

Ministère des Enseignements Secondaires,
Supérieurs et de la Recherche Scientifique

Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (U.P.B.)

Institut du Développement Rural (I.D.R.)

Rapport de stage de troisième année (IDR1)
Présenté par

El hadji FAYE

**Biomasse et profil racinaires des ligneux dans les
jachères en zone soudano-sahélienne du Sénégal
(Terroir de Thyssé-Kaymor).**

Sous la direction scientifique de Dr Christian FLORET

Maître de stage : Dr Dominique MASSE
ORSTOM/Dakar Hann

Année Universitaire 1997-1998
(Octobre 98)

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

mon père, Mor FAYE, qui nous a quitté discrètement le 22 août 1998 à 15 h 30 mn pendant que, à 300 km de là, je collectais les données de ce rapport, que tous les chiffres et lettres de ce dernier soient transformés en prières pour lui ;

mon épouse, Ndèye NDIAYE ;

madame DIATTA née Awa BADJI ;

Vous tous avez joué un rôle inoubliable pour ma survie.

Avant-propos

Ce travail s'inscrit dans le cadre de la formation des Ingénieurs des Eaux et Forêts de l'Institut du Développement Rural (I.D.R.) de l'Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (U.P.B.). Il correspond à un stage de fin de troisième année sanctionné par un rapport noté qui entre en compte pour la quatrième année d'étude.

Nos remerciements s'adressent au directeur de l'I.D.R., au directeur des études et au responsable des stages qui nous ont autorisé à faire le stage pluvial au Sénégal. Nous associons à ces remerciements messieurs SOME Antoine et ILBOUDOU Jean Baptiste ainsi que tout le corps professoral.

Le programme Jachère regroupe cinq pays de l'Afrique occidentale dont le Sénégal. L'ORSTOM assure l'assistance technique. Le volet Biodiversité est mené au Sénégal, au Mali et au Cameroun.

C'est dans le cadre de ce vaste programme que le thème abordé nous a été proposé, d'un commun accord, par Monsieur Christian FLORET, coordonnateur régional du projet et Monsieur Malaïny DIATTA, coordonnateur national au Sénégal. Malgré leurs occupations multiples, ils ont trouvé le temps de lire et corriger ce travail. Qu'il me soit permis de leur exprimer ma profonde gratitude.

Nous réservons une mention particulière à Monsieur M. DIATTA dont l'appui et les encouragements permanents nous ont permis d'arriver à sauver cette année universitaire. Dans la même lancée, nous gardons en mémoire la grande ouverture de Monsieur Roger PONTANIER.

Monsieur Dominique MASSE, Docteur-Ingénieur en pédologie, a encadré ce travail. Nous lui exprimons nos remerciements pour ses conseils judicieux et sa grande disponibilité.

Avec Christine DA CONCEICIAO SILVA, nous avons eu des discussions fort intéressantes et utiles concernant la méthode d'étude et la conduite des travaux de terrain. Qu'elle trouve ici l'expression de mes remerciements sincères.

Nous remercions les responsables de l'ORSTOM au Burkina Faso, monsieur Jean FAGES et monsieur George SERPANTIE pour l'accueil et les services rendus ainsi que tout le personnel de l'ORSTOM Bobo.

Nous avons toujours utilisé le matériel informatique du laboratoire d'écophysiologie de l'ORSTOM. Nous tenons à en remercier Messieurs Roger PONTANIER et Frédéric DO qui ont beaucoup facilité cela. Ce dernier nous a, par ailleurs, fourni une bonne partie de la documentation correspondant à notre « profil ». A ces remerciements, nous associons les stagiaires Lamine, Diami, pour leur ouverture d'esprit, en particulier Vencyslas GOUDIABY qui n'a cessé de nous faire des suggestions et qui nous a fourni de la documentation.

Nos remerciements vont aussi à l'endroit de Madame Ndèye NDIAYE-FAYE qui malgré son travail de thèse a trouvé le temps de lire ce travail.

Nous remercions également tout le personnel du laboratoire jachère Ndèye Fatou FALL, Vieux BADJI, Macodou DIAGNE, tous les étudiants et stagiaires, Makhfous SARR, Ibrahima DIEDHIUOU, Bothié KOÏTA, Massamba NIANG, M.KAÏRE, Fatima DIONE, Ida MADINA, qui ont su créer une ambiance de travail dans la fraternité. Nous ne saurons passer sous silence l'apport fort appréciable de Lamine SAGNA et Younoussa TRAORE, sur le terrain et au laboratoire.

Introduction

La phytomasse ligneuse aérienne (tiges, rameaux) sert souvent à la satisfaction des besoins énergétiques, d'œuvre et de service des populations rurales des zones soudano-sahéliennes. Celles-ci trouvent leurs sources dans les jachères de plus en plus raccourcies. Plusieurs études ont porté sur la quantification de cette production (FRONTIER *et al.*, 1995 ; DIATTA, 1994 ; KAÏRE, 1996).

La biomasse ligneuse hypogée peut être plus ou moins importante selon la morphologie et la biologie du système racinaire même si elle contribue rarement à la consommation énergétique des populations. Le plus souvent, elle est destinée à se décomposer sur place.

Certaines espèces rejettent bien de souche. D'autres régénèrent difficilement après coupe dans les jachères et les forêts.

Les souches ont été étudiées dans les champs et jachères en zone soudanienne du Sénégal par DIAO (1995) et MANLAY (1997). Ces études portent essentiellement sur les racines et les profils qualitatifs. Elles ne sont pas rapportées à des unités de surface ou de volume. La distribution pondérale et quantitative des différentes classes de racines ligneuses en fonction de la profondeur et de la distance à l'arbre a été peu abordée.

La biomasse ligneuse hypogée est difficile à étudier (FRONTIER *et al.*, 1995). Pourtant, dans les régions tropicales sèches, cette fraction de la biomasse ligneuse peut ne pas être négligeable. Depuis la dévaluation du CFA, il y aurait une utilisation massive des racines et écorces en pharmacopée au point de menacer certaines espèces. En plus, de par leur rôle sur la porosité du sol, sur le recyclage des éléments chimiques, la fixation symbiotique de l'azote et la restitution d'une masse importante de matière organique, les racines contribuent à la fertilité physique et chimique des sols de jachères. Leur quantification est importante pour l'établissement du bilan de matière dans les jachères.

Ces fonctions incitent à s'interroger sur l'impact de l'anthropisation et l'effet de l'âge des jachères sur la biomasse et les profils racinaires. On s'intéressera dans cette étude à la variation du profil racinaire en fonction du mode de gestion, du type et de l'âge de la jachère.

Cette appréciation permettra d'avoir une idée sur sa répartition dans la partie agricole du profil. La connaissance des profils racinaires dans ces jachères naturelles pourrait contribuer aussi à l'orientation des choix des techniques culturales.

Chapitre 1 : Matériel et méthode

11/ Le cadre d'étude

La région d'étude est située dans la partie sud du Bassin arachidier du Sénégal, sur les terroirs villageois de la communauté rurale de Thyssé Kaymor (13° 45' N et 15° 40' W), à une trentaine de kilomètres à l'est de Nioro du Rip. Cette communauté rurale, d'une superficie de 19500 hectares, fait partie de l'arrondissement de Médina Sabakh, dans la région administrative de Kaolack (figure 1).

Le climat régional est de type soudanien à deux saisons fortement contrastées : une longue saison sèche (Novembre à Mai) et une courte saison des pluies (Juin à Octobre). Les précipitations annuelles moyennes sur la série (1970-1992), réparties entre 60 et 45 jours de pluies sont de l'ordre de 600 mm. La saison des pluies est centrée sur le mois d'août qui reçoit 37% des précipitations (DIATTA, 1994). L'analyse de séries observées depuis 1932 à la station de Nioro du Rip a montré que la période actuelle s'inscrit dans la tendance générale des déficits pluviométriques, constatée à partir des années 1970.

Les caractéristiques géomorphologiques et édaphiques de la région sont connues grâce aux travaux de BERTRAND (1972) et ANGE (1985).

Les différentes unités géomorphologiques identifiées dans la zone sont :

- *Le plateau cuirassé* compris entre 25 m et 40 m d'altitude. La pente générale très faible, inférieure à 1 %, entraîne tout de même une érosion des horizons supérieurs. Celle-ci est relativement plus forte en bordure de plateau. Les sols sont de type ferrugineux tropicaux peu épais sur cuirasse gravillonnaire, et lithosoliques sur le talus d'éboulis. Cette unité de plateau est utilisée essentiellement pour le pâturage, le ramassage de bois et de divers services (cueillette, pâturage, chasse...). Il s'agit de la zone de savane boisée et de parcours du bétail. Deux des jachères étudiées se situent dans cette unité (P4 et SO1).

- *Le glacis* est une surface entaillée dans les altérites de grés cuirassés. La profondeur de la cuirasse est très variable et dépend du modelé (BROUWERS, 1987). Les sols sablo-limoneux sont ferrugineux tropicaux lessivés moyennement profonds, de la série rouge. Ce sont des sols sensibles à l'érosion lors de leur mise en culture (VALENTIN, 1990). Cette unité géomorphologique est occupée par le parc agroforestier à *Cordyla pinnata* où l'arachide, le mil et le coton constituent les soles principales. Une des jachères abordées se trouve dans cette partie du paysage (SO2).

- *La terrasse* correspond à des formations de colluvionnement et d'alluvionnement épaisses, principalement sableuses, limoneuses en surface et argileuses en profondeur. Les sols sont ferrugineux tropicaux peu lessivés, profonds et de série beige. La terrasse occupée par le parc agroforestier à *Parkia biglobosa*, est exploitée essentiellement pour la culture des céréales (mil, maïs).

- *Le bas-fond* se décompose en une surface alluviale temporairement inondée et une aire colluvio-alluviale latérale. Des traces d'érosion régressive et des indices d'hydromorphie apparaissent sur cette dernière. Cette zone occupée par la forêt-galerie, est utilisée pour le parcours du bétail, le maraîchage et la culture du riz.

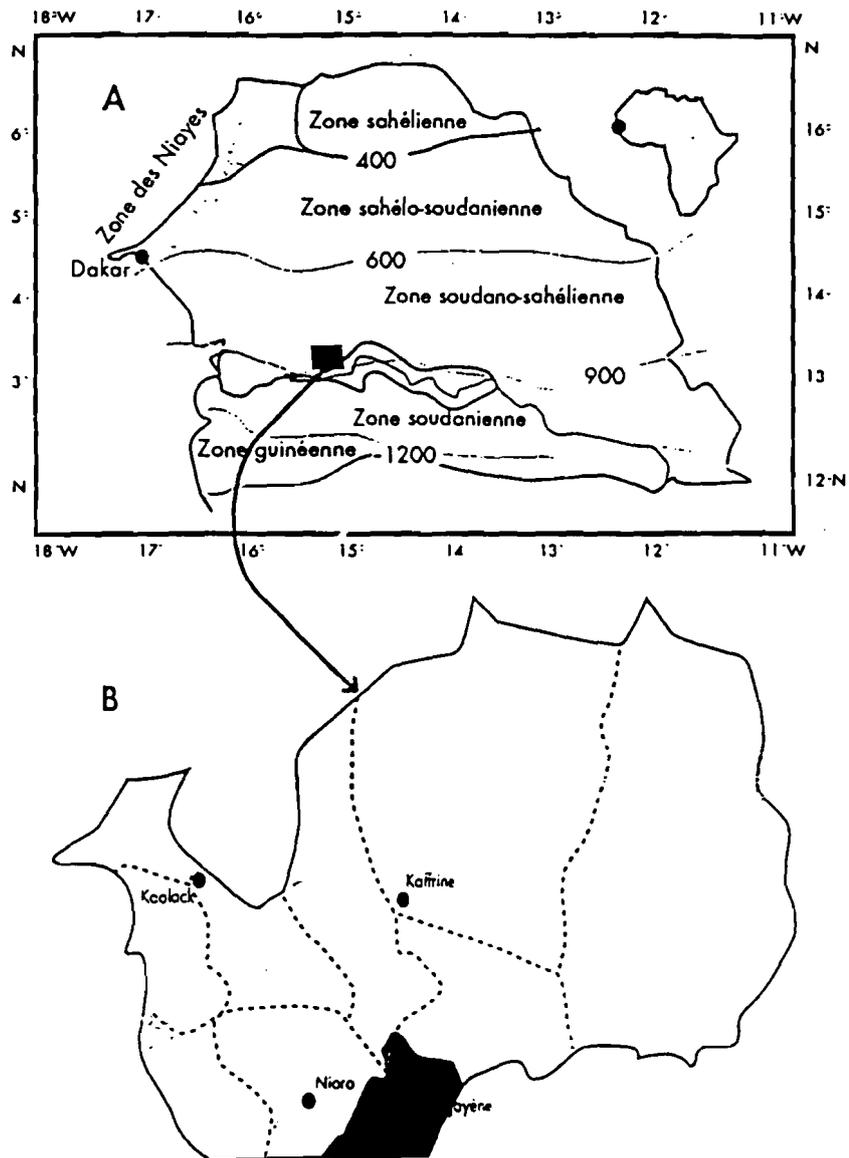


Figure 1 : Situation de la zone d'étude (A : carte du Sénégal, B : carte du site ; in DIATTA *et al* 1998)

