

PERFORMANCE DE *ACACIA AURICULIFORMIS* (CUNN.A.) DANS LE SYSTEME AGROFORESTIER AU SUD-BENIN

H. N. FONTON*, J. J. CLAUSTRIAUX** & G. AGBAHUNGBA ***

* *Faculté des Sciences Agronomiques Université Nationale du Bénin*

01 B.P. 526 Cotonou, Bénin

** *Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques, 8, Avenue de la Faculté d'Agronomie, 5030 Gembloux, Belgique*

*** *Institut National des Recherches Agricoles du Bénin 01 B.P. 884 Cotonou, Bénin.*

RESUME

La performance de *Acacia auriculiformis* a été étudiée dans le système agroforestier au Sud-Bénin en comparaison avec deux autres essences les plus utilisées à savoir *Leucaena leucocephala* et *Eucalyptus torreliana*. La présente étude a montré que *Acacia auriculiformis* a une forte production avec, à six ans, une biomasse sur pied de 125 t/ha de matière sèche dont 15,6 t/ha d'émondes constituées de petites branches et de pseudo feuilles.

Des formes d'utilisation de ses émondes en culture en couloirs avec le maïs à savoir le brûlis, l'enfouissement et le paillis, il ressort que ce dernier est la forme la plus appropriée avec un rendement en grain de 1,14 t/ha. Ce rendement obtenu avec le paillis dépasse l'enfouissement et le brûlis respectivement de 21 % et 61 %. La compétition arbre-culture (*Acacia* et maïs) s'est révélée manifeste; les plants de maïs en bordure des haies accusent une baisse de rendement de 44 % par rapport aux plants centraux.

Quant à l'adoption en milieu paysan, *Acacia auriculiformis*, en jachère d'au moins trois ans, est le système agroforestier le plus apprécié avec 94 % de paysans satisfaits.

Mots clés : *Acacia auriculiformis*, brûlis, enfouissement, paillis, compétition, culture en couloir, maïs.

PERFORMANCE OF *ACACIA AURICULIFORMIS* (CUNN.A.) IN AGROFORESTRY SYSTEM IN SOUTHERN BENIN

ABSTRACT

The performance of *Acacia auriculiformis* was studied in agroforestry system in Southern Benin compared with two other species mainly used such as *Leucaena leucocephala* and *Eucalyptus torreliana*. This study has showed the high production of *Acacia auriculiformis* about 125t/ha of dry matter from which 15.6 t/ha for pruning at six years old.

The alley cropping, maize/*Acacia auriculiformis*, was studied in order to examine the efficiency of three uses of organic matter such as burning, burying and mulching.

The result showed that mulching was the best way of using pruning with 1.14 t/ha of grain yield of maize while burying and burning were respectively 21 % and 61 % below. The interaction between hedgerows and crop was also examined. The yield of border rows of maize was 44 % lower compared with the central rows.

About adoption in peasant area, the fallow of *Acacia auriculiformis* is the best technology adopted with 94 % of satisfaction.

Key words : *Acacia auriculiformis*, burning, burying, mulching, competition, alley-cropping, maize.

INTRODUCTION

La baisse progressive de la fertilité du sol en milieu paysan se justifie essentiellement par le profond changement dans la pratique traditionnelle de la jachère en culture itinérante sans apport d'engrais vert ou chimique. Ce changement qui affecte à la fois la durée et la nature des jachères entraîne à long terme la disparition de l'arbre du paysage agricole, le défaut de recyclage des éléments minéraux, la mauvaise reconstitution de la matière organique et l'absence de la microflore et de la microfaune liées à l'arbre. Comme l'a dit Kotschi (1991), la jachère régénèrait la fertilité du sol de façon très complète, le bilan hydrique et le bilan des éléments minéraux étaient rétablis, la menace d'érosion était réduite; de plus l'ombrage des arbres et des buissons pendant de nombreuses années "nettoyait le sol" des adventices dominantes.

