

# CROISSANCE MORPHOLOGIQUE DE CINQ ESSENCES LOCALES INTRODUITES DANS LES FORMATIONS FORESTIERES GUINEENNES ET SOUDANO-GUINEENNES AU BENIN

L. DJODJOUWIN, R. GLELE KAKAÏ et B. SINSIN

Laboratoire d'Ecologie Appliquée, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi,  
01 BP 526 Cotonou, Bénin. E-mail : djodjou@yahoo.fr

## RESUME

La présente étude a consisté à l'analyse de la croissance de 5 espèces forestières locales : *Terminalia superba*, *Khaya grandifoliola*, *Khaya senegalensis*, *Holoptelea grandis* et *Azelia africana* introduites en plantations d'enrichissement en zones guinéenne et soudano-guinéenne. Les hauteurs et les diamètres des plants ont été mesurés à 1, 2, 3, 4, 5, 8, 13, 16, 17 et 20 ans sur des individus de chaque espèce aléatoirement choisis. L'analyse de variance, sur les mesures répétées, a été utilisée pour comparer le diamètre et la hauteur de chaque espèce, aux différents âges dans les deux zones. L'analyse en composantes principales a été utilisée pour caractériser les espèces dans les deux zones. A 17 ans, le diamètre et la hauteur des arbres introduits sont plus faibles en zone guinéenne (17,82 cm et 13,61 m) qu'en zone soudano-guinéenne (21,66 cm et 14,24 m). *Terminalia superba* a été l'espèce la plus performante dans les deux zones. Ces différents résultats ont donné des indications pour une meilleure estimation de la production ligneuse des espèces introduites.

**Mots clés** : Croissance morphologique, espèces locales, plantations d'enrichissement, Bénin.

## ABSTRACT

MORPHOLOGIC GROWTH OF LOCAL TREE-SPECIES INTRODUCED IN GUINEAN AND SUDANO-GUINEAN FOREST RESERVES  
(BENIN)

The study aimed at analyzing the growth of 5 local species, such as : *Terminalia superba*, *Khaya senegalensis*, *Khaya grandifoliola*, *Holoptelea grandis* and *Azelia africana* introduced in degraded natural stands established in Sudano-Guinean and Guinean zones. Height and diameter were measured at 1, 2, 3, 4, 5, 8, 13, 16, 17 and 20 years on trees randomly selected and marked. Analysis of variance was used to compare diameter and height of species. Principal component analysis was used to characterize species on different sites. At 17 years, the diameter and height of trees were the lower in the Guinean zone (17.8 cm and 13.6 m) than in Soudano-guinean zone (21.7 cm and 14.2 m). *Terminalia superba* was the most successful species in the two zones. These results give some indications for a best assessment of the wood production of the introduced species.

**Key words** : Morphological growth, local species, enrichment plantations, Benin.

## INTRODUCTION

La pérennité d'un peuplement forestier repose sur son aménagement qui a pour but de planifier les interventions forestières (Dupuy, 1989). Du point de vue technique, la planification de l'aménagement requiert la connaissance de la croissance en diamètre des espèces, ce qui permet de déterminer la quantité de bois que le forestier peut raisonnablement couper et le temps requis aux arbres en peuplement pour atteindre des dimensions commercialisables (Nwoboschi, 1982). Ainsi, l'étude des accroissements des arbres en milieu naturel reste une étape fondamentale dans l'acquisition des connaissances nécessaires à toute action de gestion forestière raisonnée (Détienne et Barbier, 1988). Dans les pays tropicaux, les conditions de survie et de croissance des espèces locales sont peu connues et peu maîtrisées (Thies, 1995 ; Kelly et Cuny, 2000). Dans ce contexte, il urge que davantage d'efforts soient consentis à l'étude de la biologie reproductive des espèces locales et leurs conditions optimums de croissance, en vue de faciliter tout au moins leur conservation *ex situ*, d'autant que certaines espèces locales sont menacées de disparition (Sinsin *et al.*, 2002). La présente étude a pour objectifs d'analyser la croissance morphologique de 5 espèces locales, *Terminalia superba*, *Khaya grandifoliola*, *Khaya senegalensis*, *Holoptelea grandis* et *Azelia africana*, introduites en plantations d'enrichissement de galeries forestières dégradées en zone soudano-guinéenne, et de forêts denses sèches en dégradation dans la zone guinéenne. Elle vise également l'établissement de courbes d'évolution du diamètre et de la hauteur, la détermination des espèces les plus performantes, du point de vue de la croissance morphologique et l'ajustement de modèles de régression appropriés utilisables pour l'estimation de la production ligneuse des espèces introduites dans chacune des deux zones.

## MATERIEL ET METHODES

### MILIEU D'ETUDE

La présente étude a été réalisée dans les formations dégradées de la forêt classée de la Lama en zone guinéenne et des galeries forestières de Bassila en zone soudano-guinéenne. La forêt de la Lama est localisée

entre 6°55' et 6°58' N et 2°4' et 2°10' E. La température moyenne atteint 32,5 °C, avec une pluviométrie bimodale de 1 100 mm en moyenne. Les sols de la forêt sont des vertisols de texture argilo-sableuse comportant une forte teneur en matière organique (Sinsin *et al.*, 2003). Les formations végétales rencontrées sont principalement des forêts denses sèches, caractérisées par plusieurs niveaux de dégradation (Adomou *et al.*, 2007). La région de Bassila, en zone soudano-guinéenne, est caractérisée par un régime pluviométrique unimodal. La pluviométrie moyenne annuelle est de 1 200 mm de pluies réparties d'avril à octobre. La température moyenne annuelle est de 26,5 °C. L'humidité relative est élevée en saison des pluies où elle varie entre 95 et 98 % mais faible en saison sèche (10 %) à cause de l'harmattan qui souffle dans la zone. Les sols de cette région sont en majorité de type ferrugineux tropical (Sokpon et Biao, 2002). Les galeries forestières sont installées sur sols hydromorphes (Hincourt, 1991). La végétation naturelle de la région est composée de formations forestières denses, de savanes et de galeries forestières.