12/ Le matériel de l'étude

L'étude a été menée dans trois jachères à Thyssé Kaymor :

- une jachère courte (4 ans) mise en défens depuis 1994, il s'agit d'une défriche récente (SO1, parcelle cultivée jusqu'en 1994 pendant 8 ans) ;
 - une jachère courte (4 ans), améliorée avec *Acacia holosericea* et mise en défens en 1994 sur une défriche ancienne (SO2, parcelle cultivée jusqu'en 1994 pendant plus de 30 ans) ;
 - une jachère naturelle ancienne (18 ans), mise en défens depuis 1988 (P4) ;
- Les jachères SO1 et SO2 intègrent le dispositif expérimental du programme « Jachère biodiversité » (ISRA/ORSTOM).

Le dispositif d'étude comprend :

- pour l'étude de la biomasse racinaire, trois facteurs : la gestion de la jachère, avec un couple de parcelles protégée (D) et non protégée (A) (P4D et P4A); le type de jachère, avec deux jachères protégées naturelles et une améliorée (SO1 et SO2, P4D et SO2) et enfin l'âge de la jachère avec deux jachères protégées (P4D et SO1).
- pour l'étude des profils racinaires, un individu de *Combretum glutinosum* a été étudié dans chaque jachère naturelle en plus de *Guiera senegalensis* dans la SO1 ; un individu d '*Acacia holosericea* a été étudié dans la jachère améliorée. Leurs caractéristiques dendrométriques sont résumées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Caractéristiques dendrométriques du matériel végétal

	Parcelles							
	SO1		SO2		P4D		P4A	
	Db (cm)	H (m)	Db (cm)	H (m)	Db (cm)	H (m)	Db (cm)	H (m)
<i>Combretum glutinosum</i>	5.5	0.2			16.6	6	14.5	1.2
<i>Guiera senegalensis</i>	7	0.2	-	-	-	-	-	-
<i>Acacia holosericea</i>	-	-	9.7	-	-	-	-	-

Db = diamètre basal en cm ; H = hauteur en m

13/ Méthode d'étude des profils racinaires des ligneux

131/ Etude de l'enracinement

L'étude est menée à l'aide d'une grille, d'un pied à coulisse et d'un couteau. La grille constituée d'un cadre métallique, a des mailles carrées de 10 cm de côté; celles-ci sont composées de tiges en fer bien soudées. La grille d'un mètre de long et 0.50 mètre de large est plaquée contre la paroi de la tranche de sol, après que l'on ait ouvert une tranchée de dimension légèrement supérieure. L'arbre est positionné au centre de la tranchée. Le pied à coulisse mesure les diamètres racinaires.

132/ Collecte des données

La grille est graduée selon un repère orthonormé et chaque maille a un intervalle de 10 cm. Les racines sont repérées par des coordonnées (x = 0 à 100 cm; y = 0 à 50 cm). La limite supérieure de la cuirasse a été notée; en principe, celle-ci devrait s'opposer à la pénétration racinaire.

Toutes les racines sont repérées dans la grille, leurs diamètres relevés avec le pied à coulisse (photos 1 et 2 a). Elles sont ensuite réparties selon 4 classes de diamètre :

0-2 mm : classe 1

2-5 mm : classe 2

5-10 mm : classe 3

>10 mm : classe 4

Ce travail de repérage et de mesure de diamètres racinaires a été conduit sur trois profils de sol situés à 70 cm, 50 cm et 20 cm du pied des arbres. Pour *Guiera senegalensis*, un seul profil effectué à 20 cm de son pied, a été réalisé.



Photo n° 1 : Mise en place de la grille, profil à 20 cm du pied de *Combretum glutinosum*

14/ Méthode de quantification de la phytomasse ligneuse hypogée

La phytomasse racinaire a été évaluée par deux méthodes complémentaires : les tranchées et les sondages verticaux (ou carotages). Le carotage permettra surtout de contrôler les racines fines. En effet, MORDELET (1993) pose le problème de la représentativité des racines épaisses dans les volumes de terre extraits par la tarière à racine. Au delà de 2 mm de diamètre, la répartition des racines est trop hétérogène et la tarière ne permet pas une coupe franche.

Le choix de se limiter à une profondeur de 40 cm est lié aux observations de DIAO (1995) qui a montré que plus de 70 % de la biomasse racinaire du premier mètre de sol se trouvait dans les 40 premiers cm.

141/ Méthode des tranchées

Elle consiste à ouvrir dans chacune des parcelles étudiées une tranchée de dimensions : 10 m x 0.5 m x 0.4 m (L x l x p). L'emplacement des tranchées est choisi de sorte que celles-ci soient représentatives des différents faciés de végétation ligneuse des parcelles. Dans chacune d'elles, la

tranchée traverse une zone nue, une zone peu boisée et une autre boisée. Dans les parcelles SO1 et SO2, les ligneux ayant été coupés en mai 1998, le travail a porté sur les souches : vivantes dans la parcelle SO1 et brûlées dans la parcelles SO2.

Les emplacements des tranchées sont ensuite désherbés et grattés sur environ 5 cm de profondeur pour éliminer la plus grosse partie des racines des herbes.

La deuxième étape consiste à piqueter et à ouvrir les tranchées. Cette ouverture s'effectue par mètre linéaire et suivant deux profondeurs séparées : 0-20 cm et 20-40 cm. Ainsi, à chaque mètre, toutes les racines sont récoltées pour ces deux horizons, étiquetées et ensachées (photos 2 b et c). Les racines de *Combretum glutinosum* et de *Guiera senegalensis* sont brunes tandis que celles des herbacées sont blanches ; cette couleur blanche rend la distinction avec les racines fines de *Acacia holosericea* plus difficiles. Mais celles-ci sont toujours moins tendres.

Au total, 80 échantillons ont été rapportés au laboratoire.

142/ Méthode du cylindre

L'appareil utilisé a été décrit par GROUZIS (1988). Il s'agit d'une sonde fabriquée dans un tube d'acier de 6 mm d'épaisseur et 75 mm de diamètre intérieur nettement supérieur à la limite de 40 mm (fixée par SCHUURMAN et GOEDEWAAGEN, 1971 cité par GROUZIS, 1988) en dessous de laquelle, s'établissent de trop grandes forces de frottement entre échantillon et bord de la sonde (AKPO, 1992).

Le long de chaque tranchée, 10 échantillons de terre sont prélevés sur l'horizon 0-40 cm de profondeur, à raison d'un trou par mètre, soient au total 50 échantillons.

143/ Estimation de la biomasse racinaire de *Combretum glutinosum* et *Acacia*

holosericea

Trois individus dont les caractéristiques sont résumées dans le tableau 1 constituent l'échantillon étudié. Pour chaque individu, la biomasse a été quantifiée sur une tranche de terre de 1 m de long, et 70 cm de large, en fonction des profondeurs 0-20 cm et 20-40 cm. Au total un volume de terre de 1 m x 0.70 m x 0.40 m (L x l x p) a été déterré à 70 cm de chaque arbre.

Des relations seront établies entre valeurs totales de biomasses et le diamètre des plus grosses racines (à 20 cm du tronc) de *Combretum glutinosum* et *Acacia holosericea*.

144/ Traitement des échantillons au laboratoire

Les échantillons issus des tranchées sont lavés à l'eau dans une bassine tandis que ceux récoltés au cylindre sont passés à l'élutriateur. Puis, ils sont tous mis à l'étuve à 70° C pendant 48 heures.

Les poids totaux des échantillons ont été déterminés avant de procéder au tri des racines en fonction des quatre classes de diamètres racinaires suivantes : 0-2 mm (classe 1), 2-5 mm (classe 2), 5-10 mm (classe 3) et supérieur à 10 mm (classe 4). Ce qui a permis d'avoir le poids racinaire par classe de diamètre ainsi que celui des débris (les chutes de racine du fait de la coupe ou de l'extraction du sol).

a)



b)



c)

Photos n° 2 : Repérage des racines et ouverture des tranchées dans les vieilles jachères anthropisée (b), protégée (a et c).

Chapitre 2 : Résultats

21/ Les profils racinaires des ligneux dans les jachères

On distinguera deux niveaux de présentation des résultats : le niveau horizon (profondeur) et le niveau profil (ensemble des horizons).

211/ Le niveau horizon

2111/ Effets anthropiques (P4D/P4A)

Aussi bien en zone protégée (P4D) qu'anthropisée (P4A), les racines fines (0-2 mm) augmentent au fur et à mesure qu'on se rapproche du collet (de bas en haut) (figure 2). En termes d'impacts, les grosses racines sont plus nombreuses dans la parcelle anthropisée quelle que soit la position (figure 2).

Dans la P4A, les grosses racines sont concentrées à plus de 70% dans les 25 premiers cm quelle que soit la position par rapport à l'arbre. Mais toutes les classes de racines sont représentées à tous les horizons et plus les racines sont grosses moins elles sont nombreuses. Les racines fines sont partout dominantes.

La distribution racinaire est moins invariable dans la mise en défens et la classe supérieure à 10 mm de diamètre n'est représentée de façon nette que dans l'horizon 0-10 cm à 20 cm du tronc. Les racines fines sont très abondantes dans la mise en défens et dépassent largement les valeurs obtenues en P4A quelle que soit la position.

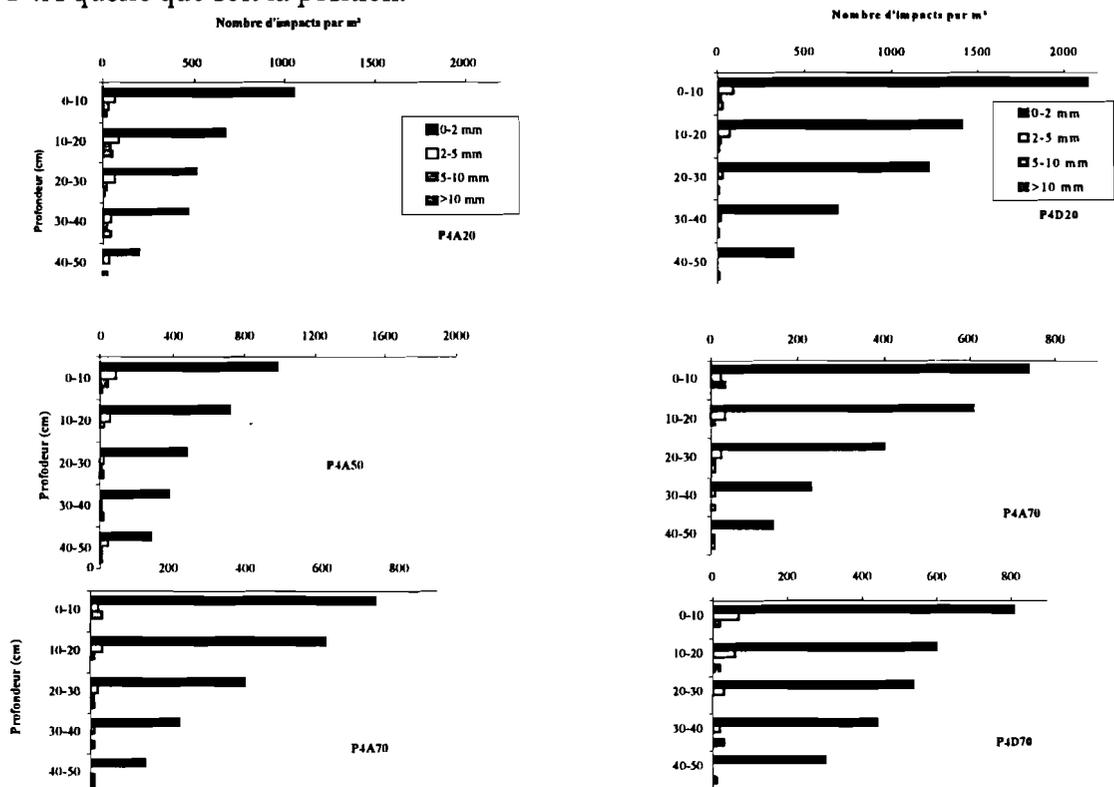


Figure 2 : Effet anthropique sur la distribution spatiale des racines de *Combretum glutinosum* (Vieilles jachères : anthropisée à gauche, protégée à droite)

2112/ Effets de l'âge de jachère (P4D/SO1)

La concentration des racines dans la partie agricole du profil (50 cm) augmente avec l'âge de la jachère. Les racines fines et les grosses sont plus nombreuses dans la vieille jachère. Dans la jeune jachère, les grosses racines sont presque exclusivement concentrées dans les 20 premiers cm tandis qu'elles sont mieux réparties dans la vieille jachère (figure 3).

