

## Détermination des propriétés physiques et mécaniques du bois *d'Anthonotha fragrans* (Adonmoteu ou Kibakoko) du Bénin

Adéyèmi Clément KOUCHADE<sup>1\*</sup>, K. Simon AWOKOU<sup>2</sup>, Basile KOUNOUHEWA<sup>1</sup>, Daniel GUIBAL<sup>3</sup>,  
Patrick LANGBOUR<sup>3</sup> et Jean GERARD<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Université d'Abomey-Calavi, Faculté des Sciences et Techniques, Laboratoire de Physique du Rayonnement,  
01 BP 4521 Cotonou, Bénin

<sup>2</sup> Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 526 Cotonou, Bénin

<sup>3</sup> CIRAD, Unité de Production et de Transformation des Bois Tropicaux, 73, rue J.F. Breton,  
34398 Montpellier, France

\* Correspondance, courriel : [ckouchade@yahoo.fr](mailto:ckouchade@yahoo.fr)

### Résumé

Ce travail a permis de déterminer les principales caractéristiques technologiques du bois d'*anthonotha fragrans* d'un sujet du Bénin prélevé dans la forêt d'Itchède-Toffo. L'infra densité moyenne est de 0,537 et la densité à 12 % de teneur en eau d'équilibre est évaluée à 0,688. Le Point de Saturation des Fibres (PSF) est de 24,80 % alors que le retrait radial est de 3,04 % et le retrait Tangentiel est de 7,04 %. Le module d'élasticité est de 14160 MPa et les contraintes à la rupture en flexion et en compression sont respectivement égales à 91 et 52 MPa. L'aspect physique de son bois, la réaction de ce bois au séchage naturel et les valeurs obtenues pour ces caractéristiques le classent parmi les bois à caractéristiques technologiques moyennes. De ce fait, il peut remplacer valablement les bois à fort potentiel économique actuellement exploités dans la région.

**Mots-clés :** bois, *Anthonotha fragrans*, infradensité, retrait, module de Young.

### Abstract

**Determination of the physical and mechanical properties of *Anthonotha fragrans* (Adonmoteu or Kibakoko) wood from Benin**

This work made it possible to determine the main technological characteristics of *anthonotha fragrans* wood from a subject from Benin taken from the Itchède-Toffo forest. The mean infra-density is 0.537 and the density at 12 % of equilibrium water content is evaluated at 0.688. The Fiber Saturation Point (FSP) is 24.80 % while the radial shrinkage is 3.04 % and the tangential shrinkage is 7.04 %. The modulus of elasticity is 14160 MPa and the stresses at break in flexion and in compression are respectively equal to 91 and 52 MPa. The physical appearance of its wood, the reaction of this wood to natural drying and the values obtained for these characteristics classify it among the woods with average technological characteristics. As a result, it can validly replace the woods with high economic potential currently exploited in the region.

**Keywords :** wood, *Anthonotha fragrans*, infradensity, shrinkage, Young's modulus.

## 1. Introduction

Les forêts assurent plusieurs services écosystémiques importants dont la production du bois. Mais ces services les exposent à de fortes pressions anthropiques [1] qui sont à l'origine de la déforestation qui se poursuit. Les conséquences de la déforestation sont la réduction de la biodiversité, la diminution de l'offre des bois tropicaux sur les marchés, la destruction des bassins-versants, la détérioration des sols forestiers et la menace sur la survie culturelle des populations autochtones et riveraines des forêts. De 2010 à 2015, on a enregistré une perte annuelle de 7,6 millions d'ha et un gain annuel de 4,3 millions d'ha soit une diminution annuelle nette de la superficie forestière de 3,3 millions d'Ha [2]. Cette perte nette du couvert forestier a été réduite par les boisements et l'expansion naturelle des forêts qui ont été encouragés au niveau mondial. L'une des initiatives de reboisement au niveau planétaire reste la Conférence de Rio en 1992 qui avait préconisé la gestion durable des forêts comme moyen le plus efficace contre leur dégradation accélérée. Afin de mettre en pratique cette mesure, des organismes internationaux compétents (Banque Mondiale, FAO, OIBT) ont invité les gouvernements des pays forestiers tropicaux à placer le plus rapidement possible leurs forêts sous aménagement forestier durable. Malgré cette exigence, le concept nouveau d'aménagement forestier durable de la FAO qui est basé sur la mise en valeur et la conservation des ressources forestières naturelles pour l'usage des générations actuelles et futures n'avait jamais été appliqué aux forêts tropicales humides