### MATERIEL VEGETAL

Le matériel végétal est constitué de 5 espèces locales, *A. africana*, *K. grandifoliola*, *K. senegalensis*, *T. superba* et *H. grandis*.

*Azelia africana* est une espèce disséminée dans toute zone actuelle de savane boisée de l'Afrique occidentale et orientale. On la trouve en galerie forestière, en forêt guinéenne et en savane soudanienne, sur terrains secs, sols sableux profonds et terrains alluvionnaires.

*Khaya grandifoliola* est une espèce qui se cantonne surtout aux bandes de forêts galeries le long des cours d'eau. On la rencontre rarement à l'état isolé en savane. Dans la zone de forêt semi-décidue, elle préfère les lisières et les emplacements bien éclairés ainsi que les sols humides mais bien drainés. C'est une essence de lumière, mais capable de supporter un certain degré d'ombrage pendant sa jeunesse. L'espèce est rencontrée en zones guinéo-congolaise, soudano-guinéenne et soudanienne.

*Khaya senegalensis* est une espèce surtout abondante sur les alluvions humides (bordures de cours d'eau et dépressions). On la rencontre également dans des conditions arides sur des sols variés (même latéritiques). C'est une essence de pleine lumière supportant mal la concurrence des autres espèces.

*Terminalia superba* est un arbre caractéristique des forêts denses semi-décidues, envahissant les recrûs secondaires. L'espèce est grégaire, de pleine lumière et à croissance rapide.

*Holoptelea grandis* est une espèce exigeante en lumière à croissance rapide. Elle est bien commune dans la forêt semi-décidue, mais peut être également disséminée dans la forêt sempervirente humide, voire dans la savane boisée. Elle peut pousser jusqu'à 1 200 m d'altitude. C'est une espèce pionnière. Sa taille peut atteindre jusqu'à 50 m de haut, avec un fût de 30 m et un diamètre de 120 cm (Obeng, 2011).

Les plants introduits ont été élevés en pépinière dans des sachets en polyéthylène durant 3 mois avant d'être transplantés dans les formations naturelles dégradées et en dégradation.

## METHODES

### Enrichissement des forêts en essences

Les enrichissements ou plantations en forêts permettent d'améliorer les peuplements naturels tout en maintenant les écosystèmes dans leur état naturel. Ils consistent à introduire par plantation, dans un milieu forestier plus ou moins transformé, des essences commercialisables qui constitueront, à terme, l'essentiel de la plantation. Le succès à terme des enrichissements est tributaire d'un financement soutenu des opérations sylvicoles post plantations (Putz, 2004).

La méthode de layons a été utilisée pour effectuer les enrichissements. Les layons sont des ouvertures faites dans la forêt sur une largeur de 0, 50 m à l'aide d'une machette et sur des longueurs variables (50 à 200 m). Les écartements entre les layons et entre les plants sur un même layon sont variables (2 m x 2 m ; 2 m x 4 m ; 4 m x 4 m en zone guinéenne et 5 m x 5 m, 5 m x 10 m et 10 m x 10 m en zone soudano-guinéenne).

### Evaluation morphologiques des espèces introduites

A travers un échantillonnage aléatoire simple, 30 individus de chaque espèce et par zone ont été sélectionnés et marqués à la peinture. Périodiquement, les mesures de hauteur et de diamètre sont effectuées sur les individus

sélectionnés et marqués. En zone soudano-guinéenne, les plants ont été mesurés à différents âges : 3, 4, 5, 8, 13 et 17 ans. En zone guinéenne, les plants ont été mesurés à différents âges : 1, 2, 3, 4, 13, 16 et 20 ans. Ainsi, la croissance de 300 individus des 5 espèces a été suivie dans les deux zones. Pour faciliter la comparaison des valeurs de diamètre et hauteur à 17 ans, les données non enregistrées à cet âge en zone guinéenne ont été déduites. Les valeurs de diamètre et de hauteur à 17 ans en zone guinéenne ont été obtenues par addition des valeurs d'accroissement annuel entre 16 et 20 ans aux valeurs enregistrées à 16 ans.

## Analyse des données

### Comparaison des valeurs de diamètre et de hauteur de chaque espèce aux différents âges dans les 2 zones

Pour comparer les valeurs de diamètre et de hauteur de chaque espèce aux différents âges dans les 2 zones, les données sur les diamètres et les hauteurs ont été soumises à une analyse de la variance à mesures répétées, modèle mixte à deux facteurs (répétitions et espèces) à l'aide du logiciel SAS 9.2. Dans le cas d'une interaction significative, les moyennes ajustées sont extraites et utilisées pour construire les graphiques à l'aide du tableur Excel décrivant, pour chaque espèce, la tendance évolutive de chacun des paramètres (diamètre, hauteur) suivant les différents âges considérés. Sur chaque courbe, les barres d'erreurs ont été réalisées en utilisant l'erreur-type.

### Comparaison des diamètre et hauteur à 17 ans des espèces introduites

Pour comparer les diamètres et les hauteurs à 17 ans des espèces introduites, une analyse de variance modèle fixe à deux facteurs (sites et espèces) a été effectuée sur les valeurs de diamètre et de hauteur en utilisant le logiciel SAS 9.2. Les diagrammes d'interaction des deux facteurs ont été construits à l'aide du tableur Excel à partir des moyennes ajustées de diamètre et de hauteur extraites de l'analyse de variance. Sur chaque diagramme, les barres d'erreurs ont été réalisées en utilisant l'erreur-type. En outre, afin de regrouper les 5 espèces en groupes homogènes, les moyennes ajustées de diamètre et de hauteur ont été soumises au test de Student-Newman-Keuls à l'aide du logiciel SAS 9.2.