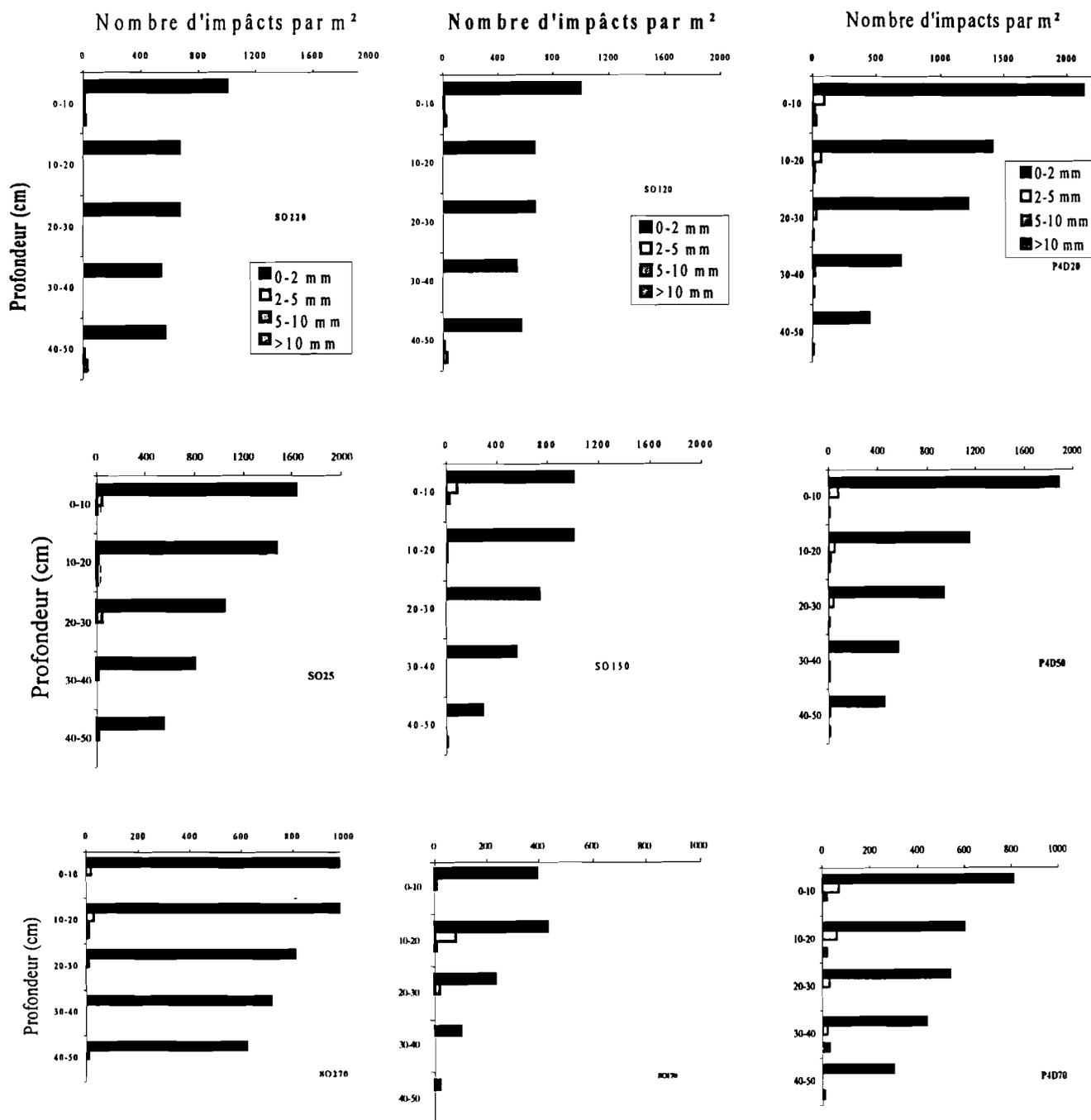


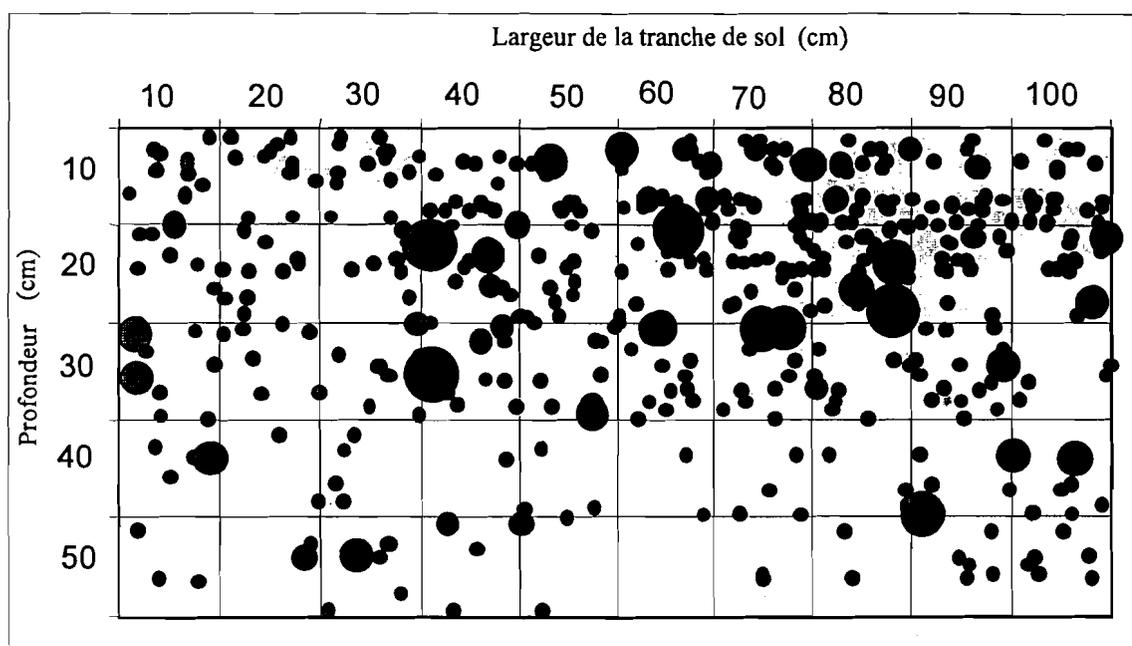
Figure 3 : Effets jachère et effets espèces sur la distribution spatiale des racines : à gauche et au centre (SO2 et SO1 : jeunes jachères, améliorée et naturelle) à droite (P4D : vieille jachère protégée)

2113/ Comparaison entre jachères améliorée et naturelles (SO1/SO2/P4D)

Dans la jachère améliorée (SO2), les racines fines, très nombreuses, sont bien réparties à travers la partie agricole (0-50cm) tandis que les grosses racines sont concentrées dans les 25 premiers cm de profondeur (figure 3, SO2).

Dans la jeune jachère naturelle (SO1) :

- dans les 30 premiers cm à 20 cm de la tige de *Guiera senegalensis*, les petites racines sont plutôt concentrées. Les 20 derniers cm renferme une seule grosse racine (5-10mm). A travers les 30 premiers cm, les grosses racines se situent dans un rayon de 30 cm autour du pivot (figure 4).



(classes : 0-2 mm=les racines fines ; 2-5 mm=les racines petites ; 5-10 mm=les racines moyennes ; 10-19 mm=les grosses racines)

Figure 4 : Profil racinaire perpendiculairement à 20 cm du tronc de *Guiera senegalensis*

- à 70 cm du pivot de *C. glutinosum*, les racines sont rares. On y rencontre une seule racine supérieure à 5 mm de diamètre et même les racines fines (0-2 mm) sont peu fréquentes. A 50, puis 20 cm du pivot, les grosses racines et les petites augmentent progressivement (figure 3, SO1).

Il y a donc plus de petites racines (0-5 mm) et de grosses racines (5-40 mm) en jeune jachère améliorée qu'en jeune jachère naturelle, mais les grosses racines sont localisés en profondeur dans la SO1, dans la SO2 elles sont superficielles. L'enracinement traçant d'*Acacia holosericea* est traduit par la constance de la profondeur de ces racines (0-25cm) indépendamment de la position (figure 3, SO2). Le phénomène inverse est noté chez *Combretum glutinosum* (figure 3, SO1).

Dans la vieille jachère naturelle (P4D), il existe beaucoup moins de racines fines mais plus de racines grosses que dans la jachère améliorée, quelle que soit la profondeur, à 70 cm du pied des arbres. Cette tendance ne se vérifie pas à 50 et 20 cm des arbres. A 20 cm des pieds, plus de 70 % de grosses racines se concentrent dans les 20 premiers cm (P4D) (figure 3, SO2 et P4D) tandis que plus de 60% de celles de *A. holosericea* se concentrent sur un rayon de 15 cm autour du pivot (figure 5).

