape avait pour but :

- La collecte des données dendrométriques (≥ 20 cm de circonférence, et hauteur de chaque 10^{ème} arbre).
- Inventaire floristique avec un taux d'échantillonnage de 20%.
- Tracking, positionnement et délimitation du site d'étude
- Récolte des disques (rondelles).
- Marquage cambial.

Pour accomplir ce travail, une équipe de dix personnes a été constituée dont un indicateur botanique, un boussolier, un mesureur de la circonférence des arbres, un dégager des troncs des arbres à mesurer, un marqueur des numéros sur les arbres, deux chaîneurs, deux macheteurs et un enregistreur des données. Cette équipe était divisée en deux groupes dont le groupe des layonneurs composé d'un boussolier pour l'orientation des layons ; deux chaîneurs pour les mesures de distance sur terrain ; deux macheteurs pour ouvrir les layons. Le deuxième groupe était composé d'un indicateur botanique pour identifier les arbres; un marqueur des numéros sur les arbres identifiés et mesurés ; un dégager pour dégager les troncs des arbres à mesurer et ouvrir les limites des parcelles à installer ; un preneur des mesures de circonférence des arbres identifiés et un

preneur des notes des données d'inventaires et autres informations relatives au site d'étude.



Photo 1: Equipe d'inventaire

Le groupe des layonneurs a eu dix jours au total pour ouvrir dix layons couvrant les différentes formations végétales du site d'étude. Les layons ont été installés et orientés par une boussole Nord – Sud, sauf les layons 7, 8 et 10 qui sont orientés Nord – Est à Sud.



Photo 2: Ouverture des layons.

Par contre, l'équipe de l'inventaire a eu vingt jours pour inventorier les espèces végétales présentes dans la savane de MANZONZI. Le travail a consisté identifier les arbres présents dans la savane, à mesurer leurs circonférences à hauteur de poitrine soit à 1.30 m. L'arbre à mesurer devait avoir au moins 20 cm de circonférence. Un intervalle de 10 cm différenciait une classe de circonférence à une autre. Par exemple,

la 1^{ère} classe était composée des arbres dont la circonférence à hauteur de poitrine variait entre 20 – 29,9 cm ; la 2^{ème} classe comprenait les arbres dont la circonférence variait entre 30 – 39,9 cm etc. ... Toutes ces données ont été enregistrées dans un carnet de terrain et ensuite encodées à l'ordinateur.



Photo 3: Mesure de circonférence des arbres.



Photo 4: Numérotation des arbres.

Pour atteindre les 20% d'échantillonnage, 100 parcelles rectangulaires de 50 x 80 m ont été installées et réparties sur les layons. Notre échantillonnage était stratifié, et cette méthode exige une connaissance préalable des dimensions des strates (ZWANEPOEL, 2009), ce qui a été fait lors de nos travaux de prospection. Le nombre de parcelles par layon variait en fonction de la longueur du layon. Les parcelles et les layons étaient numérotés. Une marque L pour les layons et P pour les parcelles suivie d'un chiffre correspondant au numéro était fait sur un arbre encore vivant dans la parcelle ou sur le layon afin de permettre que la parcelle ou le layon se retrouve facilement lors des travaux ultérieurs. Les arbres dans chaque parcelle ont reçu aussi une marque croisée afin d'éviter le double comptage, mais aussi de le reconnaître facilement lors des travaux ultérieurs.



Photo 5: Numérotation des parcelles et layons.

La hauteur de chaque 10^{ème} arbre, de chaque espèce et chaque classe de circonférence était prise à l'aide d'un dendromètre Blum leiss afin de nous faciliter certains calculs liés à la biomasse. Tandis qu'à l'aide d'un altimètre nous avons mesuré les pentes de toutes les parcelles



Photo 6: Pose de la mire pour calibrer le blum leiss. Photo 7: mesure de la hauteur des arbres

Sur certains arbres, nous avons fait le marquage cambial qui est un procédé par lequel une aiguille est introduite dans l'arbre pour provoquer une blessure dans le cambium. Cette blessure causera une réaction mécanique visible à posteriori par une cicatrice dans le bois. Cette cicatrice nous permettra d'étudier l'activité cambiale et la formation du bois dans l'arbre, donc la croissance ligneuse lorsque celui-ci sera abattu car les tissus de réaction (callus) générés par la blessure constituent une cicatrice datable.



Photo 8: Marquage cambial sur un Albizia.

Le tracking, positionnement et délimitation du site d'étude a été fait à l'aide d'un GPS. Il s'agissait de faire une ronde du site avec l'option trace du GPS activée; prendre des coordonnées relatives aux limites du site ; et localiser toutes les parcelles et layons.

Des rondelles (disques) ont été prélevées à l'aide des scies à bois et machettes pour l'analyse des cernes de croissance (présence ou absence, épaisseur etc...), et des bouts de branches pour les travaux d'anatomie consistant à étudier la structure des tissus (vaisseaux, parenchymes, fibres etc....). Ces disques ou rondelles ont été prélevés sur les arbres modèles coupés pour servir de mesure de la biomasse fraîche et le calcul des coefficients de forme.



Photos 9: Préparation des disques et échantillons de bois et niveau de coupe des arbres modèles.

Après la première descente, une deuxième descente a été effectuée. Celle-ci avait pour but, la coupe de certains arbres pris comme modèle afin de nous servir de base pour le calcul de la biomasse fraîche totale disponible dans cette savane et le calcul de coefficient de forme des arbres inventoriés. Le calcul de coefficient de forme des arbres étaient indispensable pour connaître le volume de bois disponible dans cette savane, étant donné que nous ne disposions pas des données fiables et que l'établissement d'un tarif demandait un nombre très grand d'arbre à abattre pour chaque espèce, afin de confirmer le modèle. Pour cette raison nous avons dû faire recours aux calculs des coefficients de forme des arbres.

Le nombre d'arbres coupés devrait représenter 10% des arbres de l'espèce. Les arbres à couper étaient également choisis sur base de leur rectitude, afin d'obtenir une décroissance diamétrique normale. C'est pourquoi nous prenions des mesures de circonférence le long de la tige de l'arbre, dont la circonférence de référence était celle prise à 0 m. Certains arbres ont été mesurés sur pieds sans être coupés, selon qu'ils nous en offraient la possibilité.



Photo 10: Pesée des feuilles.

Photo 11: Pesée des branches

Photo 12: Pesée du tronc.

Certains arbres n'ont pas été reconnus sur terrains, néanmoins leur données dendrométriques ont été prises. Pour ces arbres, des herbiers ont été récoltés à double exemplaires, séchés au feu et amenés à l'herbarium de Luki où ils ont été identifiés.

Ces herbiers ont ainsi enrichi la collection morte de Luki. Il s'agit de *Vismia affinis* Oliv. ; *Crossopteryx febrifuga* (Afzel ex G. Don) Benth ; et *Ochna afzelii* R. Br. ex Oliv.



Photo 13: Mise d'herbiers sous presse.

4. 3. Constitution de la base des données dendrométriques.

Une base des données Excel a été mise au point où sont enregistrées toutes les données dendrométriques relatives à chaque espèce inventoriées dans la savane mise en défens, mais également les données de la parcelle témoin.

4.4 Analyse des cernes de croissance

Des disques (rondelles) ont été amenés à Luki et après séchage, ils ont été poncés à l'aide d'une ponceuse munie des papiers sable gradés de 50, 80, 120, 250, 320, 500, 800 et 1200. Les deux premières gradations ont pour finalité un ponçage grossier et les autres pour polir la surface de la rondelle et rendre ainsi visible les cernes de croissance. Des rayons (au moins six) ont été tracés sur la face des disques dans le but de repérer et d'éliminer les faux cernes. Chaque épaisseur de cerne a été délimitée et mesurée au LINTAB puis des valeurs maximales, minimales et optimales ont été dégagées pour comprendre la croissance des arbres dans cette savane. La périodicité ne pouvant pas être définie, sur certains arbres (une cinquantaine) nous avons fait le marquage cambial pour en déterminer dans les travaux ultérieurs la périodicité des cernes.

Ces herbiers ont ainsi enrichi la collection morte de Luki. Il s'agit de *Vismia affinis* Oliv. ; *Crossopteryx febrifuga* (Afzel ex G. Don) Benth ; et *Ochna afzelii* R. Br. ex Oliv.



Photo 13: Mise d'herbiers sous presse.

4. 3. Constitution de la base des données dendrométriques.

Une base des données Excel a été mise au point où sont enregistrées toutes les données dendrométriques relatives à chaque espèce inventoriées dans la savane mise en défens, mais également les données de la parcelle témoin.

4.4 Analyse des cernes de croissance

Des disques (rondelles) ont été amenés à Luki et après séchage, ils ont été poncés à l'aide d'une ponceuse munie des papiers sable gradés de 50, 80, 120, 250, 320, 500, 800 et 1200. Les deux premières gradations ont pour finalité un ponçage grossier et les autres pour polir la surface de la rondelle et rendre ainsi visible les cernes de croissance. Des rayons (au moins six) ont été tracés sur la face des disques dans le but de repérer et d'éliminer les faux cernes. Chaque épaisseur de cerne a été délimitée et mesurée au LINTAB puis des valeurs maximales, minimales et optimales ont été dégagées pour comprendre la croissance des arbres dans cette savane. La périodicité ne pouvant pas être définie, sur certains arbres (une cinquantaine) nous avons fait le marquage cambial pour en déterminer dans les travaux ultérieurs la périodicité des cernes.

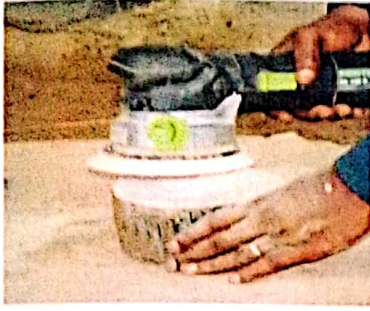


Photo 14: ponçage des rondelles.



Photo 15: rondelles poncées.



Photo 16: Traçage des rayons sur rondelles



Photo 17: Comptage des cernes de croissance.

4.5. Production d'une carte géo référencée.

Une carte géo référencée a été produite, avec les données résultant du tracking effectuée lors de notre descente sur terrain. Le logiciel utilisé pour cet effet était l'Arc GIS.

4.6. Anatomie systématique des espèces.

Ce travail n'a pu être effectué a cause de l'état défectueux du matériel principal du travail qui est le microtome.

5. Résultats attendus

Au terme de cette consultation les résultats suivant on été obtenus :

5.1. Analyse du volume du bois produit et de carbone séquestré par les savanes de Manzonzi.

5.1.1. Analyse du volume de bois.

Pour les arbres modèles on doit calculer une série des coefficients suivant le modèle de régression linéaire : $1/h(x_1^2+x_2^2+x_3^2+\dots+x_n^2)$.

Avec h : la hauteur de l'arbre

X_1 = circonférence du segment 1

X_2 = circonférence du segment 2 etc.....

Les coefficients de forme ainsi obtenus pour chaque arbre modèle sont sommés et une valeur moyenne est trouvée. $X_1 X_2 \dots$ sont donc des valeurs obtenues à partir du rapport entre les valeurs de circonférence moyenne avec la valeur de la circonférence moyenne de référence (0 m). C'est cette valeur moyenne qui est retenue pour calculer le volume du bois des arbres de l'espèce considérée.

Un rapport est fait pour comparer le volume de bois obtenu par ce coefficient, le volume obtenu par la formule de Newton et le volume obtenu par l'équation de régression. L'équation de la régression pour chaque espèce a été trouvée et nous présentons dans la figure qui suit le cas d'*Albizia lebbeck* (L.) Benth.