### Caractérisation des espèces dans les différentes zones

Pour caractériser les espèces dans les deux zones, une analyse en composantes principales (ACP) a été effectuée avec le logiciel SAS 9.2 en utilisant les valeurs de diamètre, de hauteur, du facteur d'élanement ( $FE = h/d$  où  $h$ , la hauteur et  $d$ , le diamètre) et des accroissements annuels moyens en diamètre et en hauteur à 17 ans. Le facteur d'élanement (FE) a été calculé pour caractériser le degré de stabilité de l'arbre ; les valeurs de FE inférieures à 80 caractérisent les arbres les plus stables vis-à-vis du vent, alors que les valeurs de FE supérieures à 100 caractérisent les arbres les plus instables (Rondeux, 1999). Quant aux accroissements annuels moyens (aam), ils ont été calculés pour apprécier la vitesse de croissance des espèces dans chaque zone. L'accroissement annuel moyen est la moyenne annuelle de la croissance observée depuis le début de la plantation (Husch *et al.*, 1982). On l'obtient en divisant la dimension actuelle de l'arbre (hauteur ou diamètre) par son âge, soit  $aam = D/A$  ou  $aam = H/A$  où  $aam$  = accroissement annuel moyen en diamètre ou en hauteur,  $D$  = diamètre et  $A$  = âge.

### Détermination de la forme et de la force de la relation entre le diamètre et l'âge

Pour déterminer la forme et la force de la relation entre le diamètre et l'âge, une régression linéaire a été réalisée en considérant le diamètre comme la variable expliquée et l'âge comme la variable explicative. La probabilité d'ajustement a été obtenue à l'aide du logiciel Minitab 14 et les figures à l'aide du tableur Excel.

## RESULTATS

### COMPARAISON DES DIAMETRES ET DES HAUTEURS DE CHAQUE ESPECE AUX DIFFERENTS AGES DANS LES DEUX ZONES

Les résultats d'analyse de la variance à mesures répétées (Tableau 1) indiquent une différence hautement significative ( $P = 0,001$ ) entre les cinq espèces introduites d'une part et entre les différents âges considérés, d'autre part, pour les valeurs de diamètre et de hauteur dans chacune des zones guinéenne et soudano-guinéenne.

En zone guinéenne, les courbes d'évolution du diamètre en fonction de l'âge (Figure 1a) pour les cinq espèces révèlent qu'entre 3 et 7 ans, les plants présentent, quelle que soit l'espèce, une croissance rapide en hauteur et en diamètre. Cette croissance ralentit légèrement, à partir de 7 ans jusqu'à 20 ans. Par ailleurs, *A. africana* présente une croissance en diamètre plus faible entre 3 et 13 ans et *T. superba* présente une croissance en diamètre supérieure à celle des autres espèces entre 4 et 17 ans.

Les courbes d'évolution de hauteur des 5 espèces introduites en zone guinéenne (Figure 1a) révèlent que, de 1 à 4 ans, la croissance en hauteur a été pratiquement la même pour toutes les espèces. De 4 à 17 ans, les espèces comme *T. superba* et *H. grandis* ont présenté une croissance en hauteur supérieure à celle des autres espèces.

En zone soudano-guinéenne, les courbes d'évolution du diamètre (Figure 1b) indiquent que les 5 espèces croissent de façon linéaire jusqu'à 17 ans. De 4 à 5 ans, l'espèce *K. senegalensis* a eu une croissance en diamètre plus faible que celle des autres espèces qui ont eu pratiquement la même croissance en diamètre dans cet intervalle. Mais, à partir de 6 ans, l'espèce *T. superba* a cru plus rapidement en diamètre que toutes les autres espèces, suivie respectivement de *K. grandifoliola*, de *K. senegalensis*, de *H. grandis* et de *A. africana*.

Concernant l'évolution de la hauteur en zone soudano-guinéenne (Figure 1b), elle est pratiquement la même pour toutes les espèces entre 3 à 5 ans. À partir de 6 ans, *T. superba* a cru plus rapidement en hauteur que toutes les autres espèces, suivie respectivement de *H. grandis*, de *K. grandifoliola*, de *A. africana* et de *K. senegalensis*.

### COMPARAISON DES DIAMETRES ET DES HAUTEURS DES ESPECES INTRODUITES A 17 ANS

Les résultats d'analyse de la variance pour la comparaison des 5 espèces à 17 ans (Tableau 2) montre une différence hautement significative ( $P = 0,001$ ) des diamètres et des hauteurs des 5 espèces dans les deux zones. L'interaction «sites\*espèces» a été significative ( $P < 0,05$ ) pour le diamètre et hautement significative ( $P = 0,001$ ) pour la hauteur (Tableau 2). Le test de Student-Newman-Keuls (Tableau 3), révèle que *T. superba* constitue un groupe différent des

autres espèces lorsqu'on considère le diamètre des arbres. En considérant la hauteur des arbres, *T. superba* et *H. grandis* constituent un groupe, *K. grandifoliola* un deuxième groupe et *A. africana* et *K. senegalensis*, un troisième groupe.

Les diagrammes d'interaction (Figure 2) indiquent que pour toutes les espèces, le diamètre obtenu à 17 ans dans la zone soudano-guinéenne a été supérieur à celui obtenu en zone guinéenne (Figure 2a). *T. superba* a présenté la valeur la plus élevée de diamètre, alors que *K.*

*grandifoliola* et *H. grandis* ont présenté les plus faibles valeurs de diamètre, respectivement en zone guinéenne et soudano-guinéenne (Figure 2a). Par ailleurs, la hauteur obtenue à 17 ans dans la zone soudano-guinéenne a été supérieure à celle obtenue dans la zone guinéenne pour *T. superba*, *H. grandis* et *K. grandifoliola* (Figure 2b). *T. superba* a présenté la valeur la plus élevée de hauteur, alors que *K. grandifoliola* et *K. senegalensis* ont eu les plus faibles valeurs de hauteurs respectivement en zones guinéenne et soudano-guinéenne (Figure 2b).

**Tableau 1 :** Résultats d'ANOVA sur mesures répétées pour les paramètres de croissance (diamètres et hauteurs) des espèces locales introduites dans les zones guinéenne et soudano-guinéenne.