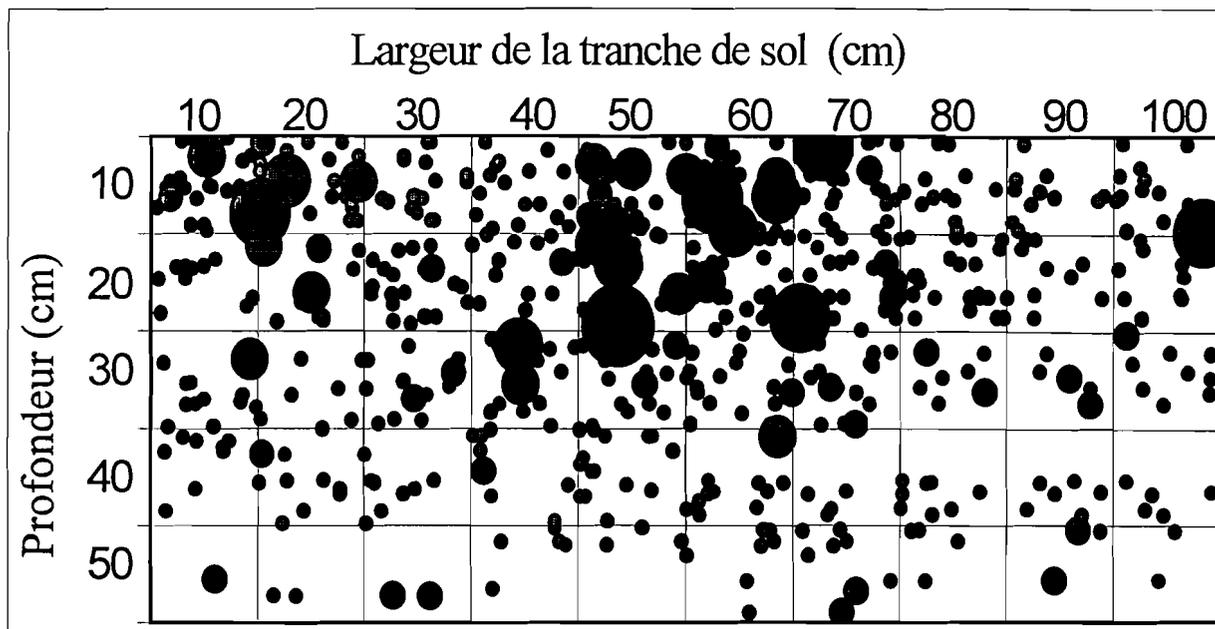


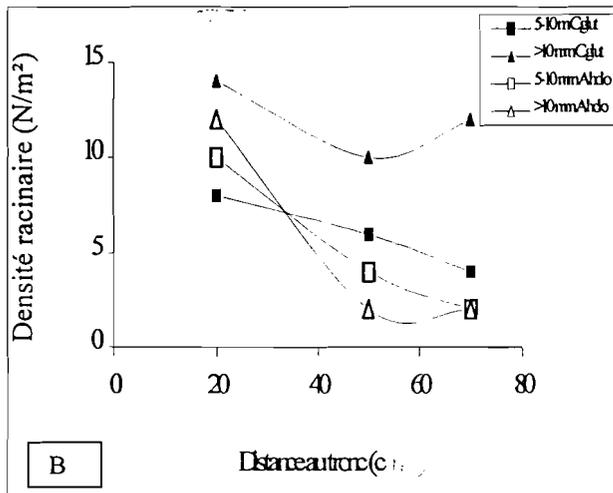
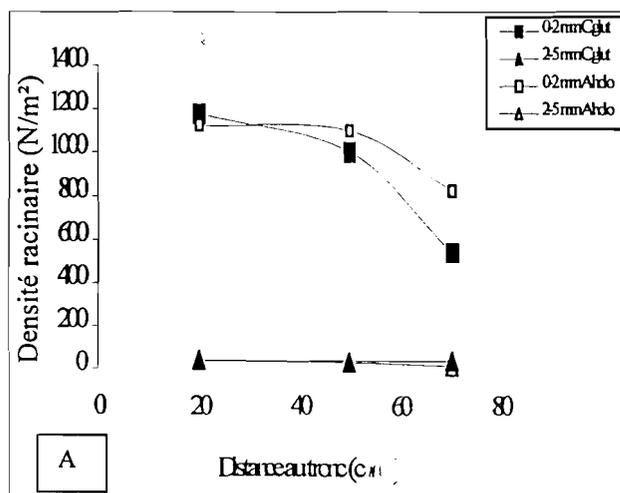
Figure 5 : Profil racinaire perpendiculairement à 20 cm du tronc d'*Acacia holosericea* ($0.5\text{mm} < d < 20.1\text{mm}$)

212/ Le niveau profil

2121/ Effet espèces

Acacia holosericea âgé de 4 ans produit plus de racines fines (0-2 mm) que *Combretum glutinosum* âgé de 18 ans au moins (sauf à 20 cm des troncs). De l'ordre de $1200/\text{m}^2$ à 20 cm du tronc, elles baissent à $900/\text{m}^2$ pour *A.holosericea* et $600/\text{m}^2$ pour *C.glutinosum* à 70 cm du tronc. Les racines moyennes (2-5 mm) ne dépassent pas $100/\text{m}^2$ quelle que soit la position (figure 6 A).

Combretum glutinosum présente à toutes les positions plus de grosses racines ($>10\text{ mm}$) qu'*Acacia holosericea*. Pour les deux espèces, les grosses racines sont abondantes à 20 cm du tronc ($10-15/\text{m}^2$). Les racines intermédiaires (5-10 mm) ne présentent pas de grandes différences entre les deux espèces. Toutefois, il y en a beaucoup plus pour *C.glutinosum* sauf à 20 cm où dominent celles d'*A. holosericea* (figure 6 B).



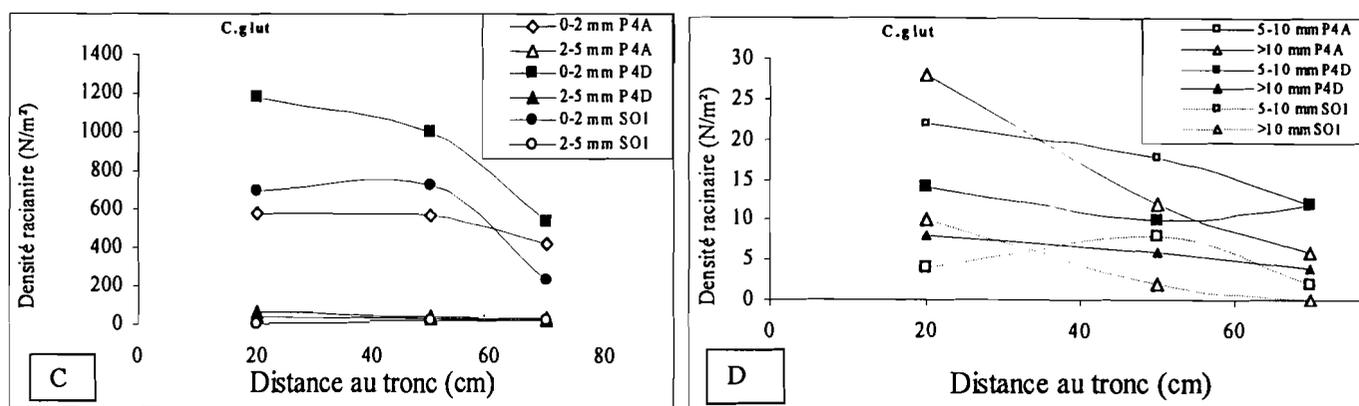


Figure 6 : Variation du diamètre racinaire en fonction de la position (A et B : effets espèce ; C et D : effets protection et âge ; C.glut. : *Combretum glutinosum*, A.holo : *Acacia holosericea*).

Globalement, *Acacia holosericea*, engendre plus d'impacts racinaires à toutes les positions par rapport à l'arbre. Autrement dit, quand on compare avec la figure 6 A, les racines moyennes (2-5 mm) ne modifient pas l'allure de la courbe (figure 7).

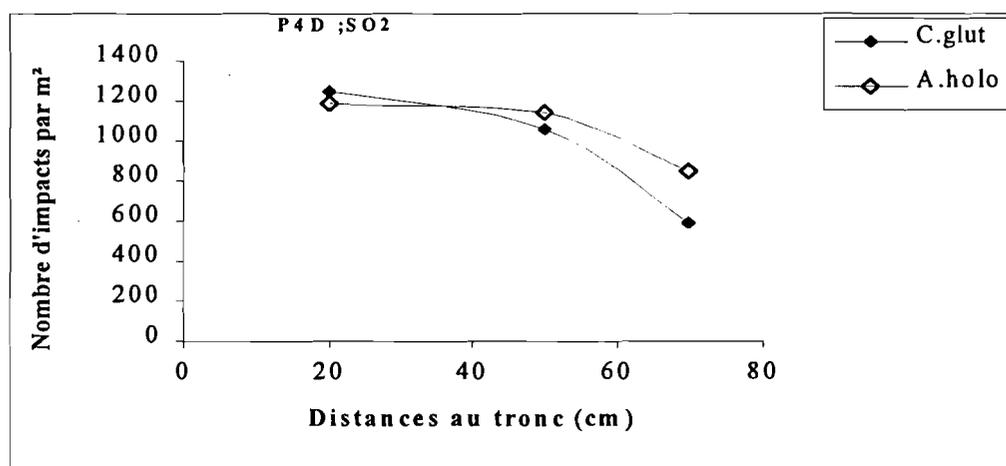


Figure 7 : Variation du nombre d'impacts en fonction de la position (*C.glutinosum* et *A.holosericea*).

2122/ Effet protection et âge

La protection améliore largement la production de racines fines indépendamment de l'âge chez *Combretum glutinosum*. En effet en P4D, suivie de SO1, elles sont plus nombreuses qu'en P4A. La protection et l'âge ne présentent pas d'effets nets sur les racines moyennes (2-5 mm) (figure 6 C). Au fur et à mesure que l'on se rapproche du pied des arbres, les racines fines augmentent (de 70 à 20 cm du tronc).

L'effet de la protection se manifeste à 20 et 50 cm du tronc où il y a plus de grosses racines (>10 mm) dans la P4A que dans la P4D. Cet effet est plus net pour les racines intermédiaires (5-10 mm). L'effet de l'âge se remarque à toutes les positions pour les grosses racines. Il est moins net pour les racines intermédiaires (figure 6 D).

22/ La biomasse racinaire des ligneux dans les jachères

221/ Effets de la protection

La vieille jachère protégée (P4D) produit au moins deux fois plus de biomasse racinaire totale (plus de 20 tonnes à l'hectare) que la vieille jachère anthropisée (P4A) (moins de 10 tonnes à l'hectare) (figure 8). La protection a un effet positif sur la production de biomasse racinaire.

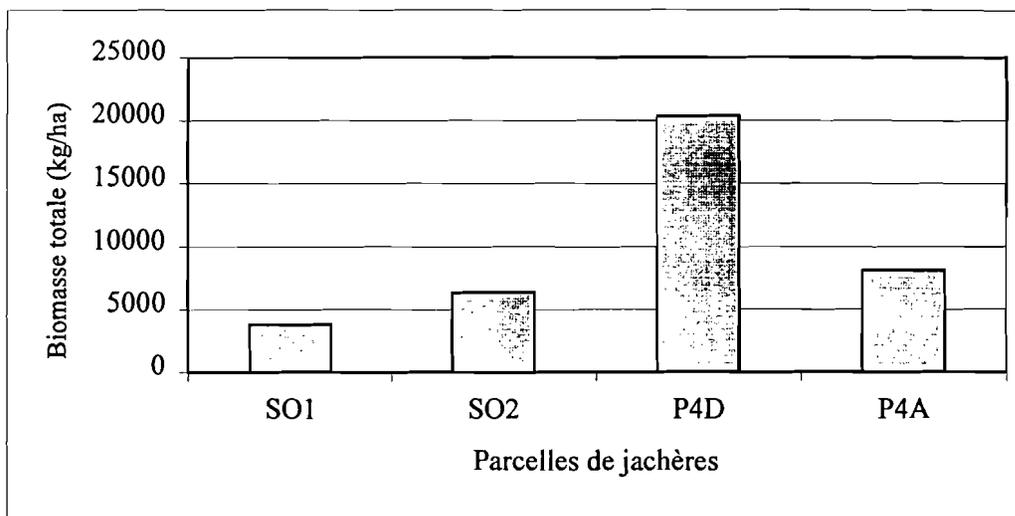


Figure 8 : Variation de la biomasse totale selon les parcelles

De cette phytomasse racinaire, plus de 60% se situe entre 0-20 cm de profondeur pour la P4D tandis que pour la P4A, cette proportion baisse à plus de 50% dans le même horizon (figure 9).