Parmi les principaux défis à relever aujourd'hui pour une agriculture durable figure en bonne place la question du maintien de la fertilité du sol en condition de culture permanente et la protection de l'environnement. Pour ce dernier, le Bénin n'étant pas un pays forestier (Agbahungba & Fonton 1993), il faut aussi satisfaire les besoins en bois de feu qui demeure, et pour longtemps encore, le principal combustible utilisé pour la cuisson et la transformation des aliments (FAO 1997).

L'agroforesterie est une voie vers la solution du triple problème d'une faible production agricole, d'une aggravation de la pénurie de bois et de la dégradation de l'environnement (Kerkof 1991). Ce mode d'exploitation de la terre comporte en lui-même un potentiel productif, écologique et social très élevé qui n'a rien à envier aux

potentiels des agricultures productivistes inféodées à l'industrie et au commerce (Dupriez & De Leener 1993).

Les espèces forestières les plus utilisées dans les systèmes agroforestiers sont au départ des légumineuses fixatrices d'azote atmosphérique. Aujourd'hui, le choix de la meilleure essence agroforestière ne peut se limiter à sa capacité de restauration de la fertilité du sol; il faut y adjoindre la production du bois énergie. En effet, les besoins en énergie, notamment le bois de chauffe et le charbon de bois constituent aussi un élément majeur qui doit être pris en compte dans la conception des stratégies et systèmes culturels pour garantir une gestion durable de l'environnement. En conséquence, il est nécessaire d'identifier les essences forestières répondant le mieux à ce choix.

L'objectif de cette étude est, d'une part, de déterminer la performance de *Acacia auriculiformis* à travers la comparaison de sa productivité à celle d'autres essences agroforestières couramment utilisées. D'autre part, les différentes formes courantes d'utilisation des émondes ont été comparées. Un inventaire des systèmes agroforestiers dans les villages où le problème de manque de terre se pose avec acuité a été effectué afin d'évaluer le niveau d'adoption de cette essence dans les pratiques culturelles paysannes.

MATERIEL ET METHODE

Sites expérimentaux

La station de Pahou, zone d'étude de l'essai sur la productivité des essences, est située à l'Ouest de Cotonou avec un climat caractérisé par une alternance de deux saisons pluvieuses et de deux saisons sèches. La hauteur d'eau moyenne annuelle est de 900 mm. On distingue essentiellement deux types de sols à savoir les sables littoraux, avec ou sans hydromorphie, issus de sédiments récents, lagunaires ou marins et les sols rouges, profonds, sablo-argileux issus d'une excroissance vers le sud du continental terminal, situés au nord de la forêt classée de Pahou (sols ferrallitiques faiblement désaturés). C'est précisément sur ce dernier type de sol que l'essai a été installé. La végétation est une savane à *Lophira lanceolata*.

La comparaison des formes d'utilisation des émondes est réalisée avec le système agroforestier d'agriculture en couloirs. L'essai a été installé sur la ferme expérimentale de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi, située à 15 km au nord-ouest de Cotonou. Cette ferme a un sol ferrallitique, chimiquement pauvre. Les conditions climatiques se caractérisent par une alternance de deux saisons sèches et de deux saisons pluvieuses. La pluviosité maximum est observée aux mois de mai et juin. Sur la période de 1964 à 1991, la moyenne annuelle observée au Centre National d'Agropédologie, situé à quelques dizaines de mètres, est de 1165 mm dont 70 à 80 % pour la grande saison de pluie.

Quant à l'adoption, deux villages pilotes sont retenus, l'un dans le département du Couffo et l'autre dans le département de l'Atlantique.

Matériel végétal

D'une part, le matériel végétal est constitué de trois essences forestières dont les caractéristiques sont les suivantes :

- *Acacia auriculiformis* : originaire du nord de l'Australie, la Papouasie, Nouvelle Guinée et de certaines îles de l'Indonésie orientale ; c'est une mimosacée dont les conditions écologiques de développement se caractérisent par un sol alcalin et même acide et une tolérance à l'inondation temporaire, une pluviométrie de 700 mm par an et des températures élevées ;
- *Leucaena leucocephala* : également de la famille des mimosacées, cette espèce est originaire de l'Amérique centrale ; elle se comporte mieux sur les sols non acides ; son aire écologique se caractérise par une pluviométrie de 600 à 1700 mm par an ;
- *Eucalyptus torreliana* : originaire du plateau d'Atherton, Queensland, en bordure de la forêt dense tropicale australienne, cette espèce pousse sur des limons sableux ou lourds et demande un sous-sol perméable ; elle nécessite une pluviométrie annuelle comprise entre 1000 et 1500 mm.

