

BURKINA FASO
UNITE-PROGRES-JUSTICE

SENEGAL
UN PEUPLE-UN BUT-UNE FOI

**MINISTERE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE
SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**
UNIVERSITE POLYTECHNIQUE DE BOBO DIOULASSO
INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL

MINISTERE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
MINISTERE DELEGUE A LA COOPERATION
INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DEVELOPPEMENT
PROGRAMME JACHERE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté en vue de l'obtention du
DIPLOME D'INGENIEUR DU DEVELOPPEMENT RURAL

OPTION : EAUX ET FORETS

**ETUDE DE LA DYNAMIQUE DES SOUCHES LIGNEUSES DANS LE
CYLCE CULTURE-JACHERE EN ZONE SOUDANIENNE**

Directeur de Mémoire : Dr SOME Antoine
Maître de stage : Dr MASSE Dominique

Juin 2000

FAYE El hadji

Dédicaces

Je dédie ce travail à

Mon père,
Mon épouse Ndèye, mon fils Pape Mor
Ma mère, Rokhaya
Madame Diatta, Badji Awa
Mes frères et sœurs,
Mes oncles, Fall Cheikh, Diop Aziz
Mes beaux parents, Kane Khoudia, Ndiaye Samba, Ndiaye Alassane
Tous mes amis.

Avant - Propos

Ce rapport sanctionne dix mois de travail de stage qui constituent la dernière année 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 (Burkina Faso).

Nous devons des remerciements aux autorités académiques qui nous ont accueilli dans leurs structures. Je remercie le recteur de l'Université pour avoir, au début, accepté notre inscription à titre exceptionnel sur le quota des étudiants professionnels. Je remercie également le directeur de l'I.D.R. pour m'avoir admis dans son établissement et pour, à bien des égards, son appui concernant les problèmes auxquels j'étais confronté. A ces remerciements j'associe le directeur des études, les enseignants et en particulier mon directeur de mémoire dont la disponibilité pour le travail bien fait m'a permis d'en arriver aux résultats actuels.

Cette formation n'aurait pu avoir lieu sans l'autorisation des responsables de l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA). Je voudrais à cet effet, remercier le directeur général de l'Institut, ainsi que le directeur scientifique. J'y associe mes supérieurs hiérarchiques qui m'ont appuyé pour cette formation, en particulier le coordonnateur national du Projet Jachère qui a bien assuré tout le financement nécessaire et dont la contribution sur les aspects scientifiques a été appréciable.

Sans l'aide de l'Institut de Recherche pour le Développement (I.R.D.), cette formation n'aurait pu se réaliser. Je remercie les représentants de l'IRD au Burkina Faso et au Sénégal qui m'ont assuré de leur soutien tout au long des phases théorique et pratique de cette formation. Le représentant au Sénégal, m'a accueilli et m'a donné les conditions nécessaires à la bonne conduite du travail de stage, je l'en remercie vivement.

Je réserve une mention spéciale aux responsables du Programme Jachère qui ont proposé ce thème de recherche et qui l'ont suivi avec intérêt du début à la fin. Malgré la multiplicité de leurs charges, ils ont trouvé le temps de lire et corrigé les différentes versions de ce travail.

J'ai profité de l'expérience de mon maître de stage dont la grande disponibilité et l'ouverture d'esprit a permis une meilleure transmission des connaissances notamment en matière d'exploitation des données. J'associe à ces remerciements, le responsable du laboratoire de biopédologie de l'I.R.D. qui m'a permis de conduire la mesure des aspects microbiologiques de ce travail, sans oublier les techniciens.

Si mon inscription à l'I.D.R. a été possible, je le dois tout d'abord à Dr Léonard-Elie AKPO qui a identifié la correspondance de la formation qui y est dispensée à mon profil et qui m'a fourni les informations relatives au dossier de candidature. Je l'en remercie vivement.

Je remercie également les gens avec qui j'ai partagé des moments difficiles, parfois pénibles sur le terrain. Il s'agit de Olivier GARBE, Lamine SAGNA, Macodou DIAGNE, Ousmane NIASSY, Alphousseyni BODIAN. Madame BODIAN née Tida BARRY, par ses mets délicieux a permis à l'équipe de supporter la fatigue du travail de terrain. Qu'elle en soit ici remerciée. A Saré Yorobana, Issa Mbalo m'a toujours accompagné sur les parcelles, à travers lui je remercie tous les villageois. A Sobouldé, j'ai été accueilli et logé par Omar BARRY, qui a toujours été avec l'équipe sur le terrain, je lui suis également reconnaissant.

Au laboratoire Jachère, j'exprime ma reconnaissance à tous les étudiants et techniciens qui ont su créer un bon climat de travail. J'ai souvent échangé avec Vency qui a eu à lire et formulé des critiques pertinentes sur les différentes versions de ce rapport.

Je remercie aussi Younoussa TRAORE avec qui j'ai conduit l'expérimentation sur la minéralisation du Carbone et qui a assuré la reprographie du rapport. Je n'oublie pas le secrétariat (Ndèye Fatou, Awa BADJI) qui a été disponible pour les différentes sollicitations.

Résumé

En moyenne Casamance (sud du Sénégal), dans la majorité des terroirs villageois, la jachère, encore partie intégrante des rotations culturales, constitue un lieu de productions diverses et de gestion de la fertilité. Avec le croît démographique et les flux migratoires du Nord (plus dégradé) vers le Sud (encore fertile) entraînant l'installation de nouveaux villages, la culture permanente devient de plus en plus fréquente. Ce fait constitue une menace à la pratique de la jachère qu'il faut dorénavant tenter de prévenir et juguler par des pratiques conservatoires grâce à la composante ligneuse.

Les souches ligneuses, éléments permanents du cycle culture-jachère, jouent un rôle important (régénération ligneuse végétative, maintien de la biodiversité, conservation des eaux et des sols, restitution d'éléments chimique au sol et remontée de la fertilité du sol) surtout dans les systèmes à forte pression démographique. L'étude de leur comportement dans les systèmes à jachère et aussi dans celui de la culture permanente est indispensable pour comprendre leur dynamique en terme de densité, de diversité et de régénération. Le principal but de cette étude est d'une part de déterminer les densités de souches optimales pour la pérennisation de la ressource ligneuse et d'identifier la durée de culture maximale compatible avec celle-ci et d'autre part, d'étudier l'impact des souches sur la fertilité du sol.

Pour atteindre cet objectif, trois niveaux d'appréciation ont été définis. L'approche terroir couplant enquête socio-économique et inventaire forestier a été appliquée à Saré Yorobana et à Sobouldé (en front pionnier) où l'utilisation des terres repose respectivement sur des défriches anciennes et jeunes pour identifier les systèmes de culture. L'approche parcelle et enfin l'approche individu souche appliquées seulement à Saré Yorobana ont permis d'étudier l'impact des souches sur le sol et les cultures.

Les résultats sur les densités et la richesse floristique montrent que la pratique de la jachère permet de conserver les souches mieux qu'en système de culture permanente, quoique la jachère n'est avantageuse que lorsque sa pratique est régulière. Dans le contexte de pression démographique croissante, le système d'alternance culture-jachère annuelle semble acceptable. En effet, il a permis le maintien de 33 espèces et une densité de souches intermédiaire entre celles de la culture permanente et des longues jachères à Saré Yorobana.

Après treize ans de culture permanente à Sobouldé, dans le système caractérisé par une rotation mil-arachide, les souches ne représentent plus que le douzième de leur densité de la première année de culture, valeur atteinte à Saré Yorobana après plus de 60 ans d'utilisation des parcelles. L'évolution de la quantité de souches ligneuses est plus rapide dans le cas de la culture permanente sans jachère. La structure à l'échelle des terroirs est en régression (type L) mais elle est plus équilibrée à Saré Yorobana qu'à Sobouldé. Cela confirme que la jachère constitue une pratique importante pour la dynamique des souches en même temps qu'elle est une étape indispensable dans le processus de régénération et de maintien de la composante ligneuse dans les systèmes de culture en zone soudanienne.

La régression multiple montre que seules trois facteurs sont bien corrélés au rendement : le poids des mille grains, la biomasse des tiges et le nombre d'épis fertile par mètre carré. La présence des souches influence positivement le premier facteur. Donc, elle agit plus sur la phase de maturation du mil que sur ses phases d'installation et de reproduction. Par ailleurs, les souches entretiennent des interactions positives avec la biomasse microbienne et agissent par conséquent sur la minéralisation du carbone et de l'azote.

Après cinq ans de culture permanente, la densité de souches atteint celle notée dans la forêt sèche (mille quarante individus à l'hectare), pouvant être prise comme densité optimale dans les systèmes cultivés en zone soudanienne.

La première mesure serait de pratiquer l'abandon cultural car après cinq ans de culture permanente, la pratique de la jachère permet de multiplier la densité de souches par cinq.

La deuxième mesure pourrait être d'appliquer une défriche améliorée sélective et orientée dans le sens de la culture attelée ou mécanisée, par la création de bandes cultivables délimitées par des lignes d'arbres utiles (fruit, fourrage, pharmacopée, fertilisation) épargnés méthodiquement lors du défrichage primaire. Ces lignes d'arbres orientées perpendiculairement au sens de la pente du terrain en plus de leurs rôles de production ligneuse, fourragère, médicinale, interviennent dans le fonctionnement des systèmes cultivés. Elles peuvent être gérées pour éviter les inconvénients des grands arbres (concurrence pour l'eau et la lumière) et aboutir dans le temps à un système agroforestier de culture en couloir naturellement construite avec les ressources locales.

Mots-clefs : Moyenne Casamance - Dynamique - Souches ligneuses – Cycle culture-jachère

Abstracts

On Moyenne Casamance (southern of Senegal), in the majority village soils, fallow, still integral part of farming rotations and constitutes a various production and fertility management place . With demographic growth and migratory flows from North (more degraded) towards South (still fertile) involving new villages installation, permanent crop become increasingly frequent. This fact constitutes a threat with the practice of fallow which should henceforth be tried to prevent and suppress by conservative practices thanks to the woody component.

Woody stumps, as permanent elements in crop-fallow cycle, especially play an important part (vegetative woody regeneration, maintenance of the biodiversity, conservation of water and grounds, chemical restitution of elements on ground and increase of the fertility of the ground) in the systems with strong demographic pressure. The study of their behavior in fallow systems and also in permanent crop one is essential to understand their dynamics in term of density, diversity and regeneration. The principal goal of this study is on the one hand to determine the optimal densities of stumps for the perennisation of woody resource and to identify the duration of maximum crop compatible with this one and on the other hand, to study stumps impact on ground fertility.

To achieve this goal, three levels of appreciation were defined. The approach soil coupling socio-economic investigation and forest inventory was applied to Saré Yorobana and Sobouldé (in face pioneer) where grounds use rests respectively on old and young cleared patches, to identify the farming systems. Parcel approach and finally individual stump approach only applied to Saré Yorobana made it possible to study stumps impact on ground and crops.

The results on densities and floristic richness show that fallow practice makes it possible to preserve stumps better than in permanent farming system, though fallow is advantageous only when its practice is regular. In increasing demographic pressure context, annual crop-fallow alternation system seems acceptable. Indeed, it allowed to maintain of thirty three species and an intermediate stumps density between those of permanent crop and long fallow in Saré Yorobana.

After thirteen years of permanent crop in Sobouldé, in the system characterized by a millet-groundnut rotation, stumps represent nothing any more but the twelfth of their first year

crop density, value reached with Saré Yorobana after more than 60 years parcels use. The evolution of woody stumps quantity is faster in the case of permanent crop without fallow. Vegetation structure on soils scale is in regression (standard L) but it is balanced in Saré Yorobana than in Sobouldé. That confirms that fallow constitutes an important practice for stumps dynamics at the same time as it is an essential stage in the process of regeneration and maintenance of woody component in the soudanian zone farming systems.

The multiple regression shows that only three factors are well correlated with the millet output : the weight of thousand grains, biomass of stems and fertile number of ears per square meter. The presence of the stumps influences the first factor positively. Thus, it acts more on the maturation phase of millet than on its installation and reproduction phases. In addition, stumps maintain positive interactions with microbial biomass and act consequently on mineralisation of carbon and nitrogen.

After five years of permanent crop, stumps density reaches that noted in the dry forest (thousand forty individuals per hectare), taken as optimal density in the systems cultivated in soudanian zone.

The first resolution would be to practise farming abandonment after five years of permanent crop, because the practice of fallow at this period makes it possible to multiply stumps density by five.

The second resolution could be to apply a cleared patch improved selective and directed in the direction of harnessed or mechanized crop, with creation of cultivable bands delimited by useful lines of trees (fruit, fodder, pharmacopeia, fertilization) methodically saved during the primary education clearing. These lines of trees directed perpendicularly within the meaning of the ground slope in addition to their roles of woody production, fodder, medicinal, intervene in the operation of the cultivated systems. They can be managed to avoid the disadvantages of the large trees (competition for water and light) and to lead in time to an agroforestry system of halley cropping naturally built with local resources.

Key-words : Moyenne Casamance – Dynamic – Ligneous stumps – Crop-fallow cycle

Liste des Figures, des Photos et des Tableaux

FIGURES

Chapitre 1 : Description du milieu	6
Figure 1 : Carte de situation de la zone d'étude.....	6
Figure 2 : Evolution de la pluviosité de l'origine de la station de Kolda jusqu'en 1996	7
Figure 3 : Pluviosités comparées de Kolda, Dioulacolon et Médina Yorofoula.....	8
Figure 4 : Courbe ombrothermique de Kolda en 1999	8
Chapitre 2 : Dynamique des souches dans les systèmes de culture	13
Figure 5 : Analyse en composante principale sur la matrice 14 variables X 40 parcelles	21
Figure 6 : Diagramme rang-fréquence des souches de type 1 (H1)	24
Figure 7 : Diagramme rang-fréquence des souches de type 2 (H2)	25
Figure 8 : Diagramme rang-fréquence des souches de type 3 (H3)	25
Figure 9 : Indices de diversité de Shannon et Weaver et de régularité	30
Figure 10 : Distribution des individus en fonction des classes de diamètre dans les systèmes de culture identifiés	31
Figure 11 : Distribution des souches aux classes de diamètre dans les systèmes de culture identifiés	32
Figure 12 : Densité des souches et leurs surfaces d'influence dans les systèmes de culture, classés en fonction de l'âge de la première défriche	33
Figure 13 : Diagramme rang / fréquence des espèces dans les systèmes de culture 1 et 4 ..	35
Figure 14 : Importance de la régénération par semis et drageons selon les systèmes de culture	36
Figure 15 : Contribution spécifique à la densité de semis.....	37
Figure 16 : Indices de régénération dans les systèmes de culture	38
Figure 17 : Densité de souches mortes et de rémanents dans les systèmes de culture.....	38

Figure 18 : Contributions des espèces à la densité des arbres vivants et des souches mortes	39
Figure 19 : Indice de mortalité dans les systèmes de culture	40
Figure 20 : Dynamique des ligneux en fonction de la durée de culture, ajustée à une fonction exponentielle.	41
Figure 21 : Dynamique de la flore ligneuse ajustée à une fonction exponentielle.	42
Figure 22 : Évolution de deux espèces suivant la durée de culture.	44
Figure 23 : Evolution de la densité de rémanents suivant la durée de culture.....	45
Figure 24 : Evolution de la densité de souches vivantes suivant la durée de culture	45
Figure 25 : Evolution de la densité de souches mortes suivant la durée de culture.....	46
Figure 26 : Variation du taux de mortalité des souches suivant la durée de culture	47
Figure 27 : Evolution de la densité de semis suivant la durée de culture	47
Figure 28 : Evolution de la densité de drageons suivant la durée de culture	48
Figure 29 : Variation de l'indice de régénération en fonction de la durée de culture	49
Figure 30 : Contribution des espèces à la densité des souches	50
Figure 31 : Proportions des arbres conservés dans les parcelles.....	51
Figure 32 : Importance relative des espèces parmi les individus morts.....	52
Figure 33 : Importance relative des espèces dans la régénération par semis	53
Figure 34 : Importance relative du drageonnage suivant les espèces.....	54
Chapitre 3 : Effets des souches sur la fertilité du sol	63
Figure 35 : Plan du dispositif expérimental du projet jachère-biodiversité à Saré Yorobana .	63
Figure 36 : Dispositif de mesures des interactions entre souche et sol.....	65
Figure 37 : Profil racinaire de la souche de <i>Terminalia macroptera</i>	70
Figure 38 : Variation de l'humidité volumique en fonction de la profondeur	71
Figure 39 : Effets de la souche sur le rapport C/N	72
Chapitre 4 : Conclusions Générales et Perspectives	78
Figures 40 : Structure des souches et indice de régénération à l'échelle des terroirs	80

PHOTOS

Chapitre 2 : Dynamique des souches dans les systèmes de culture	13
Photo 1 : Matérialisation d'un transect par jalonnement dans une jachère de deux ans à Saré Yorobana.....	14
Photo 2 : Un champ d'arachide sur défriche d'un an dans le terroir de Sobouldé)	15
Chapitre 3 : Effets de souches sur la fertilité du sol	63
Photo 3 : Récolte du mil dans les carrés de rendement à Saré Yorobana	64
Photos 4 et 5 : Les horizons du sol (photo4) et la souche étudiée de <i>Terminalia macroptera</i> (photo5)	65

TABLEAUX

Chapitre 2 : Dynamique des souches dans les systèmes de culture	13
Tableau 1 : Plan d'échantillonnage à l'échelle du terroir agropastoral de Saré Yorobana. ...	14
Tableau 2 : Plan d'échantillonnage à l'échelle du terroir agropastoral de Sobouldé.....	15
Tableau 3 : Résumé du plan d'échantillonnage pour les individus	17
Tableau 4 : La succession culturelle sur les parcelles utilisées pendant les vingt dernières années	20
Tableau 5 : Dénomination des systèmes de culture identifiés.....	21
Tableau 6 : Variation des pratiques culturelles suivant les types de producteurs.....	23
Tableau 7 : Caractérisation des différents types de souches.....	24
Tableau 8 : Nombre moyen de rejets par espèces et par type de souche	26
Tableau 9 : Caractéristiques des différents systèmes ou groupes homogènes identifiés.....	27

Tableau 10 : Variation de la composition floristique des systèmes de culture	28
Tableau 11 : Contributions spécifiques à la surface d'influence (%).....	36
Tableau 12 : Distribution des effectifs spécifiques suivant la durée de culture	43
Chapitre 3 : Effets des souches sur la fertilité du sol	63
Tableau 13 : Effets des souches sur le rendement grain et ses composantes.....	69
Tableau 14: Variation des paramètres physiques selon la distance de la souche et la profondeur dans le sol	71
Tableau 15 : Variation des paramètres chimiques selon la distance de la souche et la profondeur dans le sol	72
Tableau 16 : Variation de la biomasse microbienne potentielle selon la distance de la souche et la profondeur dans le sol.....	73
Chapitre 4 : Conclusions Générales et Perspectives.....	78
Tableau 17 : Liste des espèces de souches ligneuses rencontrées dans les terroirs de l'étude	81

Listes des abréviations et acronymes

ORSTOM : Institut français de Recherches Scientifiques pour le Développement en Coopération

I.R.D. : Institut de Recherche pour le Développement

P.F.R.K. : Projet de Foresterie Rurale de Kolda

I.D.R. : Institut de Développement Rural

Listes des annexes

Annexe 1 : Fiche d'enquête.....	92
Annexe 2 : Codification des autres critères utilisés pour la définition des systèmes de culture	94
Annexe 3: Capacité à rejeter des espèces en fonction des classes de hauteur.....	95
Annexe 4 : Les caractéristiques de la végétation dans les systèmes de culture	96
Annexe 5 : Diagramme rang/fréquence des espèces dans les systèmes de culture.....	97
Annexe 6 : Dynamique des principales espèces rencontrées à Sobouldé selon le modèle exponentiel	99
Annexe 7 : Mesure du dégagement de CO ₂ par la méthode du bocal	100
Annexe 8 : Teneurs en azote nitrique et ammoniacal en fonction de la distance de la souche et de la profondeur dans le sol	101
Annexe 9 : Espèces drageonnantes, quelques exemples identifiés dans le terroir de Sobouldé	102
Annexe 10 : Liste des espèces rencontrées dans les relevés des deux sites	103

Introduction

Dans la zone soudanienne, la jachère constitue un moyen essentiel pour reconstituer la fertilité des sols en même temps qu'elle est un lieu de productions diverses (bois, fruits, feuilles alimentaires, fourrages, pharmacopée). Dans la succession post-culturelle, si la jachère est longue (15 ans), les ligneux finissent par être prépondérants et caractérisent l'état de savane, indicateur du retour à la fertilité (Floret, 1996). La culture itinérante, naguère apparue comme une solution au problème de production (Areola, 1980), est aujourd'hui en crise. Les jachères se sont en effet progressivement réduites en superficie et en durée suivant la pression démographique qui est à la base de l'évolution de ces systèmes de production (Boserup, 1970).

L'une des conséquences immédiates de la pression de culture est la dégradation et la diminution des formations végétales qui se manifestent par une raréfaction et une disparition d'espèces ligneuses. En effet, les ligneux sont très souvent brûlés totalement sur pied ou partiellement en tas pendant les défrichements rapprochés. Cela pose la question de leur devenir dans les systèmes agraires d'autant plus que le paysan n'épargne que les espèces "utiles" (production de fruits comestibles, de fourrage).

Les formes ligneuses présentes pendant les phases de culture et de jachère sont : arbres, arbustes, souches mortes ou vivantes, rejets de souches, semis naturels, etc. Ils sont soumis aux effets des défrichements, des feux, du brout du bétail et des recépages. Ils n'en jouent pas moins un rôle pendant le cycle culture-jachère. Ils se maintiennent en développant des stratégies de régénérations diverses (rejets, drageons, marcottes, semis, ...). Devenus souches, mortes ou vivantes, les ligneux continuent de jouer un rôle certain : protection mécanique contre le ruissellement, rétention des particules solides, infiltration et recyclage des éléments minéraux situés dans des horizons profonds. Par ailleurs, la dynamique des racines se traduit par leur décomposition totale ou partielle, permettant de restituer une part des éléments chimiques au sol.

Après défriche, les souches demeurent dans les champs pendant la phase de culture. Elles constituent l'élément permanent du cycle culture-jachère. Selon Dallièrre (1995), le défrichage en pays Mossi, Bwaba et Dafing au Burkina Faso, est rarement suivi de

dessouchage, souvent par manque de moyen et parce que la présence des souches ne gêne pas la culture attelée ou manuelle, même si cela doit être relativisé suivant la densité de ces souches et leurs âges. Pour Dallièrè (*op. cit.*), lorsque la coupe est suivie du brûlis, l'arbre est abattu à la hache, et les branches, le petit bois et les feuilles sont amassés autour du tronc et brûlés. Par la suite, la souche calcinée rejettera et l'opération pourra être répétée d'année en année jusqu'à ce que celle-ci finisse par se décomposer. Selon Bernard (1999), lors du défrichage dans les systèmes parcs agroforestiers au nord de la Côte-d'Ivoire et du Cameroun, la végétation aérienne est détruite (sauf les grands arbres d'espèces ayant un intérêt), mais les souches et racines sont laissées dans le sol. Ces structures racinaires peuvent ainsi donner lieu au développement plus rapide du couvert végétal. Les souches constituent donc le potentiel essentiel de reconstitution, car la courte durée des jachères ne permet pas l'expression rapide du potentiel séminal. L'expression du potentiel formé de souches dépend du traitement que celles-ci ont subi pendant la phase de culture, en particulier, de leur état et de l'historique des parcelles. En effet Bellefontaine *et al.* (1997) montrent que les souches cisailées, en partie écorcées, par un travail médiocre avec des outils inadaptés ou simplement mal aiguisés et, de plus, mal utilisés, ne peuvent avoir la même capacité de survie et d'émission de rejets que celles correctement traitées. Sur un plan plus spécifique, Bationo (1994) signale que *Guiera senegalensis* trouve une stratégie de régénération par marcottage (couchage des tiges) et par drageonnement.

La reconstitution de la végétation post-culturelle part ainsi d'un potentiel issu, en partie, de la végétation initiale qui, après avoir résisté au défrichage et au brûlis, s'exprime d'abord dans les champs puis dans les jachères et évolue en fonction des facteurs historiques, physiques et biotiques (Mitja et Puig, 1993). Mais dans ces jachères, la reproduction sexuée occupe aussi une place importante dans le processus de reconstitution de la végétation ligneuse. En effet, pour Alexandre (1989) et Mitja (1990), cette reconstitution post-culturelle se fait, en dehors du potentiel formé de souches et racines des individus présents avant le défrichage, à partir de deux autres potentiels :

- le potentiel séminal édaphique indigène qui provient de la banque de graines du sol et ;
- le potentiel advectif ou exogène provenant de l'apport de graines postérieur à la mise en culture.

Ces différents potentiels, à la base de la reconstitution de la végétation dans les jachères, varient en fonction des pratiques culturelles, des modes de défriche et d'un ensemble de facteurs liés au système de culture. Ces potentiels peuvent donc varier d'un terroir à un

autre, d'une ethnie à une autre et peuvent s'exprimer de façon différentielle selon les pratiques culturelles.

Par ailleurs, en culture sur défriche de savane comme sur défriche de forêts, la maîtrise de la longueur de la phase de culture est essentielle. Pour Bernard (1999), plus que le mode de défrichement, c'est la longueur de la phase de culture qui est probablement déterminante. Il faut limiter sa durée de façon à ne pas dépasser le stade critique de dégradation du sol. Moreau (1993) montre que les conditions existant sur l'abattis favorisent, à l'abandon de la culture, une régénération rapide de la forêt, profitant du patrimoine de richesse minérale accumulée à la partie supérieure du sol et dans la nécromasse végétale encore présente sur le terrain. Avec l'accroissement de la durée des cultures, ce patrimoine tend à s'épuiser plus ou moins rapidement en fonction des conditions de culture et des caractères du sol concerné. Moreau (*op. cit.*) ajoute qu'il paraît préférable de pratiquer des jachères de courte durée, plutôt que d'allonger la durée des périodes de culture. Mais selon qu'on est en savane ou en forêt, le temps de jachère varie et même au sein d'un même domaine phytogéographique en fonction des pratiques culturelles et de la pression démographique. Les ligneux auraient un rôle important dans le processus de régénération de la fertilité des sols. L'impact des souches sur les propriétés du sol et sur le rendement des cultures dépendrait pour beaucoup de leur composition spécifique mais aussi de leur densité. Tous ces facteurs dépendent du paysan qui favorise la présence de certaines espèces dans sa parcelle et cherche à éliminer celles qui sont gênantes et concurrentes pour sa culture, encombrantes pour son travail et qui n'apportent pas de fruits. L'étude de la dynamique des souches ne peut donc se faire sans tenir compte des pratiques culturelles qui varient suivant les systèmes de culture et leurs pratiquants.

Le maintien de la diversité biologique dans les systèmes cultivés demeure peu exploré (Donfack, 1998). Il est alors apparu intéressant d'évaluer l'état des souches dans différents systèmes de culture de terroirs villageois situés dans la zone soudanienne du Sénégal d'une part et d'étudier l'évolution du peuplement ligneux constitués des arbres, souches et des régénérations diverses d'autre part. Il s'agit ensuite d'étudier les relations entre le peuplement ligneux et la fertilité des sols.

Dans le petit Larousse (1995), la souche désigne la partie du tronc de l'arbre qui reste dans la terre après que l'arbre ait été coupé. Aucun détail n'est donné sur l'état de cette partie qui reste dans la terre : est-elle vivante, morte, jeune ou vieille ? En ce qui nous

concerne, nous adoptons la même définition qui ne se limite pas aux arbres adultes mais s'élargit aussi aux jeunes individus susceptibles de devenir des jeunes souches (Donfack, 1998). Dans ce travail, nous avons considéré non seulement les souches mais aussi les souches jeunes issues de semis, drageons et toutes les autres composantes ligneuses des systèmes cultivés (arbres, régénérations diverses).

Nous avons distingué, dans l'étude de l'état actuel et comme dans la dynamique des souches, les souches mortes des souches vivantes.

Dans l'étude du peuplement ligneux qui intègre toutes les composantes ligneuses (souches vivantes ou mortes, arbres vivants ou morts, les régénérations naturelles séminales ou végétatives), nous avons appelé "rémanents" au sens de Alexandre (1989), les arbres vivants.

L'objectif global de notre travail est de contribuer à la caractérisation floristique des principaux stades du cycle culture-jachère en zone soudanienne et à l'étude des tendances évolutives des souches en culture permanente. Les objectifs spécifiques ont consisté à identifier les systèmes de culture pratiqués dans les systèmes de production intégrant la jachère, à faire la typologie globale des souches et à indiquer un seuil de durée de culture permanente au-delà duquel il faut nécessairement passer à l'abandon cultural pour maintenir un certain potentiel de ligneux. Nous avons aussi cherché à déterminer un seuil de densité de souches compatible avec le rendement maximal des cultures.

Pour atteindre ces objectifs, il faut répondre à un certains nombre de questions.

- Comment varient les caractéristiques de la végétation ligneuse en fonction des systèmes de culture?
- Comment évoluent ces mêmes caractéristiques suivant la culture permanente?
- Quels impacts peuvent avoir les souches sur la fertilité des sols?

L'approche méthodologique comprend trois échelles de travail :

- l'échelle du terroir qui permet d'identifier les systèmes de culture et de les caractériser ;
- l'échelle de la parcelle qui permet d'étudier la végétation afin de caractériser les systèmes eux-mêmes et le rendement de la culture de mil en fonction de l'influence des souches ligneuses ;
- l'échelle de la souche prise comme individu qui permet d'aborder de façon plus précise son impact sur les paramètres qui conditionnent la fertilité du sol.

La présente étude est abordée suivant une approche qui met en parallèle les différents systèmes de culture identifiés dans le terroir de Saré Yorobana et suivant une approche synchronique à Sobouldé.

Nous avons choisi deux terroirs contrastés en ce qui concerne la pression anthropique. L'un, Saré Yorobana connaissant encore la pratique des longues jachères est encore assez proche de la culture itinérante et l'autre, Sobouldé, repose sur des défriches relativement jeunes soumises à un système de culture permanente sans jachère. Ces deux sites sont décrits dans le premier chapitre (chapitre 1).

La deuxième étape a consisté à identifier les différents systèmes de culture existants dans les terroirs étudiés, les différents types d'utilisateurs et la typologie des souches dans ces systèmes pour en faire une base de la caractérisation de l'état des souches. A chaque système de culture correspond en général une unité géomorphologique particulière, des types de culture et des pratiques culturelles. Pratiquer la jachère de courte durée est la tendance qui se généralise dans les milieux à forte pression anthropique. Pour mieux cerner l'effet de la jachère courte, nous avons essayé de comprendre l'évolution des souches quand la phase de culture s'allonge. Cela devrait nous permettre d'identifier un temps de culture optimum avant de passer à l'abandon culturel en particulier dans des systèmes en terres neuves. Il s'agissait de trouver le meilleur système de gestion des terres après la première défriche. Cette problématique de la dynamique des souches dans les systèmes de culture à jachère comme dans les systèmes à pression de culture permanente est abordée dans le deuxième chapitre (chapitre 2).

Pourquoi conserver les souches dans les systèmes de culture? Nous avons voulu vérifier leur impact sur la fertilité physico-chimique des sols cultivés et leurs interactions positives avec les cultures. Nous avons donc étudié les relations entre souches et sol, via le statut organique, chimique et microbiologique du sol, et le rendement des cultures comme indicateur global de fertilité. Ces aspects sont abordés dans le troisième chapitre (chapitre 3).

Un dernier chapitre (chapitre 4) est consacré aux conclusions générales, recommandations et perspectives de recherches.

Chapitre 1 : Description du milieu

Les recherches sont effectuées en zone soudanienne du Sénégal (pluviosité annuelle supérieure à 1000 mm) dans la région de la Casamance.

1.1. Situation géographique

Les deux sites qui ont été retenus pour cette étude sont : Saré Yorobana et Sobouldé.

Saré Yorobana ($12^{\circ}50' N$ et $14^{\circ}50' W$) est situé à 15 km au sud-est de la région de Kolda, en zone méridionale du Sénégal. La région de Kolda est limitée au nord par le fleuve Gambie, au sud par les républiques de Guinée Conakry et Guinée Bissau, à l'est par la région de Tambacounda et à l'ouest par les affluents du fleuve Casamance, le Soungrougou et le Singber. Saré Yorobana est localisé dans l'arrondissement de Dioulacolon (figure 1).

Sobouldé ($13^{\circ}10' N$, $15^{\circ}6' W$) se situe à 43 km au nord de la région de Kolda, dans la communauté rurale de Ndorna, de l'arrondissement de Médina Yorofoula. Environ 30 km le sépare du sud de la Gambie (figure 1). Il est limité au nord et à l'ouest par la forêt classée de Pata, au sud par d'anciens villages Peulh et à l'est par des villages wolof d'installation récente. La partie nord du village est drainée par un affluent du Soungrougou.

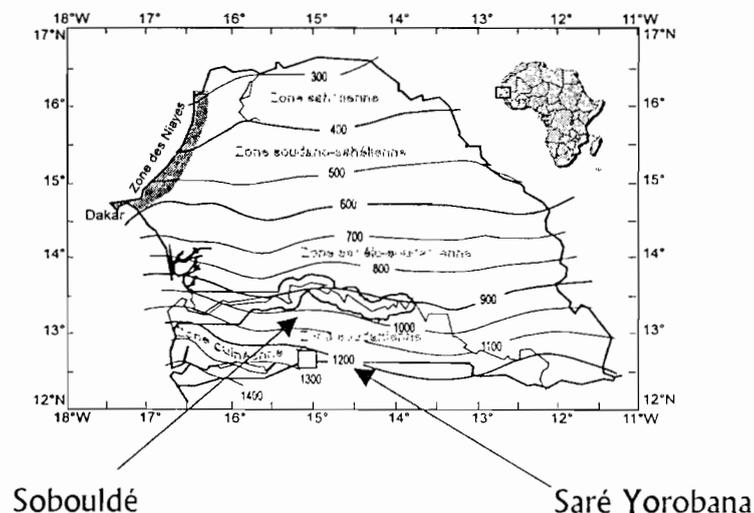


Figure 1 : Carte de situation de la zone d'étude (□ = région de Kolda)

1.2. Le climat

Le climat de la région est de type soudanien caractérisé par l'existence de deux saisons bien distinctes : une saison sèche de novembre en avril et une saison des pluies de mai en octobre. La pluviosité moyenne annuelle calculée sur la série 1922-1999 est de 1139,6 mm. La période de 1969 à 1996 ressort comme une période déficitaire (figure 2 A) : la région de Kolda qui occupait l'isohyète 1200 mm sur la base des précipitations moyennes de 1931 à 1960 se situe très souvent en dessous de l'isohyète 1000 mm.

De 1922 à 1950, le nombre de jours de pluie se positionne en dessous de la moyenne (figure 2B) et de 1950 à 1969 en dessus de la moyenne. Puis, il décrit une courbe continuellement décroissante jusqu'en 1990. Cette allure a été décrite par Diop (1996) sur la même période.

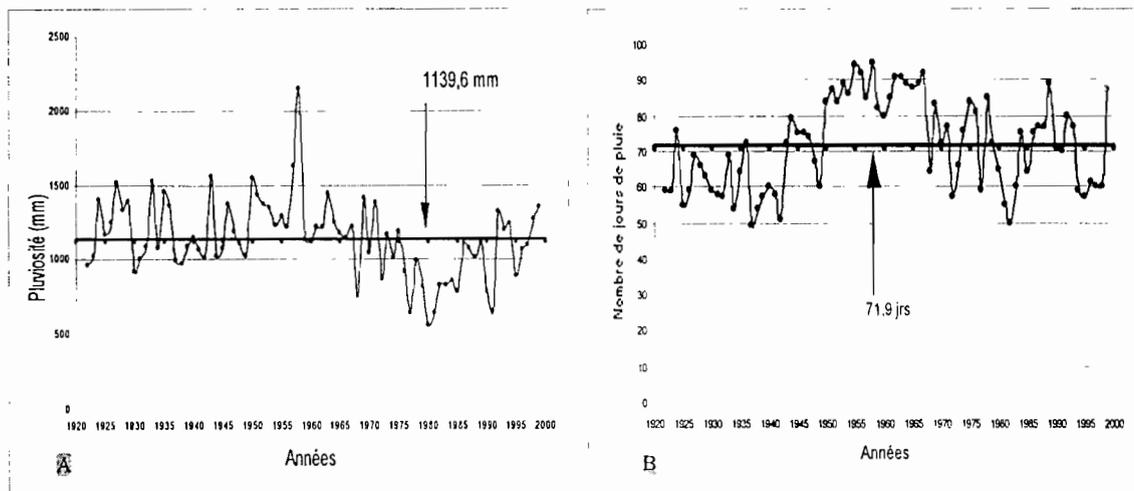


Figure 2 : Evolution de la pluviosité de l'origine de la station de Kolda jusqu'en 1999 (A : pluviosité, B : jours de pluie)

La pluviosité a été examinée sur une durée de 8 ans (1973-1980) et concerne les localités de Dioulacolon, Kolda et Médina Yorofoula. Il apparaît sur la figure 3 que la pluviosité de Kolda prend des valeurs intermédiaires entre celle de Dioulacolon plus au sud (plus pluvieux) et celle de Médina Yorofoula plus au nord (moins pluvieux), exception faite des quatre dernières années pour lesquelles la pluviosité de Médina Yorofoula est légèrement au-dessus de celle de Kolda.

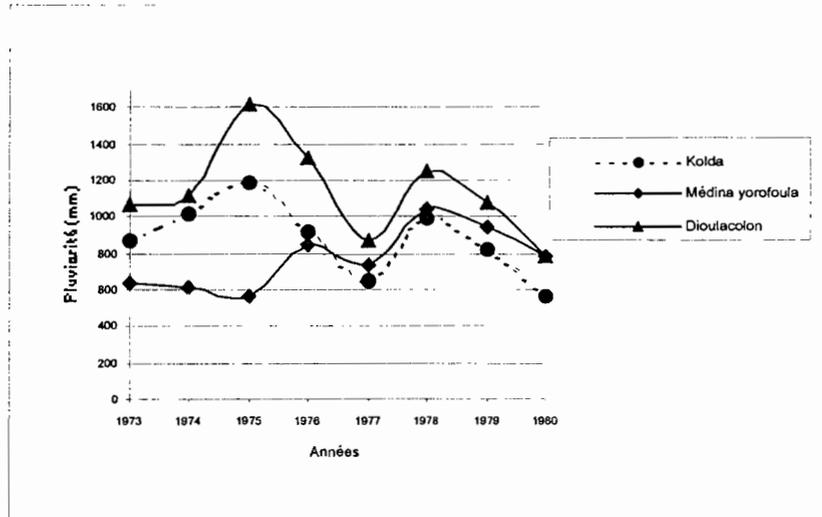


Figure 3 : Pluviosités comparées de Kolda, Dioulacolon et Médina Yorofoula.

Une pluviométrie de 1357,7 mm, recueillie sur 87 jours, est enregistrée cette année à Kolda ; ce qui constitue des valeurs supérieures aux moyennes calculées depuis l'origine de la station pluviométrique (1922). Cette saison pluvieuse s'étale de mai en octobre avec un maximum en août qui reçoit 33% de la pluie annuelle (figure 4). La saison de croissance s'étend de la dernière quinzaine de mai à la mi-novembre si l'on considère la période où $P \geq 2T$ ($^{\circ}C$) (Le Houérou, 1989).

La température maximale se situe au mois de mai avec 33,5 $^{\circ}C$ (figure 4) et la température minimale au mois de février (18,7 $^{\circ}C$).