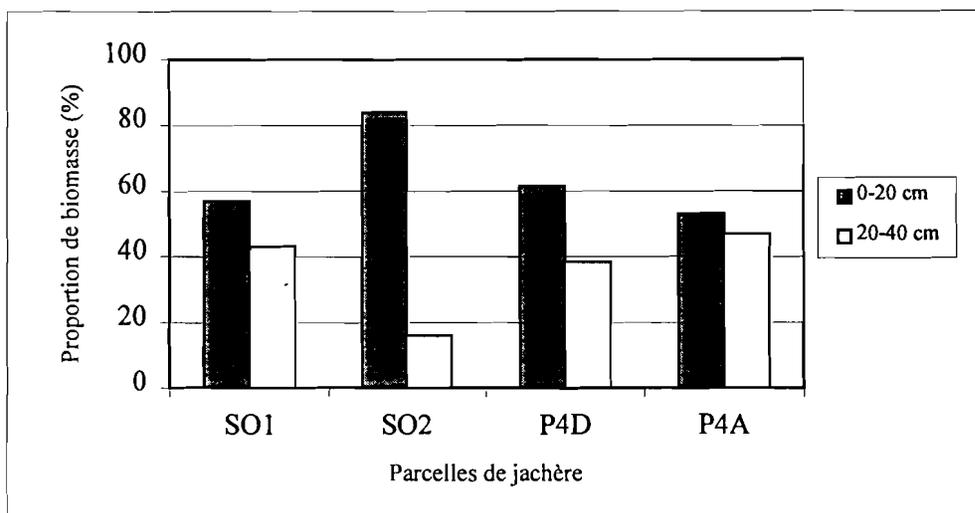


Figure 9 : Variation de la biomasse totale selon la profondeur

222/ Effet espèces

La jeune jachère améliorée (SO2) produit beaucoup moins de biomasse que les vieilles jachères mais plus que la jachère naturelle de même âge (SO1). L'introduction d'*Acacia holosericea* augmente ainsi la phytomasse racinaire ligneuse des jeunes jachères (figure 8) de 4 t/ha environ (SO1) à plus de 6 t/ha (SO2).

223/ Effet de l'âge

Toutes les vieilles jachères, anthropisée (P4A) ou protégée (P4D) ont produit plus de biomasse racinaire que les jeunes jachères (SO1, SO2) (figure 8).

224/ Variation de la biomasse en fonction de la profondeur et des classes de diamètre

Dans toutes les jachères étudiées, plus de 50% de la biomasse produite est concentrée dans les 20 premiers cm. Dans la jachère améliorée, l'horizon 0-20 cm renferme plus de 80% de la biomasse. Cela traduit un enracinement superficiel d'*Acacia holosericea* (figure 9).

Dans toutes les jachères, la biomasse des racines de diamètre supérieur à 10 mm est plus importante que celle des racines de diamètre inférieur à 10 mm. En particulier dans la vieille jachère protégée (P4D) où celle-ci dépasse 16 t/ha alors que les autres classes n'atteignent pas 4 t/ha (figure 10).

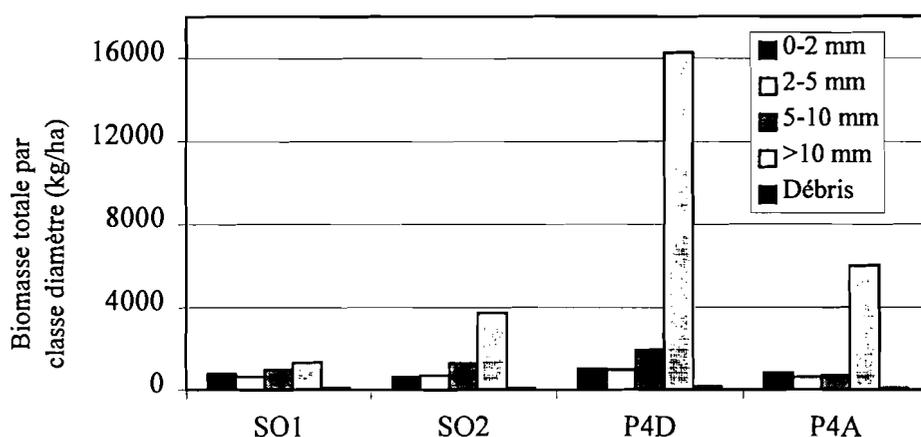


Figure 10 : Répartition de la biomasse totale par classes de diamètre

Dans l'horizon 0-20 cm, la proportion des racines de plus de 10 mm de diamètre varie de 33% (SO1) à 82% (P4D) en passant par 62% (SO2) et 79% (P4A). Les autres classes de racines ont des proportions qui varient de 5 à 24% pour la classe 0-2 mm, de 4 à 16.2% pour la classe 2-5 mm et de 4 à 24% pour la classe 5-10 mm. Ces classes de racines sont toutes, en proportion, plus abondantes en jeunes jachères qu'en vieilles jachères. Cette tendance se vérifie en valeurs absolues seulement pour la vieille jachère anthropisée (tableau 2a).

Dans l'horizon 20-40 cm, la proportion des racines de plus de 10 mm de diamètre varie de 36% (SO1) à 75% (P4D) en passant par 40% (SO2) et 68% (P4A). Les autres classes ont des proportions variant de 4 à 22% pour la classe 0-2 mm, 5 à 17% pour la classe 2-5 mm, de 12 à 27% pour la classe 5-10 mm. Elles sont, en proportion, toutes, plus importantes dans les jeunes que dans les vieilles jachères. En valeurs absolues, cette tendance ne se vérifie pas (tableau 2b).

Les débris, variant de 0.7 à 3% dans les deux horizons, sont trop faibles pour affecter significativement les proportions des différentes classes de diamètre.

Tableau 2 : Répartition de la biomasse (kg/ha et %) des parcelles dans les différentes classes de diamètres racinaires en fonction de la profondeur (cm)

		0-20 cm					totaux
		0-2 mm	2-5 mm	5-10 mm	>10 mm	débris	
SO1		527.8	352.8	522.6	733.8	33.9	2170.9
	%	24.3	16.2	24.1	33.8	1.6	
SO2		402.16	527.26	1073.1	3331.98	62.52	5334.5
	%	7.53	9.88	20.12	62.46	1.17	
P4D		670.2	560.32	883.48	10355.9	93.76	12563.6
	%	5.33	4.45	7.03	82.43	0.74	
P4A		449.58	265.5	205.8	3407.9	55.3	4310.04
	%	10.43	6.16	4.77	79.07	1.28	

		20-40 cm					totaux
		0-2 mm	2-5 mm	5-10 mm	>10 mm	débris	
SO1		251.24	283.6	454.88	597.06	55.62	1642.42
	%	15.2	17.28	27.69	36.35	3.38	
SO2		228.9	152.34	226.62	410.7	15.1	1018.56
	%	22.47	14.95	22.24	40.32	1.48	
P4D		381.7	417	1045.76	5926.76	61.42	7832.64
	%	4.87	5.32	13.35	75.66	0.78	
P4A		387.56	345.28	481.62	2597.4	39.22	3800.34
	%	10.19	9.08	12.67	68.34	1.03	

225/ Variation de la biomasse en fonction de la distance au tronc

La figure 11 montre que la biomasse augmente progressivement quand on se rapproche du pied des arbres. En jeune jachère naturelle, la biomasse à 70 cm de l'arbre est plus forte que celle obtenue à 50 cm. Les valeurs obtenues varient avec la protection et l'âge, quelle que soit la position par rapport au tronc.

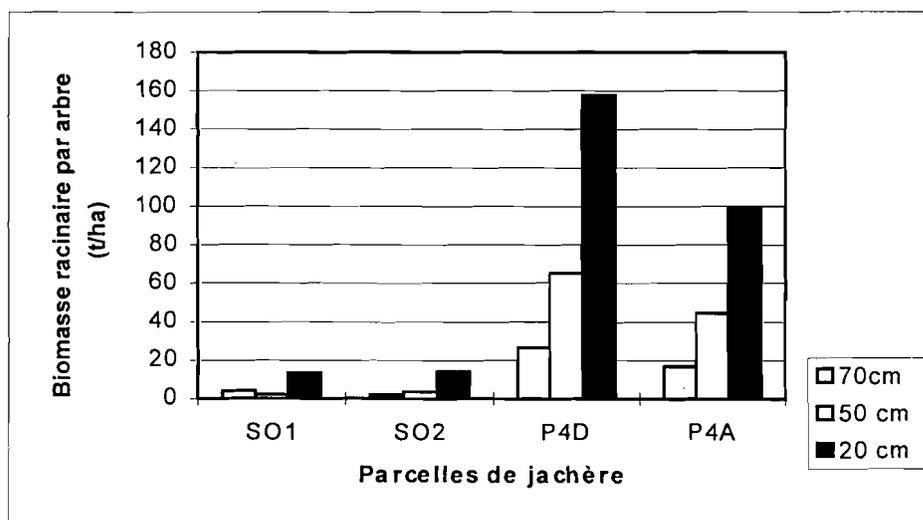


Figure 11 : Variation de la biomasse individuelle en fonction de la distance au tronc : *Combretum glutinosum* (SO1, P4D, P4A) et *Acacia holosericea* (SO2).

226/ Biomasse des racines fines (0-2 mm)

Nous avons voulu quantifier la biomasse des racines fines par une méthode plus précise : la méthode du cylindre.

La figure 12 montre que les racines fines (0-2 mm) collectées dans les tranchées sont plus abondantes dans les vieilles que dans les jeunes jachères (effet âge).

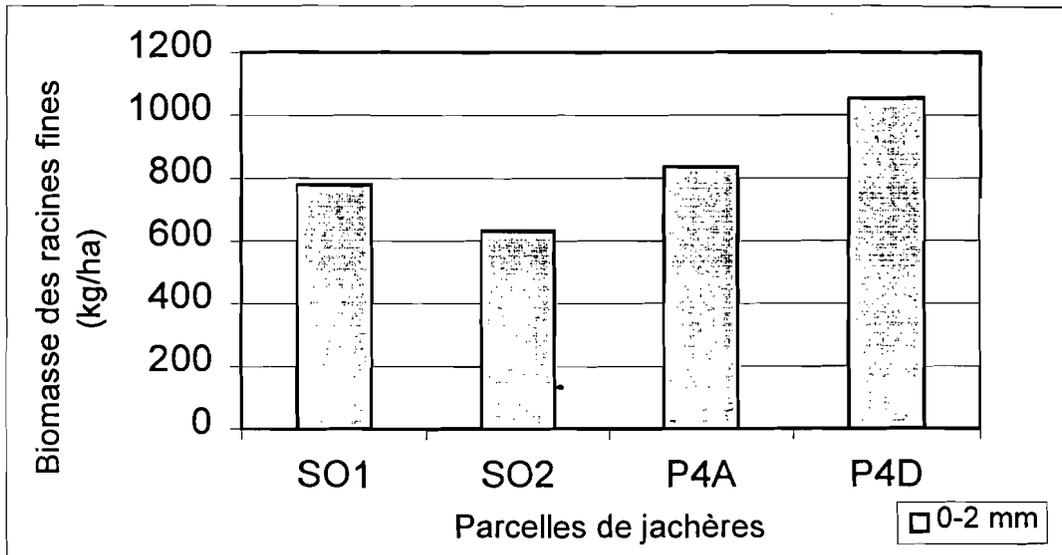


Figure 12 : Biomasse des racines fines collectées par les tranchées dans les parcelles

La même tendance est constatée sur la figure 13 représentant les racines fines collectées avec le cylindre (effet âge).

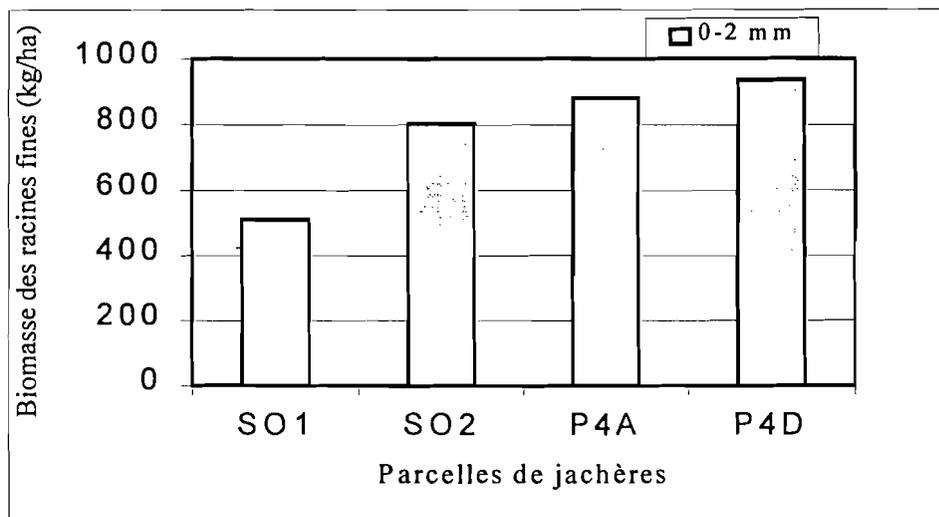


Figure 13 : Biomasse racinaire fine collectée par la méthode du cylindre

Quand on compare les deux méthodes utilisées pour la quantification des racines fines, la méthode du cylindre donne des valeurs de biomasse plus faibles pour SO1 et P4D mais plus fortes pour SO2 et P4A. Rappelons que SO2 et P4D sont une jachère améliorée et une anthropisée. Le cylindre semble réduire les erreurs de sur-évaluation et de sous-évaluation respectivement en milieu peu perturbé et en milieu anthropisé.