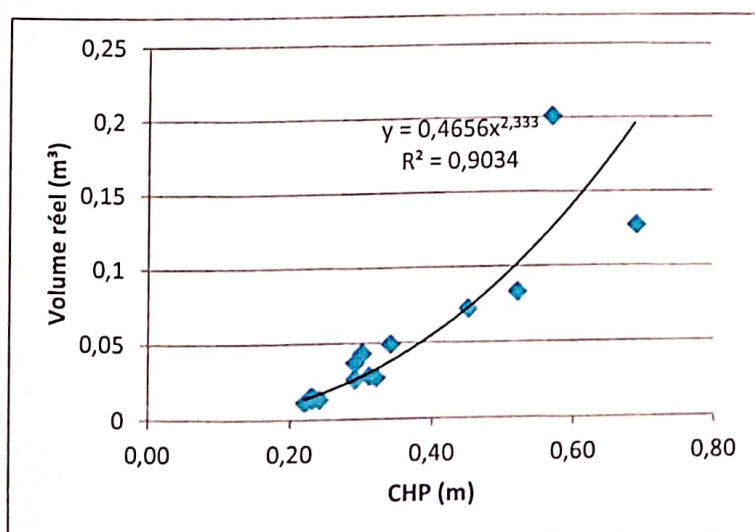


Figure 1: Relation entre la circonférence de l'arbre et le volume réel du bois produit.



L'équation de la courbe par exemple pour le cas d'*Albizia lebbbeck* (L.) Benth est notée $Y = 0,465 X^{2,333}$. La valeur R^2 moyen obtenue par l'équation de cette courbe est de 0,903.

La différence moyenne obtenue pour l'ensemble des espèces est minimisable au point que nous sommes fiers de conseiller la méthode. Nous présentons dans le tableau qui suit le cas d'un arbre d'*Albizia lebbbeck* (L.) Benth.

Tableau 1: Modèle de calcul du Coefficient de forme d'un arbre d'*Albizia*.

		Haut_Fût (m)	G(m³)	
	Arbre 1	5,00	0,004	
Hauteur de mesure (m)	CircM(m)	CircM_Moy	Rapport	Vréel (m³)
0,00	0,23	0,230	1,000	0,004
1,00	0,23	0,215	0,935	0,004
2,00	0,20	0,185	0,804	0,003
3,00	0,17	0,140	0,609	0,002
4,00	0,11	0,090	0,391	0,001
5,00	0,07			
Coef. f=			0,609	
Vol. fût (formule Newton)=				0,013
Vol. fût (formule G*H*f)=				0,013
Vol. fût calculé à partir de l'équation de regression				0,015
Coefficient de forme moyen=			0,593	
CircM(m)	Circonférence mesurée en mètre			
CircM_Moy	Circonférence mesurée moyenne			
Vréel	Volume réel calculé à partir de circonférence de billons			

On remarque que les valeurs obtenues par ce coefficient ne s'écartent pas trop du volume obtenu par la formule de Newton et celles obtenues par l'équation de la régression.

Le volume réel dans ce cas est la somme des volumes de chaque segment de l'arbre (1m).

Pour rappel :

Selon Newton, le volume $(V) = C^2/4 \times \pi \times H$

Avec C= circonférence

$$\pi = 3.14$$

H = hauteur en mètre.

Pour intégrer le coefficient, Volume = G x H x f

Avec G= surface terrière en m²

H = hauteur en mètre

f= coefficient de forme.

Par cette méthode (de coefficient), le volume de bois dans cette savane est estimée à **526,245m³** pour l'ensemble de 101 parcelles représentant 20% de la savane. Ramené à 100%, le volume total est estimé à **2631,25 m³**. Ceci donne une moyenne de **13,25 m³** par hectare. Dans la parcelle témoin le volume du bois disponible est de **4,28 m³/ha**.

Dans le tableau qui suit, nous présentons les coefficients de forme obtenus pour chaque espèce par cette formule.

Tableau 2: Coefficient de forme des arbres dans la savane de MANZONZI

Especes	Coeff. de forme
<i>Albizia adianthifolia</i> (Schumach.) W. Wight	0,6
<i>Albizia gummifera</i> (J.F. Gmel) C.A. Sm	0,6
<i>Albizia lebbeck</i> (L.) Benth	0,593
<i>Alchornea cordifolia</i> (Schumach. & Thonn.) Müll. Arg.	0,561
<i>Annona senegalense</i> Pers.	0,681
<i>Anthocleista vogelii</i> Planch	0,584
<i>Antiaris welwitschii</i> Engl.	0,506
<i>Barteria nigritiana</i> Hook F.	0,506
<i>Blighia unijugata</i> Baker	0,521
<i>Blighia welwitschii</i> (Hiern) Radlk	0,521
<i>Bridelia ferruginea</i> Benth	0,6
<i>Canthium oddonii</i> De Wildeman	0,619
<i>Chrysophyllum africanum</i> A. DC	0,65
<i>Crossopteryx febrifuga</i> (Afzel ex G. Don)	0,602

Benth	
<i>Croton sylvaticus</i> Hoscht. ex Krauss	0,521
<i>Dacryodes buettneri</i> (Eng.) H. J. Lam	0,521
<i>Deinbollia acuminata</i> Exell	0,609
<i>Dialium zenkeri</i> Harms	0,521
<i>Dracaena mannii</i> Baker	0,521
<i>Ficus capensis</i> Thunb	0,532
<i>Ficus recurvata</i> De Wild	0,601
<i>Gardenia jovis- tonantis</i> (Hiern) Welw.	0,601
<i>Harungana madagascariensis</i> Lam ex Poir	0,532
<i>Heinsia pulchella</i> (G. Don) K. Schum.	0,609
<i>Hollarhena congolensis</i> Stapf	0,532
<i>Hylodendron gabunense</i> Taub	0,602
<i>Hymenocardia acida</i> Tul	0,603
<i>Hymenocardia ulmoides</i> Oliv.	0,609
<i>Lannea welwitschii</i> (Hiern) Eng.	0,533
<i>Macaranga spinosa</i> Müll. Arg.	0,602
<i>Maesopsis eminii</i> Engl.	0,602
<i>Maprounea africana</i> Müll. Arg.	0,673
<i>Maranthes glabra</i>	0,561
<i>Markhamia ceciliis</i>	0,602
<i>Microdesmis puberula</i> Hook. F. ex Planch	0,709
<i>Milicia excelsa</i> (Welw) C.C. Berg	0,561
<i>Millettia versicolor</i> Welw ex Baker	0,553
<i>Monodora myristica</i> (Gaertn) Dunal	0,602
<i>Morinda lucida</i> Benth	0,603
<i>Musanga cecropioides</i> R. Br ex Tedlie	0,602
<i>Myrianthus arboreus</i> P. Beauv.	0,506
<i>Nauclea latifolia</i> Planch	0,589
<i>Ochna afzelii</i> R. Br. ex Oliv.	0,673
<i>Oncoba welwitschii</i> Oliv	0,583
<i>Oxyanthus sp</i>	0,519
<i>Peucedanum fraxinifolium</i>	0,6
<i>Pseudospondias microcarpa</i> (A. Rich) Engl.	0,612
<i>Pteleopsis hylodendron</i> Mildbr.	0,589
<i>Pycnanthus angolensis</i> (Welw) Exell	0,569
<i>Sorindeia gillettii</i> De Wild	0,612
<i>Spondias mombin</i> L.	0,602
<i>Symphonia globulifera</i> L.	0,612

<i>Tetrorchidium didymonstemon</i> (Baill) Pax et K.	0,602
<i>Xylopia hypolampra</i> Mildbr.	0,527
<i>Xylopia aethiopica</i> (Dunal) A. Rich	0,527
<i>Zanthoxylum gillettii</i> (De Wild.) P.G.Waterman	0,572
<i>Zanthoxylum kivuensis</i>	0,575
<i>Isolona dewevrei</i> (De Wild. & Th. Dur.) Engl. & Diels	0,485
<i>Tricalysia africana</i> (Sim) Robbr.	0,395
<i>Trichilia gilgiana</i> Harms	0,685
<i>Vernonia conferta</i> Benth	0,62
<i>Vismia affinis</i> Oliv.	0,683
<i>Vitex madiensis</i> Oliv.	0,709
<i>Treculia africana</i> Decne	0,658

5.1.2. Analyse du carbone séquestré

A ce niveau, il y avait nécessité de trouver la densité ou la masse volumique des arbres de chacune des espèces concernées. La masse volumique ou densité a été trouvée par la formule : $d = m/v$

Avec :

d = densité

m = masse du bois (12%) ;

V = volume du bois.

Le volume du bois a été calculé en utilisant $\pi (D^2/4) \times H$

Avec :

$\pi = 3.14$

D = Diamètre en cm

H = Hauteur en cm

Le tableau suivant présente la densité de bois tel que calculée pour les espèces présentes dans la savane de MANZONZI

Tableau 3: Densité de bois des arbres dans la savane de MANZONZI

Especies	Masse volumique en g/cm ³
<i>Albizia adianthifolia</i> (Schumach.) W. Wight	0,626
<i>Albizia gummifera</i> (J.F. Gmel) C.A. Sm	0,704
<i>Albizia lebbek</i> (L.) Benth	0,708
<i>Alchornea cordifolia</i> (Schumach. & Thonn.)	0,523

Müll. Arg.	
<i>Annona senegalense</i> Pers.	0,391
<i>Anthocleista vogelii</i> Planch	0,429
<i>Antiaris welwitschii</i> Engl.	0,646
<i>Barteria nigrifolia</i> Hook F.	0,587
<i>Blighia unijugata</i> Baker	0,818
<i>Blighia welwitschii</i> (Hiern) Radlk	0,785
<i>Bridelia ferruginea</i> Benth	0,437
<i>Canthium oddonii</i> De Wildeman	0,929
<i>Chrysophyllum africanum</i> A. DC	0,562
<i>Crossopteryx febrifuga</i> (Afzel ex G. Don) Benth	0,562
<i>Croton sylvaticus</i> Hoscht. ex Krauss	0,854
<i>Dacryodes buettneri</i> (Eng.) H. J. Lam	0,81
<i>Deinbollia acuminata</i> Exell	1,034
<i>Dialium zenkeri</i> Harms	0,658
<i>Dracaena mannii</i> Baker	0,702
<i>Ficus capensis</i> Thunb	0,325
<i>Ficus recurvata</i> De Wild	0,364
<i>Gardenia jovis- tonantis</i> (Hiern) Welw.	0,362
<i>Harungana madagascariensis</i> Lam ex Poir	0,536
<i>Heinsia pulchella</i> (G. Don) K. Schum.	0,459
<i>Hollarhena congolensis</i> Stapf	0,564
<i>Hylodendron gabunense</i> Taub	0,723
<i>Hymenocardia acida</i> Tul	0,823
<i>Hymenocardia ulmoides</i> Oliv.	0,802
<i>Lannea welwitschii</i> (Hiern) Eng.	0,49
<i>Macaranga spinosa</i> Müll. Arg.	0,218
<i>Maesopsis eminii</i> Engl.	0,401
<i>Maprounea africana</i> Müll. Arg.	0,511
<i>Maranthes glabra</i>	0,853
<i>Markhamia ceciliis</i>	0,437
<i>Microdesmis puberula</i> Hook. F. ex Planch	0,859
<i>Milicia excelsa</i> (Welw) C.C. Berg	0,671
<i>Millettia versicolor</i> Welw ex Baker	0,828
<i>Monodora myristica</i> (Gaertn) Dunal	0,452
<i>Morinda lucida</i> Benth	0,498
<i>Musanga cecropioides</i> R. Br ex Tedlie	0,387
<i>Myrianthus arboreus</i> P. Beauv.	0,486

<i>Nauclea latifolia</i> Planch	0,427
<i>Ochna afzelii</i> R. Br. ex Oliv.	0,965
<i>Oncoba welwitschii</i> Oliv	0,512
<i>Oxyanthus</i> sp	0,903
<i>Peucedanum fraxinifolium</i>	0,525
<i>Pseudospondias microcarpa</i> (A. Rich) Engl.	0,384
<i>Pteleopsis hylodendron</i> Mildbr.	0,572
<i>Pycnanthus angolensis</i> (Welw) Exell	0,41
<i>Sorindeia gillettii</i> De Wild	0,562
<i>Spondias mombin</i> L.	0,478
<i>Symphonia globulifera</i> L.	0,61
<i>Tetrorchidium didymonstemon</i> (Baill) Pax et K.	0,437
<i>Xylopia hypolampra</i> Mildbr.	0,524
<i>Xylopia aethiopica</i> (Dunal) A. Rich	0,512
<i>Zanthoxylum gillettii</i> (De Wild.) P.G. Waterman	0,463
<i>Zanthoxylum kivuensis</i>	0,446
<i>Isolona dewevrei</i> (De Wild. & Th. Dur.) Engl. & Diels	0,325
<i>Tricalysia africana</i> (Sim) Robbr.	0,658
<i>Trichilia gilgiana</i> Harms	0,687
<i>Vernonia conferta</i> Benth	0,525
<i>Vismia affinis</i> Oliv.	0,495
<i>Vitex madiensis</i> Oliv.	0,8
<i>Treculia africana</i> Decne	0,778

La densité de ces espèces non ont été comparée à celles du Musée Royal de l'Afrique Centrale « MRAC » www.metafro.be « Global Wood density database ».