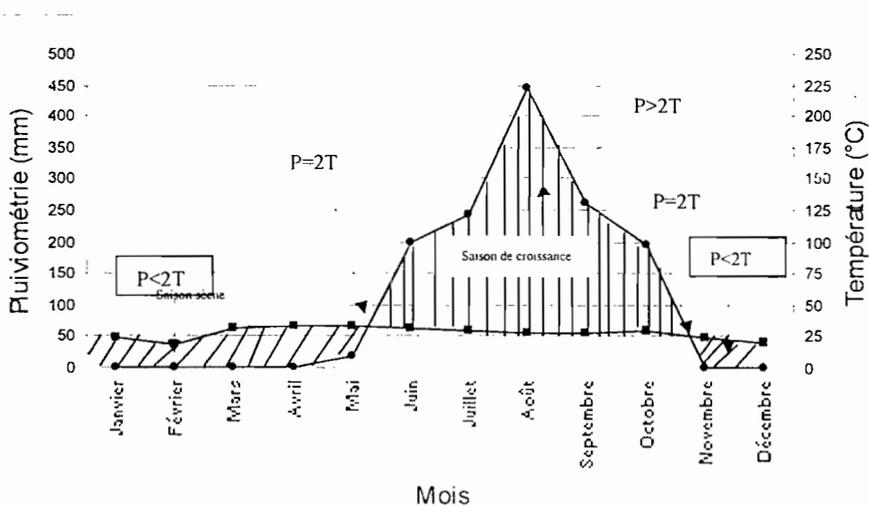


Figure 4 : Courbe ombrothermique de Kolda en 1999

1.3. Géomorphologie, sols, unités de végétation et utilisations du sol

Dans le terroir de Saré Yorobana, les unités géomorphologiques et les sols sont connus grâce aux travaux de Blanfort (1991) :

-*Le plateau* constitue la partie la plus élevée de la toposéquence (40 m). Les sols sont de type ferrugineux tropicaux lessivés, à texture sablo-argileuse ou ferrallitique. Le pourcentage d'argile augmente en profondeur avec le lessivage des particules fines vers les horizons inférieurs. La cuirasse affleurante par endroits forme une bande non cultivable essentiellement localisée sur le sommet du plateau tandis que les sols sont relativement profonds sur le bas du plateau. La forêt sèche occupe l'essentiel du haut du plateau avec une strate ligneuse haute de 8 à 10 m. Sur le bas du plateau se localisent les jachères. Les espèces dominantes sont des Combretacées : *Combretum glutinosum*, *Terminalia macroptera*, *Combretum geitonophyllum*. Cette unité est utilisée pour le parcours de saison des pluies et plus récemment pour la culture d'arachide, céréale et coton.

-*Le glacis* est une zone d'altitude variant entre 25 et 30 m qui fait la jonction entre le plateau et la vallée. Les sols sont peu évolués d'apport, issus de cuirasses démantelées sur le haut du glacis. La texture est sablo-argileuse et l'horizon humifère s'étend jusqu'à 30 cm de profondeur. Le bas du glacis est occupé par des sols hydromorphes à engorgement temporaire présentant par endroits des tâches de pseudo-gley. L'horizon humifère y est peu épais (20 cm). L'horizon supérieur est sableux, les horizons inférieurs sont de plus en plus argileux. Dans les jachères comme dans les champs, les Combretacées sont prépondérantes. On note cependant la présence par endroit de grands arbres tels que *Adansonia digitata*, *Daniellia oliveri*, *Piliostigma thonningii*. Cette unité est utilisée pour la culture d'arachide, de céréales dont le maïs en champs de case avec engrais et /ou parcage de saison sèche.

-*La vallée* est une zone inondable subdivisée en deux sous-zones par Blanfort (1991) :

- une zone de battement de nappe occupée par une oléo-palmeraie à *Elaeis guineensis* ;
- une zone d'inondation temporaire occupée par les rizières.

Les sols sont hydromorphes à gley de surface. L'horizon de surface est argileux.

Pour les caractéristiques du terroir de Sobouldé, les cartes morpho-pédologiques, du couvert végétal, de l'occupation du sol à 1/500 000 (du projet USAID/RSI, N° 685 0233 de 1985), des potentialités forestières des sols (IGN, 1982) et la carte pédologique (de G. Albocq, 1986) de la moyenne Casamanice, ont été consultées. Leur lecture a permis de dégager les grandes unités géomorphologiques, les sols, la végétation et les différentes utilisations qui leurs sont associés. Les principales unités sont :

-*Le plateau* subdivisé en deux zones qui sont le haut plateau avec des sols ferrugineux tropicaux lessivés à texture argilo-sableuse et le bas plateau dont les sols ferrallitiques sont faiblement désaturés appauvris sur matériau argilo-sableux peu épais sur cuirasse. La végétation est une forêt claire au nord-ouest et une savane très boisée au nord-est. Les espèces dominant la strate ligneuse sont : *Pterocarpus erinaceus*, *Terminalia macroptera*, *Bombax costatum*, *Vitex doniana*, *Terminalia avicennioides*. La strate herbacée est dominée par *Pennisetum* spp., *Andropogon* spp., *Spermacoce chaetocephala*, *Cochlospermum tinctorium*. Cette unité constitue essentiellement le domaine forestier occupé par la savane boisée et la forêt claire sèche, aujourd'hui progressivement défrichée et mise en culture.

-*Le glacis* est une surface occupée par des sols peu évolués d'apport, sur matériau de démantèlement de cuirasse (au nord-est et au sud du village). La végétation ligneuse de cette zone est dominée par *Pterocarpus erinaceus*, *Parkia biglobosa*, *Ficus gnaphalocarpa*, *Icacina senegalensis*, *Terminalia macroptera*. La végétation herbacée est constituée essentiellement de *Andropogon* spp., *Pennisetum subangustum*, *Tephrosia linearis*, *Sesbania pachycarpa*.

-*La vallée* est entaillée juste autour du village par les affluents du Soungrougrou. Les sols sont hydromorphes, peu humifères à gley de surface ou d'ensemble (lessivé) sur matériau sableux à sablo-argileux de colluvionnement au niveau de la haute vallée à proximité du village et sur matériau argileux alluvio-colluvial au fond de la vallée. La végétation ligneuse de cette zone est dominée par *Elaeis guineensis*, *Daniellia oliverii*, *Pterocarpus erinaceus*, *Ficus* spp., *Syzygium guineense* tandis que *Pennisetum subangustum*, *Vetivera nigriflora*, *Hyptis specigera*, *Urena lobata* dominant la strate herbacée. La vallée est utilisée essentiellement pour la culture du riz.

1.4. Population et activités

Selon le recensement de la population (Anonyme, 1988), Saré Yorobana comptait 209 habitants dont 104 du sexe masculin et 105 du sexe féminin répartis entre 17 concessions et 19 ménages. Cette population représente 0,5% de celle de l'arrondissement (41 526 habitants) et 2,25% de celle de la communauté rurale (9269). C'est un village peuplé de Peul Firdou (autochtones). Cette population pratique une agriculture diversifiée (sorgho, mil, maïs, arachide, riz, coton, sésame) associée à un élevage extensif sédentaire de bovins ndama et de petits ruminants. L'introduction du coton s'est faite au détriment des jachères et des sols marginaux (Mere et Cariou, 1991).

Blanfort (1991) constate l'organisation spatio-temporelle suivante :

- en saison des pluies, dès la levée des semis, les bovins sont parqués aux confins du village pour exploiter dans un premier temps la forêt périphérique et les jachères anciennes sous la conduite d'un berger ; puis plus tard, leur aire de parcours sera localisée plus profondément sur le plateau. Les petits ruminants sont mis au piquet dans les jachères proches et déplacés une à deux fois dans la journée, puis parqués le soir dans les concessions ;
- dès le mois d'octobre, et au fur et à mesure des récoltes, les champs sont ouverts aux petits ruminants d'abord, puis aux bovins (début décembre) ; les animaux sont en divagation et exploitent les résidus de culture ; les bovins sont parqués la nuit dans les champs de case, les pâturages de bas-fond sont exploités dès la récolte du riz et en saison sèche.

Le recensement de 1988 montre que la population de Sobouldé s'élève à 514 habitants dont 285 du sexe masculin et 229 du sexe féminin répartie entre 57 concessions et 59 ménages. Elle représente 1,04% à l'échelle de l'arrondissement (49 272 hts) et 2,81% à l'échelle de la communauté rurale (18 307). C'est un village créé au cours du siècle dernier par Guiro BALDE, Peul firdou (autochtone) mais aujourd'hui ce sont les Peuls fouta (originaires de la Guinée Conakry) qui dominant, la troisième ethnie étant les Sarakolés. Ce village s'est installé à côté de la forêt classée de Pata qui constitue au nord et au nord-est la zone de progression des défrichements pour la mise en culture. Cela explique l'existence de défriches récentes.

Le système de production est agropastoral, basé sur une agriculture peu diversifiée (arachide, mil, très accidentellement maïs et sorgho). Le terroir est divisé en deux blocs :

- le bloc nord, ou zone de culture et de progression du défrichement ;
- le bloc sud ou zone de parcours du bétail.

Les bovins et petits ruminants sont confiés à des bergers en saison des pluies et reviennent à la vaine pâture dans les champs en saison sèche.

Dans la région de Kolda, l'élevage est de type extensif. Il constitue 30% de la valeur ajoutée du secteur agricole. Le cheptel atteint 7% de l'effectif national (PFRK, 1993). L'élevage joue des rôles socio-culturels et surtout économiques importants (production laitière, viande, traction animale dans les champs, dans le transport, fertilisation des champs).

En mettant en parallèle les deux sites, on définit un gradient d'anthropisation croissante de Saré Yorobana à Sobouldé. La pression à Sobouldé semble être atténuée par l'existence d'une réserve foncière, de terre neuve progressivement défrichée et mise en culture : la forêt de Pata qui tend à disparaître si le rythme actuel d'installation des villages (wolof) et de défrichement n'est pas stoppé. A Saré Yorobana, le système d'utilisation agropastorale des terres intègre la pratique de la jachère qui n'existe presque pas à Sobouldé où la culture permanente alternant arachide/mil est pratiquée.

C'est donc deux systèmes agropastoraux qui se singularisent sur les critères :

- d'anthropisation (démographie importante à Sobouldé (SB) avec une culture permanente, rareté des jachères qui sont fréquentes à Saré Yorobana (SY) où la pression démographique est moins importante) ;
- des défriches plus anciennes à SY qu'à SB ;
- une géomorphologie donnant naissance à des sols plus profonds à SB qu'à SY où le plafond argileux est moins profond.

Chapitre 2 : Dynamique des souches dans les systèmes de culture

2.1. Matériel et méthodes

On a échantillonné sur deux terroirs en zone soudanienne :

- à Saré Yorobana, site du Programme Jachère, des relevés ont été effectués sur différents systèmes de culture par la méthode des transects ;
- à Sobouldé, site d'installation plus récente, des parcelles à temps de culture échelonnés bien définis ont été échantillonnées.

2.1.1. Méthode de relevé à l'échelle des terroirs

A Saré Yorobana (SY), huit transects de longueur variant entre 256 m et 691 m et orientés à 110 grades dans le sens de la longueur du terroir (sauf, le T7) ont été matérialisés sur le plateau du terroir de Saré Yorobana, avec comme point de convergence (repère) la parcelle expérimentale du Programme "Jachère-biodiversité"¹ (tableau 1). Le sens de la progression est nord-sud d'un transect à un autre et ouest-est sur un transect donné. Le long de ces transects, dans une bande de 5 m de large, toutes les parcelles (cultivées ou en jachère) sont inventoriées sur une longueur de 50 m. Dans la pratique, chaque bande ou relevé de 50 m x 5 m est subdivisée en 5 sous-parcelles numérotées de 1 à 5 et matérialisées par des jalons (photo1) pour faciliter la progression du travail d'inventaire mais aussi le prélèvement des échantillons de sol et la mesure de la profondeur du plafond argileux. Au total 40 relevés ont été effectués à SY.

Tableau 1 : Plan d'échantillonnage à l'échelle du terroir agropastoral de Saré Yorobana.

¹ Projet "Raccourcissement du temps de jachère, biodiversité et développement durable, en Afrique centrale (Cameroun) et en Afrique de l'ouest (Mali, Sénégal)"(Rapport final du projet CEE N°TS3-CT93-0220 DG 12 HSMU, novembre 1998, 245p).

Tableau 1 : Plan d'échantillonnage à l'échelle du terroir agropastoral de Saré Yorobana.

Transects	Azimuts (grades)	Longueur (m)	Relevés	Etats
1	110	514	1	Coton
1	110	514	2	Jachère 4 ans
1	110	514	3	Jachère 1 an
1	110	514	4	Jachère 1 an
1	110	514	5	Jachère 6 ans
1	110	514	6	Jachère 2 ans
2	110	466	7	Coton
2	110	466	8	Jachère 1 an
2	110	466	9	Jachère 1 an
2	110	466	10	Coton
2	110	466	11	Jachère 2 ans
2	110	466	12	Arachide
3	110	481	13	Coton
3	110	481	14	Jachère 3 ans
3	110	481	15	Jachère 1 an
3	110	481	16	Mil abandonné
3	110	481	17	Sorgho
4	110	691	18	Sorgho
4	110	691	19	Mil
4	110	691	20	Arachide
4	110	691	21	Arachide
4	110	691	22	Arachide
4	110	691	23	Coton
4	110	691	24	Jachère 3 ans
5	110	401	25	Arachide
5	110	401	26	Coton
5	110	401	27	Arachide
5	110	401	28	Arachide
5	110	401	29	Arachide
6	110	304	30	Arachide
6	110	304	31	Arachide
6	110	304	32	Maïs
7	195	256	33	Arachide
7	195	256	34	Arachide
7	195	256	35	Coton
8	110	262	36	Jachère 4 ans
8	110	262	37	Jachère 3 ans
8	110	262	38	Coton
8	110	262	39	Arachide
8	110	262	40	Jachère 1 an



Photo 1 : Matérialisation d'un transect par jalonnement dans une jachère de deux ans à Saré Yorobana (cliché E. Faye, 1999)

A Sobouldé (SB), la durée de la phase de culture étant prise comme critère de choix des parcelles à inventorier, l'échantillonnage ne s'est pas appuyé sur des transects mais sur la distribution spatiale des parcelles. La forêt sèche de Pata voisine de SB a été échantillonnée à

titre de comparaison (Photo2). Sur le tableau 2 figurent les caractéristiques des parcelles échantillonnées.

Tableau 2 : Plan d'échantillonnage à l'échelle du terroir agropastoral de Sobouldé

Relevés	Durée de culture (ans)	Etats
41	8	Arachide
42	8	Arachidee
43	8	Arachidee
44	8	Arachide
45	0	Forêt dePata
46	1	Arachide
47	1	Arachide
48	1	Arachide
49	5	Arachide
50	3	mil
51	3	mil
52	2	mil
53	2	Arachide
54	7	Jachère 3 ans
55	12	Arachide
56	12	Arachide
57	14	Arachide
58	14	mil
59	14	Arachide
60	10	Arachide
61	1	Arachide
62	10	Arachide
63	13	mil
64	9	Arachide



Photo 2 : Un champ d'arachide sur défriche d'un an dans le terroir de Sobouldé (*cliché E.Faye, 1999*)

cm. Dans chaque parcelle, une surface d'au moins 1250 m² a été retenue pour l'inventaire puis ramenée à 2500 m². Pour toutes les souches rencontrées, l'espèce a été déterminée, la hauteur de coupe mesurée et le nombre de rejets (drageons et semis) comptés.

Tableau 3 : Résumé du plan d'échantillonnage pour les individus

Relevés	Etats	Surfaces (m ²)	Facteurs d'harmonisation des surfaces
1	Jachère 1 an	2500	1
2	Jachère 6 ans	2500	1
3	Coton	2500	1
4	Jachère 3 ans	1250	2
5	Jachère 11 ans	1250	2
6	Jachère 21 ans	1250	2
7	Jachère >35 ans	1250	2
8	Jachère 1 an	1250	2

2.1.4. Méthode d'analyse des données

2.1.4.1. Analyses des données d'enquête

À Saré Yorobana, les systèmes de culture sont identifiés sur la base des résultats de l'enquête socio-économique (fiche d'enquête en annexe 1). A partir des données de l'enquête, un tableau à double entrée portant en lignes les parcelles, en colonnes les années, et à l'intersection des lignes et des colonnes, les éléments de la rotation culturale, a été constitué.

Ce tableau a permis de synthétiser l'information sur les rotations culturales sous formes d'un tableau constitué de 14 variables concernant le nombre de chaque élément de la rotation culturale (les jachères sont classées en jachère longue ou supérieure à 10, moyenne ou de 7 ans et courte ou de 1 à 4 ans) et 40 parcelles. Ce tableau est soumis à une analyse en composante principale (ACP).

L'ACP est une méthode d'analyse multivariée descriptive qui permet d'optimiser les corrélations entre les lignes dans un tableau de contingence (Hill et Smith, 1976 ; Mercier *et al.*, 1992). Elle s'effectue à partir d'un tableau de contingence fait de colonnes-variables et de lignes-relvés. Elle pondère par rapport à la moyenne de la ligne, impliquant une symétrie entre les plans factoriels issus des variables transformées.

Cette méthode a pour objet de résumer l'information contenue dans un tableau de données en écriture simplifiée sous formes graphiques. L'interprétation des résultats de l'ACP repose sur trois paramètres :

- l'inertie qui résume la part de l'information contenue dans chaque axe ;

- la contribution relative à l'inertie qui représente la participation d'un individu ou d'une variable à la constitution d'un axe et cette contribution permet d'identifier les points qui interviennent de façon significative dans la construction des axes ;
- la corrélation qui permet de mesurer la qualité de la représentation d'un point sur l'axe.

2.1.4.2. Analyses des données de la végétation

A sobouldé, le modèle de dynamique des ligneux utilisé est du type exponentiel de la forme $N_t = N_0 (1-k)^t$ (N_t = nombre d'individu au temps t , N_0 = nombre d'individu au temps t_0 et k = taux de mortalité). Le principe est d'utiliser la somme des moindres carrées entre les données observées pour chaque variable testée et des données théoriques pour trouver les valeurs de N_0 et de k avec lesquelles la somme des moindres carrés est minimale. Avec ces valeurs de N_0 et de k les séries de données générées par le modèle sont les plus proches possibles des données réellement observées.

Dans les deux sites, les indices de régénération et diversité de Shannon et Weaver ont été calculés.

L'indice de régénération défini comme le rapport entre la densité de régénération (végétative et sexuée) et la densité des individus (souches), a été calculé. Il est un paramètre qui renseigne sur le niveau de la régénération et de ce fait peut orienter les décisions (diminution de semis, protection ou assistance de la régénération, etc) à prendre sur un peuplement. Selon Cissé (1995) ses valeurs caractéristiques sont les suivantes :

- $IR = 1$ traduirait un peuplement en équilibre où il y a autant de jeunes plants que d'adultes;
- $IR < 1$ signifierait un peuplement vieillissant dont la densité de jeunes plants est inférieure à celle des adultes ;
- $IR > 1$ correspondrait à un peuplement en pleine expansion par suite d'une forte régénération.

Pour l'indice de diversité, la théorie de l'information née sous l'impulsion de Shannon se base sur le constat qu'un événement apporte quand il se réalise d'autant plus d'informations qu'il est improbable. La quantité d'information I est une fonction de l'inverse de la probabilité p de réalisation de l'événement E [$I = f(1/p)$]. Quand deux ou plusieurs événements indépendants se réalisent, la quantité totale d'information fournie est la somme des quantités apportées par chacun d'eux. Comme la probabilité de leur co-occurrence est

égale au produit de leurs probabilités, on a l'équation suivante : $I(E_1 \text{ et } E_2) = f(1/p_1 \cdot p_2) = f(1/p_1) + f(1/p_2)$. La seule fonction qui répond à ces propriétés est le logarithme (Frontier *et al.*, 1995). Si on assimile la présence des espèces à des événements indépendants, on en déduit la formule de Shannon-Weaver $H' = -\sum p_i \log_2 p_i$ où p_i est la fréquence relative de l'espèce i . Cet indice est utilisé pour calculer la diversité des groupes comparativement à la diversité maximale (H'_{\max}) qui est le Logarithme à base 2 du nombre d'espèces. La régularité R ou indice d'équitabilité (E) d'un système encore appelée degré de réalisation de la diversité maximale est le rapport de sa diversité (H') à la diversité maximale (H'_{\max}) : $R = H' / H'_{\max}$.

2.1.2. Les enquêtes

Les enquêtes sont menées suivant une méthode d'entretien semi-structuré avec les propriétaires des parcelles échantillonnées. Cet entretien avec les agropasteurs s'est effectué suivant le questionnaire en annexe 1

A Saré Yorobana, pour chacune des parcelles échantillonnées, un interrogatoire a été effectué au niveau de chaque propriétaire de parcelles. L'essentiel des questions concernait les pratiques culturales, les différents types de rotation pendant les vingt dernières années, l'historique des parcelles.

A sobouldé l'entretien avec les agropasteurs a permis de déterminer l'âge de la défriche, la durée de culture, les différentes successions culturales.

2.1.3. Inventaire des souches

2.1.3.1. Méthode de mesure

A Saré Yorobana (SY), dans chaque relevé, toutes les espèces ligneuses présentes sont identifiées. Pour chaque individu présent (souche, arbre, semis, drageons), vivant ou mort, les paramètres mesurés sont : le diamètre croisé à la base de la souche (deux mesures perpendiculaires), la hauteur totale. Sur le plan pédologique, la profondeur de l'horizon argileux est mesurée dans chaque sous-parcelle à l'aide d'un pénétromètre gradué en cm et de longueur totale un mètre, soit cinq mesures par relevé.

A sobouldé (SB), les mêmes mesures de souches et prélèvements de sols que pour SY ont été effectués.

2.1.3.2. Typologie des souches

A Saré Yorobana, un échantillonnage a été effectué dans les jachères (7 parcelles) pour l'étude typologique des souches et de leurs relations avec la capacité à rejeter. Un champ a été également échantillonné (tableau 3). Trois classes de hauteur de coupe (hc) ont été définies : Classe 1 : $H1 \leq 20$ cm, Classe 2 : $(20 < H2 \leq 50)$ cm et Classe 3 : $H3 > 50$

2.2. Résultats

2.2.1. Identification des systèmes de culture

2.2.1.1. Les systèmes de culture identifiés

On a cherché à caractériser chaque parcelle étudiée par le système de culture qui lui est appliqué (succession culturale) et on a ensuite regroupé les parcelles qui sont similaires. Pour Sébillote (1982) un système de culture est défini pour une surface de terrain traitée de manière homogène, par les cultures avec leur ordre de succession et les itinéraires techniques. L'analyse des données issues de l'enquête a permis de reconstituer pour les 20 dernières années la succession culturale sur toutes les parcelles échantillonnées (tableau 4).

Tableau 4 : La succession culturale sur les parcelles utilisées pendant les vingt dernières années

Parcelles	ANNÉES																			
	1999	1998	1997	1996	1995	1994	1993	1992	1991	1990	1989	1988	1987	1986	1985	1984	1983	1982	1981	1980
R1	C	A	S/MA	A	S/MA	A	S/MA	A	S/MA	A	S/MA	A	S/MA	A	S/MA	A	S/MA	A	J	J
R2	J	J	J	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J
R3	J	A	J	A	J	A+S	J	A	J	A+S	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A
R4	J	A	J	J	J	J	J	A	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	A
R5	J	J	J	J	J	J	A	N	S	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	A
R6	J	J	Bissap	A	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J
R7	C	A	J	A	J	A	J	A	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	M
R8	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	J
R9	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	J
R10	C	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A
R11	J	J	J	C	A	J	C	J	A	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
R12	A	J	A	C	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J
R13	C	A	C	A	C	A	C	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A
R14	J	J	J	A	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
R15	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	J
R16	M	A	C	A	M	A	M	A	M	A	M	J	J	J	A	J	A	J	A	J
R17	S	A	S	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
R18	S	A	M	S	A	M	S	A	M	S	A	M	S	A	M	S	A	M	S	A
R19	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A
R20	A	J	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	J
R21	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M
R22	A	M/MA	A	M/MA	A	M/MA	A	M/MA	A	M/MA	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J
R23	C	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	J
R24	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	J
R25	A	C	A	M	J	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A
R26	C	A	C	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A
R27	A	C	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M
R28	A	C	A	C	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J
R29	A	C	S	S	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M
R30	A	Tabacco	A	J	A	A	J	J	J	J	J	J	J	A	J	A	J	A	J	A
R31	A	J	A	J	A	J	A	MA	MA	A	J	J	J	J	J	J	J	J	J	A
R32	MA	J	A	J	A	J	MA	MA	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J
R33	A	A	J	J	A	J	A	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	A
R34	A	J	A	J	A	J	A	J	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	J
R35	C	J	A	M	S	S	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
R36	J	J	J	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J
R37	J	J	J	J	J	J	J	A	J	J	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A
R38	C	A	J	J	J	J	A	A	J	A	F	A	J	A	J	A	A	J	A	J
R39	A	J	A	J	A	M	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J
R40	J	A	J	J	A	J	A	J	A	F	A	F	A	F	A	F	A	F	A	F

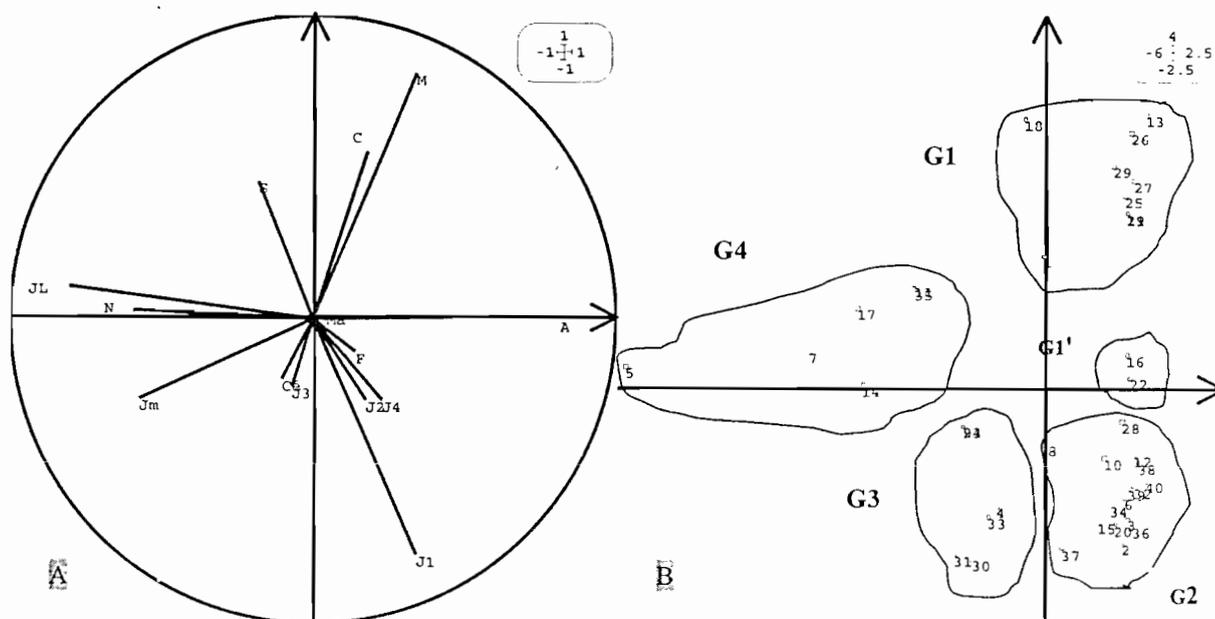
M=mil, MA=maïs, C=coton, N = niébé, S=sorgho, S/MA=sorgho ou maïs, A=arachide, F=fonio, J=jachère, M/MA=mil ou maïs, A+S=arachide+sorgho

Tableau 5 : Dénomination des systèmes de culture identifiés

Groupes	Nb Parcelles	Systèmes de culture	Agés moyens en années (écartype)	Sigles
1	9	Culture permanente (arachide-céréales)	43 (13)	G1
2	17	Culture et jachère annuelle (arachide-jachère)	53 (13,9)	G2
3	6	Culture et jachère-jachère moyenne (7 ans)	56 (10)	G3
4	6	Longue phase de jachère et culture sporadique	45 (19)	G4

Nb = nombre

L'analyse en composante principale (ACP) effectuée sur la matrice 14 variables * 40 parcelles révèle que les axes F1 et F2 absorbent respectivement 18 % et 15 % de la variabilité totale. A eux deux ils expliquent 33 % de l'inertie totale tandis que les quatre premiers axes en absorbent 55%. Sur le cercle de corrélation (figure 5A), les variables fortement corrélées aux valeurs négatives de F1 sont les longues jachères. Elles s'opposent à l'arachide. Cet axe est celui de la jachère dont la durée diminue des valeurs négatives vers les valeurs positives de F1. L'axe F2 est celui qui oppose la culture des céréales à la pratique des jeunes jachères.



J= jachère, JL = jachère longue, Jm = jachère moyenne, J1..4 = jachère de 1 à 4 ans, F = fonio, N = niébé, Ma = maïs, M = mil, C= coton, S = sorgho, A = arachide, Cé = sésame.

Figure 5 : Analyse en composante principale sur la matrice 14 variables X 40 parcelles (A : carte des variables (cercle de corrélation), B : carte des parcelles)

La lecture de la carte factorielle principale des parcelles (figure 5B) permet d'aboutir par ACP à la formation, de quatre grands groupes bien distincts définis par des systèmes de culture identiques :

- le groupe 1 (G1) caractérisé par le système de culture permanente à dominance arachide-céréale ;
- le groupe 2 (G2) défini par le système de culture arachide-jachère ;
- le groupe 3 (G3) qui est caractérisé par le système de culture à jachère moyenne ;
- le groupe 4 (G4) qui est celui des parcelles à longues jachères et culture sporadique.

L'ensemble G1' constitué par les parcelles R16 et R22 n'est pas assez représentatif (du fait du nombre limité de relevé qui le constituent) pour être considéré dans la suite du travail (Tableau 5). Plusieurs critères autres que les rotations culturales (les modes de défriche, le labour, le feu, la fertilisation) ont été aussi pris en compte dans la définition des systèmes de culture (Annexe 2).

2.2.1.2. La pratique du sarclage et du recépage dans les système de culture

Il apparaît que le système de culture permanente est constitué de parcelles appartenant essentiellement à des petits producteurs, définis par un nombre de parcelles, d'animaux de traits, d'UBT, d'actifs, inférieur respectivement à quatre, cinq, cinquante (tableau 6). Ces petits producteurs se singularisent par un nombre de propriétés terriennes généralement limité à deux, rarement trois et par un nombre d'actifs inférieurs à neuf. Les autres groupes présentent des parcelles appartenant à des proportions de grands producteurs relativement plus importantes à mesure que la pratique de la jachère devient fréquente.

En terme de pratiques culturales, il y a une variation en fonction des systèmes de culture. Pour le cas de l'arachide, le nombre de sarclages diminue en moyenne du groupe 1 au groupe 4, c'est-à-dire avec l'augmentation du nombre de «grands producteurs». Inversement, le nombre de recépages augmente. Pour les céréales, le nombre de sarclages et de recépages semble se stabiliser à deux quel que soit le groupe considéré. Pour le coton, le

nombre de sarclages est en général égal à deux ; une seule exploitation de «petit producteur» connaît trois recépages.

Donc les grands producteurs (G) sarclent moins (en moyenne 2,3) leurs parcelles d'arachide que les petits producteurs (P) qui sarclent en moyenne 2,8 fois, soit une différence de 0,5. Mais les «grands producteurs» (avec en moyenne 3,3 fois) coupent plus fréquemment les souches que les «petit producteur» (avec en moyenne 2,7 fois), soit une différence de 0,6. La pression de culture liée au sarclage pourrait être compensée chez les «grands producteurs» par la pression liée au recépage.

Tableau 6 : Variation des pratiques culturales suivant les types de producteurs

Caractéristiques des exploitations									Spécifications agricoles											
N°	Nb aclifs*	Nb animaux de trait	Nb propres terres	Nb UBT**	Types producteurs	Groupes	Parcelles	Arachide		Mil		Maïs		Sorgho		Coton				
								Nb S	Nb R	Nb S	Nb R	Nb S	Nb R	Nb S	Nb R	Nb S	Nb R			
1	5	2	3	20	P	1	1										2	3		
2	8	9	2	48	P	1	13										2	2		
3	7	5	2	21	P	1	18	3	3	1	2									
3	7	5	2	21	P	1	19	3	3	2	2									
4	10	8	1	98	G	1	21	3	3	2	2									
5	8	9	2	48	P	1	25		3		2			2			2			
6	4	5	2	?	P	1	26										2	2		
6	4	5	2	?	P	1	27	3	2	2	2	2	2	2	2	2				
7	9	5	2	80	G	1	29	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
								Moyennes	2,8	2,7	1,8	2	2	2	2	2	2	2	2	2,3
								Ecart types	0,4	0,5	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6
7	9	5	2	80	G	1	16													
6	4	5	2	?	P	1	28	3	3								2	2		
8					G	2	40	2	3											
7	9	5	2	80	G	2	22		1				1							
13	2	2	0	<1	P	2	8	2	3											
14	8	6	3	36	P	2	9	3	2											
1	5	2	3	20	P	2	2													
12	14	4	4	9	G	2	38													
12	14	4	4	9	G	2	37													
1	5	2	3	20	P	2	3										2	3		
9	15	18	4	70	G	2	6	2	3											
10	?	?	?	?	?	2	10										2	2		
11	?	?	?	?	?	2	12										2	2		
7	9	5	2	80	G	2	15	2	2											
4	10	8	1	98	G	2	20	3	3											
9	15	18	4	70	G	2	32	2	2	1		1		1						
12	14	4	4	9	G	2	34	2	3											
7	9	5	2	80	G	2	38											1		
9	15	18	4	70	G	2	39	3	3											
								Moyennes	2,4	2,7		1		1		1	2	2		
								Ecart types	0,5	0,5							0	0,8		
16	10	1	4	<1	G	3	33	3	3											
4	10	8	1	98	G	3	23	2	3								2	2		
4	10	8	1	98	G	3	24	2	3											
15	12	3	1	<1	G	3	4	2	4											
16	10	1	4	<1	G	3	30	2	3											
9	15	18	4	70	G	3	31	3	3											
								Moyennes	2,3	3,2							2	2		
								Ecart types	0,5	0,4										
9	15	18	4	70	G	4	5	3	3						2	2				
10	?	?	?	?	?	4	11	3	4											
9	15	18	4	70	G	4	14	2	4											
4	10	8	1	98	G	4	17	2	3	2	2									
12	14	4	4	9	G	4	7	2	3											
16	10	1	4	<1	G	4	35	2	3											
								Moyennes	2,3	3,3	2	2			2	2				
								Ecart types	0,5	0,5										

* Source : Manlay (2000)

N° du chef d'exploitation, Nb = nombre , Nb S = nombre de souches ; Nb R = nombre de recépages ; P= petits producteurs ; G = grands producteurs

2.2.2. Caractérisation de l'état des souches dans les systèmes de culture à Saré Yorobana

2.2.2.1. Typologie des souches dans les systèmes de culture

Dans les parcelles cultivées après jachère, trois types de souches ont été définis suivant la hauteur des fronts de coupe : H1 ≤ 20 cm, $20 < H2 \leq 50$ cm et H3 > 50 cm. La densité globale (5567 souches à l'hectare) est répartie pour 98,4% à la classe de souches H1, 1,2% à la classe H2 et 0,4% à la classe H3 (tableau 7). Globalement, la richesse floristique est plus importante dans la classe H1 et diminue à mesure que la hauteur des souches augmente. Donc très peu d'espèces sont traitées en coupe haute. Inversement, la capacité à rejeter a tendance à augmenter à mesure que le front de coupe s'élève. Il faut relativiser cette tendance, car le nombre de répétitions des souches hautes est assez faible par rapport à celui des souches basses.

Tableau 7 : Caractérisation des différents types de souches (N. = nombre, Moy. = moyen)

Types de souches	N. Souches (N.ha ⁻¹)	Contribution (%)	Richesse spécifique	N. Moy. de rejets
H1 ≤ 20 cm	5477	98,4	48	8,4
($20 < H2 \leq 50$) cm	65	1,2	13	13,9
H3 > 50 cm	25	0,4	8	16,8
Totaux	5567	100	48	

Pour des souches de hauteur inférieure ou égale à 20 cm, la figure 6 montre que 94% des souches appartiennent à 10 espèces dont les plus représentées sont *Terminalia macroptera* et *Dichrostachys glomerata* (qui représentent plus de 60%). Il reste 6% fournis par 38 espèces.

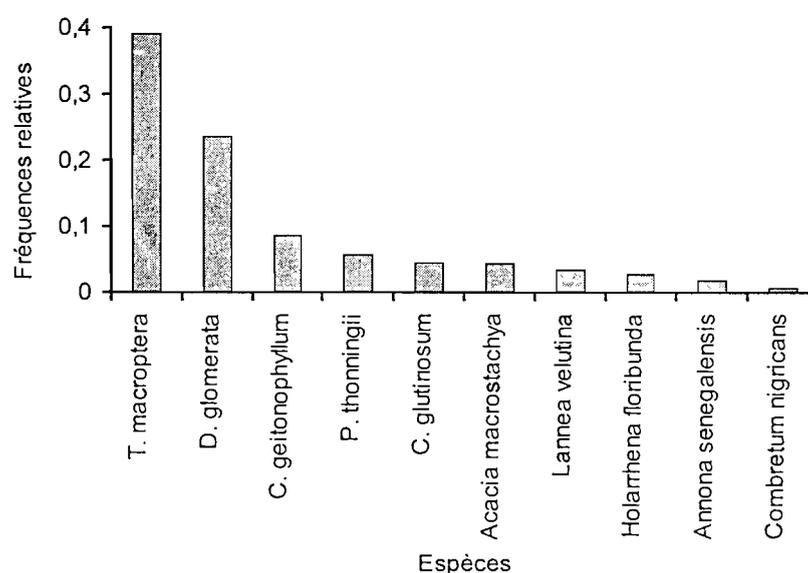


Figure 6 : Diagramme rang-fréquence des souches de type 1 (H1)
(C= *Combretum*, D = *Dichrostachys*, P = *Piliostigma*, T = *Terminalia*)

Toutes les souches de type 2 (H2) appartiennent à treize espèces dont *Terminalia macroptera* et *Combretum glutinosum* contribuent à plus de 60% (figure 7).

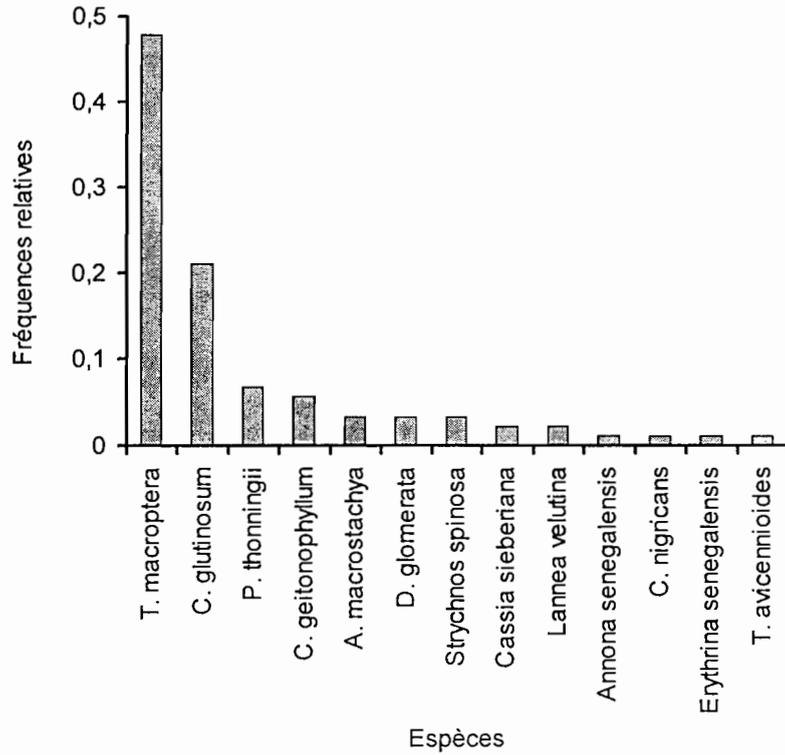


Figure 7 : Diagramme rang-fréquence des souches de type 2 (H2)
(A = Acacia, C= *Combretum*, D = *Dichrostachys*, P = *Piliostigma*, T = *Terminalia*)

Il en est de même pour les souches de type 3 (H3) réparties entre 8 espèces dont *T. macroptera* et *C. glutinosum* qui contribuent pour plus de 60% (figure 8).

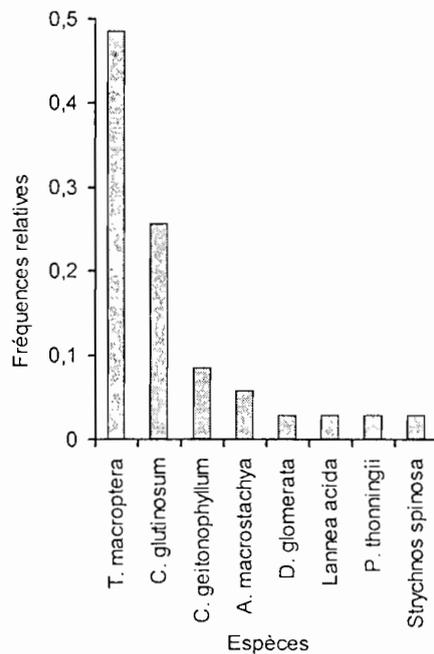


Figure 8 : Diagramme rang-fréquence des souches de type 3 (H3)
(A = Acacia, C= *Combretum*, D = *Dichrostachys*, P = *Piliostigma*, T = *Terminalia*)

Les huit espèces qui rejettent le mieux en moyenne, en fonction des trois types de souches, sont consignées dans le tableau 8. Les espèces qui rejettent mieux sont *Grewia lasiodiscus* (avec 31 rejets), *Terminalia avicennioides* (avec 41 rejets) et *Lannea acida* (avec 27 rejets) respectivement pour les classes de hauteurs 1, 2 et 3.

