

BURKINA FASO  
Unité- progrès- justice

MINISTÈRE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE SUPÉRIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
(M.E.S.S.R.S.)

UNIVERSITÉ POLYTECHNIQUE DE  
BOBO DIOULASSO  
(U.P.B.)

CENTRE NATIONAL DE RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE  
(C.N.R.S.T)

INSTITUT DU DÉVELOPPEMENT RURAL  
(I.D.R.)

INSTITUT DE L'ENVIRONNEMENT ET  
DE RECHERCHES AGRICOLES  
(I.N.E.R.A)

DÉPARTEMENT D'AGRONOMIE

DÉPARTEMENT DES PRODUCTIONS  
FORESTIÈRES  
(D.P.F)

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

### THEME :

**ETUDE DES EFFETS DE LA TAILLE DU HOUPPIER DES  
ARBRES SUR LA DYNAMIQUE DE L'EAU DU SOL ET LA  
PRODUCTION DES CULTURES ASSOCIEES DANS UN  
PARC AGROFORESTIER A SAPONE.**

Directeur de mémoire : Dr OUEDRAOGO Dramane  
Maître de stage : Dr BAYALA Jules

*Juillet 2005*

**KABORE Silamane**

## DEDICACES

*Je dédie ce mémoire*

*A*

- ➔ *Mes Parents décédés en 1998 au moment où je me lançais dans la difficile et passionnante vie étudiante.*
- ➔ *mes frères Jean-baptiste, Simon, Benjamin et Carine, Daniel, Etienne, Paul, Marc, Inoussa,*
- ➔ *mes sœurs.*
- ➔ *Tous les amis(es) qui me sont chers (es)*

# TABLE DES MATIERES

<b>REMERCIEMENTS</b> .....	I
<b>LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS</b> .....	III
<b>LISTE DES FIGURES</b> .....	IV
<b>LISTE DES TABLEAUX</b> .....	V
<b>LISTE DES CARTES ET PHOTOS</b> .....	VI
<b>RESUME</b> .....	VII
<b>ABSTRACT</b> .....	VIII
<b>CHAPITRE I : INTRODUCTION GENERALE</b> .....	1
<b>CHAPITRE II : REVUE DE LA LITTERATURE</b> .....	4
2.1. Les définitions du concept de <u>parc agroforestier</u> .....	4
2.2. Les interactions arbres/cultures et les conséquences sur la <u>production des cultures</u> .....	5
2.3. La taille dans la gestion des <u>parcs agroforestiers</u> .....	6
2.4. L'eau du sol et sa dynamique.....	7
2.4.1- L'eau du sol.....	7
2.4.2- L'évaporation de l'eau du sol.....	8
2.4.3. La transpiration des arbres.....	9
2.4.3. Les adventices des cultures.....	10
2.5. Description du matériel végétal étudié.....	11
2.5.1 Le karité ( <i>Vitellaria paradoxa</i> Gaerthn. C. F.).....	11
2.5.1.1. Caractéristiques morphologiques.....	11
2.5.1.2. Distribution géographique.....	12
2.5.1.3. La production.....	12
2.5.1.4- Importance socio-économique.....	13
2.5.2. Le Néré ( <i>Parkia biglobosa</i> (Jacq.) Benth.).....	13
2.5.2.1. Caractéristiques morphologiques.....	13
2.5.2.2. Distribution géographique.....	14
2.5.2.3. La production.....	14
2.5.2.4. Importance socio économique.....	15
2.5.3. Le Sorgho ( <i>Sorghum bicolor</i> ).....	15
2.5.3.1. Caractéristiques morphologiques.....	15
2.5.3.2. Origine et dispersion du sorgho.....	16
2.5.3.3. Ecologie du sorgho.....	16
2.5.3.4. Les rendements.....	17
2.5.3.5. Les ennemis du sorgho.....	17

<b><u>CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES</u></b> .....	<b>18</b>
3.1 <u>Le site d'étude</u> .....	18
3.2 <u>Le dispositif expérimental</u> .....	21
3.3 <u>La collecte des données</u> .....	24
3.3.1. <u>L'humidité du sol</u> .....	24
3.3.2. <u>La transpiration des arbres</u> .....	25
3.3.3. <u>La phénologie et la production du Sorgho</u> .....	27
3.3.3.1. <u>Le suivi phénologique</u> .....	27
3.3.3.2 <u>La production du sorgho</u> .....	28
3.3.4. <u>Le développement des adventices</u> .....	28
3.4. <u>L'analyse des données</u> .....	29
<b><u>CHAPITRE IV : RESULTATS</u></b> .....	<b>30</b>
4.1. <u>La phénologie du sorgho</u> .....	30
4.1.1. <u>Développement du sorgho sous le karité</u> .....	30
4.1.2. <u>Développement du sorgho sous le néré</u> .....	33
4.1.3. <u>Les périodes de gonflement et d'épiaison du sorgho sous karité et sous néré</u> .....	36
4.2. <u>La production du sorgho</u> .....	37
4.2.2. <u>Rendements grain et matière sèche du sorgho sous le karité</u> .....	38
4.2.3. <u>Rendements grain et matière sèche du sorgho sous le néré</u> .....	39
4.4. <u>L'humidité du sol et sa relation avec la production du sorgho</u> .....	42
4.5. <u>La transpiration des arbres et sa relation avec la production du sorgho</u> .....	45
4.6. <u>Le développement des adventices</u> .....	47
<b><u>CHAPITRE V : DISCUSSION</u></b> .....	<b>51</b>
5.1. <u>La phénologie du sorgho</u> .....	51
5.2. <u>La production du sorgho</u> .....	53
5.3. <u>L'humidité du sol et sa relation avec la production du sorgho</u> .....	55
5.4. <u>La transpiration des arbres et son influence sur la production du sorgho</u> .....	57
5.5. <u>Le développement des adventices</u> .....	58
<b><u>CHAPITRE VI: CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES</u></b> .....	<b>61</b>
<b><u>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</u></b> .....	<b>64</b>

## REMERCIEMENTS

Ce mémoire est le fruit de 10 mois de stage effectué dans le Département Productions Forestières (D.P.F.) de l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (IN.E.R.A). Nos remerciements vont à l'endroit des personnes qui nous ont apporté leur aide multiforme au cours de la réalisation pratique du stage et lors de la rédaction de ce document :

- au Docteur Jules BAYALA, notre maître de stage qui a non seulement proposé le thème mais nous assisté techniquement et financièrement et dont l'ardeur au travail et la constante disponibilité nous ont particulièrement encouragé;
- au Docteur Dramane OUEDRAOGO, notre directeur du mémoire qui a accepté nous accompagner dans la réalisation de ce mémoire malgré ses charges d'enseignants à l'I.D.R. et pour ses encouragements;
- à tous les Enseignants de l'I.D.R. notamment ceux du département d'Agronomie pour la formation reçue;
- au chef de Programme Amélioration des Productions Forestières, Fauniques et Halieutiques, Dr François PALLO ; et au chef de Département de Productions Forestières (D.P.F.), Dr Jean Marie OUADBA pour nous avoir accepté au sein de son département ;
- au Pr Hamidou BOLY directeur de l'IN.E.R.A. et au Pr Basile GISSOU, Directeur Général du C.N.R.S.T;
- à tout le personnel du D.P.F. avec qui j'ai partagé les premiers moments d'une vie professionnelle en particulier Abdoul Karim OUEDRAOGO, Hendi Herman YONLY, Marc K. YAMEOGO, pour leur soutien multiforme lors de la phase pratique de ce stage;
- à mes collègues et Frédéric SOME, Hassane SIDIBE, Bazoma BAYILI, Brigitte ILBOUDO, Olivier BADO, Alexis SOMPOUGDOU, Paulin BAZIE qui m'ont beaucoup aidé pendant la phase de récolte des données.

De même je n'oublie pas tous mes collègues de l'I.D.R. avec qui j'ai partagé la vie estudiantine en particulier : Schémaeza BONZI, Jeanne d'Arc Pane COULIBALY, Arba BANDE, Honoré TANKOANO puis Ernest SALOU, Louis R. ROUAMBA (Biochimie 4<sup>ème</sup> Année, UFR/SVT à l'Université de Ouagadougou) ;

- aux différents producteurs du site d'expérimentation en particulier Monsieur Archile BELEM, à tous les amis à Saponé avec qui j'ai partagé mon séjour en milieu rural et au chef de Poste Forestier de Saponé, en l'occurrence Monsieur Noël BONKOUNGOU;

- à mes grands-frères Kalsibiri KABORE, Etienne KABORE à Ouagadougou pour leur soutien multiforme et leur assistance constante durant mon cursus universitaire ;

- enfin à Monsieur Marcel KAMBOU et à sa famille à Bobo Dioulasso pour leur marque de sympathie manifestée à mon égard.

Que tous trouvent ici le fruit de leur aide et ma sincère gratitude.

## LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

**BU.NA.SOLS:** Bureau National des Sols

**D.P.F.:** Département des Productions Forestières

**C.I.L.S.S.:** Comité Inter- Etat de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel

**C.N.R.S.T.:** Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique

**G.E.A. :** Groupe d'Etude sur l'Arbre

**G.M.T.:** Greenwich Mean Time

**IN.E.R.A.:** Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles

**I.C.R.A.F.:** World Agroforestry Center (ex. International Council for Research in Agroforestry).

**J.A.S.:** Jour Après Semis

**Z.A.T. :** Zone d'Animation Technique

## LISTE DES FIGURES

<u>Figure 1: Pluviométrie décadaire de Saponé au cours de la saison 2004 (source: Z.A.T. de Saponé) .....</u>	<u>20</u>
<u>Figure 2: Plan du dispositif expérimental d'étude sous un arbre dans un parc agroforestier à Saponé, Burkina Faso .....</u>	<u>22</u>
<u>Figure 3: Hauteur (cm) (a), nombre de feuilles (b) et nombre de talles (c) du sorgho sous karité (<i>Vitellaria paradoxa</i>) en fonction de l'intensité de taille dans un parc agroforestier à Saponé, Burkina Faso. ....</u>	<u>31</u>
<u>Figure 4: Hauteur (cm) (a), nombre de feuilles (b) et nombre de talles (c) du sorgho sous karité (<i>Vitellaria paradoxa</i>) en fonction de la distance au tronc dans un parc agroforestier à Saponé, Burkina Faso .....</u>	<u>32</u>
<u>Figure 5: Hauteur (a), nombre de feuilles (b) et nombre de talles (c) du sorgho sous néré (<i>Parkia biglobosa</i>) en fonction de l'intensité de taille dans un parc agroforestier à Saponé, Burkina Faso. ....</u>	<u>34</u>
<u>Figure 6: Hauteur (a), nombre de feuilles (b) et nombre de talles (c) du sorgho sous néré (<i>Parkia biglobosa</i>) en fonction de la distance au tronc dans un parc agroforestier à Saponé, Burkina Faso .....</u>	<u>35</u>
<u>Figure 7: Rendements grain et matière sèche du sorgho en fonction de l'espèce dans un parc agroforestier à Saponé, Burkina Faso' (kg ha<sup>-1</sup> ±SE) .....</u>	<u>37</u>
<u>Figure 8 : Rendements grain et matière sèche du sorgho sous karité (<i>Vitellaria paradoxa</i>) en fonction de l'intensité de taille dans un parc agroforestier à Saponé, Burkina Faso (kg ha<sup>-1</sup>±SE) .....</u>	<u>38</u>
<u>Figure 9 : Rendements grain et matière sèche du sorgho sous karités (<i>Vitellaria paradoxa</i>) en fonction de la distance au tronc de l'arbre dans un parc agroforestier à Saponé, Burkina Faso (kg ha<sup>-1</sup>±SE). ....</u>	<u>39</u>
<u>Figure 10 : Rendements grain et matière sèche du sorgho sous néré (<i>Parkia biglobosa</i>) en fonction de l'intensité de taille dans un parc agroforestier à Saponé, Burkina Faso (kg ha<sup>-1</sup> SE). ....</u>	<u>40</u>
<u>Figure 11 : Rendements grain et matière sèche du sorgho sous néré (<i>Parkia biglobosa</i>) en fonction de l'intensité de taille et de la distance au tronc de l'arbre dans un parc agroforestier à Saponé, Burkina Faso (kg ha<sup>-1</sup> SE). ....</u>	<u>41</u>
<u>Figure 12. Teneur en eau du sol (%) en fonction de l'intensité de taille et de la profondeur de mesure sous karité (<i>Vitellaria paradoxa</i>) dans un parc agroforestier à Saponé, Burkina Faso .....</u>	<u>43</u>
<u>Figure 13. Teneur en eau du sol (%) en fonction de l'intensité de taille et de la profondeur de mesure sous néré (<i>Parkia biglobosa</i>) dans un parc agroforestier à Saponé, Burkina Faso .....</u>	<u>44</u>
<u>Figure 14 : Transpiration du karité (<i>Vitellaria paradoxa</i>) et du néré (<i>Parkia biglobosa</i>) en fonction de l'intensité de taille dans un parc agroforestier à Saponé, Burkina Faso (L±S.E.h<sup>-1</sup>) .....</u>	<u>46</u>



## LISTE DES TABLEAUX

<u>Tableau I : Propriétés chimiques du sol en fonction de la distance au tronc et de la profondeur sous karité (<i>Vitellaria paradoxa</i>) et néré (<i>Parkia biglobosa</i>) dans un parc agroforestier à Saponé, Burkina Faso. ....</u>	<u>23</u>
<u>Tableau II: Dates de gonflement et d'épiaison des sorghos en fonction de l'intensité de taille dans un parc agroforestier à Saponé, Burkina Faso.....</u>	<u>36</u>
<u>Tableau III A : Liste des adventices recensés sous karité (<i>Vitellaria paradoxa</i>) en fonction de l'intensité de taille dans un parc agroforestier à Saponé, Burkina Faso.....</u>	<u>48</u>
<u>Tableau III B : Liste des adventices recensés sous néré (<i>Parkia biglobosa</i>) en fonction de l'intensité de taille dans un parc agroforestier à Saponé, Burkina Faso.....</u>	<u>49</u>
<u>Tableau IV : Bionasse sèche des adventices sous karités et nérés en fonction de la distance au tronc et de l'intensité de taille dans un parc agroforestier à Saponé, Burkina Faso. ....</u>	<u>50</u>

**LISTE DES CARTES ET PHOTOS**

<b>Carte</b>	<b>Page</b>
Carte 1 de la Province du Bazéga et localisation de la zone-----	19

<b>Photos</b>	<b>Page</b>
Photo 1: Tubes d'accès du Diviner 2000 à Saponé-----	26
Photo 2: Séance de mesure avec le Diviner 2000 à Saponé Burkina Faso-----	26
Photos 3 et 4 : Instruments de mesure de la transpiration des arbres à Saponé--	28

## RESUME

Afin de mettre au point des pratiques appropriées de gestion des parcs agroforestiers dans les régions semi- arides de l'Afrique de l'ouest par la réduction de la compétition hydrique entre les arbres et les cultures, la taille du houppier a été appliquée à des karités (*Vitellaria paradoxa* Gaerthn. F.C.) et nérés (*Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth.) dans le village de Bonogo sur le plateau central du Burkina Faso. Ainsi, six arbres de chacune des deux espèces étudiées ont été choisis dans les champs des producteurs et trois pieds avaient été taillés en Mai 2003. Sous chaque arbre, cinq zones d'influence du houppier ont été délimitées en fonction de la distance au tronc puis semées en sorgho (*Sorghum bicolor*). L'humidité du sol, la transpiration des arbres, la performance du sorgho et le développement des adventices ont été les paramètres suivis. Les résultats obtenus indiquent une réduction significative de la transpiration des arbres des deux espèces du fait de la taille de leur houppier. De plus, la transpiration horaire du néré est apparue plus élevée que celle du karité. Les plants de sorgho des zones d'influence des nérés taillés ont présentés la meilleure performance en comparaison avec ceux des arbres non taillés à cause de la diminution de la compétition (entre autres hydrique). En revanche la taille du houppier du karité n'a pas induit des différences significatives de développement et de production des sorghos de sa zone d'influence. Les rendements grain et matière sèche des sorghos des zones sous couvert des arbres étaient plus élevées que dans le plein champ à l'exception des nérés non taillés. La tendance a été à l'augmentation de l'humidité du sol avec la profondeur jusqu'aux horizons 70-80 cm et 50-60 cm respectivement sous le karité et le néré puis une diminution au fur et à mesure qu'on évoluait vers l'arrêt des pluies. Le taux d'humidité du sol a augmenté également sous les karités taillés pendant que sous les nérés taillés, ce taux a diminué du fait d'un meilleur développement des sorghos accroissant leur consommation en eau. Le suivi des adventices a montré une densité plus élevée sous les arbres que dans les zones hors houppier. La taille du houppier du karité était associée à une augmentation de la densité des adventices tandis qu'aucune différence significative n'a pu être notée sous le néré pour la présence des adventices en fonction de l'intensité de taille. Cela est dû à l'avantage compétitif acquis par le sorgho après la suppression des effets dépressifs liés à la présence du houppier.

**Mots- clés :** Adventices, humidité du sol, *Parkia biglobosa*, rendement du sorgho, taille du houppier, transpiration, *Vitellaria paradoxa* \_\_\_\_\_

## ABSTRACT

With the aim to elaborate appropriate management practices for agroforestry parklands in West Africa semi-arid regions via the reduction of competition for water between trees and crops, crown pruning was applied to karités (*Vitellaria paradoxa* Gaerthn. F.C.) and nérés (*Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth.) in Bonogo village on the central plateau of Burkina Faso. Six trees of each of the two species studied were selected in farmer's fields and three individuals of each species were pruned in May 2003. Under each tree, five tree influence zones were laid out according to the distance from the trunk and sown with sorghum (*Sorghum bicolor*). Soil water content, tree transpiration, sorghum performance and the development of weeds were the parameters monitored. The results obtained indicate a significant reduction of tree transpiration due to crown pruning. Moreover, hourly transpiration of néré appeared to be higher than that of karité. Sorghum plants in the influence zones of pruned nérés displayed the best performance in comparison with unpruned trees due to the reduction of the competition (for water among others). In turn, crown pruning of karité did not induce significant differences in sorghum development. Grain and dry matter yields were higher under tree crowns compared with the open area except under unpruned nérés. An increasing trend with soil depth was observed for soil water up to 70-80 cm and 50-60 cm respectively under karité and néré as well as a decrease as we were going to the end of the rainy season. Soil water content also increased under pruned karités while under pruned nérés its content decreased due to better development of sorghum inducing an increase in its water uptake. The assessment of weeds showed higher density underneath trees compared to the zones outside the crown. Crown pruning of karité was associated with an increase of weed density whereas no significant difference was noted under néré for weeds according to pruning intensity. This is due to the competitive advantage acquired by sorghum after the removal of depressive effects linked to the presence of the crown.

**Keys-words :** Crown pruning, *Parkia biglobosa*, soil water content, sorghum yields, transpiration, *Vitellaria paradoxa*, Weeds

## CHAPITRE I : INTRODUCTION GENERALE

L'Afrique de l'ouest aride et semi aride connaît un problème croissant de dégradation des sols, limitant ainsi le développement des productions agro-sylvo-pastorales (Pontanier et *al.*, 1995). En effet, dans ces régions, les conditions climatiques très précaires, l'explosion démographique et l'état de pauvreté accrue des sols, aggravés par une agriculture sans restitutions minérales et /ou organiques suffisantes et un élevage extensif (Oldeman et *al.*, 1991) ne permettent plus un maintien de l'équilibre entre l'exploitation faite par l'homme des ressources naturelles et leur régénération dans le temps et dans l'espace (Van Der Poel and Kaya, 1992). Ces différents facteurs ont entraîné ainsi une disparition progressive de la végétation et une importante dégradation chimique et physique des terres cultivées.

En milieu paysan de l'Afrique de l'Ouest, les systèmes traditionnels d'utilisation des terres en agriculture pluviale les plus rencontrés sont les parcs agroforestiers (Bayala, 2002b). Selon Bonkougou et al. (1993), il s'agit d'un système d'utilisation des terres dans lequel les végétaux ligneux pérennes sont délibérément conservés en association avec les cultures et/ou à l'élevage dans un arrangement spatial dispersé où des interactions écologiques et /ou économiques doivent exister entre les différentes composantes du système. Ainsi, tout comme l'avait mentionné Compaoré (2002) ces systèmes, visent l'accroissement ou au moins le maintien de la fertilité et la productivité des sols par une technologie peu coûteuse et plus accessible. Cependant, l'insuffisance de gestion, l'absence de renouvellement des composantes, l'insuffisante valorisation des produits non agricoles et la connaissance imparfaite du fonctionnement et des cycles d'échanges que ses systèmes d'utilisation traditionnelle des terres mettent en oeuvre (Michel et Juan, 1994) constituent les principales limites de leur gestion.

Par ailleurs, les avantages de l'intégration des arbres aux cultures existent et ont été rapportés par plusieurs auteurs (Young, 1986 ; Maïga, 1987 ; Boffa, 1995 ; Bayala, 2002b). Ils concernent le bois, l'ombrage, les produits de cueillette, le rôle dans la

maintien de la fertilité des sols, la production de biomasse, les soins médicaux, le fourrage, etc. De plus, les connaissances scientifiques actuelles bien que récentes indiquent l'efficacité écologique et la rentabilité économique de ces systèmes de production par rapport aux monocultures en zones semi arides dans les conditions paysannes (Bagnoud, 1995).

Des résultats à l'issue des études menées sur les interactions arbres/cultures ou sur les relations eau- sol- plantes, il est ressorti que l'arbre est souvent à l'origine d'une faible production des cultures sous-jacentes (Maïga, 1987 ; Guinko, 1989 ; Kater et al., 1992 ; Kessler et al., 1992 ; Bayala, 2002b ; Yaméogo, 2004). L'ombrage du houppier des arbres est constamment évoqué pour justifier leur effet dépressif, particulièrement sur les céréales conduisant les paysans à réduire la densité des arbres afin d'augmenter les superficies des cultures. Egalement, l'humidité du sol est un critère important à considérer dans ces systèmes agroforestiers du fait du risque potentiel de compétition pour cette ressource selon les espèces et les saisons pluvieuses. En effet, la présence des arbres à proximité des cultures augmente le nombre de facteurs et les interactions pouvant influencer la nutrition minérale des plantes cultivées. Cette présence complexifie les relations entre fertilité du sol, rendement et contenu minéral des cultures (Samba, 1997).

Dans un contexte de pression grandissante sur les ressources naturelles, le système parc sub-saharien révèle son dysfonctionnement par la dégradation du couvert végétal naturel et des sols ainsi que par les baisses de la productivité de ses différentes composantes. Pour remédier à cette tendance, il y a lieu de développer une stratégie de gestion des parcs agroforestiers permettant de favoriser les interactions positives et de minimiser les interactions négatives entre les différentes composantes.

La présente étude intitulée « **Effet de la taille du houppier des arbres sur la dynamique de l'eau du sol et la production des cultures dans un parc agroforestier à Saponé** » est une contribution à une meilleure compréhension des interactions écologiques entre arbres et cultures associés. Cela permettra de gérer de façon optimale les relations eau-sol-plante pour tirer de ce complexe écologique des ressources

alimentaires suffisantes tout en préservant et même en restaurant l'équilibre de l'écosystème. De telles études doivent s'inscrire dans le long terme afin de prendre en compte la variabilité des conditions écologiques et socio-économiques. Ce besoin justifie la poursuite du suivi de la présente étude commencé en 2003 afin de consolider les résultats acquis en prenant en compte la variabilité des facteurs ci-dessus mentionnés.