[3], en raison du manque de connaissances scientifiques de base sur la croissance et le développement des écosystèmes forestiers tropicaux. Au Bénin, le constat est plus préoccupant. En effet, on note une insuffisance de travaux de recherche sur la connaissance de nos espèces forestières [4]. En conséquence, les 112 000 Ha de plantations forestières du Bénin sont essentiellement constitués d'espèces exotiques [5]. Pour remédier à ce problème de dégradation de nos ressources forestières locales, il est imminent de les identifier et de les caractériser. C'est dans cette optique que la présente recherche se propose de déterminer les principales caractéristiques technologiques du bois d'*anthonotha fragrans* (*adomonteu* en Côte-d'Ivoire ou *kibakoko* en RDC) dont la présence a été signalée dans la forêt d'Itchède-Toffo dans le Département du Plateau au Bénin [6]. *Anthonotha fragrans* est une espèce naturelle de forêt dense semi-décidue. Elle se retrouve abondamment sur sol sableux ou sablo limoneux jouissant toutefois d'une assez bonne humidité. Fréquemment signalé sur les pentes faibles, elle figure parmi les deux espèces qui ont donné leur nom à la plus grande communauté végétale de la forêt d'Itchède-Toffo [6]. Il s'agit en effet de la communauté végétale à *Anthonotha fragrans* et *Antiaris toxicaria*. Cette communauté végétale couvre 40 % de la forêt. Par ailleurs, *Anthonotha fragrans* est un arbre qui peut atteindre 32 m de haut avec un diamètre allant de 1 à 2 m. Cette espèce est répartie en Afrique de l'ouest et en Afrique centrale depuis la Sierra-Leone jusqu'à la cuvette congolaise [7].

Si l'usage du bois de l'espèce *Anthonotha fragrans* en menuiserie ne fait l'objet d'aucun doute de par la morphologie de l'arbre, les seuls référentiels technologiques disponibles sur son bois sont de [8]. Ceux retrouvés dans les fiches du CIRAD obtenus sur des échantillons venant de la Côte d'Ivoire, du Gabon n'ont jamais été publiés. Les travaux de [9] dans lesquels l'espèce a été citée n'ont concerné que sa densité. Ni les travaux de [10] qui concernent pourtant les caractéristiques technologiques de plus de 700 espèces africaines ni la base de données [11] consultable sur Internet avec ses références technologiques sur 215 essences de bois tropicaux n'ont, à aucun moment, fait cas de cette espèce. Il en est de même des travaux de [12] sur les caractéristiques technologiques de référence des principaux bois commerciaux africains. L'objectif de ce travail est de déterminer les principales caractéristiques technologiques du bois d'*Anthonotha fragrans* du Bénin en vue de fixer les normes de sa domestication. Les caractéristiques identifiées sont : l'infradensité (IfD), la densité à 12 % de teneur en eau d'équilibre (D12), les retraits transverses (Rr pour radial et Rt pour tangentiel), le Point de Saturation des Fibres (PSF), le module de Young en flexion (E12) et les contraintes de rupture en flexion et en compression (F12 et C12). Ces paramètres physiques et mécaniques qui représentent les caractéristiques de base constituent également les plus indispensables, utiles pour un début de caractérisation physique et mécanique.