Tableau 8 : Nombre moyen de rejets par espèces et par type de souches² (H1 : ≤ 20 cm ; H2 : $20 < H2 \leq 50$ cm et H3 : > 50 cm)

Espèces	H1 ≤ 20 cm	H2 $20 < H2 \leq 50$ cm	H3 > 50 cm
<i>Grewia lasiodiscus</i>	31		
<i>Pericopsis laxiflora</i>	22		
<i>Vitex doniana</i>	20		
<i>Sclerocarya birrea</i>	20		
<i>Ziziphus mauritiana</i>	19		
<i>Combretum nigricans</i>	17	14	
<i>Erythrophleum africanum</i>	16		
<i>Hexalobus monopetalus</i>	15		
<i>Terminalia avicennioides</i>		41	
<i>Acacia macrostachya</i>		26	11
<i>Strychnos spinosa</i>		20	14
<i>Piliostigma thonningii</i>		13	26
<i>Cassia sieberiana</i>		13	
<i>Combretum glutinosum</i>		12	21
<i>Dichrostachys glomerata</i>		11	13
<i>Lannea acida</i>			27
<i>Terminalia macroptera</i>			12
<i>Combretum geitonophyllum</i>			8

2.2.2.2. Analyse de quelques variables de la végétation des systèmes identifiés

Les caractéristiques dendrométriques, floristiques, stratégies de régénérations des espèces de ces groupes sont résumées dans le tableau en annexe 4. Elles ont été soumises à une analyse de variance qui a permis de déceler des différences significatives entre les groupes pour l'indice de diversité maximale des ligneux ou $\text{Log}_2(n)$ et les paramètres nombre de souches (tableau 9). Les différences ne sont pas significatives pour la surface d'influence. Il existe des différences significatives pour le nombre de souches mortes.

² Liste complète des espèces en fonction de la capacité à rejeter suivant le type de souche en annexe 3

Tableau 9 : Caractéristiques des différents systèmes ou groupes homogènes identifiés (moyenne \pm écart type (n = nombre de parcelles ; deux groupes affectés de la même lettre ne sont pas significativement différents)

Principales Variables	Groupes				ANOVA	
	G1 (n = 9)	G2 (n = 17)	G3 (n = 10)	G4 (n = 4)	F	P>F
Indice diversité maximale (<i>bits</i>)	2,5 \pm 0,7 ^a	3,0 \pm 0,7 ^b	2,6 \pm 0,4 ^b	3,7 \pm 0,3 ^c	4,7	0,0036
Nombre de souches	21 \pm 2,9 ^a	55 \pm 3,1 ^b	35 \pm 2,2 ^b	114 \pm 1,6 ^c	6,3	0,019
Surface m ² .ha ⁻¹	63 \pm 12,4	108 \pm 11,6	61 \pm 6,2	84 \pm 5	1,6	0,1985
Nombre de souches mortes	0,8 \pm 2 ^a	2 \pm 3 ^b	0,7 \pm 0,8 ^a	5 \pm 4 ^c	2,8	0,0283

(G1 = culture permanente arachide-céréale, G2 = Culture et jachère annuelle (arachide-jachère), G3 = culture et jachère -jachère moyenne, G4 = Longue phase de jachère et culture sporadique)

2.2.2.3. La diversité floristique des systèmes de culture

2.2.2.3.1. Composition floristique des systèmes de culture

L'examen du tableau 10 permet de constater que le système de culture qui entraîne la richesse floristique en ligneux la plus forte est l'alternance arachide et jachère annuelle (G2) avec 33 espèces. Suivent dans l'ordre le système à longue phase de jachère et culture sporadique (G4 avec 30 espèces), le système à culture permanente (G1 avec 19 espèces) et le système alternant des phases longues de rotation arachide et jachère et une phase de jachère moyenne (7 ans) avec 14 espèces (G3). Les systèmes de culture permanente (G1) et transitoire (G3) conservent moins d'espèces (5 à 14). Le système régulier d'alternance arachide-jachère annuelle maintient plus d'espèces (33) que le système à jachère longue avec 30 espèces (G4).

Les espèces végétales se conservent donc mieux dans les systèmes de culture réguliers quelle que soit la pression de culture, eu égard à la richesse élevée dans les systèmes réguliers G1 et G2. En effet, le système irrégulier (G3) est moins conservateur que les systèmes qui lui sont proches et qui subissent visiblement plus de pression de culture : il s'agit de G1 et G2. G2 est un système optimal pour la diversité s'il est pratiqué pendant suffisamment longtemps. Le système ouvert s'enrichit dans le temps certainement par apport advectif de graines (Alexandre, 1989). En effet, G3, même rotation que G2, pratiqué moins longtemps avec en intercalaire de longues jachères, est moins riche. De même G4, malgré de longues phases de jachère, est moins riche que G2. Cependant dans le système à jachère longue (G4), à cause sans doute du remaniement floristique induit au cours de la succession écologique et dans la culture permanente, du fait de l'absence de période minimale de survie et de croissance (jachère courte), c'est l'inverse qui est observé. Comment cette dynamique se traduit elle sur le plan floristique?

Les espèces *Combretum geitonophyllum*, *Combretum glutinosum*, *Piliostigma thonningii* et *Terminalia macroptera* sont présentes dans tous les systèmes de culture, même dans les cultures continues. Ainsi, même le système de culture permanente parvient à conserver des espèces essentiellement des Combraetaceae, mais aussi des Légumineuses tels que *Piliostigma thonningii* et *Dichrostachys glomerata* et Apocynaceae (*Holarrhena floribunda*). Cet ensemble est constitué des principales espèces des espaces régulièrement cultivés de Saré Yorobana.

Tableau 10 : Variation de la composition floristique des systèmes de culture (densité N.ha⁻¹)

(G1 = culture permanente arachide-céréale, G2 = Culture et jachère annuelle (arachide-jachère), G3 = culture et jachère - jachère moyenne, G4 = Longue phase de jachère et culture sporadique) ; Moy = densité moyenne , Ecat = écartype

Espèces	Systèmes de culture									
	G1		G1'		G2		G3		G4	
	Moy	Ecat	Moy	Ecat	Moy	Ecat	Moy	Ecat	Moy	Ecat
<i>Combretum geitonophyllum</i>	769	868	320	453	558	929	760	660	860	1041
<i>Combretum glutinosum</i>	116	168	60	85	226	214	173	131	460	294
<i>Piliostigma thonningii</i>	53	106	20	28	68	109	53	55	227	200
<i>Terminalia macroptera</i>	67	131	60	85	1828	2353	273	307	1347	923
<i>Icacina senegalensis</i>	13	28	0	0	146	395	0	0	13	33
<i>Ziziphus mauritiana</i>	27	45	20	28	5	19	0	0	3	16
<i>Cassia sieberiana</i>	18	29	0	0	21	32	13	21	7	16
<i>Dichrostachys glomerata</i>	187	299	0	0	424	944	300	639	927	858
<i>Annona senegalensis</i>	18	29	0	0	45	72	7	16	53	48
<i>Lannea velutina</i>	4	13	0	0	21	69	7	16	53	86
<i>Lonchocarpus laxiflora</i>	4	13	0	0	5	13	0	0	0	0
<i>Piliostigma reticulatum</i>	22	45	0	0	45	71	47	114	173	298
<i>Acacia macrostachya</i>	18	41	0	0	28	88	0	0	140	126
<i>Holarrhena floribunda</i>	80	225	0	0	75	134	27	48	460	515
<i>Securidaca longipedunculata</i>	9	27	0	0	5	13	0	0	0	0
<i>Erythrina senegalensis</i>	4	13	0	0	2	10	0	0	0	0
<i>Vitex doniana</i>	4	13	0	0	2	10	0	0	0	0
<i>Securinega virosa</i>	4	13	0	0	0	0	0	0	13	33
<i>Calotropis procera</i>	4	13	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Detarium microcarpum</i>	0	0	0	0	2	10	0	0	0	0
<i>Erythrophleum africanum</i>	0	0	0	0	12	31	20	49	20	49
<i>Prosopis africana</i>	0	0	0	0	2	10	7	16	27	33
<i>Terminalia avicennioides</i>	0	0	0	0	12	24	47	114	60	70
<i>Quassia undulata</i>	0	0	0	0	7	16	0	0	7	16
<i>Bombax costatum</i>	0	0	0	0	7	16	0	0	7	16
<i>Cordyla pinnata</i>	0	0	0	0	2	10	0	0	13	21
<i>Desmodium velutinum</i>	0	0	0	0	2	10	0	0	7	16
<i>Gardenia ternifolia</i>	0	0	0	0	2	10	0	0	7	16
<i>Grewia villosa</i>	0	0	0	0	5	19	0	0	7	16
<i>Allophyllus africanus</i>	0	0	0	0	2	10	0	0	0	0
<i>Saba senegalensis</i>	0	0	0	0	2	10	0	0	0	0
<i>Parkia biglobosa</i>	0	0	0	0	2	10	0	0	0	0
<i>Strychnos spinosa</i>	0	0	0	0	2	10	0	0	0	0
<i>Asparagus pauli-guilielmi</i>	0	0	0	0	2	10	0	0	0	0
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	0	0	0	0	5	13	0	0	7	16
<i>Lannea acida</i>	0	0	0	0	0	0	7	16	13	33
<i>Combretum nigricabns</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	40	98
<i>Hexalobus monopetalus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	20	49
<i>Khaya senegalensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	8	18
<i>Maytenus senegalensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	7	16
<i>Stereospermum kunthianum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	7	16
Richesse floristique	19		5		33		14		30	

Les espèces absentes de la culture permanente se retrouvent dans le système arachide-jachère. Il s'agit de : *Asparagus pauli-guillielmi*, *Allophyllus africanus*, *Detarium microcarpum*, *Saba senegalensis*, *Parkia biglobosa*, *Strychnos spinosa*. Les espèces que l'on rencontre dans tous les systèmes à jachère (*Erythrophleum africanum*, *Prosopis africana* et *Terminalia avicennioides*) sont absentes dans les systèmes de culture permanente. Et celles ayant disparu du système arachide-jachère ne vont se retrouver que dans les systèmes à culture sporadique (G4). Il s'agit de *Lannea acida*, *Combretum nigricans*, *Hexalobus monopetalus*, *Khaya senegalensis*, *Maytenus senegalensis* et *Stereospermum kunthianum* (tableau 10).

Dichrostachys glomerata, *Annona senegalensis*, *Piliostigma reticulatum*, *Acacia macrostachya*, *Holarrhena floribunda* fortement représentés dans les systèmes à jachères (G2, G3 et G4) semblent avoir des stratégies d'adaptation à la culture permanente (G1) puisqu'elles y sont aussi représentées.

Icacina senegalensis, *Ziziphus mauritiana*, *Cassia sieberiana*, *Securidaca longipedunculata*, *Erythrina senegalensis*, *Securinega virosa*, *Vitex doniana*, *Calotropis procera*, sont prépondérants dans le système de culture permanente.

2.2.2.3.2. Diversité informatique

L'examen de la figure 9A montre que la diversité maximale moyenne dans les systèmes de culture varie de 2,3 (G1) à plus de 3,5 (G4). Par ordre d'importance décroissante, on trouve respectivement les groupes 4, 2, 3 et 1.

La diversité de Shannon la plus élevée, notée dans le groupe 4 est en liaison avec l'importante richesse et l'équilibre dans la distribution des individus au niveau de ce groupe. Par contre, pour les groupes 1, 2 et 3, il y a des phénomènes de dominance, et en outre pour le groupe 2, beaucoup d'espèces.

La diversité maximale est plus importante dans le groupe 1 que dans les autres groupes qui ont sur le plan floristique une marge d'évolution relativement plus élevée (figure 9). Le groupe 1 semble avoir un relatif équilibre sur le plan floristique. L'équitabilité baisse pour atteindre un minimum dans le système arachide-jachère avant de remonter dans les systèmes à jachère longue. Elle est moins importante dans les systèmes à jachère que dans la culture permanente où elle est maximale (plus de 0,9). La marge d'évolution est probablement plus élevée dans les systèmes à jachère que dans les systèmes à culture permanente.

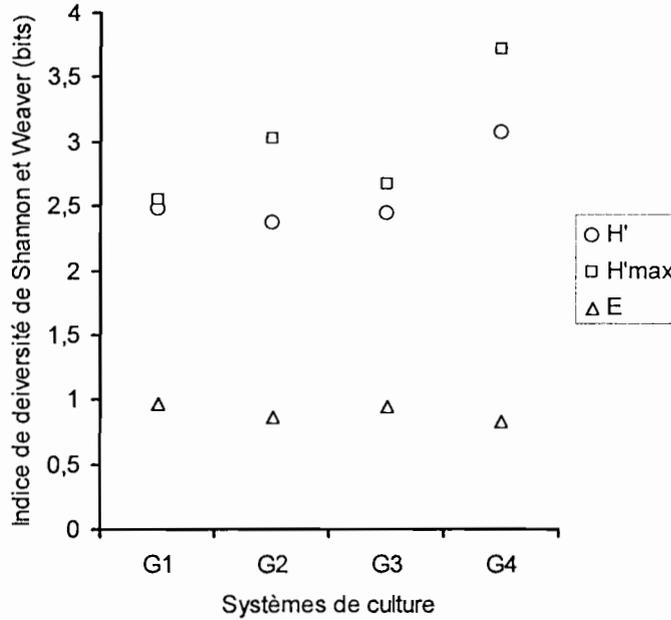


Figure 9 : Indices de diversité de Shannon et Weaver et de régularité (G1 = culture permanente arachide-céréale, G2 = Culture et jachère annuelle (arachide-jachère), G3 = culture et jachère -jachère moyenne, G4 = Longue phase de jachère et culture sporadique)

2.2.2.4. Structure des ligneux dans les systèmes de culture

La structure est représentée ici par la distribution des individus en fonction des classes de diamètre mesuré à la base. Largement utilisé pour l'étude des végétations tropicales (Aubréville, 1938 ; César et Menaut, 1974 ; Poupon, 1980 ; Grouzis, 1988 ; Diédhiou, 1994), ce type de représentation peut procurer des informations relatives à l'état actuel et aux tendances évolutives des peuplements ligneux (Rollet, 1979). C'est pourquoi nous l'abordons à la fois à l'échelle du peuplement (arbres, souches, régénérations) et à celle des souches.

2.2.2.4.1. Structure du peuplement ligneux

L'examen de la distribution des individus suivant leurs diamètres à la base permet de noter trois situations bien distinctes (figure 10) :

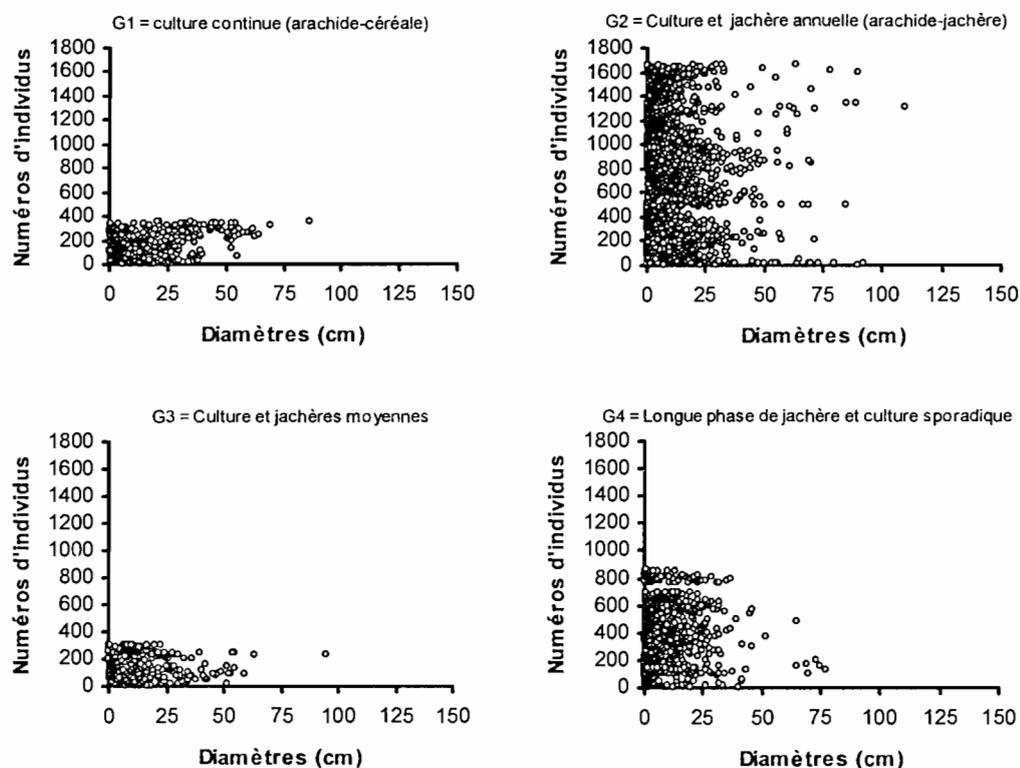


Figure 10 : Distribution des individus en fonction des classes de diamètre dans les systèmes de culture identifiés

- les groupes 1 et 3 ont un nombre de ligneux voisin de 400 individus qui ont principalement des diamètres de 0 à 35 cm : respectivement 43 ans et 56 ans d'utilisation, avec une forte pression anthropique (G1), une longue pratique d'un système suivie d'une alternance avec un ou plusieurs autres systèmes (G3). Par ailleurs, on retrouve les mêmes conséquences sur le peuplement ;
- le groupe G4 a un niveau d'individus de 800 environ répartis principalement dans les diamètres de 0 à 30 cm : 45 ans de pratique culturale avec de longues jachères permet un maintien d'un niveau assez élevé de souches ;
- le groupe 2 a le plus haut niveau d'individus (1600 individus) répartis majoritairement de 0 à 35 cm de diamètre : 53 ans d'utilisation avec un système régulier à jachère annuelle conserve la quantité d'individus la plus élevée.

2.2.2.4.2. Structure des souches

Dans tous les groupes (sauf le groupe 2), les individus de la classe de diamètre 20 - 30 cm ont des densités inférieures à 50 individus par hectare ; au-delà de 30 cm de diamètre, les densités varient de 0 à 30 individus à l'hectare. En dehors de la classe 30-40 cm du

groupe 1, il se dégage une forte mortalité dans tous les autres groupes. Il apparaît que les individus de plus de 20 cm de diamètre sont en proportion plus importants dans le groupe 2 qu'ailleurs. L'inverse est noté dans les systèmes avec jachère et dans le système de culture permanente à rotation régulière G1 (figure 11).

Pour faciliter l'interprétation des structures, des formulations mathématiques ont été proposées par divers auteurs. Un des types de formulation est basé sur l'ajustement de fonctions mathématiques à ces distributions de fréquence. La fonction exponentielle décroissante de type L caractériserait une population en équilibre (Rollet, 1979 ; Grouzis, 1988) tandis que le type bimodal caractériserait un vieux peuplement en déséquilibre (Rollet, *op.cit.*).

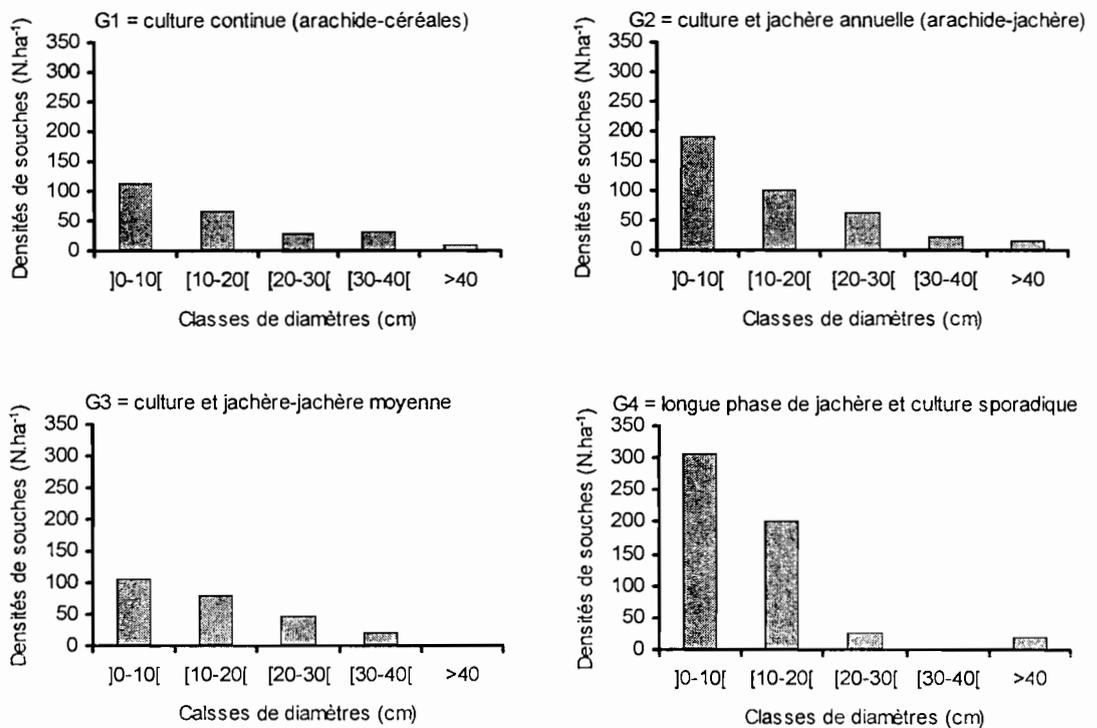


Figure 11 : Distribution des souches aux classes de diamètre dans les systèmes de culture identifiés

Les groupes 1 et 3 qui présentent la même distribution dans la figure 10 montrent une structure en L signifiant un relatif équilibre. Cet équilibre se traduit par une légère dominance des jeunes individus, un affranchissement et une espérance de vie meilleurs dans le groupe 1 que dans le groupe 3. Les groupes 2 et 4 présentent la même structure en L traduisant un équilibre dynamique. Le renouvellement des individus et leur survie sont meilleurs dans le groupe 4. Par contre, l'espérance de vie est meilleure dans le groupe 2, car dans le groupe 4

la classe 30-40 cm est absente. Le type de rotation agit sur l'espérance de vie qui est fondamentale pour le maintien d'un peuplement.

2.2.2.6. Evolution de quelques éléments relatifs à la dynamique des souches

2.2.2.6.1. Densité et surface d'influence

La densité de souches se présente dans l'ordre d'importance décroissante suivante (figure 12A) :

- le groupe 4 avec environ 5000 souches par hectare ;
- le groupe 2 avec plus de 3500 souches par hectare ;
- les groupes 3 et 1 avec des densités de 1200 à 1500 souches par hectare ;

Mais la surface d'influence est plus importante pour les groupes 2, 4, 1, 3 avec un maximum de plus de 120 m² par hectare et un minimum de moins de 75 m² par hectare (figure 12B).

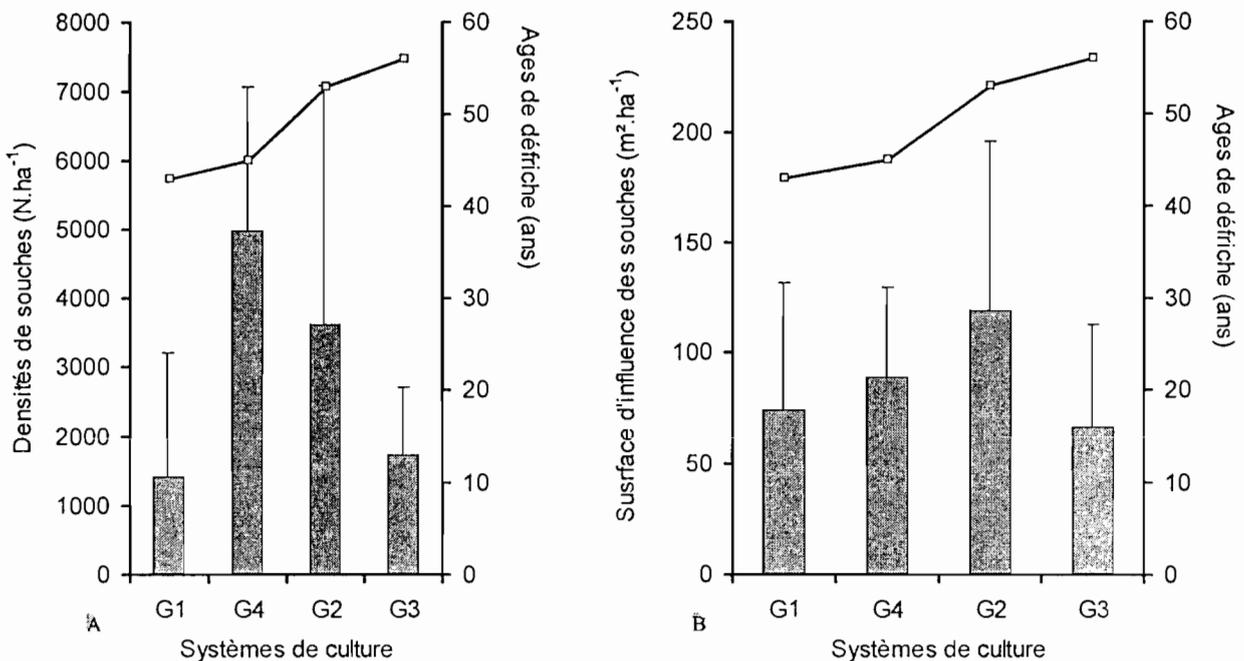


Figure 12 : Densité des souches (A) et leurs surfaces d'influence (B) dans les systèmes de culture, classés en fonction de l'âge de la première défriche (G1 = culture permanente arachide-céréale, G2 = Culture et jachère annuelle (arachide-jachère), G3 = culture et jachère -jachère moyenne, G4 = Longue phase de jachère et culture sporadique)

La densité et la surface d'influence sont plus importantes dans les systèmes de culture à jachère (G4, G2) que dans les systèmes de culture permanente (G1) ou en alternance irrégulière avec la jachère (G3). Si le maximum de la densité se réalise dans le système à

longue jachère sur les plus jeunes défriches (G4), celui de la surface d'influence intervient avec l'âge de la défriche (53 ans) dans les systèmes d'alternance arachide-jachère annuelle régulièrement pratiqués pendant longtemps (G2). Ce qui montre que la densité est plus élevée dans les jeunes défriches seulement quand elles connaissent de longues jachères (G4) et que seul le système arachide-jachère annuelle permet de conserver une densité de souches proche de cette densité maximale. Donc, l'effet de la pression de culture est plus marqué quand la rotation, même avec jachère, est irrégulière (G3). Cela se vérifie avec la surface d'influence des souches qui est maximale dans le système à jachère le plus régulièrement pratiqué (G2).

2.2.2.6.2. Contributions des espèces à la densité et à la surface d'influence des souches

Les diagrammes rang–fréquence des espèces montrent que 4 espèces (*Combretum geitonophyllum*, *Combretum glutinosum*, *Dichrostachys glomerata* et *Terminalia macroptera*) assurent 68 à 95% de la densité suivant les groupes (figure 13). Un nombre d'espèces abondantes accompagnées d'espèces rares se traduit par une diversité faible (G1) ; alors, la courbe rang-fréquence est concave (Frontier *et al.*, 1995). Un nombre important d'espèces de moyenne abondance avec peu d'espèces rares, entraîne une diversité forte ; alors, la courbe est convexe (G4). Le groupe 1 est un cas particulier fortement dominé par une seule espèce (Annexe 5).

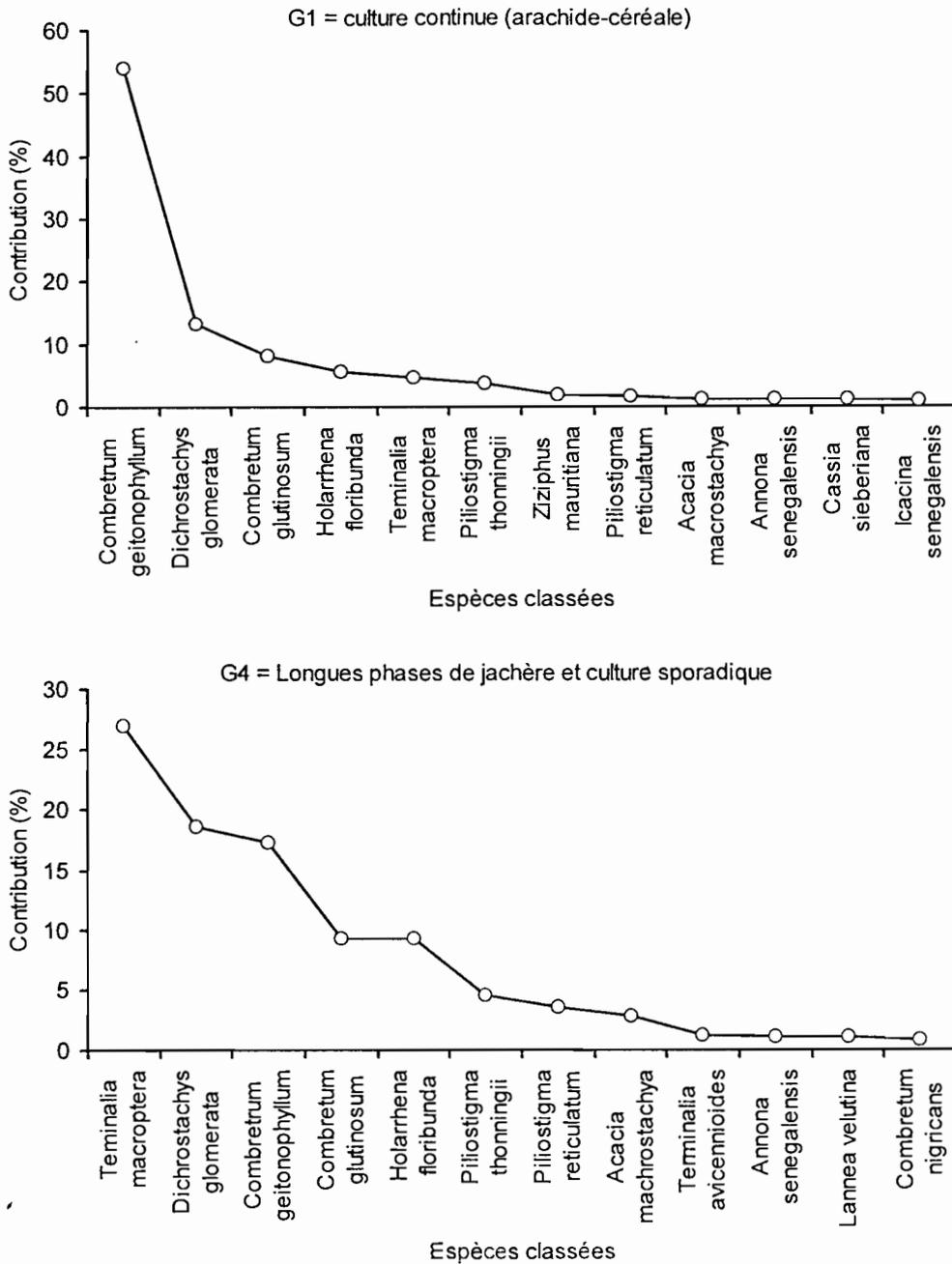


Figure 13 : Diagramme rang / fréquence des espèces dans les systèmes de culture 1 et 4

Le groupe le moins dense (groupe 1) connaît une mauvaise répartition des individus dominées à 68% par 2 espèces (*Combretum geitonophyllum* et *Dichrostachys glomerata*) tandis que le groupe le plus dense (groupe 4) a la meilleure répartition des souches avec plus de 70% des souches appartenant à 3 espèces (*Terminalia macroptera*, *Dichrostachys glomerata* et *Combretum geitonophyllum*).

Dans le groupe 1, *Combretum glutinosum* et *Combretum geitonophyllum* constituent plus de 95% de la surface d'influence (tableau 11). Dans les autres groupes cette proportion varie de 53 à 85%.

Tableau 11 : Contributions spécifiques à la surface d'influence (%)

Espèces	Contribution (%)			
	G1	G2	G3	G4
<i>Acacia macrostachya</i>	3	—	—	3,5
<i>Annona senegalensis</i>	—	—	—	1,2
<i>Combretum geitonophyllum</i>	80,6	42,2	67	26,7
<i>Combretum glutinosum</i>	5,3	18,1	15,1	24,2
<i>Combretum nigricans</i>	—	—	—	1,2
<i>Dichrostachys glomerata</i>	2,1	2,1	2,7	3
<i>Holarrhena floribunda</i>	—	1,3	—	8,9
<i>Piliostigma thonningii</i>	1,1	1,9	1,3	2,6
<i>Piliostigma reticulatum</i>	—	1,6	—	2,9
<i>Quassia undulata</i>	—	—	—	2,7
<i>Terminalia macroptera</i>	2,3	21,4	10,8	17,3
<i>Terminalia avicennioides</i>	—	5,8	—	2,1
<i>Ziziphus mauritiana</i>	3,5	—	—	1,1
Totaux	97,9	94,4	96,9	97,4

(G1 = culture permanente arachide-céréale, G2 = Culture et jachère annuelle (arachide-jachère), G3 = culture et jachère -jachère moyenne, G4 = Longue phase de jachère et culture sporadique)

2.2.2.6.3. La régénération des ligneux

A. Modes de régénération et contributions spécifiques (semis, drageons)

Les systèmes de culture se classent par ordre de densités de semis décroissantes : le système à longue jachère et culture sporadique (G4), le système d'alternance arachide-jachère (G2), le système alternant jachère moyenne (7 ans) avec la culture (G3) et le système de culture permanente (G1) (figure 14A). La densité maximale (plus de 1200 semis par hectare) se situe dans le système à longue jachère et culture sporadique (G4), alors que la densité minimale se trouve dans le système à culture permanente (G1) avec environ 100 semis.ha⁻¹(figure 14B).

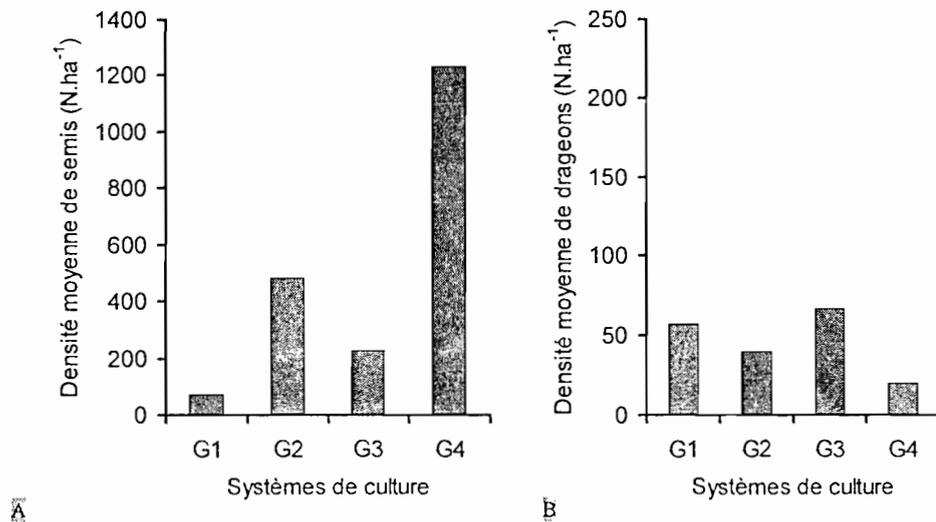


Figure 14 : Importance de la régénération par semis (A) et drageons (B) selon les systèmes de culture (G1 = culture permanente arachide-céréale, G2 = Culture et jachère annuelle (arachide-jachère), G3 = culture et jachère -jachère moyenne, G4 = Longue phase de jachère et culture sporadique)

Par contre, la densité de drageons relativement inférieure à celle des semis, est maximale dans le système à jachère moyenne (G3) avec plus de 50 drageons à l'hectare, suivie de la rotation arachide-jachère avec plus de 30 drageons à l'hectare ; la densité

minimale de moins de 20 drageons à l'hectare se rencontre dans les longues jachères (figure 14B).

Trois espèces (*Terminalia macroptera*, *Dichrostachys glomerata* et *Piliostigma reticulatum*) assurent plus de 65 % des semis (figure 15). Les 35 % restant sont répartis entre 20 autres espèces. Tous les drageons sont issus de *Dichrostachys glomerata* (non représenté sur la figure).

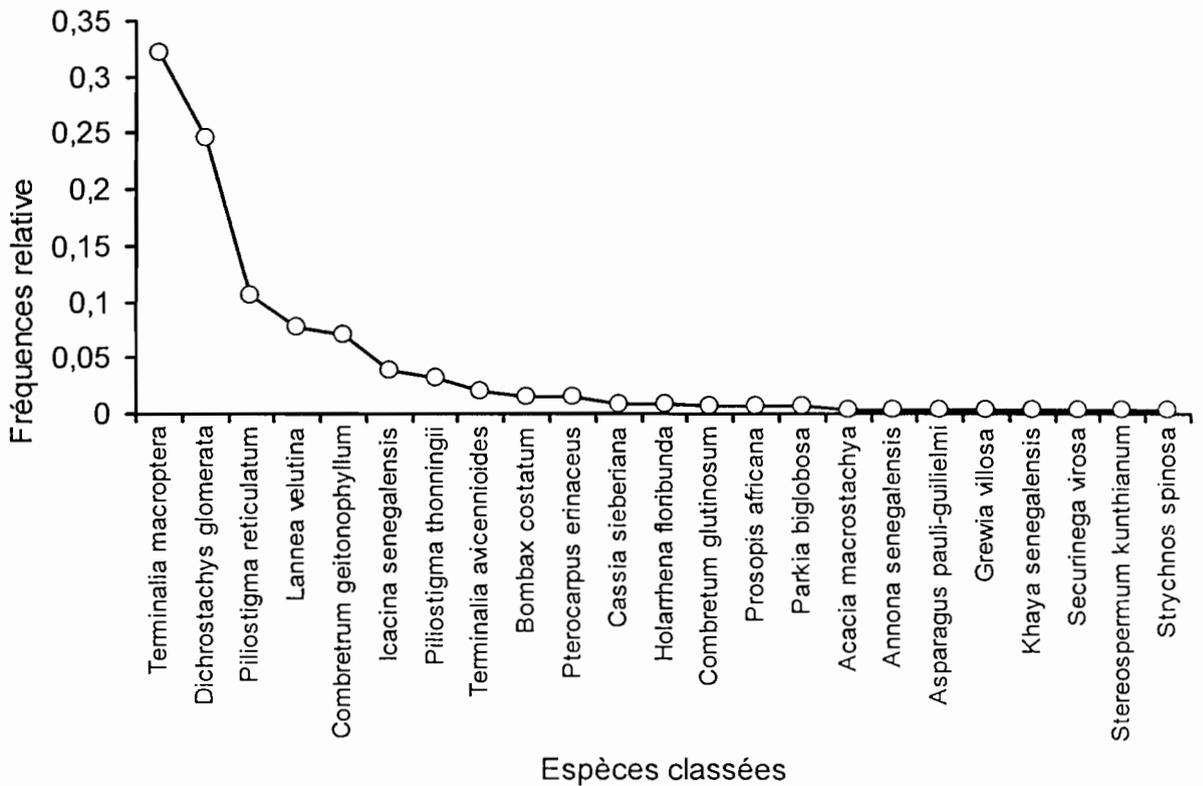


Figure 15 : Contribution spécifique à la densité de semis

B. Indice de régénération

Pour tous les âges et systèmes de culture, l'indice de régénération est inférieur à 1 (figure 16A). Entre 0,1 et 0,2 sont concernés les groupes 2, 3 et 4 avec un maximum dans G3. L'indice est inférieur à 0,1 dans le groupe 1. La régénération est globalement plus importante dans les systèmes ayant connu la jachère soit annuelle soit de façon continue pendant plusieurs années. On constate alors que les souches ligneuses se régénèrent peu dans les systèmes de culture de Saré Yorobana.