L'objectif général est d'évaluer l'effet de la taille du houppier sur les teneurs en eau du sol et leurs impacts sur les performances du sorgho (*Sorghum bicolor*) associé au karité (*Vitellaria paradoxa* Gaerth. G. F.) et au néré (*Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth.).

Les objectifs spécifiques sont:

1. Evaluer les effets de la taille du houppier sur la compétition pour l'eau entre les arbres et les cultures associées.
2. Evaluer les effets de la taille du houppier sur la phénologie et la production du sorgho associé au karité et au néré.
3. Evaluer les effets de la taille du houppier sur le développement des adventices.

Pour chaque objectif spécifique, une hypothèse a été formulée pour être vérifié :

1. La taille du houppier réduit la compétition hydrique du fait de la diminution de la consommation en eau des karités et des nérés.
2. La production du sorgho est améliorée sous les karités et les nérés taillés du fait de la réduction des besoins hydriques (voire minéraux) des arbres.
3. Les adventices sont plus abondants sous les arbres non taillés du fait de la plus grande humidité du sol sous les arbres.

Le présent mémoire s'articule autour de 7 chapitres. Les chapitres 1 et 2 concernent l'introduction générale et la synthèse bibliographique. Ensuite, le chapitre 3 porte sur les espèces étudiées et le chapitre 4 sur les matériels et méthodes utilisés. Les résultats et la discussion constituent les chapitres 5 et 6 respectivement. Enfin en chapitre 7, une conclusion générale et des perspectives mettent fin au mémoire.

## CHAPITRE : REVUE DE LA LITTÉRATURE

### 2.1. Les définitions du concept de parc agroforestier

La définition du concept de parc agroforestier n'est pas statique mais évolue au fur et à mesure que la lumière est faite sur les phénomènes interactifs entre les différentes composantes du système.

Ainsi, Raison (1988) considérait le parc agroforestier comme le résultat d'un processus d'évolution au cours duquel se réalise l'association, à l'intérieur de l'espace exploité régulièrement, d'éléments naturels (les arbres et arbustes conservés, entretenus et améliorés en raison de leur utilité) et de plantes cultivées. Les parcs arborés résultent de ce point de vue d'une sélection continue, opérée par les populations rurales sur les espèces locales dont les fonctions sont connues.

Selon, Bonkougou et *al.* (1993), le parc agroforestier est un système d'utilisation des terres dans lequel les végétaux ligneux pérennes sont délibérément conservés en association avec les cultures et/ou à l'élevage dans un arrangement spatial dispersé. Des interactions écologiques et /ou économiques doivent exister entre les différentes composantes du système. Cette présence des arbres et des cultures est soit une juxtaposition dans l'espace (cultures associées), soit une succession dans l'espace (assolement) dont la finalité est en général l'amélioration du rendement global à l'unité de surface et assurer la durabilité du système (Young, 1994).

Les parcs sont classés suivant leur origine (parcs sélectionnés ou parcs construits) et suivant l'espèce dominante qui donne généralement son nom au parc (parc à karité, parc à néré, parc à *Faidherbia albida*...). Dans la pratique, les parcs renferment le plus souvent de nombreuses autres espèces en plus de l'espèce dominante suivant la végétation originelle, le niveau de dégradation de la végétation et les besoins des populations locales (Bayala et Lamien, 1995 ; 1997).

---



## 2.2. Les interactions arbres/cultures et les conséquences sur la production des cultures

En agroforesterie, l'interface arbre-culture est l'unité de base qui fait référence à la zone dans laquelle une forme quelconque d'interférence existe entre la composante arbres et les cultures (Huxley, 1993). L'association arbres-cultures engendre des interactions dont la nature dépend des espèces en présence, des pratiques en vigueur dans le système ainsi que des conditions micro environnementales et des ressources disponibles pour les végétaux. Etant donné la variabilité des conditions écologiques suivant les saisons, les effets des arbres sur les cultures peuvent être soit bénéfiques du fait du recyclage des éléments minéraux, l'amélioration de la fertilité du sol (cas de la fixation en  $N_2$  et dépôts), l'amélioration du microclimat, soit nocifs à cause de la compétition pour les ressources généralement limitées, la production de toxines, la réduction de l'énergie solaire (Ong, 1996, Bayala, 2002b). La prolifération des maladies fongiques est aussi considérée comme un effet négatif de l'association arbre/culture du fait de la relation éventuelle entre elles et l'humidité de l'air et du sol (Kater et *al.*, 1992).

Les rendements des cultures associées peuvent être alors faibles dans les zones sous influence de l'arbre (Maïga, 1987 ; Kater et *al.*, 1992 ; Kessler et *al.*, 1992 ; Boffa, 1995 ; Bayala, 2002b) ou améliorés par la présence des arbres (Young, 1986 ; Sibiiti and Cobbina, 1992 ; Compaoré, 2002 ; Yaméogo, 2004). L'influence de l'arbre varie suivant le type de culture et la densité arborée de la parcelle.

Toutefois, dans le cas d'une baisse de production des cultures, le bilan économique net peut encore être positif indiquant un avantage du système par rapport aux monocultures céréalières car la valeur de fruits permet de compenser les pertes en céréales (Bagnoud, 1995). Les arbres contribuent aussi à maintenir les sols et leur productivité dans le long terme (Michel et Juan, 1994) à travers la lutte contre la perte d'eau par ruissellement et évaporation, les pertes de terres par le vent et le ruissellement ainsi que l'amélioration des propriétés physiques et chimiques des sols (Samba, 1997 ; Bayala, 2002b ; Bayala et *al.*, 2005).

---

### 2.3. La taille dans la gestion des parcs agroforestiers

La taille du houppier des arbres dans les parcs agroforestiers est une technique de gestion des composantes ligneuses. En effet, la taille permet non seulement d'améliorer l'état sanitaire des arbres des parcs (Boussim et *al.*, 2004) mais également la croissance végétative et la production des cultures tout en permettant la possibilité de maintenir une densité élevée d'arbres dans les espaces cultivés (Kessler et Breman, 1991; Boffa et *al.*, 1994 ; Bayala, 2002b).

Au Burkina Faso, la taille est une pratique connue des populations qui y font recours pour diverses raisons. Ce sont essentiellement selon Kessler et Boni (1991), Bayala et Lamien (1995) la suppression des branches mortes, la taille sanitaire, le rajeunissement des arbres, la diminution de l'effet de l'ombrage sur les cultures annuelles, l'utilisation et l'exploitation comme fourrages ou bois de feu et ou de construction, l'accroissement de la production fruitière ou fourragère.

Au delà de ces aspects pratiques, la taille a des impacts tant sur le fonctionnement hydrique de l'arbre que sur le fonctionnement de l'association arbre/culture. Concernant l'arbre, la taille tout en réduisant la surface d'interception des rayons solaires et en modifiant le profil du vent dans la couronne du fait de la réduction du volume du houppier peut induire une baisse de la consommation en eau de l'arbre. (Bayala, 2002b). En effet, Ong et al. (1990) ont montré que la transpiration de *Acacia leobbeck* était déterminée dans une large mesure par le rayonnement solaire total et par l'importance du couvert de l'arbre.

Des études antérieures menées sur les interactions arbres/ cultures en zones semi-arides, il est ressorti trois effets majeures de la taille du houppier des arbres sur les cultures associées:

- la taille confère à l'arbre une structure qui permet un accès des cultures à la lumière particulièrement importante pour les céréales cultivées qui sont très sensibles à l'ombrage (Kessler et *al.*, 1992 ; Samba, 1997 ; Bayala, 2002b);

- la taille modifie la distribution des racines fines des arbres dont la densité est réduite dans les horizons superficiels (Bayala et *al.*, 2004). Les cultures qui développent très souvent un système racinaire superficiel bénéficient de l'amélioration de la fertilité du sol et du microclimat au dessus du sol (Monteith, 1989);

- à l'inverse, la taille peut être à l'origine d'une augmentation de la température du sol dont la conséquence directe est la réduction de l'eau des horizons superficiels (Lehmann et al., 1998). Cette augmentation de la température durant la saison de culture peut conduire à un retard dans la mise en place des cultures à cause des irrégularités pluviométriques constatées pendant ces périodes. Par ailleurs, l'élévation de la température du sol réduit les quantités de carbone utilisées pour la croissance racinaire du fait d'une plus grande transpiration (Landsbreg et Gower, 1997).

Toutefois, la taille est une option qui permettrait de manipuler indirectement le système racinaire afin de maximiser les bénéfices et minimiser la compétition hydrique et minérale grâce à une séparation de la zone d'exploration racinaire de l'arbre de celle des cultures selon Bayala (2002b). Cette attente est basée sur le fait que la croissance racinaire des végétaux dépend des conditions climatiques (humidité, température) du sol en plus des autres conditions intrinsèques (texture, structure) et anthropiques (travail du sol) au sol.

## **2.4. L'eau du sol et sa dynamique**

### **2.4.1-L'eau du sol**

L'eau du sol se caractérise par sa teneur ou humidité du sol qui correspond à la quantité d'eau d'un volume de sol et son potentiel qui correspond à l'énergie qu'il faudrait fournir par unité de masse d'eau pour la faire passer de l'état lié à l'état libre. Dans le sol, le potentiel global résultant du potentiel gravitationnel et matriciel est rarement uniforme et des mouvements d'eau s'instaurent de façon permanente. L'eau circulant toujours des potentiels élevés vers les potentiels les plus négatifs (Rasendra, 1997).

---

Le mouvement réel en un lieu donné dépend donc du rapport entre le potentiel gravitationnel et le potentiel matriciel, et de l'organisation du sol en plus des autres gradients résultants de situations particulières (gradients osmotiques et thermiques). L'eau utile pour une plante donnée correspond au gradient d'humidité qui, pour un volume de sol donné, équivaut approximativement à la quantité d'eau restant dans le sol à sa capacité au champ moins celle fixée par la force de rétention du point de flétrissement (Riou, 1990).

En milieux tropicaux et surtout sous les régimes pluviométriques à saisons contrastées, les valeurs de teneurs en eau et de forces de rétention, propres à chaque type de sol déterminent la nature et le comportement du couvert végétal. Pour les sols cultivés, les mouvements de l'eau du sol traduisent une combinaison très complexe et très mouvante entre les nombreux éléments déjà évoqués (quantité d'eau présente, caractéristiques de la solution du sol (température, salinité ...), organisation du sol et du versant (horizons, discontinuités, structures, structures et porosités...) ainsi que les types de végétation et les états saisonniers (Riou, 1990).

La dynamique de l'eau du sol est de plus considérablement marquée par la présence des racines qui prélèvent l'eau dans le sol selon les besoins de la plante. La répartition et la densité des racines influencent ainsi les possibilités d'alimentation des végétaux et conditionnent leur développement (Daudet, 1976; Leméc, 1978; Bayala, 2002b).

#### **2. 4.2- L'évaporation de l'eau du sol**

L'évaporation est l'un des principaux phénomènes du cycle de l'eau dans les milieux arides ou semi-arides et à la base du phénomène de remontée capillaire, l'eau du sol passant à l'état de vapeur à la surface du sol et dans les pores des horizons supérieurs, entretenant ainsi une succion capillaire importante (Daudet, 1976). L'évaporation de l'eau du sol cultivé est liée à la force de rétention de l'eau en relation avec le taux de couverture du sol (phénomène de mulch naturel) et le travail du sol (Baldy, 1993; Ouattara et *al.*, 2004).

Même si l'évaporation de l'eau du sol diminue fortement pendant la saison pluvieuse, elle peut néanmoins être à l'origine d'un dessèchement presque total sur une épaisseur importante du sol pendant les périodes sèches affectant ainsi l'alimentation hydrique de la couverture végétale herbacée qui développe leur système racinaire dans les horizons superficiels. Mais un développement végétatif satisfaisant de la culture protège le sol contre les rayons solaires et crée un microclimat à faible pouvoir évaporant. Les pertes par évaporation sont d'ailleurs plus faibles sous une végétation bien fournie protégeant le sol que sous une végétation clairsemée (Charreau, 1961).

### **2. 4. 3. La transpiration des arbres**

La transpiration est définie par le transfère de l'eau hors des cellules foliaires. Elle s'accompagne d'une vaporisation et la diffusion de vapeur se fait à travers les stomates, cette diffusion dépend étroitement de l'ouverture des stomates. Notons que la transpiration réelle dépend de l'absorption de l'eau du sol par les racines des plantes.

Ainsi, pour Cruiziat (1995), la transpiration foliaire n'est autre qu'une évaporation au sens physique ayant lieu à partir d'une surface biologique. Elle est caractérisée par les mouvements de la sève brute. La force motrice de mouvement de la sève brute qui est extérieure au végétal est constituée par l'énergie en provenance du soleil qui arrive sur les feuilles. C'est cette énergie qui entretient les gradients de potentiels hydriques lesquels sont à l'origine du transfère d'eau en phase liquide du sol aux feuilles (car l'eau circule d'un potentiel plus élevé à un potentiel plus bas).

L'eau ne peut être prélevée dans le sol par les racines que si leur force de succion est supérieure à celle du sol (Anon., 2002). Ainsi, tout comme au niveau de la strate herbacée, la répartition et la densité des racines des arbres jouent un rôle capital par l'accessibilité aux réserves en eau du sol. Dans le cas d'un sol couvert de végétation l'absorption par les racines provoque un assèchement plus ou moins rapide dans toute la zone colonisée par celles-ci selon la nature du peuplement (Rasendra, 1997 ; Yaméogo, 2004).

### 2. 4. 3. Les adventices des cultures

Les adventices ou mauvaises herbes représentent l'une des contraintes biologiques qui affectent la production agricole alimentaire mondiale et plus particulièrement celle des pays en développement (Le Bourgeois et *al.*, 1995).

Ainsi, la compétition avec la culture à l'égard de l'eau, des éléments minéraux, de la lumière et de l'espace de développement (Barralis, 1977 ; Koch et *al.*, 1982) est à l'origine de ces baisses de productions. Il faut noter que cette compétition est particulièrement marquée en début de culture car aux premiers stades de développement, les mauvaises herbes croissent plus vite que la plante cultivée. Par ailleurs, les adventices peuvent servir d'hôtes secondaires pour différents ravageurs, insectes ou maladies (Le Bourgeois et *al.*, 1995) ou induire des phénomènes d'alopathie dans les parcelles cultivées même s'ils sont rarement différenciés des phénomènes de compétition car au champ, il est pratiquement impossible de dissocier les deux mécanismes (Puttman et Weston, 1986).

Les facteurs écologiques naturelles d'ordre climatiques (humidité, chaleur) et pédologiques agissent sur la différenciation de la flore adventice. Le sol intervient selon Breeman & Stroosnijder, (1982) par ses propriétés texturales et chimiques dans la disponibilité en eau et contribue à l'expression du climat du sol. Akpo et *al.* (1993) ont noté une modification de la composition floristique de la flore d'adventices liée à la présence des arbres qui modifient les conditions micro climatiques et trophiques à leur voisinage.

Egalement, la flore adventice évolue fortement en fonction de l'âge des parcelles et cela se traduit par une disparition des espèces ne supportant pas le travail du sol au profit de celles qui s'adaptent aux conditions culturales. Ainsi, au bout de 4 à 5 ans de mise en culture, les Poaceae (*Digitaria horizontalis*, *Tridax procumbens*, *Commelina benghalensis*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Ipomea eriocarpa*, *Pennisetum pedicelatum* ) et les Cyperaceae deviennent plus abondantes sur les parcelles (Le Bourgeois et *al.*, 1995). Ils peuvent de ce fait compétir avec les cultures à l'égard des éléments nécessaires à la croissance (eau, éléments minéraux, lumière, espace de développement).

## 2.5. Description du matériel végétal étudié

### 2.5.1 Le karité (*Vitellaria paradoxa* Gaerthn. C. F.)

#### 2.5.1.1. Caractéristiques morphologiques

Le karité appartient à la famille des Sapotacées, au genre *Vitellaria* et à l'espèce *paradoxa*. C'est un arbre de 10-15 m de hauteur avec un tronc court et des branches puissantes recouvertes d'une écorce épaisse et grise profondément crévassée en plaques plus ou moins rectangulaires. Desmarest (1958) a distingué quatre ports différents chez le karité:

- la forme en boule caractérisée par un houppier compact aussi large que haut ;
- la forme en fuseau caractérisée par un houppier de contour régulier mais plus haut que large ;
- la forme en parasol caractérisée par la présence d'une ou deux branches charpentières horizontales;
- la forme en balai avec un houppier allongé portant toutes des feuilles vers le sommet et laissant la base du houppier dégarnie. Les branches sont généralement dichotomiques et l'aspect général est celui d'un triangle tourné vers le bas.

Le karité développe un puissant système racinaire composé d'un pivot très court n'excédant pas 90 cm de profondeur et des racines latérales traçantes pouvant atteindre 20 m de longueur (Bamba, 1985).

La floraison a lieu suivant les régions de décembre à mars sur des rameaux défeuillés pour la plupart. Le karité est défeuillé en saison sèche et porte des feuilles pendant la saison des pluies. Cinq mois après la floraison (juin à juillet), les fruits mûrs tombent au sol. Le fruit est une baie elliptique vert jaune où jaune de 5 à 8 cm de longueur et de 3 - 4 cm de largeur entouré d'un péricarpe très charnu, sucré, beurré et visqueux. **Il contient**

---

généralement une graine ovale arrondie bien rouge (noix de karité), longue de 2,5 à 4 cm et munie d'une coquille luisante (Von Maydell, 1983).

### **2.5.1.2. Distribution géographique**

Le karité est une espèce caractéristique de la zone soudanaise et il est présent dans une bande allant de la haute Gambie au haut Nil, du 16<sup>ème</sup> degré de longitude Ouest au 34<sup>ème</sup> degré de longitude Est. Son extension dans la zone guinéenne semble être limitée par le manque de luminosité. Il préfère la lumière et une situation dégagée, des sols sablo - argileux ou argileux siliceux bien dégagés et non asphyxiants, sous des précipitations annuelles de 500-1750 mm avec deux saisons bien distinctes : une saison humide et une longue période sèche.

Au Burkina Faso, le karité est présent sur tout l'ensemble du territoire à l'exception de la partie sahélienne du pays au nord du 14<sup>ème</sup> degré Nord (Niang, 1987).

### **2.5.1.3. La production**

La première récolte des fruits du karité se produit au bout de 15 ans et la pleine production est atteinte entre la 25<sup>ème</sup> et la 40<sup>ème</sup> année. Mais lorsqu'il bénéficie de protection et d'entretien, la fructification peut intervenir entre 17 et 20 ans et même en moins de 10 ans (Bayala, 2002b). Les données sur les rendements varient énormément. On compte 5-15 kg d'amandes non décortiquées par arbre et par an en moyenne avec un poids moyen du fruit de 26,4 g donnant 4,8 g d'amande sèche.

Plusieurs facteurs influenceraient la production du karité; il s'agit notamment de la fertilité du sol, la hauteur pluviométrique de l'année précédant la floraison, les feux de brousse ou allumés lors de la préparation des champs, les vents violents, les parasites phanérogames de la famille des Loranthacées.

En général, les arbres en forme de boule avec un feuillage dense sont de bons producteurs et représenteraient environ 50% des bons producteurs, tandis que la forme en balai serait étroitement liée à un caractère de mauvaise production (Sallé et *al.*, 1991).



### 2.5.1.4- Importance socio-économique

Le fruit du karité est le principal produit utilisé par les populations locales. Les fruits contiennent d'une part une pulpe sucrée très comestible fortement appréciée. Il constitue généralement un aliment de soudure pour les populations en période de disette selon Tiquet (1985). De plus, la noix, entourée d'une coque mince, contient une amande blanchâtre qui recèle une matière grasse, équivalente à 50% de son poids, nommé beurre de Karité. Ce beurre est beaucoup utilisé pour la fabrication du savon, des produits cosmétiques, ou pour faire la cuisine (Bonkougou, 1987b).

Force est de constater l'intérêt économique de plus en plus croissant que suscite le karité à travers le fruit depuis les marchés locaux jusqu'aux marchés internationaux. Selon Bayala (2002a), l'essentiel des transactions économiques sont limitées aux marchés locaux et cela est en partie dû au faible niveau de transformation. Le prix du kilogramme d'amandes variait entre 25 et 117 FCFA et celui du beurre variait entre 172 et 540 FCFA au Burkina Faso (Lamien et al., 1996). Les femmes constituent les principales actrices de la filière. En effet, de juillet à décembre, toute l'activité de la femme est en générale dévolue à la collecte en brousse et à la vente des noix au marché. Quant à la commercialisation à l'extérieur du continent africain, elle concerne les deux types de produits sus mentionnés (amandes et beurre). Plusieurs sociétés importatrices dans le monde (Grande Bretagne, Danemark, Japon, Suède et France etc.) procèdent à l'extraction et la distribution du beurre pour les manufacturiers de produits pharmaceutiques, cosmétiques, et de la pâtisserie.

## 2.5.2. Le Néré (*Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth.)

### 2.5.2.1. Caractéristiques morphologiques

De la famille des Mimosacées, du genre *Parkia* et de l'espèce *biglobosa*, le néré est un grand arbre de 15 à 20 m de hauteur avec une large cime étalée en parasol et une écorce écailleuse à tranche rouille. La floraison et la maturité des fruits ont lieu en saison sèche. Les fleurs rouges sont reconnues assez facilement grâce à leur forme en boule suspendue à

de longs pédoncules. Les fruits sont de longues gousses, légèrement arquées, suspendues en grappe aux réceptacles des fleurs en forme de massue. Ces gousses en maturité contiennent de nombreuses graines aplaties, enrobées de pulpe jaune riche en saccharose (Von Maydell, 1983).

### **2.5.2.2. Distribution géographique**

Les peuplements de néré se situent presque entièrement dans une bande de 5° Nord et 15° Nord, s'étendant en longitude depuis la côte atlantique en Afrique de l'ouest jusqu'en Ouganda en Afrique de l'est. Contrairement au karité qui est confiné à l'intérieur du continent et ne s'étend nulle part jusqu'à la côte maritime, l'aire de néré s'étend jusqu'à la côte occidentale (Bonkougou, 1987b).

Trois grands ensembles géographiques ont été définis au Burkina Faso selon l'absence de l'espèce, l'absence de peuplements naturels de l'espèce et la présence de l'espèce (Maïga, 1988). Selon cette classification la zone de prédilection du néré est celle comprise entre les limites nord de la répartition spontanée de l'espèce et la latitude 9°20 correspondant à la limite sud du pays. Le néré y est présent dans les jachères, les exploitations agricoles et à proximité des concessions.

Le néré préfère les sols sablo-limoneux profonds avec des précipitations annuelles de 500-700 mm.

### **2.5.2.3. La production**

La production du néré varie entre 25 et 100 kg de gousses par arbre et par an dont 43% d'exocarpe, 39% de pulpe, 18% de graines. Les rendements sont très variables d'un arbre à un autre et même suivant la station. La production serait plus élevée sur les terres cultivées que dans les savanes ou les jachères (Bonkougou, 1987b).