## 2. Matériel et méthodes

### 2-1. Matériel végétal

Le matériel végétal d'expérimentation est issu de la forêt d'Ichèdè-Toffo où l'espèce a été identifiée. Le choix est porté sur un arbre non fourchu, de cime droite, de circonférence 123 cm à hauteur d'homme (**Figure 1**). La non netteté des cernes annuels n'a pas permis de déterminer l'âge de l'arbre à partir de l'observation visuelle. Il s'agit d'un bois crème avec un aubier peu différenciable à l'abattage. Toutefois, l'aubier est reconnaissable au bout de quelques mois par son bleuissement si le bois est mal conservé. Afin de valider les résultats obtenus dans le cadre de ce travail, des essais d'infra densité, de retraits et du PSF ont été faits sur du bois d'*Anthonotha fragrans* provenant du Gabon et de la Côte-d'Ivoire et retrouvé dans la xylothèque du CIRAD-Forêt à Montpellier. Aucune précision n'a été donnée sur les forêts de provenance de ces échantillons.



**Figure 1** : Une photo de l'arbre d'*Anthonotha fragrans* avant son abattage

### 2-2. Protocole expérimental

#### 2-2-1. Infradensité, retrait et PSF

L'infradensité, le retrait transverse et le PSF du bois sont trois paramètres physiques dont les mesures sont obtenues à l'issue d'un même protocole expérimental : En effet, Dans un premier temps, 20 échantillons de forme régulière ( $20 \times 20 \times 10 \text{ mm}^3$ ) ont été prélevés suivant les directions orthotropiques du bois (Radiale  $\times$  tangentielle  $\times$  longitudinale) dans un plateau de duramen provenant de l'arbre abattu au Bénin. Ces échantillons sont saturés par immersion dans l'eau dans un autoclave après un cycle de vide et de surpression de deux jours. Après saturation, le volume saturé de chaque échantillon est déterminé par le principe d'Archimède grâce à un dispositif approprié. Simultanément, les dimensions radiale et tangentielle des échantillons sont mesurées par un palpeur de mesure de dimensions de marque *HEINDENHAIN* précis à  $1 \mu\text{m}$ . Les échantillons sont ensuite stabilisés dans une étuve régulée en température et en humidité relative à 18 % de teneur en eau d'équilibre ( $30^\circ\text{C}$  et 85 % d'humidité relative), puis à 12 % de teneur en eau

d'équilibre (20°C et 65 % d'humidité relative), puis à 6 % de teneur en eau d'équilibre (20°C et 30 % d'humidité relative) et enfin à l'état anhydre (0 % de teneur en eau) dans l'étuve sèche à 103°C. Chaque stabilisation dans l'étuve régulée en température et en humidité relative dure environ une semaine alors que la phase finale de séchage à l'étuve sèche ne dure qu'un jour. A la fin de chaque stabilisation et à la fin du séchage, la masse et les dimensions radiale et tangentielle de chaque échantillon sont mesurées. La détermination de l'infra densité, de la densité à 12 % de teneur en eau, de retrait et du PSF se fait par des formules standards :

- L'infra densité (IFd) d'un échantillon est déterminée par le rapport entre sa masse anhydre (obtenue après stabilisation à 103°C) et son volume saturé ;
- La densité à 12 % de teneur en eau (D12) est déterminée à partir des dimensions et de la masse des échantillons à cette teneur en eau ;
- Le retrait total R ( $R_t$  pour le retrait tangential ou  $R_r$  pour le retrait radial) est donné par la relation :

$$R = 100 \times \frac{(D_s - D_0)}{D_s} \quad (\%) \quad (1)$$

où,  $D_s$  et  $D_0$  sont respectivement les dimensions des échantillons dans la direction considérée à l'état saturé puis à l'état anhydre.