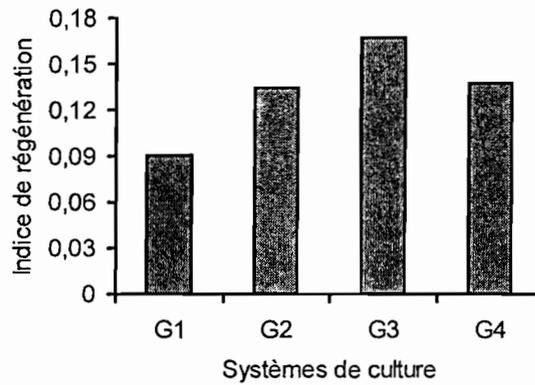


Figure 16 : Indices de régénération dans les systèmes de culture (G1 = culture permanente arachide-céréale, G2 = Culture et jachère annuelle (arachide-jachère), G3 = culture et jachère -jachère moyenne, G4 = Longue phase de jachère et culture sporadique)

2.2.2.6.4. La Mortalité des souches et les arbres vivants sur pied ou rémanents

A. Souches et rémanents

Les souches mortes montrent les mêmes tendances que les densités de souches vivantes et semis même si le maximum de souches mortes ne dépasse guère 160 individus par hectare (figure 17A). Les plus fortes mortalités sont rencontrées dans les groupes 4, 2 et 3. De même, les individus non coupés (arbres) sont très rares avec un maximum inférieur à 30 individus par hectare et se rencontrent dans les groupes 2, 3 et 4 (figure 17B).

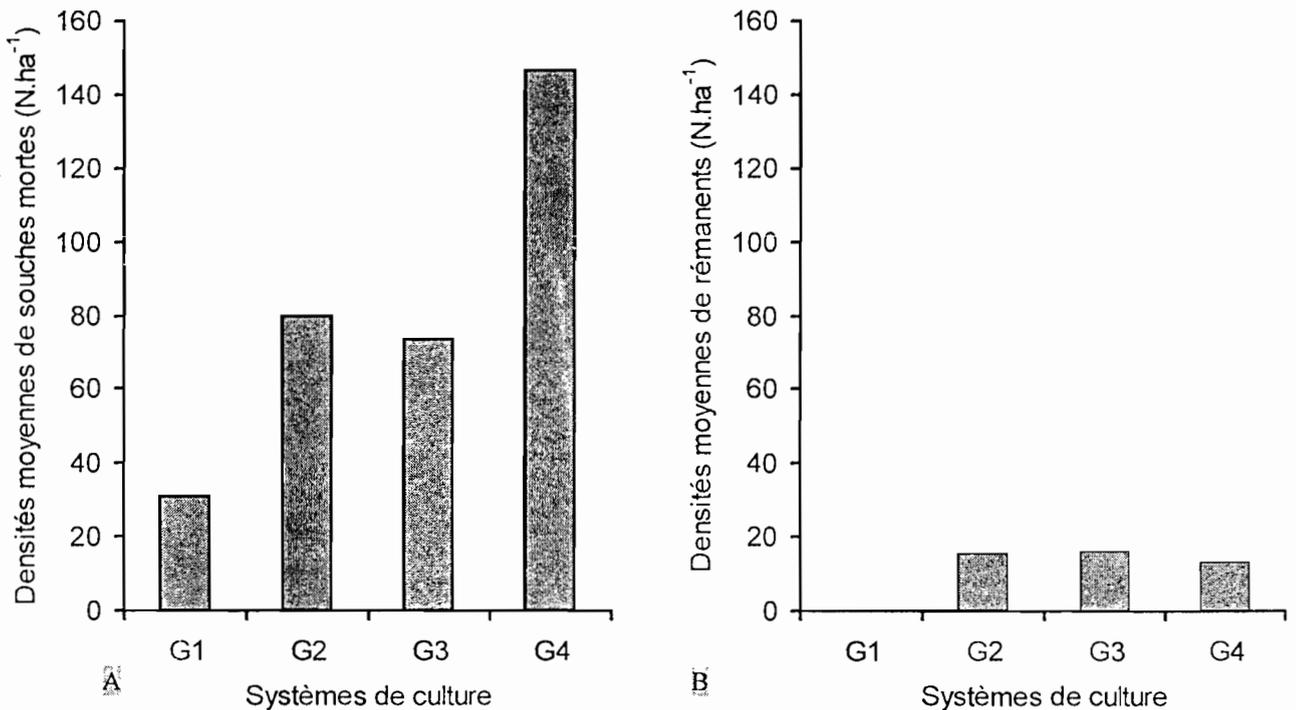


Figure 17 : Densité de souches mortes (A) et de rémanents (B) dans les systèmes de culture (G1 = culture permanente arachide-céréale, G2 = Culture et jachère annuelle (arachide-jachère), G3 = culture et jachère -jachère moyenne, G4 = Longue phase de jachère et culture sporadique)

Près de 30% des individus non coupés sont des *Terminalia avicennioides*. Le reste est réparti équitablement entre cinq espèces : *Combretum geitonophyllum*, *Piliostigma thonningii*, *Dichrostachys glomerata*, *P. reticulatum* et *Ziziphus mauritiana* (figure 18A). Plus de 55% des souches mortes sont aussi des *T. macroptera*. Pour les souches mortes restantes, seules deux espèces dépassent 10% de contribution (*Combretum geitonophyllum*, *C. glutinosum*) et deux autres espèces (*Piliostigma thonningii*, *Dichrostachys glomerata*) atteignent 5%. Le reste des individus morts appartiennent à des espèces ayant des pourcentages inférieurs à 3% (*Cassia sieberiana*, *Terminalia avicennioides*, *Annona senegalensis*, *Holarrhena floribunda*, *Quassia undulata*, *Lannea velutina*, *Securinega virosa*) (figure 18B).

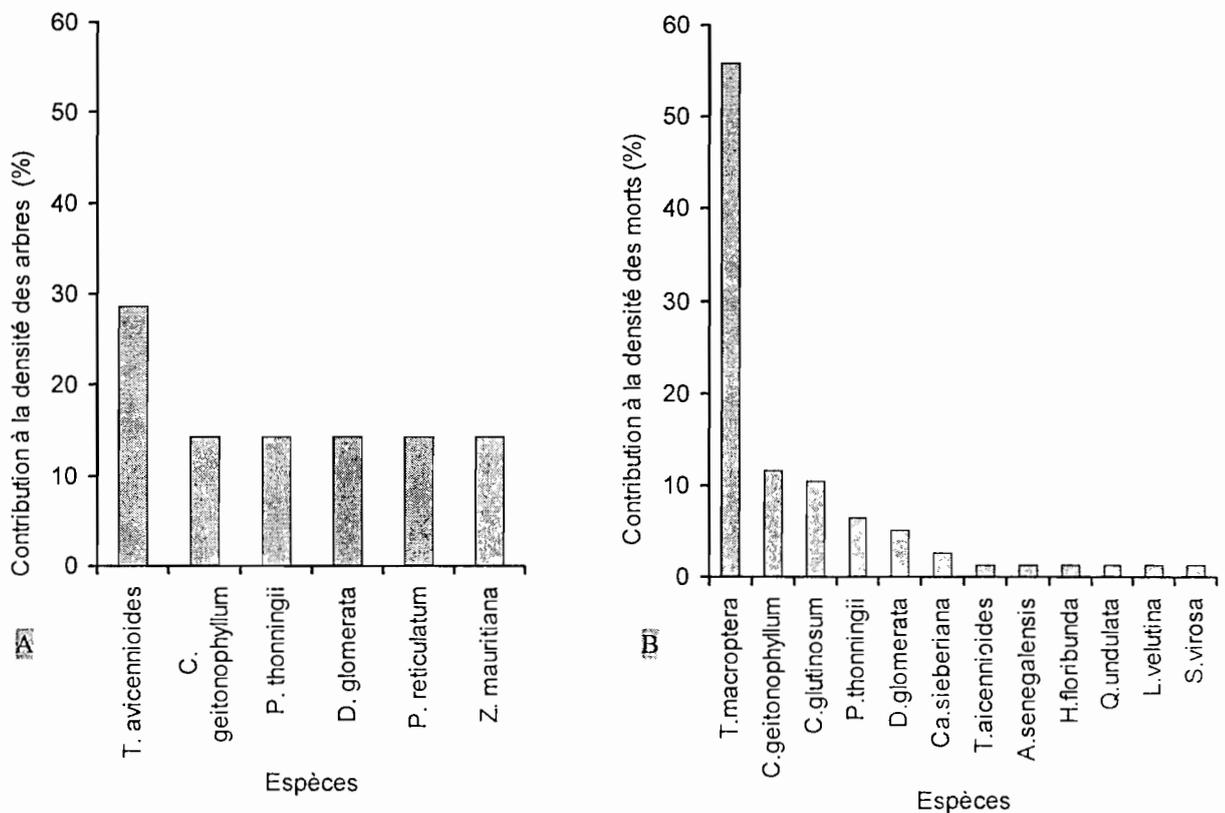


Figure 18 : Contributions des espèces à la densité des arbres vivants (A) et des souches mortes (B)

(A = Annona, Ca = Cassia, C= *Combretum*, D = *Dichrostachys*, H= *Holarrhena*, L = *Lannea*, P = *Piliostigma*, Q = *Quassia*, T = *Terminalia*, Z = *Ziziphus*)

B. Indice de mortalité des souches (nombre de morts sur nombre de vivants)

L'indice est globalement inférieure à 5% (figure 19). Il est maximal dans le système de culture sporadique (groupe 4) et minimal dans le système à jachère moyenne (7 ans) (G3). Le système à longue phase de jachère occupe une position intermédiaire (G4). Il faut remarquer que le système arachide-jachère (G2) avec une des plus fortes régénérations couplée d'un taux de mortalité de 2%, semble assurer une relative survie à la régénération.

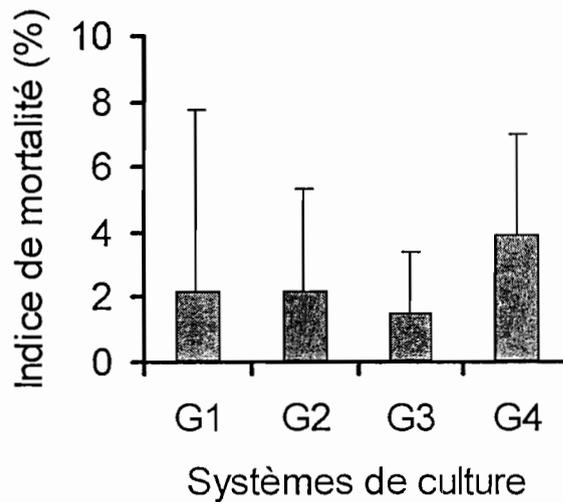


Figure 19 : Indice de mortalité dans les systèmes de culture (G1 = culture permanente arachide-céréale, G2 = Culture et jachère annuelle (arachide-jachère), G3 = culture et jachère -jachère moyenne, G4 = Longue phase de jachère et culture sporadique)

2.2.3. Dynamique des souches dans les systèmes de culture permanente

La dynamique des ligneux est étudiée en mode synchrone dans le terroir de Sobouldé. A chaque durée de culture (variant de 1 an à 13 ans) correspondent une ou plusieurs parcelles échantillonnées. On désigne par peuplement ligneux des champs l'ensemble souches, régénérations (semis, drageons et rejets) et arbres vivants sur pied (rémanents) ; les souches désignant la partie de l'arbre qui reste dans la parcelle après coupe.

2.2.3.1. Le peuplement ligneux

Comme à l'échelle des souches, la dynamique du peuplement ligneux est régressive avec le temps de culture. Elle s'ajuste bien à un modèle exponentiel de la forme $N_t = N_0 (1 -$

$k)^t$ avec t = temps (années), k = taux de mortalité et N_0 densité à l'hectare des individus à la première année de culture. Cette loi ajustée avec l'outil solveur du logiciel Excel97 sur les données du peuplement (souches, arbres et régénérations) donne les valeurs constantes suivantes : $N_0 = 5700$; $k = 0,168$ (figure 20A) et sur les souches $N_0 = 3481$ et $k = 0,141$ (figure 20B). Cet ajustement permet de prévoir une quasi disparition du peuplement en 27 ans de culture permanente et 30 ans pour l'ensemble des souches. La moitié du peuplement ligneux disparaît après 3,7 ans de culture permanente, tandis que pour les souches la moitié disparaît au bout de 4,5 ans. Le dixième du peuplement ligneux et celui des souches sont atteints respectivement après 12,5 ans et 15 ans . La mortalité des jeunes individus (semis, drageons, rejets) étant différente de celle des plus âgés (souches, arbres), il est normal, qu'au niveau global, l'extinction soit plus précoce qu'au niveau des souches généralement plus résistantes (figure 20).

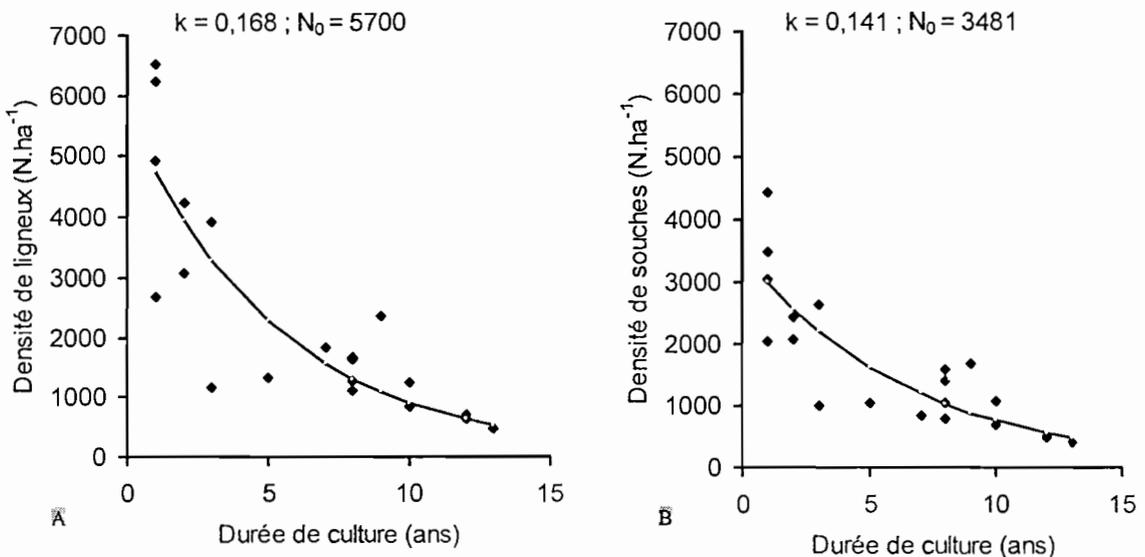


Figure 20 : Dynamique des ligneux en fonction de la durée de culture, ajustée à une fonction exponentielle ; (A) pour le peuplement, (B) pour les souches seules.

Globalement le délai pour atteindre le niveau le plus bas de la richesse floristique (< 2 espèces) se situe autour de 26 ans (figure 21). Cela peut s'expliquer par la différence de mortalité entre espèces, mais aussi par l'apparition d'espèces développant des stratégies biodémographiques plus ou moins adaptées à la culture permanente (fort drageonnage de *Dichrostachys glomerata* par exemple).

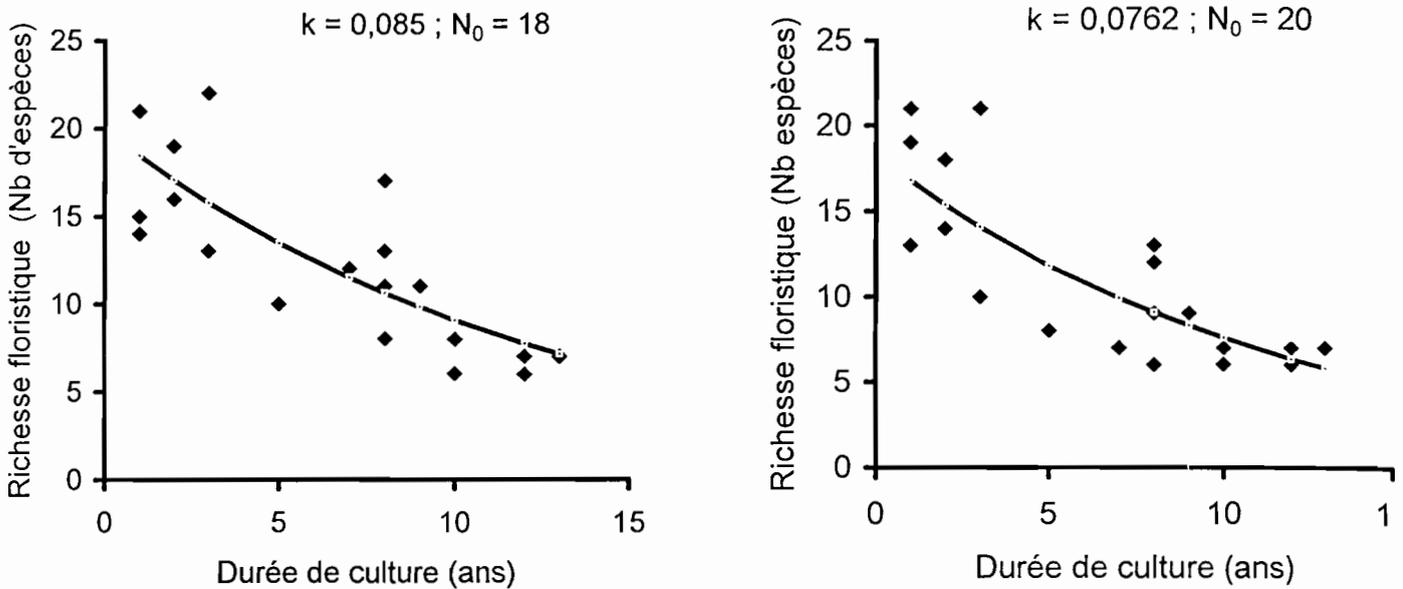


Figure 21 : Dynamique de la flore ligneuse ajustée à une fonction exponentielle, (A) le peuplement, (B) les souches.

Ce modèle d'évolution permet de penser que le système pratiqué à Saré Yorobana (avec jachère) permet de conserver un certain niveau de souches et certaines espèces plus longtemps.

Les ligneux (peuplement, souches, richesse en espèces) tendent à régresser plus rapidement dans le système à culture permanente.

2.2.3.2. Evolution de la composition floristique en ligneux

Bombax costatum, *Combretum geitonophyllum*, *Crossopteryx febrifuga*, *Pterocarpus erinaceus*, *Piliostigma thonningii*, *Stereospermum kunthianum* présentent une évolution régressive en fonction du temps de culture (tableau 12). Certaines espèces comme *Icacina senegalensis*, *Hymenocardia acida* paraissent se développer avec le temps de culture, de même que *Dichrostachys glomerata* (7-10 ans de culture).

Globalement un groupe de 29 espèces caractérisent les trois premières années de culture, tandis qu'à 13 ans de culture il ne reste plus qu'une dizaine d'espèces, toutes parcelles confondues : il s'agit essentiellement de *Dichrostachys glomerata*, *Combretum geitonophyllum*, *Icacina senegalensis*, *Stereospermum kunthianum* et *Combretum lecardii*.

Les espèces principales des jeunes stades de culture sont *Terminalia avicennioides*, *Pterocarpus erinaceus*, *Bombax costatum*, *Crossopteryx febrifuga*, *Piliostigma thonningii*, *Terminalia macroptera*, *Combretum nigricans*.

Une espèce comme *Combretum glutinosum* est indifféremment présente dans tous les stades culturaux.

Tableau 1 2 : Distribution des effectifs spécifiques suivant la durée de culture

Espèces	Parcelles désignées par la durée de culture (ans)																							
	0	1	1	1	1	2	2	3	3	5	7	8	8	8	8	9	10	10	12	12	13	14	14	14
	R45	R46	R47	R48	R61	R52	R53	R50	R51	R49	R54	R41	R42	R43	R44	R64	R60	R62	R55	R56	R63	R57	R58	R59
<i>Combretum glutinosum</i>	4	5		10	11	5	10	6	7	1	1	6	1	10	2	2	14	2	3		1	5	9	1
<i>Bombax costatum</i>	2	12	16	15	9	9	9	4	2	1	3	4	3	3	1				1	1	1			
<i>Combretum geitonophyllum</i>		7	4	2	13	3	1	3			2	4	5	1		4	5	5			1			3
<i>Dichrostachys glomerata</i>		5	2	3	8		2			16		1			3	13	4	4	1		4	4	8	31
<i>Terminalia avicennioides</i>	1	18	5		1	3	12	7	4			12	3	3					2			13	3	1
<i>Piliostigma thonningii</i>	1	5	5	5		9	1	7	2	2	1		3			1				2				1
<i>Terminalia macroptera</i>	1		6	6	4	3		9			10	1		1			1	1	2		1			
<i>Pterocarpus erinaceus</i>		5	32	2	11	2	10	1			2		1		1		1							2
<i>Strychnos spinosa</i>	3	1	8		1	2	6	2	1			1		3					2					2
<i>Piliostigma reticulatum</i>				1	4	1		2	2	2						1	1	4	1	2	1			1
<i>Hymenocardia acida</i>				1				1	4			1	18	2										1
<i>Icacina senegalensis</i>						1			1				2	2	12	4								3
<i>Pavetta crassipes</i>		1				1		2		1		1	1							1				1
<i>Stereospermum kunthianum</i>		2	12		5		2	2												2				4
<i>Maytenus senegalensis</i>			3	2	3	4	4	3				1		1							1			
<i>Annona senegalensis</i>	3			2		1		1	2															1
<i>Cordyla pinnata</i>	2		2		1		1	3																1
<i>Detarium microcarpum</i>			1					1																1
<i>Acacia macrostachya</i>				1	1			1								1	1							
<i>Prosopis africana</i>			1				1																	1
<i>Securinea virosa</i>										2							1							1
<i>Combretum lecardii</i>																15								15
<i>Pericopsis laxiflora</i>													1										1	1
<i>Daniellia oliverii</i>																				5				
<i>Lannea velutina</i>		2	1			1	1	1				1												
<i>Hexalobus monopetalus</i>			3		1					1						1								
<i>Crossopteryx febrifuga</i>		12	2		1	2		3	1	1		1												
<i>Heeria insignis</i>		1	4		1	1	1	4					1											
<i>Combretum nigricans</i>	3		1		10			3																
<i>Lannea acida</i>				1	1							1												
<i>Spondias mombin</i>			1			3																		
<i>Vitex doniana</i>	1		1															1						
<i>Asparagus pauli-guilielmi</i>						1																		
<i>Ximenia americana</i>							1																	
<i>Erythroleum africanum</i>													1											
<i>Gardenia ternifolia</i>				1																				
<i>Ostryoderris stuhlmannii</i>		5																						
Nombre d'espèces	11	13	21	13	19	18	14	21	10	8	7	13	12	9	6	9	7	6	7	6	7	8	8	10

Le modèle d'évolution exponentielle appliqué aux espèces principales laisse apparaître deux tendances (annexe 6) :

- un groupe d'espèces composé de *Bombax costatum*, *Crossopteryx febrifuga*, *Piliostigma thonningii* et *Pterocarpus erinaceus*, ayant une dynamique rapide, qui vont disparaître du système respectivement à partir de 9 ans, 7 ans, 14 ans, 6 ans (figure 22A) ;
- un groupe d'espèces composées de *Combretum glutinosum*, *Dichrostachys glomerata*, *Piliostigma reticulatum* dont la dynamique conduit à leur maintien dans le système de culture permanente (figure 22B).

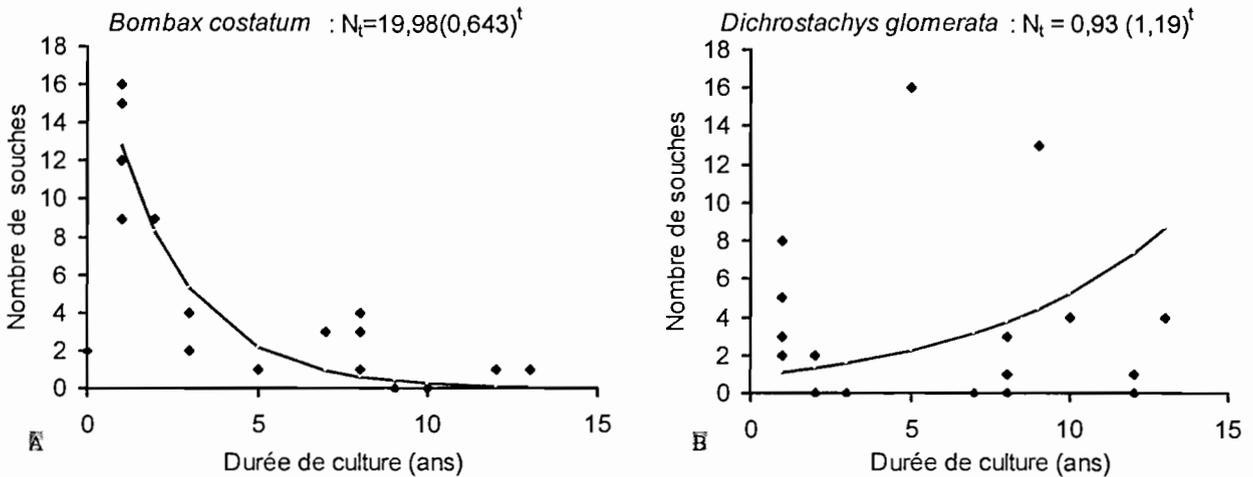


Figure 22 : Evolution de deux espèces suivant la durée de culture : disparition (A) et maintien (B).

2.2.3.3. Présentation de quelques éléments de la dynamique

2.2.3.3.1. Les rémanents

Les arbres épargnés par le défrichage sont rares. La première année de culture, la densité d'arbres avec 100 individus à l' hectare est presque 7 fois moins importante qu'en forêt. A partir de 7 ans de culture les arbres commencent à disparaître dans les champs (figure 23).

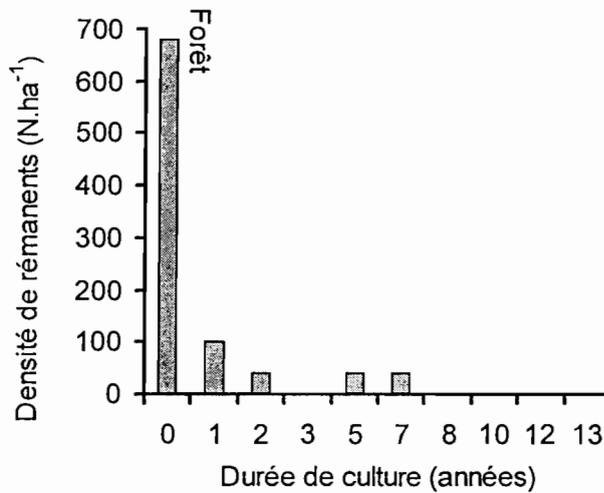


Figure 23 : Evolution de la densité de rémanents suivant la durée de culture

2.2.3.3.2. La densité de souches

La densité de souches baisse globalement en fonction du temps de culture. Elle passe de plus de 3000 individus à l'hectare la première année de culture à 400 individus à l'hectare après 13 ans de culture permanente (figure 24). La forêt (figure 24) constitue une référence par rapport à la quantité optimale de souches compatible avec l'exercice des droits d'usage et la régénération de la végétation (1040 individus à l'hectare).

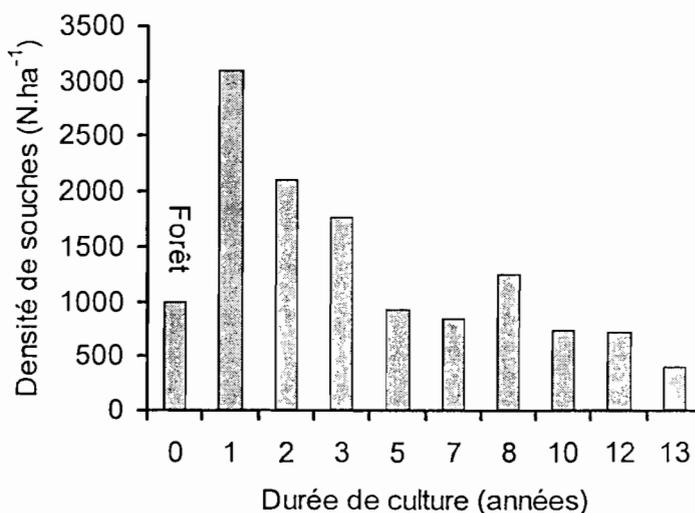


Figure 24 : Evolution de la densité de souches vivantes suivant la durée de culture

2.2.3.3.3. Les souches mortes

Les individus morts sont plus nombreux pendant les deux premières années de culture avec 160 individus par hectare. La forêt et les défriches de 3 et 5 ans ont la même densité de

morts (120 individus à l'hectare). La parcelle de 7 ans fait une exception (sans morts) car ces deux dernières années elle est en jachère : soit les souches mortes se sont en partie ou totalement décomposées, soit la présence d'une végétation de jachère de deux ans empêche un bon repérage des souches mortes ou alors il n'y a pas de souches mortes dans cette parcelle. A partir de 8 ans le nombre d'individus morts se réduit considérablement et atteint 40 individus à l'hectare à 12 ans (figure 25).

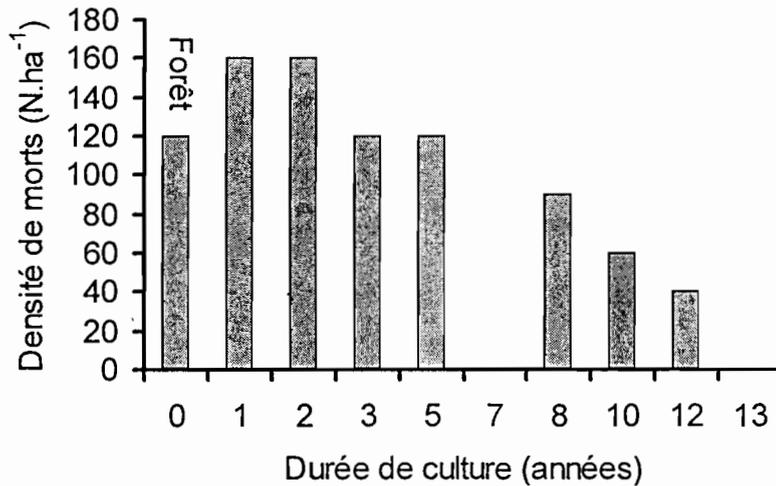


Figure 25 : Evolution de la densité de souches mortes suivant la durée de culture

2.2.3.3.4. Indice de mortalité des souches

Globalement deux tendances se dégagent suivant la durée de culture : de 1 à 5 ans de culture, l'indice de mortalité augmente progressivement en passant de 4,9 à 11,5%, soit une hausse de 6,6% ; ensuite de 5 à 12 ans de culture, il passe de 11,5 à 5,2%, soit une baisse de 6,3% (figure 26).

L'indice de mortalité est maximal à 5 ans de culture permanente avec 11,5%, valeur légèrement supérieure à celle de la forêt (10,7%).

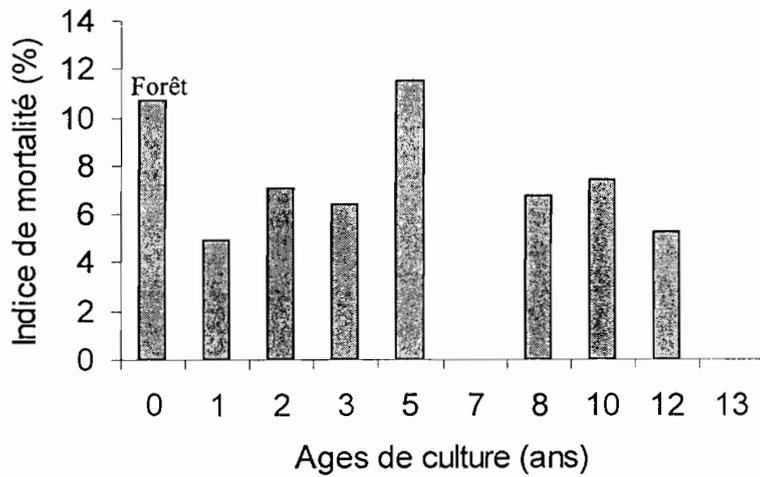


Figure 26 : Variation de l'indice de mortalité des souches suivant la durée de culture

2.2.3.3.5. Les semis

Les semis atteignent environ 3000 individus à l'hectare en forêt, pour 1500 individus à l'hectare en première année de culture (figure 27). A partir de 5 ans, la densité est largement inférieure à 500 individus à l'hectare pour atteindre moins de 100 individus à l'hectare à 13 ans. La défriche de 7 ans, qui a connu deux ans de jachère, permet la remontée du niveau de semis à 1000 individus à l'hectare.

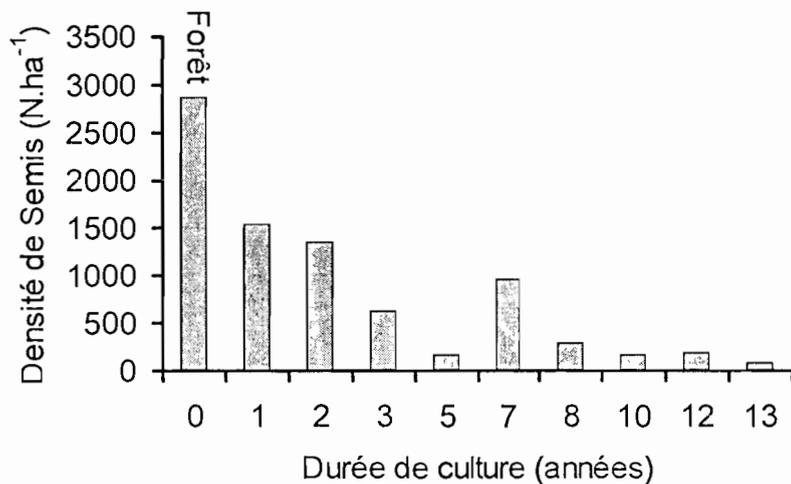


Figure 27 : Evolution de la densité de semis suivant la durée de culture

2.2.3.3.6. Les drageons

Les drageons sont importants dans les défriches de 1 an. Ils atteignent des densités de 480 individus à l'hectare la première année contre moins de 50 individus à l'hectare la douzième année (figure 28).

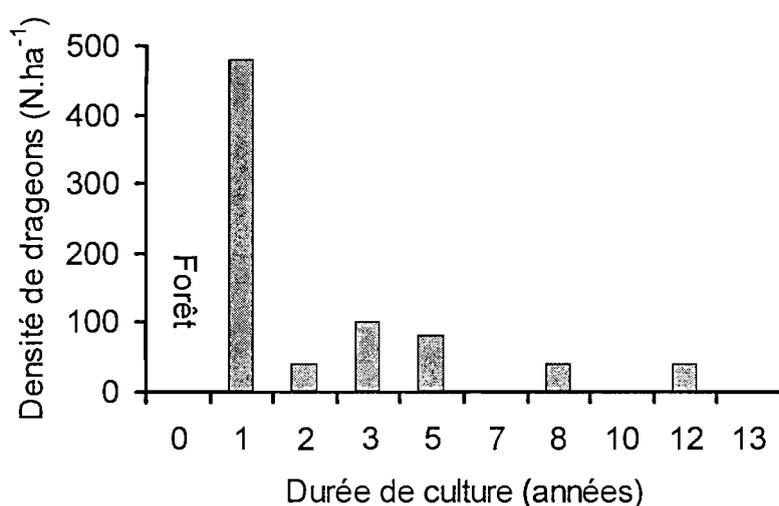


Figure 28 : Evolution de la densité de drageons suivant la durée de culture

2.2.3.3.7. Indice de régénération (IR)

A partir de 1 an de culture, l'indice de régénération est inférieur à 1 sauf pour la défriche de 7 ans dont les deux ans de jachères autorisent une remontée de l'indice jusqu'à 1,25. De 1 à 2 ans de culture, IR est supérieur à 0,5. A partir de 3 ans de culture et exception faite de la défriche de 7ans, IR est en dessous de 0,5. La défriche de 7 ans, en jachère en 1998 et 1999, a connu une forte régénération par semis (environ 1000 semis à l'hectare) qui est au dessus de la quantité de souches, ce qui explique son indice fort (figure 29).

Ces valeurs sont en dessous de celle obtenue dans la forêt qui avoisine 3.

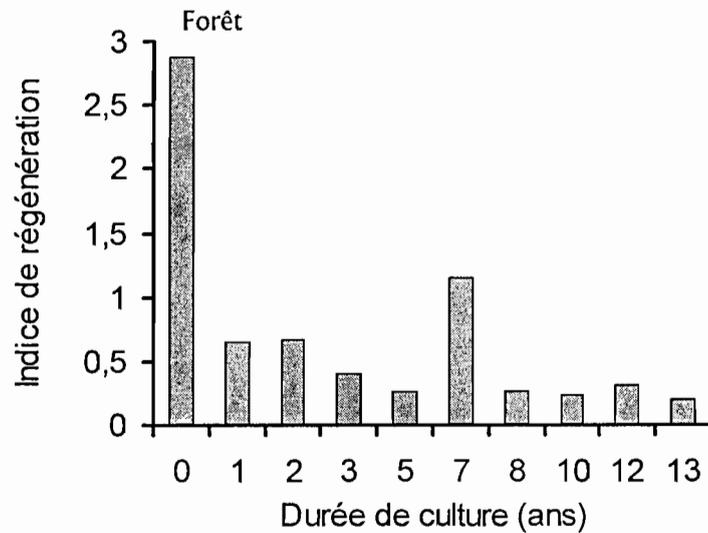


Figure 29 : Variation de l'indice de régénération en fonction de la durée de culture

2.2.3.4. Contributions des espèces ligneuses à la densité des formes végétales présentes dans les parcelles

2.2.3.4.1. Les souches

Dichrostachys glomerata, *Combretum glutinosum* et *Bombax costatum* contribuent chacun pour plus de 10% à la densité de souches (figure 30). Entre 6 et 9%, on trouve *Terminalia avicennioides*, *Pterocarpus erinaceus* et *Combretum geitonophyllum*. De 2 à 5%, ce sont *Terminalia macroptera*, *Piliostigma thonningii*, *Combretum lecardii*, *Strychnos spinosa*, *Stereospermum kunthianum*, *Hymenocardia acida*, *Icacina senegalensis*, *Maytenus senegalensis* et *Piliostigma reticulatum*. 21 espèces contribuent chacune pour moins de 2%.

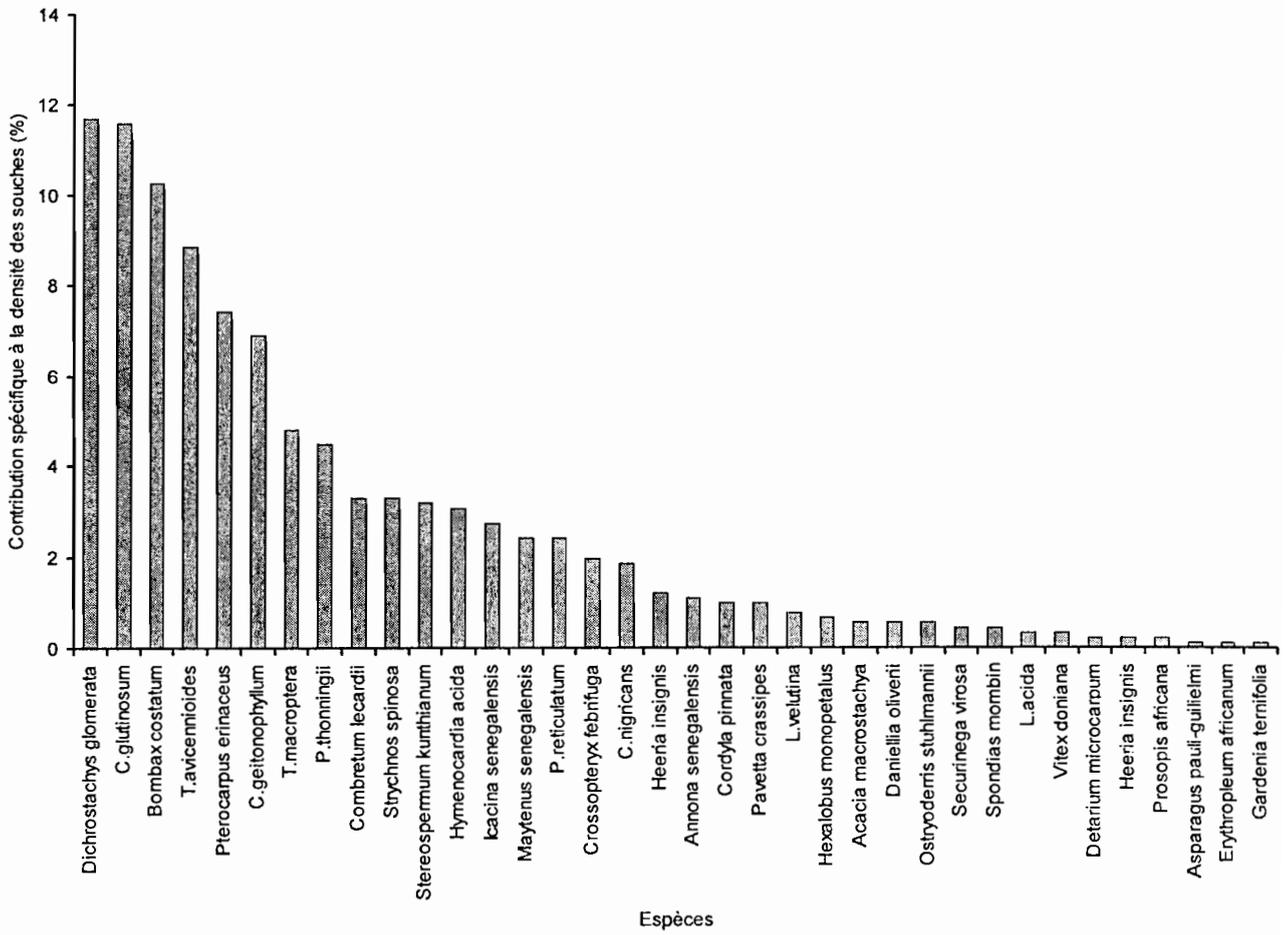


Figure 30 : Contribution des espèces à la densité des souches

2.2.3.4. 2. Les rémanents

Les espèces *Ostryodermis stuhlmannii* et *Strychnos spinosa* représentent chacune 20% des arbres conservés dans les parcelles (figure 31) ; *Bombax costatum* 12%, *Combretum glutinosum*, *Crossopteryx febrifuga* et *Terminalia macroptera* 7%. Les autres espèces représentent chacune environ 5%.