#### 2.5.2.4. Importance socio économique

Le néré est un des arbres à usages multiples les plus importants en Afrique Soudano-guinéenne. Il rend aux populations rurales d'importants services sur le plan alimentaire et de la pharmacopée et est par conséquent une source de revenus non négligeables. La graine est la principale ressource tirée du néré, très riche en protéines et en lipides. Selon Bonkougou (1987b), la graine fermentée contient 35% de protéines, 29% de lipides, 16% de glucides totaux et 100 g de matière sèche auraient 543 calories.

Contrairement au karité, les produits du néré ne semblent par faire l'objet de transactions extérieures à l'Afrique, mais il procure aux populations locales de son aire de distribution des produits alimentaires de grande valeur nutritionnelle. En revanche, ces produits font l'objet de transactions commerciales sur les marchés africains. La poudre de néré et les graines, préparées de différentes façons en particulier le « Soumbala » utilisé comme ingrédient de cuisine, constituent les principaux éléments de transaction sur tous les marchés. Par ailleurs, l'écorce est vendue dans les centres urbains par les tradipraticiens (Tiquet, 1985).

### 2.5.3. Le Sorgho (*Sorghum bicolor*)

#### 2.5.3.1. Caractéristiques morphologiques

Le sorgho est une plante de grande taille pouvant atteindre 5 m de hauteur. Sa tige droite et pleine a un diamètre qui diminue progressivement de haut en bas. Les feuilles pourvues de très longues gaines sont alternes, longues, larges, glabres, entières et retombantes. Les racines sont adventives, fibreuses et développent de très nombreuses radicelles latérales. L'importance du développement racinaire du sorgho lui permet de résister à la sécheresse. Son activité racinaire s'effectue à 90% dans une zone de 90 cm de profondeur et de 37,5 cm de rayon (Zongo, 1977).

Toutes les variétés cultivées de sorgho appartiennent à la section *Eusorghum* qui comprend deux sous sections: *Arundinacées* et *Halepensis*. La sous section *Arundinacées*

---

est composée de deux séries contenant les sorgho cultivés, rassemblés dans six sous séries et 31 espèces.

### **2.5.3.2. Origine et dispersion du sorgho**

Le sorgho serait originaire de l'actuelle Ethiopie. Plante sauvage, elle aurait été domestiquée par l'homme au 3<sup>ème</sup> millénaire avant Jésus Christ. De l'Ethiopie, le sorgho aurait migré vers l'Est, le centre et le sud de l'Afrique. Ensuite, il passera en Inde, en Chine et au Moyen orient vers 700 ans avant J.-C. pour atteindre enfin l'Amérique avec la traite des esclaves (Zongo, 1977).

### **2.5.3.3. Ecologie du sorgho**

Le sorgho possède une grande résistance à la sécheresse grâce aux dimensions réduites de ses stomates et au bon développement de son système racinaire. La croissance lente en début de végétation s'accélère après la mise en place des racines adventives mais ralentit à l'approche de la floraison et s'arrête à la pleine floraison selon Guinko (1988). Le tallage a lieu au stade 4-6 feuilles.

Le sorgho a une inflorescence en panicule rameuse. La floraison a lieu au cours de la nuit et tôt le matin entre 22 h et 8 h 30. Elle est avancée par les basses températures et l'humidité. En dessous de 15°C, la floraison est mauvaise. La durée totale de floraison d'une panicule s'étend généralement entre 6 et 15 jours ( Zongo, 1977).

Le sorgho est une plante de climat chaud qui peut être cultivée depuis les climats chauds et secs (250 mm an<sup>-1</sup>) jusqu'aux zones à pluviométrie relativement élevée (1000 mm an<sup>-1</sup>) avec des risques d'inondations temporaires (Ouédraogo, 1989). La température minimale de germination est de 12°C avec une température optimale de développement de 28°C, celle de la germination varie entre 27°C et 30°C.

Le sorgho s'accommode à de nombreux sols, des plus légers aux plus lourds avec un pH de 4.5 à 8.5 et une bonne capacité de rétention en eau. Au-delà d'une salinité de 4 mmhos cm<sup>-1</sup>, le rendement baisse et cette baisse peut atteindre 100% à 18 mmhos cm<sup>-1</sup>. Le stade

critique de déficit hydrique se situe entre le stade gonflement et celui de grain pâteux (Zongo, 1977).

#### **2.5.3.4. Les rendements**

Les rendements en grain des variétés locales en culture traditionnelle sont de l'ordre de 600 à 800 kg.ha<sup>-1</sup>. En culture améliorée en lignes, la production est de 1000 à 1200 kg ha<sup>-1</sup>. En culture de rente avec fertilisation, les rendements sont de l'ordre de 1500 à 2000 kg ha<sup>-1</sup>.

#### **2.5.3.5. Les ennemis du sorgho**

De nombreuses maladies causées par des microorganismes variés (champignons, bactéries, virus) sont susceptibles d'attaquer le sorgho. Pour ce qui est de l'Afrique de l'Ouest, les maladies majeures sont causées par les champignons (pourriture charbonneuse, charbon panniculaire, charbon couvert, les moisissures des grains) (Chanterau et Nicou, 1991).

Les sorghos locaux caractérisés par leur adaptabilité et leur rusticité ne subissent généralement que peu de dommages de la part des microorganismes pathogènes. Néanmoins, dans certaines conditions des cas d'explosions parasitaires peuvent apparaître. Les insectes, les oiseaux sont également à l'origine de pertes de rendements plus ou moins importantes en cultures traditionnelles.

## CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

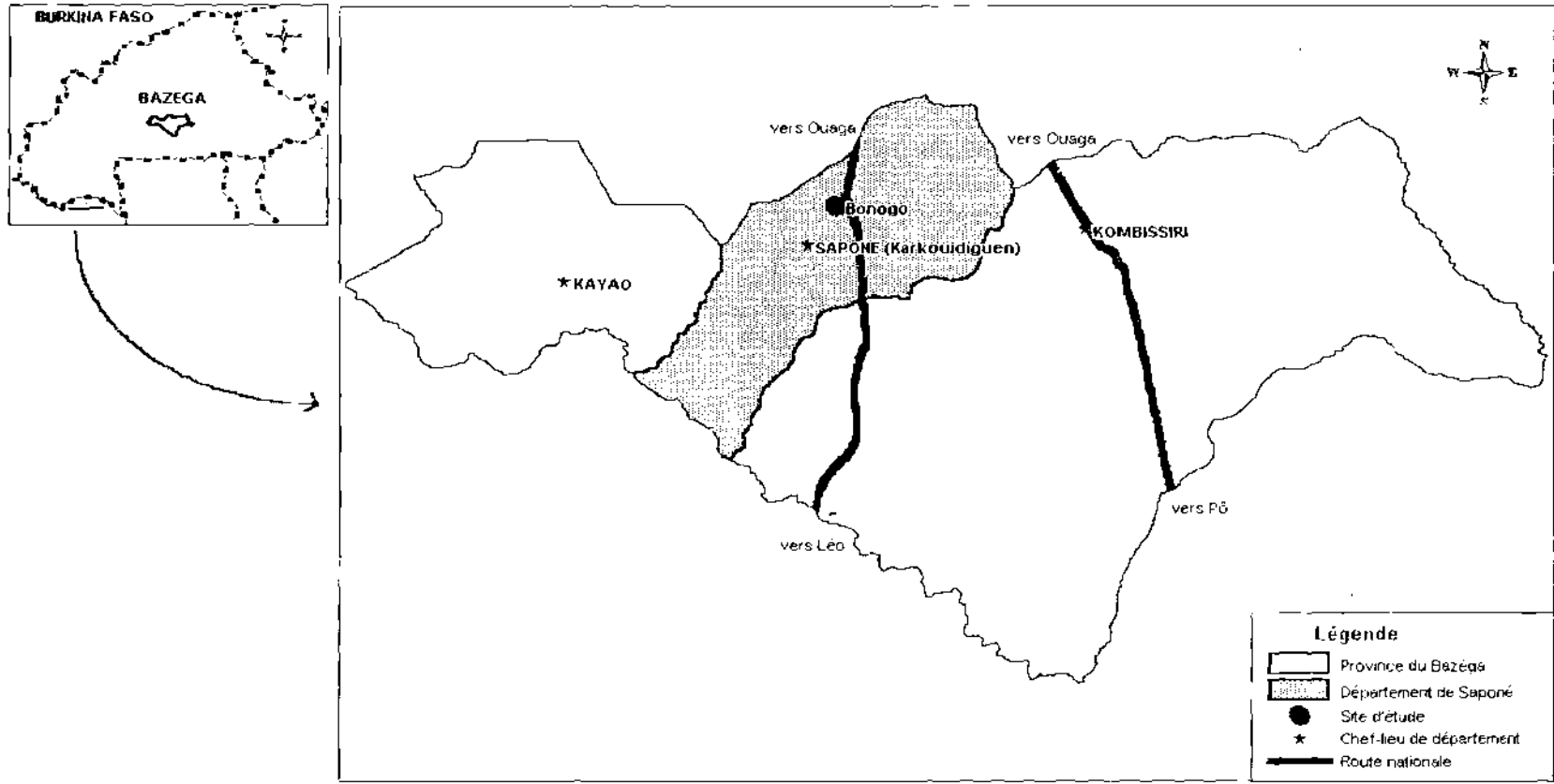
### 3.1 Le site d'étude

Le site de l'étude se trouve dans le terroir du village de Bongo dans le département de Saponé de la province du Bazèga ayant comme chef-lieu Kombissiri (Carte 1). Le village de Bonogo est situé à environ 30 km de Ouagadougou (12° 03'' latitude Nord, 1° 43'' longitude Ouest, 200 m d'altitude). Le territoire départemental est limité par les départements et province suivants: Kayao et Komsilga au Nord, Koubri et Doulgou à l'est, Ipelsé et la province du Ziro au sud (Carte 1).

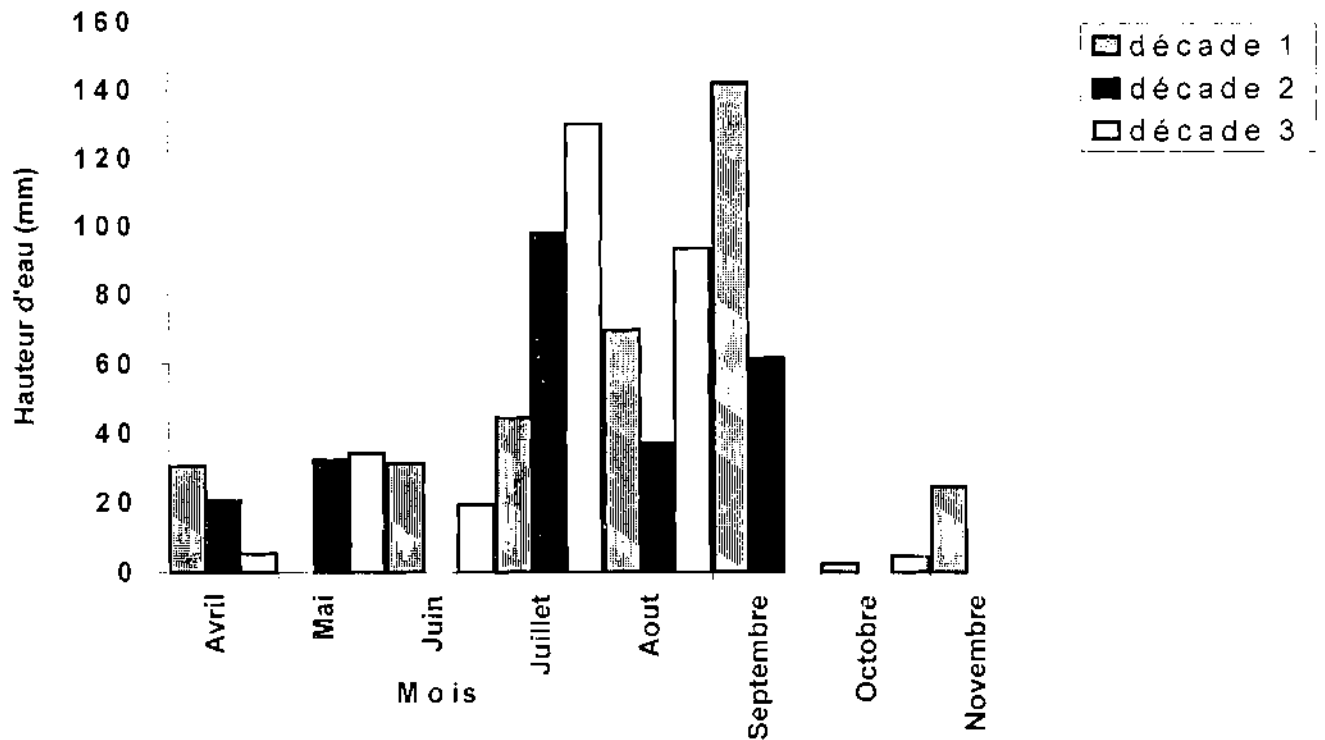
Les sols sont des sols ferrugineux tropicaux sur matériaux sableux caractérisés par leur faible profondeur (60 cm en moyenne), un niveau de drainage satisfaisant et de bonnes réserves utiles en eau (BUNASOLS, 1988). A l'inverse, un faible niveau de fertilité chimique caractérise ces sols: 0,03% de N; 1,05 ppm en P assimilable et des valeurs inférieures à 2,5 m éq. 100 g<sup>-1</sup> pour les bases échangeables (Jonsson et *al.*, 1999). Globalement, ces sols sont à l'image de ceux des zones sahélo soudaniennes fragiles (C.I.L.S.S., 2002), peu fertiles, pauvres en azote et en éléments fins argileux. Ils sont soumis aux effets corrosifs du vent, des eaux et de la chaleur dans un contexte de faible niveau de matière organique.

Le climat est de type soudano-sahélien avec deux saisons distinctes: la saison sèche et la saison humide au cours de laquelle se réalise l'essentiel des activités agricoles. La pluviométrie de la saison 2004 a été de 879 mm en 45 jours de pluies (Figure 1). Le déroulement de la saison a été marqué par trois phases: la phase de début de saison avec des pluies intermittentes d'Avril à Juin, la phase d'installation en juillet avec une pluviométrie croissante suivant les décades et enfin la phase d'interruption dès la seconde décade de septembre indiquant une fin précoce des pluies.

# LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE



Carte 1: Carte de la Province du Bazéga et localisation de la zone d'étude  
(Source: Mémoire IDR, Yaméogo, 2004)



**Figure 1: Pluviométrie décadaire de Saponé au cours de la saison 2004 (source: Z.A.T. de Saponé)**

Le couvert végétal est le reflet du mode d'occupation de l'espace dominé par les parcs agroforestiers. Le karité et le néré, considérés comme les arbres des champs par excellence, très utiles aux paysans sont les espèces fréquemment rencontrées dans le paysage agricole de Saponé.

Selon Bayala (2002b), le karité domine avec une fréquence de 58% et une densité de 9.05 individus à l'hectare; suivi du néré avec 8% et 1.22 individus à l'hectare. D'autres espèces ont été également recensées avec une fréquence supérieure à 1%. Il s'agissait de: *Mangifera indica* (4.02%), *Ficus Sycomorus subsp gnaphalocarpa* (3.3%), *Sclerocarya birrea* (3.2%), *Lannea microcarpa* (2.5%), *Terminalia laxiflora* (1.9%), *Psidium guayava* (1.2%). Cette diversité floristique serait le résultat des différentes campagnes de plantations menées dans la région selon Compaoré (2002).



### 3. 2. Le dispositif expérimental

Le dispositif expérimental se compose de douze (12) arbres dont six karités (*Vitellaria paradoxa*) et six nérés (*Parkia biglobosa*). Les arbres ont un diamètre moyen de 0,64 m pour les karités et 0,90 m pour les nérés.

Les arbres ont été sélectionnés avec l'aide des producteurs à l'intérieur des champs. Pour chaque espèce, trois arbres ont été taillés en Mai 2003. La taille a consisté en une coupe à l'aide d'une scie à chaîne à un mètre de la fourchaison à partir du deuxième ou troisième niveau de ramification de l'arbre. Ce qui a donné les deux traitements par espèce, c'est-à-dire trois arbres non taillés ou témoins et trois arbres taillés totalement.

Le dispositif d'observation au niveau de chaque arbre est basé sur l'aire de recouvrement du houppier en définissant à partir du tronc cinq zones qui sont (Figure 2):

- **Zone A** qui s'étend jusqu'à 2 m autour du tronc de l'arbre ;
- **Zone B** de 2 m à la moitié de la projection verticale du houppier au sol ;
- **Zone C** de la moitié du houppier jusqu'à la limite du houppier ;
- **Zone D** de la limite du houppier à 3 m en hors du houppier ;
- **Zone H** (4mx4m) a été délimitée à environ 40 m du tronc de l'arbre et sous influence d'aucun arbre environnant pour servir de témoin.

Les propriétés chimiques du sol de ces différentes zones sont mentionnées dans le tableau I.

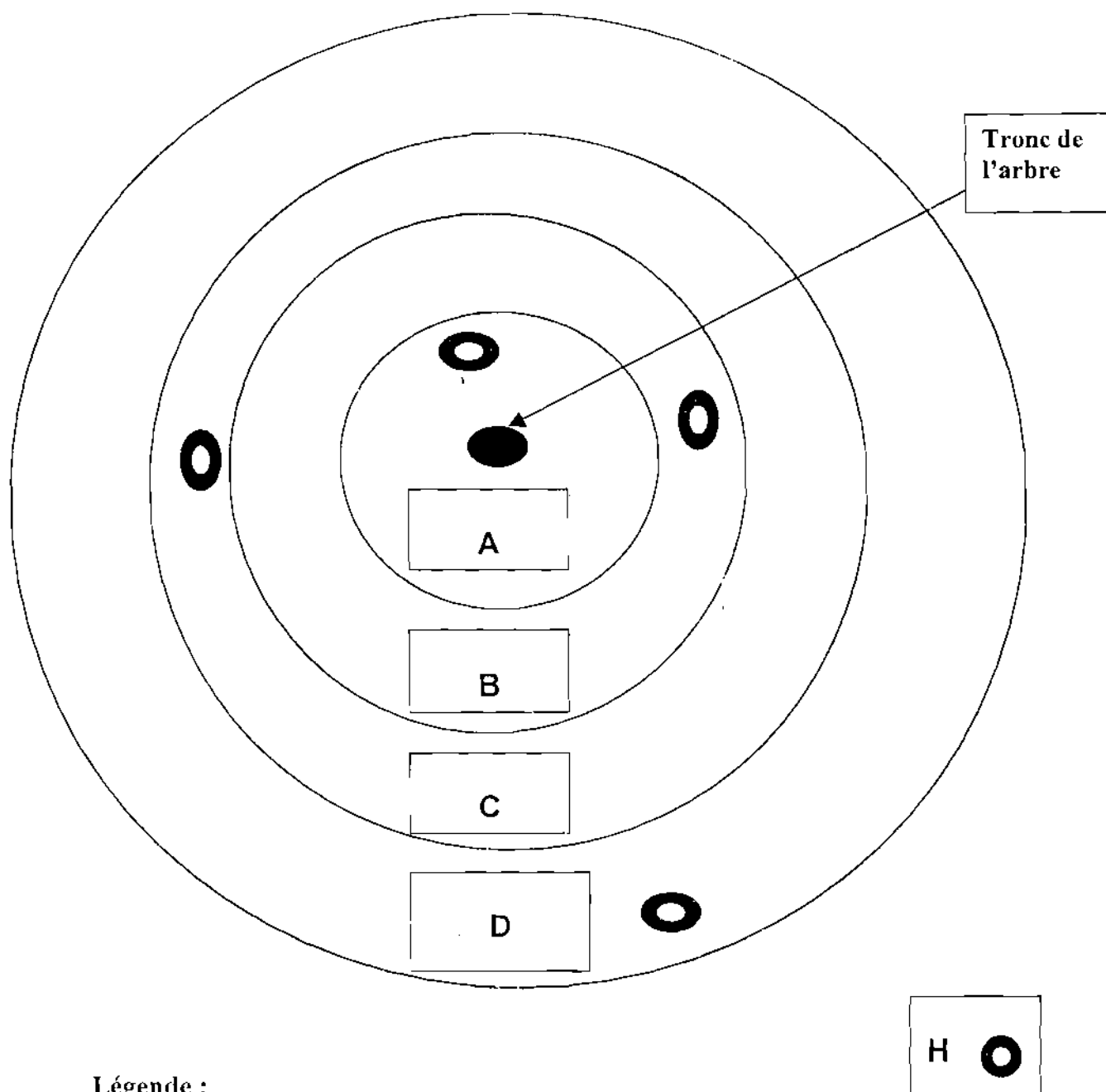


Figure 2: Plan du dispositif expérimental d'étude sous un arbre dans un parc agroforestier à Saponé, Burkina Faso

**Tableau I : Propriétés chimiques du sol en fonction de la distance au tronc et de la profondeur sous karité (*Vitellaria paradoxa*) et néré (*Parkia biglobosa*) dans un parc agroforestier à Saponé, Burkina Faso.**

Propriétés	Horizons (cm)	Zones d'influence de l'arbre				
		A	B	C	D	H
<b>Karité</b>						
C-total (g/kg)	0-10	4,83	4,61	5,25	3,38	3,28
C-total (g/kg)	10-20	5,83	5,92	6,00	3,92	3,50
C-total (g/kg)	20-40	4,00	4,44	4,30	4,20	2,73
C-total (g/kg)	40-60	3,32	2,69	3,14	2,78	2,30
C-total (g/kg)	> 60	2,07	2,33	3,25	1,81	1,87
N-total (g-N/kg)	0-10	0,35	0,34	0,35	0,25	0,27
N-total (g-N/kg)	10-20	0,40	0,35	0,34	0,26	0,22
N-total (g-N/kg)	20-40	0,28	0,29	0,26	0,24	0,33
N-total (g-N/kg)	40-60	0,27	0,22	0,26	0,23	0,22
N-total (g-N/kg)	> 60	0,20	0,18	0,22	0,17	0,19
P- total (mg-P/kg)	0-10	150,54	74,53	112,90	112,90	74,78
P- total (mg-P/kg)	10-20	75,27	111,79	112,90	112,90	75,64
P- total (mg-P/kg)	20-40	113,47	74,53	112,34	112,34	113,47
P- total (mg-P/kg)	40-60	112,34	111,79	111,79	111,79	149,79
P- total (mg-P/kg)	> 60	112,34	223,58	111,79	111,79	150,54
PHKcl	0-10	5,95	5,42	5,30	4,81	4,84
PHKcl	10-20	5,74	5,38	5,52	5,37	5,07
PHKcl	20-40	6,16	5,23	5,42	4,86	4,71
PHKcl	40-60	6,12	5,43	5,29	4,98	5,00
PHKcl	> 60	6,10	5,63	5,41	5,53	5,41
<b>Néré</b>						
C-total (g/kg)	0-10	10,34	8,97	7,79	7,10	6,40
C-total (g/kg)	10-20	12,49	11,46	9,03	8,84	8,45
C-total (g/kg)	20-40	6,17	6,31	5,38	4,87	4,71
C-total (g/kg)	40-60	4,85	3,97	3,99	3,58	3,58
C-total (g/kg)	> 60	3,14	2,92	3,32	3,07	2,67
N-total (g-N/kg)	0-10	0,53	0,50	0,47	0,44	0,37
N-total (g-N/kg)	10-20	0,66	0,57	0,55	0,52	0,44
N-total (g-N/kg)	20-40	0,43	0,42	0,38	0,36	0,32
N-total (g-N/kg)	40-60	0,30	0,34	0,32	0,27	0,25
N-total (g-N/kg)	> 60	0,24	0,27	0,25	0,24	0,20
P- total (mg-P/kg)	0-10	263,44	225,80	225,80	223,58	187,24
P- total (mg-P/kg)	10-20	298,11	224,69	225,80	223,58	263,44
P- total (mg-P/kg)	20-40	223,58	188,17	223,58	223,58	226,93
P- total (mg-P/kg)	40-60	221,40	189,11	185,40	187,24	188,17
P- total (mg-P/kg)	> 60	185,40	225,80	186,32	186,32	185,40
PHKcl	0-10	5,62	5,69	5,38	5,45	5,28
PHKcl	10-20	5,75	5,80	5,67	5,55	5,40
PHKcl	20-40	5,62	5,50	5,37	5,59	5,26
PHKcl	40-60	5,76	5,50	5,49	5,84	5,43
PHKcl	> 60	5,76	5,52	5,68	6,02	5,68

Source: Bayala (2005), données non publiées.