D'autre part, la culture annuelle est le maïs (*Zea mays*), la variété TZPB -SR.

*Dispositifs expérimentaux, observations et méthodes d'analyse**Etude de la productivité des essences forestières*

Le dispositif expérimental pour comparer la productivité des trois essences est constitué de quatre blocs aléatoires complets orientés Est-Ouest avec trois parcelles élémentaires de 99 plants (11x9) âgés de 6 ans. La distance de plantation est de 3 m, tant entre les lignes que dans les lignes. Les arbres de bordures sont éliminés laissant ainsi 63 arbres utiles.

Etant donné le caractère bas-branchu de deux de ces essences, l'inventaire a consisté à la mesure du diamètre de base de tous les pieds d'arbres et du diamètre à 1,30 m de toutes les tiges. Pour le choix des arbres échantillons à abattre, les pieds ont été regroupés par classe de diamètre quadratique pris à 1,30 m. L'intervalle de classe est fonction de l'amplitude des diamètres au niveau de chaque essence. Ainsi, un intervalle constant de 1,5 cm est retenu pour *Eucalyptus* et *Leucaena*, tandis que pour *Acacia*, il est de 3 cm. Le nombre d'arbres-échantillons est de 20 par essence, soit un taux de sondage de 8,3 %. Par classe de diamètre, le nombre de pieds-échantillons est déterminé proportionnellement à la fréquence correspondante. Sur la base d'un tirage aléatoire, les pieds-échantillons sont choisis et leur reconnaissance sur le terrain se fait par le numéro d'identification apposé lors de l'inventaire.

Chaque arbre-échantillon est abattu et les différentes parties à savoir les feuilles, les petites branches (diamètre < 3 cm), les grosses branches et les tiges, sont pesées à l'aide d'une bascule de 50 kg de portée. Pour la lecture du poids des branches et des tiges, ces dernières sont placées directement sur la bascule, tandis que pour les feuilles, elles sont entassées dans un panier dont le poids à vide est connu.

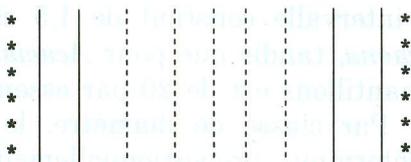
Quant à la détermination du poids sec, un échantillon de chacune des différentes parties est prélevé à savoir 500 g de feuilles, 500 g de petites branches, 4 morceaux de grosses branches de 5 cm de long et 3 rondelles de tige de 5 cm d'épaisseur prises à la base, au milieu et à l'extrémité (3 cm). Les échantillons sont ensuite placés à l'étuve à une température de 105°C pendant 72 heures.

L'analyse de la variance à deux critères de classification, modèle mixte, est utilisée pour la comparaison de la productivité des trois essences.

Evaluation des formes d'utilisation des émondes

Le dispositif expérimental pour l'étude des formes d'utilisation des émondes est la randomisation totale dont les parcelles unitaires, de forme rectangulaire, couvrent chacune une superficie de 72 m² (10 m × 7,2 m). Chaque parcelle comporte deux haies d'arbres de *Acacia auriculiformis* orientées est-ouest avec 9 lignes de plants de maïs dans les allées comme le montre la figure 1.

La première ligne par rapport à la haie se situe à 40 cm tandis que l'écart entre les lignes de maïs est de 80 cm. L'écart entre les pieds de maïs dans les lignes est de 50 cm soit 40000 plants à l'hectare.