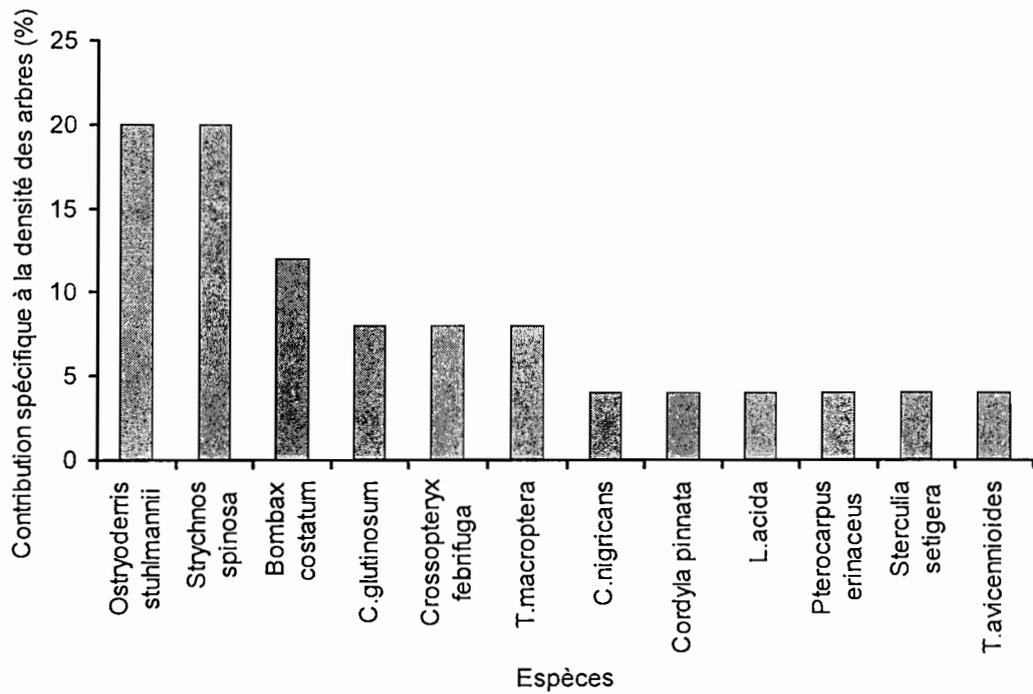


Figure 31 : Proportions des arbres conservés dans les parcelles

2.2.3.4. 3. Les souches mortes

Environ 25% des souches mortes sont des *Combretum glutinosum*, 15% des *Terminalia avicennioides* et 11% des *Crossopteryx febrifuga* (figure 32). De 5 à 10%, il y a 2 espèces qui sont *Pilostigma thonningii* et *Pericopsis laxiflora*. Les 10 espèces restant contribuent chacune pour moins de 5 %.

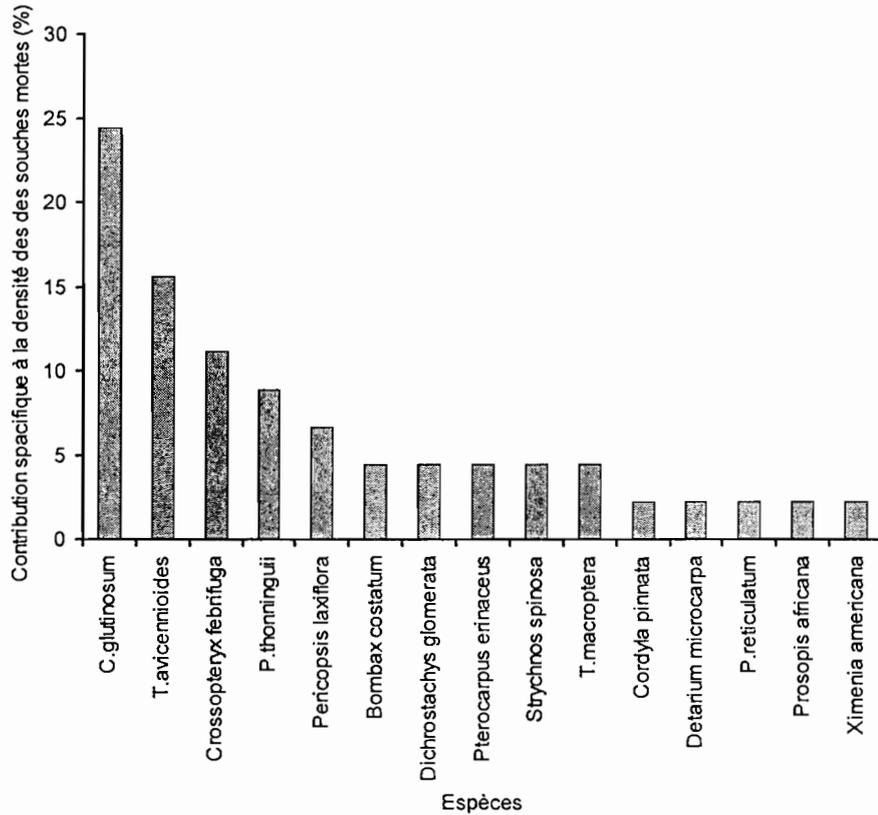


Figure 32 : Importance relative des espèces parmi les individus morts.

2.2.3.4. 4. Les semis

Plus de 34% des semis sont des *Dichrostachys glomerata* (plus de 18%) et *Bombax costatum* (plus de 16%). Un peu plus de 12% sont des *Pterocarpus erinaceus* (12%) et plus de 12% des *Stereospermum kunthianum*. *Maytenus senegalensis* contribue pour 9% et *Combretum geitonophyllum* pour 6%. Entre 2 et 4% se trouvent *Combretum glutinosum* et *Strychnos spinosa*. En dessous de 2% on trouve 24 espèces (figure 33).

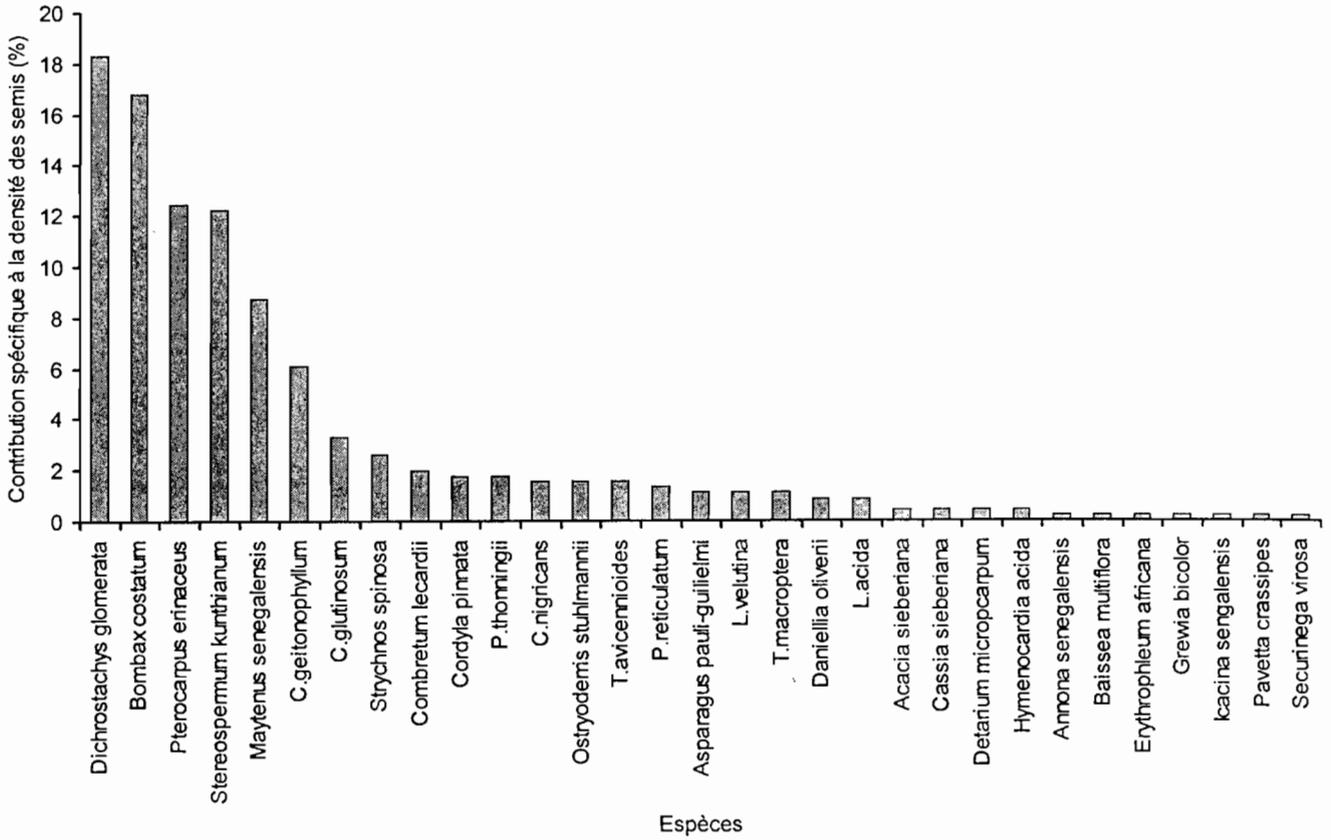


Figure 33 : Importance relative des espèces dans la régénération par semis

2.2.3.4. 5. Les drageons

60 % des drageons viennent de *Dichrostachys glomerata*, 15% de *Maytenus senegalensis* et 12% de *Bombax costatum* (figure 34). En dessous de 5%, il y a 4 espèces qui assurent les 13% restant. Il s'agit de *Pterocarpus erinaceus*, *Combretum lecardii*, *Crossopteryx febrifuga* et *Strychnos spinosa*.

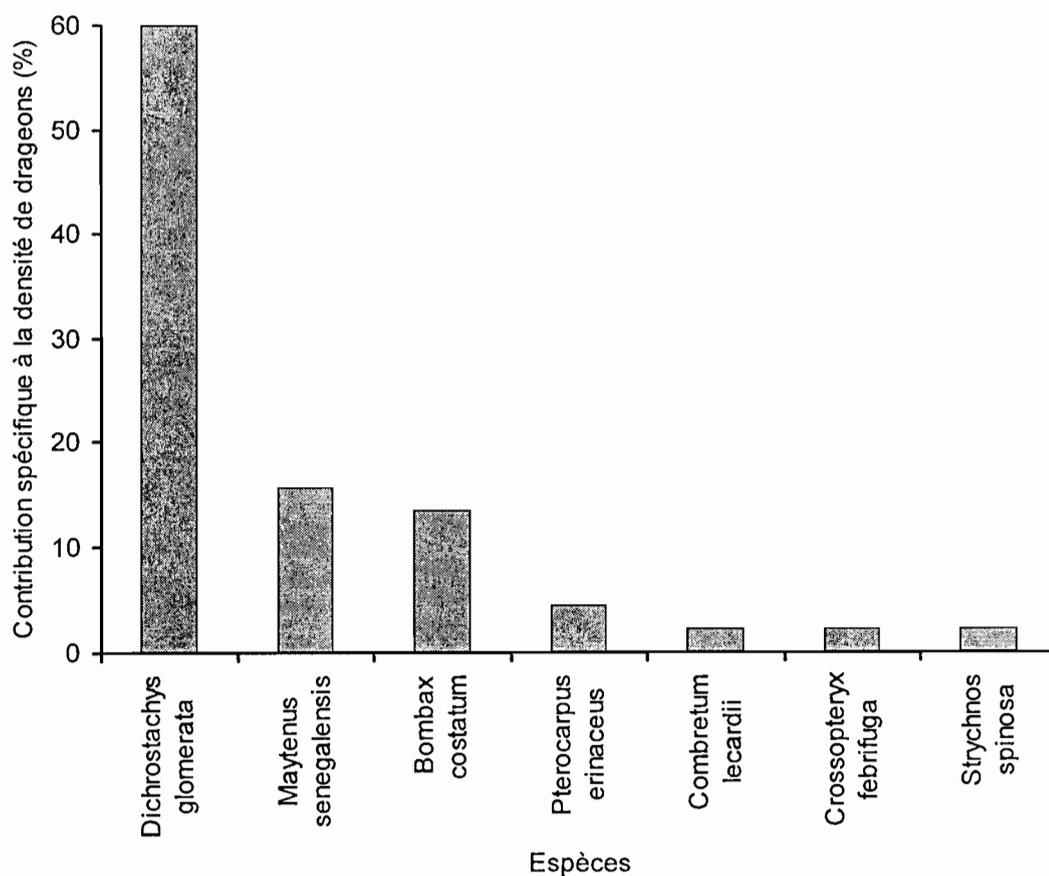


Figure 34 : Importance relative du drageonnage suivant les espèces

2.3. Discussion

2.3.1. Typologie des systèmes de culture et des souches

Quatre groupes homogènes ou systèmes de culture ont été identifiés par ACP. Ces groupes présentent des différences significatives pour la densité de souches, l'Indice de diversité maximale des ligneux) et le nombre de souches mortes. Certaines espèces semblent être inféodées à la culture permanente (*Ipacina senegalensis*, *Ziziphus mauritiana*, *Cassia sieberiana*, *Securidaca longipedunculata*, *Erythrina senegalensis*, *Securinega virosa*, *Vitex doniana*, *Calotropis procera*), d'autres aux systèmes à jachère courte ou très longue (*Dichrostachys glomerata*, *Annona senegalensis*, *Piliostigma reticulatum*, *Acacia macrostachya*, *Holarrhena floribunda*). Les systèmes de culture intermédiaires (phases de rotation arachide et jachère et phase de jachère moyenne) semblent ne pas privilégier l'adaptabilité des espèces, car seules 14 espèces leur résistent.

Les pratiques culturales varient suivant le type de producteur. Les producteurs possédant suffisamment de terre ont tendance à pratiquer la jachère malgré la disponibilité

d'une main-d'oeuvre relativement importante. La pression plus importante sur les ligneux dans leurs parcelles, qui se manifeste par un nombre de recépages de trois à quatre en dehors du défrichage de fin de saison sèche, peut être liée à l'abondance des ligneux du fait de la pratique de la jachère ou à l'existence d'une force de travail assez élevée. Inversement, pour les petits producteurs, le nombre limité de parcelles entraîne la culture permanente sur des surfaces restreintes autorisant des entretiens plus rapprochés des cultures néfastes pour certains ligneux. Les systèmes de culture ont des impacts différents sur la dynamique des souches (Bacyé, 1993). L'identification des systèmes de culture est donc indispensable dans un terroir où la forêt primaire a disparu laissant en place des vieilles jachères. Cette étape constitue le point de départ de notre étude dans le terroir de SY, où on a cherché essentiellement à caractériser chacun des systèmes identifiés du point de vue des souches et de la diversité. Les différences de structure, composition et stratégie de régénération peuvent être expliquées par les types de producteurs qui ont des pratiques culturelles différentes.

Si certains arbres des systèmes cultivés sont reconnus pour leur capacité à améliorer la fertilité des sols et à accroître les rendements de cultures tels que le mil et l'arachide d'autres par contre induisent des effets néfastes. Dans la première catégorie, on peut citer *Faidherbia albida* (Charreau et Vidal, 1967 ; Dancette et Poulain, 1968) et *Cordyla pinnata* (Samba, 1997). Dans la seconde catégorie, on note plusieurs espèces reconnues comme ayant des effets néfastes liés à la concurrence par rapport à la lumière, l'eau et les nutriments. Il s'agit de *Parkia biglobosa* (Kater *et al.*, 1992 ; Maïga, 1997) et *Butyrospermum parkii* (Diakité, 1995 ; Maïga, 1997). La sélection d'espèces suivant ces deux catégories peut contribuer à améliorer les interactions entre les ligneux et les cultures. Mais l'élimination d'espèces est aussi liée dans les systèmes de production agropastorale aux effets néfastes sur le bétail. C'est le cas de *Erythrophleum africanum* à Sobouldé (résultats d'enquête). La conservation et le traitement des espèces sont liés aux usages dont elles font l'objet et qui varient en fonction des zones concernées. De ce traitement découle souvent la forme des souches issues des arbres.

Dans les systèmes de culture à jachère, trois types de souches sont identifiés : les souches basses à hauteur inférieure ou égale à 20 cm, les souches hautes à hauteur supérieure à 50 cm et les souches intermédiaires à hauteur comprise entre 20 et 50 cm. Le premier type est dominant dans les systèmes de culture avec plus de 98% des souches réparties entre 48 espèces. Les deux autres types occupent respectivement 1,2% et 0,4% répartis entre 13 et 8 espèces. La capacité à rejeter observée en dehors de toute

considération sur l'âge des souches, révèle une hausse du nombre de rejets quand la hauteur de coupe augmente. Les ligneux sont généralement traités en coupe basse dans les espaces cultivés du terroir étudié.

2.3.2. Les systèmes de culture du terroir de Saré Yorobana

Les résultats les plus saillants obtenus à Saré Yorobana concernent la structure, les densités et les régénérations ainsi que les aspects floristiques. La discussion tourne autour de ces quatre points essentiels pour l'étude de l'évolution des peuplements. La distribution des différentes catégories d'individus (souches, régénérations, rémanents) en fonction des classes de diamètre dans chaque système de culture à Saré Yorobana a permis de faire certains constats. En ce qui concerne la culture permanente (G1), cette distribution peut se rapprocher de celle des systèmes à jachère d'âge moyen (7 ans), certainement grâce à une adaptation d'espèces à ce système et à une plus forte capacité à drageonner liée aux stress permanents que subissent les ligneux. Les systèmes d'alternance arachide-jachère annuelle (G2) et de jachère moyenne peuvent rivaliser avec le système à jachère longue et culture sporadique (G4), peut-être parce que ce sont les systèmes les moins perturbateurs. Quand le système de culture est régulier, le facteur temps d'utilisation, ou pression, a tendance à être compensé. Le système alternant une phase de culture assez longue avec une phase d'arachide-jachère de même longueur (G3) est très néfaste à la survie et à la régénération des ligneux. L'irrégularité d'un système de culture peut parfois se montrer plus néfaste que la forte pression de culture (culture permanente). Ce qui confirme l'idée émise sur l'opportunité de maintenir les systèmes de culture réguliers. L'hypothèse qui se dégage de ce constat est qu'une gamme d'espèces peuvent s'adapter à un système constamment pratiqué. Ce qui n'est pas le cas des systèmes irréguliers.

La distribution des souches considérées isolément en fonction des classes de diamètre dans chaque système de culture à Saré Yorobana montre une diminution des gros individus. Les hypothèses qui peuvent expliquer la régression des gros individus sont multiples : les traumatismes occasionnés par la charrue, la décomposition des souches à la suite du brûlis des vieilles souches, la réduction de la croissance en diamètre par l'absence ou la réduction de la photosynthèse ou tout simplement le fait qu'ils sont les plus anciens. Les propriétés particulières de chaque espèce ajoutées à la pression anthropique modulent la structure horizontale. Au sens forestier du terme, la plupart des structures révèlent un déséquilibre

alors qu'au sens écologique les groupes seraient en équilibre car présentant une quantité de jeunes souches importante dont une bonne partie est recrutée dans les classes de diamètres les plus élevées (Diédhiou, 2000).

La dynamique régressive, qui ressort de cette étude à l'échelle des systèmes de culture comme au niveau des espèces ligneuses, permet de comprendre l'importance de l'impact des systèmes de culture (Diédhiou, 2000). Cependant, le pâturage et les feux de brousse ont aussi un rôle dans la dégradation des ressources ligneuses (Niang, 1990 ; Tall, 1999 ; Trabaud, 1970). En plus de l'exploitation forestière (Giffard, 1974), et Niang (1990) signalent que l'encadrement technique agricole ne s'est pas préoccupé de la présence de l'arbre dans les champs. Alors, les arbres deviennent des souches, recépées et brûlées d'année en année, finissant par se décomposer (Dallière, 1995). Les feux de végétation sont un fléau particulièrement cruel dans les régions à climat chaud et sec (Trabaud, 1970). Cependant, il faut préciser avec Trabaud (1970) que certaines espèces montrent une tolérance remarquable et une grande aptitude de survie à l'égard du feu même de grande intensité. Cette survie est favorisée par des adaptations spéciales qui se traduisent par :

- la présence de rhizomes et d'autres organes végétatifs souterrains qui permettent à des rejets de se développer au-dessous de la surface du sol ;

- la présence de bourgeons dormants qui produisent des repousses à travers l'écorce, le long du tronc et des branches principales des arbres ;

- la présence d'une écorce épaisse, continue, qui est résistante à la pénétration de la chaleur et qui, permet une protection efficace de la couche vivante et active des tissus végétaux (cambium). Cependant, si l'intensité du feu est suffisamment élevée, cette couche vivante peut être tuée, jusqu'au niveau du sol, et apparaîtront, alors seulement, d'autres formes de survie : les rejets de souches.

Pour ce qui est de la surface d'influence, on peut constater que les diamètres devraient être plus importants respectivement pour les systèmes d'alternance arachide-jachère, ou alternance jachère moyenne et arachide-jachère, ou dans les systèmes à jachère longue (G2, G3 et G4), peut-être aussi dans le groupe 1, qui, malgré des densités peu élevées, donnent tout de même des surfaces d'influence très importantes. La conclusion serait que la faible densité est compensée par des tailles en diamètre assez grandes. Cela pose la question du meilleur critère à utiliser pour caractériser les souches : est-ce la densité ou la surface d'influence? Les systèmes les plus riches en espèces sont ceux ayant le plus de souches, à l'exception du système d'alternance arachide-jachère. Par contre, les systèmes à faible

diversité (G1, G3) ont les densités les plus faibles. Le système de rotation arachide-jachère annuelle (G2), occupant une position moyenne entre les deux extrêmes (longue jachère, culture permanente) avec 3500 souches par hectare, semble offrir les conditions optimales aux souches. Le système qui alterne Jachère moyenne et arachide-jachère (G3) semble créer trop de perturbations qui se traduisent par une très faible conservation des souches (1700 souches par hectare). Cette tendance évolutive des densités confirme celle notée pour les espèces dans le même type de système irrégulier (G3).

La régénération par semis naturels semble être la voie privilégiée de reconstitution des tiges dans les systèmes ayant les plus fortes densités qui correspondent aussi aux défriches les moins âgées (G4 et G2). Pourtant selon Bortoli (1993) la multiplication végétative est plus importante que la reproduction séminale en zone de savane. Le drageonnage, mis à part *Dichrostachys glomerata*, est très peu présent. Dans les domaines sahéliens ou soudaniens, le mode de régénération d'une formation semble varier en fonction du climat, des espèces et des stations (Bellefontaine, 1997). Ainsi parmi les espèces qui rejettent et drageonnent citées par Bellefontaine (*op.cit.*), celles qui ont été rencontrées dans les relevés de Saré Yorobana sont : *Pericopsis laxiflora*, *Bombax costatum*, *Cordyla pinnata*, *Daniellia oliverii*, *Detarium microcarpum*, *Dichrostachys glomerata*, *Erythrophleum africanum*, *Hexalobus monopetalus*, *Hymenocardia acida*, *Khaya senegalensis*, *Piliostigma reticulatum*, *Pilostigma thonningii*, *Securinea virosa*, *Stereospermum kunthianum*, *Terminalia macroptera*, *Ziziphus mauritiana*. Or, le drageonnage n'a pas été observé pour la plupart de ces espèces. Ce qui confirme l'assertion de Bellefontaine (1997) selon laquelle le mode de régénération varie en fonction du climat et des stations. En effet, les facteurs exogènes, climatiques, édaphiques et anthropiques, interviennent aussi au même titre que les facteurs internes à la plante au niveau de la capacité à rejeter et de la croissance. Les individus morts et ceux épargnés par la coupe et le feu sont mieux représentés dans les systèmes ayant les plus fortes densités. Ces systèmes sont ainsi les plus riches en espèces, et en pourcentage, c'est *Terminalia avicennioides* qui est l'espèce la plus représentée, et *T. macroptera* ayant la plus forte mortalité. *Terminalia avicennioides* présente une stratégie de résistance au feu liée à l'épaississement d'écorce décrit par Trabaud (1970).

Sur le plan floristique, un meilleur équilibre semble se dégager dans les systèmes à longue jachère (G4), à alternance arachide-jachère annuelle (G2) et à culture permanente

respectivement avec des indices de diversité de 3,1 bits 2,5 et 2,5 bits. En effet, dans le milieu naturel, les indices de diversité varient de 0,5 (très faible) à 4,5 et les régularités courantes sont de l'ordre de 0,8 à 0,9 (Frontier *et al.*, 1995). Le degré élevé de réalisation de la diversité maximale dans les groupes 1 (avec 0,98) et 3 (avec plus de 0,90) semble indiquer une certaine stabilité des populations de ligneux dans le temps au niveau des systèmes perturbés. Les plus basses équitabilités rencontrées dans les systèmes à jachère annuelle (G2) et à jachère longue (G4) révèlent des potentiels d'évolution plus élevés dans les systèmes à jachère réguliers (G2) ou moins perturbés (G4).

Pour l'état du peuplement, il ressort que l'effet anthropique (depuis la première défriche) est prépondérant sur celui de la durée d'utilisation des parcelles. Il en est de même pour l'évolution des souches.

Si l'on considère le niveau de densité de souches comme une expression de la perturbation, il apparaît que les systèmes les plus perturbés sont les systèmes à culture permanente (G1) ou à alternance irrégulière (G3) ; et les systèmes les moins perturbés sont les systèmes à jachère courte et régulière (G2) ou à jachère longue (G4). Il suffit dès lors de comparer les systèmes à culture permanente (G1 et l'ensemble constitué par les parcelles R16 et R22), et les systèmes à jachère (G3 et G2) pour conclure que l'alternance de rotations culturales différentes sur les mêmes parcelles pendant une longue période aboutit aux mêmes effets que la culture permanente. Cependant, il faut relativiser cette conclusion en ajoutant que l'effet des successions précédant la période de mesure n'est pas maîtrisé et pourrait intervenir dans la dynamique des souches de ce groupe 3 (G3).

Aussi bien sur les critères quantitatifs (densité, surface d'influence, régénérations, mortalité) que qualitatifs (structures, diversité), il est difficile de séparer les effets de la durée d'utilisation (facteur temps) des effets de l'action anthropique (types de producteurs, types de rotation) dans un contexte où il y a des systèmes de culture différents. Ainsi, dans les défriches les moins âgées avec jachères (G4, G2) tous les critères quantitatifs et qualitatifs sont plus importants que dans les défriches plus jeunes à culture permanente (G1). Ce qui confirme que la durée d'une pratique donnée n'est pas plus déterminante que la nature de cette pratique pour la dynamique des souches ligneuses. Cependant, avec les résultats obtenus sur la densité, la régénération sexuée et végétative, la mortalité, la diversité, le système à jachère annuelle (G2) à défaut de présenter les plus fortes valeurs, n'en présente pas les pires.

Il est alors imaginable que ce système régulier, pratiqué pendant un temps suffisamment long (20 ans) est un système optimal. Celui-ci allie la pression de culture au repos cultural dans des milieux où la demande en terres cultivables est croissante. La pratique de la jachère, même si elle est utile, doit donc être maîtrisée dans les espaces cultivés.

2.3.3. La dynamique des souches dans le système de culture permanente

Afin d'essayer de séparer les effets du facteur temps d'utilisation des effets du facteur strictement humain, la dynamique des souches dans le système de culture permanente (pression anthropique constante, temps de défriche variable) a été étudiée. En effet, on admet généralement que l'anthropisation d'un milieu naturel se traduit, d'abord par un enrichissement spécifique, puis, par des remaniements floristiques, la diversité revient à la flore climacique (Devineau *et al.*, 1986). Mais dans le système constamment anthropisé, que se passe-t-il au delà d'un certain seuil de pression anthropique. La dynamique des ligneux à Sobouldé montre que de 11 espèces dans la frange de la forêt proche des parcelles étudiées, la richesse est passée à 7 espèces après 13 ans de culture, en passant par 21 espèces à 3 ans de culture permanente. Il y a eu une augmentation de la richesse pendant les premières années de défriche, ce qui répond bien au modèle de succession écologique qui veut une augmentation de la richesse floristique pendant les premières années qui suivent une perturbation (Devineau *et al.*, *op.cit.*). Mais la persistance des perturbations d'origine humaine réduisent à la longue la richesse en espèces constituée par des espèces des milieux cultivés telles que *Cassia sieberiana*, *Dichrostachys glomerata*, *Calotropis procera*, *Icacina senegalensis*, *Securinega virosa*, *Vitex doniana*, *Ziziphus mauritiana*, etc.

Avec le temps croissant de culture, on constate que la dynamique est régressive à l'échelle du peuplement, des souches, de la richesse totale et de certaines espèces en particulier *Bombax costatum*, *Crossopteryx febrifuga*, *Piliostigma thonningii*, *Pterocarpus erinaceus*. Quelques espèces comme *Combretum glutinosum*, *Dichrostachys glomerata*, *Piliostigma reticulatum* se maintiennent dans le système de culture permanente. La densité de souches baisse progressivement. La question à résoudre consistera à identifier le seuil du nombre de souches marquant le non retour au-delà duquel il ne faut pas conduire le système. Il en est de même des arbres vivants, des souches mortes, des régénérations (semis, drageons) dont la densité diminue également dans le temps. Le niveau de souches de la forêt, réputée pour avoir moins de souches que les parcelles cultivées, s'observe après 5 ans de culture.

Cette durée de culture pour laquelle, la densité de souches d'une parcelle coïncide avec celle de la forêt, semble être le seuil où il faut pratiquer l'abandon cultural. En effet à cette période le taux de mortalité est maximal, et l'indice de régénération est minimal ($<0,1$), ce qui montre un peuplement vieillissant. Après 5 ans de culture, une mise en jachère de deux ans permet de voir remonter l'indice de régénération à 1,25, signifiant une reprise de l'expansion du peuplement (Cissé, 1995). Avec l'absence de la jachère, la densité de souches et des arbres, les régénérations séminales ou végétatives, ainsi que la richesse floristique, diminuent progressivement dans le système de culture permanente pratiqué à Sobouldé. Cependant, après cinq ans de culture permanente, une jachère, même annuelle permet une régénération et une remontée de la densité des ligneux qui deviendront plus tard de jeunes souches. C'est le même point de vue que défendent Dallièr (1995), Mahamane (1996) et Ouedraogo et Devineau (1996) qui ont montré que la jachère constitue une étape incontournable pour la régénération des espèces ligneuses dans les parcs. C'est sans doute ce qui implique la conservation d'une diversité et des densités de souches plus élevées à Saré Yorobana où la plupart des systèmes de culture intègrent la jachère dans les rotations.

2.3.4. La question de la régénération

Le drageonnage est plus important pendant la première année de culture. La densité de semis est cependant largement au-dessus de celle des drageons dans toute la série de parcelles d'un an à treize ans de culture, compte tenu de la banque de graines du sol. Il y a donc un potentiel de régénération séminale, comme végétative, non négligeable, qui permettrait une reconstitution assez rapide de la végétation dès qu'on procède à l'abandon cultural. Quand on examine la situation des souches, on remarque que 40% viennent de 4 espèces *Dichrostachys glomerata*, *Combretum glutinosum*, *Bombax costatum* et *Terminalia avicennioides*. Deux espèces en assurent 21 %, il s'agit de *Dichrostachys glomerata* et *Bombax costatum* qui fournissent aussi 35% des semis et 72% des drageons. Cela signifie que les espèces les plus représentées dans le système de culture permanente se régénèrent par semis mais aussi par drageonnage. Ce qui obéit au modèle de « tolérance » de Connell et Slatyer (1977). Dans ce processus de régénération, il peut arriver qu'en présence de régénération, il n'y ait pas d'adultes. Les régénérations viendraient alors soit de la banque de graines du sol, soit de l'apport advectif, soit des racines restées dans le sol. Dans ce cas l'inconvénient de l'indice défini par Cissé (1995) apparaît : il n'est pas défini ou alors il tend vers plus l'infini. Il serait alors plus indiqué pour résoudre ce problème de définir une nouvelle

variante de cet indice de régénération (I_{rn}) qui est le rapport entre le nombre de régénération et l'ensemble constitué par aussi bien les régénérations que les individus adultes. Les valeurs caractéristiques de ce nouvel indice sont :

- $I_{rn} = 0,5$ traduit un peuplement en équilibre où il y a autant de jeunes plants que d'adultes ;
- $I_{rn} < 0,5$ montre un peuplement vieillissant dont la densité de jeunes plants est inférieure à celle des adultes ;
- $I_{rn} > 0,5$ correspond à un peuplement en pleine expansion par suite d'une forte régénération ; les jeunes individus sont plus importants que les adultes.

2.3.5. Conclusions partielles

L'évolution des souches ligneuses de même que celle du peuplement est régressive à l'image de celle des espèces. Cette évolution est plus rapide en système de culture permanente (Sobouldé) qu'en système à jachère (Saré Yorobana) et se manifeste par un maintien d'un niveau plus élevé de souches dans les anciennes défriches de Saré Yorobana que dans les jeunes défriches de Sobouldé. Elle est perçue aussi à travers la richesse floristique toujours plus élevée à Saré Yorobana qu'à Sobouldé. Cependant, dans les systèmes à jachère, la pratique d'une rotation culturale est d'autant plus bénéfique qu'elle est régulière et s'inscrit dans la longue durée. En effet, le système de culture à jachère annuelle permet un comportement des souches meilleur que celui observé dans les systèmes à jachère plus longue (G3 et G4). La pratique de la jachère doit alors être maîtrisée pour être bénéfique à la végétation.

La pérennisation des souches passe par leur régénération qui peut être sexuée ou asexuée. Celle-ci est plus importante à Saré Yorobana où il est noté des taux de régénération globalement plus élevés qu'à Sobouldé où la gamme d'espèces drageonnantes est toutefois plus importante. Le drageonnement dans les systèmes de culture permanente est fondamental par la rapidité de la croissance qu'il assure et surtout par le maintien de la végétation là où la reproduction séminale peut être compromise par la pratique de la culture.

Pour justifier le maintien des souches dans les systèmes cultivés, il faut montrer leurs effets positifs sur le milieu. Manlay (2000) a montré les effets positifs sur la matière organique. Le chapitre suivant apporte quelques éléments dans ce sens.

Chapitre 3 : Effets des souches sur la fertilité du sol

Ce chapitre traite de l'effet de la présence des souches sur le rendement du mil et l'effet de l'individu souche sur des paramètres physiques, chimiques et biologiques du sol à Saré yorobana.

3.1. Matériel et méthodes

3.1.1. Dispositif d'étude du rendement

Pour étudier les relations entre la présence de souches et le comportement d'une culture, le dispositif expérimental du Projet "Jachère-biodiversité" ¹ a été utilisé (figure 35). Celui-ci avait pour objectif d'étudier l'absence d'arbres pendant une phase de jachère précédant une mise en culture. Cette expérimentation avec des parcelles sans souches et avec souches a permis d'étudier l'hypothèse que les souches ont un impact sur le rendement. La variété de mil utilisée est la variété *Sanio*, à cycle semi-tardif, allant de 110 à 130 jours (Caron et Granes, 1993). Le mil a été semé dans l'ensemble du dispositif à un écartement moyen de 65 cm sur la ligne et 65 cm entre les lignes. Dans chaque parcelle, quatre carrés de rendement de 3 m de côté ont été implantés. La densité de souches et les espèces ont été déterminées dans chaque carré de rendement. A la maturité du mil, chaque placette de rendement a été intégralement récoltée (photo3). Seules les parcelles protégées ont été prises en compte dans cette étude (plan 1).

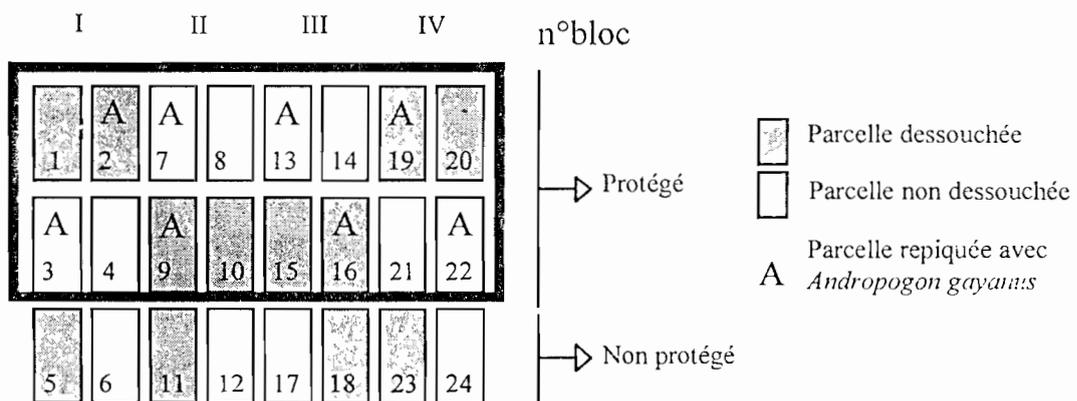


Figure 35 : Plan du dispositif expérimental du projet jachère-biodiversité

¹ Projet "Raccourcissement du temps de jachère, biodiversité et développement durable, en Afrique centrale (Cameroun) et en Afrique de l'ouest (Mali, Sénégal)"(Rapport final du projet CEE N°TS3-CT93-0220 DG 12 HSMU, novembre 1998, 245p).

Le poids des épis, des tiges ont été mesurés. Ensuite, au laboratoire, le nombre d'épis fertiles et stériles a été compté et un égrenage du mil a été effectué pour déterminer le poids des 1000 grains et le rendement total en grains. Les poids secs sont obtenus après séchage des échantillons à l'étuve à 65°C pendant 48 heures.



Photo3 : Récolte du mil dans les carrés de rendement à Saré Yorobana (Cliché E.Faye, 1999)

3.1.2. Dispositif d'étude de l'effet de la souche de *Terminalia macroptera* sur le sol

Tous les prélèvements ont été effectués en novembre 1999.

Dans une seule des parcelles du dispositif expérimental (parcelle 8 ou P8), un pied de *Terminalia macroptera* (Tma1), une des espèces dominantes du site de SY, est localisé (figure 36). Les caractéristiques dendrométriques de la souche sont : 25 cm de diamètre, 5 cm de hauteur (photo 5). Une tranchée de 1,80 m de long sur 60 cm de profondeur a été ouverte au pied de cette souche. Les coordonnées des racines de la souche ont été notées sur cette tranche de sol, la souche étant prise comme repère. Trois horizons se dégagent (photo 4) : horizon 0-10 cm ou horizon humifère désigné par 5 cm, horizon sableux gris pâle à 20-30 cm désigné par 25 cm, horizon argileux rouge à 40-50 cm désigné par 50 cm. Entre ces horizons bien différenciés se situent des zones de transitions.