227/ Relation entre biomasse et diamètre racinaire

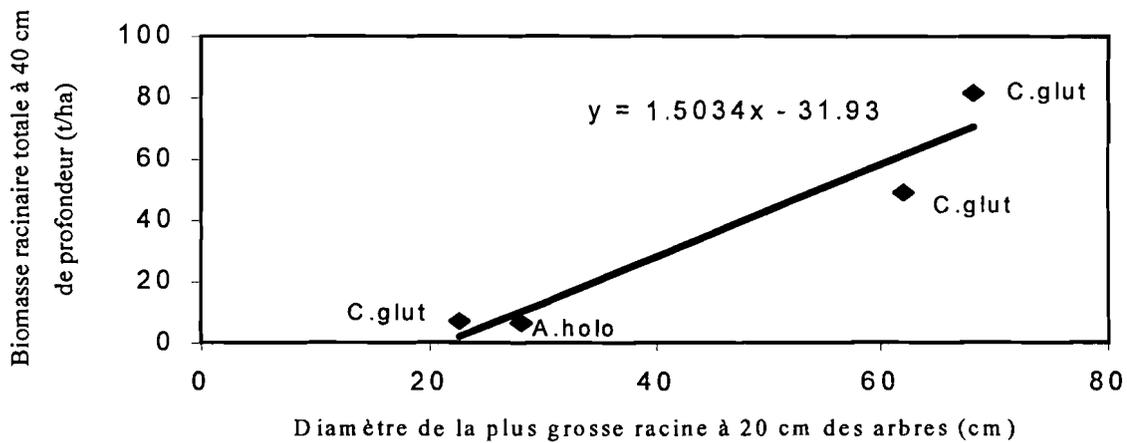


Figure 14 : Biomasse totale et diamètre des plus grosses racines juste à 20 cm du tronc (C. glut : *Combretum glutinosum* ; A. holo : *Acacia holosericea*)

Pour trois individus de *Combretum glutinosum*, la figure 14 laisse apparaître une relation linéaire entre biomasse racinaire totale et la taille des diamètres des racines. *Acacia holosericea* ne vérifie pas cette tendance observée chez *C. glutinosum*.

Chapitre 3 : Discussion

Ce travail manque de répétition dans les différentes situations de jachère. Le soucis de réduire les risques de destruction massive de la végétation et la lourdeur du travail en sont les principales causes. Le choix de placer les tranchées de façon à couvrir le maximum de variabilité a été alors retenu.

La densité des racines fines est très largement au dessus de celles des autres classes. En coupe, elles dépassent, à l'horizon 0-10 cm, dans toutes les parcelles, 800/m² sauf en position de 70 cm en jeune jachère naturelle (SO1). TOMLINSON et al. (1998) donnent des valeurs variant entre 350 et 150/m² de 1 m à 10 m de *Parkia biglobosa*. Dans toutes les parcelles plus de 50% de la masse racinaire se trouve dans les 20 premiers cm. TOMLINSON et al. (op.cit.) montrent que 60 % des racines sont entre 0-20 cm de profondeur, 35 % entre 20 et 40 cm et seulement 5 % entre 40 et 50 %.

L'effet de l'anthropisation sur la vieille jachère s'est traduit par une multiplication des grosses racines qui sont plus importantes en parcelle non protégée. En terme pondéral, la protection de la vieille jachère donne une valeur de 20 t/ha alors et que celle-ci tombe à moins de 10 t/ha en parcelle non protégée où les arbres sont recépés continuellement. Ce qui signifie que dans la jachère protégée, les racines sont certes moins nombreuses mais plus grosses. Cela est confirmé par les résultats de VAN NOORDWIJK et al. (1995). Ayant étudié l'effet de la hauteur de coupe, ils montrent que la coupe à hauteur basse engendre chez 4 espèces ligneuses sur 5 étudiées, un grand nombre de racines adventives, mais que ces dernières sont minces.

EYOG MATIG (1993) a comparé l'effet de trois traitements (sous-solage au bulldozer, diguettes avec labour, diguettes sans labour, simple trouaison) sur l'enracinement de 4 espèces. Il montre que la diguette sans labour augmente fortement la biomasse racinaire de *Dalbergia sissoo*. Il ajoute que la décomposition de ces racines créerait en situation de jachère une bonne porosité et un bon apport de matière organique dans la partie agricole du profil (0-50 cm). LE ROUX (1996) précise que l'architecture racinaire dépend de la nature du sol mais aussi de la méthode de plantation. Il peut donc y avoir des variations importantes des valeurs de biomasse pour les mêmes espèces et dans les mêmes sites. En effet, des obstacles telle que la cuirasse agissent sur la distribution spatiale des racines. En vieille jachère protégée (P4D), les grosses racines sont moins présentes à 70 et 50 cm des arbres où la cuirasse existe en bloc, qu'à 20 cm de l'arbre. Cependant, des racines parviennent toujours au delà de cet obstacle en faveur des discontinuités du sol. Pour EYOG MATIG (1993), quels que soit l'espèce et le traitement, au moins 50 % des racines ont pu accéder ou dépasser l'horizon massif.

Dans le Sahel sénégalais, BILLE et al. (1974) trouvent une production ligneuse totale de l'ordre de 3,5 t/ha et une biomasse ligneuse souterraine légèrement inférieure à la biomasse aérienne. On pourrait donc en déduire des valeurs de biomasse racinaire de l'ordre de 1,5 t/ha. Il est normal que les valeurs de biomasse racinaire soient plus élevées en zone soudanienne qu'en zone sahélienne. En effet, notre étude montre des valeurs de biomasse souterraines variant de 4 t/ha à plus de 20 t/ha selon l'âge des jachères. Ces valeurs sont corroborées par celles obtenues par MANLAY (1997) qui varient de 1,5 t/ha pour les jachères de moins de 5 ans à 17,9 t/ha pour les vieilles jachères. DIAO (1995) indique que la biomasse racinaire fine a une répartition spatiale plus homogène que celle des racines de diamètre supérieur à 2 mm. Les racines fines pèsent 9,8 kg tandis que les grosses pèsent 59,6 kg dans la même jachère de 1 an. Dans toutes les jachères que nous avons étudiées, les racines de 0-2 mm, 2-5 mm et 5-10 mm de diamètre représentent une

biomasse de l'ordre de 2 t/ha. Les grosses racines de diamètre supérieur à 10 mm ont une biomasse de 4 à 16 t/ha, soit 2 à 8 fois plus importante.

Au niveau des espèces, DIAO (1995) montre que la biomasse varie de 83,2 kg (dans une jachère de 1 an) à 612,4 kg (dans une jachère de 15 ans) en zone soudano-guinéenne chez *Combretum glutinosum* ; ce qui donne un rapport de plus de 7. SOUMARE et al.(1994) trouvent que la biomasse des racines fines d'*Acacia seyal* est de 678 kg/ha. Pour *Sclerocarya birrea*, elle est de 110 kg/ha. Ce qui laisse prévoir des valeurs de biomasse totale racinaire beaucoup plus élevées. Des jeunes aux vieilles jachères que nous avons étudiées, les racines fines (0-2 mm) varient de 600 kg/ha à plus de 1000 kg /ha. Autrement dit, à l'échelle des espèces, des biomasses totales très variables peuvent être obtenues. Pour *Combretum glutinosum*, elle varie de moins de 10 t/ha à plus de 80 t/ha.

Conclusion

Cette étude a porté sur la détermination de la biomasse et des profils racinaires des ligneux dans les jachères de la zone soudano-sahélienne du Sénégal

La méthode, quand on veut apprécier la biomasse racinaire totale, est très lourde. La technique de carottage permet de bien préciser la biomasse de racines fines.

Les racines fines, importantes en terme d'impacts (vue sur une coupe), constituent une biomasse faible par rapport au total. Elles ne représentent que 5 à 24% de la biomasse totale dans toutes les parcelles et tous les horizons. Les grosses racines, moins nombreuses en terme d'impacts, représentent de 33 à 82% de la biomasse totale, quels que soient la parcelle et l'horizon.

Dans toutes les parcelles, plus de 50% de la biomasse totale se situe dans les 20 premiers cm. La jachère améliorée concentre plus de 80% de sa biomasse entre 0 et 20 cm de profondeur; ce qui traduit le caractère superficiel de l'enracinement d'*Acacia holosericea*.

La biomasse racinaire a tendance à augmenter au fur et à mesure qu'on se rapproche du pied des arbres. En effet, les racines proximales sont généralement plus grosses que celles situées plus loin du pivot des arbres.

L'estimation de la biomasse racinaire à partir des diamètres des racines proximales nécessiterait un nombre plus important de répétition à l'échelle d'individus mesurés. Pour trois répétitions, il s'est dégagé une tendance linéaire qui reste à vérifier. Cette méthode moins destructive devrait faire l'objet d'études plus approfondies dans des études ultérieures.