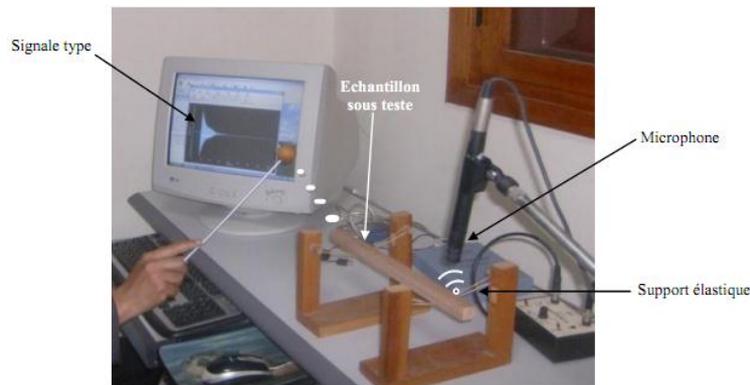
- Le PSF ou Point de saturation des Fibres est l'ordonnée à l'origine de la courbe linéaire de la teneur en eau d'équilibre en fonction du retrait surfacique (différence entre une surface transversale saturée et la même surface à la teneur en eau d'équilibre X). Les mesures de dimensions et de masse effectuées à l'état saturé et respectivement à 0 %, 6 %, 12 % et 18 % de teneur en eau d'équilibre permettent d'obtenir quatre points de la courbe. Une prolongation de la courbe permet d'obtenir l'ordonnée.

Dans un second temps, les essais de validation ont été faits sur des échantillons venant d'autres pays. Pour ces essais de validation, nous avons disposé au total d'une éprouvette du Gabon (GbA) et de deux éprouvettes de la Côte-d'Ivoire (CiA1 et CiA2) provenant d'arbres différents. Sur chaque éprouvette, 8 échantillons ont été prélevés pour les mesures sur la base du protocole expérimental décrit plus haut.

### **2-2-2. Module de Young et densité à 12 % de teneur en eau**

Le module d'élasticité longitudinal du bois stabilisé à une humidité théorique de 12 % est une caractéristique mécanique de référence. Cette propriété caractérise la proportionnalité entre la charge et la déformation. Elle constitue un indicateur de la rigidité du bois. Dans le cadre de cette étude, 20 éprouvettes sous forme prismatique de dimensions  $20 \times 20 \times 350 \text{ mm}^3$  ont été taillés suivant les directions orthotropiques du bois (radiale, tangentielle et longitudinale). Tous les échantillons sont stabilisés à une teneur en eau d'équilibre de 12 % dans une chambre climatique fixée à 65 % d'humidité relative et 20°C de température ambiante. Dans un premier temps, la mesure de la hauteur (direction tangentielle) et de la largeur (direction radiale) des échantillons est faite à l'aide d'un pied à coulisse digital précis à 0.01 mm. Une moyenne est faite par dimension en trois positions équidistantes de l'échantillon (les deux extrémités et le centre de l'éprouvette). La longueur (direction longitudinale) des échantillons est aussi mesurée grâce à une règle graduée à 1 mm. Afin de déterminer la masse volumique des échantillons, leur masse respective est mesurée grâce à une balance électronique précise à 0.01g. Pour les essais de détermination du module de Young, la méthode vibratoire libre-libre de caractérisation mécanique dite *BING* (Beam Identification by Non destructive Grading) développée et améliorée par le CIRAD-Forêt a été utilisée [13]. Le dispositif (**Figure 2**) est constitué de deux supports en fil de Nylon très fin ou d'élastiques, d'un microphone à condensateur EMU 4535 unidirectionnel, d'une carte d'acquisition (PICO TECHNOLOGY ADC212 ; 12bit), d'un logiciel d'exploitation *BING 9* et d'un