La biomasse aérienne quant à elle a été trouvée par des calculs allométriques basés sur la hauteur des arbres, la densité du bois et le diamètre de l'arbre :

B.A. = EXP (-2,977+ln($\partial \times (dhp)^2 \times h$)) (J.CHAVE et al...2005).

Avec **B.A.** = biomasse aérienne

∂ = densité du bois (12 % d'humidité).

Dhp = diamètre à hauteur de poitrine en mètre.

H = hauteur moyenne de l'arbre en mètre.

La biomasse aérienne totale obtenue par cette méthode pour l'ensemble des parcelles (20%) est estimée à **382,582 tonnes**. Ramenée à 100% la biomasse aérienne totale est estimée à **1.912,910 tonnes**, ce qui équivaut à **9.61 tonnes/ha**.

Sachant que dans la constitution du bois, le taux de carbone s'élève à 50% (J.L. DUPOUEY et al, 2002) le volume de carbone séquestré dans la savane (200 ha) est estimé à **956,45 tonnes**. Ceci donne un volume de carbone de **4.80 tonnes** en moyenne

par hectare. Dans la parcelle témoin la biomasse aérienne est de **3,55 tonnes/ha** et le volume de carbone disponible représente **1,77 tonne**. Ceci se justifie par le fait que la plupart des arbres dans cette parcelle n'ont pas une grande taille, et aucun d'entre eux n'atteint 60 cm de circonférence à cause des feux annuels qui retardent leur développement.

Notre intérêt était porté aussi à connaître le volume de bois, la biomasse aérienne (avec densité à 12 %), le volume de carbone et la surface terrière pour chaque espèce. Les tableaux suivant en donnent les résultats.

Tableau 4: Volume de bois, biomasse aérienne, volume de carbone et surface terrière/ ha dans la savane mise en défens.

Espece	Volum e en m3/ha	Biomass e en tonne/ha	Volume de carbone en tonne/h a	G en m2/h a
<i>Albizia adianthifolia</i> (Schumach.) W. Wight	0,14	0,09	0,05	0,020
<i>Albizia gummifera</i> (J.F. Gmel) C.A. Sm	0,09	0,07	0,03	0,023
<i>Albizia lebbeck</i> (L.) Benth	1,15	0,89	0,44	0,191
<i>Alchornea cordifolia</i> (Schumach. & Thonn.) Müll. Arg.	0,00	0,00	0,00	0,000
<i>Ammona senegalense</i> Pers.	0,24	0,09	0,04	0,080
<i>Anthocleista vogelii</i> Planch	1,81	1,50	0,75	0,240
<i>Antiaris welwitschii</i> Engl.	0,01	0,00	0,00	0,002
<i>Barteria nigritiana</i> Hook F.	0,00	0,00	0,00	0,000
<i>Blighia unijugata</i> Baker	0,00	0,00	0,00	0,002
<i>Blighia welwitschii</i> (Hiern) Radlk	0,02	0,02	0,01	0,000
<i>Bridelia ferruginea</i> Benth	0,53	0,51	0,26	0,192
<i>Canthium oddonii</i> De Wildeman	0,07	0,04	0,02	0,192
<i>Chrysophyllum africanum</i> A. DC	0,00	0,00	0,00	0,000
<i>Crossopteryx febrifuga</i> (Afzel ex G. Don) Benth	0,16	0,09	0,04	0,064
<i>Croton sylvaticus</i> Hoscht. ex Krauss	0,02	0,01	0,00	0,005
<i>Dacryodes buettneri</i> (Eng.) H. J. Lam	0,03	0,03	0,02	0,005
<i>Deinbollia acuminata</i> Exell	0,00	0,00	0,00	0,001
<i>Dialium zenkeri</i> Harms	0,00	0,00	0,00	0,001
<i>Dracaena mannii</i> Baker	0,01	0,00	0,00	0,001
<i>Ficus capensis</i> Thunb	0,00	0,00	0,00	0,001

<i>Ficus recurvata</i> De Wild	0,03	0,01	0,01	0,005
<i>Gardenia jovis- tonantis</i> (Hiern) Welw.	0,00	0,00	0,00	0,005
<i>Harungana madagascariensis</i> Lam ex Poir	0,01	0,01	0,00	0,003
<i>Heinsia pulchella</i> (G. Don) K. Schum.	0,00	0,00	0,00	0,000
<i>Hollarhena congolensis</i> Stapf	0,02	0,01	0,01	0,004
<i>Hylodendron gabunense</i> Taub	0,04	0,04	0,02	0,005
<i>Hymenocardia acida</i> Tul	2,60	2,86	1,43	0,740
<i>Hymenocardia ulmoides</i> Oliv.	0,02	0,02	0,01	0,006
<i>Lanea welwitschii</i> (Hiern) Eng.	0,51	0,30	0,15	0,100
<i>Macaranga spinosa</i> Müll. Arg.	0,64	0,15	0,08	0,144
<i>Maesopsis eminii</i> Engl.	0,01	0,01	0,00	0,002
<i>Maprounea africana</i> Müll. Arg.	2,65	1,30	0,65	0,902
<i>Maranthes glabra</i>	0,00	0,00	0,00	0,019
<i>Markhamia ceciliis</i>	0,10	0,05	0,02	0,019
<i>Microdesmis puberula</i> Hook. F. ex Planch	0,00	0,00	0,00	0,000
<i>Milicia excelsa</i> (Welw) C.C. Berg	0,00	0,00	0,00	0,000
<i>Millettia versicolor</i> Welw ex Baker	0,28	0,27	0,13	0,059
<i>Monodora myristica</i> (Gaertn) Dunal	0,01	0,00	0,00	0,002
<i>Morinda lucida</i> Benth	0,01	0,00	0,00	0,002
<i>Musanga cecropioides</i> R. Br ex Tedlie	0,07	0,03	0,01	0,011
<i>Myrianthus arboreus</i> P. Beauv.	0,03	0,02	0,01	0,006
<i>Nauclea latifolia</i> Planch	0,74	0,35	0,18	0,255
<i>Ochna afzelii</i> R. Br. ex Oliv.	0,01	0,01	0,00	0,003
<i>Oncoba welwitschii</i> Oliv	0,19	0,22	0,11	0,046
<i>Oxyanthus</i> sp	0,00	0,00	0,00	0,000
<i>Peucedanum fraxinifolium</i>	0,01	0,01	0,00	0,005
<i>Pseudospondias microcarpa</i> (A. Rich) Engl.	0,07	0,04	0,02	0,012
<i>Pteleopsis hylodendron</i> Mildbr.	0,00	0,00	0,00	0,001
<i>Pycnanthus angolensis</i> (Welw) Exell	0,01	0,01	0,00	0,002
<i>Sorindeia gillettii</i> De Wild	0,01	0,01	0,00	0,000
<i>Spondias mombin</i> L.	0,00	0,00	0,00	0,002
<i>Symphonia globulifera</i> L.	0,00	0,00	0,00	0,000
<i>Tetrorchidium didymonstemon</i> (Baill) Pax et K.	0,22	0,10	0,05	0,030
<i>Xylopia hypolampra</i> Mildbr.	0,50	0,33	0,16	0,003
<i>Xylopia aethiopica</i> (Dunal) A. Rich	0,01	0,01	0,00	0,090
<i>Zanthoxylum gillettii</i> (De Wild.) P.G. Waterman	0,10	0,05	0,03	0,015
<i>Zanthoxylum kivuensis</i>	0,01	0,00	0,00	0,002
<i>Isolona dewevrei</i> (De Wild. & Th. Dur.) Engl.	0,00	0,00	0,00	0,001

& Diels				
<i>Tricalysia africana</i> (Sim) Robbr.	0,00	0,00	0,00	0,000
<i>Trichilia gilgiana</i> Harms	0,01	0,01	0,00	0,001
<i>Vernonia conferta</i> Benth	0,01	0,01	0,00	0,004
<i>Vismia affinis</i> Oliv.	0,01	0,01	0,00	0,005
<i>Vitex madiensis</i> Oliv.	0,04	0,02	0,01	0,011
<i>Treculia africana</i> Decne	0,00	0,00	0,00	0,000

Dans la parcelle témoin, les résultats suivant ont été obtenus :

Tableau 5: Volume de bois, biomasse aérienne, volume de carbone et surface terrière/ ha dans la parcelle témoin.

Espèces	Volume en m3/ha	Biomasse en tonne/ha	Volume de carbone en tonne/ha	G en m2/ha
<i>Hymenocardia acida</i> Tul.	2,4342	2,13492	1,06746	0,056
<i>Maprounea africana</i> Müll. Arg.	1,2394	0,61075	0,305374	0,056
<i>Nauclea latifolia</i> Planch.	0,2748	0,12927	0,064636	0,032
<i>Lannea welwitschii</i> (Hiern) Engl.	0,0439	0,02621	0,013104	0,016
<i>Bridelia ferruginea</i> Benth.	0,1562	0,07156	0,035778	0,022
<i>Annona senegalensis</i> Pers.	0,0734	0,02734	0,013672	0,015
<i>Ochna afzelii</i> R.Br. ex Oliv.	0,0139	0,01297	0,006485	0,005
<i>Morinda lucida</i> Benth	0,0156	0,00837	0,004183	0,005
<i>Crossopteryx febrifuga</i> (Afzel ex G. Don) Benth	0,0303	0,01699	0,008497	0,005

Il ressort de ces tableaux que le volume du bois, la biomasse aérienne, le carbone séquestré et la surface terrière de chaque espèce reste élevée dans la savane mise en défens que dans la parcelle témoin.

5.2 Marquage cambial des espèces d'arbres présentes dans les savanes de MANZONZI.

Le marquage cambial a été fait sur 51 arbres dont les espèces et leur localisation (coordonnées géographiques) sont reprises dans le tableau ci-dessous :

Tableau 6: Localisation des arbres ayant reçu le marquage cambial.