Le dispositif est factoriel avec deux facteurs : le facteur distance de la souche avec trois niveaux (0-20 cm, 75 cm et 10 m) et le facteur profondeur ou horizons avec trois niveaux. Soit 9 traitements répétés trois fois pour tous les paramètres étudiés.

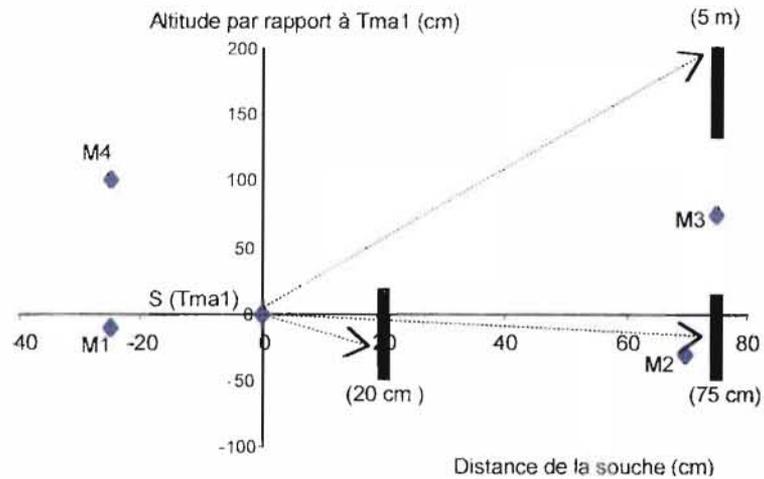


Figure 36 : Dispositif de mesures des interactions entre souche (Tma1) et sol (M1..4 = pieds de mil 1 à 4).



Photo4 (cliché E. Faye, 1999)

Photo5 (cliché E. Faye, 1999)

Photos 4 et 5 : Souche de *Terminalia macroptera* (photo3) étudiée et les horizons du sol (photo4)

3.1.3. Paramètres mesurés

Pour l'ensemble des paramètres, les mesures portent sur les valeurs potentielles car les échantillons n'ont pas été conservés au froid sur le terrain et pendant le transport du terrain de prélèvement au laboratoire d'analyse. Ils ont été ramenés à l'humidité à la capacité au champ.

3.1.3.1. Paramètres physiques

A trois distances de la souche 0-20 cm, 75 cm et 5 m et dans les trois horizons précédemment identifiés, des échantillons de 100 cm³ sont prélevés dans des bocaux hermétiquement fermés et plus tard séchés à l'étuve à 110 °C pendant 24 heures. Ils ont permis de déterminer la densité apparente (Da), et l'humidité volumique (Hv).

La densité apparente est calculée suivant la formule : $Da = M/Va$ (M = masse de sol sec, Va = volume apparent) et l'humidité volumique : $Hv = Hm .Da$ (Hm = Humidité massique = $[(Mh-M)/M] \times 100$ (où Mh = masse de sol humide)).

La teneur en argiles et limons fins a été aussi déterminée au laboratoire central d'analyse de l'IRD- Dakar.

3.1.3 2. Paramètres chimiques

Des paramètres chimiques et biologiques ont été évalués. Ces paramètres chimiques analysés sont le carbone total, l'azote total, le phosphore total et assimilable.

Les principes de mesure des paramètres chimiques utilisés au laboratoire de chimie de l'IRD–Dakar sont :

- *Pour le carbone total* : le carbone est oxydé à chaud avec un mélange acide sulfurique concentré et dichromate de potassium à 3%. Le dosage des ions Cr³⁺ formés, proportionnels à la quantité de carbone oxydé est effectué par colorimétrie.
- *Pour l'azote total selon Kjeldhal* : la minéralisation de l'échantillon se fait par attaque en milieu acide sulfurique concentré avec un catalyseur à base de sélénium. Les ions ammonium sont dosés par colorimétrie automatique (réaction de Berthelot).
- *Pour le Phosphore total (méthode de Murphey et Riley)* : l'échantillon de sol est attaqué par 10 ml d'acide nitrique concentré et 5 ml d'acide chlorhydrique concentré à ébullition pendant 5 heures. Le phosphore total est dosé par colorimétrie automatique avec formation d'un complexe jaune de phosphomolybdate qui est réduit par l'acide ascorbique et prend une couleur bleue. La réaction se déroule à froid

Les phosphates réagissent avec le molybdate d'ammonium pour former un complexe phosphomolybdique jaune en milieu oxydant qui est réduit et développe alors une coloration bleue dosée par colorimétrie à 700nm

- Pour le phosphore assimilable : le phosphore est extrait (méthode Olsen modifiée par Dabin) par une solution de bicarbonate de sodium et de fluorure d'ammonium tamponnée à pH 8,5. Le dosage est réalisé par colorimétrie automatique (méthode de Murphy et Riley).

3.1.3 3. Paramètres biologiques

3.1.3.3.1. Minéralisation du carbone in vitro

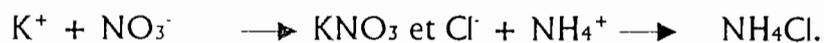
Trente échantillons de 50 g de sol sont mis à incuber sur une durée de 28 jours à une température de 28-30°C dans des bocaux hermétiquement fermés. Ils sont maintenus à une humidité égale à la capacité au champ en ajoutant le volume d'eau nécessaire : pour la fraction 2000 μ m ce volume d'eau calculé est de 3,5 ml à l'horizon 0-10 cm, 4,5 ml à l'horizon 25 cm et 7,5 ml à l'horizon 50 cm. Les humidités à la capacité au champ (pf_{2,2}) sont respectivement pour les horizons 0-10 cm, 20-30 cm et 40-50 cm de 8,5%, 11% et 19% pour 100 g de sol. Pour chaque traitement, l'humidité est ajustée au 3^{ème}, 7^{ème}, 14^{ème} et 21^{ème} jour.

Il s'agit de la méthode de Dommergues (1960). Dans un bocal d'environ un litre de volume, hermétiquement fermé, est placé un pilulier. Le bocal contient 50g de terre et le pilulier 25ml de soude (NaOH). Cette dernière va piéger le CO₂ selon la réaction suivante :

$2\text{NaOH} + \text{CO}_2 \longleftrightarrow 2\text{Na}^+ + \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$. La soude restant après que le CO₂ ait été piégé est dosée par de l'acide chlorhydrique (HCl). Par comparaison avec un bocal témoin ne contenant pas de sol, on déduit la quantité de CO₂ provenant du sol. Ces mesures ont été faites à des dates prédéfinies : T₃, T₇, T₁₄, T₂₁ et T₂₈. Les résultats sont exprimés en « carbone » ou $\mu\text{gC/g sol}$. Le protocole est décrit en annexe.

3.1.3.3.2. Minéralisation de l'azote in vitro

Avant incubation pour la minéralisation du carbone, une extraction avec le chlorure de potassium (KCl) permet à la fois d'extraire les nitrates du sol ainsi que les ions ammonium retenus dans les complexes organo-minéraux. En effet, les ions de la solution initiale de KCl vont se recombinaer avec l'azote minéral selon les réactions suivantes :



Pour chaque traitement, on prélève 20 g de sol qu'on mélange dans un pilulier à 50 ml de KCl à 1M. Les échantillons sont agités pendant une heure puis centrifugés pour obtenir une

solution limpide. Ensuite, on prélève 10 ml de la solution obtenue que l'on conserve à une température de 4°C afin de stopper la réaction liée à l'activité des micro-organismes qui sont responsables de la dénitrification.

Au laboratoire de Chimie de l'IRD-Dakar, les ions ammonium sont dosés par colorimétrie automatique (réaction de Berthelot) au Technicon. Les nitrates sont réduits en nitrites sur colonne de cadmium et sont dosés par colorimétrie au Technicon après réaction avec le sulfamide. La part d'azote minéralisé est obtenu en multipliant par 7/9 les quantités de NH_4 dosés et par 7/31 celles de NO_3

La mesure est réalisée avant l'incubation et après 28 jours sur les échantillons incubés. Les résultats sont exprimés en « azote », ou $\mu\text{g N/g sol}$.

3.1.3.3.3. Biomasse microbienne

Au laboratoire de Bio-pédologie de l'IRD-Dakar, la biomasse microbienne des différents traitements de sol (9 traitements qui résultent de la combinaison du facteur distance de la souche et profondeur dans le sol auxquels a été obtenue par la méthode de fumigation-extraction (Amato et Ladd, 1988). Cette méthode consiste à faire la différence de biomasse entre un temps T_{10} et un temps T_0 . La biomasse potentielle qu'on mesure ici correspond à celle obtenue dans un sol maintenu dans les conditions optimales d'humidité (H_{cc}) et de température (30°C). Trente échantillons de 20 g sont pré-incubés pendant une semaine. La moitié de chaque échantillon est dosée au septième jour pour déterminer la biomasse au temps T_0 correspondant à la masse microbienne présente avant incubation. L'autre moitié est placée pendant 10 jours d'incubation dans un dessiccateur à vide saturé en vapeur de chloroforme. L'humidité est maintenue constante durant les 10 jours. Les micro-organismes sont tués par les vapeurs de chloroforme et les produits de leur lyse sont extraits en fin d'incubation par une solution saline de KCl 2M.

Les fonctions aminées et l'ammonium libérés des micro-organismes tués sont dosés par colorimétrie à la ninhydrine.

La biomasse exprimée en C-biomasse ($\mu\text{gC/g de sol}$) est égale à : $21 \times [(N\&-aminé\ après\ 10\ jours\ d'incubation\ sous\ atmosphère\ saturée\ en\ chloroforme) - (N\ \&-aminé\ dosé\ avant\ fumigation)]$.

3.1.4. Traitements des données

Aussi bien pour le rendement que pour les paramètres du sol, les effets des souches ont été approchés en deux étapes :

- l'analyse des corrélations entre présence de souches et paramètres mesurés a été effectuée par régression multiple ; en plus pour le rendement une régression a été effectuée entre le rendement grain et toutes les variables mesurées (masse des tiges de mil, nombre d'épis fertiles, nombre d'épis stériles, nombre totale d'épis, masse totale des grains, poids des mille grains, nombre d'épis par mètre carré).
- l'analyse de l'effet des souches sur les différentes composantes du rendement et sur les paramètres physiques, chimiques et biologiques ;

Les données brutes sont saisies avec le logiciel Excel97 et les analyses statistiques effectuées avec le logiciel SAS version 6.12.

3.2. Résultats

3.2.1. Relation entre mil et présence de souches

La régression multiple a fait ressortir trois variables (P_{1000} , masse des tiges et nombre d'épis / m^2), fortement corrélées avec le rendement grain ($R^2 = 0,89$, $P = 0,0001$).

La présence de souches n'implique pas une différence significative du rendement. Des effets contradictoires sur le rendement peuvent intervenir (sécheresse en début ou en fin de saison de culture). Les souches peuvent intervenir dans l'élaboration du rendement à travers ses différentes composantes.

La présence des souches a un effet sur le poids des mille grains. Celui-ci est significativement supérieur de 15% par rapport à l'absence de souches. (tableau 13).

Tableau 13 : Effets des souches sur le rendement grain et ses composantes

Variables	Présence		Absence		Modèle		Effets souches
	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	R ²	F (Proba)	F(Proba)
Rendement grains ($t \cdot ha^{-1}$)	0,4	0,3	0,3	0,3	0,83	16,9 (0,00)	0,3 (0,58)
Nb épis fertiles/ m^2	4,4	2,3	4,3	3,5	0,89	26,4 (0,00)	0,8 (0,38)
Rendement tiges ($t \cdot ha^{-1}$)	2,7	1,0	2,3	1,4	0,74	9,7 (0,00)	0,9 (0,33)
P_{1000} (g)	5,0	0,7	4,3	0,7	0,35	1,8 (0,10)	6,4 (0,02)

NB : Le nombre de répétitions est égal à 16 pour toutes les variables.

3.2.2. Le profil racinaire de *Terminalia macroptera*

L'analyse du profil racinaire (racine > 2mm) fait apparaître la présence de racines supérieures à 2 mm essentiellement dans l'horizon sous cultural supérieur à 20 cm de profondeur (figure 37).

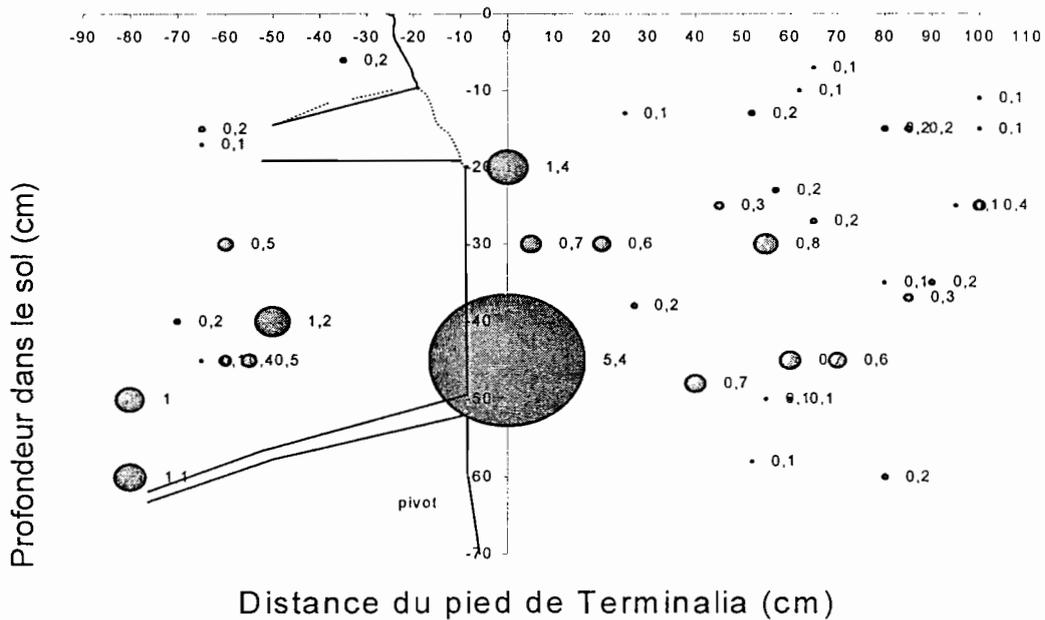


Figure 37 : Profil cultural de part et d'autre d'une souche de *Terminalia macroptera* (chiffres désignant le diamètre des racines, ○ = racines)

3.2.2. Influence de la souche sur les caractères physiques du sol

Il y a un effet distance sur la densité apparente (D_a) (tableau 14) qui est plus élevée à 5 m (avec 1,6) qu'ailleurs. Mais il n'y a pas d'effet de la profondeur dans le sol sur la densité apparente. Pour l'humidité volumique mesurée au mois de novembre, la distance de la souche (sauf à 75 cm) de même que la profondeur dans le sol ont un effet positif. L'effet de la profondeur est à lier avec le taux d'argiles et limons fins. Ce taux augmente avec la profondeur quelle que soit la distance de la souche. Le taux d'éléments fins est plus important à 5 m de la souche, à 50 cm de profondeur. Ce qui explique une humidité volumique supérieure en profondeur à cette distance.

Tableau 14: Variation des paramètres physiques selon la distance de la souche et la profondeur dans le sol (moyenne et écartype, le nombre de répétitions est de 3, nt = non testé pour manque de répétitions).

Variables	Profondeur	Distance à la souche			Modèle général		Distance F(proba)	Profondeur F(proba)	Interaction
		0,20 m	0,75 m	5 m	R ²	F(proba)			
Argiles+limons fins (%)	5	29,9	29,6	28,6	0,95	22,3(0,00)	1,58(0,31)	42,9(0,00)	nt
	25	35,7	35	39					
	50	56,9	53,7	68,1					
Densité apparente	5	1,5(0,2)	1,5(0,2)	1,6(0)	0,49	2,16(0,08)	5,89(0,01)	0,61(0,56)	1,06(0,40)
	25	1,6(0,1)	1,5(0,1)	1,6(0)					
	50	1,5(0,1)	1,5(0)	1,6(0,1)					
Humidité volumique (%)	5	5(0,3)	5,7(1,5)	5,3(0,4)	0,84	12,4(0,00)	7,73(0,00)	35,1(0,00)	3,34(0,03)
	25	8,4(0,8)	7(0,2)	11,9(0,3)					
	50	16,8(3,2)	11,7(9)	24,8(0,3)					

En effet, la figure 38 montre une augmentation de l'humidité volumique en fonction de la profondeur avec un maximum de 24,8 à la distance 5 m de la souche (figure 38).

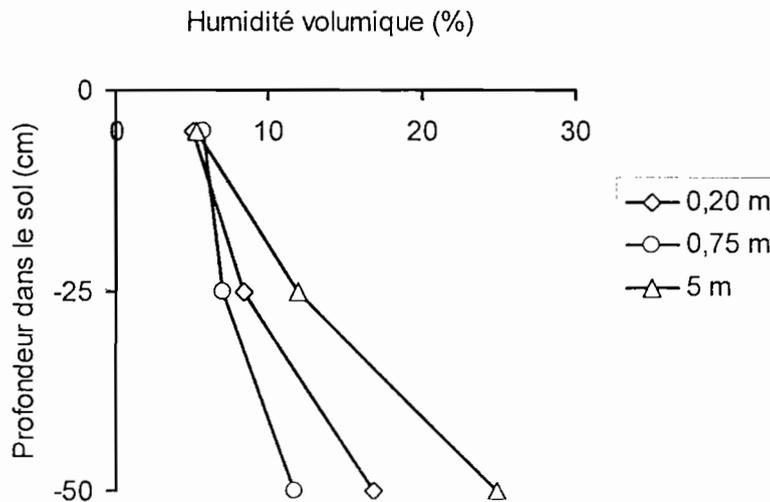


Figure 38 : Variation de l'humidité volumique en fonction de la profondeur

3.2.3. Influence de la souche sur les teneurs en carbone et azote totaux (Ct et Nt) et chimique (Pt, Pa)

(Ct, et Nt = carbone et azotes totaux ; Pt et Pa = phosphore total et assimilable)

Aucun paramètre chimique ne montre un effet distance (tableau 15). Les différences significatives se notent en fonction de la profondeur pour tous les paramètres sauf le phosphore total. Les teneurs en phosphore assimilable, le rapport C/N sont supérieurs dans les horizons de surface. Seul le rapport C/N est significativement différent par rapport à la distance : il se maintient à une valeur élevée à 20 cm de la souche alors qu'il diminue fortement aux distances plus éloignées.

Tableau 15 : Variation des paramètres chimiques selon la distance de la souche et la profondeur dans le sol (moyenne et écartype, le nombre de répétitions est de 3, nt = non testé pour absence de répétitions).

Variables	Profondeur	Distance à la souche			Modèle général		Distance F(proba)	Profondeur F(proba)	Interaction
		0,20 m	0,75 m	5 m	R ²	F(proba)			
C total g.kg ⁻¹	5	7,34	6,16	5,99	0,96	29,8(0,00)	1,78(0,28)	57,8(0,00)	nt
	25	3,48	3,08	3					
	50	3,5	3,8	3,47					
C minéralisée g.kg ⁻¹	5	0,43(0,05)	0,87(0,12)	0,52(0,27)	0,72	5,95(0,00)	2,41(0,11)	10,29(0,00)	5,55(0,00)
	25	0,57(0,18)	0,29(0,17)	0,46(0)					
	50	0,34(0,08)	0,415(0,11)	0,15(0,10)					
C minéralisée/C total (%)	5	5,8(0,7)	14,1(2,1)	8,7(4,6)	0,65	4,35(0,00)	0,80(0,46)	0,26(0,00)	5,18(0,00)
	25	16,3(5,2)	9,5(5,5)	15,4(0)					
	50	9,6(2,3)	10,9(2,8)	4,3(3)					
N total g.kg ⁻¹	5	0,57	0,49	0,49	0,95	22,4(0,00)	0,44(0,67)	44,3(0,00)	nt
	25	0,28	0,27	0,28					
	50	0,36	0,38	0,39					
N minéralisé g.kg ⁻¹	5	14,2(1,8)	10,3(2,1)	9(0,9)	0,89	19,03(0,00)	2,42(0,11)	60,8(0,00)	6,45(0,00)
	25	3,9(0,8)	4,9(1,9)	6,6(1,2)					
	50	5,1(1,4)	5(1,6)	3,1(0,5)					
N minéralisée/N total (%)	5	2,5(0,3)	2,1(0,4)	1,8(0,2)	0,72	5,78(0,00)	0,17(0,84)	14,25(0,00)	4,35(0,01)
	25	1,4(0,3)	1,8(0,7)	2,3(0,4)					
	50	1,4(0,4)	1,3(0,4)	0,8(0,1)					
Rapport C/N	5	12,9	12,6	12,2	0,96	28,2(0,00)	6,30(0,06)	50,1(0,00)	nt
	25	12,4	11,4	10,7					
	50	9,7	10	8,9					
P total (ppm)	5	66	54	57	0,69	2,29(0,22)	2,95(0,16)	1,62(0,30)	nt
	25	49	48	46					
	50	70	44	40					
P assimilable (ppm)	5	3,2	3	2,4	0,95	23,0(0,00)	0,32(0,74)	45,7(0,00)	nt
	25	0,8	0,9	1,1					
	50	0,8	0,9	0,8					

A proximité, la souche influence la qualité de la matière organique du sol avec un rapport C/N amélioré surtout dans les deux premiers horizons (figure 39).

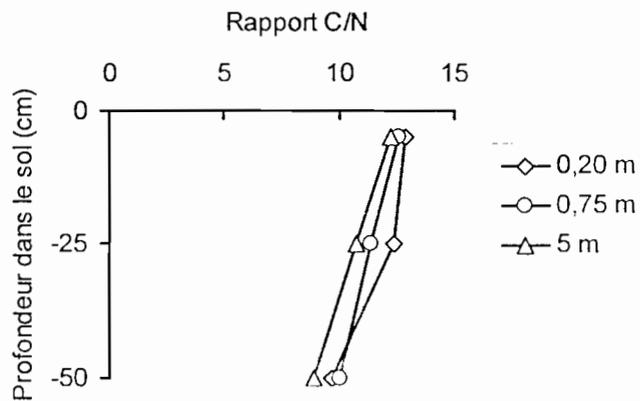


Figure 39 : Effets de la souche sur le rapport C/N

3.2.4. Influence de la souche sur les paramètres biologiques

La biomasse microbienne présente des différences suivant la profondeur dans le sol mais pas par rapport à la distance de la souche. La biomasse microbienne est supérieure dans les horizons de surface. A 20 cm autour de la souche, il y a un maximum de 91,3 μgC.g⁻¹ de

sol en surface contre 28,7 à 25 cm de profondeur et 26,3 à 5 cm de profondeur. La diminution n'est pas progressive pour les autres positions de la souche (tableau 16)

Tableau 16 : Variation de la biomasse microbienne potentielle selon la distance de la souche et la profondeur dans le sol (moyenne et écartype, le nombre de répétitions est de 3, nt = non testé pour absence de répétitions).

Variables	Profondeur (cm)	Distance à la souche			Modèle général		Distance F(proba)	Profondeur F(proba)	Interaction
		0,20 m	0,75 m	5 m	R ²	F(proba)			
Biomasse microbienne $\mu\text{gC}\cdot\text{g}^{-1}$ de sol	5	91,3(32)	58,7(47,3)	80,3(15,9)	0,51	2,38(0,06)	0,37(0,69)	4,9(0,02)	2,13(0,12)
	25	28,7(11)	74(12,5)	29(25,9)					
	50	26,3(22,5)	46,3(29,3)	50,3(26,4)					

3.3. Discussion

La fertilité selon Piéri (1989) peut être envisagée comme un jugement porté sur "l'aptitude à produire d'un milieu dont on apprécie les diverses caractéristiques". Dans les espaces ruraux africains, les stratégies de gestion de l'espace résultent encore largement de choix collectifs (choix des zones cultivées, des zones à mettre en jachère). La notion de fertilité doit être appréhendée à plusieurs échelles, de la parcelle à la petite région (Pichot, 1995). La compréhension de l'effet de la souche sur le pouvoir minéralisateur des sols est important.

Il n'y a pas de corrélations directe et nette entre la présence de souches et rendement. Mais la présence des souches favorise le rendement de la culture de mil par l'intermédiaire du poids des mille graines (P_{1000}) qui augmente de 15%. Quand on sait que la hausse de P_{1000} entraîne une augmentation importante du rendement, on comprend l'intérêt de la présence des souches dans les parcelles cultivées.

A l'échelle des parcelles, le meilleur rendement grains est lié à la présence de souche avec 0,4 t.ha⁻¹. Le rendement minimal se rencontre essentiellement dans les parcelles dessouchées avec en moyenne 0,3 t.ha⁻¹. Une culture de mil réussie donne entre 0,6 et 0,8 t.ha⁻¹ (Anonyme, 1991). En effet, selon Piéri (1989), le mil est comme toutes les céréales sensibles à la fumure animale. Dans notre cas la présence de souches n'induit pas globalement une hausse jusqu'au rendement optimum de 0,6 à 0,8 t.ha⁻¹. Le poids des mille grains se

détermine en fin de cycle cultural. La présence de la souche induit une augmentation d'une densité racinaire dans l'horizon sous cultural (Faye *et al*, 2000). L'enracinement du mil atteint cette zone plutôt en seconde partie de sa croissance et peut donc bénéficier d'une modification du milieu autour de ce système racinaire. Ce qui peut expliquer l'effet positif de la souche sur poids des mille grains.

Il s'agira de maintenir dans les parcelles des souches jusqu'à un certain seuil qui reste à être déterminé. Certains phénomènes de concurrence racinaire, de toxicité racinaire (allélopathie) liées à la présence de certains ligneux à certaines densités (Diatta *et al*, soumis) et qui peuvent se conjuguer pour affecter le rendement, peuvent induire des inconvénients sur la culture. Il est alors nécessaire de bien étudier les espèces et les densités pour éviter leurs effets néfastes sur les cultures .

Nous avons recherché la relation entre les souches ligneuses et le niveau de carbone du sol. En effet, la matière organique du sol regroupe des formes vivantes et mortes allant du résidu végétal frais aux substances humiques associées ou non à des particules minérales (Morel, 1989). Sa présence est particulièrement importante pour la conservation de sols à texture grossière (Roose, 1983). Crétenet (1995) et Palm (1996) s'interrogent sur la pertinence du seul taux de carbone comme indicateur de la fertilité des terres tropicales. Le stock de matière organique du sol traduit un équilibre toujours temporaire entre facteurs de son élaboration comme l'humification et ceux qui concourent à sa minéralisation (Swift et Woome, 1993). L'humification, le transfert horizontal ou l'oxydation progressive sont les trois destins possibles du carbone organique qui échappe au brûlis (Manlay *et al*, 1997). L'équilibre entre ces trois voies définit le taux de carbone. Dans les sols sableux des Tropiques secs, l'intense respiration des micro-organismes et de la faune du sol maintient des stocks de carbone relativement faibles (Manlay, *op.cit.*). Cette respiration peut être estimée grâce à la mesure des flux de CO₂ issus du sol.

Dans l'horizon de surface, les teneurs moyenne en carbone et azote totaux diminuent lorsqu'on s'éloigne de la souche de 7,34 g.kg⁻¹ près de la souche à 5,99 g.kg⁻¹ pour le carbone et de 0,57 à 0,49 g.kg⁻¹ pour l'azote. Dans les autres horizons, les teneurs en carbonnes sont toujours supérieures à 3 g.kg⁻¹ mais n'atteignent pas 4 g.kg⁻¹. Anonyme (1991) estime que les sols pauvres en azote total ont des teneurs oscillant entre 0,2 et 0,4

%, (2 et 4 g.kg⁻¹ de sol), (c'est l'exemple des sols ferrugineux tropicaux cultivés en arachide au Sénégal) tandis que les sols riches ont des teneurs de 1% (10g. kg⁻¹de sol). La souche améliore la teneur en carbone total de l'horizon de surface.

A l'échelle de la souche, les teneurs en carbone et azote totaux sont plus importantes à proximité immédiate de la souche (20 cm) qu'à 75 cm et 5 m de la souche. Harmand *et al.* (en cours de publication) distinguent le carbone du compartiment racinaire qui se montre fugace, du carbone de la terre fine (0-2 mm) qui garde selon les jachères, le même niveau (9 à 12 t.ha⁻¹) une année avant défriche et deux années après remise en culture. Il y a un effet profondeur dans le sol sur la biomasse microbienne qui est en surface plus importante à 20 cm qu'ailleurs. Selon Duchaufour *et al.* (1991), il existe une concurrence entre la plante cultivée et la biomasse microbienne pour l'absorption de l'azote minéral. L'azote nitrique est plus disponible pour la plante que l'azote ammoniacal facilement réorganisé dans le sol. Donc, on peut imaginer que pour notre cas, la consommation d'azote minéral est plus forte à 20 cm qu'à 75 cm puisque de façon générale les teneurs en azote ammoniacal sont plus importantes que celles de l'azote nitrique, ce qui peut expliquer en partie, les teneurs en Ct et Nt plus élevées à 20 cm de la souche. Cette biomasse microbienne peut être importante dans le sol. Elle représente en moyenne 2 à 5% de la matière organique totale du sol (Duchaufour *et al.*, 1991). Les micro-organismes du sol jouent un rôle fondamental dans le cycle biogéochimique des éléments intéressant la production agricole. Ils interviennent au niveau de la matière organique et sont déterminants dans le cycle de l'azote où toutes les transformations importantes sont sous contrôle microbien, et dans les cycles du phosphore et du soufre où ils interviennent dans les passages entre formes plus ou moins assimilables par les végétaux (Document interne, labo-biopédologie, IRD-Dakar).

Par contre la quantité de phosphore baisse à 75 cm de la souche sans doute du fait de la mobilisation du phosphore signalée par BA *et al.* (1997). Au-delà de 75 cm cette quantité de phosphore a tendance à augmenter. Alors la hausse du rendement par la présence de souche recoupe les résultats de Bado *et al.* (1997) qui notent un gain de 6 kg.ha⁻¹ de maïs par kg de phosphore apporté dans le phosphatage de fond. De façon plus spécifique, la carence en phosphore assimilable est un des premiers facteurs qui limitent la production agricole et forestière dans la plupart des sols d'Afrique de l'Ouest (Piéri, 1989). Les teneurs en phosphore assimilable sont significativement différentes selon la profondeur. Pour anonyme

(1991) le seuil de carence en phosphore total varie de 5 à 200 ppm. Ce qui englobe les valeurs de phosphore total obtenues en fonction de la souche.

Le rapport C/N varie de 12,9 à 8,9. A un C/N voisin de 10 (8 à 12) correspond une matière organique bien décomposée (Anonyme, 1991). Dans l'horizon de surface C/N diminue de 20 cm à 5 m de la souche. Il en est de même pour le phosphore total. Le même constat est fait pour l'horizon 25 cm de profondeur. Plus le sol est riche en azote, plus il a besoin de phosphore total (Anonyme, 1991). C'est la complémentarité des besoins en azote et phosphore qui est noté ici.

Les résultats des analyses chimiques notamment du carbone et de l'azote doivent être analysés avec précaution car on ne peut pas réellement parler d'effet améliorant de la souche à partir de nos échantillons de sol pour une raison d'ordre méthodologique :

- les analyses ont été effectuées sur des sols secs ramenés en conditions optimales ; les résultats expriment donc plus un potentiel qu'un état au temps de prélèvement ;
- un échantillonnage plus précis autour des racines en tenant compte de la rhizosphère permettrait de mieux cerner l'effet de la souche.

L'effet de la souche sur la culture devrait être positif à proximité immédiate de la souche avec une relative disponibilité de l'azote minéral, mais aussi du carbone minéral et un stock de phosphore total et assimilable plus élevé qu'ailleurs. La question qu'on pourrait poser est de savoir si la perte de rendement par rapport à l'optimum de rendement de mil ne peut pas être compensée par les gains obtenus par la maîtrise des densités ou des surfaces d'influence des souches. On sait déjà que, de façon globale, même si les différences ne sont pas significatives, le rendement de mil est plus élevé dans les parcelles ayant des souches que dans celles sans souches. Le problème à résoudre revient à trouver le seuil de souches compatible avec le maximum de rendement. Quel paramètre faut-il utiliser pour déterminer ce seuil : la densité ou la surface d'influence des souches? Probablement, cette dernière rend mieux compte de l'impact des souches, car à densité égale la surface couverte peut être différente.

En effet, la densité de souche ne traduit pas l'état morphologique de ces souches (Diao, 1995). Une étude menée au Niger sur l'effet de la densité de *Guiera senegalensis* sur le rendement de mil laisse apparaître un effet distance des souches très net sur le rendement plus important à proximité des souches que loin des souches (Wezel *et al.*, 1997). Mais quelle que soit la densité, les rendements sont meilleurs quand les arbustes sont coupés. Ce qui confirme que l'aspect quantitatif de la présence des souches ne suffit pas à lui seul pour expliquer les variations positives des paramètres chimiques et des rendements. Il faut y adjoindre l'aspect qualitatif, c'est à dire fixer les densités en tenant compte de la taille des individus mais aussi autant que possible de leur composition spécifique.

3.4. Conclusions partielles

La présence des souches a un effet positif sur une des composante du rendement, le poids des mille graines. Cette hausse du poids des mille graines (P_{1000}) se traduit par une augmentation du rendement si les autres composantes de ce rendement ne diminuent pas. Il est difficile à l'échelle des parcelles d'évaluer l'effet des souches sur les éléments chimiques du sol. En effet d'autres facteurs autres que les souches peuvent intervenir. Cependant, à l'échelle de l'individu souche, il est possible d'évaluer à différentes distances et profondeurs, les interactions entre les paramètre physiques, chimique et biologiques du sol. Des effets positifs de la distance et de la profondeur sont notés pour les argiles et limon fins qui diminuent avec la distance mais augmentent avec la profondeur.

Pour la densité apparente, l'effet est positif loin de la souche, c'est à dire, l'effet est globalement positif sur la porosité, tandis que pour l'humidité volumique l'effet est positif uniquement suivant la profondeur dans le sol ce qui peut s'expliquer par les teneurs en éléments fins plus importantes en profondeur qu'en surface.

Pour le carbone total il y a des effets distances et profondeurs qui ne sont significatifs que pour la profondeur. La teneur en carbone est plus importante en surface et à proximité de la souche qu'ailleurs. Il en est de même pour l'azote total, le phosphore total et assimilable.

Pour les taux de minéralisation du carbone et de l'azote, il y a des effets significatifs de la profondeur dans le sol.

Chapitre 4 : Conclusions générales, Recommandations et Perspectives

4.1. Conclusions générales

L'étude de la dynamique des souches dans les systèmes de culture a conduit à développer des approches différentes suivant les terroirs. C'est ainsi qu'à Sobouldé les conditions d'application de l'approche synchrone de la dynamique sont réunies, tandis qu'à Saré Yorobana où se rencontrent divers systèmes de culture, c'est le contraire, et une caractérisation systématique de ces systèmes a été entreprise avec la méthode d'échantillonnage par transect à l'échelle du terroir.

L'étude de la dynamique des souches dans les systèmes cultivés en terme de densité, de composition floristique, de stratégie de régénération, a été jusqu'ici très peu abordée. Il en est de même de la détermination de la densité et de la composition spécifique optimales prenant en compte les interactions (positives ou négatives) avec les cultures. La dynamique de décomposition des souches et leurs impacts sur la fertilité du sol est aussi mal connue.

Dès lors, il apparaît que l'étude de la dynamique des souches comporte deux volets essentiels. Le premier est purement quantitatif : il s'agit de l'étude de la population de souches dans les parcelles et des facteurs qui modulent leur évolution. Le second concerne l'effet des souches en tant que matière organique capable de restituer au sol des éléments minéraux indispensables à l'alimentation de la flore et faune et particulièrement des cultures.

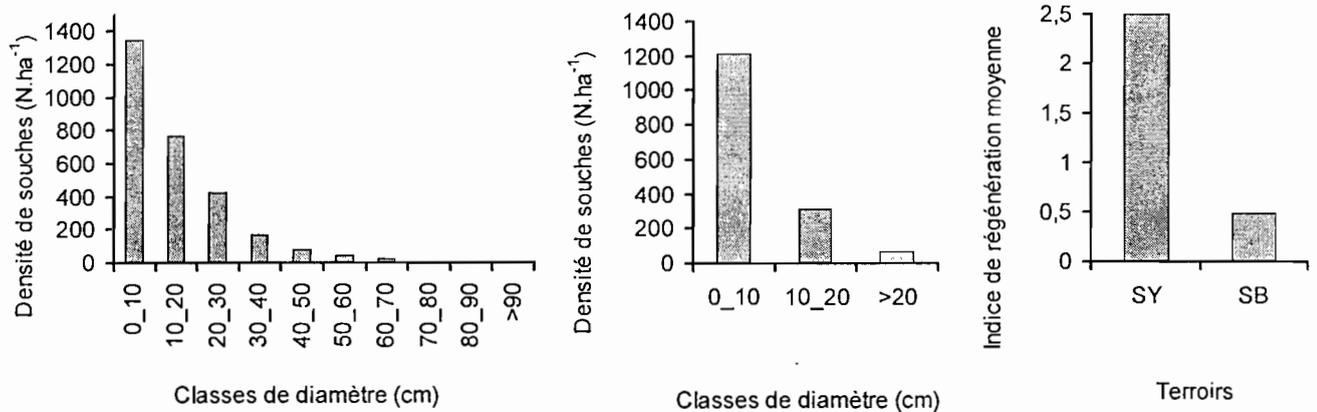
4.1.1 La végétation

Dans les deux sites que nous avons étudiés Saré Yorobana (SY) et Sobouldé (SB), le défrichage primaire de même que ceux qui précèdent chaque année l'arrivée des pluies sont faits de façon manuelle avec par ailleurs la pratique du brûlis. Ainsi dès le départ, il existe une grande richesse floristique dans les défriches d'un an. Avec la culture permanente, ce cortège floristique s'amenuise progressivement. Cependant, dans nos parcelles à SY et à SB beaucoup de semis naturels sont attribuables au potentiel advectif (Mitja *et al.*, 1993). Un trait marquant dans les jeunes défriches, surtout d'un an, est le fort pouvoir de drageonnement noté chez un grand nombre d'espèces (Annexe 9). L'importance des semis à

côté des rejets de souches et des drageons permet de faire référence, à SY comme à SB, au modèle de succession dit de “ tolérance ” défini par Connell et Slatyer (1977).

A SB, la culture permanente entraîne la régression continue de la végétation ligneuse et la perte de richesse en ligneux de l'ordre de 4 espèces. Avec l'accroissement de la durée de culture, l'importance de la végétation ligneuse diminue chaque année et la richesse du système s'appauvrit, entraînant également une diminution de la productivité (Moreau, 1993). A partir de cinq ans de culture après défriche à SB, l'indice de mortalité est maximal, l'indice de régénération est minimal et la densité de souche descend en dessous du niveau de la forêt. On perd ainsi, après cinq ans de culture permanente, un pouvoir de régénération et de conservation des souches. A SY, même après une utilisation de plus de 60 ans dans un système de culture à jachère, la végétation et une certaine diversité sont encore conservées. Le système de culture à jachère annuelle permet un maintien de la densité des souches mais aussi une expression acceptable du potentiel de régénération (des indices de régénération et de mortalité optimum par rapport aux maxima observés). Il constitue alors une alternative dans un contexte à forte pression anthropique à la culture permanente pratiquée à Sobouldé. Moreau (1993) signale l'intérêt de pratiquer des jachères de courtes durées. Cinq ans de culture est la durée optimale de culture permanente après laquelle on doit pratiquer l'abandon cultural si on veut conserver une densité de souches en dessus du niveau de référence noté dans la forêt et préserver le potentiel de régénération des ligneux.

Les tendances évolutives notées dans les deux terroirs laissent voir des différences du point de vue de la structure, de la régénération et de la diversité. Aussi bien à Saré Yorobana (SY) qu'à Sobouldé (SB), les souches relativement jeunes sont dominantes à l'échelle du terroir (figure 40). Les souches de diamètre moyen (classes intermédiaires entre jeunes et vieilles souches) et les vieilles souches sont présentes à SY alors qu'à Sobouldé les souches de classes intermédiaires sont mieux représentées. La structure de la végétation dans les deux terroirs est de type L. Cependant l'interprétation diffère d'un site à l'autre. A SY où les défriches plus anciennes sont gérées dans un système d'utilisation intégrant la pratique de la jachère, on note, contrairement à SB, une forte présence de jeunes souches qui exprime une dynamique plus importante de la régénération séminale ou végétative (figure 40). La présence des souches intermédiaires traduit un affranchissement de certains individus issus de ces régénérations, qui à SY continuent leur dynamique de croissance, tandis qu'à SB cette dynamique est beaucoup plus difficile du fait de la forte pression de culture.