### 3. 3 La collecte des données

#### 3.3.1. L'humidité du sol

Les teneurs en eau du sol ont été mesurées en utilisant le Time Domain Reflectometry (TDR) (Diviner 2000, Sentek Pty, Australia). Les mesures ont été faites à 10 cm d'intervalle à travers un tube d'accès par zone concentrique et par parcelle témoin. La canne est descendue à un rythme régulier puis remonté au même rythme et les données enregistrées automatiquement sur l'unité centrale du Diviner 2000 (Photos 1 et 2).

Deux mesures par jour ont été effectuées tous les trois jours sous l'ensemble des arbres du dispositif et dans les parcelles témoins, une le matin entre 6 h et 8 h et l'autre le soir à partir de 17 h.

Les tubes d'accès ont été installés à des profondeurs variables suivant les types de sol rencontrés. L'installation a été faite à l'aide d'une tarière de 47 mm de diamètre insérée dans le tube d'accès et le tout monté sur un trépied. La tarière servait à creuser le sol de l'intérieur du tube afin de faciliter son insertion dans le sol. A partir d'une profondeur d'un mètre, l'intérieur du tube était nettoyé avec une éponge puis un stoppeur de fond était installé afin d'empêcher la remontée de l'eau dans le tube et enfin un bouchon blanc était inséré sur chaque tube (Photos 1 et 2). Lorsque le tube n'atteignait pas un mètre de profondeur, l'excès du tube non enfoncé était coupé en laissant 2,5 cm du tube au-dessus de la surface du sol afin de permettre l'insertion du couvercle.

Dans chaque zone concentrique, l'emplacement du tube a été déterminé par tirage au hasard parmi 8 sous zones obtenues en divisant la zone en 8 parties égales notées de 1 à 8. Dans la parcelle témoin, le tube a été installé au centre.

### 3. 3 La collecte des données

#### 3.3.1. L'humidité du sol

Les teneurs en eau du sol ont été mesurées en utilisant le Time Domain Reflectometry (TDR) (Diviner 2000, Sentek Pty, Australia). Les mesures ont été faites à 10 cm d'intervalle à travers un tube d'accès par zone concentrique et par parcelle témoin. La canne est descendue à un rythme régulier puis remonté au même rythme et les données enregistrées automatiquement sur l'unité centrale du Diviner 2000 (Photos 1 et 2).

Deux mesures par jour ont été effectuées tous les trois jours sous l'ensemble des arbres du dispositif et dans les parcelles témoins, une le matin entre 6 h et 8 h et l'autre le soir à partir de 17 h.

Les tubes d'accès ont été installés à des profondeurs variables suivant les types de sol rencontrés. L'installation a été faite à l'aide d'une tarière de 47 mm de diamètre insérée dans le tube d'accès et le tout monté sur un trépied. La tarière servait à creuser le sol de l'intérieur du tube afin de faciliter son insertion dans le sol. A partir d'une profondeur d'un mètre, l'intérieur du tube était nettoyé avec une éponge puis un stoppeur de fond était installé afin d'empêcher la remontée de l'eau dans le tube et enfin un bouchon blanc était inséré sur chaque tube (Photos 1 et 2). Lorsque le tube n'atteignait pas un mètre de profondeur, l'excès du tube non enfoncé était coupé en laissant 2,5 cm du tube au-dessus de la surface du sol afin de permettre l'insertion du couvercle.

Dans chaque zone concentrique, l'emplacement du tube a été déterminé par tirage au hasard parmi 8 sous zones obtenues en divisant la zone en 8 parties égales notées de 1 à 8. Dans la parcelle témoin, le tube a été installé au centre.



Photo 1

Photo 2

**Photos 1 et 2: Tubes d'accès (1) et séance de mesure de l'humidité du sol avec le Diviner 2000 (2) à Saponé, Burkina Faso**

### 3.3.2. La transpiration des arbres

La transpiration de l'arbre, qui exprime la quantité d'eau utilisée par l'arbre, a été estimée à partir de la vitesse de circulation de la sève brute en utilisant les sondes de dissipation thermique ou Thermal Dissipation Probes en anglais (TDP) de type SV1 (Delta-T Devices Ltd, UK). Les enregistrements ont été faits à une minute d'intervalle et des moyennes de 10 minutes ont été élaborées et stockées dans un DL2e data logger (Delta-T Devices Ltd, UK) (photo 4).

Les données de transpiration ont été enregistrées sur les douze arbres sélectionnés pour l'étude. Sur chacun de ces arbres, trois couples de sondes ou capteurs ont été installés à 120 degrés d'intervalle autour du tronc à 1.5 m au dessus du sol et protégées du soleil par un papier aluminium (Photo 3). Chaque capteur se composait de deux sondes cylindriques de 1.1 mm de diamètre, insérées radialement dans l'aubier sur 8 cm et distantes de 4 cm verticalement. La sonde du haut était chauffée à puissance constante grâce à une batterie de voiture et celle du bas restait à la température ambiante de l'aubier.

Le capteur mesure la différence de température entre ces deux sondes ( $dT$ ). Les mesures sur chaque arbre ont duré 48 heures avant que l'équipement ne soit transféré sur un autre arbre d'un autre traitement de la même espèce. Lorsque les mesures d'une répétition d'une espèce avaient été complétées, on passait à une répétition de la deuxième espèce et ainsi de suite jusqu'à couvrir les trois répétitions de chacune des deux espèces.

La moyenne de la densité du flux de sève dans le tronc  $u$  ( $m s^{-1}$ ) a été calculée selon les équations établies par Granier (1985):

$$K = 0.0206u^{0.8124} \quad (1)$$

où

$$K = (T_M - T)/(T - T_\infty) \quad (2)$$

$K$  est un nombre sans dimension encore appelé index de flux  $K$  et qui dépend de  $T$ ;  $T_M$ , est la température de la sonde chauffée atteinte quand  $u = 0$ ;  $T$  est la température de la sonde chauffée atteinte quand  $u > 0$ ; et  $T_\infty$  est la température de référence de la sonde non chauffée. Comme les deux sondes insérées en opposition donnent directement la différence de température, nous pouvons utiliser une autre expression de  $K$ :

$$K = (dT_m - dT)/dT \quad (3)$$

Où  $dT_m$  et  $dT$  sont les différences de température entre les deux sondes, en absence de circulation de sève brute et lorsque la transpiration s'opère ( $u > 0$ ), respectivement.

Calculant  $u$  à partir de (4);

$$u = 1119 \times 10^{-6} K^{1.231} \quad (4)$$

Le flux de sève total en  $cm^3 s^{-1}$  a été calculé comme suit:

$$F = uS_A \quad (5)$$

Où  $S_A$  est la surface en coupe transversale de l'aubier dans la zone d'insertion des sondes sur le tronc de l'arbre ( $cm^2$ ). Cette surface pour chaque arbre a été obtenue en prélevant une carotte en utilisant une tarière preslaire en deux endroits opposés sur le tronc. La moyenne des deux mesures de l'épaisseur de l'aubier a donc servi à calculer la surface de l'aubier.

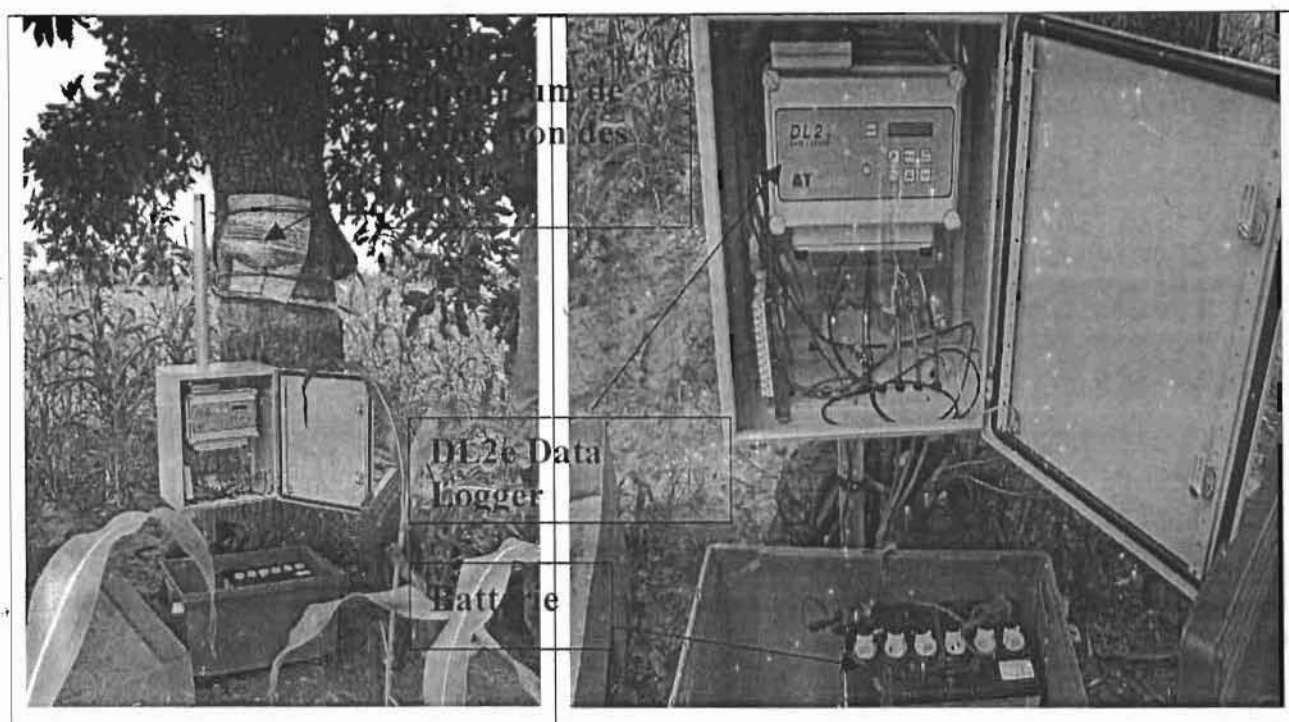


Photo 3

Photo 4

**Photos 3&4 : Instruments de mesure de la transpiration des arbres à Saponé, Burkina Faso**

### 3.3.3. La phénologie et la production du Sorgho

#### 3.3.3.1. Le suivi phénologique

Le mois de juin 2004 a été la période de semis et de resemis du sorgho sous les 12 arbres ainsi que dans les parcelles témoins par les producteurs à des écartements de 0,8m x 0,4m. L'entretien des parcelles a été essentiellement un sarclage manuel dans la première quinzaine d'août 2004 et un buttage à la traction asine un mois après.

Quatre poquets de sorgho ont été choisis suivant les quatre points cardinaux dans chaque zone concentrique puis repérés par des piquets plantés à proximité des poquets. Dans les parcelles témoins, deux poquets ont été retenus pour les observations. Le suivi de la croissance végétative du sorgho a consisté à mesurer la hauteur du plant de sorgho le plus grand des poquets ainsi identifiés, à compter le nombre de thalles et de feuilles



respectivement dans le poquet et du plant de sorgho suivi. Les observations étaient faites de façon hebdomadaire et au total six séries ont été réalisées de juillet à septembre 2004.

Simultanément, les dates d'apparition des principaux stades phénologiques du sorgho ont été également observées. Dans chaque zone concentrique, 20 plants de sorgho représentatifs ont été retenus et les observations ont été faites sur ces plants. Lorsqu'une proportion d'au moins 50 % des sorghos retenus était à un stade phénologique donné, alors les sorghos de cette zone étaient considérés avoir atteint ce stade. Sur cette base, les plants de sorgho étaient observés quotidiennement entre la mi-août et le début octobre 2004.

L'emplacement des 20 plants de sorgho a été déterminé en choisissant 5 plants de sorgho au hasard autour du poquet suivi par zone et par direction cardinale. Pour les parcelles témoins, les 20 plants ont été obtenus en choisissant 10 plants autour de chaque poquet suivi pour la croissance.

### **3.3.3.2 La production du sorgho**

La récolte du sorgho a été effectuée de façon intégrale par zone concentrique et par parcelle témoin dans la première quinzaine du mois de novembre 2004. Les épis récoltés ont été comptés puis pesés à l'aide d'un peson d'une sensibilité de 10 %. Ensuite des échantillons de dix épis ont été retenus au hasard puis pesés et égrainés. Les graines et les épis vides ont été pesés séparément et les poids de ces deux composantes ont permis de faire une extrapolation pour l'ensemble de chaque zone ou parcelle témoin.

Toutes les tiges par zone ou par parcelle témoin ont été séchées pendant un mois afin de déterminer le poids sec.

### **3.3.4. Le développement des adventices**

L'importance des adventices en concurrence avec le sorgho a été évaluée à travers une estimation de leur biomasse sèche, puis un inventaire des espèces, genres et familles rencontrés en fonction de l'espèce d'arbre sous laquelle les adventices ont été observés, de l'intensité de taille et de la distance au tronc de l'arbre.

Sur une surface de 1m x 1m répétée trois fois dans chaque zone et parcelle témoin, une récolte intégrale des adventices a été réalisée manuellement dans la première décade de septembre 2004, soit un mois environ après le sarclage collectif des parcelles effectué par les producteurs. Le poids sec de chaque échantillon a été obtenu après un séjour de 48 heures à l'étuve à 60°C.

Enfin l'identification proprement dite par espèce, genre et famille a été faite en utilisant « Adventices tropicales, Flores aux stades plantules de 123 espèces » de Merlier et *al.* (1982) et avec l'aide de personnes ressources du Département Productions Forestières (D.P.F.).

### 3.4. L'analyse des données

Les données ont été analysées en utilisant **MINITAB RELEASE 14 Statistical Package**. Les données récoltées sous chaque espèce ont été analysées suivant un dispositif multifactoriel avec les facteurs intensité de taille et distance au tronc pour le sorgho, puis intensité de taille, distance au tronc et profondeur pour l'humidité du sol en prenant en compte toutes les interactions entre deux facteurs ou trois facteurs.

Des analyses de corrélation ont été utilisées pour établir des relations entre d'une part les performances des cultures et la transpiration des arbres et d'autre part les performances des cultures et le taux d'humidité du sol.

## CHAPITRE IV : RESULTATS

### 4.1. La phénologie du sorgho

#### 4.1.1. Développement du sorgho sous le karité

Compte tenu du fait que les mesures de croissance du sorgho étaient répétées, l'analyse a été faite par date de mesure en fonction de l'intensité de taille et de la distance au tronc pour la hauteur, le nombre de feuilles et le nombre de thalles.

Ainsi l'analyse par date de mesure a révélé des différences significatives ( $P < 0,05$ ) aux 49<sup>ème</sup>, 56<sup>ème</sup>, 63<sup>ème</sup> Jour Après Semis (JAS), et hautement significative ( $P < 0,01$ ) au 70<sup>ème</sup> JAS, enfin très hautement significative ( $P < 0,001$ ) au 77<sup>ème</sup> JAS et à 84<sup>ème</sup> JAS pour la hauteur en fonction de l'intensité de taille. Ces différences ont été noté entre les zones sous influence de l'arbre et la parcelle témoin (Figure 3a).

La différence était hautement significative ( $P < 0,01$ ) pour le nombre de feuilles en fonction de l'intensité de taille. Le nombre de feuilles des plants de sorgho sous les arbres taillés est apparu plus élevé que celui des plants de sorgho des zones témoins pour toutes les dates de mesures (Figure 3b).

Suivant la distance au tronc, ce sont les sorghos des zones d'influence des arbres qui ont présenté les valeurs les plus élevées pour la hauteur et le nombre de feuilles comparativement à la parcelle témoin avec des différences statistiquement significatives à toutes les dates de mesures (Figures 4a et b).

Pour le nombre de thalles, aucune différence statistiquement significative n'a été noté ni en fonction de l'intensité de taille, ni en fonction de la distance au tronc pour toutes les dates de mesure même si l'on a enregistré un nombre de thalles moins élevé dans la zone B comparativement aux zones A, C, D et H à l'exception de la 63<sup>ème</sup> JAS. (Figures 3c et 4c).

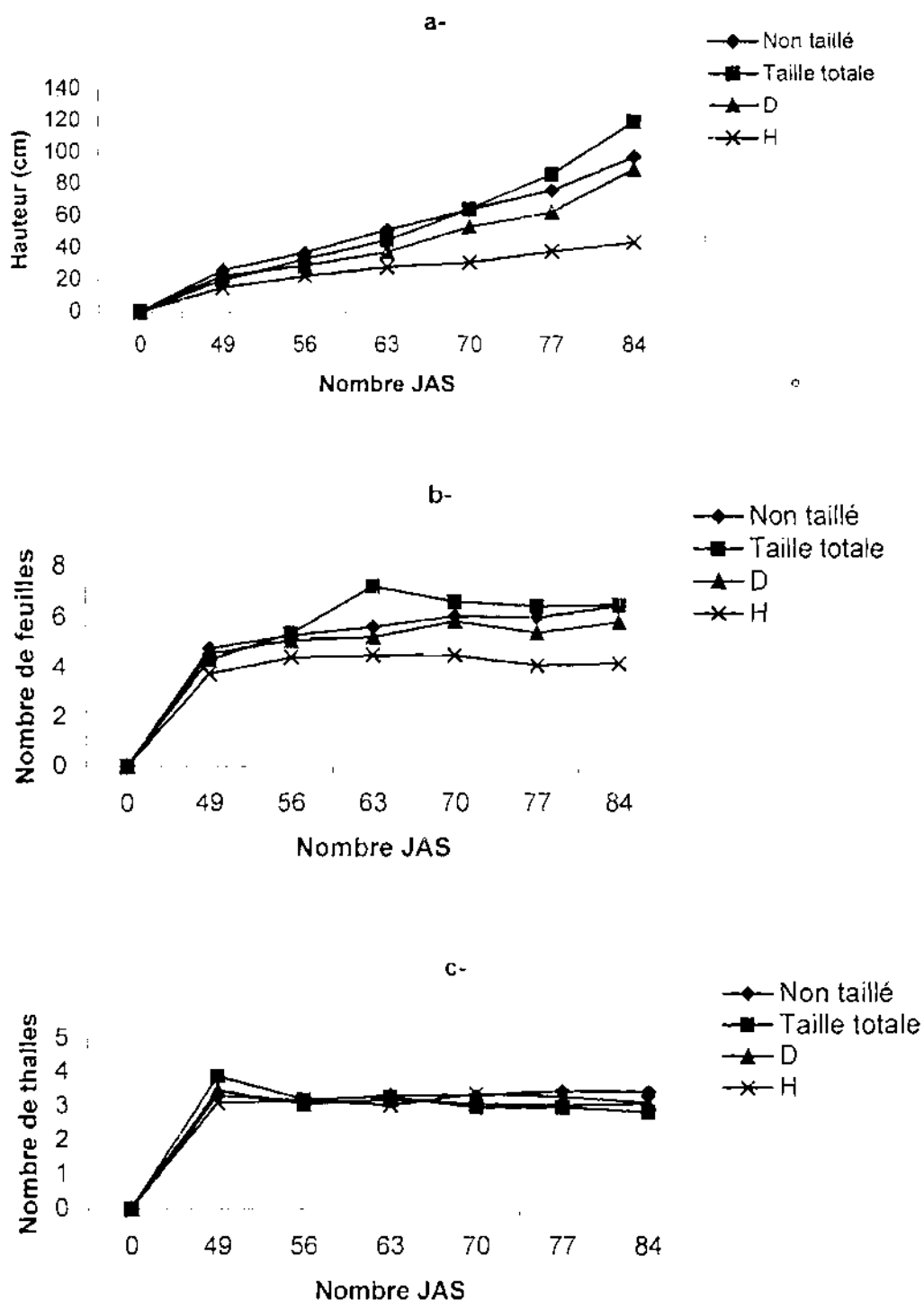


Figure 3: Hauteur (cm) (a), nombre de feuilles (b) et nombre de talles (c) du sorgho sous karité (*Vitellaria paradoxa*) en fonction de l'intensité de taille dans un parc agroforestier à Saponé, Burkina Faso.