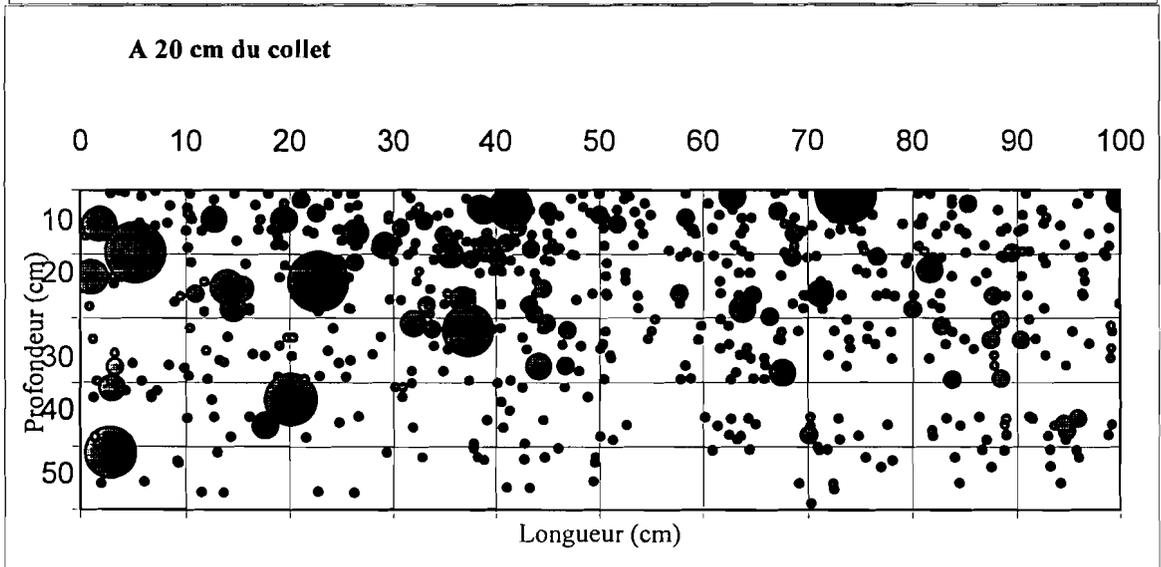
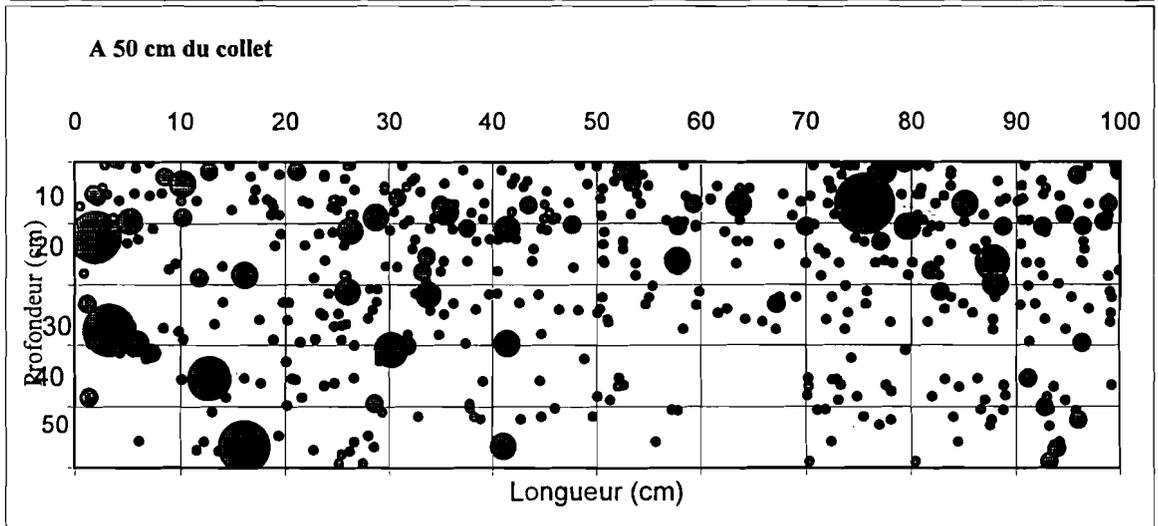
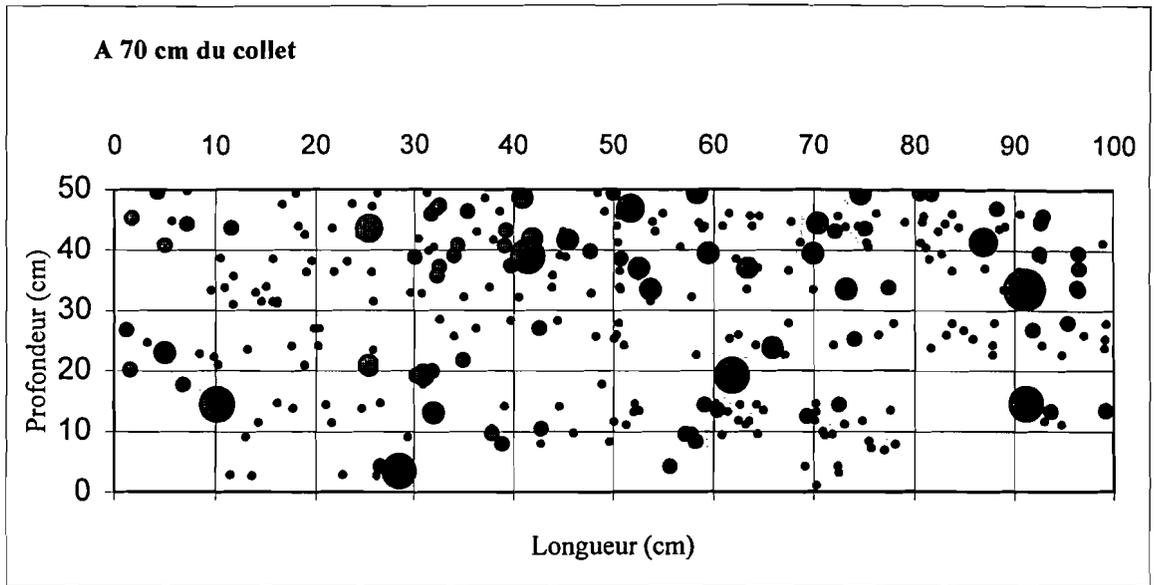
Références bibliographiques

- AKPO L.E., 1992.- Influence du couvert ligneux sur la structure et le fonctionnement de la strate herbacée en milieu sahélien. Les déterminants écologiques. Thèse de doctorat de troisième cycle. UCAD, 174p.
- ANGE A., 1985.- Stratification des paysages agraires pour l'identification des contraintes à la production agricole, la mise au point et l'essai de solution technique. *In* : Actes de l'atelier «La recherche agronomique pour le milieu paysan ». Nianing, Sénégal, ISRA/Département système.
- BERTRAND R., 1972.- Morphopédologie et orientations culturelles des régions soudaniennes du Sine Saloum (Sénégal). *Agronomie Tropicale.*, vol XXVII, 11 : 1115-1190.
- BILLE J.C. et POUPONH., 1974.- Recherches écologiques sur une savane sahélienne du Ferlo septentrional, Sénégal : Biomasse végétale et Production primaire nette. *Revue écologique (terre et vie)* tome 28, 366-382.
- BROUWERS M., 1987.- Etudes morphologiques et hydro-pédologiques dans la région de Thyssé-Kaymor (Sine Saloum-Sénégal). CIRAD, DRM/LPM n° 5, 40p.
- DIAO O., 1995.- Comportement des systèmes racinaires de ligneux durant le cycle culture-jachère en Afrique soudanienne. Etude sur un terroir de la région de Kolda, haute Casamance, Sénégal. Mémoire de fin d'étude ENCR, 37p.
- DIATTA M., 1994.- Mise en défens et techniques agroforestières au Sine Saloum (Sénégal). Effets sur la conservation de l'eau, du sol et sur la production primaire. Thèse Doctorat, Université Scientifique L. Pasteur, Strasbourg, France, 202p
- DIATTA M., GROUZIS M. et FAYE E., 1998.- Typologie de la végétation ligneuse en zone soudanienne. *Bois et Forêts des Tropiques*, n° 256 (2), 1-14.
- EYOG MATIG O., 1993.- L'enracinement de quatre espèces ligneuses sur sol hardé. Influence des techniques de plantation et d'économie de l'eau. *In* « *Les terres hardé : caractérisation et réhabilitation dans le bassin du lac Tchad* » 111-121.
- FRONTIER S. et PICHOD-VIALE D., 1995. Ecosystèmes, Structure , Fonctionnement, Evolution. Masson, deuxième édition 112-119
- GROUZIS M., 1988.- Structure, productivité et dynamique des système écologiques sahéliens (Mare d'Oursi, Burkina Faso). Coll. Etudes et Thèse, Paris, France, ORSTOM, 336p.
- KAÏRE M., 1996.- La production ligneuse des jachères et son utilisation par l' homme en zones soudanienne et soudano-sahélienne du Sénégal. Mémoire de fin d'études, ISFRA, Bamako. Option population et environnement, 69p.
- LE ROUX Y., 1994.- Mise en place de l'architecture racinaire d'*Hevea brasiliensis*. Etude comparée du semis et de la microbouture. Thèse de doctorat, université d'Aix Marseille III, 295p.
- MANLAY R., 1997.- Etude de la dynamique de quelques compartiments organiques sur un terroir agropastoral de haute Casamance, Sénégal. Rapport d'avancement de première année de thèse. ORSTOM Jachère/LCSC-CIRAD-EMVT-Ecole doctorale de l'ENGREF, 56p.
- MORDELET P., 1993.- Influence of tree shading on Carbon assimilation of grass leaves in Lamto savanna, Côte-d'Ivoire. *Acta oecologica*, 119-127.
- SOUMARE A., GROOT J.J.R., KONE D. et RADERSMA S., 1994.- Structure spatiale du système racinaire de deux arbres du Sahel : *Acacia seyal* et *Sclerocarya birrea*. Rapport PSS N° 5, Wageningen, 38p.
- TOMLINSON H., TRAORE A. et TEKLEHAIMANOT Z., 1998.- An investigation of root distribution of *Parkia biglobosa* in Burkina Faso, West Africa, using a logarithmic spiral trench. *Forest Ecology and Management* 107, 173-182.
- VALENTIN C., 1990.- Les états de surface des bassins versants de Thyssé-Kaymor (Sénégal). Dakar, Sénégal, ORSTOM, 10p.
- VAN NOORDWIJK M. et PURNOMOSIDHI P., 1995.- Root architecture in relation to tree-soil-crop interactions and shoot pruning in agroforestry. *Agroforestry Systems* 30 : 161-173.

Table des matières

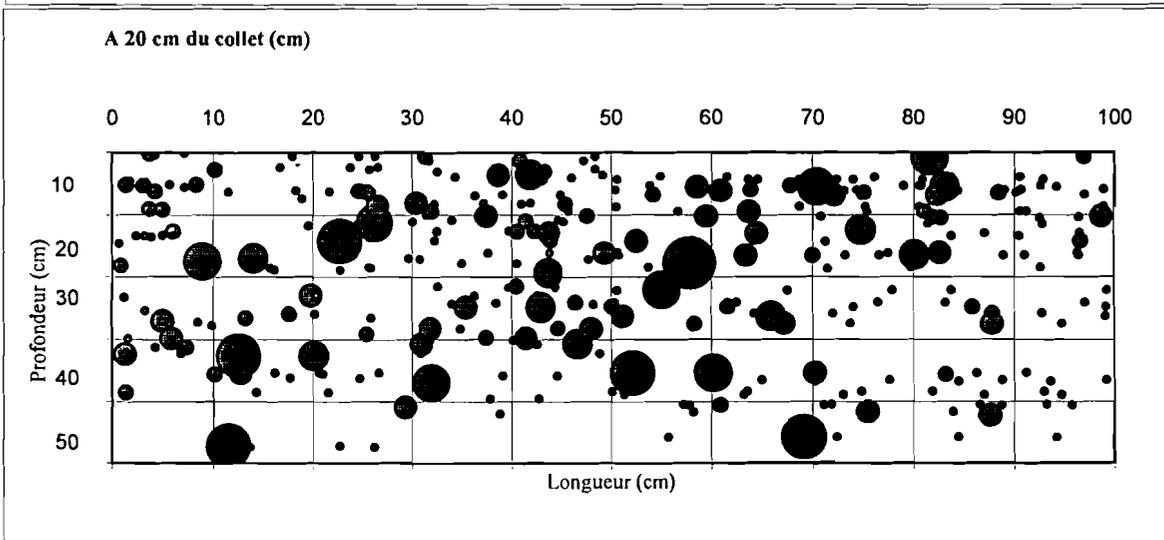
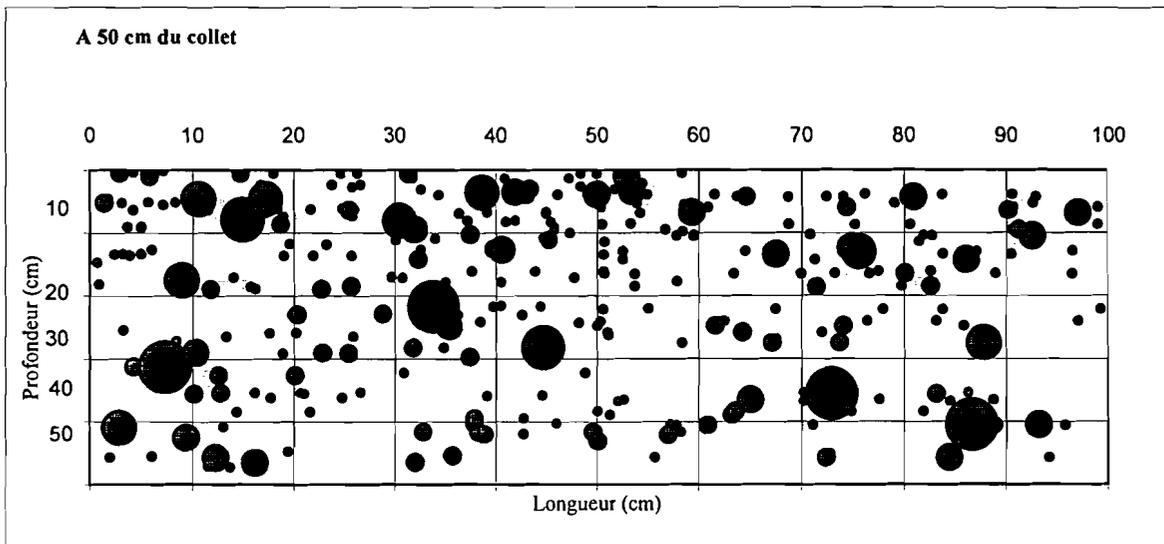
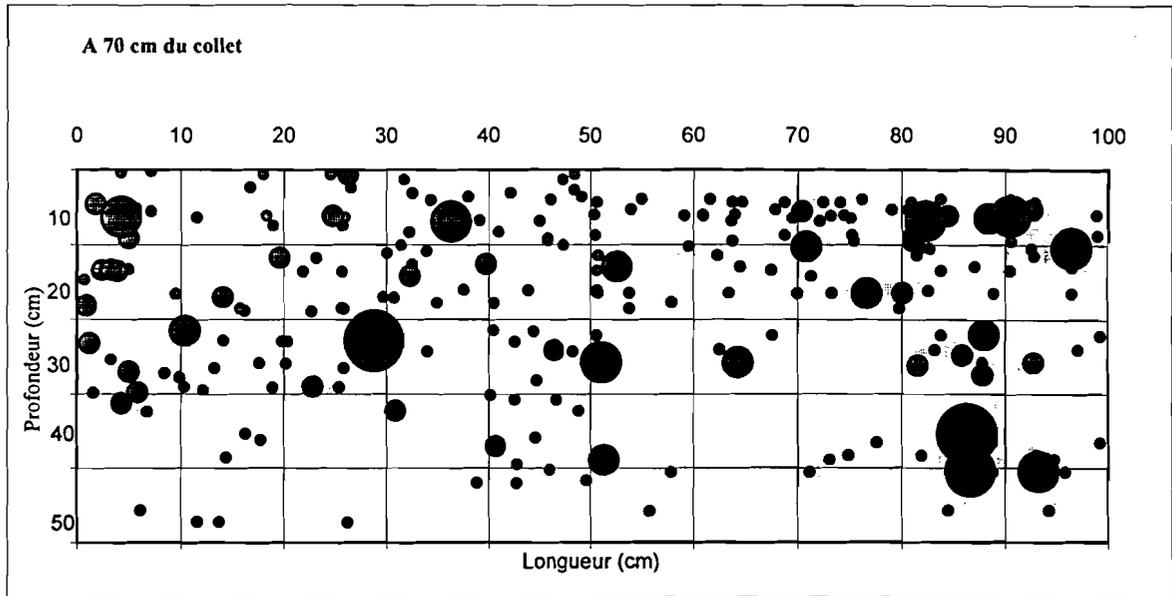
Dédicaces	2
Avant-propos	3
Introduction.....	4
Chapitre 1 : Matériel et méthode	5
11/ Le cadre d'étude	5
12/ Le matériel de l'étude.....	7
13/ Méthode d'étude des profils racinaires des ligneux	7
131/ Etude de l'enracinement	7
132/ Collecte des données.....	7
14/ Méthode de quantification de la phytomasse ligneuse hypogée	8
141/ Méthode des tranchées.....	8
142/ Méthode du cylindre	9
143/ Estimation de la biomasse racinaire de <i>Combretum glutinosum</i> et <i>Acacia holosericea</i>	9
144/ Traitement des échantillons au laboratoire	9
Chapitre 2 : Résultats.....	11
21/ Les profils racinaires des ligneux dans les jachères.....	11
211/ Le niveau horizon	11
2111/ Effets anthropiques (P4D/P4A)	11
2112/ Effets de l'âge de jachère (P4D/SO1).....	12
2113/ Comparaison entre jachères améliorée et naturelles (SO1/SO2/P4D)	13
212/ Le niveau profil.....	14
2121/ Effet espèces	14
2122/ Effet protection et âge.....	15
22/ La biomasse racinaire des ligneux dans les jachères.....	16
221/ Effets de la protection	16
222/ Effet espèces	16
223/ Effet de l'âge.....	17
224/ Variation de la biomasse en fonction de la profondeur et des classes de diamètre	17
225/ Variation de la biomasse en fonction de la distance au tronc	18
226/ Biomasse des racines fines (0-2 mm)	19
227/ Relation entre biomasse et diamètre racinaire	20
Chapitre 3 : Discussion	21
Conclusion	22
Références bibliographiques.....	23
Table des matières	24
Annexes.....	25