*Results of ANOVA on repeated measures for the growth parameters (diameters and heights) of the local species introduced in Guinean and Sudano-Guinean zones.*

Sources de variation	Zone guinéenne			Zone soudano-guinéenne		
	DDL	Probabilités		DDL	Probabilités	
		Diamètre (cm)	Hauteur (m)		Diamètre (cm)	Hauteur (m)
Espèces	4	0,001	0,001	4	0,001	0,001
Répétition	3	0,461	0,299	3	0,002	0,003
Âges	8	0,001	0,001	5	0,001	0,001
Âges × Espèces	32	0,001	0,001	20	0,001	0,001
Âges × Répétition	24	0,543	0,588	15	0,001	0,026

DDL= degré de liberté

**Tableau 2 :** Comparaison des 5 espèces d'arbres à 17 ans suivant les mesures de diamètre et de hauteur : résultats d'ANOVA à deux facteurs fixes.

*Comparison of the 5 tree-species at 17 years following diameter and height: results of ANOVA with two fixed factors.*

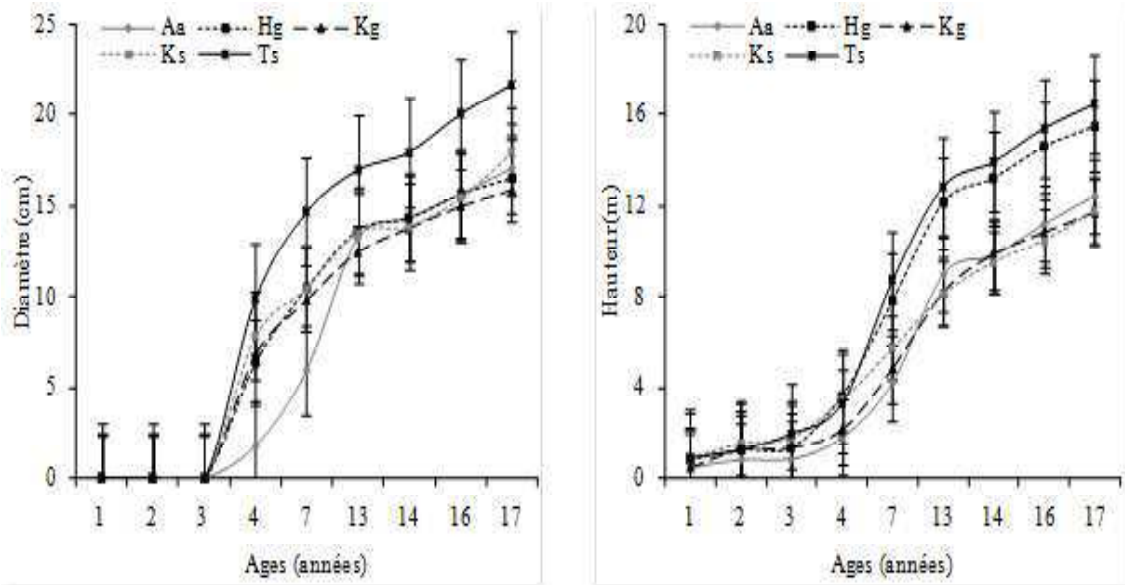
Sources de variation	Degré de liberté	Probabilités	
		Diamètre (cm)	Hauteur (m)
Sites	1	0,001	0,034
Espèces	4	0,001	0,001
Sites * Espèces	4	0,026	0,001

**Tableau 3 :** Regroupement des 5 espèces d'arbres à 17 ans en groupes homogènes suivant les mesures de diamètre et de hauteur: résultats du test de Student-Newman-Keuls.

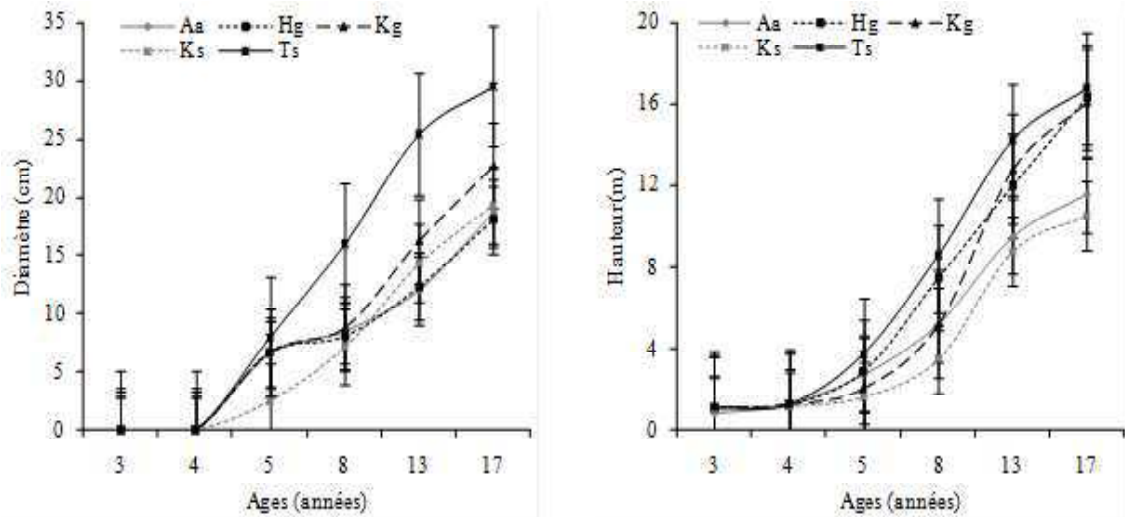
*Regrouping of the 5 tree-species at 17 years in homogeneous groups according to diameter and height measurements : results of the test of Student-Newman-Keuls.*

Espèces	Diamètre (cm)	Hauteur (m)
<i>Afzelia africana</i>	17,85 <sup>b</sup>	11,99 <sup>c</sup>
<i>Holoptelea grandis</i>	17,32 <sup>b</sup>	15,93 <sup>a</sup>
<i>Khaya grandifoliola</i>	19,27 <sup>b</sup>	13,92 <sup>b</sup>
<i>Khaya senegalensis</i>	18,67 <sup>b</sup>	11,15 <sup>c</sup>
<i>Terminalia superba</i>	25,60 <sup>a</sup>	16,63 <sup>a</sup>

Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas statistiquement différentes.