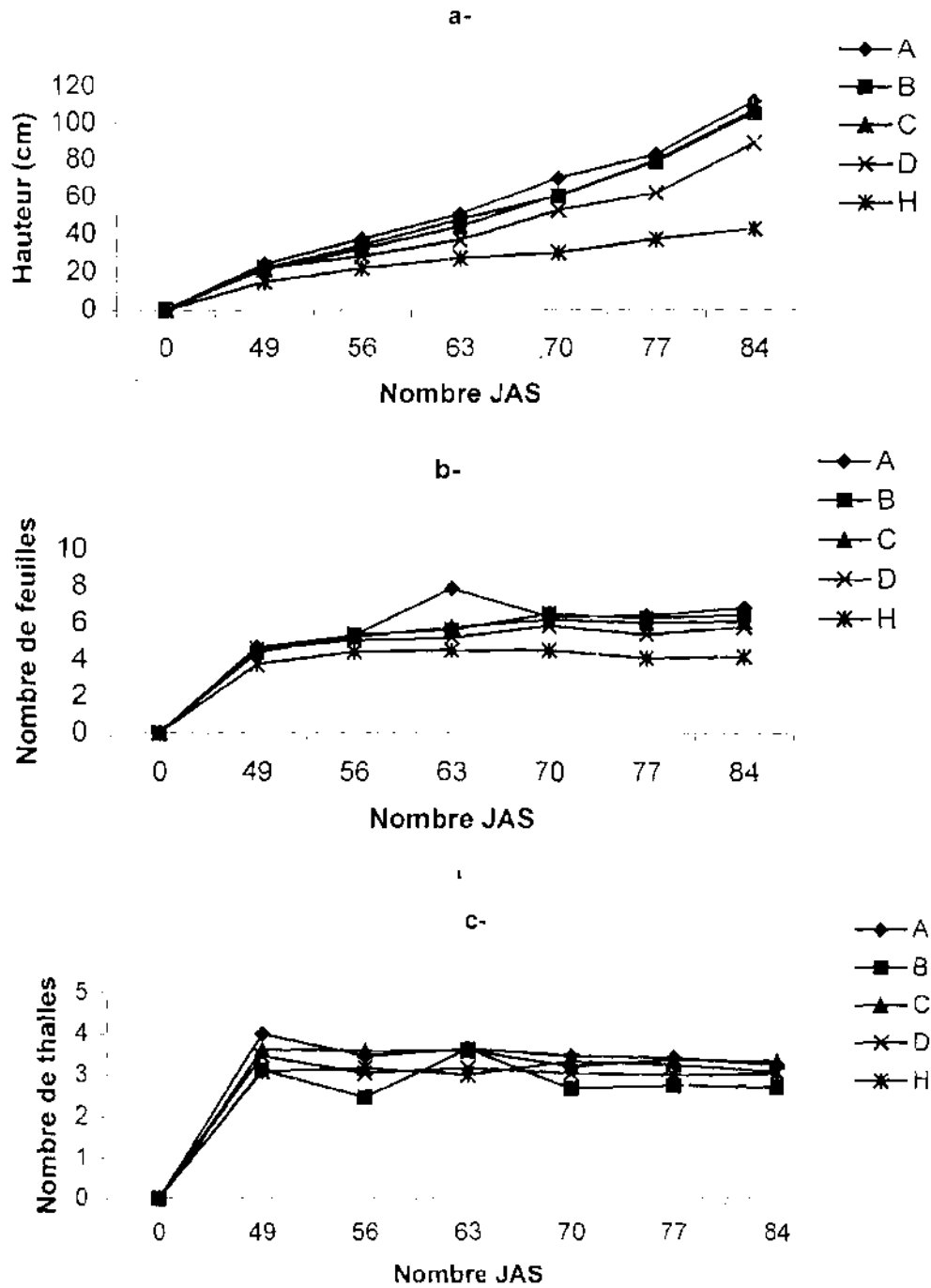


Figure 4: Hauteur (cm) (a), nombre de feuilles (b) et nombre de talles (c) du sorgho sous karité (*Vitellaria paradoxa*) en fonction de la distance au tronc dans un parc agroforestier à Saponé, Burkina Faso

#### 4.1.2. Développement du sorgho sous le néré

L'analyse a révélé des différences hautement significatives (tout  $P < 0,01$ ) pour la hauteur et le nombre de feuilles du sorgho en fonction de l'intensité de taille pour toute les dates de mesure. Pour ces deux paramètres, les valeurs observées sous le néré taillé étaient plus élevées que celles enregistrées sous le néré témoin (Figures 5a et 5b).

Pour le nombre de talles par poquet, l'analyse a révélé des différences très hautement significatives ( $P < 0,001$ ) en fonction de l'intensité de taille. Contrairement à la hauteur et au nombre de feuilles, le tallage des sorghos sous le néré non taillé était plus important que celui des plants sous néré taillé (Figure 5c).

Suivant la distance au tronc, l'analyse a révélé des différences hautement significatives ( $P < 0,01$ ) pour la hauteur et le nombre de feuilles. Tout comme au niveau du karité, les plants de sorgho cultivés dans les zones d'influence ont présenté les plus grandes hauteurs et nombre de feuilles (Figure 6a et 6b).

Enfin, le nombre de talles des plants de sorgho des zones A et B était plus élevé que celui des zones C et D à l'exception des 49<sup>ème</sup> et 63<sup>ème</sup> JAS (Figure 6c).

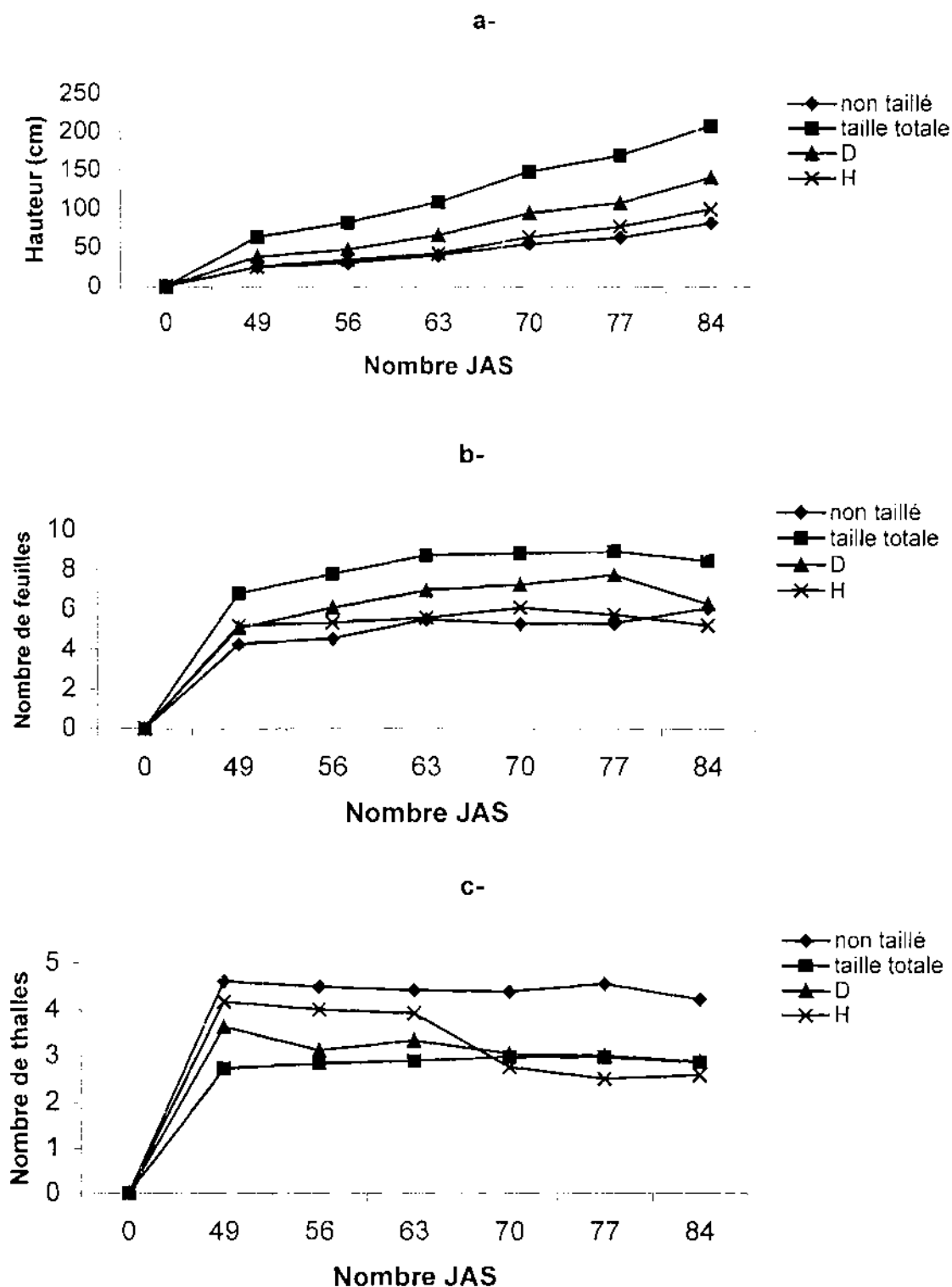


Figure 5: Hauteur (a), nombre de feuilles (b) et nombre de tiges (c) du sorgho sous néré (*Parkia biglobosa*) en fonction de l'intensité de taille dans un parc agroforestier à Saponé, Burkina Faso.

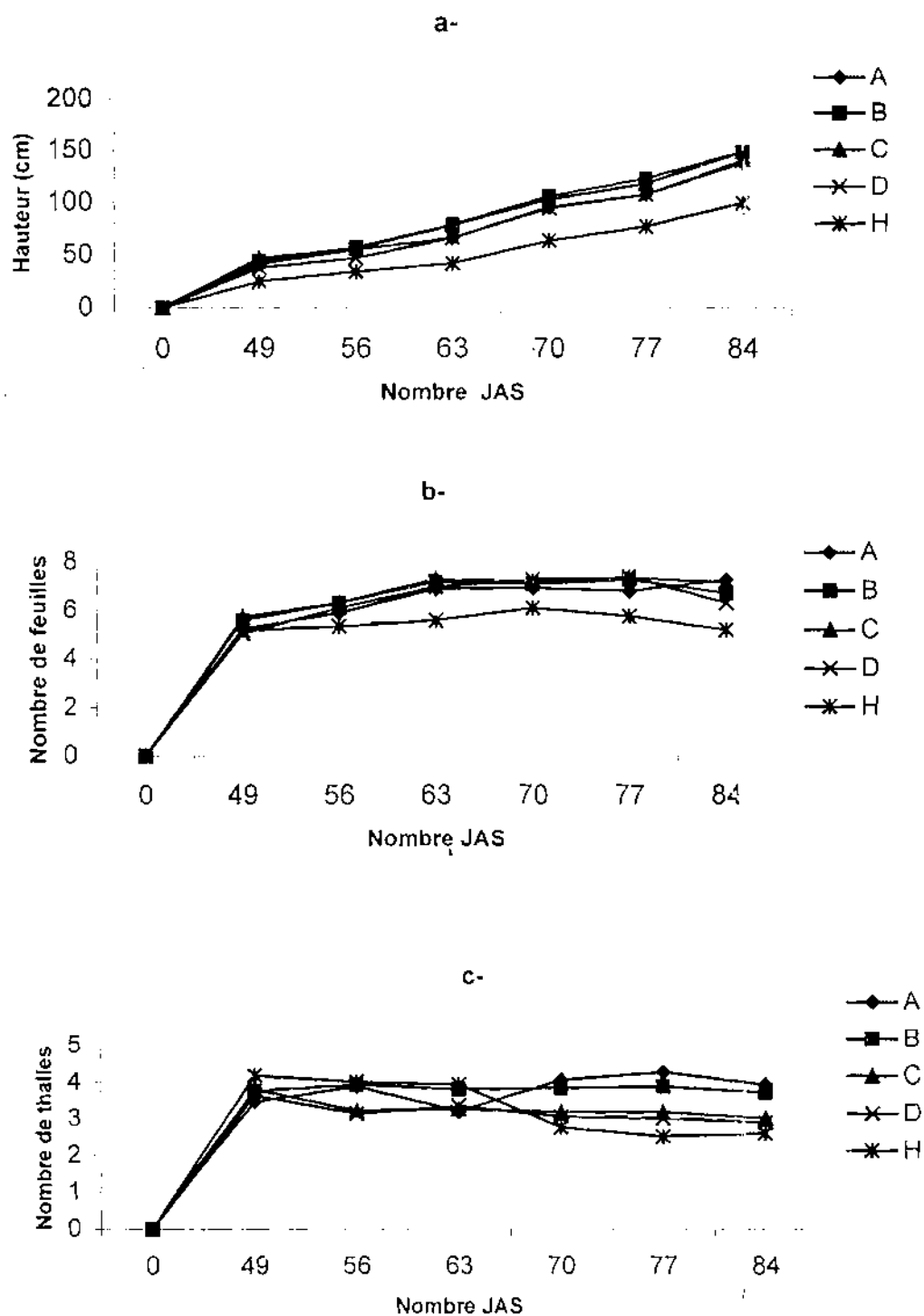


Figure 6: Hauteur (a), nombre de feuilles (b) et nombre de tiges (c) du sorgho sous néré (*Parkia biglobosa*) en fonction de la distance au tronc dans un parc agroforestier à Saponé, Burkina Faso



### 4.1.3. Les périodes de gonflement et d'épiaison du sorgho sous karité et sous néré

Les observations des dates d'apparition des stades gonflement de la gaine de la dernière feuille et épiaison effectuées sur le terrain ont permis de mettre en évidence l'impact de la taille du houppier des arbres sur ces deux stades phénologiques du sorgho en fonction des espèces.

En générale, les sorghos cultivés sous le houppier des arbres ont présenté un cycle de développement plus court que les sorghos en plein champ (Tableau II). L'analyse par espèce a montré une précocité des sorghos sous les nérés taillés. Le gonflement et l'épiaison étaient atteints au bout de 68 et 80 JAS respectivement sous les nérés totalement taillés contre 91 et 100 JAS sous couvert des nérés non taillés (Tableau II b). A l'opposé, la taille du karité n'a pas eu d'influence significative sur les périodes de gonflement et d'épiaison du sorgho car les périodes d'apparition de ces deux stades phénologiques étaient similaires (Tableau II a).

**Tableau II: Dates de gonflement et d'épiaison des sorghos en fonction de l'intensité de taille dans un parc agroforestier à Saponé, Burkina Faso**

#### a : karité

<i>Intensité de taille</i>	<i>Gonflement (JAS)</i>	<i>Épiaison (JAS)</i>
Taille totale	85	93
Non taillé	84	89
D	84	93
H	93	102

#### b : néré

<i>Intensité de taille</i>	<i>Gonflement (JAS)</i>	<i>Épiaison (JAS)</i>
Taille totale	68	80
Non taillé	91	100
D	80	91
H	95	101

## 4.2. La production du sorgho

L'analyse des rendements a révélé des différences statistiquement significatives ( $P < 0.05$ ) pour le rendement grain et la matière sèche en fonction de l'espèce. Les rendements grain et la matière sèche sous le houppier du néré ont été supérieurs à ceux obtenus sous le karité qui ne différait pas significativement avec ceux des zones D et H (Figure 7).

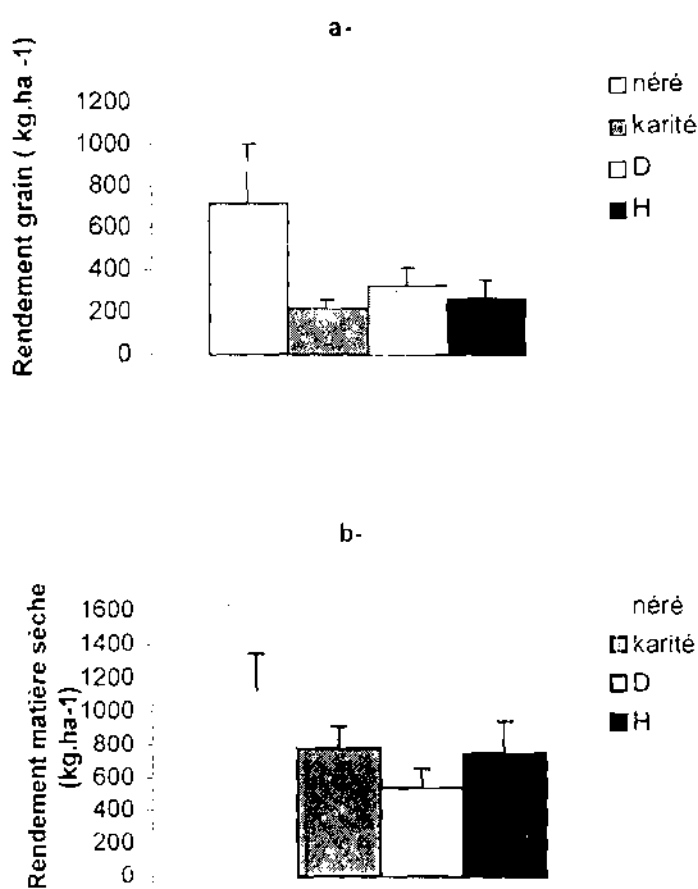
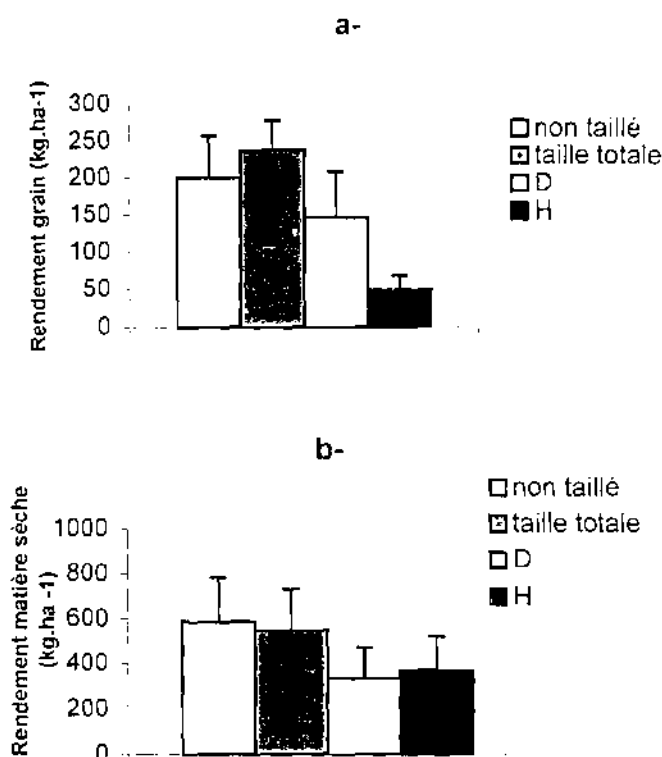


Figure 7: Rendements grain et matière sèche du sorgho en fonction de l'espèce dans un parc agroforestier à Saponé, Burkina Faso ( $\text{kg ha}^{-1} \pm \text{SE}$ )

#### 4.2.2. Rendements grain et matière sèche du sorgho sous le karité

L'analyse par espèce a révélé une différence hautement significative suivant l'intensité de taille ( $P < 0.01$ ) pour le rendement grain du sorgho. Le rendement grain était plus élevé sous le karité que dans la parcelle témoin (figure 8a). Pour le rendement matière sèche, aucune différence significative n'a été observée en fonction de l'intensité de taille. Toutefois ce rendement était plus élevé sous l'arbre que dans la parcelle témoin (figure 8b).

Suivant la distance au tronc aucune différence significative n'a été observée pour les rendements grain et matière sèche. Néanmoins les zones A et B sous influence du houppier ont donné les plus grands rendements (Figure 9).



**Figure 8 : Rendements grain et matière sèche du sorgho sous karité (*Vitellaria paradoxa*) en fonction de l'intensité de taille dans un parc agroforestier à Saponé, Burkina Faso (kg ha<sup>-1</sup>±SE)**

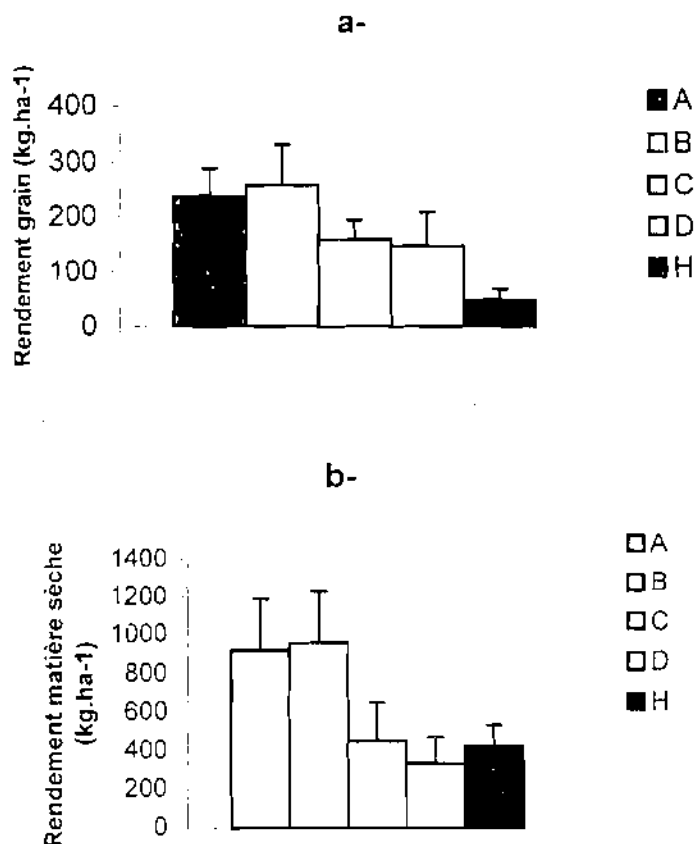
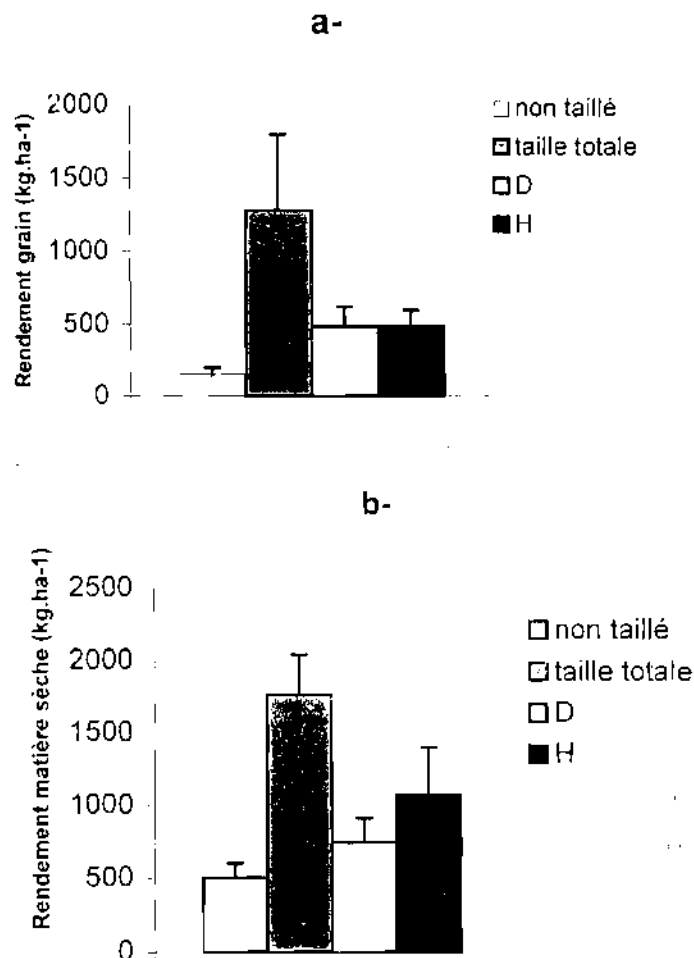


Figure 9 : Rendements grain et matière sèche du sorgho sous karités (*Vitellaria paradoxa*) en fonction de la distance au tronc de l'arbre dans un parc agroforestier à Saponé, Burkina Faso ( $\text{kg ha}^{-1} \pm \text{SE}$ ).

#### 4.2.3. Rendements grain et matière sèche du sorgho sous le néré

Sous les nérés, l'analyse a révélé des différences très hautement significatives ( $P < 0,001$ ) en fonction de l'intensité de taille pour les rendements grain et matière sèche. Ces rendements étaient plus élevés sous le néré taillé en comparaison avec les néré non taillé. De plus la production du sorgho sous le néré non taillé était inférieure à celle des zones D et H (Figure 10),

En revanche, les rendements grain et matière sèche n'ont pas varié significativement avec la distance au tronc de l'arbre. Toutefois la tendance a été à une décroissance du rendement grain sous les néré non taillé avec l'éloignement au tronc de l'arbre tandis que la zone B des néré taillé a donné des rendements grain plus élevés que les autres zones (Figure 11a et c). Le rendement matière sèche augmentait également avec la distance au tronc du néré non taillé alors que le contraire se produisait pour les néré taillé (Figure 11 b et d).