* = Haies de pieds de Acacia ——— = Plants de maïs de bordures = Plants de maïs centraux

Figure 1. Schéma du dispositif parcellaire des plants de *Acacia* et des pieds centraux et de bordure du maïs

Les facteurs étudiés sont les formes d'utilisation des émondes et les distances des pieds de maïs par rapport à la haie. Les émondes correspondent à la partie de l'arbre pouvant être utilisée comme engrais vert pour les cultures annuelles et sont constituées de feuilles et de petites branches. Quatre formes d'utilisation en sont retenues. Il s'agit de :

- T1 : brûlis ; les émondes sont brûlées;
- T2 : enfouissement; le sol est remué pour l'enfouissement des émondes ;
- T3 : paillis; les émondes sont laissées en surface dans les allées;
- T0 : témoin; sans épandage des émondes dans les allées.

Ces types de traitement sont choisis en fonction des pratiques paysannes, notamment sur les sols arables. Les différentes formes d'utilisation des émondes sont répétées 9 fois à l'exception du témoin dont le nombre de répétitions est de 5. L'émondage des pieds à 80 cm du sol est effectué lors de la mise en culture des couloirs et la biomasse est répartie uniformément dans les allées avant qu'elle ne soit soumise aux traitements appropriés. Les pieds de *Acacia* sont âgés de 2 ans lors du premier émondage. Cette étude se limite aux données de la deuxième année de l'essai avec l'affectation des mêmes traitements aux mêmes parcelles.

Quant à la position des pieds de maïs par rapport à la haie, deux niveaux sont retenus, les plants de bordures et les plants centraux (Figure 1). Les plants de bordures sont constitués des deux lignes de maïs proches et occupent par parcelle une superficie de 32 m². Ceux considérés comme centraux, couvrant par parcelle une surface de 40 m², sont représentés par les 5 autres lignes dont les plus proches des haies se trouvent à deux mètres. L'objectif de ce type de traitement est d'évaluer la compétition entre la haie d'arbres et la culture annuelle qui se déroule essentiellement au niveau racinaire.

Le maïs est semé au mois d'avril. En effet, au sud du Bénin, la période de mise en culture des terres avec les cultures vivrières, notamment le maïs, se situe généralement au mois d'avril.

Les données collectées sont le poids frais des épis et le poids frais des grains issus des plants de bordures et des plants centraux. Un échantillon d'environ 500 g de grain est prélevé par parcelle et par position et mis à l'étuve à 105 °C jusqu'à la stabilisation du poids. Connaissant le taux d'humidité des grains, les poids secs des grains des plants de bordure et des plants centraux sont calculés par parcelle. Toutes ces valeurs sont ensuite ramenées à l'hectare par parcelle.

La méthode d'analyse statistique utilisée pour faire ressortir d'éventuelles différences entre les traitements est l'analyse de la variance à deux critères de classification, modèle croisé fixe. Comme le nombre de répétitions du témoin est différent de celui des autres niveaux d'utilisation des émondes, la méthode General linear Model (GLM) est utilisée avec le logiciel Minitab ; ce qui correspond au

modèle ajusté (Iemba & Claustrioux 1999). Dans le cas d'une différence globale entre les différents niveaux des deux facteurs et une interaction non significative, la différence entre les formes d'utilisation des émondes est mise en évidence par la comparaison multiple des moyennes. Comme nous avons un modèle non équilibré, lié au nombre de répétitions du témoin qui diffère de celui des trois autres formes, l'analyse de la variance a été de nouveau effectuée sans le témoin ; ce dernier donnant le plus petit rendement. La méthode de Newman & Keuls est dès lors plus appropriée pour la comparaison multiple des moyennes (Dagnelie 1998).

Inventaire des systèmes agroforestiers

Une enquête auprès des structures étatiques de l'encadrement rural a permis d'identifier deux villages en fonction, d'une part, de l'acuité des problèmes de terres fertiles et, d'autre part, du niveau assez élevé de l'intégration des arbres dans l'espace cultivable au niveau paysan. Il s'agit de Zouzouvou situé à l'est sur le plateau Adja dans la sous-préfecture de Djakotomè dans le département du Couffo avec un échantillon de trente agriculteurs et de Wawato-Zounto dans la sous-préfecture de Zè dans le département de l'Atlantique avec un échantillon de dix neuf agriculteurs. Ces différents échantillons constituent l'ensemble des paysans qui s'adonnent réellement à l'intégration de l'arbre dans le paysage agricole dans le but d'améliorer le rendement des cultures vivrières.