Localisation des arbres ayant reçu le marquage cambial		
Espèces	Latitude	Longitude
<i>Hymenocardia acida</i> Tul.	S 05° 44' 10,7"	EO 13° 15' 17,3"
<i>Lannea welwitschii</i> (Hiern) Engl.	S 05° 44' 10,5"	EO 13° 15' 16,7"
<i>Xylopia aethiopica</i> (Dunal) A. Rich	S 05° 43' 53,7"	EO 13° 15' 25,0"
<i>Oncoba welwitschii</i> Oliv.	S 05° 44' 10,7"	EO 13° 15' 17,3"
<i>Crossopteryx febrifuga</i> (Afzel ex G. Don) Benth	S 05° 44' 12,0"	EO 13° 15' 17,1"
<i>Hymenocardia acida</i> Tul.	S 05° 44' 10,7"	EO 13° 15' 17,3"
<i>Bridelia ferruginea</i> Benth.	S 05° 44' 12,0"	EO 13° 15' 17,1"
<i>Millettia versicolor</i> Welw ex Baker.	S 05° 44' 10,7"	EO 13° 15' 17,3"
<i>Vitex madiensis</i> Oliv.	S 05° 44' 11,2"	EO 13° 15' 16,9"
<i>Annona senegalensis</i> Pers.	S 05° 44' 12,0"	EO 13° 15' 17,4"
<i>Nauclea latifolia</i> Planch.	S 05° 44' 10,7"	EO 13° 15' 17,3"
<i>Maprounea africana</i> Müll. Arg.	S 05° 44' 13,0"	EO 13° 15' 17,6"
<i>Albizia gummifera</i> (J.F. Gmel) C.A. Sm	S 05° 44' 11,2"	EO 13° 15' 17,4"
<i>Macaranga spinosa</i> Müll. Arg.	S 05° 43' 53,7"	EO 13° 15' 25,0"
<i>Anthocleista vogelii</i> Planch.	S 05° 44' 10,7"	EO 13° 15' 17,3"
<i>Tetrorchidium didymonstemon</i> (Baill) Pax et K.	S 05° 44' 10,7"	EO 13° 15' 17,3"
<i>Albizia lebbeck</i> (L.) Benth	S 05° 44' 10,5"	EO 13° 15' 16,7"
<i>Crossopteryx febrifuga</i> (Afzel ex G. Don) Benth	S 05° 44' 13,0"	EO 13° 15' 17,6"
<i>Peucedanum fraxinifolium</i>	S 05° 44' 11,2"	EO 13° 15' 17,4"
<i>Hymenocardia acida</i> Tul.	S 05° 44' 13,9"	EO 13° 15' 17,0"
<i>Maprounea africana</i> Müll. Arg.	S 05° 44' 16,0"	EO 13° 15' 16,9"
<i>Anthocleista vogelii</i> Planch.	S 05° 44' 15,3"	EO 13° 15' 17,6"
<i>Maprounea africana</i> Müll. Arg.	S 05° 44' 54,6"	EO 13° 15' 19,9"
<i>Hymenocardia acida</i> Tul.	S 05° 44' 54,6"	EO 13° 15' 19,6"
<i>Annona senegalensis</i> Pers.	S 05° 44' 55,1"	EO 13° 15' 19,6"
<i>Annona senegalensis</i> Pers.	S 05° 43' 52,3"	EO 13° 15' 19,8"

<i>Maprounea africana</i> Müll. Arg.	S 05° 43' 53,6"	EO 13° 15' 19,6"
<i>Azima afzelii</i>	S 05° 43' 53,1"	EO 13° 15' 20,4"
<i>Amansia senegalensis</i> Pers.	S 05° 43' 53,1"	EO 13° 15' 20,4"
<i>Nauclea latifolia</i> Planch.	S 05° 43' 56,6"	EO 13° 15' 19,8"
<i>Maprounea africana</i> Müll. Arg.	S 05° 43' 57,4"	EO 13° 15' 19,8"
<i>Amansia senegalensis</i> Pers.	S 05° 44' 00,7"	EO 13° 15' 19,6"
<i>Albizia lebbbeck</i> (L.) Benth	S 05° 43' 59,3"	EO 13° 15' 20,0"
<i>Maprounea africana</i> Müll. Arg.	S 05° 44' 16,7"	EO 13° 15' 20,8"
<i>Dialelia ferruginea</i> Benth.	S 05° 44' 17,1"	EO 13° 15' 20,7"
<i>Crossopteryx febrifuga</i> (Afzel ex G. Don) Benth	S 05° 44' 16,8"	EO 13° 15' 20,7"
<i>Albizia lebbbeck</i> (L.) Benth	S 05° 44' 16,8"	EO 13° 15' 20,7"
<i>Crossopteryx febrifuga</i> (Afzel ex G. Don) Benth	S 05° 43' 42,0"	EO 13° 15' 24,2"
<i>Hymenocardia acida</i> Tul.	S 05° 44' 10,4"	EO 13° 15' 25,1"
<i>Ocuma afzelii</i>	S 05° 44' 10,4"	EO 13° 15' 25,1"
<i>Lannea wehweitschii</i> (Hiern) Engl.	S 05° 44' 08,3"	EO 13° 15' 25,3"
<i>Albizia lebbbeck</i> (L.) Benth	S 05° 44' 17,3"	EO 13° 15' 25,2"
<i>Maprounea africana</i> Müll. Arg.	S 05° 44' 00,2"	EO 13° 15' 15,9"
<i>Hymenocardia acida</i> Tul.	S 05° 44' 00,2"	EO 13° 15' 15,9"
<i>Nauclea latifolia</i> Planch.	S 05° 44' 00,2"	EO 13° 15' 15,9"
<i>Canthium oddonii</i>	Parcelle 3	Layon 2
<i>Canthium oddonii</i>	Parcelle 3	Layon 2
<i>Tetrorchidium didymonstemon</i> (Baill) Pax et K.	Parcelle 4	Layon 2
<i>Oncoba wehweitschii</i> Oliv.	Parcelle 2	Layon 1
<i>Albizia gumifera</i>	Parcelle 31	Layon 5

5.3. ANALYSE DES CERNES DE CROISSANCE

Tableau 7: Analyse des cernes de croissance.

Espèces	Epaisseur Maximum En mm	Epaisseur moyen	Epaisseur minimum	Caractère des cernes	Diamètre de disque en cm	Nombre de cernes observés
<i>Anthocleista vogelii</i>	20	15	8	Bien distincts	17,5	7
<i>Nauclea latifolia</i>	—	—	—	Pas distincts	24	—
<i>Lannea welwitschii</i>	7	3	1	Bien distincts	11,5	16
<i>Vitex madiensis</i>	—	—	—	Pas distincts	7,5	—
<i>Albizia lebbek</i>	10	6	3	Bien distincts	11	8
<i>Albizia gummifera</i>	9	5	2	Bien distincts	11,5	12
<i>Oncoba welwitschii</i>	10	5	1	Bien distincts	12	27
<i>Xylopia aethiopica</i>	9	6	2	Bien distincts	14,5	27
<i>Bridelia ferruginea</i>	5	3	1	Bien distincts	16,5	26
<i>Hymenocardia</i>	5	3	1	Bien distincts	12,5	36

Acida						
<i>Macaranga</i> <i>Spinosa</i>	9	6	2	Bien distincts	15	13
<i>Crossopteryx</i> <i>febrifuga</i>	—	—	—	Non distincts	17,5	35
<i>Maprounea</i> <i>africana</i>	3	2	1	Bien distincts	12	35

Au regard de ce tableau, on remarque qu'il ya des arbres qui donnent des cernes très larges dont *Anthocleista vogelii* Planch et dont l'épaisseur de certains cernes atteignent 20 mm. Ces arbres ont généralement une croissance rapide. Par contre, les arbres tels que *Bridelia ferruginea* Benth., *Hymenocardia acida* Tul. et *Maprounea africana* Müll. Arg. donnent des cernes très fins ne dépassant pas 5 mm de large. La croissance de tels arbres est généralement lente, comparée à *Anthocleista vogelii* Planch . On remarque chez certains arbres, des grands écarts entre les valeurs maximales et les valeurs minimales de largeur des cernes lesquels peuvent seulement être dûes aux conditions climatiques (favorables ou défavorables) ayant prévalu lors de leur formation. D'autres encore ne donnent pas des cernes, ou donnent des cernes qui ne sont pas bien distincts (*Vitex madiensis* Oliv.). Le cas de *Nauclea latifolia* Planch est particulier dans ce sens qu'à l'état frais nous observions des cernes de croissance mais séché et soumis au ponçage sa poudre (Jaune) se déposait sur le bois rendant impossible la visibilité des cernes de croissance.

5.4. Analyse des données d'inventaire des espèces ligneuses présentes sur le site d'étude.

Lors de notre inventaire, nous avons répertorié 10253 arbres différents présents dans les parcelles installées. Ces arbres sont repartis parmi soixante trois espèces différentes..

Afin de mieux comprendre la composition des layons et parcelles inventoriés, l'analyse des indices suivants s'avère nécessaire :

Deux indices ont été visés : indice de Valeur d'Importance des Familles (VIF) et celui de Valeur d'Importance des espèces (IVI).

L'indice de VIF donne des informations sur l'importance floristique de chaque famille par le nombre d'individus de la famille, sur le nombre d'espèces représentant la famille ainsi que sur l'importance quantitative des familles par le biais de leurs

surfaces terrières. Par contre, l'indice de valeur d'importance des espèces donne des informations sur le nombre d'individus, sur leur distribution sur le relevé ainsi que sur leur importance en fonction de la surface terrière qu'ils occupent. Cet indice permet de mettre en évidence les espèces les plus importantes (TOIRAMBE B., 2010).

Pour calculer ces indices, il faut connaître quatre facteurs représentatifs des valeurs biométriques quantitatives du relevé suivants :

□ La dominance relative (DOR) qui est représentative de la surface terrière de chaque famille ou de chaque espèce :

$$DOR = 100 \cdot \frac{\sum \text{surface terrière des individus de l'espèce ou des la famille}}{\sum \text{surface terrière des individus de toutes les sp ou des familles}}$$

□ La densité relative (DER) du peuplement qui est représentative du nombre d'individus de chaque espèce ou chaque famille :

$$DER = 100 \cdot \frac{\text{Nombre d'individus d'une espèce ou d'une famille}}{\text{Nombre total d'individus dans l'échantillon}}$$

□ La diversité relative (DIR) qui est représentative du nombre d'espèces au sein d'une famille :

$$DIR = 100 \cdot \frac{\text{Nombre d'espèce au sein d'une famille}}{\text{Nombre total d'espèces}}$$

□ La fréquence relative (FRR) qui est représentative de la dispersion des individus sur le terrain (on appelle « fréquence d'une espèce » ou « nombre d'occurrence d'une espèce », le nombre de placettes dans laquelle l'espèce est présente :

$$FRR = 100 \cdot \frac{\text{Nombre de fréquences d'une espèce}}{\text{Nombre total des fréquences}}$$

□ Ainsi, $FIV = DOR + DER + DIR$

$$IVI = DOR + DER + FRR$$

Ces indices sont compris entre 0 et 300 et les facteurs varient toujours de 0 à 100.

Tableau 8: Espèces inventoriées dans la savane de MANZONZI et leurs indices.

ESPECES	Occ	Frequence	DOR	Nbre individ us	Densit é relativ e	IVI
<i>Albizia adianthifolia</i> (Schumach.) W. Wight	3	1,17	0,607	32	0,31	2,086
<i>Albizia gumifera</i> (J.F. Gmel) C.A. Sm	7	2,72	0,702	112	1,09	4,518
<i>Albizia lebbek</i> (L.) Benth	9	3,50	5,702	388	3,78	12,988
<i>Alchornea cordifolia</i> (Schumach. & Thonn.) Müll. Arg.	1	0,39	0,007	1	0,01	0,406
<i>Ammona senegalense</i> Pers.	9	3,50	2,391	335	3,27	9,160
<i>Anthocleista vogelii</i> Planch	9	3,50	7,173	261	2,55	13,221
<i>Antiaris welwitschii</i> Engl.	4	1,56	0,053	5	0,05	1,658
<i>Barteria nigritiana</i> Hook F.	1	0,39	0,007	1	0,01	0,406
<i>Blighia unijugata</i> Baker	1	0,39	0,004	1	0,01	0,403
<i>Blighia welwitschii</i> (Hiern) Radlk	1	0,39	0,055	1	0,01	0,453
<i>Bridelia ferruginea</i> Benth	10	3,89	5,748	823	8,03	17,666
<i>Canthium oddonii</i> De Wildeman	6	2,33	0,388	34	0,33	3,054
<i>Chrysophyllum africanum</i> A. DC	1	0,39	0,004	1	0,01	0,403
<i>Crossopteryx febrifuga</i> (Afzel ex G. Don) Benth	10	3,89	1,900	243	2,37	8,161
<i>Croton sylvaticus</i> Hochst. ex Krauss	5	1,95	0,143	9	0,09	2,176
<i>Dacryodes buettneri</i> (Eng.) H. J. Lam	3	1,17	0,144	5	0,05	1,360
<i>Deinbollia acuminata</i> Exell	1	0,39	0,025	1	0,01	0,424
<i>Dialium zenkeri</i> Harms	1	0,39	0,041	3	0,03	0,459
<i>Dracaena mannii</i> Baker	2	0,78	0,026	4	0,04	0,844
<i>Ficus capensis</i> Thunb	2	0,78	0,024	5	0,05	0,851
<i>Ficus recurvata</i> De Wild	6	2,33	0,163	12	0,12	2,614
<i>Gardenia jovis-tonantis</i> (Hiern) Welw.	3	1,17	0,020	3	0,03	1,217
<i>Harungana madagascariensis</i> Lam ex Poir	3	1,17	0,088	11	0,11	1,363
<i>Heinsia pulchella</i> (G. Don) K. Schum.	1	0,39	0,012	3	0,03	0,430
<i>Hollarhena congolensis</i> Stapf	4	1,56	0,112	12	0,12	1,785
<i>Hylodendron gabunense</i> Taub.	2	0,78	0,136	14	0,14	1,051
<i>Hymenocardia acida</i> Tul.	10	3,89	22,147	2305	22,48	48,520
<i>Hymenocardia ulmoides</i> Oliv.	7	2,72	0,190	32	0,31	3,226
<i>Isolona deweyrei</i> (De Wild. & Th. Dur.) Engl. & Diels	3	1,17	0,035	3	0,03	1,231
<i>Lannea welwitschii</i> (Hiern) Eng.	9	3,50	3,001	239	2,33	8,834
<i>Macaranga spinosa</i> Müll. Arg.	9	3,50	4,312	480	4,68	12,495
<i>Maesopsis eminii</i> Engl.	1	0,39	0,072	8	0,08	0,539
<i>Maprounea africana</i> Müll. Arg.	10	3,89	26,983	3639	35,49	66,366
<i>Maranthes glabra</i>	1	0,39	0,008	1	0,01	0,406
<i>Markhamia ceciliis</i>	4	1,56	0,570	52	0,51	2,634
<i>Microdesmis puberula</i> Hook. F. ex Planch	1	0,39	0,004	1	0,01	0,403
<i>Milicia excelsa</i> (Welw) C.C. Berg	1	0,39	0,004	133	1,30	1,690