**Figure 10 : Rendements grain et matière sèche du sorgho sous néré (*Parkia biglobosa*) en fonction de l'intensité de taille dans un parc agroforestier à Saponé, Burkina Faso (kg ha<sup>-1</sup> SE).**

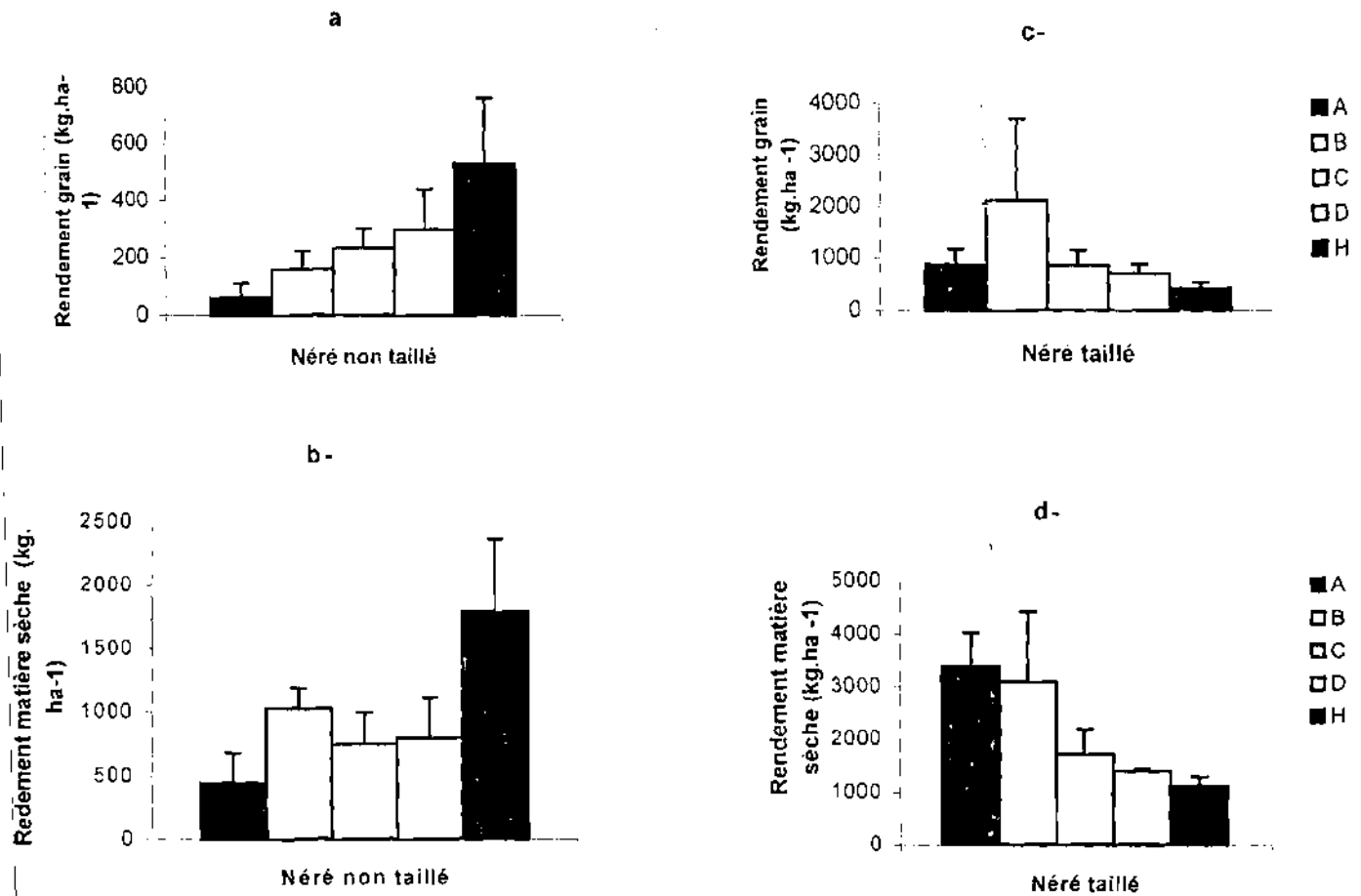


Figure 11 : Rendements grain et matière sèche du sorgho sous néré (*Parkia biglobosa*) en fonction de l'intensité de taille et de la distance au tronc de l'arbre dans un parc agroforestier à Saponé, Burkina Faso (kg ha<sup>-1</sup> SE).

#### 4.4. L'humidité du sol et sa relation avec la production du sorgho

Les mesures effectuées le matin et le soir ont servi dans la détermination de la variation journalière de l'humidité du sol sous chaque espèce. Sous les karités, l'humidité du sol a augmenté entre le matin et le soir de  $0,17 \pm 0,02$  %. En revanche, la variation sous les nérés indiquait une diminution des teneurs en eau du sol entre le matin et le soir de  $0,30 \pm 0,02$  %.

L'analyse des teneurs en eau du sol a révélé des différences très hautement significatives (Tous les  $P < 0,001$ ) en fonction de la date de mesure, de la profondeur, de la zone et de l'intensité de taille sous les karités aussi bien pour les mesures du matin que de celles du soir. De plus, les interactions ont été très hautement significatives ( $P < 0,001$ ) entre d'une part les différents facteurs étudiés deux à deux et d'autre part entre la zone, la profondeur et l'intensité de taille du houppier.

L'analyse par espèce en fonction de la profondeur a révélé de façon générale une augmentation de la teneur en eau du sol suivant la profondeur et cette tendance s'est maintenue jusqu'aux horizons 70-80 cm et 50-60 cm dans les zones d'influence du karité et du néré respectivement. Au delà de ces horizons, la teneur en eau a eu tendance à diminuer avec la profondeur. Suivant la date de mesure, la teneur en eau du sol a eu tendance à diminuer au fur et à mesure qu'on évoluait vers la fin des mesures aussi bien pour le karité que pour le néré (Figures 12 et 13). La comparaison entre l'humidité du sol sous les karités non taillés et celle des karités taillés a révélé aussi que les teneurs en eau des horizons étaient plus élevées sous les arbres taillés exception faite de l'horizon 0-10 cm. A l'inverse, les horizons du sol sous les nérés ont présenté des teneurs en eau inférieures sous les arbres taillés en particulier pour les horizons 10-20 cm, 20-30 cm, 30-40 cm en comparaison avec les nérés non taillés.

Sous les karités non taillés, la tendance à l'augmentation de l'humidité du sol en fonction de la profondeur du sol était plus marquée pour le groupe des horizons 0-10, 10-20, 20-30 et 30-40 cm que pour celui des horizons 40-50, 50-60, 60-70, 70-80, 80-90 et 90-100 cm dont les teneurs en eau avaient tendance à rester constantes au fur et à mesure

qu'on évoluait vers la fin des mesures (Figure 12a). Par contre, sous les arbres taillés, l'augmentation de l'humidité avec la profondeur devenait de plus en plus nette au fur et à mesure qu'on allait vers la fin de la saison de pluies surtout pour les horizons 0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm et 30-40 cm (Figure 12b).

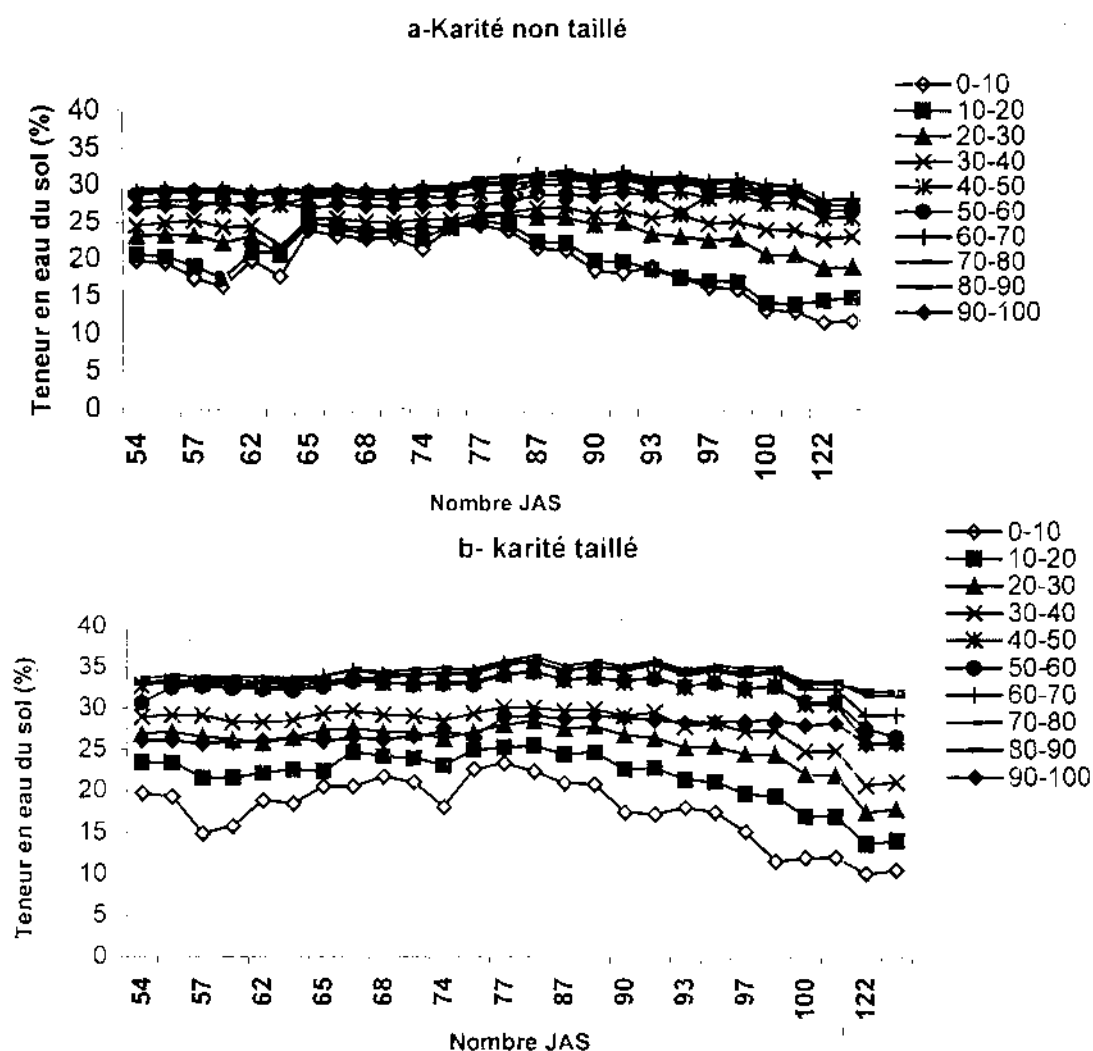


Figure 12. Teneur en eau du sol (%) en fonction de l'intensité de taille et de la profondeur de mesure sous karité (*Vitellaria paradoxa*) dans un parc agroforestier à Saponé, Burkina Faso



De même, deux groupes d'horizons se distinguent sous les nérés non taillés mais de compositions différentes à celles obtenues dans les zones d'influence des karités témoins. L'horizon 0-10 cm a présenté une humidité moins élevée que les horizons profonds (Figure 13a). Quant aux nérés taillés, il y a eu une variation très hautement significative ( $P < 0.001$ ) de la teneur en eau du sol en fonction des zones mais pas selon la profondeur (Figure 13 b).

Enfin, les corrélations entre l'humidité du sol et le rendement grain du sorgho d'une part et d'autre part entre l'humidité et le rendement matière sèche aussi bien pour le karité que pour le néré n'étaient statistiquement significatives.

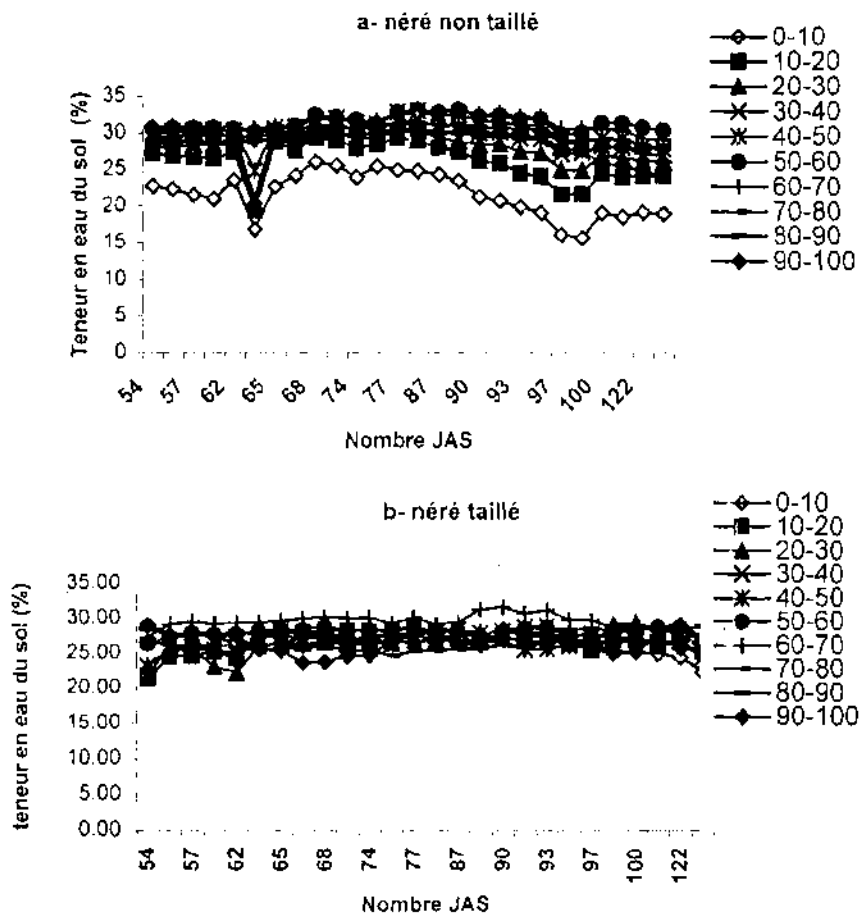


Figure 13. Teneur en eau du sol (%) en fonction de l'intensité de taille et de la profondeur de mesure sous néré (*Parkia biglobosa*) dans un parc agroforestier à Saponé, Burkina Faso

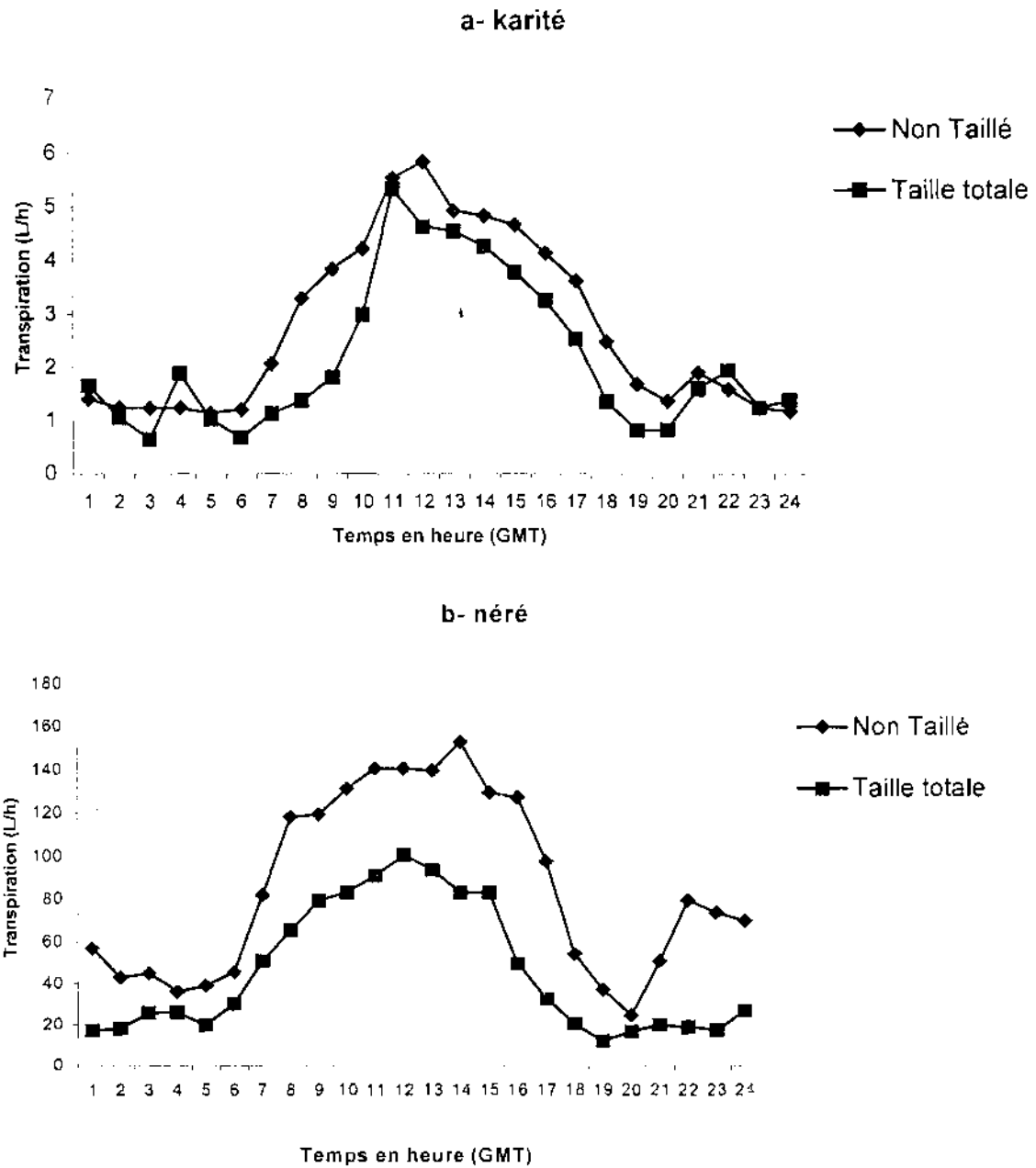
#### 4.5. La transpiration des arbres et sa relation avec la production du sorgho

L'analyse des valeurs obtenues pour la transpiration par la mesure du flux de sève a révélé des différences très hautement significatives ( $P < 0,001$ ) en fonction des espèces et en fonction de l'intensité de taille pour le karité ( $P < 0,05$ ) et pour le néré ( $P < 0,001$ ). De plus l'interaction entre l'espèce et l'intensité de taille a été très hautement significative ( $P < 0,001$ ).

En générale, les courbes en cloche indiquent une phase croissante de la transpiration des arbres entre 7 h GMT et 12h GMT et une phase décroissante entre 12 h et 19 h GMT. En fonction des espèces, l'évolution horaire de la transpiration au cours de la journée n'était pas identique. Pour le néré le taux de transpiration maximal a été atteint dès 10 h et s'est maintenu jusqu'à 16 h GMT approximativement se traduisant par l'existence d'un plateau, tandis que les courbes des taux de transpiration des karités présentaient leur pic aux environs de 12 h GMT. Par ailleurs, la transpiration du néré a été supérieure ( $P < 0,001$ ) à celle du karité aussi bien pour les arbres taillés qu'au niveau des témoins.

Pour le karité, la transpiration des arbres témoins était plus élevée ( $P < 0,05$ ) que celle des arbres taillés. La même tendance a été observée au niveau du néré mais avec une différence plus marquée entre les valeurs. Ainsi, les valeurs étaient de  $2.74 \pm 0.18 \text{ L. h}^{-1}$  et  $80.71 \pm 5.49 \text{ L. h}^{-1}$  pour les karités et les nérés non taillés, puis de  $2.16 \pm 0.16 \text{ L.h}^{-1}$  et  $44.95 \pm 0.34 \text{ L. h}^{-1}$  pour les karités et les nérés taillés respectivement (Figure 14).

Tout comme au niveau de l'humidité du sol, la corrélation entre la transpiration des arbres et la production du sorgho n'était pas statistiquement significative.



**Figure 14 : Transpiration du karité (*Vitellaria paradoxa*) et du néré (*Parkia biglobosa*) en fonction de l'intensité de taille dans un parc agroforestier à Saponé, Burkina Faso ( $L \pm S.E.h^{-1}$ )**

#### 4.6. Le développement des adventices

Les familles des adventices recensées étaient quasiment les mêmes sous les karités et les nérés exception faite d'une espèce de la famille des Scrophulariaceae rencontrée sous les karités uniquement. Au total, 8 familles ont été répertoriées sous les karités contre 7 familles sous les nérés. Pour les espèces, 21 espèces et 18 espèces ont été récoltées sous les karités et les nérés respectivement.

L'inventaire par espèce en fonction de l'intensité de taille du houppier a donné 6 familles et 13 espèces sous les karités non taillés contre 8 familles et 21 espèces sous les karités taillés (Tableau III A). Pour ce qui est du néré, 7 familles et 17 espèces ont été recensées sous les arbres non taillés contre 7 familles et 18 espèces sous les arbres taillés (Tableau III B). De façon globale les familles des *Poaceae* et des *Cyperaceae* ont été les familles les plus rencontrées sous les deux espèces étudiées. Et les espèces dominantes étaient *Cynodon dactylon*, *Digitaria horizontalis*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Cyperus rotundus*, et *Kyllinga squamulata*.

Tableau III A : Liste des adventices recensés sous karité (*Vitellaria paradoxa*) en fonction de l'intensité de taille dans un parc agroforestier à Saponé, Burkina Faso.