Figures 40 : Structure des souches à l'échelle des terroirs (A Saré Yorobana, B Sobouldé) et Indice de régénération (C)

Cette dynamique, différenciée par une pression différente dans les deux sites, se traduit sur le plan floristique par une plus importante richesse à SY avec 41 espèces qu'à SB dont l'espace cultivé est occupé par 37 espèces (tableau 17).

Dix espèces présentes dans l'espace cultivé à SB ne sont pas rencontrées à SY. Il s'agit de *Combretum lecardii*, *Crossopteryx febrifuga*, *Daniellia oliverii*, *Heeria insignis*, *Hymenocardia acida*, *Ostryoderris stuhlmannii*, *Pavetta crassipes*, *Pericopsis laxiflora*, *Spondias mombin* et *Ximenia americana*. Il convient de faire la distinction à Saré Yorobana entre le système cultivé de façon permanente avec la pratique de la jachère parfois longue et ce qu'on peut considérer comme une portion de la forêt secondaire (sèche) défrichée récemment et mise en culture. En effet, dans cette dernière, échantillonnée pour les besoins de la typologie des souches, on note la présence d'espèces telles que *Hymenocardia acida* et *Pericopsis laxiflora*. Cependant, les espèces présentes dans l'espace cultivé de SY et qui ne sont pas rencontrées à SB sont plus nombreuses. Il s'agit de *Allophyllus africanus*, *Calotropis procera*, *Cassia sieberiana*, *Desmodium velutinum*, *Erythrina senegalensis*, *Grewia villosa*, *Holarrhena floribunda*, *Khaya senegalensis*, *Lonchocarous laxiflora*, *Parkia biglobosa*, *Quassia undulata*, *Saba senegalensis*, *Securidaca longipedunculata* et *Ziziphus mauritiana*.

Sobouldé étant situé à la limite nord de la région naturelle de la Casamance, contrairement à Saré Yorobana qui est situé plus au sud, pour mieux comprendre l'évolution de la richesse en fonction des pratiques culturelles, il faut comparer les cortèges floristiques initiaux des deux sites. Il faut aussi prendre la précaution de comparer sur ces deux sites les mêmes unités géomorphologiques pour réduire une part des sources d'erreurs.

Tableau 17 : Liste des espèces de souches ligneuses rencontrées dans les terroirs de l'étude

Espèces	SY	SB
<i>Acacia macrostachya</i>	+	+
<i>Allophyllus africanus</i>	+	-
<i>Annona senegalensis</i>	+	+
<i>Asparagus pauli guilielmi</i>	+	+
<i>Bombax costatum</i>	+	+
<i>Calotropis procera</i>	+	-
<i>Cassia sieberiana</i>	+	-
<i>Combretum geitonophyllum</i>	+	+
<i>Combretum glutinosum</i>	+	+
<i>Combretum lecardii</i>	-	+
<i>Combretum nigricans</i>	+	+
<i>Cordyla pinnata</i>	+	+
<i>Crossopteryx febrifuga</i>	-	+
<i>Daniellia oliverii</i>	-	+
<i>Desmodium velutinum</i>	+	-
<i>Detarium microcarpum</i>	+	+
<i>Dichrostachys glomerata</i>	+	+
<i>Erythrina senegalensis</i>	+	-
<i>Erythrophleum africanum</i>	+	+
<i>Gardenia ternifolia</i>	+	+
<i>Grewia villosa</i>	+	-
<i>Heeria insignis</i>	-	+
<i>Hexalobus monopetalus</i>	+	+
<i>Holarrhena floribunda</i>	+	-
<i>Hymenocardia acida</i>	-	+
<i>Icacina senegalensis</i>	+	+
<i>Khaya senegalensis</i>	+	-
<i>Lannea acida</i>	+	+
<i>Lannea velutina</i>	+	+
<i>Lonchocarpus laxiflora</i>	+	-
<i>Maytenus senegalensis</i>	+	+
<i>Ostryoderris stuhlmannii</i>	-	+
<i>Parkia biglobosa</i>	+	-
<i>Pavetta crassipes</i>	-	+
<i>Pericopsis laxiflora</i>	-	+
<i>Piliostigma reticulatum</i>	+	+
<i>Piliostigma thonningui</i>	+	+

<i>Prosopis africana</i>	+	+
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	+	+
<i>Quassia undulata</i>	+	-
<i>Saba senegalensis</i>	+	-
<i>Securidaca longipedunculata</i>	+	-
<i>Securinega virosa</i>	+	+
<i>Spondias mombin</i>	-	+
<i>Stereospermum kunthianum</i>	+	+
<i>Strychnos spinosa</i>	+	+
<i>Terminalia macroptera</i>	+	+
<i>Terminalia avicennioides</i>	+	+
<i>Vitex doniana</i>	+	+
<i>Ximenia americana</i>	-	+
<i>Ziziphus mauritiana</i>	+	-

La liste complète des espèces rencontrées dans les deux sites avec les noms scientifiques complets, les noms locaux et la répartition aux différentes familles est présentée en annexe 10.

4.1.2. La fertilité

La présence de souches se traduit, si on considère le profil racinaire de la souche de *Terminalia macroptera*, par une concentration de racines de plus de 2 mm de diamètre dans l'horizon sous cultural (supérieur à 20 cm de profondeur). Cela agit sur la densité apparente, plus importante loin de la souche, et donc sur la porosité supérieure à proximité de la souche.

Sur les plans chimique et microbiologique, il n'y a pas de différences significatives induites par la distance de la souche en dehors du rapport C/N et à une moindre mesure du phosphore total. La biomasse microbienne atteint son maximum à proximité de la souche et en surface. Hormis le phosphore total, les différences sont significatives en fonction de la profondeur dans le sol pour tous les paramètres chimiques.

En somme, la concentration racinaire et la teneur en phosphore assimilable sont plus importantes dans les horizons sous culturaux. Les autres paramètres sont significativement différents suivant la profondeur.

Les mesures effectuées étant plutôt des potentiels qui ne sont pas exactement les valeurs des paramètres au moment du prélèvement, on ne peut donner une relation nette, entre ces dernières et la souche, et avec les rendements. Cependant, il y a une amélioration nette, à l'échelle des parcelles, du poids des mille grains qui est une composante importante du rendement. Ce qui peut être lié au fait que la maturation des grains de mil se fait en fin de

cycle, période où le système racinaire du mil explore les horizons profonds. Dans ces horizons profonds, la concentration racinaire, les teneurs en phosphore total offrent des possibilités d'amélioration des conditions de maturation du mil.

4.2. Recommandations

A/ En front pionnier, au plus tard à 5 ans de culture permanente, appliquer la rotation Arachide-Jachère annuelle si on veut éviter la disparition des souches, avec elles la composante ligneuse et si on veut éviter d'avoir à réintroduire l'arbre dans le système agraire par des méthodes souvent très coûteuses, pour des résultats incertains. En effet, la phase de jachère courte permet l'installation d'une certaine régénération séminale issue de la banque de graines du sol et/ou des apports advectifs et l'entretien de la vigueur des souches d'espèces à croissance rapide.

Cette rotation permet le maintien des ligneux dans les systèmes cultivés si on s'y prend assez tôt. Ces ligneux y demeurent sous formes de souches vivantes qui ont deux caractéristiques :

- elles ont les propriétés des arbres forestiers : production de matière organique par l'intermédiaire des feuilles produites par les rejets de souches et des racines mortes ; lutte contre l'érosion éolienne et le ruissellement ; amélioration de l'infiltration ;
- elles n'ont pas les inconvénients des arbres : concurrence par rapport à la lumière par leur ombrage.

B/ Effectuer un défrichage primaire amélioré caractérisé par la sélection des espèces à éliminer et à épargner suivant leurs fonctions socio-économiques et agro-écologiques :

- couper en éliminant les espèces gênantes physiquement pour le paysan (épineux tels *Acacia machrostachya*), pour la culture attelée (*Dichrostachys glomerata*) ; les espèces concurrentes pour la culture (*Parkia biglobosa*) ; les espèces nocives pour le bétail (*Erythrophleum africanum*).
- épargner les espèces productives (*Vitellaria paradoxa*, *Cordyla pinnata*), fertilisantes (*Faidherbia albida*, *Cordyla pinnata*).

La méthode de coupe est orientée vers le maintien de bandes de largeurs variables suivant les densités ligneuses de sorte à créer des couloirs délimités par des lignes d'arbres épargnés et destinés à accueillir la culture attelée ou mécanisée. Ces lignes d'arbres orientées perpendiculairement au sens de la pente du terrain en plus de leurs rôles de production

ligneuse, fourragère, médicinale, interviennent dans le fonctionnement hydro-éolien de l'écosystème et peuvent être gérées de sorte à éviter les inconvénients des grands arbres (concurrence pour l'eau et la lumière). A la longue on aboutirait progressivement à un système agroforestier de culture en couloir naturellement construite avec les ressources locales.

4.3. Perspectives

Nous avons montré l'intérêt de maintenir un certain potentiel de ligneux naturels dans un cycle culture-jachère. Les principales directions de recherches sont :

A l'échelle de la parcelle, il faudrait approfondir :

- la question de la densité optimale de souches à maintenir dans les parcelles cultivées pour avoir des effets bénéfiques aux cultures ;
- la nature des espèces à maintenir dans les systèmes de culture et les proportions de leur association pour une meilleure efficacité ;

A l'échelle des individus, il faudrait :

- expliquer la dynamique différente entre espèces par une expérimentation sur les espèces (avec des facteurs tels que la méthode de coupe, la hauteur de coupe, la date de coupe, les recépages etc.) ;
- étudier les effets des souches sur le rendement en mettant en place une expérimentation ayant plusieurs types de souches (taille, espèces y compris les espèces introduites et la mychorization), en mesurant les paramètres physico-chimiques in situ, prenant en compte l'architecture racinaire, en déterminant aussi la relation entre l'enracinement du mil et la rhizosphère des souches.

Références bibliographiques

- ADAM T., MANZO E.H.M., SOUMANA I., ACHARD A., 1997.- Production de mil après une jachère de 6 ans dans le sud-ouest du Niger. Effets d'un apport de fumier de bovins et de deux types de fumure minérale. In FLORET C. et PONTANIER R. (Eds) « Jachère et maintien de la fertilité », pp 89-94. Actes de l'atelier tenu à Bamoko, 2-4 octobre, 1997.
- ALEXANDRE D.-Y., 1989.- Dynamique de la régénération naturelle en forêt dense de Côte-d'Ivoire. ORSTOM, Collection « Etude et Thèse », 102p.
- AMATO M., LADD J.N. 1988. Assay for microbial biomass based on ninhydrin-reactive nitrogen in extracts of fumigated soils. *Soil Biol. Biochem.* 20, 107-114.
- ANONYME, 1985.- Cartes morpho-pédologique, du couvert végétal, de l'occupation du sol de la moyenne Casamance au 1/500000 du projet USAID/RSI N° 685 0233.
- ANONYME, 1988.- Répertoire des villages de la région de Kolda, Direction de la prévision et de la statistique, 64p.
- ANONYME, 1991.- Mémento de l'agronome, Collection « Techniques rurales africaines », Ministère de la coopération, 1635p.
- AREOLA O., 1980.- Quelques questions et problèmes sur l'étude des jachères de savanes. *Enda, Environnement Africain* 13, 55-62.
- ARMANDO S.N.L., DARWIN W., JACKIE O.M., 1996.- *Fine root mineralization, soil organic matter and exchangeable cations dynamics in slash and burn agriculture in the semi-arid northeast of Brazil. Agriculture, Ecosystems and Environment* 59, 191-202.
- BA A.M., DUPONNOIS R., DIANOU D., SANOU K. B., 1997.- Mobilisation du phosphore des phosphates naturels par des micro-organismes du sol associés à *Ziziphus mauritiana* Lam. et *Vigna unguicula* (L.) Walp. In Renard G., Neef A., Becker K. and von Oppen M. (Eds). « Soil fertility Management in West African Land Use Systems », pp. 79-84. Niamey, Niger, 4-8 March 1997. Magraf Verlag, Weikersheim, Germany.
- BACYE B., 1993.- Influence des systèmes de culture sur l'évolution du statut organique et minéral des sols ferrugineux et hydromorphes de la zone soudano-sahélienne (Province du Yatenga), Burkina Faso. Laboratoire de comportement des sols cultivés, ORSTOM, Montpellier, 243p.
- BADO.B.V., SEDOGO M.P., LOMPO F., 1997.- Efficacité d'un phosphatage de fond sur la productivité d'un sol ferralitique. In Renard G., Neef A., Becker K. and von Oppen M. (Eds). « Soil fertility Management in West African Land Use Systems », pp. 85-88. Niamey, Niger, 4-8 March 1997. Magraf Verlag, Weikersheim, Germany.
- BATIONO B.A., 1994.- Etude des potentialités agroforestières, de la multiplication et des usages de *Guiera senegalensis* J.F. GMEL, Mémoire de fin d'étude IDR, 74.
- BELLEFONTAINE R., 1997- Synthèse des espèces des domaines sahélien, et soudanien qui se multiplient par voie végétative. In J.M. d'Herbès, J.M.K. Ambouta, R. Peltier (eds) « Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens » John Libbey Eurotext, Paris, pp. 95-104.
- BELLEFONTAINE R., GASTON A., PETRUCCI Y., 1997.- Aménagement des forêts naturelles des zones tropicales sèches. Cahier FAO Conservation 32. CIRAD, SLU, Sida/FAO, 316 p

- BERNARD C., 1999.- Structure, dynamique et fonctionnement des parcs agroforestiers traditionnels. Cas de Dolékaha-nord Côte-d'Ivoire et de Holom-nord Cameroun. Thèse de doctorat de l'Université Paris I, U.F.R. de Géographie. Tome 1, 387p.
- BLANFORT V., 1991.- Contribution à l'établissement d'un bilan fourrager pour trois terroirs agropastoraux de la Casamance (Sénégal). Vol. 1, Programme ABT-IEMVT-ISRA, 156 p.
- BORTOLI L., 1993.- La végétation, la biodiversité biodiversité et l'homme en Afrique tropicale sèche. Rapport, 15p.
- BOSERUP E., 1970.- Evolution agraire et pression démographique. FLAMMARION, Paris, 218p.
- BREMAN Y., 1997.- Amélioration de la fertilité des sols en Afrique de l'Ouest : Contraintes et Perspectives. In Renard G., Neef A., Becker K. and von Oppen M. (Eds). « Soil fertility Management in West African Land Use Systems » pp. 7-20. Niamey, Niger, 4-8 March 1997. Magraf Verlag, Weikersheim, Germany.
- CARON H., GRANES D., 1993.- Agriculture spéciale, Cours n° 54. Ecole Nationale des Cadres Ruraux de Bambey (Sénégal). CERDI, Mission ORT, 167p.
- CESAR J., MENAUT J. C., 1974.- Analyse d'un écosystème tropical humide : la savane de Lamto (Cote d'Ivoire). II. Le peuplement végétal. *Bulletin de liaison des chercheurs de Lamto*. N° spécial, Fasc. II, 161 p.
- CHARREAU C., VIDAL P., 1967.- Influence de l'*Acacia albida* Del. sur le sol, nutrition minérale et rendements des mils *Pennisetum* au Sénégal. *Agronomie Tropicale* 67 : 600-626.
- CISSE M.I., 1995.- Les parcs agroforestiers du Mali. Etat des connaissances et perspectives pour leur amélioration. Rapport de consultation, ICRAF, SALWA, N°93, 53p.
- CONNEL J.H., SLATYER R.O., 1977.- *Mechanism of succession in natural communities and their roles in community stability and organisation*. *Amer. Natur.*, 111 : 1119-1144.
- CRETENET M., 1995.- Conception de systèmes de cultures. Expérimentation et enquête dans l'étude de la fertilité des sols. In GANRY F. et CAMPBELL B. (Eds) « Sustainable land management in African semi-arid and subhumid regions », pp 131-139. Proceeding of the SCOPE workshop 15-19 November 1993, Dakar, Sénégal, CIRAD.
- DALLIERE C., 1995.- Peuplements ligneux des champs du plateau de Bondoukuy dans l'ouest burkinabé : structure, dynamique et utilisation des espèces ligneuses. DESS, université Paris XII, Val de Marne, UFR de Science, 78p.
- DANCETTE C., POULAIN J.F., 1968.- Influence de l'*Acacia albida* sur les facteurs pédoclimatiques et les rendements des cultures. *Sols africains* 3 : 197-203.
- DEVINEAU J. L., 1986.- Impact écologique de la recolonisation de la zone libérée de l'onchocercose dans les vallées Burkinabées (Nazinon, Nakambé, Mouhoun, Bougouriba). *Rapport final*, Convention Orstom/O.M.S. : Projet de lutte contre l'onchocercose, 151 p.
- DIAKITE T., 1995.- Concurrence pour l'eau et les éléments nutritifs du sol entre ligneux et cultures, le karité et le sorgho en zone semi-aride au Mali. Mémoire de maîtrise ès sciences, Faculté de Foresterie et de Géomatique, Univ. de Laval, 69p.
- 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 E.N.C.R., 37 p.

- DIATTA M., GORUZIS M., FAYE E., PEREZ P., (soumis à Sécheresse).- Influence de la haie vive isohypse sur la gestion de l'eau du sol et le rendement des cultures dans un bassin versant de Thyssé-Kaymor (Sénégal).
- DIEDHIOU I., 1994.- Importance des légumineuses dans les systèmes écologiques arides et semi-arides du Sénégal. D.E.A., Ucad, ISE, 69 p.
- DIEDHIOU I., 2000.- Etat actuel et structure du parc agroforestier à *Cordyla pinnata* (Lepr. Ex A. RICH.) Milne-Redhea en zone soudanienne de Haute Casamance (Sénégal). Mémoire de confirmation, ISRA, 75p.
- DIOP M., 1996- A propos de la durée de la saison des pluies au Sénégal. *Sécheresse*, 7 : 7-15.
- DOMMERGUES., 1960.- La notion du coefficient de minéralisation du carbone dans les sols. *Agronomie Tropicale*, 15 : 54-60.
- DONFACK P., 1998.- Végétation des jachères du nord-Cameroun : Typologie, Diversité, Dynamique, Production. Thèse de doctorat d'Etat, Université de Yaoundé 1, Faculté des sciences, Mention Biologie et Physiologie végétale, Yaoundé, 225p.
- DUCHAUFOUR P., 1991.- Pédologie : sol, végétation, environnement. Paris, Masson, troisième édition, 289p.
- EYNDEN V.D., DAMME P.V., De WOLF, J., 1993.- Inventaire et modelage de la gestion du couvert végétal pérenne dans une zone forestière du sud Sénégal. Rapport final, 102p.
- FAYE E., 1998.- Biomasse et profil racinaires des ligneux dans les jachères en zone soudano-sahélienne du Sénégal (Terroir de Thyssé-Kaymor). Rapport de stage de troisième année IDR, 28p.
- FLORET C., 1996- La jachère, lieu de production. Actes d'atelier tenu à Bobo Dioulasso du 2 au 4 octobre 1996, CNRST/ORSTOM, 144p.
- FRONTIER S., PICHOD-VIALE D., 1991.- *Ecosystèmes, Structure, Fonctionnement, Evolution*. Collection Ecologie, Paris, Masson, 450p.
- GROUZIS M., 1988.- Structure, productivité et dynamique des systèmes écologiques sahéliens (Mare d'Oursi, Burkina Faso). Eds de l'ORSTOM, Coll. Etudes et Thèses, 336 p.
- HARMAND J.M. ; NJITI C. F., BERHNARD-REVERSAT F., FELLER C. et OLIVER R., (en cours de publication).- Variations de stocks de carbone dans le sol au cours du cycle jachère-culture en zone soudanienne au Cameroun.
- HILL M.O., SMITH A.J.E., 1976.- Principal component analysis of taxonomic datas with multi-state discret characters. *Taxon*, 25 : 249-255.
- KATER L., KANTE S., BUDELMAN A., 1992.- Karite and More associated with crops in South Mali. *Agroforestry Systems* 18 : 89-105.
- Anonyme, 1995.- Le Petit Larousse, Dictionnaire Encyclopédique, Paris, Larousse, 1784p
- LE HOUEROU H. N., 1989.- The Grazing Land of the African Sahel. *Ecological Studies* 75, Springer-Verlag, Berling Heidelberg, 282 p.
- MAHAMANE A., 1996.- *Typologie et dynamique des peuplements arborés du bas glacis de Bondukuy, Ouest du Burkina Faso*. DEA, Faculté des Sciences et Techniques, Univ. de Ouagadougou, Ouagadougou, 113 p.

- MAÏGA O., 1997.- Dynamique des populations humaines et utilisation des ressources naturelles en zone soudanienne nord du Mali. Cas du terroir villageois de Missira, Cercle de Kolokani (Boucle du Baoulé). Mémoire de DEA, ISRA, Bamoko, 49p.
- MANLAY R., 2000.- Dynamique de la matière organique dans un terroir agro-pastoral de la savane Ouest-africaine (Sud-Sénégal).Thèse de doctorat de l'ENGREF, 192p.
- MANLAY R., MASSE D., DIATTA M., KAIRE M., 1997.- Ressources organiques et gestion de la fertilité du sol sur un terroir agro-pastoral de Casamance (Sénégal). In FLORET C. et PONTANIER R. (Eds) « Jachère et maintien de la fertilité », pp 1-16. Actes de l'atelier tenu à Bamoko, 2-4 octobre, 1997.
- MASSE D., BODIAN A., CADET P., CHOTTE J.L., DIATTA M., FAYE E., FLORET C., KAÏRE M., PONTANIER R., BERNHARD-REVERSAT F., RUSSEL-SMITH A., SARR M., 1998.- Importance de divers groupes fonctionnels sur le fonctionnement de jachères courtes. Rapport final du projet CEE N°TS3-CT93-0220 DG 12 HSMU "Raccourcissement du temps de jachère, biodiversité et développement durable, en Afrique centrale (Cameroun) et en Afrique de l'ouest (Mali, Sénégal)", pp 163-186.
- MASSE D., DEMBELE F., Le FLOCH E., YOSSII. H., 1997.- Impact de la gestion des feux de brousse sur la qualité des sols de jachère de courte durée dans la zone soudanienne du Mali. In Renard G., Neef A., Becker K. and von Oppen M. (Eds). « Soil fertility Management in West African Land Use Systems » pp. 115-121. Niamey, Niger, 4-8 March 1997. Magraf Verlag, Weikersheim, Germany.
- MERCIER P., CHESSEL D., DOLEDEC S., 1992.- *Complete correspondance analysis of ecological profile data table : a central ordination method. Acta Oecologica*, 13 : 25-45.
- MERE J.K., CARIOU Y., 1991.- Programme de gestion des terroirs villageois dans la région de Kolda. Demande de financement 1993-1995. Association Française des Volontaires du progrès, 56 p.
- MITJA D., PUIG D., 1993.- Essartage, culture itinérante et reconstitution de la végétation dans les jachères en savanes humides de Cote d'Ivoire. In : FLORET C. et SERPANTIER G. (Eds). « La jachère en Afrique de l'Ouest », pp. 377-392. Collection Colloques et Séminaires, ORSTOM (IRD), Paris.
- MITJA D., 1990.- Influence de la culture itinérante sur la végétation d'une savane humide de Côte d'Ivoire (Booro, Borotou, Touba). Thèse de doctorat, Université de Paris 6, 371p.
- MOREAU R., 1993.- Influence de la mise en culture et de la jachère forestière sur l'évolution des sols forestiers tropicaux. In : C. FLORET et G. SERPANTIE (Eds) «La jachère en Afrique de l'Ouest », pp. 245-256. Collection Colloques et Séminaires, ORSTOM, Paris.
- MOREL R., 1989.- Les sols cultivés. Lavoisier, Paris, 373p.
- NIANG M.M., 1990.- Contribution à la connaissances et à la valorisation des systèmes agroforestiers traditionnels au sud du bassin arachidier (Sénégal). Cas du système à parc à *Cordyla pinnata* Lepr. C.U. de DSCHANG/DRPF – ISRA.
- OUEDRAOGO J.S., DEVINEAU J.L., 1996.- Rôle des jachères dans la reconstitution du parc à karité (*Butyrospermum parkii* Gaertn. f. Hepper) dans l'ouest du Burkina Faso. In : C. FLORET (Ed) "La jachère lieu de production", pp. 81-87. Bobo Dioulasso.
- PALM C.A., SWIFT M.J., WOOMER P.L., 1996.- Soil biological dynamics in slash-and-burn agriculture. *Agriculture Ecosystems & Environment* 58 : 61-74.

- PFRK, 1993.- Connaissances générales du milieu physique de la zone d'intervention du Projet Foresterie Rurale de Kolda. République du Sénégal/Ministère Développement Rural et de l'Hydraulique. Agence Canadienne du Développement International, 50p.
- PICHOT J., 1995.- La fertilité des milieux tropicaux humides. In PICHOT J., SIBELET N. et LACEUILHE J.J. (Eds.) « Fertilité du milieu et stratégies paysannes sous les tropiques humides », pp 13-15. Actes d'atelier 13-17 novembre 1995, Montpellier, CIRAD.
- PIERI C., 1989.- Fertilité des terres de savane. Bilan de trente ans de recherche et de développement agricoles au sud du Sahara. Ministère de la coopération, CIRAD-IRAT, Paris, 444p.
- POUPON H., 1980.- Structure et dynamique de la strate ligneuse d'une steppe sahélienne au nord du Sénégal. Travaux et documents de l'ORSTOM, 115 p.
- ROLLET B., 1979.- Application de diverses méthodes d'analyse de données à des inventaires forestiers détaillés en forêt tropicale. *Oecol. Plant.*, 14 : 319-344.
- ROOSE E., 1983.- Ruissellement et érosion avant et après défrichement en fonction du type de culture en Afrique Occidentale. Cahier ORSTOM, série Pédologie 20 : 327-339.
- SAMBA S. A. N., 1997.- Influence de *Cordyla pinnata* sur la fertilité d'un sol ferrugineux tropical et sur le mil et l'arachide dans un système agroforestier traditionnel au Sénégal. Ph. D., Faculté des études supérieures de l'Univ. Laval, Québec, 186p.
- SEBILOTTE., 1982.- Les systèmes de culture. Réflexion sur l'intérêt et l'emploi de cette notion à partir de l'expérience acquise en région de grande culture. In : Séminaire du département d'Agronomie de l'INRA, Vichy, doc multigr., 63-80.
- SWIFT M.J., WOOMER P.L., 1993.- Organic matter and the sustainability of agricultural systems : definition and measurement. In MULONGOY K. and MERCKX R. (Eds) «Organic matter and the sustainability of agricultural systems : definition and measurement» , pp 3-18. Proceedings of an International Symposium, 4-6 November 1991, Leuven, Belgium, John Wiley & sons.
- TALL T.A., 1999.- Proposition d'un schémas simplifié d'aménagement participatif de la forêt communautaire de Saré Gardi dans le département de Kolda. Approche PROGEDE. Mémoire de fin d'études, ENCR, 51 p.
- TRABAUD L., 1970.- Le comportement du feu dans les incendies de forêts. Revue Technique du Feu n°103, pp 1-15.
- WEZEL A., BOKER R., 1997.- Indigenous shrubs as a agroforestry component in millet fields in semi-aride Niger. In Renard G., Neef A., Becker K. and von Oppen M. (Eds). « Soil fertility Management in West African Land Use Systems » pp. 305-309. Niamey, Niger, 4-8 March 1997. Magraf Verlag, Weikersheim, Germany.

Table des matières

Avant -Propos.....	i
Résumé.....	iii
Abstracts.....	v
Liste des Figures ,des Photos et des Tableaux	vi
Listes des abréviations et acronymes	viii
Listes des annexes.....	viii
Introduction	1
Chapitre 1 : Description du milieu	6
1.1. Situation géographique	6
1.2. Le climat	7
1.3. Géomorphologie, sols, unités de végétation et utilisations du sol.....	9
1.4. Population et activités.....	11
Chapitre 2: Dynamique des souches dans les systèmes de culture	13
2.1. Matérielle et méthodes.....	13
2.1.1. Méthode de relevé à l'échelle des terroirs	13
2.1.2. Les enquêtes.....	16
2.1.3. Inventaire des souches.....	16
2.1.3.1. Méthode de mesure.....	16
2.1.3.2. Typologie des souches.....	16
2.1.4. Méthode d'analyse des données.....	17
2.1.4.1. Analyses des données d'enquête.....	17
2.1.4.1. Analyses des données de la végétation	18
2.2. Résultats.....	20
2.2.1. Identification des systèmes de culture.....	20
2.2.1.1. Les systèmes de culture identifiés.....	20
2.2.1.2. La pratique du sarclage et du recépage dans les système de culture	22
2.2.2. Caractérisation de l'état des souches dans les systèmes de culture à Saré Yorobana.....	23
2.2.2.1. Typologie des souches dans les systèmes de culture	24
2.2.2.2. Analyse de quelques variables de la végétation des systèmes identifiés.....	26
2.2.2.3. La diversité floristique des systèmes de culture.....	27
2.2.2.3.1. Composition floristique des systèmes de culture	27
2.2.2.3.2. Diversité informatique	29
2.2.2.4. Structure des ligneux dans les systèmes de culture.....	30
2.2.2.4.1. Structure du peuplement ligneux.....	30
2.2.2.4.2. Structure des souches.....	31
2.2.2.6. Evolution de quelques éléments relatifs à la dynamique des souches.....	33
2.2.2.6.1. Densité et surface d'influence.....	33
2.2.2.6.2. Contributions des espèces à la densité et à la surface d'influence des souches	34
2.2.2.6.3. La régénération des ligneux	36
A. Modes de régénération et contributions spécifiques (semis, drageons).....	36
B. Indice de régénération.....	37
2.2.2.6.4. La Mortalité des souches et les arbres vivants sur pied ou rémanents	38
A. Souches et rémanents.....	38
B. Indice de mortalité des souches (nombre de morts sur nombre de vivants)	40
2.2.3. Dynamique des souches dans les systèmes de culture permanente	40
2.2.3.1. Le peuplement ligneux.....	40
2.2.3.2. Evolution de la composition floristique en ligneux.....	42
2.2.3.3. Présentation de quelques éléments de la dynamique.....	44
2.2.3.3.1. Les rémanents	44
2.2.3.3.2. La densité de souches.....	45
2.2.3.3.3. Les souches mortes	45
2.2.3.3.4. Indice de mortalité des souches.....	46
2.2.3.3.5. Les semis.....	47
2.2.3.3.6. Les drageons	48
2.2.3.3.7. Indice de régénération (IR)	48

2.2.3.4. Contributions des espèces ligneuses à la densité des formes végétales présentes dans les parcelles	49
2.2.3.4.1. Les souches	49
2.2.3.4. 2. Les rémanents	50
2.2.3.4. 3. Les souches mortes	51
2.2.3.4. 4. Les semis.....	52
2.2.3.4. 5. Les drageons	53
2.3. Discussion.....	54
2.3.1. Typologie des systèmes de culture et des souches.....	54
2.3.2. Les systèmes de culture du terroir de Saré Yorobana.....	56
2.3.3. La dynamique des souches dans le système de culture permanente.....	60
2.3.4. La question de la régénération.....	61
2.3.5. Conclusions partielles	62
Chapitre 3 : Effets des souches sur la fertilité du sol	63
3.1. Matériel et méthodes.....	63
3.1.1. Dispositif d'étude du rendement.....	63
3.1.2. Dispositif d'étude de l'effet de la souche de <i>Terminalia macroptera</i> sur le sol.....	64
3.1.3. Paramètres mesurés	65
3.1.3.1. Paramètres physiques.....	66
3.1.3.2. Paramètres chimiques.....	66
3.1.3.3. Paramètres biologiques.....	67
3.1.3.3.1. Minéralisation du carbone in vitro	67
3.1.3.3.2. Minéralisation de l'azote in vitro.....	67
3.1.3. 3.3. Biomasse microbienne	68
3.1.4. Traitements des données.....	69
3.2. Résultats.....	69
3.2.1. Relation entre mil et présence de souches	69
3.2.2. Le profil racinaire de <i>Terminalia macroptera</i>	70
3.2.2. Influence de la souche sur les caractères physiques du sol	70
3.2.3. Influence de la souche sur les teneurs en carbone et azote totaux (Ct et Nt) et en phosphore total et assimilable (P, Pa)	71
3.2.4. Influence de la souche sur les paramètres biologiques	72
3.3. Discussion.....	73
3.4. Conclusions partielles	77
Chapitre 4 : Conclusions Générales, Recommandations et Perspectives	78
4.1. Conclusions générales.....	78
4.1.1. La végétation.....	78
4.1.2. La fertilité.....	82
4.2. Recommandations.....	83
4.3. Perspectives	84
Références bibliographiques	85
Table des matières	90
Annexes	92

Annexes

Annexe 1 : Fiche d'enquête

Questionnaire

Nom de l'enquêteur..... Date.....
Région..... Arrondissement.....
Communauté rurale..... Village.....

I) CARACTERISTIQUES SOCIO-DEMOGRAPHIQUES

Nom du chef d'exploitation.....
Age.....
Nombre de femmes.....
Nombre d'actifs.....
Nombre d'ouvriers agricoles.....
Nombre de bergers.....

II) PRATIQUE DE LA JACHERE dans la parcelle

A/Passé cultural

Comment défrichez-vous ?

Mode de défriche : 1=Coupe haute
2=coupe basse
3=mis en tas et brûlis des souches
4=brûlis sans les souches
5=brûlis et coupé
6=coupe et brûlis
...7=dessouchage

En quelle année la parcelle a été défriché la première fois ?
Quelle est la durée de la phase de jachère ?
Quelle est la durée de la phase de culture ?
Quelle est la dernière culture avant la dernière mise en jachère ?
Quelle est la première culture après la mise en jachère ?
Quelle est la rotation culturale ?
La rotation a t'elle change ?

B/Stratégie paysanne de gestion des ressources ligneuses de la jachère normale

Favorisez-vous la repousse de la végétation de cette jachère ?

Si oui comment ?

A quelle hauteur et quels diamètres exploitez-vous ?

1-h<20cm (bas)	/____/	1-d petit	/____/
2-h>20cm (moyen)	/____/	2-d moyen	/____/
3-h>50cm (haut)	/____/	3-d gros	/____/

Quelle partie utilisez-vous et pourquoi?

1-Tiges	/____/	1-Pharmacopée	/____/
2-Ecorce	/____/	2-Bois de feu	/____/
3-Racines	/____/	3-Bois de services	/____/

Pratiquez-vous le parcage dans cette jachère ?

1-Avec brout	/____/
2-Avec souche haute faisant office de piquets	/____/

5-Avec souche basse faisant office de piquets / _____/
Cette jachère est-elle parcourue par le bétail ?
1=oui / _____/
2=non

Les feux dans cette jachère sont-ils :
1-Fréquents / _____/
2-Annuels
3-Rares
4-Jamais

Les feux sont-ils ?
1-Précoces / _____/
2-Tardifs

III) PRATIQUES CULTURALES

Pratiquez-vous le labour?

- 1=oui
- 2=non

Pour quel type de culture?

- 1-Céréales / _____/
- 2-Arachide / _____/
- 3-Coton / _____/
- 4-Autres / _____/

Combien de fois désherbez-vous ce champ (1=une fois, 2= deux fois, 3= trois fois)?

- 1-Céréales / _____/
- 2-Arachide / _____/
- 3-Coton / _____/
- 4-Autres / _____/

Combien de recépages des souches faites-vous dans ce champ?

- 1-Céréales / _____/
- 2-Arachide / _____/
- 3-Coton / _____/
- 4-Autres / _____/

Apportez-vous du fumier dans ce champ?

- 1-Céréales / _____/
- 2-Arachide / _____/
- 3-Coton / _____/
- 4-Autres / _____/

Les animaux sont-ils parqués dans ce champ?

- 1=oui
- 2=non

Quelle est la surface couverte par le parcage ?

- 1-tout le champ / _____/
- 2-la moitié / _____/
- 3-moins de la moitié / _____/

Apportez-vous de la fumure minérale dans ce champ ?

- 1-Céréales / _____/
- 2-Arachide / _____/
- 3-Coton / _____/
- 5-Autres / _____/

Brûlez-vous les souches avant labour ?

Cherchez-vous à éliminer certaines souches ?

De quelles espèces s'agit-il ?

Pourquoi ?

Annexe 2 : Codification des autres critères utilisés pour la définition des systèmes de culture

Parcelles	MDD	DD	DES	Ip	RUP	Jc	Jm	JL	C	HC	USB	PAR	FEU	KTF	LAB	EN G	SAR	REC	SUR	TUE	BRU	PRO
1	3	3	0	4	1	0	0	1	2	1	0	1	0	0	1	1	2	3	3	1	1	0
2	3	3	0	4	0	0	0	0	0	1	1	1	3	2	0	0	0	0	0	1	1	0
3	3	3	0	4	0	0	0	0	0	1	1	1	3	2	1	1	0	3	0	1	1	0
4	3	3	0	3	0	1	1	0	0	1	1	1	3	2	1	1	0	5	0	4	1	4
5	3	3	0	3	0	0	2	0	0	3	1	1	3	2	1	1	0	3	3	0	1	2
6	3	3	1	3	3	2	0	0	1	1	0	1	3	2	1	1	0	3	1	1	1	6
7	-	3	0	4	1	0	2	0	3	1	0	0	1	2	1	1	3	3	0	2	1	0
8	-	3	0	3	0	0	0	1	2	1	0	1	3	2	1	1	0	3	3	2	1	0
9	3	3	0	3	0	0	0	1	0	1	0	0	1	2	1	0	0	2	0	2	1	0
10	3	3	0	4	1	0	1	0	0	1	1	1	1	2	0	1	2	2	2	2	1	2
11	3	3	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	2	1	1	0	4	0	2	1	2
12	3	3	1	4	1	0	0	0	0	1	0	0	1	2	1	0	2	2	0	2	1	2
13	1	3	0	5	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1	1	2	2	0	4	0	4
14	2	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	2	1	1	0	4	2	2	1	0
15	3	2	0	4	1	1	0	1	0	3	0	1	0	0	1	1	0	2	3	2	1	0
16	3	3	0	4	1	1	0	0	1	1	0	0	1	2	1	0	0	0	0	4	1	0
17	3	1	0	2	0	0	0	1	0	1	0	1	1	2	1	1	2	2	3	3	1	0
18	3	2	0	5	0	0	0	0	3	1	0	1	0	0	1	1	3	3	3	4	1	0
19	3	2	0	5	0	0	0	0	3	1	0	1	0	0	1	1	3	3	3	4	1	0
20	3	3	0	4	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	3	3	3	4	1	0
21	3	3	0	5	0	0	0	0	4	1	0	1	0	0	1	1	3	3	3	2	1	0
22	3	3	0	4	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	2	1	3	2	1	0
23	3	2	0	3	1	0	0	1	0	1	0	1	1	2	1	1	2	3	3	3	1	0
24	3	2	0	3	0	0	0	1	0	1	0	1	1	2	1	1	0	3	3	4	1	0
25	3	3	0	5	1	1	0	0	3	1	0	1	1	2	0	1	2	3	3	4	1	0
26	3	3	0	5	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	1	2	2	2	4	1	0
27	3	3	0	5	1	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	1	2	2	3	2	1	0
28	3	3	0	4	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	3	3	3	1	1	0
29	3	3	0	5	2	0	0	0	4	1	0	1	0	0	1	0	2	2	3	0	0	0
30	3	3	0	4	3	0	1	0	0	1	0	1	1	2	0	1	2	3	1	0	0	0
31	3	3	0	4	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0
32	3	3	0	4	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	2	0	0	0	0
33	3	2	0	4	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	3	3	0	2	1	0
34	3	1	0	4	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2	3	1	4	1	0
35	3	2	0	4	5	1	1	0	0	1	0	0	1	2	0	1	2	3	0	4	1	0
36	2	3	0	4	1	1	0	0	0	1	1	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	3
37	2	3	0	4	0	0	1	0	0	1	1	0	1	2	1	0	0	0	0	2	1	0
38	2	3	0	5	2	0	0	0	0	1	1	0	1	2	1	1	0	1	0	1	1	0
39	3	3	0	4	2	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	3	3	2	1	1	0
40	3	2	0	3	1	1	0	0	0	1	1	0	1	2	0	0	0	3	0	3	1	0

MDD = Mode de défriche : 1= coupe haute, 2= coupe basse, 3= coupe basse plus mise en tas et brûlis, 4= dessouchage

DD = Durée de défriche : 1= défriche récente (<20 ans), 2= ancienne défriche (20<D<50) ans, 3= défriche très ancienne (>50 ans)

DES = Dessouchage : 0= non dessouché, 1= dessouché

Ip = indice de pression : 0= jamais cultivé, 1= parcelle cultivé 1 an sur 10, 2= parcelle cultivé 1 an sur 6, 3= parcelle cultivé 1 an sur 3 ou 4, 4= parcelle cultivée 1 an sur 2 et 5 = parcelle toujours cultivée.