(a) Zone guinéenne

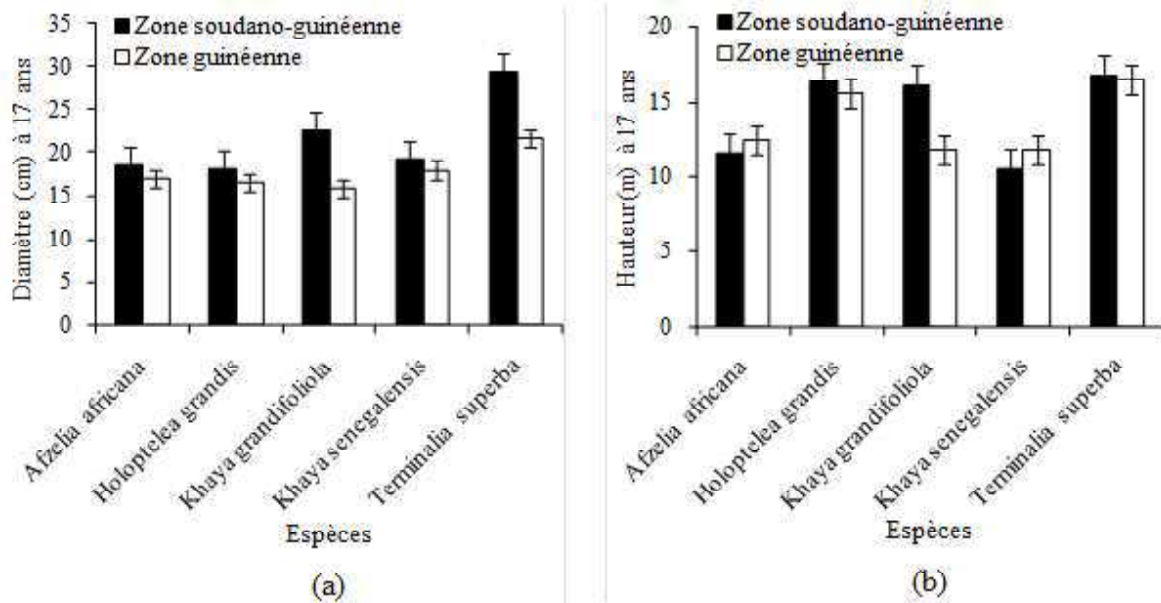


(b) Zone soudano-guinéenne

**Figure 1** : Courbes d'évolution du diamètre et de la hauteur de 5 espèces introduites en fonction des différents âges dans chacune des zones guinéenne (a) et soudano-guinéenne (b).

*Trends of the diameter and height for the 5 introduced species according to the various ages in each zone : Guinean (a) and Sudano-Guinean (b).*

Aa= *Azelia africana* ; Hg= *Holoptelea grandis* ; Kg = *Khaya grandifoliola* ; Ks = *Khaya senegalensis* ; Ts = *Terminalia superba*.



**Figure 2** : Valeurs moyennes de diamètre (a) et de hauteur (b) obtenues à 17 ans pour les 5 espèces suivant les deux zones : guinéenne et soudano-guinéenne.

Means of diameter (a) and height (b) obtained at 17 years for the 5 species according to the two zones : Guinean and Sudano-Guinean.

#### CARACTERISATION DES ESPECES SUR LES DEUX ZONES

Les résultats d'analyse en composantes principales effectuée sur les paramètres liés aux arbres introduits ont révélé que les deux premiers axes ont concentré 99,80 % de la variabilité globale des paramètres. L'axe 1 a concentré tous les paramètres, excepté le facteur d'élancement qui a été corrélé avec l'axe 2 (Tableau 4).

La projection des différents paramètres dans le système d'axes 1 et 2 (Figure 3) a caractérisé les différentes espèces suivant les deux zones : La répartition des espèces autour du premier axe montre que *T. superba* en zone soudano - guinéenne a eu une croissance plus élevée, suivie de *K. grandifoliola*, en zone soudano-guinéenne et de *T. superba*, en zone guinéenne. *K. grandifoliola*, *A. africana*, *K.*

*senegalensis*, en zone guinéenne et *A. africana* et *K. senegalensis*, en zone soudano - guinéenne ont eu une croissance moins importante.

La répartition des espèces autour du second axe indique de *H. grandis* a eu le facteur d'élancement le plus important.