Les informations sont recueillies avec un questionnaire élaboré à cet effet. Il est axé sur l'inventaire des systèmes agroforestiers pratiqués et de leur appréciation par les paysans.

RESULTATS

Caractéristiques dendrométriques

L'essence ayant en moyenne le diamètre de base moyen le plus petit et évalué à 13,0 cm est *Leucaena leucocephala*. Viennent ensuite *Eucalyptus torrelliana* avec 17,0 cm et enfin *Acacia auriculiformis* avec 20,3 cm. La comparaison de ces valeurs révèle une différence hautement significative entre les essences (la probabilité P associée à F observée est de $P = 0,000$).

Acacia auriculiformis et *Leucaena leucocephala* sont des essences multicaules. Le nombre moyen de tiges obtenu par pied en dessous de 1,30 m est évalué à deux.

La meilleure essence produisant plus de matière sèche est *Acacia* avec une biomasse moyenne par arbre de 114,8 kg de matière sèche. A six ans, le poids sec total sur pied s'élève à 125 t/ha de matière sèche, soit une productivité moyenne de 20,8 t/ha/an. Cette production annuelle est le double de celle de *Eucalyptus* et évaluée à 10,0 t/ha/an de matière sèche avec une biomasse moyenne par arbre de 55,2 kg. Quant à *Leucaena*, sa production au terme de 6 ans est de 26,9 t/ha de matière sèche soit une productivité de 4,5 t/ha/an correspondant à environ 5 fois moins celle de *Acacia*.

Comme le montre le tableau 1, la biomasse des feuilles est de 1,1 t/ha, 3,4 t/ha, et 7,5 t/ha respectivement pour *Leucaena*, *Eucalyptus* et *Acacia*. Quant aux petites branches, le poids sec est de 7,8 t/ha pour *Acacia*, 4,7 t/ha pour *Eucalyptus* et 3,6 t/ha pour *Leucaena*.

Tableau 1. Matière sèche totale sur pied accumulée pendant 6 ans (t/ha).

Essences	Feuilles	Petites branches	Grosses branches	Tige	Total
<i>Acacia auriculiformis</i>	7,54	7,83	60,85	48,74	124,97
<i>Eucalyptus torrelliana</i>	3,36	4,69	11,23	40,81	60,09
<i>Leucaena leucocephala</i>	1,09	3,61	13,33	8,89	26,92

La production en bois de feu est constituée de grosses branches et de tiges. Au terme de six ans, *Leucaena* fournit une quantité de 22,2 t/ha. Vient ensuite en ordre croissant *Eucalyptus* avec 52,0 t/ha. *Acacia* est l'essence qui fournit la plus grande quantité avec 109,6 t/ha.

Comparaison des formes d'utilisation des émondes

Le rendement en grain sec T0 (témoin) est le plus faible avec 0,42 t/ha suivi du traitement T1 (brûlis) avec 0,44 t/ha. Viennent ensuite T2 (enfouissement) et T3 (paillis) avec respectivement 0,90 t/ha et 1,14 t/ha.

Les résultats d'analyse de la variance font ressortir une différence très hautement significative entre les différentes formes d'utilisation des émondes ($P = 0,000$) et entre les différentes positions des plants

par rapport aux haies ($P = 0,002$) avec une interaction non significative des deux facteurs ($P = 0,260$).

Pour situer statistiquement les différences entre les formes d'utilisation des émondes la valeur de la plus petite amplitude significative pour deux formes est de 0,45 t/ha. Il s'ensuit que la forme T1 est différente des deux autres formes T2 et T3, ces dernières formant un groupe homogène.

En ce qui concerne la position des plants de maïs, les rendements moyens sont respectivement de 0,60 t/ha et 1,08 t/ha respectivement pour les plants de bordures et les plants centraux. Il en découle que la compétition entre les pieds de maïs et la haie d'arbres se traduit par une baisse de rendement de 44 % par rapport aux plants éloignés d'au moins 2 m.