système de percussion sous forme de pendule simple. Pour le test, les échantillons sont posés sur les deux supports en fils de nylon très fins afin qu'une simple percussion à une extrémité de l'échantillon puisse provoquer une vibration assez libre. Les appuis qui constituent les nœuds de vibration sont respectivement positionnés au quart et trois quarts de la longueur de l'échantillon. Sur ses supports, l'échantillon est posé de manière à ce que la direction tangentielle soit verticale et représente sa hauteur dans les calculs. La percussion sur une extrémité de l'échantillon se fait grâce au système de pendule simple constitué d'une boule de 13g accrochée à un fil de nylon. Pour un test en flexion, la percussion se fait sur la face inférieure de l'échantillon. Un microphone placé à l'autre extrémité de l'échantillon permet d'enregistrer l'onde sonore émise. Cette dernière est transmise à l'ordinateur via la carte d'acquisition reliée à un filtre passe-bas. Pour les mesures en flexion, le microphone est placé verticalement à environ 2cm de l'échantillon donc parallèlement au sens de percussion. Un logiciel écrit en *Visual Basic* permet de traiter numériquement le signal par la « transformée de Fourier rapide » et d'utiliser les données géométriques de l'échantillon et sa masse pour déterminer ses caractéristiques mécaniques. De toutes ces caractéristiques mesurées, seul le module de Young déterminé suivant la méthode de Timoshenko nous intéresse dans cette étude. Cet essai a la particularité d'être non destructif. Ce qui permet de répéter les tests et de faire ensuite sur les mêmes échantillons, des essais de rupture en flexion statique qui eux sont destructifs.



**Figure 2 :** Photo du dispositif expérimental de détermination du module de Young

### **2-2-3. Contrainte de rupture en flexion et en compression**

Il s'agit de deux essais normalisés : l'essai de flexion statique pour la détermination de la résistance à la flexion statique quatre-points [13] et l'essai de compression axiale pour la détermination de la contrainte de rupture à la compression parallèle au fil du bois [14]. Ces deux essais utilisent la même machine universelle d'essai de marque *ADAMEL LHOMARGY* équipée d'une cellule de force de 100 KN. Cette machine est équipée d'instruments de mesure. Un logiciel nommé TestWork4 permet de piloter les essais, de faire les calculs et de recueillir les résultats expérimentaux. Deux dispositifs distincts (à incorporer à la machine) permettent de réaliser chaque type d'essai :

- l'un constitué d'un banc solidaire de deux points d'appuis distant de 320 mm sur lesquels repose l'éprouvette et d'un système de flexion de l'éprouvette assurant l'application de la charge en deux points de l'éprouvette, distants de 160 mm, situés à équidistance des deux appuis du banc ;
- l'autre constitué de deux plateaux horizontaux permettant l'application d'un effort uniaxial.

Pour faciliter la comparaison, les éprouvettes ayant servi pour la mesure du module d'élasticité par la méthode *BING* sont testées en flexion statique. Après la rupture de ces éprouvettes, des échantillons de 60 mm de longueur sont prélevés à chacune dans la zone n'ayant subi que très peu de contraintes ou de déformations. Pour faciliter les calculs, les dimensions transverses des échantillons doivent être fournies au logiciel.