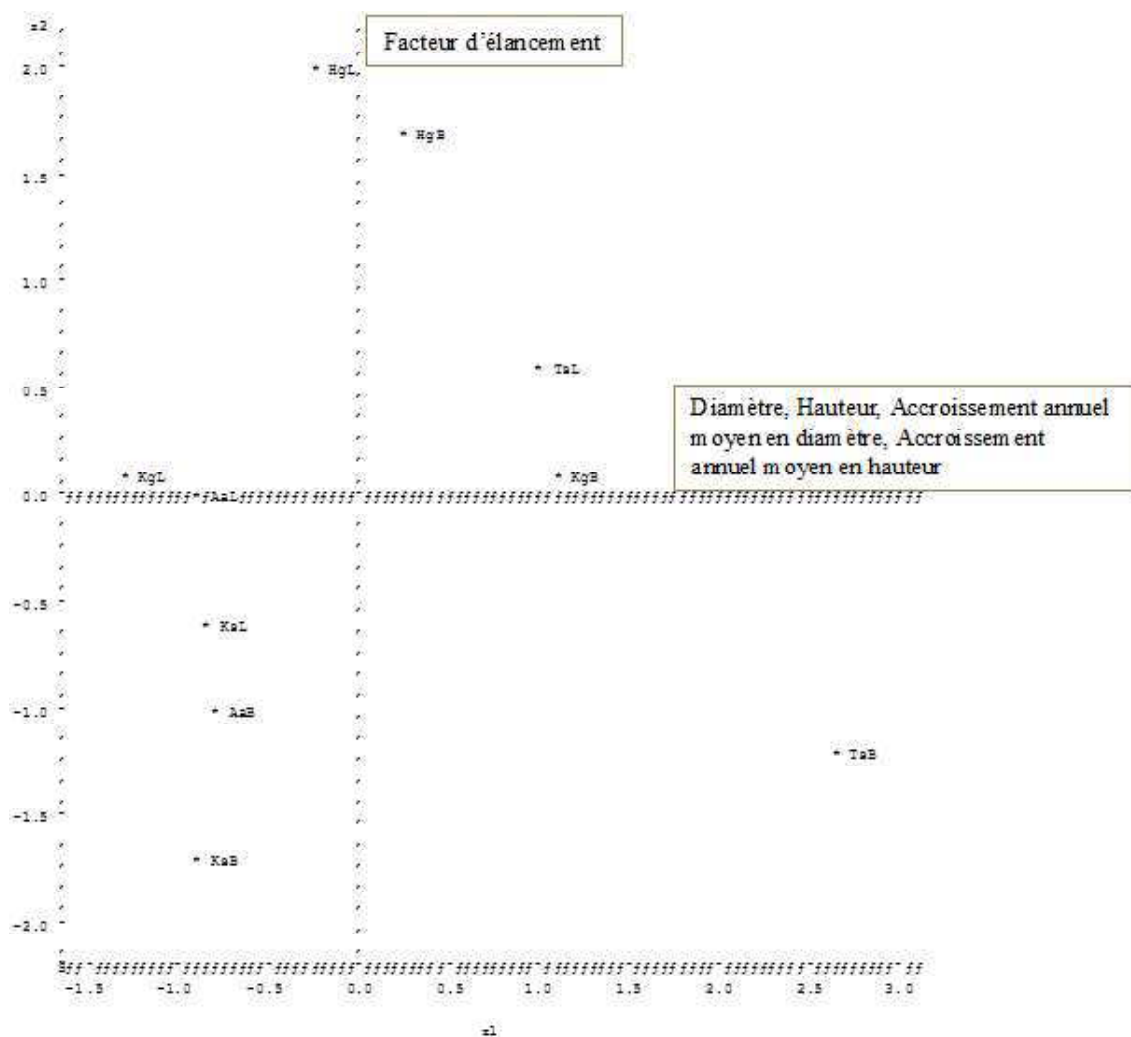
#### RELATION DIAMETRE-AGE DES ARBRES

En considérant le diamètre comme variable expliquée et l'âge comme variable explicative, la figure 4 révèle que la corrélation entre les diamètres des arbres introduits et leurs âges a été hautement significative ( $P = 0,000$  ;  $R^2 \geq 0,80$ ).

En zones guinéenne et soudano - guinéenne, les équations de la régression ont été  $D = 1,12 A - 0,70$  et  $D = 1,54 A - 0,90$ , respectivement avec  $D =$  diamètre et  $A =$  âge.

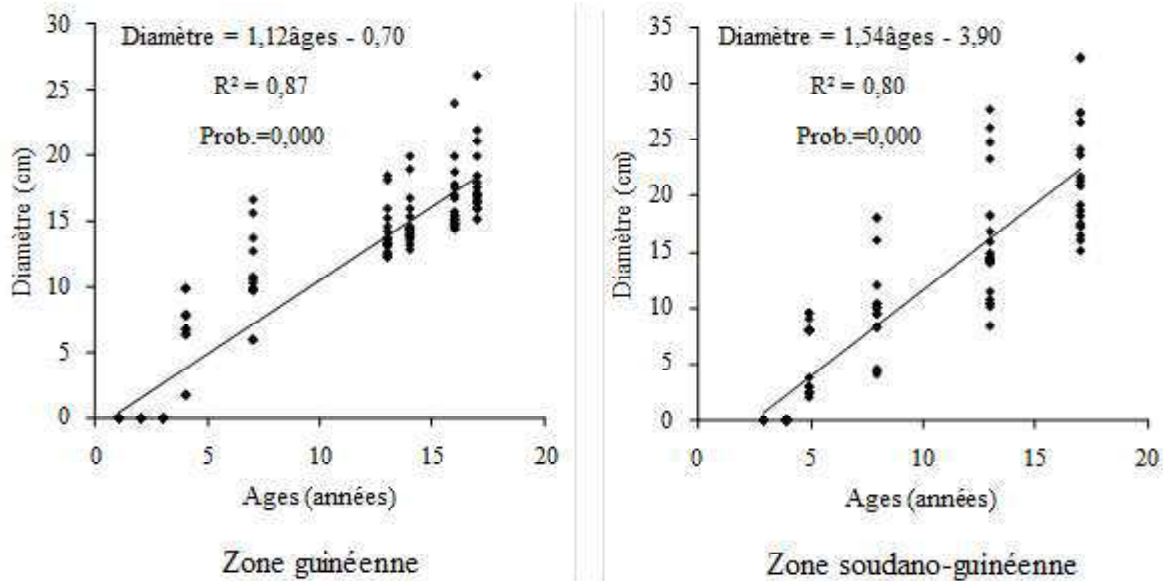
**Tableau 4** : Corrélations entre les paramètres considérés et les deux premiers axes.*Correlations between selected parameters and the first two axes.*

Paramètres	Axe 1	Axe 2
Diamètre	0,88	-0,46
Hauteur	0,88	0,48
Facteur d'élançement	-0,02	1,00
Accroissement annuel moyen en diamètre	0,88	-0,47
Accroissement annuel moyen en hauteur	0,88	0,48

**Figure 3** : Représentation des individus sur les deux premiers axes.*Representation of individuals on the first two axes.*

AaB = *Azelia africana* zone soudano-guinéenne ; HgB = *Holoptelea grandis* zone soudano-guinéenne ; KgB = *Khaya grandifoliola* zone soudano-guinéenne ; KsB = *Khaya senegalensis* zone soudano-guinéenne ; TsB = *Terminalia superba* zone soudano-guinéenne ; AaL = *Azelia africana* zone guinéenne ; HgL = *Holoptelea grandis* zone guinéenne ; KgL = *Khaya grandifoliola* zone guinéenne ; KsL = *Khaya senegalensis* zone guinéenne ; TsL = *Terminalia superba* zone guinéenne.