RUP = Nombre de ruptures de la rotation dominante

Jc = Nombre de jachère courte, Jm = Nombre de jachère moyenne, JL = Nombre de jachère longue, C = Nombre d'années de coton

Hc = Hauteur de coupe : 1= H<20 cm, 2 = (20<H<50) cm, 3 H> 50 cm

USB = Usage du bois : 0 = non, 1 = oui.

PAR = Parcage d'animaux dans les champs : 0= non, 1 = oui

FEU = Feu de brousse : 0 = jamais brûlé, 1 = rare, 2= annuel, 3 = fréquent

KTF = Caractéristique du feu : 0 = pas de feu, 1 = feu précoce, 2 = feu tardif

LAB = Pratique du labour : 1 = non, 2 = oui

ENG = Apport d'engrais : 0 = non, 1 = oui

SAR = Sarclages : 0 = pas de sarclage, 1 = une fois, 2 = deux fois, 3 = trois fois, 4 = quatre fois

REC = Recépage : 0 = pas de recépage, 1 = une fois, 2 = deux fois, 3 = trois fois, 4 = quatre fois

SUR = Surface du champ en parcage : 0 = non parcé, 1 = moins de la moitié, 2 = la moitié, 3 = la totalité

TUE = Tue les souches : 0 = ne tue pas, 1 = tue de temps en temps, 2 = tue un peu, 3 = tue beaucoup, 4 = tue toutes les souches

BRU = Pratique du brûlis des souches : 0 = non, 1 = oui

PRO = Nombre d'espèces protégées : 0 = aucune, 2, 3, 4 ou 6 espèces protégées suivant les producteurs

Annexe 3 : Capacité à rejeter des espèces en fonction des classes de hauteur

Espèces	H1(<20 cm)			20<H2<50 cm			H3>50 cm		
	Nb Sou	Moy. Rejet	Fréq.	Nb Sou	Moy. Rejet	Fréq.	Nb Sou	Moy. Rejet	Fréq.
<i>Terminalia macroptera</i>	2939	5,44	0,39	11	43,00	0,48	17	12,88	0,49
<i>Dichrostachys glomerata</i>	1779	4,26	0,24	12	3,00	0,03	1	13,00	0,03
<i>Combretum geitonophyllum</i>	655	8,02	0,09	4	5,00	0,06	3	8,33	0,09
<i>Piliostigma thonningii</i>	434	9,60	0,06	14	6,00	0,07	1	26,00	0,03
<i>Combretum glutinosum</i>	340	14,24	0,05	13	19,00	0,21	9	21,89	0,26
<i>Acacia macrostachya</i>	325	6,22	0,04	26	3,00	0,03	2	11,50	0,06
<i>Lanea velutina</i>	255	2,50	0,03	2	2,00	0,02	0	0,00	0,00
<i>Holarthra floribunda</i>	213	7,36	0,03	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Annona senegalensis</i>	132	8,84	0,02	6	1,00	0,01	0	0,00	0,00
<i>Combretum nigricans</i>	49	4,71	0,01	14	1,00	0,01	0	0,00	0,00
<i>Khaya senegalensis</i>	48	5,19	0,01	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Detarium microcarpum</i>	37	3,08	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Terminalia avicennioides</i>	32	9,91	0,00	41	1,00	0,01	0	0,00	0,00
<i>Cassia sieberiana</i>	29	6,00	0,00	14	2,00	0,02	0	0,00	0,00
<i>Piliostigma reticulatum</i>	29	12,41	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Strychnos spinosa</i>	29	6,79	0,00	20	3,00	0,03	1	14,00	0,03
<i>Stereospermum kunthianum</i>	26	2,10	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Prosopis africana</i>	19	5,68	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Quassia undulata</i>	16	2,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Entada africana</i>	14	3,14	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Cordyla pinnata</i>	13	3,54	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	13	2,54	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Grewia lasiodiscus</i>	11	31,36	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Hymenocardia acida</i>	10	11,10	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Erythrophleum africanum</i>	9	16,36	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Desmodium velutinum</i>	8	3,63	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Securinea virosa</i>	7	6,57	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Asparagus pauli guiljelmi</i>	6	2,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Bombax costatum</i>	6	1,17	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Erythrina senegalensis</i>	6	2,33	0,00	5	1,00	0,01	0	0,00	0,00
<i>Parkia biglobosa</i>	6	1,83	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Icacina senegalensis</i>	5	5,20	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Lanea acida</i>	5	3,20	0,00	0	0,00	0,00	1	27,00	0,03
<i>Heeria insignis</i>	4	2,75	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Vitex doniana</i>	4	20,50	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Hexalobus monopetalus</i>	3	15,33	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Bridelia micrantha</i>	2	8,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Gardonia ternifolia</i>	2	9,50	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Pericopsis laxiflora</i>	3	18,25	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Securidaca longipedunculata</i>	2	7,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Ziziphus mauritiana</i>	2	19,50	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Azadirachta indica</i>	1	13,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Cola cordifolia</i>	1	1,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Lonchocarpus laxiflora</i>	1	2,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Pavetta oblongifolia</i>	1	3,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Sclerocarya birrea</i>	1	20,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00

Nb souch = Nombre de souches

Moy. Rejet : Nombre moyen de rejets

Fréq = Fréquence relative (Nombre total de rejets par espèces/Nombre total d'individus de l'espèce)

H1, H2 et H3 = hauteurs de coupe des souches ou classes de hauteur ou types de souche

Annexe 4 : Les caractéristiques de la végétation dans les systèmes de culture

Systèmes de culture	N°Gpe	Relevé	Nb souch	Nb Sp	I Shann	I max	Nb Semis	Nb Dr	Nb Arbre	Morts	S.d'influ (m ² /ha)	d moy	h moy	Défriche
Culture continue	1	1	20,00	8,00	2,48	3,00	0,00	0,00	0,00	6,00	21,41	18,38	34,89	32,00
Culture continue	1	13	149,00	16,00	2,48	4,00	11,00	0,00	0,00	0,00	164,35	16,40	72,87	60,00
Culture continue	1	18	33,00	9,00	2,48	3,17	3,00	2,00	0,00	0,00	46,02	11,39	32,46	40,00
Culture continue	1	19	3,00	3,00	2,48	1,58	0,00	0,00	0,00	0,00	5,89	20,67	43,00	40,00
Culture continue	1	21	13,00	6,00	2,48	2,58	0,00	7,00	0,00	0,00	45,81	41,28	61,02	60,00
Culture continue	1	25	33,00	6,00	2,48	2,58	1,00	2,00	0,00	0,00	131,72	27,49	52,81	32,00
Culture continue	1	26	10,00	4,00	2,48	2,00	1,00	0,00	0,00	0,00	39,90	14,01	50,83	32,00
Culture continue	1	27	44,00	4,00	2,48	2,00	0,00	2,00	0,00	0,00	140,11	10,47	94,79	32,00
Culture continue	1	29	15,00	4,00	2,48	2,00	0,00	0,00	0,00	1,00	77,44	7,15	42,28	60,00
Culture dominante, quelque phases de jachère	1'	16	8,00	5,00	2,10	2,32	0,00	0,00	0,00	1,00	9,92	9,25	76,25	60,00
Culture dominante, quelque phases de jachère	1'	22	1,00	2,00	2,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,45	14,79	100,00	60,00
Culture et jachère annuelle	2	28	16,00	2,00	2,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	102,56	10,80	81,69	60,00
Culture et jachère annuelle	2	40	20,00	6,00	2,10	2,58	5,00	0,00	0,00	0,00	156,82	17,69	52,97	60,00
Culture et jachère annuelle	2	3	194,00	14,00	2,57	3,81	17,00	2,00	3,00	2,00	283,73	9,90	100,50	40,00
Culture et jachère annuelle	2	6	45,00	7,00	2,57	2,81	9,00	4,00	0,00	5,00	83,51	10,93	84,26	60,00
Culture et jachère annuelle	2	10	118,00	10,00	2,57	3,32	52,00	6,00	0,00	11,00	44,19	11,52	31,64	60,00
Culture et jachère annuelle	2	12	47,00	11,00	2,57	3,46	7,00	0,00	0,00	3,00	123,69	9,02	29,36	60,00
Culture et jachère annuelle	2	15	254,00	13,00	2,57	3,70	1,00	0,00	0,00	3,00	218,15	27,93	106,25	23,00
Culture et jachère annuelle	2	20	6,00	4,00	2,57	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,63	21,75	26,92	60,00
Culture et jachère annuelle	2	32	13,00	5,00	2,57	2,32	1,00	0,00	0,00	0,00	29,95	13,85	45,98	60,00
Culture et jachère annuelle	2	34	30,00	11,00	2,57	3,46	6,00	0,00	0,00	2,00	37,61	10,90	30,27	18,00
Culture et jachère annuelle	2	38	94,00	10,00	2,57	3,32	8,00	0,00	0,00	0,00	178,50	17,80	29,84	60,00
Culture et jachère annuelle	2	39	89,00	11,00	2,57	3,46	7,00	0,00	1,00	0,00	149,33	20,74	70,90	60,00
Culture et jachère annuelle	2	8	264,00	10,00	2,13	3,32	14,00	0,00	0,00	5,00	85,32	14,72	103,56	60,00
Culture et jachère annuelle	2	9	35,00	5,00	2,13	2,32	7,00	2,00	1,00	0,00	141,36	12,27	114,70	60,00
Culture et jachère annuelle	2	2	88,00	11,00	1,95	3,46	15,00	2,00	2,00	1,00	91,97	9,60	114,44	40,00
Culture et jachère annuelle	2	36	209,00	15,00	1,61	3,91	30,00	1,00	0,00	1,00	131,72	8,51	78,81	60,00
Culture et jachère annuelle	2	37	27,00	9,00	2,63	3,17	26,00	0,00	0,00	1,00	152,82	16,03	68,46	60,00
Arachide et jachère-Jachère moyenne	3	23	56,00	6,00	2,13	2,58	2,00	0,00	0,00	1,00	156,95	17,85	45,17	60,00
Arachide et jachère-Jachère moyenne	3	24	59,00	11,00	2,13	3,46	8,00	1,00	0,00	2,00	51,68	22,24	85,37	60,00
Arachide et jachère-Jachère moyenne	3	4	67,00	6,00	2,39	2,58	16,00	9,00	0,00	1,00	57,00	19,93	63,93	60,00
Arachide et jachère-Jachère moyenne	3	30	12,00	4,00	2,39	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	55,27	10,06	40,53	60,00
Arachide et jachère-Jachère moyenne	3	31	14,00	6,00	2,39	2,58	0,00	0,00	0,00	0,00	54,69	14,98	33,19	60,00
Longues phases de jachère et culture sporadique	4	33	54,00	7,00	3,21	2,81	8,00	0,00	0,00	0,00	24,51	9,50	15,35	34,00
Longues phases de jachère et culture sporadique	4	5	107,00	12,00	3,21	3,58	121,00	2,00	1,00	4,00	76,16	9,86	70,25	60,00
Longues phases de jachère et culture sporadique	4	11	134,00	13,00	3,21	3,70	13,00	1,00	0,00	11,00	110,00	16,40	74,45	60,00
Longues phases de jachère et culture sporadique	4	14	162,00	16,00	3,21	4,00	37,00	0,00	1,00	1,00	142,83	25,32	78,58	19,00
Longues phases de jachère et culture sporadique	4	17	200,00	16,00	3,21	4,00	0,00	0,00	0,00	1,00	114,58	11,67	37,67	23,00
Longues phases de jachère et culture sporadique	4	35	88,00	13,00	3,21	3,70	12,00	0,00	0,00	7,00	45,46	14,23	23,34	45,00
Longues phases de jachère et culture sporadique	4	7	54,00	10,00	2,39	3,32	2,00	0,00	0,00	5,00	40,71	10,60	30,18	63,00

N°Gpe = Numéro de groupe

Relevés = Numéro de parcelles ou relevés

Nb souch = Nombre de souches

Nb Sp = Nombre d'espèces

I Shann = Indice de Shannon et Weaver calculé à partir de la moyenne du groupe (bits)

I max = Indice diversité maximale (bits)

Nb Semis = Nombre de semis

Nb Dr = Nombre de drageons

Nb Arbre = Nombre de rémanents

Morts = Nombre de souches mortes

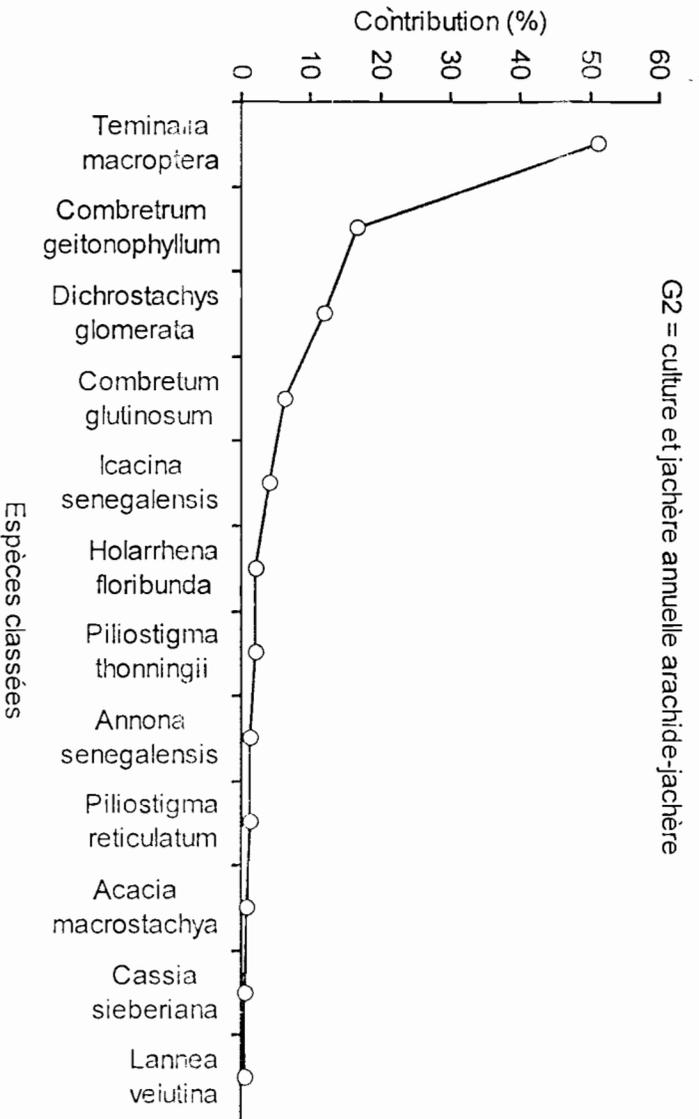
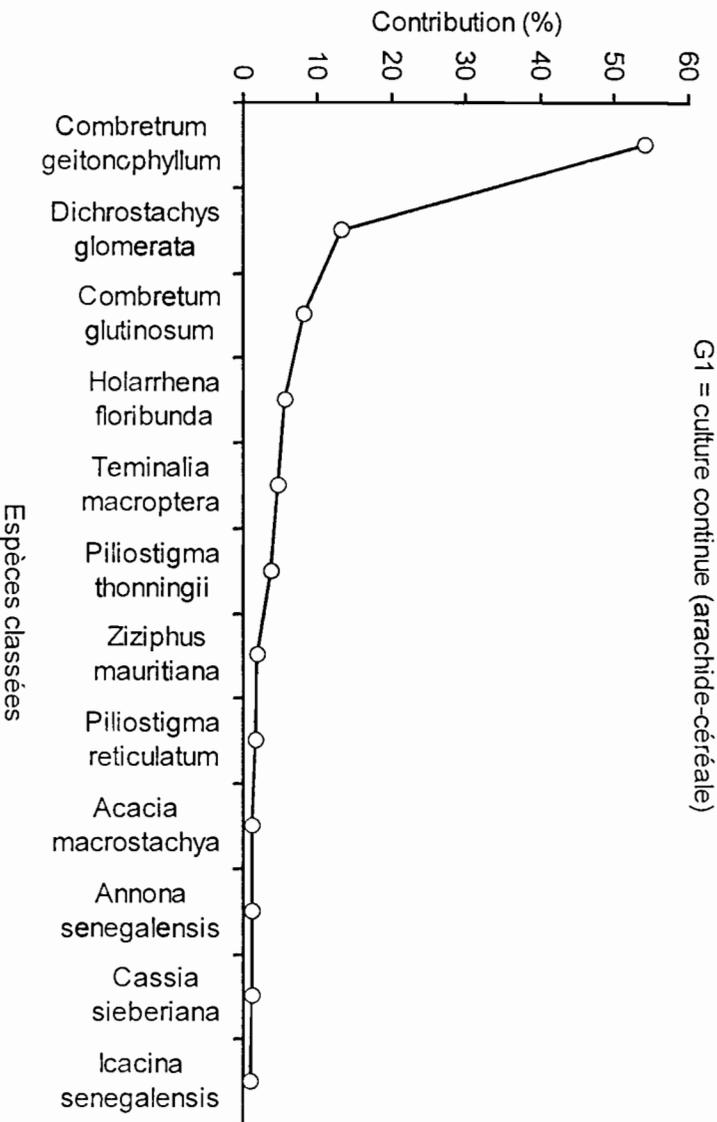
S.d'influ (m²/ha) = Surface d'influence des souches

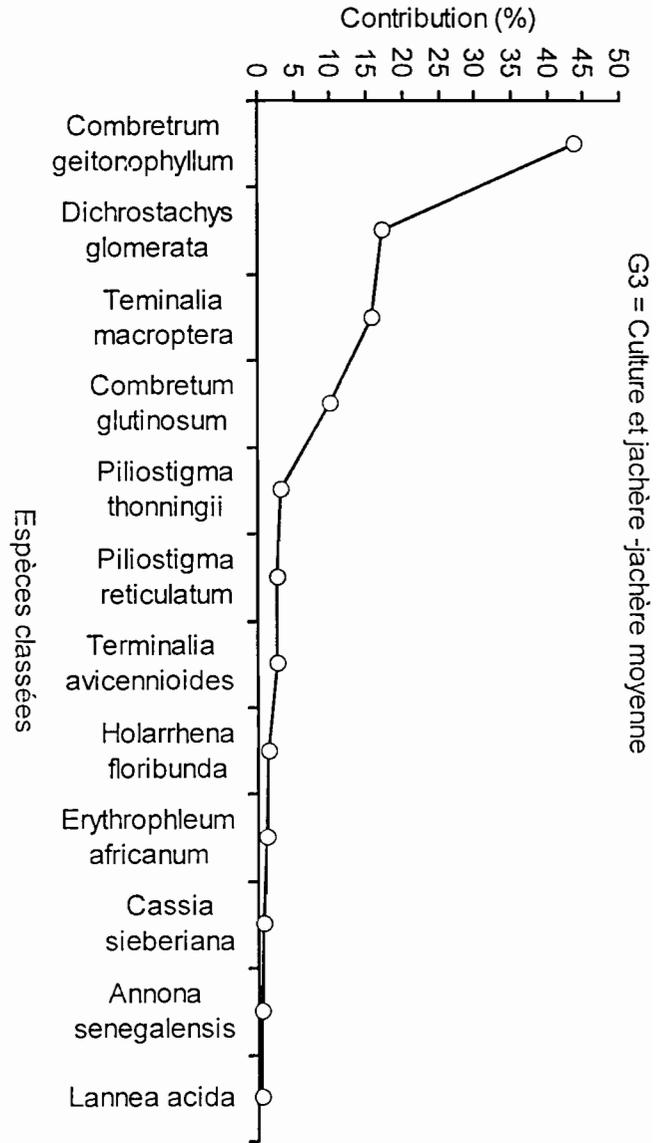
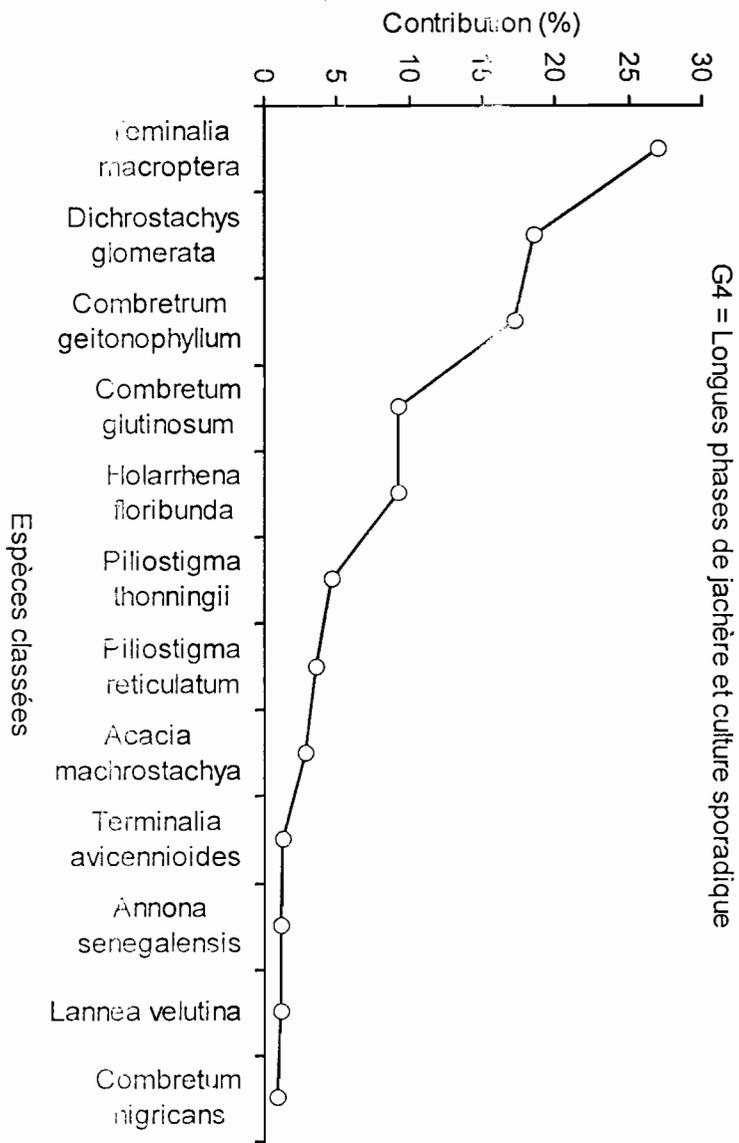
d moy = diamètre moyen (cm)

h moy = hauteur moyenne des souches (cm)

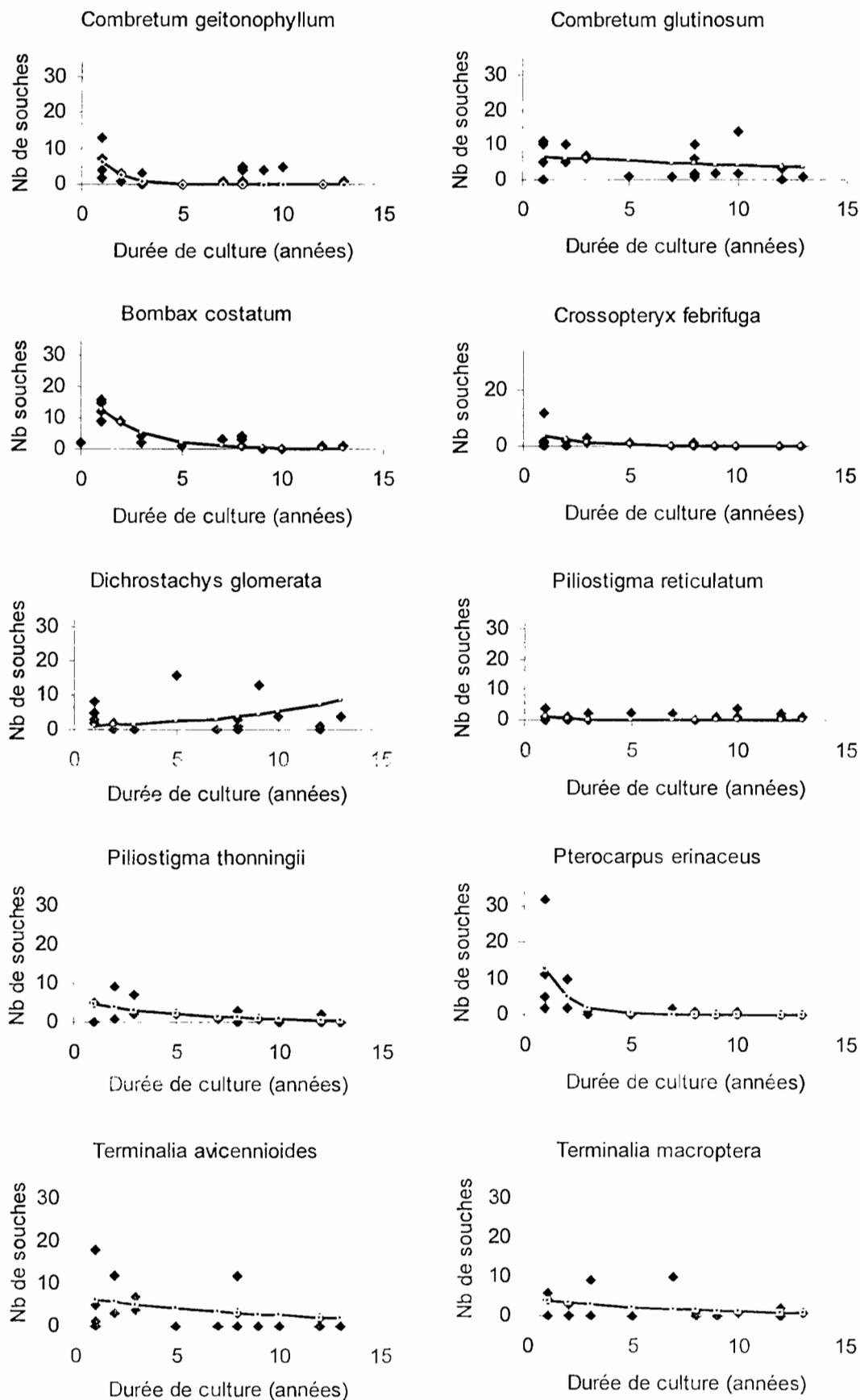
Défriche = Durée de la défriche (ans)

Annexe 5 : Diagramme rang/fréquence des espèces dans les systèmes de culture





Annexe 6 : Dynamique des principales espèces rencontrées à Sobouldé selon le modèle exponentiel : $N_t = N_0 (1-k)^t$



Annexe 7 : Mesure du dégagement de CO₂ par la méthode du bocal
(Description de la méthode inspirée de celle préconisée par Dommergues, 1960)

PREPARATION :

Sécher les échantillons à l'air libre.

Préparer les composites

Prélever 50 g de sol tamisé à 2 mm

Verser de l'eau distillée pour ramener l'échantillon à la capacité au champ, mélanger à l'aide d'une spatule, en s'assurant que tout le sol sera bien humide.

Peser alors l'ensemble « récipient – terre – eau » et noter ce poids P1.

Mettre le sol dans le bocal correspondant prévu à cet effet.

Prélever à l'aide d'une burette 25 ml de NaOH dans des piluliers puis fermer de suite les bocaux.

DOSAGE :

Aux dates prédéfinies, on procède aux étapes suivantes :

Sortir les piluliers un à un de leurs bocaux en les recouvrant d'un film transparent pour éviter que le CO₂ de l'atmosphère ne soit piégé dans la soude.

Ajouter 5 ml de chlorure de baryum, 2 H₂O à 5% (BaCl₂) en perçant délicatement le film transparent par l'extrémité d'une seringue. Laisser sédimenter jusqu'à ce qu'un précipité blanc de carbonate se forme.

Prélever une aliquote de 10 ml à l'aide d'une pipette dans le 1/3 supérieur de la solution en évitant de remettre en solution le précipité.

Ajouter 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine 0,5 % et remuer.

• Doser immédiatement l'aliquote en versant le HCl goutte à goutte jusqu'au virage de la solution.

Noter le volume de HCl versé V HCl.

REMARQUES :

A chaque mesure du CO₂ dégagé, on pèse l'ensemble « récipient – terre – eau » et on réajuste le poids pour garder une humidité constante d'incubation.

Une répétition de trois témoins est nécessaire pour évaluer la quantité de CO₂ contenue dans l'atmosphère. Cette série se fait grâce à trois piluliers indépendants mis dans des bocaux ne renfermant pas de sol.

Annexe 8 : Teneurs en azote nitrique et ammoniacal en fonction de la distance de la souche et de la profondeur dans le sol

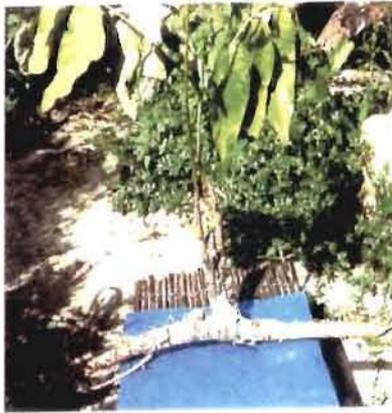
	NO ₃ ⁻ avant incubation				NO ₃ ⁻ après incubation				Différences	
	1	2	3	Moyennes	1	2	3	Moyennes	mg/l	mg/kg
Profil1 0-10c	3,9	5,1	3,3	4,1	18	18	20	18,66667	14,56667	36,42
Profil2 0-10 c	2,9	3	2,7	2,8666667	12	13	10	11,66667	8,8	22
Profil3 0-10 c	5,7	5,2	5	5,3	14	14	15	14,333333	9,0333333	22,58
profil1 25 cm	0,65	0,67	0,7	0,67333333	1,2	0,65	1,1	0,9833333	0,31	0,775
Profil2 25 cm	4,4	0,49	0,41	0,45	0,56	0,48	0,88	0,64	0,19	0,475
Profil3 25 cm	0,54	0,62	1	0,58	0,6	0,85	0,7	0,7166667	0,1366667	0,342
Profil1 50 cm	0,42	0,83	0,37	0,395	0,4	0,3	0,6	0,4333333	0,0383333	0,096
Profil2 50 cm	1	0,28	0,25	0,265	0,4	0,59	0,48	0,49	0,225	0,563
Profil 3 50 cm	0,62	0,7	0,54	0,62	0,56	1,1	0,99	0,8833333	0,2633333	0,658

	NH ₄ ⁺ avant incubation				NH ₄ ⁺ après incubation				Différences	
	1	2	3	Moyennes	1	2	3	Moyennes	mg/l	mg/kg
Profil1 0-10c	1,1	1,4	0,94	1,02	1,2	1	0,26	1,1	0,08	0,2
Profil2 0-10 c	2,5	2,9	2,3	2,5666667	3,8	5,3	3,2	4,1	1,5333333	3,833
Profil3 0-10 c	1	1,4	0,86	1,0866667	1,6	0,81	0,91	1,1066667	0,02	0,05
Profil2 25 cm	0,91	1,2	0,83	0,98	5,1	4,4	4,1	4,5333333	3,5533333	8,883
profil1 25 cm	1,2	1,2	1	1,13333333	7,7	7,1	6,6	7,1333333	6	15
Profil3 25 cm	1,1	1,4	0,97	1,1566667	8,7	8	6,7	7,8	6,6433333	16,61
Profil1 50 cm	1,6	1,7	1,4	1,5666667	8,3	6,3	5,6	6,7333333	5,1666667	12,92
Profil2 50 cm	1,4	1,6	1	1,33333333	5,8	8,1	5,3	6,4	5,0666667	12,67
Profil 3 50 cm	1,7	1,8	1,3	1,6	5,4	4,4	3,6	4,4666667	2,8666667	7,167

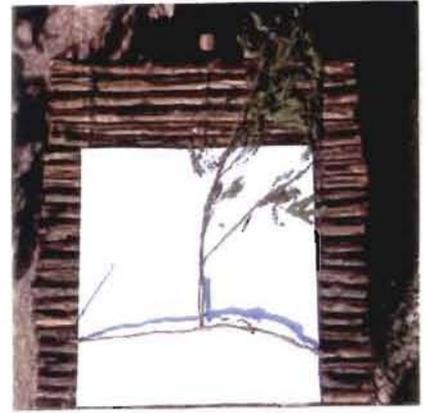
Annexe 9 : Espèces drageonnantes, quelques exemples identifiés dans le terroir de Sobouldé (clichés E.Faye)



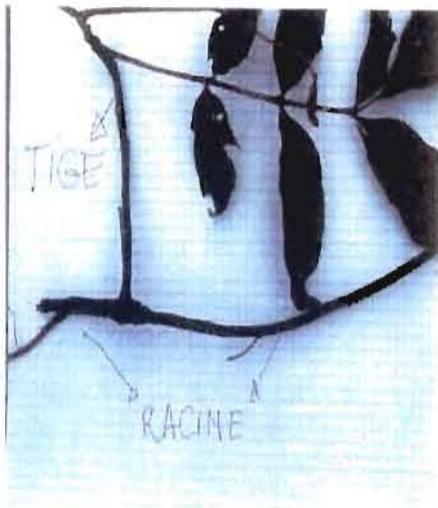
Bombax costatum



Daniellia oliverii



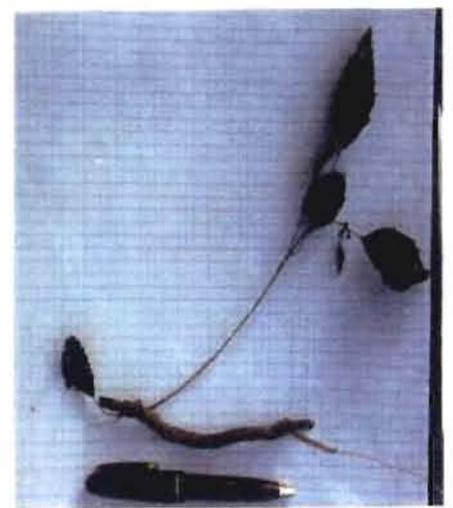
Dichrostachys glomerata



Lannea velutina



Maytenus senegalensis



Stereospermum kunthianum

Annexe 10 : Liste des espèces rencontrées dans les relevés des deux sites (synonymie actualisée d'après les travaux de Van den Eynden *et al.* (1993) effectués dans la même zone)

Numéro	Espèces	Peul	Familles
1	<i>Acacia macrostachya</i> Reich	Cidiyi	Mimosaceae
2	<i>Acacia sieberiana</i> DC.	Burli daneyi	Mimosaceae
3	<i>Allophyllus africanus</i> P. Beauv.	Sammba sacca	Sapindaceae
4	<i>Annona senegalensis</i> Pers.	Dukumi	Annonaceae
5	<i>Asparagus pauli-guilielmi</i> Solms-Laub.	ɲaraada	Liliaceae
6	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	Niim	Meliaceae
7	<i>Baissea multiflora</i> A. DC.	Saalaanomboyi	Apocynaceae
8	<i>Bombax costatum</i> Pell. et Vuill.	Jooyi	Bombacaceae
9	<i>Bridelia micrantha</i> (Hochst.) Baill.	Guukirki, bisokka	Euphorbiaceae
10	<i>Calotropis procera</i> Ait.	Kupampampaali	Asclepiadaceae
11	<i>Cassia sieberiana</i> D.C.	Sammbasinjañ	Caesalpiniaceae
12	<i>Cola cordifolia</i> (Cav.) R.Br.	Tabayi	Sterculiaceae
13	<i>Combretum geitonophyllum</i> Diels.	Dooki debbi, madufi	Combretaceae
14	<i>Combretum glutinosum</i> Perr.	Dooki gori	Combretaceae
15	<i>Combretum lecardii</i> Engel. et Diels.	Konnjam coloñ	Combretaceae
16	<i>Combretum nigricans</i> Lepr.	Dooki gori, buyiki	Combretaceae
17	<i>Cordyla pinnata</i> (Lepr.) Miln.-Red.	Duuki	Caesalpiniaceae
18	<i>Crossopteryx febrifuga</i> (Afz.) Benth.	Lalloyi	Loganiaceae
19	<i>Daniellia oliveri</i> Hutch. Et Dalz.	Ceewi	Caesalpiniaceae
20	<i>Desmodium velutinum</i> (Willd.) DC.	Nakabure	Papilionaceae
21	<i>Detarium microcarpum</i> G. et Perr	Dooli	Caesalpiniaceae
22	<i>Dichrostachys glomerata</i> (Forsk.) Chiov.	Burli luubooyi	Mimosaceae
23	<i>Entada africana</i> G. et Perr.	Padaa paari	Mimosaceae
24	<i>Erythrina senegalensis</i> DC.	Bococayi	Papilionaceae
25	<i>Erythrophleum africanum</i> (Welw.) Harms.	Peeli	Caesalpiniaceae
26	<i>Gardenia ternifolia</i> K. Schum.	Diigaali	Rubiaceae
27	<i>Grewia lasiodiscus</i> K. Schum.	Kelli	Tiliaceae
28	<i>Grewia villosa</i> Willd.	Baleeje, kelle baleeje	Tiliaceae
29	<i>Heeria insignis</i> (Del.) O. Kze.	Keleledjeri	Anacardiaceae
30	<i>Hexalobus monopetalus</i> (A. Rich) E. et D.	Boyli	Annonaceae
31	<i>Holarrhena floribunda</i> (G. Don.) D. et Sch.	Carakiyi	Apcinaceae
32	<i>Hymenocardia acida</i> Tul.	Korenkonndeyi	Euphorbiaceae
33	<i>Icacina senegalensis</i> A. Juss.	Maɲanaace	Icacinaceae
34	<i>Khaya senegalensis</i> (Desr.) A. Juss.	Kahi	Meliaceae
35	<i>Lannea acida</i> A. Rich.	Ciɲngooli	Anacardiaceae
36	<i>Lannea velutina</i> A. Rich.	Bemmbeyi	Anacardiaceae
37	<i>Lonchocarpus laxiflora</i> G. et Perr.	Naggel baleyel	Papilionaceae
38	<i>Maytenus senegalensis</i> (Lam.) Exell.	Gi'el gootel	Caelastraceae
39	<i>Ostryoderris stuhlmannii</i> (Taub.) Dunn.	Bardandaneyi	Papilionaceae
40	<i>Parkia biglobosa</i> (Jacq.) Benth.	Neti	Mimosaceae
41	<i>Pavetta crassipes</i> K. Schum.	Bummi faro, gabuda	Rubiaceae
42	<i>Pavetta oblongifolia</i> (Hiern) Bren.	Bummi faro, gabuda	Rubiaceae
43	<i>Pericopsis laxiflora</i> (Benth. Ex. Bak) Van Meeuwen	Kulkuli	Papilionaceae
44	<i>Piliostigma reticulatum</i> (DC.) Hochst.	Barkeyi faaraa	Caesalpiniaceae
45	<i>Piliostigma thonningii</i> (Sch.) Miln.-Redh.	Barkeyi	Caesalpiniaceae
46	<i>Prosopis africana</i> (G. et Perr.) Taub.	Kohi, Celeɲceleɲayi	Mimosaceae
47	<i>Pterocarpus erinaceus</i> Poir.	Bani	Papilionaceae
48	<i>Quassia undulata</i> (Guill. Et Perr.) D. Dietz	Kekuyi	Simaroubaceae
49	<i>Saba senegalensis</i> (A. DC.) Pichon	Lammuki	Apocynaceae
50	<i>Sclerocarya birrea</i> (A. Rich.) Hochst.	Eeri	Anacardiaceae
51	<i>Securidaca longepedunculata</i> Fres.	Jutu	Polygalaceae
52	<i>Securinega virosa</i> (Roxb.) Baill.	Camal gorel	Euphorbiaceae
53	<i>Spondias mombin</i> L.	Cali	Anacardiaceae
54	<i>Sterculia setigera</i> Del.	bobori	Sterculiaceae
55	<i>Stereospermum kunthianum</i> Cham.	Daafɲayi, selebaliyi	Bignoniaceae
56	<i>Strychnos spinosa</i> Lam.	Faatakuleyi	Loganiaceae
57	<i>Terminalia avicennioides</i> G. et Perr.	Kuulemi	Combretaceae
58	<i>Terminalia macroptera</i> G. et Perr.	Boodi	Combretaceae
59	<i>Vitex doniana</i> Sw.	Kutubulayi, bummi	Verbenaceae
60	<i>Ximenia americana</i> L.	Ceeni	Olaceae
61	<i>Ziziphus mauritiana</i> Lam.	Jaabi	Rhamnaceae