ANNEXE 1

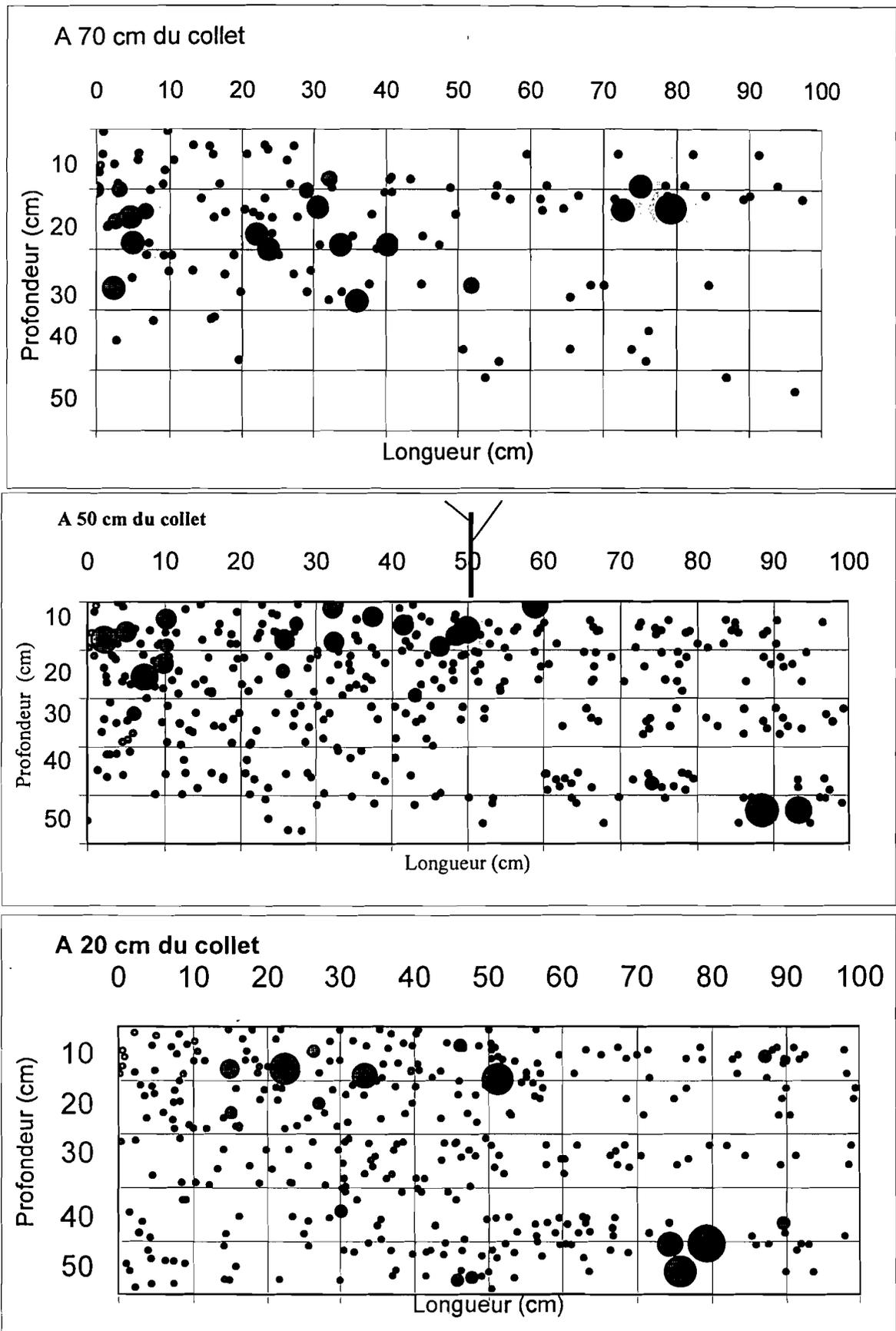


Annexe 1 : Profils racinaires de *Combretum glutinosum* en vieille jachère protégée
Variation en fonction de la position

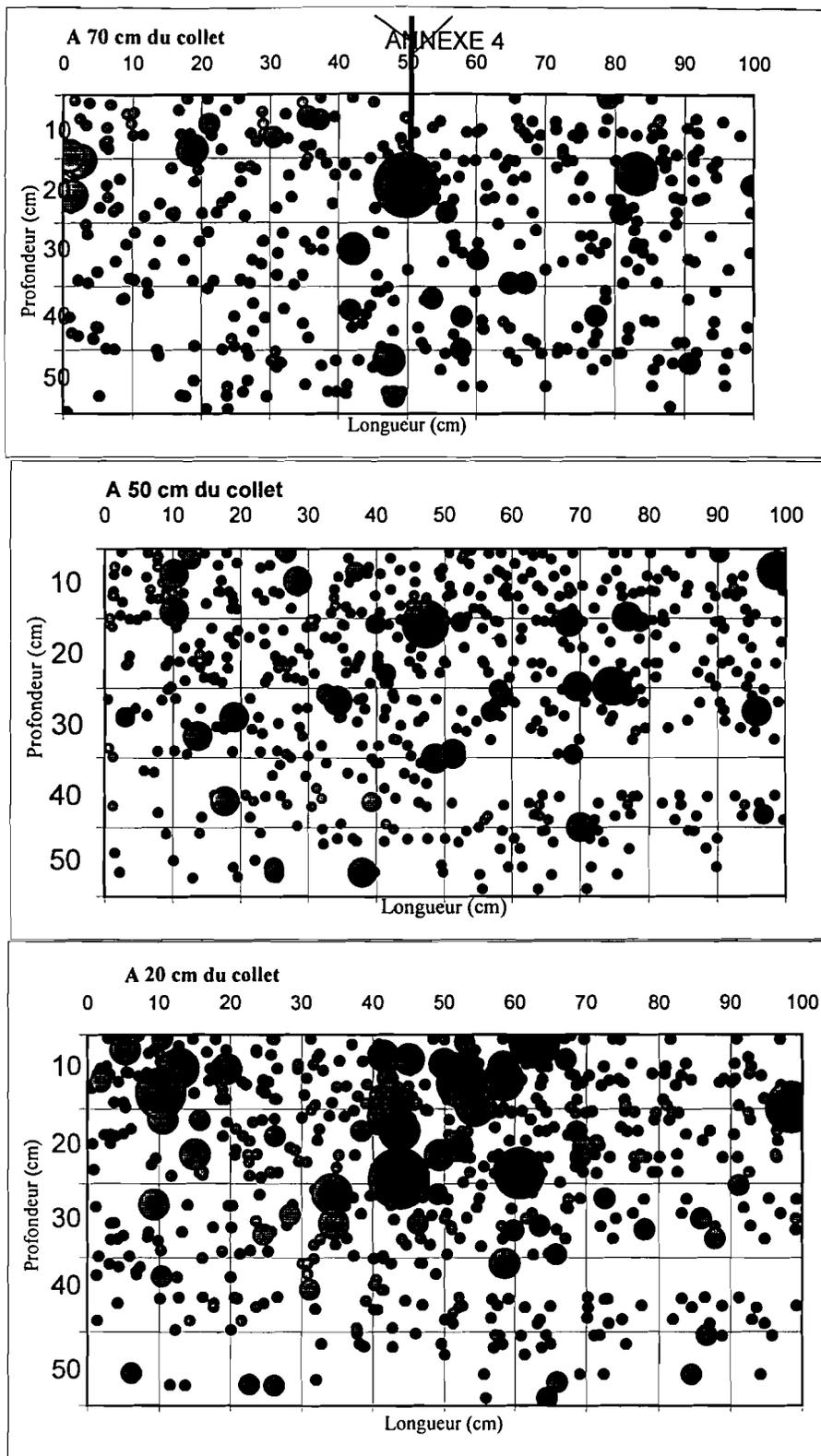
ANNEXE 2



Annexe 2 : Profils racinaires de *Combretum glutinosum* en vieille jachère anthropisée
variation en fonction de la position



Annexe 3 : Profils racinaires de *Combretum glutinosum* en jeune jachère protégée
Variation en fonction de la position



Annexe 4 : Profils racinaires d'*Acacia holosericea* en jeune jachère améliorée
Variation en fonction de la profondeur