**Figure 4 :** Régression linéaire des diamètres en fonction des âges pour l'ensemble des 5 espèces suivant les deux zones : guinéenne et soudano-guinéenne.

*Linear regression of the diameter according to ages for the 5 species and in the two zones : Guinean and Sudano-Guinean.*

## DISCUSSION

Les meilleures performances obtenues en zone soudano-guinéenne suggèrent que les conditions de croissance ont été plus favorables dans cette zone. En effet, la compétition pour la lumière, l'eau et les nutriments subie par les arbres au cours de leur vie est certainement le facteur explicatif le plus cohérent et connu qui agit fortement sur les croissances en diamètre et en hauteur (Colllet et Chénost, 2006 ; Pinto *et al.*, 2008 ; Gaudio *et al.*, 2008 ; Schulze, 2008). Les galeries forestières de la zone soudano-guinéenne offrent des conditions spécifiques favorables au développement des espèces, notamment la disponibilité en eau dans le sol puisque situées le long des cours d'eau sur sols hydromorphes (Fandohan *et al.*, 2010). A l'opposé, dans la zone guinéenne, les espèces sont introduites dans des forêts denses sèches sur sols argileux engorgés temporairement d'eau. (Sinsin *et al.*, 2003).

Toutefois, les équations de régressions linéaires suggèrent qu'en zone guinéenne, la croissance initiale (1 - 7 ans) des arbres introduits est plus rapide que celle en zone soudano-guinéenne. A partir de 8 ans jusqu'à 17 ans, la croissance des arbres introduits en zone soudano -

guinéenne devient plus rapide. Aussi, l'évolution linéaire du diamètre ainsi que les courbes d'évolution du diamètre et de la hauteur en fonction de l'âge, d'allure linéaire ou exponentielle, s'expliquent par le jeune âge des plants introduits qui sont en pleine phase de croissance (Putz, 2004).

La rapidité de la croissance en hauteur et en diamètre de *T. superba* a été similaire aux résultats déjà obtenus par Dupuy (1989, 1992). Selon l'auteur, *T. superba* peut atteindre, sur des stations à fertilité moyenne, 25 m de hauteur à 20 ans, soit un accroissement annuel moyen de 1,25 m, ce qui a été supérieur aux valeurs de la présente étude dans les deux zones. Ainsi, toujours selon cet auteur, le diamètre d'exploitabilité de 50 cm de cette espèce peut être atteint à 25 ans. Ce qui prouve qu'il s'agit d'une espèce à croissance rapide.

A l'instar de *T. superba*, *H. grandis* a été également décrite comme une espèce pionnière à croissance rapide pouvant atteindre 50 m de hauteur (Obeng, 2011). La faible performance en croissance en hauteur et en diamètre observée dans les deux zones serait dû à la présence de la végétation naturelle qui l'empêcherait de bénéficier d'une lumière suffisante nécessaire à sa pleine croissance.

Les valeurs de hauteur et de diamètre obtenues pour *K. grandifoliola*, ont été nettement faibles par rapport à celles trouvées par Dupuy et Koua (1993). En forêt humide semi-décidue, ces auteurs ont obtenu, pour la même espèce et au même âge, un accroissement annuel moyen de 1,33 m pour la hauteur et 1,69 cm pour le diamètre tandis qu'en forêt sempervirente, l'accroissement annuel moyen pour le diamètre, n'était que de 1,58 cm. Cet écart de croissance pourrait également s'expliquer par les différences de conditions hydropédologiques et de facteurs environnementaux. En effet, l'espèce n'est pas adaptée aux vertisols et préfère plutôt des sols humides, mais bien drainés (Centre Technique Forestier Tropical, 1988).

La lenteur de la croissance de *A. africana* relevée au cours de la présente étude peut s'expliquer par le fait que c'est une espèce de pleine lumière qui ne tolère pas l'ombrage dès son installation (Sinsin *et al.*, 2004). Or, au sein des plantations d'enrichissement, les individus de *A. africana* sont installés sous un couvert léger à dense. Les valeurs obtenues au cours de la présente étude sont inférieures à celles obtenues par Thies, 1995 qui était de 1,45 m d'accroissement annuel moyen pour la hauteur et de 1,61 cm pour le diamètre.

Les résultats indiquent également la faible croissance en hauteur, notamment de *K. senegalensis* dans les deux zones. Ces résultats corroborent ceux obtenus par Kelly et Cuny (2000), Dupuy et Koua (1993). Ces auteurs ont montré qu'en dehors du fait que l'espèce soit exigeante, en lumière dès le jeune âge, sa croissance est irrégulière du fait de l'attaque des individus par le borer *Hypsipyla robusta* et de leur broutage par les rongeurs au jeune âge. L'accroissement annuel moyen du diamètre obtenu au cours de cette étude se trouve dans le même ordre de grandeur que celui obtenu par Sokpon et Ouisavi (2004) qui est de 0,94 cm sur une période moyenne de 50 ans.

En ce qui concerne la forme des arbres, les résultats obtenus suggèrent que *H. grandis* est l'espèce menacée d'instabilité dans les deux zones. L'espèce est filiforme avec une faible croissance en diamètre par rapport à la croissance en hauteur. Ceci est certainement dû à la compétition pour la lumière, *H. grandis* étant une espèce pionnière et héliophile.