<i>Millettia versicolor</i> Welw ex Baker	6	2,33	1,776	1	0,01	4,120
<i>Monodora myristica</i> (Gaertn) Dunal	1	0,39	0,052	2	0,02	0,461
<i>Morinda lucida</i> Benth	1	0,39	0,055	1	0,01	0,453
<i>Musanga cecropioides</i> R. Br ex Tedlie	3	1,17	0,339	6	0,06	1,564
<i>Myrianthus arboreus</i> P. Beauv.	1	0,39	0,181	4	0,04	0,609
<i>Nauclea latifolia</i> Planch	9	3,50	7,634	431	4,20	15,339
<i>Ochna afzelii</i> R. Br. ex Oliv.	3	1,17	0,087	10	0,10	1,352
<i>Oncoba welwitschii</i> Oliv	5	1,95	1,370	109	1,06	4,379
<i>Oxyanthus</i> sp	2	0,78	0,007	2	0,02	0,805
<i>Peucedanum fraxinifolium</i>	4	1,56	0,156	15	0,15	1,859
<i>Pseudospondias microcarpa</i> (A. Rich) Engl.	3	1,17	0,351	13	0,13	1,645
<i>Pteleopsis hylodendron</i> Mildbr.	1	0,39	0,015	3	0,03	0,434
<i>Pycnanthus angolensis</i> (Welw) Exell	3	1,17	0,074	5	0,05	1,290
<i>Sorindeia gillettii</i> De Wild	2	0,78	0,064	10	0,10	0,940
<i>Spondias mombin</i> L.	1	0,39	0,004	1	0,01	0,403
<i>Symphonia globulifera</i> L.	1	0,39	0,004	1	0,01	0,403
<i>Tetrorchidium didymonstemon</i> (Baill) Pax & K. Hoffm	7	2,72	0,912	85	0,83	4,464
<i>Treculia africana</i> Decne	1	0,39	0,008	1	0,01	0,406
<i>Tricalysia africana</i> (Sim) Robbr.	1	0,39	0,012	1	0,01	0,411
<i>Trichilia gilgiana</i> Harms	4	1,56	0,042	8	0,08	1,676
<i>Vernonia conferta</i> Benth	8	3,11	0,115	16	0,16	3,384
<i>Vismia affinis</i> Oliv.	3	1,17	0,157	6	0,06	1,383
<i>Vitex madiensis</i> Oliv.	7	2,72	0,337	84	0,82	3,880
<i>Xylopia hypolampra</i> Mildbr.	3	1,17	2,679	11	0,11	3,954
<i>Xylopia aethiopica</i> (Dunal) A. Rich.	9	3,50	0,079	196	1,91	5,493
<i>Zanthoxylum gillettii</i> (De Wild.) P.G. Waterman	5	1,95	0,046	15	0,15	2,137
<i>Zanthoxylum kivuensis</i>	2	0,78	0,452	3	0,03	1,260
Total général	257		100,00	8	10253	100,00
			8			8

Dans la parcelle témoin les données se présentent comme repris dans le tableau ci-dessous :

Tableau 9: Espèces inventoriées dans la parcelle témoin et leurs indices

ESPECES	Occ	Frequence	DOR	Nombre ind	DENS REL	IVI
<i>Hymenocardia acida</i> Tul.	82	41,84	45,20 7	82	41,84	128,88 0
<i>Maprounea africana</i> Müll. Arg.	75	38,27	38,21 2	75	38,27	114,74 3
<i>Nauclea latifolia</i> Planch.	10	5,10	7,196	10	5,10	17,400

<i>Lannea welwitschii</i> (Hiern) Engl.	1	0,51	1,094 3 1	0,51	2,115
<i>Bridelia ferruginea</i> Benth.	10	5,10	4,187 8 10	5,10	14,392
<i>Annona senegalensis</i> Pers.	5	2,55	2,384 8 5	2,55	7,487
<i>Ochna afzelii</i> R.Br. ex Oliv.	9	4,59	0,343 7 9	4,59	9,527
<i>Morinda lucida</i> Benth.	1	0,51	0,343 7 1	0,51	1,364
<i>Crossopteryx febrifuga</i> (Afzel ex G. Don) Benth.	3	1,53	1,031 2 3	1,53	4,092
	196	100,00		196,00 100,00	300,00 0

En analysant les résultats de ces tableaux on remarque qu'en terme de dominance des espèces, elle reste marquée par les espèces typiques des savanes. Les espèces dominantes sont *Maprounea africana* Müll. Arg., et *Hymenocardia acida* Tul., pour la savane mise en défens et la parcelle témoin ou *Hymenocardia acida* Tul., vient avant le *Maprounea africana* Müll. Arg. Considérant les espèces dont le DOR est supérieur à 2, dans les deux sites on obtient pour la savane mise en défens et la parcelle témoin la dominance de : *Albizia lebbeck* (L.) Benth., *Annona senegalense* Pers., *Anthocleista vogelii* Planch., *Bridelia ferruginea* Benth., *Hymenocardia acida* Tul., *Lannea welwitschii* (Hiern) Eng., *Macaranga spinosa* Müll., *Maprounea africana* Müll. Arg., *Nauclea latifolia* Planch., *Xylopia hypolampra* Mildbr et *Ochna afzelii* R.Br. ex Oliv.

Tableau 10: Espèces dont le DOR est supérieure à 2 dans la savane mise en défens

ESPECES	DOR
<i>Albizia lebbeck</i> (L.) Benth	5,702
<i>Annona senegalense</i> Pers.	2,391
<i>Anthocleista vogelii</i> Planch	7,173
<i>Bridelia ferruginea</i> Benth	5,748
<i>Hymenocardia acida</i> Tul.	22,147
<i>Lannea welwitschii</i> (Hiern) Eng.	3,001
<i>Macaranga spinosa</i> Müll. Arg.	4,312
<i>Maprounea africana</i> Müll. Arg.	26,983
<i>Nauclea latifolia</i> Planch	7,634
<i>Xylopia hypolampra</i> Mildbr.	2,679

Tableau 11: Espèces dont le DOR est supérieur à 2 dans la parcelle témoin

ESPECES	DOR
<i>Hymenocardia acida</i> Tul.	45,20
<i>Maprounea africana</i> Müll. Arg.	38,21
<i>Nauclea latifolia</i> Planch.	7,19
<i>Bridelia ferruginea</i> Benth.	4,18
<i>Annona senegalensis</i> Pers.	2,38

En analysant le tableau 5, par rapport au tableau 6 on note que le feu de brousse est un facteur négatif dans le processus de régénération naturelle des savanes. Le feu ne laisse aucune chance aux plantules des nouvelles espèces (espèces forestières) dont les graines ont soit été amenées soit par le vent ou par les animaux. C'est pour cette raison que dans la savane mise en défens bien que caractérisée encore par les espèces typiques des savanes, on note une installation non négligeable des espèces forestières de jachères ou de lisières. Ce qui montre notoirement qu'il y a série progressive de cette savane suite à cette mise en défens. Ces espèces sont entre autre : *Alchornea cordifolia* (Schumach. & Thonn.), *Antiaris welwitschii* Engl., *Blighia unijugata* Baker, *Blighia welwitschii* (Hiern) Radlk., *Canthium oddonii* De Wildeman, *Chrysophyllum africanum* A. DC., *Croton sylvaticus* Hochst. ex Krauss, *Dacryodes buettneri* (Eng.) H. J. Lam, *Deinbollia acuminata* Exell, *Dialium zenkeri* Harms, *Dracaena mannii* Baker, *Harungana madagascariensis* Lam ex Poir, *Maesopsis eminii* Engl., *Hollarhena congolensis* Stapf, *Hylocladon gabunense* Taub., *Hymenocardia ulmoides* Oliv., *Isolona dewevrei* (De Wild. & Th. Dur.) Engl. & Diels, *Macaranga spinosa* Müll. Arg., *Heinsia pulchella* (G. Don) K. Schum., *Maranthes glabra*, *Microdesmis puberula* Hook. F. ex Planch., *Milicia excelsa* (Welw.) C.C. Berg, *Monodora myristica* (Gaertn) Dunal, *Musanga cecropioides* R. Br ex Tedlie, *Myrianthus arboreus* P. Beauv., *Oncoba welwitschii* Oliv., *Oxyanthus* sp., *Pseudospondias microcarpa* (A. Rich) Engl, *Pteleopsis hylocladon* Mildbr., *Pycnanthus angolensis* (Welw) Exell, *Sorindeia gillettii* De Wild, *Symphonia globulifera* L., *Tetrorchidium didymonstemon* (Baill) Pax & K. Hoffm, *Treculia africana* Decne, *Tricalysia africana* (Sim) Robbr., *Trichilia gilgiana* Harms, *Xylopia hypolampra* Mildbr., *Xylopia aethiopica* (Dunal) A. Rich., *Zanthoxylum gillettii* (De Wild.) P.G. Waterman, *Zanthoxylum kivuensis*. Ces espèces n'auraient pu se développer dans les parcelles soumises aux feux de brousses annuelles. Certaines espèces sont la conséquence des travaux agricoles qui ont précédé la mise en défens. La taille de certains arbres desdites espèces indiquent que les travaux agricoles se sont arrêtés bien avant la mise en défens de cette savane. Ce qui justifie la présence de certaines jachères disséminées dans ce site ou la présence des espèces comme *Macaranga spinosa* Müll.

Arg., et *Xylopia hypolampra* Mildbr., *Xylopia aethiopica* (Dunal) A. Rich., *Musanga cecropioides* R. Br ex Tedlie, *Tetrorchidium didymonstemon* (Baill) Pax & K. Hoffm., Les espèces comme *Symphonia globulifera* L., et *Pseudospondias microcarpa* (A. Rich) Engl, qui sont des espèces des galeries forestières longeant les cours d'eau périodiques présentes dans cette savane et de jachères.

Dans la parcelle témoin on ne note que des espèces capables de résister aux feux de brousse. Ces espèces ont généralement des écorces épaisses ou rugueuses avec des sillons profonds.



PHOTO 18: Tronc d'un *Maprounea africana* Müll. Arg.

Par rapport aux grandes familles présentes dans cette savane, les résultats se présentent comme suit :

Tableau 12: Diversité relative des familles présentes dans la savane mise en défens.