La comparaison des formes avec le poids frais des épis pris comme variable fait ressortir les mêmes conclusions comme pour le poids sec grain. Quant au taux d'humidité contenu dans les grains, il fait état d'une différence non significative entre formes et entre positions de même que leur interaction. Ce résultat démontre que le taux d'humidité contenu dans les grains n'est lié ni à la position du plan ni à la forme d'utilisation des émondes.

Appréciations des différents systèmes agroforestiers

Différents systèmes agroforestiers sont recensés. Il s'agit de la jachère traditionnelle, de la conservation des pieds de ligneux sur l'espace cultivable, du système agroforestier à palmier à huile, des clôtures vivantes et de la jachère au pois d'angole pour les systèmes endogènes. Quant aux systèmes exogènes, la jachère de *Acacia auriculiformis*, les cultures en couloirs avec diverses légumineuses sont les technologies les plus représentées.

De l'appréciation de ces différentes technologies, il ressort que la jachère de *Acacia auriculiformis* est celle qui donne, sur l'ensemble des deux villages, le niveau de satisfaction le plus élevé avec 94 % contre 6 % de moyennement satisfait comme le montre le tableau 2.

Tableau 2. Appréciation du système agroforestier avec *Acacia auriculiformis* (niveau de satisfaction des paysans en pourcent).

Villages	Niveaux de satisfaction			Total
	Bon	Moyen	Mauvais	
Zouzouvou	91	9	0	100
Wawata-Zounto	100	0	0	100
Ensemble	94	6	0	100

DISCUSSION ET CONCLUSION

L'accumulation annuelle de la matière organique est en moyenne de 2 à 20 t/ha dans les plantations en milieu humide et sub-humide de forêts et de savane (Ola-Adams 1975). Les valeurs obtenues du matériel sur pied pour les trois essences forestières étudiées se situent bien dans cet intervalle. *Acacia auriculiformis* s'est révélé comme une essence capable de fournir une grande quantité de bois de feu et un volume important d'émondes (biomasse fertilisante). Il en résulte dès lors que *Acacia* peut être retenu comme une essence agroforestière pour solutionner la pénurie de bois et maintenir la fertilité des sols au sud du Bénin.

Les rendements de maïs obtenus pour les différents traitements sont en concordance avec ceux de Brewbaker (1985) qui spécifie que le rendement en maïs typique pour les pays en développement varie entre 0,5 et 2,0 t/ha. La faiblesse du rendement témoin (0,42 t/ha) reflète la pauvreté du sol et celle des émondes brûlées (0,44 t/ha) confirme que la matière organique a été brûlée.

Le paillage dans les allées est la forme d'utilisation des émondes la plus indiquée. Même si la différence entre celle-ci et l'enfouissement n'est pas statistiquement significative malgré une réduction de rendement de 21 %, il faut se rendre compte que l'enfouissement nécessite un travail de sol et par conséquent un coût. De plus, le paillis a aussi un autre avantage, celui de réduire l'érosion qui pourrait atteindre 95 % (Young, 1995).

Pour ce qui est de l'estimation du poids sec du maïs dans le cadre de pareilles études, nos résultats montrent que le taux d'humidité n'est pas lié aux traitements. En conséquence, on peut raisonnablement convenir de ne prendre qu'un échantillon de grain frais pour

déterminer le taux d'humidité afin de calculer le poids sec grain pour tous les traitements.

En ce qui concerne la compétition arbre-culture, les résultats obtenus font ressortir qu'elle est manifeste. Les plants centraux produisent mieux que ceux situés à proximité des haies. Il s'agit d'un effet de la concurrence qui peut se situer à deux niveaux. D'abord la concurrence au niveau du sol, appelée concurrence racinaire puis, l'effet de l'ombrage des arbres sur les plants de maïs. La réduction du rendement des plants de bordures est de 43 % par rapport aux plants centraux. La baisse de rendement ainsi obtenue reste dans les limites de 30 à 150 % par rapport à celle de la culture pure observée par Singh *et al.* (1989) dans les régions semi-arides où les interactions racinaires sont plus prononcées. Ceci nous amène à conclure que les haies doivent se situer à une distance raisonnable d'au moins deux mètres des plants des cultures vivrières. Dès lors, la surface couverte par la culture annuelle s'en trouve réduite.