### 3. Résultats et discussion

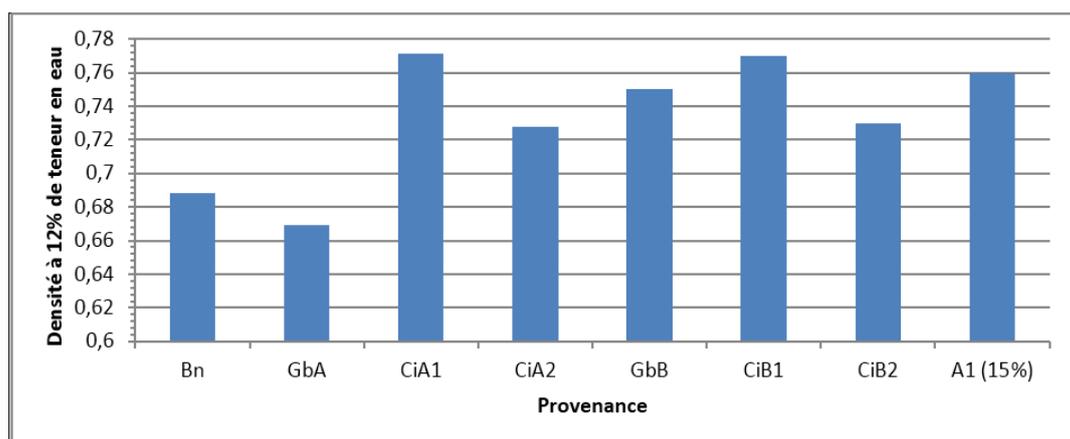
Le **Tableau 1** présente le résultat brut des mesures effectuées sur le sujet venant du Bénin et sur lequel notre étude s'est principalement appuyée. Pour toutes les figures de ce paragraphe, les annotations Bn ; GbA ; CiA1 ; CiA2 ; GbB ; CiB1 ; CiB2 et A1 indiquent la provenance des échantillons testés par nous-même et autres auteurs. Ainsi, Bn : essais directs sur le sujet béninois réalisés par nous-même - GbA : essais directs sur le sujet gabonais de la Xylothèque du CIRAD réalisés par nous-même – CiA1 et CiA2 : essais directs sur deux sujets ivoirien de la Xylothèque du CIRAD réalisés par nous-même – GbB, CiB1 et CiB2 : Anciens essais du CIRAD sur les sujets gabonais et ivoiriens – A1 : résultats provenant des travaux de Phongpaew (2003) réalisés suivant les normes américaines à une teneur en eau d'équilibre variant de 15 à 20 %.

**Tableau 1** : Principales caractéristiques physiques et mécaniques du bois d'*anthonotha* d'un sujet du Bénin

	Infra densité	Densité à 12 %	Rr (%)	Rt (%)	PSF (%)	E12 (MPa)	F12 (MPa)	C12 (MPa)
Moyenne	0,537	0,688	3,04	7,04	24,80	14160	91	52
Ecart-type	0,043	0,027	0,19	0,38	0,83	1609	13	2

#### 3-1. Infradensité et densité

Les échantillons du bois d'*anthonotha fragrans* venant du Bénin ont une infra densité moyenne de 0,537 et une densité à 12 % de teneur en eau d'équilibre évaluée à 0,688 (**Tableau 1**). Il est donc classé parmi les bois mi-lourd [12]. Une corrélation étroite existe entre la densité du bois et sa dureté : les bois les plus denses sont les plus durs et les bois les plus légers sont les plus tendres [12]. Le bois d'*anthonotha fragrans* est donc mi-dur. Ces résultats sont proches de ceux obtenus par nos soins et par Phongpaew (2003) sur des sujets venant du Gabon et de la Côte d'Ivoire (**Figure 3**). Pour [16], la densité est extrêmement importante car il conditionne un nombre important d'aptitudes technologiques du bois notamment les caractéristiques mécaniques. c'est le cas par exemple des travaux de [17] qui donnent des modèles prévisionnels des caractéristiques élastiques des bois de feuillus dont la masse volumique est connue à une teneur en eau de 12 %.



**Figure 3** : Densité du bois d'*anthonotha fragrans* de diverses provenances et d'auteurs différents

#### 3-2. Le Point de Saturation des Fibres (PSF)

Le PSF est un très bon indicateur du comportement du bois durant le séchage et de sa stabilité dimensionnelle après la mise en œuvre (ou réciproquement de sa nervosité), lors d'échanges d'humidité entre le matériau et

le milieu ambiant. La valeur moyenne du PSF obtenue au cours de cette étude pour *l'anthonotha fragrans* du Bénin est de 24,80 % (**Tableau 1**). Selon le classement de [12], ce PSF est faible. Selon les mêmes auteurs, Le PSF varie de 20 à 40 % suivant les essences, mais se situe le plus souvent aux environs de 30 %. Les résultats obtenus sur les échantillons provenant d'autres pays donnent des résultats similaires. Même une éprouvette venant de la Cote d'Ivoire a donné un PSF proche de 30 % (**Figure 4**). C'est dire donc que le bois d'*anthonotha fragrans* admet une certaine stabilité dimensionnelle dans les zones géographiques à forte humidité relative.