FAMILLES	Nbre d'espèces	Diversité relative en %
<i>Agavaceae</i>	1	1,61
<i>Anacardiaceae</i>	4	6,45
<i>Annonaceae</i>	5	8,06
<i>Apocynaceae</i>	1	1,61
<i>Bignoniaceae</i>	1	1,61
<i>Burseraceae</i>	1	1,61
<i>Caesalpiniaceae</i>	2	3,23

<i>Clusiaceae</i>	3	4,84
<i>Combretaceae</i>	1	1,61
<i>Euphorbiaceae</i>	9	14,52
<i>Fabaceae</i>	1	1,61
<i>Flacourtiaceae</i>	3	4,84
<i>Loganiaceae</i>	1	1,61
<i>Meliaceae</i>	1	1,61
<i>Mimosaceae</i>	3	4,84
<i>Moraceae</i>	7	11,29
<i>Myristicaceae</i>	1	1,61
<i>Ochnaceae</i>	1	1,61
<i>Rhamnaceae</i>	1	1,61
<i>Rosaceae</i>	1	1,61
<i>Rubiaceae</i>	8	12,90
<i>Rutaceae</i>	1	1,61
<i>Sapindaceae</i>	2	3,23
<i>Sapotaceae</i>	1	1,61
<i>Umbelliferaceae</i>	1	1,61
<i>Verbenaceae</i>	1	1,61
TOTAL	62	100,00

De ce tableau, il ressort que la famille la plus diversifiée est celle de *Euphorbiaceae*, suivie de celle de *Rubiaceae*, *Moraceae*, *Annonaceae* qui ont pour la plupart des espèces à préférence des milieux ouverts. Les mêmes tendances sont aussi observées dans la parcelle témoin avec en tête *Euphorbiaceae*, *Rubiaceae*, *Anacardiaceae*, *Annonaceae* et *Ochnaceae*.

Tableau 13: Diversité relative dans la parcelle témoin.

Familles	Nbre sp	Diversité relative en %
<i>Euphorbiaceae</i>	3	37,50
<i>Rubiaceae</i>	2	25,00
<i>Anacardiaceae</i>	1	12,50
<i>Annonaceae</i>	1	12,50
<i>Ochnaceae</i>	1	12,50
TOTAL	8	100,00

Nous présentons dans les figures qui suivent la représentativité (abondance des arbres) de chaque espèce sur l'ensemble des résultats d'inventaire des parcelles installées.

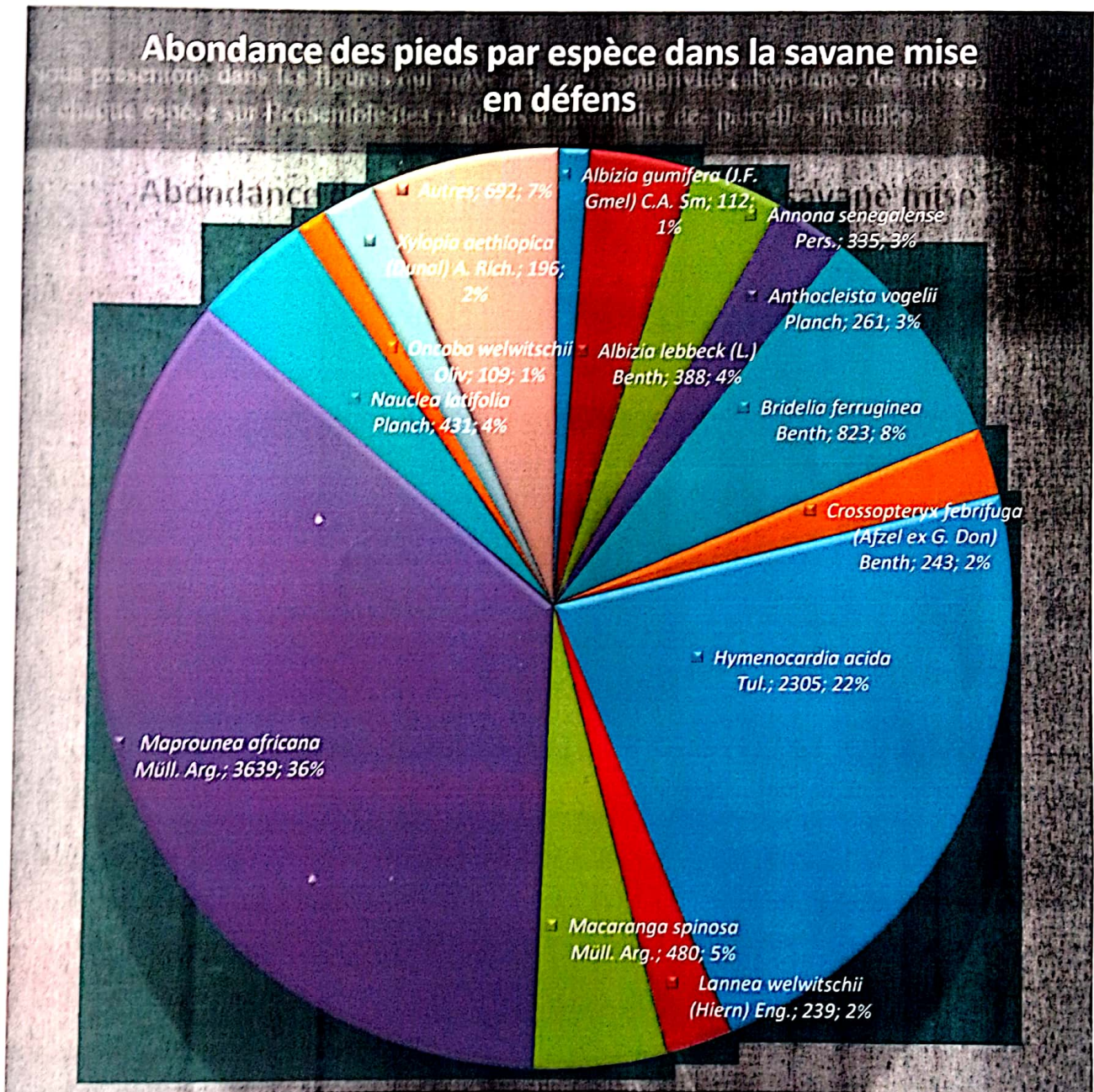


Diagramme 1: Abondance des arbres par espèce/ savane MANZONZI

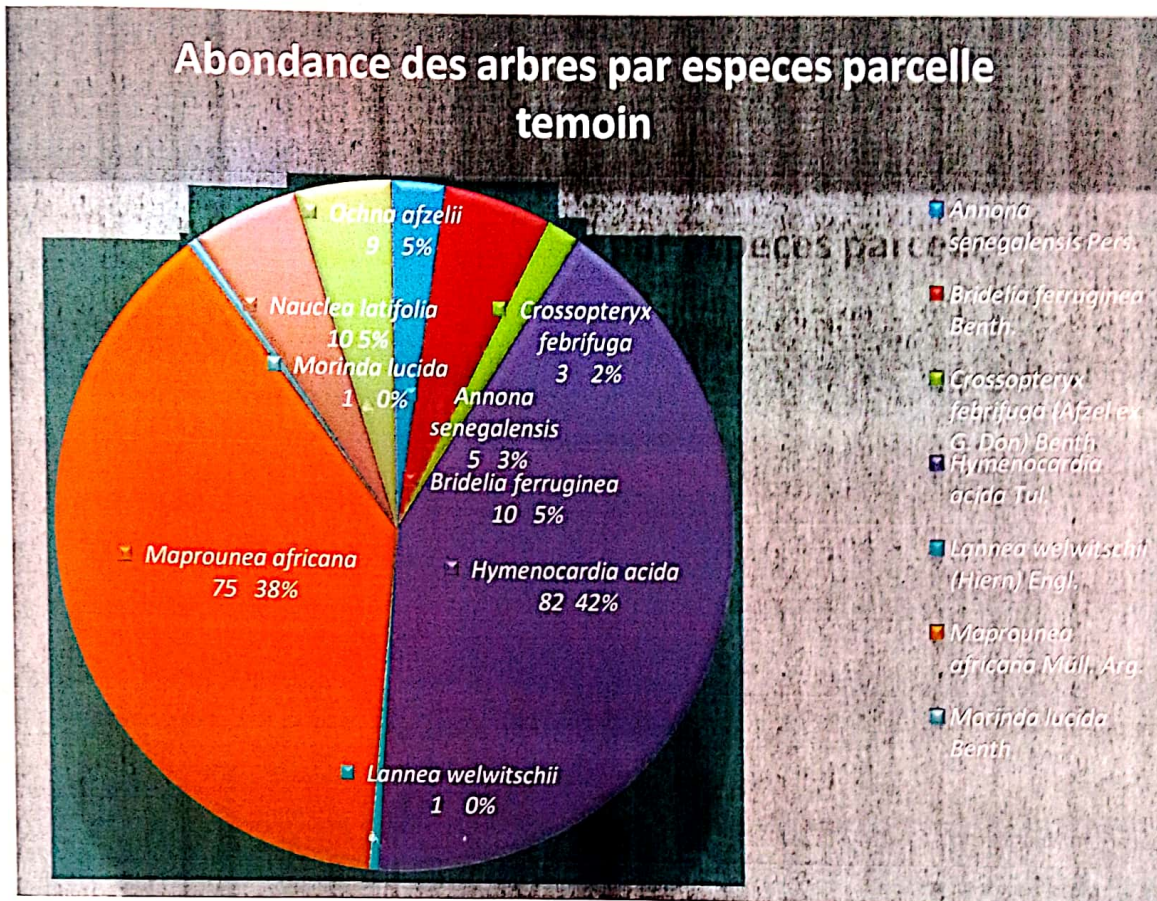


Diagramme 2: Abondance des arbres par espèces dans la parcelle témoin.

De ces deux diagrammes il ressort que l'abondance des espèces suit la même logique. Seulement la proportion de cette représentative diffère. Dans la savane mise en défens on remarque que c'est le *Maprounea africana* Müll. Arg. qui vient en tête suivi de *Hymenocardia acida* Tul. puis *Bridelia ferruginea* Benth, ce qui est aussi le cas pour la parcelle témoin. La différence réside au niveau de la proportion d'occupations 36, 22 et 8% dans la savane mise en défens et 38, 42 et 10 % dans la parcelle témoin. Ce qui explique la tendance au maintien et dominance des espèces qui résistent au feu de brousse dans la parcelle témoin, tandis que dans la savane mise en défens, l'absence du feu pendant une longue période a facilité l'installation des nouvelles espèces et ou le maintien de certaines espèces ayant survécu du feu avant la mise en défens. Nous avons utilisé l'indice de Sorensen (K) ou indice de la similarité floristique (Betti, 2001) a été obtenu par la formule :

$K = 2a / 2a + b + c$ où : a est le nombre d'espèces communes aux deux sites, b le nombre d'espèces propres à l'échantillon 1 et c = nombre d'espèces propres à l'échantillon 2.

Cet indice donne une grande importance aux espèces communes. La valeur de K multipliée par 100 correspond au pourcentage de coïncidence floristique. Si l'indice obtenu est supérieure à 50% les populations de deux sites sont similaires (TOIRAMBE

B., 2010). Avec cette formule nous avons obtenu 22.5%. Ce ci veut dire que les populations des deux sites ne sont pas similaires. La savane mise en défens de ce fait, se révèle riche en espèces que la parcelle témoin. L'absence du feu a permis a certaines espèces de germer a partir de leurs fruits tombés au sol par peut être les animaux, les oiseaux ou le vent. Ce qui pourrait être le cas pour le *Milicia excelsa* (Welw) C.C. Berg et *Spondias mombin* L.

Quant à la densité dans la savane mise en défens, nous sommes partis de la population totale inventoriée dans l'ensemble des parcelles, 10253 individus représentant 20% de toute la savane mise en défens. Ramenée à 100 % la population totale s'élève à 51.265 individus et divisée par 200 ha nous avons 256,3 individus/ha. Par contre dans la parcelle témoin la densité s'est révélée faible (196 individus/ha) par rapport à celle de la savane mise en défens. Dans cette parcelle soumise aux feux, les chances sont moindres de trouver une nouvelle espèce en dehors de celles adaptés aux feux de brousses.

Statistiquement, nous avons voulu savoir s'il y avait des différences significatives entre la densité dans la savane mise en défens et dans la parcelle témoin. Le test choisi était le CHI^2 car donnant la meilleur différence. La parcelle témoin était considérée comme le théorique et la savane mise en défens comme l'observé et $\alpha = 0.05$ avec $\text{ddl} = k-1$.

$$X^2 = \frac{\sum_i^k (O - T)^2}{T}$$

Le résultat obtenu par le CHI^2 a montré que le X^2 calculé (61.43) était de loin supérieur à X^2 théorique (14.07). Ce qui veut dire que la densité des arbres dans la savane mise en défens était significativement différente et de loin supérieur à celle de la parcelle témoin.