## CONCLUSION

La présente étude a permis d'approfondir les connaissances sur la croissance des espèces locales étudiées. Les arbres introduits des espèces étudiées sont dans leur jeune âge et donc en pleine croissance. Ce qui explique la corrélation positive et hautement significative entre le diamètre et l'âge des arbres. *T. superba* s'est révélée l'espèce la plus performante du point de vue de la croissance en diamètre et en hauteur dans les deux zones suivie par *K. grandifoliola* et *H. grandis* en zone soudano-guinéenne. Les vitesses de croissance de *K. senegalensis* et de *A. africana* sont faibles dans les deux zones. Des actions visant à réduire la compétition pour les principales ressources notamment la lumière puis l'eau et les nutriments pourraient améliorer les performances de ces espèces dans les deux zones où elles ont pu développer des capacités d'adaptation.

## REFERENCES

- Adomou A. C., Akoegninou A., Sinsin B., De Foucault B. and L. G. J. Van der Maesen. 2007. Biogeographical analysis of the vegetation in Benin. *Acta Bot. Gallica*, 154 (2) : 221 - 233.
- Centre Technique Forestier Tropical. 1988. *Khaya senegalensis* (Dsr.) A. Juss. Bois et Forêts des Tropiques. 218 : 43 - 56.
- Collet C. and C. Chénost. 2006. Using competition and light estimates to predict diameter and height growth of naturally regenerated beech seedlings growing under changing canopy conditions. *Forestry*, 79 : 489 - 502.
- Détienne P. et C. Barbier. 1988. Rythmes de croissance de quelques essences de Guyanne française. Bois et Forêts des Tropiques, 217 : 63 - 76.
- Denslow J. S., Schultz J. T., Vitousek P. and B. R. Strain. 1990. Growth responses of tropical shrubs to treefall gap environments. *Ecology*, 71 : 165 - 179.
- Dupuy B. 1989. Plaidoyer pour le reboisement dans les zones tropicales humides. Bois et Forêts des Tropiques, 221 : 31 - 42.

- Dupuy B. 1992. Les plantations à vocation de bois d'œuvre en forêt dense humide africaine. Bois et Forêts des Tropiques, 231 : 5 - 15.
- Dupuy B. et M. Koua. 1993. Les plantations d'acajou d'Afrique : leur sylviculture en forêt dense ivoirienne. Bois et Forêts des Tropiques, 236 : 26 - 43.
- Fandohan A. B., Assogbadjo A. E., Glèlè Kakaï R. L., Sinsin B. and P. Van Damme. 2010. Impact of habitat type on the conservation status of tamarind (*Tamarindus indica* L.) populations in the W National Park of Benin. Fruits, 65 (1) : 11 - 19.
- Gaudio N., Balandier P. and A. Marquier. 2008. Light-dependent development of two competitive species (*Rubus idaeus*, *Cytisus scoparius*) colonizing gaps in temperate forest. Annals of Forest Science, 65 : 104 - 108.
- Husch B., Miller C.I. and T. W. Beers. 1982. Forest mensuration. Third Edition : 402 p.
- Kelly B. A. et P. Cuny. 2000. Plantations d'espèces forestières locales sur sols hydromorphes. Bilan d'une expérimentation sylvicole au sud du Mali. Rev. For. Fr., 5 : 453 - 466.
- Nwoboshi L. C. 1982. Tropical sylviculture. Principes and techniques. Ibadan University press. Nigeria. 333 pp.
- Obeng E. A. 2011. *Holoptelea grandis* (Hutch) Mildbr. [Internet] Fiche de Protabase. Lemmens R. H. M. J., Loupe D. & Oteng-Amoake A. A. (Eds.). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa) Wageningen, Pays Bas. < <http://databse.prota.org/recherche.htm>>
- Pinto P., Gégout J. C., Hervé J. C. and J. F. Dhôte. 2008. Respective importance of ecological conditions and stand composition on *Abies alba* Mill. Dominant height growth. Forest Ecology and Management, 255 : 671 - 629.
- Putz F. E. 2004. Treatments in tropical silviculture. In : Burley J, Evans J, Youngquist J. A. (Eds.). Encyclopedia of Forest Sciences. Elsevier Academic Press, Oxford, UK, pp 1039 - 1044.
- Rondeux J. 1999. La mesure des peuplements forestiers. Presses agronomiques de Gembloux. 522 p.
- Schulze M. 2008. Technical and financial analysis of enrichment planting in logging gaps as a potential component of forest management in the eastern Amazon. Forest Ecology and Management, 255 : 866 - 879.
- Thies E. 1995. Principaux ligneux agroforestiers de la Guinée, zone de transition. GTZ in T. Z. - Verlag. 544 p.
- Sinsin B., Eyog - Matig O., Sinadouwirou A. T. et A. Assogbadjo. 2002. Caractérisation écologique des essences fourragères *Khaya senegalensis* et *Azelia africana* suivant les gradients de latitude et de station au Bénin. In Eyog Matig O., Gaoué O.G. et Obel - Lawson E. (Eds.). Development of appropriate conservation strategies for african forest countries identified as priority species by SAFORGEN members countries. IPGRI, Nairobi, Kenya. pp 15 - 50.
- Sinsin B., Attignon S. E., Lachat T., Peveling R. et P. Nagel. 2003. La forêt de Lama au Bénin : un écosystème menacé sous la loupe. Opuscula Biogeographica Basileensia (Suisse), 3/2003 : 1 - 32.
- Sinsin B., Eyog Matig O., Assogbadjo A. E., Gaoué O. G. and T. Sinadouwirou. 2004. Dendrometric characteristics as indicators of pressure of *Azelia africana* Sm. trees dynamics in different climatic zones of Benin. Biodiversity and Conservation, 13 : 1555 - 1570.
- Sokpon N. and S. H. Biaou. 2002. The use of diameter distributions in sustained use management of remnant forests in Benin : Case of Bassila Forest Reserve in North Benin. Forest Ecology and Management, 161 : 13 - 25.
- Sokpon N. et C. Ouissavi. 2004. Gestion des plantations de *Khaya senegalensis* au Bénin. Bois et Forêts des Tropiques, 279 : 37 - 46.