La conséquence immédiate de cette conclusion est de disposer de parcelles de grandes dimensions non seulement pour réduire l'effet de la compétition mais aussi pour limiter une trop forte densité des arbres. En effet, une densité élevée d'arbres dans le système d'agroforesterie conduit inévitablement, comme l'a souligné Budelman (1989), à l'accélération de la dégradation du sol si aucune compensation n'est faite. Toutefois, il n'en demeure pas moins que la biomasse produite doit être en accord avec l'optimum qui devra être évalué.

Au regard des niveaux assez élevés d'adoption du système de jachère plantée à *Acacia auriculiformis*, il est manifeste que cette approche est la meilleure pour la gestion durable des surfaces agricoles. Des études menées sur la qualité de restauration des sols par *Acacia auriculiformis* justifient bien le choix. En effet, cette essence restaure 95 % de potassium, 60 % de magnésium et 35 % de l'azote selon Zakra *et al.* (1996). Les mêmes constats ont été effectués par Itnal *et al.* (1995) avec une amélioration générale de la fertilité par l'augmentation du pH, de l'azote total, du potassium, du calcium, du magnésium et du phosphore.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AGBAHUNGBA G. & FONTON N. 1993. Plantation de bois de feu au Bénin *Eucalyptus camaldulensis* : un espoir sur la station forestière de Pahou. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin 8 : 1-8.
- BREWBAKER J. L. 1985. The tropical environment for maize cultivation. In: Brandolini A. and Salamini F. (eds.) Breeding strategies for Maize production improvement in the tropics, pp. 47-77. FAO/UN and Inst. Agron. L'Oltremare, Firenze, Italy.
- BUDELMAN A. 1989. Nutrient composition of leaf biomass of three selected wood leguminous species. Agroforestry systems 8 : 39-51.
- DAGNELIE P. 1998. Statistique Théorique et Appliquée, Tome 2. Bruxelles, De Boeck & Larcier, 659 p.
- DUPRIEZ H. & DE LEENER Ph. 1993. Arbres et agriculture multiétagés d'Afrique. Terres et Vie, Nivelles, Belgique, 280 p.
- F.A.O. 1997. Les forêts au service de la sécurité alimentaire. Nature et Faune. Vol. 13 (1) : 17-19.
- IEMMA A. F. & CLAUSTRIAUX J. J. 1999. Etude des hypothèses de l'analyse de la variance à deux critères de classification : approche et exemple. Notes de statistique et d'Informatique, Gembloux, Belgique, 36 p.
- ITNAL C. J., DIXIT L. A. & PATIL S. V. 1995. Performance of tree species and their influence on physico-chemical properties of soil. J. Agric. Sci., 28-33.
- KERKOF P. 1991. Agroforesterie en Afrique. L'harmattan, Paris, 251 p.
- KOTSCHI J. 1991. Pratiques d'agriculture écologique pour les petites exploitations tropicales. Margraf, Weikersheim, 207 p.
- OLA-ADAMS B. A. 1975. Estimation of biomass and productivity of some natural forest and plantations in Nigeria. Research paper, forest series, Ibadan, Nigeria.
- SINGH R. P., ONG C. K. & SAHARAN N. 1989. Above and below ground interactions in alley-cropping in semi-arid India. Agroforestry Systems 9 : 259-274.
- YOUNG A. 1995. L'agroforesterie pour la conservation du sol. CTA, Wageningen, Pays-Bas, 194 p.
- ZAKRA N., DOMENACH A. M. & SANGARA A. 1996. Positive result of coconut/acacia intercropping for nitrogen, potassium and magnesium restoration. Plantation-Recherche-Developpement, 3 (1) : 39-48.