Le fait que ces arbres soient soumis aux feux de brousse est un véritable frein à leur croissance et développement mais aussi à la densité des peuplements. C'est normal que dans cette parcelle la densité des arbres et la diversité spécifique soit faible par rapport à la densité de la savane mise en défens.

Nous nous sommes également intéressés à la croissance des arbres dans cette savane, en vue de dégager une courbe de croissance. En observant la figure ci-dessous, on remarque que, bien que la structure du peuplement n'est pas une asymptote décroissante comme ce pourrait être le cas pour une forêt dense humide tropicale (DOUCET J.L., 2011), néanmoins il s'agit ici des populations en plein développement du fait qu'on observe un nombre très élevés des arbres jeunes (de petite circonférence) et un nombre très faible des arbres vieux (de grande circonférence). Un cas exceptionnel est observé au layon 7 où la courbe se termine par une ascendance. Ceci est dû au fait ce layon est le layon le plus long de tout le dispositif (plus de 1000 m de long), sur lequel a été rencontré beaucoup des formations végétales allant de savane

herbeuse à des forêts secondaires adultes. On y note des arbres appartenant aux espèces typiquement forestières longeant une galerie forestière et des forêts secondaires adultes à *Nylopia*. Ces arbres sont de grande taille (plus de 100 cm de CHP), de façon que associés aux arbres de savane qui généralement ne dépassent pas 100 cm de CHP, donne une courbe de croissance se terminant par une ascendance.

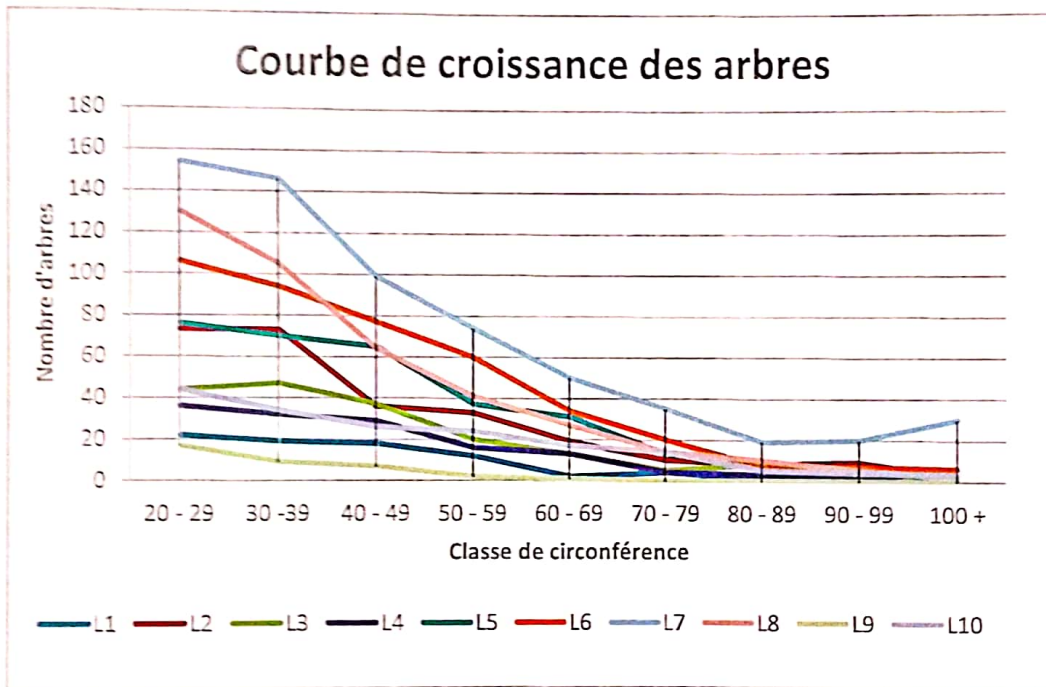


Figure2: Courbe de croissance des arbres dans la savane mise en défens.

5.5. Constitution d'une base des données dendrométriques des espèces ligneuses présentes dans les savanes de MANZONI.

Nous avons créé une base des données dendrométriques sous le format Excel, reprenant des informations sur l'espèce, le genre auquel appartient l'espèce, la famille à laquelle appartient l'espèce, le nom vernaculaire ou commercial de l'espèce, la classe de circonférence et de diamètre de l'arbre considéré et le nombre d'individus appartenant à la classe de circonférence ou de diamètre.

Nous présentons dans le tableau suivant un modèle pour une parcelle avec les attributs y relatifs.

Tableau 14: Modèle d'encodage des données d'inventaire.

PARCELLE N° 100

NOM DE L'ESPECE	FAMILLE	NOM VERNACULAIRE (KIFYOMBE)	CLASSE DE CIRCONFERENCE (cm)	CLASSE DE DIAMETRE (cm)	NOMBRE D'INDIVIDUS
<i>Annona senegalensis</i> Pers.	Annonaceae	Nlolo tseke	20 - 29	6,3 - 9,2	2
<i>Annona senegalensis</i> Pers.	Annonaceae	Nlolo tseke	30 - 39	9,5 - 12,4	1
<i>Annona senegalensis</i> Pers.	Annonaceae	Nlolo tseke	50 - 59	15,9 - 18,7	1
<i>Crossopteryx febrifuga</i> (Afzel ex G. Don) Benth	Rubiaceae	Nkakati	20 - 29	6,3 - 9,2	2
<i>Crossopteryx febrifuga</i> (Afzel ex G. Don) Benth	Rubiaceae	Nkakati	40 - 49	12,4 - 15,6	1
<i>Crossopteryx febrifuga</i> (Afzel ex G. Don) Benth	Rubiaceae	Nkakati	60 - 69	19,1 - 21,9	1
<i>Vitex madiensis</i> Oliv.	Verbenaceae	Mfilu tseke	20 - 29	6,3 - 9,2	1

<i>Anthocleista vogelii</i> Planch.	Loganiaceae	Mvuku mvuku tseke	20 - 29	6,3 - 9,2	1
<i>Maprounea africana</i> Müll. Arg.	Euphorbiaceae	Sele sele	20 - 29	6,3 - 9,2	14
<i>Maprounea africana</i> Müll. Arg.	Euphorbiaceae	Sele sele	30 - 39	9,5 - 12,4	6
<i>Maprounea africana</i> Müll. Arg.	Euphorbiaceae	Sele sele	50 - 59	15,9 - 18,7	3
<i>Albizia lebbbeck</i> (L.) Benth.	Mimosaceae	Kasa kasa	20 - 29	6,3 - 9,2	2
<i>Hymenocardia acida</i> Tul.	Euphorbiaceae	Mvete	20 - 29	6,3 - 9,2	29
<i>Hymenocardia acida</i> Tul.	Euphorbiaceae	Mvete	30 - 39	9,5 - 12,4	17
<i>Hymenocardia acida</i> Tul.	Euphorbiaceae	Mvete	40 - 49	12,4 - 15,6	4
<i>Hymenocardia acida</i> Tul.	Euphorbiaceae	Mvete	50 - 59	15,9 - 18,7	5
<i>Hymenocardia acida</i> Tul.	Euphorbiaceae	Mvete	60 - 69	19,1 - 21,9	2
<i>Hymenocardia acida</i> Tul.	Euphorbiaceae	Mvete	70 - 79	22,1 - 25,1	1
<i>Nauclea latifolia</i> Planch.	Rubiaceae	Ntumbi tseke	20 - 29	6,3 - 9,2	2

<i>Nauclea</i> Planch.	<i>latifolia</i>	Rubiaceae	Ntumbi tseke	30 - 39	9,5 - 12,4	2
<i>Nauclea</i> Planch.	<i>latifolia</i>	Rubiaceae	Ntumbi tseke	40 - 49	12,4 - 15,6	4
<i>Nauclea</i> Planch.	<i>latifolia</i>	Rubiaceae	Ntumbi tseke	50 - 59	15,9 - 18,7	3
TOTAL DES PIEDS						104

5.6. Evaluation du processus de régénération.

L'évaluation a porté sur les observations du changement de la physionomie du paysage et de la composition floristique dans la savane de MANZONZI. En plus des espèces savanicoles nous avons observé une présence remarquable des espèces typiquement forestières. Le processus de la régénération commence par une disparition des graminées suite aux activités anthropiques antérieures qui cèdent la place à *Chromolaena odorata*. Notons que les graminées forment une touffe importante au sol et empêchent certaines graines d'arriver au sol et pouvoir germer. Les parcelles installées dans ces lieux comptaient moins d'arbres. Suite à l'absence du feu, ces graminées perdent de plus en plus leur pouvoir envahissant au profit de *Chromolaena odorata* dont le pouvoir envahissant laisse toujours des vides au sol qui désormais devient accessible à certaines graines des espèces colonisatrices venant des formations forestières environnantes. C'est dans ces endroits qu'on remarque la forte présence des arbres tels qu'*Anthocleista vogelii* Planch. Notons que ce dernier est typique des savanes en évolution. Ses larges feuilles créent une bonne couverture au sol, ce qui contribue efficacement à la disparition de plusieurs espèces herbacées. *Anthocleista vogelii* Planch est noté de ce fait comme précurseur des conditions favorable pour le processus de la régénération. On note une forte richesse en *Xylopi aethiopica* Mildbr. Les parties Nord Ouest (le long de la route qui limite cette savane au Nord) et Sud de la savane accusent une grande avance de conversion par rapport à la partie Est. Ceci peut être lié à la nature du sol dans la partie Est (ferralitique) arborant une végétation fortement herbacée. On note également la présence des espèces accidentelles dont la survie ne pourrait être possible qu'à l'absence du feu. Ces espèces ont germé à partir de leurs fruits tombés au sol par peut être les animaux ou les oiseaux. Ce qui pourrait être le cas pour le *Milicia excelsa* (Welw) C.C. Berg et *Spondias mombin* L. *Blighia welwitschii* (Hiern) Radlk.

Quant à la densité dans la savane mise en défens nous avons 256,3 individus/ha. Par contre dans la parcelle témoin (parcelle soumise annuellement aux feux de brousse) la densité s'est révélée faible (196 individus/ha) par rapport à celle de la savane mise en défens.