Intensité de taille	Familles	Espèces
Non taillé	Acanthaceae	<i>Monechma ciliatum</i>
Non taillé	Asteraceae	<i>Aspilia bussei</i>
Non taillé	Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i>
Non taillé	Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i>
Non taillé	Cyperaceae	<i>Cyperus esculentus</i>
Non taillé	Cyperaceae	<i>Kyllinga squamulata</i>
Non taillé	Malvaceae	<i>Alysicarpus ovalifolius</i>
Non taillé	Malvaceae	<i>Sida stipulata</i>
Non taillé	Poaceae	<i>Digitaria horizontalis</i>
Non taillé	Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>
Non taillé	Poaceae	<i>Cenchrus biflorus</i>
Non taillé	Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>
Non taillé	Poaceae	<i>Setaria pallide fusca</i>
Taillé	Asteraceae	<i>Aspilia rudis</i>
Taillé	Commelinaceae	<i>Commelina forskalaei</i>
Taillé	Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i>
Taillé	Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i>
Taillé	Cyperaceae	<i>Cyperus esculentus</i>
Taillé	Cyperaceae	<i>Kyllinga squamulata</i>
Taillé	Cyperaceae	<i>Fimbritylis hispidula</i>
Taillé	Fabaceae	<i>Zornia glochidiata</i>
Taillé	Malvaceae	<i>Alysicarpus ovalifolius</i>
Taillé	Malvaceae	<i>Sida acuta</i>
Taillé	Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>
Taillé	Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>
Taillé	Poaceae	<i>Digitaria horizontalis</i>
Taillé	Poaceae	<i>Eragrostis tremula</i>
Taillé	Poaceae	<i>Setaria pallide fusca</i>
Taillé	Poaceae	<i>Echinochloa colona</i>
Taillé	Poaceae	<i>Pennisetum pedicelatum</i>
Taillé	Poaceae	<i>Microchloa indica</i>
Taillé	Poaceae	<i>Eragrostis pilosa</i>
Taillé	Scrophulariaceae	<i>Striga hermontheca</i>
Taillé	Tiliaceae	<i>Corchorius tridens</i>

**Tableau III B : Liste des adventices recensés sous néré (*Parkia biglobosa*) en fonction de l'intensité de taille dans un parc agroforestier à Saponé, Burkina Faso.**

Intensité de taille	Familles	Espèces
Non taillé	Acanthaceae	<i>Monechma ciliatum</i>
Non taillé	Asteraceae	<i>Aspilia bussei</i>
Non taillé	Commelinaceae	<i>Commelina forskalaei</i>
Non taillé	Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i>
Non taillé	Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i>
Non taillé	Cyperaceae	<i>Kyllinga squamulata</i>
Non taillé	Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i>
Non taillé	Cyperaceae	<i>Fimbristylis hispidula</i>
Non taillé	Cyperaceae	<i>Cyperus esculentus</i>
Non taillé	Fabaceae	<i>Alysicarpus ovalifolius</i>
Non taillé	Fabaceae	<i>Zornia glochidiata</i>
Non taillé	Malvaceae	<i>Sida stipulata</i>
Non taillé	Malvaceae	<i>Sida alba</i>
Non taillé	Poaceae	<i>Pennisetum pedicelatum</i>
Non taillé	Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>
Non taillé	Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>
Non taillé	Poaceae	<i>Digitaria horizontalis</i>
Taillé	Acanthaceae	<i>Monechma ciliatum</i>
Taillé	Asteraceae	<i>Aspilia bussei</i>
Taillé	Commelinaceae	<i>Commelina forskalaei</i>
Taillé	Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i>
Taillé	Cyperaceae	<i>Cyperus esculentus</i>
Taillé	Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i>
Taillé	Cyperaceae	<i>Kyllinga squamulata</i>
Taillé	Fabaceae	<i>Alysicarpus ovalifolius</i>
Taillé	Fabaceae	<i>Zornia glochidiata</i>
Taillé	Malvaceae	<i>Sida acuita</i>
Taillé	Malvaceae	<i>Sida alba</i>
Taillé	Malvaceae	<i>Sida ovata</i>
Taillé	Malvaceae	<i>Sida urens</i>
Taillé	Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>
Taillé	Poaceae	<i>Digitaria horizontalis</i>
Taillé	Poaceae	<i>Eleusine indica</i>
Taillé	Poaceae	<i>Pennisetum pedicelatum</i>
Taillé	Tiliaceae	<i>Corchorius olitorius</i>

Afin d'évaluer la densité des adventices en compétition avec les cultures, la biomasse sèche des adventices récoltées a été estimée. Les valeurs obtenues indiquent de façon générale une plus grande biomasse sèche sous le houppier que dans les parcelles témoins avec 3576,67 kg ha<sup>-1</sup> contre 568,33 kg ha<sup>-1</sup> pour le karité, puis 4455,00 kg ha<sup>-1</sup> contre 1241,67 kg ha<sup>-1</sup> pour le néré (Tableau IV).

L'analyse en fonction de l'intensité de taille du houppier par espèce a révélé une biomasse plus élevée sous les karités taillés estimée à 5473,33 kg ha<sup>-1</sup> contre 1680,00 kg ha<sup>-1</sup> sous les karités non taillés. En revanche sous les nérés, les adventices récoltées ont présenté des valeurs de biomasse assez proches pour les arbres témoins et les arbres taillés (Tableau IV).

**Tableau IV : Biomasse sèche des adventices sous karités et nérés en fonction de la distance au tronc et de l'intensité de taille dans un parc agroforestier à Saponé, Burkina Faso.**

Espèce	Intensité de taille	Zone	kg ha <sup>-1</sup>
Karité	0%	Sous Houppier (SH)	1680,00
Karité	0%	Hors Houppier (HH)	536,67
<b>m1</b>			<b>1108,33</b>
Karité	100%	Sous Houppier (SH)	5473,33
Karité	100%	Hors Houppier (HH)	600,00
<b>m2</b>			<b>3036,67</b>
<b>Karité</b>	<b>Moyenne (m1 et m2)</b>		<b>2072,50</b>
Néré	0%	Sous Houppier (SH)	4363,33
Néré	0%	Hors Houppier (HH)	1243,33
<b>m1</b>			<b>2803,33</b>
Néré	100%	Sous Houppier (SH)	4546,67
Néré	100%	Hors Houppier (HH)	1240,00
<b>m2</b>			<b>2893,33</b>
<b>Néré</b>	<b>Moyenne (m1 et m2)</b>		<b>2848,33</b>

**m1 : moyenne des arbres non taillés ; m2 : moyenne des arbres taillés**

## CHAPITRE V : DISCUSSIONS

### 5. 1. La phénologie du sorgho

La taille a eu un impact significatif sur le nombre de thalles, le nombre de feuilles et la hauteur des plants de sorgho sous le néré. En revanche, aucune différence significative n'a été notée pour le nombre de thalles, le nombre de feuilles et la hauteur des plants de sorgho en fonction de l'intensité de taille sous l'espèce karité.

De manière générale la croissance du sorgho a été meilleure dans les zones sous influence du houppier des arbres comparativement aux zones en plein champ à l'exception du néré non taillé, pour lequel il y a une tendance croissante de la hauteur du sorgho allant du tronc à la zone hors houppier. Les résultats sous le karité non taillé sont contradictoires avec ceux de Maïga (1987), Guinko (1988), Compaoré (2002) qui ont montré que la croissance des cultures étaient meilleure en dehors du houppier que sous le couvert des arbres du fait de la réduction de la lumière au sol par leurs houppiers et dans une certaine mesure du fait des maladies fongiques dont le développement serait favorisé par le taux d'humidité élevé sous le houppier (Kater et *al.*, 1992). Ces performances des sorghos corroborent en revanche le fait que les arbres améliorent les propriétés physiques et chimiques du sol et améliorent les conditions trophiques à leur voisinage du fait de l'augmentation du carbone issu de la biomasse foliaire, racinaire et à travers le recyclage des éléments minéraux du sol (Kater et *al.*, 1992 ; Samba, 1997 ; Bayala, 2002b, Bayala et *al.*, 2005). Et cette fertilité du sol sous les arbres a amélioré la croissance et la productivité des cultures sous les arbres en plus des autres conditions micro-environnementales favorables (température, humidité). Cette amélioration a été observée dès le début de la saison pluvieuse certainement à cause des irrégularités pluviométriques observées pendant cette période et la présence des arbres a assuré au cours de cette période le maintien d'une certaine teneur en eau du sol favorable au développement des jeunes plants de sorgho.



Chez les végétaux, après la germination, la vitesse de la croissance de la culture dépend de la vitesse de réduction du CO<sub>2</sub> en glucides au cours du processus d'assimilation, qui est fonction de l'énergie disponible (intensité de rayonnement) (De Ridder et *al.*, 1982). La réduction de la lumière sous le houppier du néré (Kater et *al.*, 1992 ; Bayala, 2002b) a été préjudiciable à la croissance végétative des sorghos qui ont besoin de la lumière pour l'élaboration de nouvelles feuilles, racines et tiges. La suppression du houppier du néré a de ce fait induit une plus grande disponibilité de la lumière pour le sorgho sous jacent. Celui-ci de part sa capacité à mettre en valeur l'énergie lumineuse même en cas d'excès (le sorgho est une plante C4) a eu la possibilité d'utiliser les éléments nutritifs grâce à son système racinaire développé.

Des études antérieures (Baldy, 1963 ; Bayala, 2002b), il est ressorti également que les sorghos profitent du bon niveau de fertilité des horizons superficielles sous les arbres grâce à un meilleur enracinement lorsque la lumière n'est plus un facteur limitant. La meilleure performance du sorgho cultivé sous les nérés taillés est de ce fait liée à la réduction de la densité racinaire des arbres dans les horizons superficiels au profit de celle du sorgho en conformité avec les résultats de Bayala et *al.* (2004). La suppression totale du houppier favorise un bon niveau de colonisation des horizons superficiels du sol par les racines du sorgho et cela a eu une incidence positive sur la croissance végétative puis sur la précocité d'épiaison des sorghos cultivés sous les nérés taillés en comparaison aux nérés non taillés. Des observations similaires ont été obtenus au cours de la campagne 2003 (Yaméogo, Données non publiées) au niveau du néré sur le même site. Cela confirme le fait que le néré de part la forme de son houppier maintient un ombrage plus important dans sa zone d'influence que la karité (Kater et *al.*, 1992).

L'absence de différence entre les sorghos des karités taillés et des karités non taillés peut s'expliquer par la tendance de cette espèce à développer moins de racines fines dans les premiers horizons en année de mauvaise pluviométrie comme 2003 (Bayala et *al.*, 2004). A cela, on peut ajouter le fait que la couronne du karité est moins dense avec une forme ascendante des branches qui laisse passer plus de lumière contrairement aux branches retombantes du néré (Bayala et *al.*, 2002). L'absence de différences

statistiquement significatives entre les performances des sorghos suivant l'intensité de taille du karité avait déjà été constatée par Yaméogo (2004) pour le même dispositif.

## 5.2. La production du sorgho

La taille des houppiers des arbres a eu des effets variables sur la production du sorgho en fonction des espèces tout comme au niveau de la phénologie. Alors qu'aucune différence significative n'a été notée pour les rendements grain et matière sèche entre les deux niveaux de taille du houppier du karité, les sorghos sous les nérés taillés ont présenté une plus grande production en grain et en matière sèche comparativement aux nérés non taillés.

Les rendements grain et matière sèche étaient plus élevés sous les arbres, à l'exception du néré non taillé, que dans les zones témoins en plein champ de même que sous les nérés taillés en comparaison avec les karités taillés. Cette situation confirme le fait que de façon générale le rendement est un indice de fertilité du sol et le faible niveau de fertilité limite la productivité des cultures (Kambiré, 2002). En effet, la part de l'arbre dans l'amélioration ou au moins le maintien des propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols a été maintes fois évoquée (Kater et al., 1992 ; Samba, 1997 ; Bayala, 2002b). Les sorghos cultivés sous le houppier ont sans doute bénéficié de ces effets liés à la présence des arbres surtout lorsque la contrainte d'accès à la lumière est levée. Cela s'est traduit dans un premier temps par une meilleure croissance en hauteur, une importante biomasse foliaire et une précocité d'épiaison puis dans un second temps par une amélioration des rendements grain et matière sèche.

Même si le néré est une espèce non fixatrice d'azote, il a un potentiel de recyclage en matière organique plus élevé que le karité (Kater et al., 1992 ; Bayala, 2002b). C'est pourquoi les meilleurs rendements ont été obtenus sous les nérés taillés.

Par ailleurs, la protection mécanique du sol par le bon développement du sorgho et le houppier ayant contribué à réduire les pertes d'eau par évaporation (Baldy, 1962), ont permis de conserver une grande humidité dans les couches superficielles du sol et par

conséquent une disponibilité de l'eau pour les racines des plantes cultivés surtout en année à pluviométrie déficitaire comme 2004 avec un total de 879 mm en 45 jours de pluies. Ainsi, la faible pluviométrie enregistrée à partir de l'épiaison du sorgho a sans doute été compensée par les arbres qui sont à l'origine d'une régulation de l'évapotranspiration (Akpo et *al.*, 1993) et d'une remontée capillaire de l'eau (Bayala, 2005).

Au niveau du karité, les rendements grain et matière sèche obtenues dans sa zone d'influence n'ont pas varié significativement suivant l'intensité de taille deux ans après la taille. Cela d'ailleurs confirme les opinions des paysans qui considèrent le karité comme une espèce qui peut être associée parfaitement avec les cultures alors que le néré est considérée comme une espèce dévoratrice des cultures (Compaoré, 2002). A l'inverse et en conformité avec les résultats antérieures (Guinko, 1988 ; Bayala, 2002b ; Yaméogo, 2004), la taille du houppier du néré a été à l'origine d'une augmentation de la production du sorgho dans sa zone d'influence. Ce résultat obtenu au niveau du néré confirme le fait que les arbres exercent un effet dépressif sur les cultures sous jacentes à travers la réduction de la quantité et de la qualité de la lumière sous le houppier.

La densité élevée des racines fines dans les horizons supérieurs (Compaoré, 2002) en relation avec les teneurs élevées des éléments nutritifs (Tableau I) ainsi qu'avec la modération du microclimat (humidité élevée, basses températures) expliquerait la faible production du sorgho sous les nérés non taillés tout comme au niveau de la phénologie. En effet la croissance et la production en grain dépendent entre autre des capacités photosynthétiques des feuilles et des capacités des racines à absorber les éléments en particulier l'Azote et le Carbone (Cliquet et *ai.*, 1990).

L'augmentation des rendements sous les nérés taillés pourrait aussi être due à la diminution de l'humidité du sol et de l'air consécutive à l'absence du houppier. En effet, selon Kater et *al.* (1992), les baisses des rendements sous les arbres seraient liées à la prolifération des maladies fongiques dont le développement est favorisé par les conditions de forte humidité du sol et de l'air. La diminution du tallage du sorgho observé pendant la croissance végétative sous les nérés taillés confirme en outre le fait que la taille du

houppier réduit la fréquence des maladies surtout fongiques du sorgho sous le couvert car le sorgho est une espèce qui thalle très peu (Nicou et Chanterreau, 1991). D'ailleurs, Yaméogo (2004) a observé un taux élevé d'attaque fongiques surtout du charbon "couvert" due à *Sphacelotheca sorghii* dans les zones sous couvert de l'arbre et une diminution de sa fréquence d'attaque au fur et à mesure qu'on s'éloignait du tronc de l'arbre.

Les rendements grain et matière sèche obtenues lors de cette étude ( $379,95 \pm 123,43$  kg.ha<sup>-1</sup> et  $798,98 \pm 65,8$  kg. ha<sup>-1</sup>) sont en baisse en comparaison à ceux de Yaméogo (2004) qui avait obtenus  $717,5 \pm 280$  kg ha<sup>-1</sup> et  $4227,5 \pm 1535$  kg ha<sup>-1</sup> respectivement pour le rendement grain et matière sèche sur le même site. La faible pluviométrie enregistrée notamment à partir de l'épiaison en comparaison avec celle de la saison 2003 justifie en partie cette situation car l'eau est le principal facteur limitant les phénomènes de croissance et de productivité des cultures dans les régions Soudano-sahéliennes (Michel et Juan, 1994). L'eau est considérée comme un vecteur indispensable pour les échanges et les transferts des substances nutritives. A ce propos, Kambiré (2002) note que toute perturbation de la fourniture d'assimilats dans les grains au cours du processus d'élaboration entraîne une baisse du poids des mille grains du sorgho.

### 5. 3. L'humidité du sol et sa relation avec la production du sorgho.

Les analyses statistiques des valeurs de l'humidité du sol ont montré que le comportement des espèces n'était pas identique contrairement aux résultats de Yaméogo (2004). En effet sous l'espèce karité, l'humidité a augmenté entre le matin et le soir indiquant de ce fait une entrée d'eau dans le système à cause probablement des phénomènes de remontée liées aux racines (Anon., 2002, Bayala, 2005). En revanche sous le houppier du néré, la variation journalière de l'humidité du sol était positive du fait surtout d'une plus grande utilisation de l'eau du sol par l'association néré taillés-sorgho au cours de la journée. En accord avec les résultats de Bayala (2002b), cela confirme le meilleur développement du sorgho sous les arbres taillés de cette espèce ayant induit une forte consommation des réserves hydriques du sol.

En général, l'humidité du sol a été croissante avec la profondeur. Selon la date de mesure, on a aussi noté une décroissance au fur et à mesure qu'on évoluait vers la fin de la saison sous le karité et le néré. Dans le sol, l'eau a tendance à s'accumuler en profondeur à cause du drainage et de l'infiltration (Du chauffour, 1991) et sans doute en relation avec le fait que la texture du sol devient de plus en plus fine avec la profondeur (Anon., 2002). L'humidité du sol est largement influencée par la répartition temporaire et spatiale de la pluie qui est la principale source d'apport de l'eau dans l'écosystème (Papy, 1986 ; Kambiré, 2000 ; Yaméogo, 2004). Aussi, lorsque l'on évolue vers la fin de la saison, l'amenuisement des apports pluviométriques entraîne une forte utilisation des réserves hydriques du sol par les végétaux pour satisfaire leurs besoins de plus en plus croissants. Cette situation justifie sans doute la diminution progressive des teneurs en eau du sol à partir du 77<sup>ème</sup> JAS tandis qu'avant cette période, l'humidité du sol était presque constante.

L'humidité du sol sous le karité a significativement varié en fonction de l'intensité de taille. Dans presque tous les horizons, le taux d'humidité du sol était plus élevé sous les arbres taillés à l'exception de l'horizon 0-10 cm. Ces résultats confirment le fait que le houppier des arbres intercepte et évapore dans l'atmosphère une partie de la pluie dans les systèmes agroforestiers réduisant de ce fait les quantités d'eau qui arrivent au sol en fonction des facteurs climatiques, des facteurs intrinsèques à l'arbre et à la pluie (Aussenac, 1968 ; Samba, 1997). La quantité d'eau interceptée diminue avec la distance au tronc (Samba, 1997) et dépend par ailleurs de la perméabilité du houppier. Le karité ayant des feuilles larges situées à l'extrémité des rameaux (Bonkoungou, 1987a ; Arbonnier, 2002) intercepte certainement une grande proportion de l'eau de la pluie réduisant les quantités qui arrivent au sol.

Pour le néré, le taux d'humidité a diminué sous les arbres taillés dans les horizons 10-20, 20-30 et 30-40 cm en comparaison avec les arbres non taillés. En générale, les besoins en eau d'une culture dépendent de son état de développement (Riou, 1991) et la suppression du houppier qui a entraîné une meilleure croissance végétative du fait de l'augmentation de l'éclairement relatif (Bayala, 2002b) et une forte densité racinaire dans

les horizons superficiels (Compaoré, 2002 ; Bayala et *al.*, 2004) ont induit une diminution des teneurs en eau des horizons ci-dessus évoqués. En effet, Yaméogo (2004) avait obtenue une corrélation entre l'humidité du sol de l'horizon 20-30 et le rendement matière sèche du sorgho, indiquant que l'essentiel de l'absorption racinaire du sorgho se déroule dans cet horizon (20-30) et ceux qui lui sont proches (10-20 et 30-40 cm). Cela justifie la diminution du taux d'humidité de ces horizons. De plus, ces résultats confirment le fait que les mouvements de l'eau du sol dépend de la dynamique du système racinaire (Lemée, 1978). En effet, l'eau se déplace vers les racines qui ont la possibilité de modifier autour d'elles le potentiel de l'eau en créant un gradient de succion.

#### **5.4. La transpiration des arbres et son influence sur la production du sorgho**

L'analyse des valeurs de la transpiration a montré que la transpiration du néré était plus élevée que celle du karité de façon significative. Le fait que le néré transpire plus que le karité est certainement due aux différences morphologiques et architecturales entre ces deux espèces. En effet, le karité est une espèce dont le houppier est très compact avec une densité foliaire élevée (Kater et *al.*, 1992). De ce fait, un grand nombre de feuilles se retrouvent dans un environnement à faible pouvoir évaporant par effet écran. A l'inverse, le néré est une espèce dont les feuilles sont composées (Arbonnier, 2000). Il en résulte une importante transpiration au niveau du néré liée au nombre de feuilles en situation de forte demande en eau de transpiration. La plus grande transpiration du néré comparativement au karité a été mentionnée par Bayala (2002b) qui avait obtenu en 1999 146 L.h<sup>-1</sup> et 18 L.h<sup>-1</sup> pour le néré et le karité respectivement sous 805 mm de pluie puis 79 L.h<sup>-1</sup> et 9 L.h<sup>-1</sup> en 2001 pour les deux espèces sus mentionnées respectivement. La transpiration des arbres a été faible en 2004 du fait de la faible pluviométrie enregistrée sur le site corroborant le fait que la quantité d'eau absorbée par les végétaux à travers les racines est limitée par l'alimentation en eau disponible dans le sol ( Rasendra, 1997).

En fonction du temps, les courbes de transpiration étaient en cloche avec un maximum à environ 12 h GMT et cette évolution de la transpiration horaire traduit probablement la

réponse de la plante à la demande en eau exprimée par l'évapotranspiration potentielle. Cette dernière est largement déterminée par les facteurs hydriques qui agissent directement sur le potentiel de l'eau du sol ou sur la pression de succion des tissus mais également par les facteurs photiques. Les facteurs photiques les plus importants sont le rayonnement, la température (De Parcevaux, 1964; Ong *et al.*, 1990).

La taille du houppier a entraîné, deux ans après son application, une réduction de la transpiration de 21,17% et 44,31% pour le karité et le néré respectivement. Cette tendance confirme le fait que la transpiration est largement déterminée par l'importance du couvert végétal (Ong *et al.*, 1996 ; Bayala, 2002b). Globalement cette réduction de la transpiration est certainement liée à la modification de l'architecture de l'arbre consécutive à la taille du houppier tout comme déjà rapporté par Bayala (2002b). La diminution de la transpiration des espèces taillées est aussi liée à la réduction de la densité des racines fines qui sont sensibles aux variations des conditions météorologiques (température, humidité) comme rapporté par Bayala *et al.* (2004).

Malgré l'absence de corrélation statistiquement significative entre la transpiration des arbres et les rendements grain et matière sèche du sorgho, la réduction de la transpiration des arbres consécutive à la taille de leur houppier a sans doute atténué la compétition hydrique avec les sorghos sous couverts. Par conséquent, les meilleurs rendements grain et matière sèche ont été enregistrés sous les arbres taillés en particulier sous les nérés taillés. Des résultats similaires ont été obtenus sous *Ferdherbia albida* qui transpirait moins en Juin et Juillet parce qu'il perd ses feuilles et de ce fait compétissait moins avec les cultures pour l'eau et les éléments minéraux nutritifs (Ong *et al.*, 1990).

### 5.5. Le développement des adventices

Les familles des mauvaises herbes recensées sont quasiment identiques sous les deux espèces. Deux grandes familles ont été répertoriées sous les arbres. Il s'agit de la famille des Poaceae représentée en grande partie par *Cynodon dactylon*, *Digitaria horizontalis*, *Pennisetum pedicelatum*, *Dactyloctenium aegyptium* et celle des Cyperaceae dominée par

*Cyperus rotundus*, *Cyperus esculentus*, *Kyllinga squamulata*. Ces deux familles sont considérées par ailleurs comme dominantes dans les régions soudano-sahéliennes (Merliet et al., 1982).

La densité des adventices est apparue plus élevée sous les arbres que dans les zones hors houppier de même que sous les nérés en comparaison avec les karités. Cette situation s'explique par le niveau élevé de matière organique sous les arbres et encore plus sous les nérés (Kater et al., 1992 ; Bayala, 2002b) comparativement au plein champ. Les adventices dominants ayant un système racinaire superficiel bénéficient des conditions mésologiques sous l'arbre tandis que dans les zones témoins, la densité des adventices a été faible en dépit de la faible performance des sorghos du fait du faible niveau de fertilité du site (Tableau I).

En revanche, la couverture du sol par le houppier et les plants de sorghos ne semble pas entraver la prolifération des adventices contrairement aux travaux précédents (Yaméogo, 2004) au cours desquels la densité des mauvaises herbes était moins élevée sous les arbres par rapport aux parcelles hors houppier. En effet, certains facteurs de l'environnement notamment le type de sol et la saison sont responsables de la distribution et de l'abondance des espèces au sein des communautés des mauvaises herbes (Barralis et al., 1980 ; Le bourgeois et al., 1995). La contrainte hydrique du fait de la mauvaise pluviométrie de 2004 comparativement à 2003 a certainement contribué au meilleur développement des adventices sous les arbres.

Pour les deux espèces, les familles identifiées étaient les mêmes dans les zones d'influence quelque soit le niveau de taille de leur houppier. Ces similitudes floristiques en fonction de l'intensité de taille de l'arbre seraient sans doute liées au nombre d'années de culture des parcelles qui contribue à maintenir les Poaceae et les Cyperaceae dont le développement serait favorisé par le travail superficiel du sol (Le Bourgeois, 1995). Pourtant les travaux antérieurs sur le même site notaient une dominance des Poaceae sous les arbres taillés tandis que sous les arbres non taillés dominaient les Cyperaceae. Cela est certainement lié à la bonne pluviométrie de 2003 (1057 mm) qui a contribué au maintien



d'une plus grande humidité sous les arbres non taillés et cette situation a été favorable à la croissance des Cyperaceae caractérisées par leur exigence pour les zones humides (Yaméogo, 2004).

Le fait que la plus grande diversité spécifique ait été observée sous les karités taillés comparativement aux karités non taillés serait liée à l'absence de différence de développement du sorgho en fonction de l'intensité de taille de cette espèce en présence d'un accroissement de l'intensité de la lumière (Traoré et *al.*, 1982 ; Merlier et *al.*, 1982; Ayeni et *al.*, 1984).

Tout comme au niveau de l'inventaire, la densité des adventices est apparue identique sous les nérés malgré la suppression du houppier. Or il est admis que les modifications des facteurs écologiques naturels d'ordre pédologique et climatique agissent plus sur la flore des adventices (Le bourgeois et *al.*, 1995). Mais, les sorghos sous les nérés taillés, ayant présenté la meilleure performance, ont ainsi assuré une couverture permanente de la surface du sol qui semble avoir créé les mêmes effets climatiques (réduction de la température, de l'intensité lumineuse) que ceux observés sous les arbres non taillés (Akpo et *al.*, 1993). En général, un meilleur développement des cultures réduit la prolifération des mauvaises herbes par effet d'ombrage, par la compétition pour les ressources du milieu (eau, éléments minéraux, espaces de développement) selon Barralis (1977) et Koch et *al.* (1982). Cela justifie d'ailleurs l'efficacité des labours et des sarclages précoces dans la maîtrise de l'enherbement des parcelles en milieu paysan fréquemment suggérés (Le bourgeois et *al.*, 1995) car le développement des adventices est en étroite relation avec non seulement les facteurs du milieu notamment le type de sol et le climat (température et humidité) mais aussi avec l'état du développement de la plante cultivée tout comme l'ont mentionnés Baldy (1963) et Djimadoum (1993).

## CHAPITRE VI: CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

La taille du houppier des arbres est une pratique couramment utilisée dans la gestion des parcs agroforestiers afin d'améliorer l'état sanitaire des arbres et accroître leur productivité. La suppression du houppier assure en outre une meilleure croissance végétative et par conséquent une production élevée des cultures sous jacentes. La présente étude, réalisée un an après l'application de la taille du houppier du karité (*Vitellaria paradoxa*) et du néré (*Parkia biglobosa*) en expérimentation en milieu paysan, indique que de façon générale l'influence des arbres sur les performances du sorgho n'était pas identique en fonction des espèces. En effet :

- le suivi de la phénologie du sorgho sous les karités n'a pas révélé de différences significatives en fonction de l'intensité de taille et de la distance au tronc pour la hauteur, le nombre de feuilles et le nombre de thalles. Toutefois les performances des sorghos sous le houppier des arbres ont été meilleures que dans les parcelles témoins en plein champ ;

- les paramètres mesurés sur le sorgho sous le couvert du néré ont varié significativement avec l'intensité de taille du houppier : la hauteur et le nombre de feuilles des plants de sorghos étaient plus élevés sous les nérés taillés que sous les nérés non taillés. A l'opposé, le thallage était plus important sous les nérés non taillés en comparaison avec les nérés taillés. De plus, l'observation des dates d'apparition des stades gonflements et épiaison des sorghos a révélé une plus grande vitesse de développement des plants sous couverts des nérés taillés comparativement aux nérés non taillés et même aux karités ;

- les rendements grain et matière sèche sont apparus plus élevés sous les nérés taillés que sous les nérés non taillés alors qu'aucune différence significative n'a été observée sous les karités en fonction de l'intensité de taille. La tendance a été à la diminution de la production suivant l'éloignement du tronc de l'arbre sous les karités. Pour les nérés, les rendements grain et matière sèche augmentaient avec la distance au tronc des arbres non taillés. En revanche, la taille des nérés a induit une plus grande production dans leurs zones d'influence;

- sous les karités, le taux d'humidité du sol a augmenté entre le matin et le soir de  $0,17 \pm 0,02$  % tandis que ce taux était en baisse sous les nérés de  $0,30 \pm 0,02$  %. En général, l'humidité du sol a été croissante avec la profondeur de mesure et cette tendance s'est maintenue jusqu'aux horizons 70-80 cm et 50-60 cm respectivement sous le karité et le néré avec des écarts plus marqués entre les courbes des horizons 0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm et 30-40 cm sous les karités taillés. En revanche sous les arbres témoins, la tendance à l'augmentation de la teneur en eau du sol avec la profondeur était moins grande entre les différents horizons hormis l'horizon 0-10 cm sous le néré qui a présenté le taux d'humidité le plus bas au cours de la période de mesure.

La transpiration des arbres taillés, qui traduit la réponse de ces arbres à la demande évaporative exprimée par le milieu, est apparue moins élevée que celle des arbres témoins. De plus les nérés ont beaucoup plus transpiré que les karités avec une forte réduction du taux de transpiration de néré après la suppression de son houppier.

Bien qu'aucune corrélation statistiquement significative n'ait été révélée entre l'humidité du sol, la transpiration et les rendements du sorgho, les résultats indiquent que la taille du houppier des arbres permet de réduire la compétition hydrique entre les arbres et les cultures dans leur zone d'influence. Ce qui est une situation de facilitation de l'alimentation hydrique et minérale des cultures.

Les espèces des adventices récoltées n'ont variées significativement avec la taille du houppier que pour l'espèce karité. Aussi, la famille des Poaceae et celle des Cyperaceae ont été les plus fréquemment rencontrées sur les parcelles. La biomasse sèche était plus élevée sous les karités taillés que sous les karités témoins. Alors que sous le néré, les familles recensées et leur biomasse sèche étaient similaires quelque soit l'intensité de taille du fait de la meilleure performance des sorghos sous les nérés taillés.

Ces résultats suggèrent que dans l'optique d'une connaissance parfaite des effets de la taille du houppier du karité et du néré, espèces d'ailleurs dominantes des parcs agroforestiers des paysages agricoles de la zone, les investigations futures sur le site prennent en compte les aspects suivants:

-l'apport de matière ou de résidus organiques afin de restaurer la fertilité du site et d'évaluer les effets combinés de ces apports et de la taille sur la dynamique de l'eau du sol ainsi que leur conséquence sur les performances des cultures associées ;

-les effets de la taille sur les associations de cultures qui constituent une pratique courante en milieu paysan;

-les effets des différentes périodes de taille sur la dynamique de l'eau du sol et les performances des cultures compte tenu du fait que les stades phénologiques des espèces des parcs ne coïncident pas.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**Akpo E., Grouzis M. 1993.** Les parcs agroforestiers des zones semi arides de l'Afrique de l'ouest. Symposium International 25 au 28 octobre 1993 Ouagadougou, 16 p.

**Anon., 2002.** Mémento de l'Agronome, CIRAD, GRET, CTA, Ministère des Affaires Etrangères Française, Paris, France, 1691 p.

**Ayeni A. O., Duke W.B., Akobundu I. O. 1984.** Weed interface in maize, cowpea and maize/ cowpea intercrop in a subhumid tropical environment: Influence of land preparation. *Weed Research*, 24: 439-448.

**Bagnoud N., Schmithusen F, Sorg J. P. 1995.** Les parcs à karité et néré au Sud- Mali. Analyse du bilan économique des arbres associés aux cultures. *Bois et Forêts des Tropiques*, 244:10-23.

**Baldy Ch. 1963.** Cultures associées et productivité de l'eau. In : INRA.. L'eau et la production végétale. Rapport de publications. 466 p.

**Bamba K. 1985.** Systèmes aériens et racinaires de quelques essences spontanées et exotiques dans la région de Saponé. Mémoire fin d'études. ISP/ U. O. 135 p.

**Barralis G. 1977.** Seuil de nuisibilité des mauvaises herbes. II : Nuisibilité directe. *Phytoma*, 268 : 11-15.

**Bayala J., Lamien N. 1995.** Caractérisation du parc à karité dans le système de production à base de cotonnier du terroir de Yasso. INERA/IRBET Bobo Dioulasso, Burkina Faso, 67 p.

**Bayala J., Lamien N. 1997.** Caractérisation du parc à karité dans le système de production à base de cotonnier du terroir de Dimolo. INERA/ CNRST Bobo Dioulasso, 46 p.

**Bayala J. 2002a.** Rôle des institutions de recherche dans le secteur du karité (*Vitellaria paradoxa* Gaerhtn C. F.) : acquis scientifiques et perspectives. International

worshop on processing and market of shea products in Africa. Dakar (Senegal) p 4-6 March 2002.

**Bayala J. 2002b.** Tree crown pruning as a management tool to enhance the productivity of parkland in West Africa. Ph.D. Thesis, School of Agricultural and Forest Sciences, University of Wales, Bangor, 207 p.

**Bayala J. 2005.** Hydraulic lift study in native tree species in an agroforestry parkland of West African dry savanna. Research Report, IAEA Research contract N° 12520/RO/Regular Budget Fund, 22 p.

**Bayala J., Balesdent J., Marol C., Zapata F., Teklehaimanot Z., Ouedraogo S. J. 2005.** Relative contribution of trees and crops to soil carbon content in a parkland system in Burkina Faso using variations in natural <sup>13</sup>C abundance. Nutrient Cycling in Agroecosystems (in press).

**Boffa J.M. 1995.** Productivity and management of Agroforestry Parklands in the Sudan Zone of Burkina Faso, West Africa. Ph.D. Dissertation, Purdue University, West Lafayette, Indiana, USA.

**Bonkougou G. E. 1987a.** Monographie du karité *Butyrespermum paradoxa* (Gearth. F Hepper), espèce agroforestière à usages multiples. IRBET/CNRST, 67 p.

**Bonkougou G. E. 1987b.** Monographie de néré *Parkia boglobosa* (Jacq Benth) espèce agroforestière à usages multiples. IRBET/CNRST, 45 p.

**Bonkougou G. E., Ayuk E.T. et Zoungrana I. 1993.** Les parcs agroforestiers des zones semi arides de l'Afrique de l'ouest, 226 p.

**Boussim I.J., Guinko S., Tuquet C., Sallé G. 2004.** Mistletoes of agroforestry parklands of Burkina Faso. *Agroforestry Systems*, 60: 39-49.

**Breeman H., Stroosnijer L. 1982.** La relation entre le substrat et la vegetation In : Pennig Devries F.W.T., Djiteye M.A. (eds): La productivité des pâturages sahéliens. Une étude des sols, des végétations et de l'exploitation de cette ressource naturelle. Center for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, Pays-Bas, pp.322-346.

**BUNASOLS 1988.** Etat actuel de fertilité du périmètre départemental de Saponé (Province du Bazéga). Rapport n°5, 10 p.

**Charreau C. 1961.** Dynamique de l'eau dans deux sols du Sénégal. *Agronomie Tropicale*, 16:504-563

**Cliquet. J.B., Deleens E., Prioul J.L., Mariotti A., Morot-Gaudry J.F. 1990.** Etude par utilisation des isotopes lourds, de la capacité de stockage de la tige de maïs pendant la montaison puis la remobilisation de ces réserves vers l'épi. In : *Physiologie et production de maïs. Communication au colloque- la vie du maïs- Physiologie du maïs, application à la production, organisée par l'INRA, l'AGPM et l'université de Paris sud. Pau, 13-15 novembre 1990.* 245-251 pp.

**Compaoré A. 2002.** Effet de la taille du houppier sur la production fruitière du karité (*Vitellaria paradoxa* (Gaerthn).C .F), du néré *Parkia boglobosa* (Jacq). Benth.) et sur le développement du sorgho (*Sorghum spp.* Moench.) en culture associée dans les parcs agroforestiers à Saponé (province du Bazéga). Mémoire de fin d'études E.N.E.F, 87 p.

**Cruziat P. 1995.** L'architecture hydraulique des arbres: une introduction. In : *L'eau dans la vie de l'arbre. Groupe d'Étude de l'Arbre. Centre INRA Clermont - Theix, 14-15 Avril 1995* 345:39-65

**Daudet F.A. 1976.** Statistique et dynamique de l'eau du sol. Cours à l'usage des étudiants de 3ème Cycle. 24 p.

**De Ridder N., Stroosnijder L., Cissé, A. M. 1982.** La productivité des pâturages sahéliens : une étude des sols, des végétations et de l'exploitation de cette ressource naturelle. Textes du cours PPS, Tome 1, théorie. Université Agronomique, Wageningen, Pays-Bas. 233 p.

**Delomé A. 1947.** Etude du karité à la station agricole de Ferkessedougou. *Oléagineux* 4,186-200.

**Dembélé D.M. 1990.** Etude du rôle des arbres épargnés dans les exploitations agricoles dans la zone de Koutiala (Mali). Institut polytechnique de Katibougou, Mali .61 p.

**Desmarest J. 1958.** Observation sur la population de karités de Niangoloko 1953 à 1957. *Oléagineux*, 5 : 449- 455.

**Diakité T. 1995** : Concurrence pour l'eau et les éléments nutritifs du sol entre ligneux et culture, le karité et le sorgho, en zone semi -aride au Mali. Faculté de foresterie et de géomatique. Master. Université Laval, Canada. 69 p.

**Djimadoum M. 1993**. Adventices des cultures dans la région de Bondokuy. Etude de la flore, de l'Ecologie et de la nuisibilité. Mémoire IDR/UGB Burkina Faso. 96 p.

**Duchaufour Ph. 1991**. Abrégés de Pédologie. Sol, végétation, environnement. 3<sup>ème</sup> édition, Masson. Paris, France 289 p.

**Granier A. 1985**. Une nouvelle méthode pour la mesure du flux de sève brute dans le tronc des arbres. Annales des Sciences Forestières, 42 (2): 193-200.

**Guinko A., 1989**. Contribution à l'étude de l'influence du Karité et du Néré sur le Sorgho. Mémoire de fin d'études, IDR./ISN, Université de Ouagadougou, 73 p.

**Huxley P. A. 1993**. Simplifying the biological/ environment study of mixed cropping agroforestry systems. Document de travail n°13, International Centre of Research in Agroforestry (I.C.R.A.F.), Nairobi, Kenya, 30 p.

**Jonsson K., Ong C.L., Odongos J.C.W. 1999**. Influence of scattered nééré and karité on microclimate, soil fertility and millet yield in Burkina Faso. Experimental Agricultural, 35: 39-43.

**Kambiré F. 2000**. Effet des techniques d'utilisation de la dent IR. 12 sur la production du coton et du maïs dans la zone cotonnière Ouest du Burkina Faso. Mémoire de fin d'études, Option : Agronomie. IDR/UPB. 88 p + Annexes.

**Kambiré S.H. 1994**. Systèmes de cultures paysans et productivité des sols ferrugineux lessivés du plateau central (Burkina Faso). Effets des restitutions organiques. Thèse de 3<sup>e</sup> cycle. Institut des sciences de l'environnement. FAST. Université Cheikh Anta Diop de Dakar. 188 p.

**Kater L.M., Kanté S., Buldelman A. 1992**. Karité (*Vitellaria paradoxa*) and nééré (*Parkia biglobosa*) associated with crops in south Mali. Agroforestry Systems, 18: 89-105.



**Kessler J.J., Bréman H. 1991.** The potential of Agroforestry to increase primary production in the sahelian and soudan zones of West Africa. *Agroforestry Systems*, 13: 41- 62.

**Kessler J. J., Boni J. 1991.** Agroforesterie au Burkina Faso. *Tropical Resource Management. Paper no1*, Wageningen Agricultural University, 99 p.

**Kessler J. J. 1992.** The influence of karité (*Vitellaria paradoxa*) and néré (*Parkia biglobosa*) trees on sorghum production in Burkina Faso. *Agroforestry Systems*, 17: 97-105.

**Koch W., Beshir M.E., Unterladstatter R. 1982.** Crop losses due to weeds. In *Improving weed management*, FAO Plant Production and Protection Paper, no 44. FAO, Rome, Italie, pp.154-165.

**Lamien N., Sidibé A., Bayala J. 1996.** Use and commercialisation of non-timber forest products in western Burkina Faso. In: Leakey, R.R.B, Temu, A.B. and Melnyk M. (Eds.). *Domestication and commercialization of Non-Timber Forest Products in Agroforestry Systems*. FAO, Rome Italy. *Non Wood Forest Products*, 9: 51-63.

**Landsberg J.J., Gower S.T. 1997.** Applications of physiological ecology to forest management. Academic Press Inc., San Diego. 135 p.

**Le Bourgeois T., Merlier H. 1995:** Adventrop. Les Adventices d'Afrique Soudano-sahélienne. Montpellier, France, CIRAD- CA. 640 p.

**Lehman J., Weigl D., Droppelman K., Huwe B., Zeich W. 1999.** Nutrient cycling in an agroforestry system with runoff irrigation in northern Kenya. *Agroforestry Systems*, 43: 49-70.

**Lemée G. 1978.** Précis d'écologie végétale. Biologie, Maîtrises. MASSON. Paris, France 20:197-217.

**Maïga A. 1987.** L'arbre dans les systèmes traditionnels agroforestiers dans la province de BAZEGA : Influence du karité, du néré et de l'*Acacia albida* sur le sorgho et le petit mil. Rapport de Stage, IRBET/CNRST, Ouagadougou. 86 p.

**Maïga A. 1988.** Contribution à la prospection et à la sélection des peuplements naturels de *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth., au Burkina Faso. IRBET/ CNRST.

**Merlier H., Montégut J. 1992.** Adventices tropicales, Flore aux stades plantules et adultes de 123 espèces africaines ou pantropicales. Ministère des Relations Extérieures, de la Coopération et du Développement Français. 480 p + Annexes.

**Michel B.C., Juan C.G. 1994.** Promotion de systèmes durables dans les pays d'Afrique Soudano-sahélienne. Rapport du séminaire régional, FAO CTA CIRAD. 290 p.

**Montégut J. 1975.** Ecologie de la germination des mauvaises herbes. In : Chaussat R., Le Deunff Y. (eds.): La germination des semences. Gauthiers- Villars, Paris, France, 191- 218 pp.

**Monteith J.L. 1981.** Climatic variation and growth of crops. Quaterly Journal of the Royal Meteorological Society, 107: 749-773.

**Oldeman L., Hakkeilin G., Sombrock W. 1991.** World map of the status of human induced soil degradation. An explanation note, 2<sup>nd</sup> edition International soil reference and information Center. Wageningen, Nairobi. Kenya.

**Ong C. K. 1996.** A famework for quantifying the various effects of tree-crop interactions. In: Ong, C. K. and Huley. P. (eds.). Tree-Crop Interactions. A Physiological Approach. CAB Internationnal ICRAF, Interanational Center for Research in Agroforestry. Nairobi, Kenya. 1-24pp.

**Ong C.K., Singh R. P., Khan A.A.H., Osman M. 1990.** Deux nouvelles techniques pour mesurer l'eau prélevée par les arbres. L'Agroforesterie Aujourd'hui Vol 2. Numéro 3 Juillet- Septembre 1990. Nairobi, Kenya, 2 :7-9.

**Ouattara K., Ouattara B., Sédogo P. M. 2004.** Effet des apports de matière organique sur les pertes en eau par évaporation sous culture de sorgho dans le plateau central Burkinabé. In : Recueil des résumés de communications, FRSIT 2004.Ouagadougou, Burkina Faso.

**Ouedraogo O. 1989.** Etude des sols ferriguneux et leur aptitude à la culture du mil et du sorgho. Mémoire de fin d'étude, IDR, Institut des Sciences de la Nature. U.O. 140 p + Annexes.

**Pontanier R., M'Hiri A., Aronson J., Akrimi A., Le Floc'h E. 1995.** L'homme peut-il refaire ce qu'il a défait ? John Libbey, Paris, France, 455 p.

**Puttnam A. R., Weston L. A. 1986.** Adverse impact of allelopathy in Agricultural systems. In: Putnam A.R., Tang C.S. (Eds): The science of allelopathy. Wiley Interscience Publication, John Wiley and Sons, New- York, USA, 43-57 pp.

**Raison J.P. 1988.** Les parcs en Afrique : état des connaissances et perspective de recherches. Encyclopédie des techniques agricoles en agriculture tropicale, 79 p.

**Rasendra P. 1997.** Caractérisation de la compétition pour l'eau dans un système agroforestier : conséquence pour la modélisation. Mémoire de D.I.T.A. université Henri Poincaré, Nancy, France, 56 p.

**Riou G. 1991.** L'eau et les sols dans les écosystèmes tropicaux, Systèmes d'érosion hydrique. Edition Masson. Paris. France, 221 p.

**Sabiiti E., Cobgina J. 1992.** *Parkia biglobosa*: a potential multipurpose fodder tree legume in west Africa. International Tree Crops Journal, 17 : 217- 279.

**Sallé G., Boussim J., Raynal-Roques A., Brunck F. 1991.** Le karité, une richesse potentielle. Bois et Forêts des Tropiques, 228: 11-23.

**Samba A. N. S. 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. Thèse PhD. Université de Laval, Québec, Faculté de Foresterie et de Géomatique, 186 p.

**Tiquet J.P.B. 1985.** Les arbres de brousse au Burkina Faso. Collection «appui au monde rural», série technique n°2, 95 p.

**Van der Poel, Kaya B. 1992.** La régénération des végétations sur les terrains dénudés. Tests sur les berges du marigot à Kariko, Mali sud. Rapport de recherche, IER-KIT, 29 p.

**Von maydell H. J. 1983.** Les arbres et arbustes du sahel leurs caractéristiques et leurs utilisations. GTZ, Eschborn. Germany. 532 p.

**Yaméogo K. M. 2004.** Effet de la taille du karité et du néré sur la dynamique de l'eau du sol et la relation avec les performances des cultures associées. Mémoire IDR/ Université Polytechnique de Bobo. 63 p.

**Young A. 1986.** Effects of trees on soils. In: Prinsley, R.T. and Swift, M. J. (eds). Amélioration of soil by trees. Commonwealth science Council, London UK, pp. 10-19.

**Zongo J. D. 1977.** L'amélioration génétique du sorgho grain. Mémoire de fin d'étude D.A.A. Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie de Rennes, 6, France, 55 p.