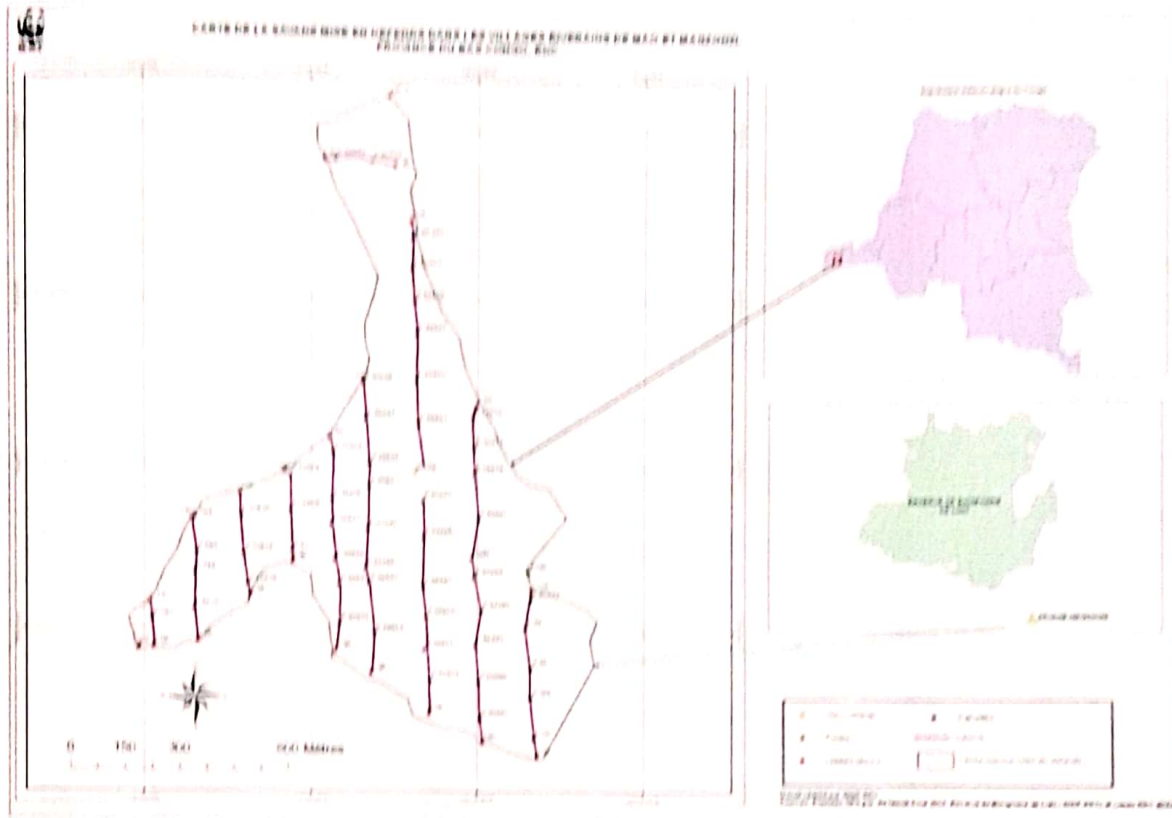
Ce processus de régénération est un bénéfice pour la population locale car il s'accompagne d'un retour massif des animaux dans les voisinages des villages riverains. Notons que la chasse est une activité pratiquée par la quasi-totalité des hommes (tout âge confondu). Un pareil retour des animaux ne serait pas possible si on y allumait des feux de brousse. Les animaux y ont ainsi trouvé de la quiétude et ont le

temps de se reproduire. Ceci est une source importante de protéine animale pour l'ensemble de la population et une source des revenus. Chaque matin, dans le village de MANZONZI, des acheteurs viennent en moto, partant de KINZAU (surtout) en quête de gibiers. Les fumoirs rencontrés le long de la route BOMA - MATADI, précisément entre MONZI et KINZAU sont fortement alimentés par les chasseurs de MANZONZI et MAO village. Les animaux les plus rencontrés dans cette savane sont des antilopes, des gazelles, aulacodes, pangolins et les porc épic (côtoient les bords des savanes). Nous avons nous même été témoins de l'abondance des gibiers dans cette savanes en délogeant plus ou moins cinq antilopes.

Nous nous étions aussi intéressés à connaître les perceptions de la population riveraine par rapport à la mise en défens de cette savane, et nous étions contents de savoir que la population ait conscience des avantages que leur offre la mise en défens de cette savane. Nous avons aussi déploré l'ignorance de certains qui croyaient que c'était pour des intérêts des blancs que cette savane a été mise en défens. Néanmoins nous les avons sensibilisés en leur démontrant que cette savane était avant tout et demeure la propriété de leur communauté. Le WWF international ou RDC ne servait que de catalyseur afin que cette savane se convertisse en forêt pour l'intérêt des populations riveraines.

5.7. Production d'une carte géo référencée de la savane mise en défens.

Une carte géo référencée a été produite à partir des données GPS récoltées lors de notre descente pour les travaux d'inventaire. Cette carte reprend le contour de la savane, disposition des layons et localisation des parcelles installées de part et d'autres des layons.



Carte 2: Carte de la savane mise en défens à MANZONZI

5.8. Mise en place d'un dispositif de suivi régulier du processus de régénération naturelle.

Le dispositif mis en place comporte 10 layons installés en fonction de la physionomie du paysage (décidé lors de notre visite exploratoire). Sur ces dix layons étaient installées des parcelles (101 au total). Chaque parcelle (rectangulaire) avait une superficie de 4000 m^2 soit $80 \text{ m} \times 50 \text{ m}$, équidistant de vingt mètres. Certains endroits où nous devions installer des parcelles ne nous laissaient pas la chance d'avoir cette superficie (4000 m^2), par des calculs de surface manquante nous étions amenés à avoir 101 parcelles au lieu de 100 pour atteindre notre unité d'échantillonnage. Le nombre des parcelles par layon dépendait de la longueur de celui-ci. Ainsi donc, le layon 1 (le plus court) ne comptait que 2 parcelles, et le layon 7 (le plus long) comptait 24 parcelles. Les layons ont été matérialisés par des marques alphanumériques du genre L_i pour dire layon i, et les parcelles P_iL_i pour dire Parcelle i Layon i. Chaque numéro de parcelle était associé au numéro du layon de manière que ceci ne pouvait pas prêter à confusion lors de l'analyse des données. Les arbres inventoriés recevaient une marque de manière à éviter le phénomène de double comptage, et aussi faciliter la

visibilité lors des travaux ultérieurs. Toutes les marques, que ce soit pour les layons, parcelles ou sur les arbres étaient faites en peintures à huile rouge.



Photo 19: Référencement des parcelles et layons.

Conclusion

Il était question dans ce travail d'évaluer le processus de la régénération dans la savane de MANZONZI avec un accent particulier mis le carbone séquestré et le volume de bois disponible dans cette savane. Les méthodes utilisées pour l'estimation du volume de carbone étaient basées sur des calculs allométriques reposant sur le diamètre à hauteur de poitrine (DHP), la hauteur moyenne des arbres et la densité des bois. La densité des arbres a été calculée à partir des échantillons de bois récoltés sur terrain. Les données du MRAC en la matière nous ont servi de référence pour attester la fiabilité de nos résultats sur les densités obtenues. Le volume de bois disponible dans cette savane a été calculé par des méthodes basées sur la hauteur moyenne des arbres, la surface terrière des arbres et les coefficients de forme. Les coefficients de forme ont été obtenus sur des arbres retenus comme modèles dont le choix était basé sur leur rectitude. Des mesures de circonférence ont été prises le long du tronc de l'arbre et une série des coefficients ont été calculés suivant le modèle de régression linéaire : $1/h(x_1^2+x_2^2+x_3^2+.....x_n^2)$.

Avec h : la hauteur de l'arbre

X_1 = circonférence du segment 1

X_2 = circonférence du segment 2 etc.....

Les coefficients de forme ainsi obtenus pour chaque arbre modèle étaient sommés et une valeur moyenne a été trouvée laquelle valeur était retenue pour calculer le volume du bois des arbres de l'espèce considérée. Les résultats obtenus par ces méthodes comparés à ceux obtenus dans la parcelle témoin sont satisfaisant et prometteurs. Avec ces résultats nous sommes convaincus que les savanes anthropiques peuvent évoluer et se convertir en forêt si elles ne sont plus exposées aux feux de brousse. Le processus de régénération a été évalué par des observations écologiques basées sur les modifications intervenues dans la physionomie de la végétation et des observations sur la composition de la strate herbacée (les jeunes pousses des espèces de cette savane). Nous étions aussi intéressé de comprendre les étapes de cette régénération. Tout commençait par l'élimination des graminées et leur remplacement par le *Chromolaena odorata*, qui crée des ouvertures au sol donnant accès aux graines qui autrefois ne pouvaient pas germer sous les graminées. Les résultats de ce travail ne sont donc qu'un premier pas, mais cette évaluation de la biomasse ayant conduit à la détermination du volume de carbone séquestré dans la savane de MANZONZI et du volume de bois disponible dans la savane de MANZONZI nécessaire à la gestion durable de cette savane n'est pas aisément réalisable et les données qui y sont relatives sont rares pour les savanes et difficilement extrapolables. Néanmoins, les méthodes ayant produit ces résultats sont probantes pour que l'on puisse les utiliser afin d'évaluer la biomasse, le carbone et le volume de bois disponible. Les études des caractéristiques du substrat seraient aussi d'une importance capitale pour comprendre

les différentes interactions pouvant avoir lieu entre le milieu naturel et la dynamique des peuplements, avant toute extrapolation de ces résultats à d'autres stations.

Recommandations

Les efforts consentis jusqu'à ces jours par l'ensemble des acteurs concernés dans la gestion et la protection de la savane de MANZONZI est énorme, mais grand reste encore à faire. L'évaluation du processus de régénération n'en fait pas aussi exception. Quant à l'évaluation du processus d'évaluation, nous recommandons que :

- ❖ Soient installées des parcelles permanentes pour le suivi de cette régénération. Un nombre réduit des parcelles serait le mieux (8 – 10 parcelles) suivant les grandes influences floristiques.
- ❖ Des inventaires de régénération soient faits dans chaque parcelle et dans la parcelle témoin. Ces inventaires auront pour but de comprendre la régénération des espèces dans chaque parcelle et la parcelle témoin, tirer des conclusions scientifiques et prédire la physionomie de la végétation de cette savane si toutes choses restent égales.
- ❖ Soient faites des études des caractéristiques des sols de cette savane. Ceci pourraient expliquer peut être pourquoi la partie Nord - Ouest et le Sud connaissent une évolution plus rapide que l'Est de la savane.
- ❖ Les travaux soient annuels pour évaluer les accroissements de la biomasse, du volume de carbone et du volume de bois.

Quant à la protection et la gestion de la savane nous recommandons que :

- ❖ Les coupes feux soient établies en temps convenables c'est-à-dire au début de la saison sèche, et entretenus quand les risques des feux sont grands, surtout au mois de Septembre, mois durant lequel plusieurs paysans mettent du feu dans leurs champs. La dimension des coupes feux doit dépasser 3 m, et les abords de la route de véhicule doivent être bien dégarnis de toutes les herbes pour éviter la traversée du feu venant des champs des paysans (surtout de Mao village). Ceci, afin d'éviter l'intrusion du feu dans la savane comme ce fut le cas en Septembre dernier ou environ 10 % de la savane était partie en fumée.
- ❖ Une équipe de patrouille soit mise sur pied pour veiller aux mouvements du feu quand les paysans brûlent leurs champs.
- ❖ Les travaux de sensibilisation continuent pour embarquer les réfractaires dans la gestion et la protection de la dite savane.

Difficultés rencontrées

Les difficultés rencontrées ont été plutôt liées à l'obtention des données dendrométriques sur les espèces des arbres des savanes, pouvant nous servir de référence afin de comparer les résultats de notre travail. Ceci nous a conduits à déterminer dans les conditions qui étaient les nôtres que nous qualifions d'artisanales. Par exemple pour avoir la densité des bois, les échantillons devraient être séchés à l'étuve et non au soleil pour espérer atteindre le 0 % d'humidité comme requis. Le travail de l'anatomie n'a pu être fait suite à l'état défectueux d'une pièce de microtome. Nous étions également confrontés à une panne de notre matériel de travail (le lap top) qui a rendu le travail plus long que prévu.

Bibliographie

B.Toirambe (2010) : Conduite d'une évaluation de départ de la situation de biodiversité, des impacts des pressions anthropiques sur les ressources naturelles et de la gouvernance environnementale de la Réserve de biosphère de Yangambi. Rapport de consultation WWF. Inédit, 198 p

Betti, J. L. (2001). Usages traditionnels et vulnérabilité des plantes médicinales dans la réserve de biosphère du Dja, Cameroun. Thèse Doctorat, Université Libre de Bruxelles. Belgique.

J. Chave, C. Andalo, S. Brown, M.A. Cairns, J.Q. Chambers, D. Eamus, H. Folster, F. Fromard, N. Higuchi, T. Kira, J.P. Lescure, B. W. Nelson, H. Ogawa, H. Puig, B. Riéra, T. Yamakura (2005): Tree allometry and improved estimation of carbon stock and balance in tropical forests. Springer verlag 2005. P13

J.L. Dupouey, G. Pignard, V. Badeau, A. Thimonier, J.F. Dhote, G. Nepveu, L. Bergès, L. Augusto, Said Belkacem, C. Nys (2002): Stock et flux de carbone dans les forêts Françaises, in Comptes rendus de l'academie de l'agriculture de France. INRA, Paris.

J.L. Doucet (2011) : Principaux climats et unités de végétation en zone tropicale. Cours Master 2 ERAIFT. Inédit.

J. Zwanepoel (2009) : Elément de dendrométrie. Seminaire organisé à l'intention des stagiaires au Musée Royal de l'Afrique Centrale « MRAC ». (Inédit).

www.metafro.be: Wood specific gravity summary table_ v1.