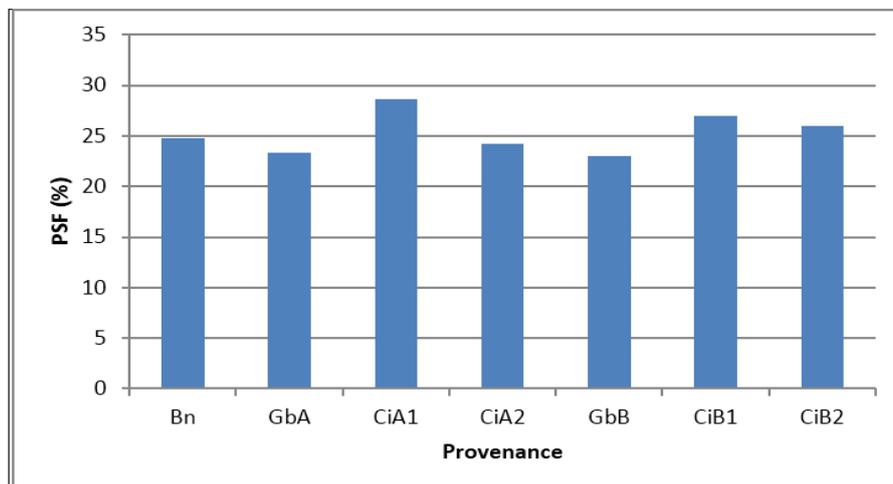


Figure 4 : PSF du bois d'*anthonotha fragrans* de diverses provenances et d'auteurs différents

### 3-3. Les Retraits Tangentiel et Radial

Le retrait radial est de 3,04 % tandis que le retrait Tangentiel est 7,04 % pour le sujet venant du Bénin (**Tableau 1**). Il est donc classé parmi les bois à retrait moyen [12]. Ces valeurs peuvent aller au delà de 10 % pour le retrait tangentiel et de 5 % pour le retrait radial pour certains échantillons de la Cote d'Ivoire (**Figure 5**). Avec une telle variabilité de retrait, les risques de déformations ou de fentes au cours du séchage sont forts. Pour cela, il va falloir prendre des précautions au cours des séchages à l'air libre ou en séchoir. Ces résultats confirment ceux de [8] pour lequel le retrait radial est de 4,8 % tandis que le retrait tangentiel est de 8,9 %.

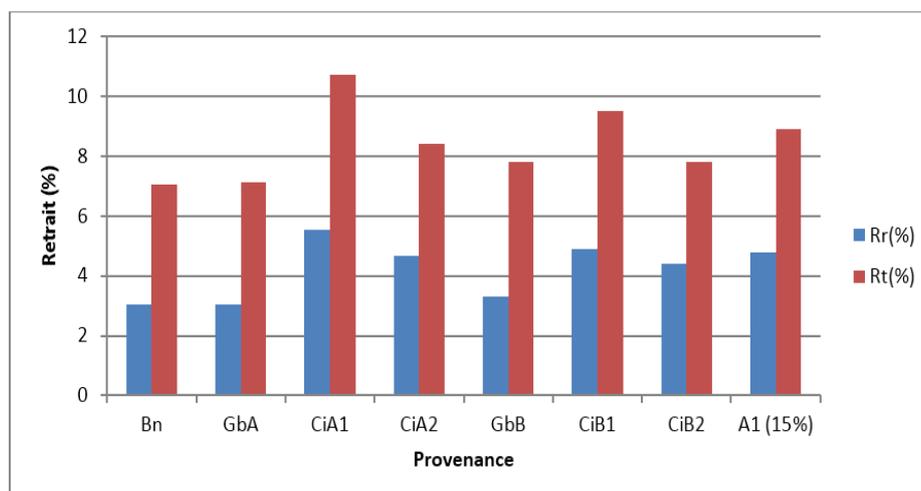
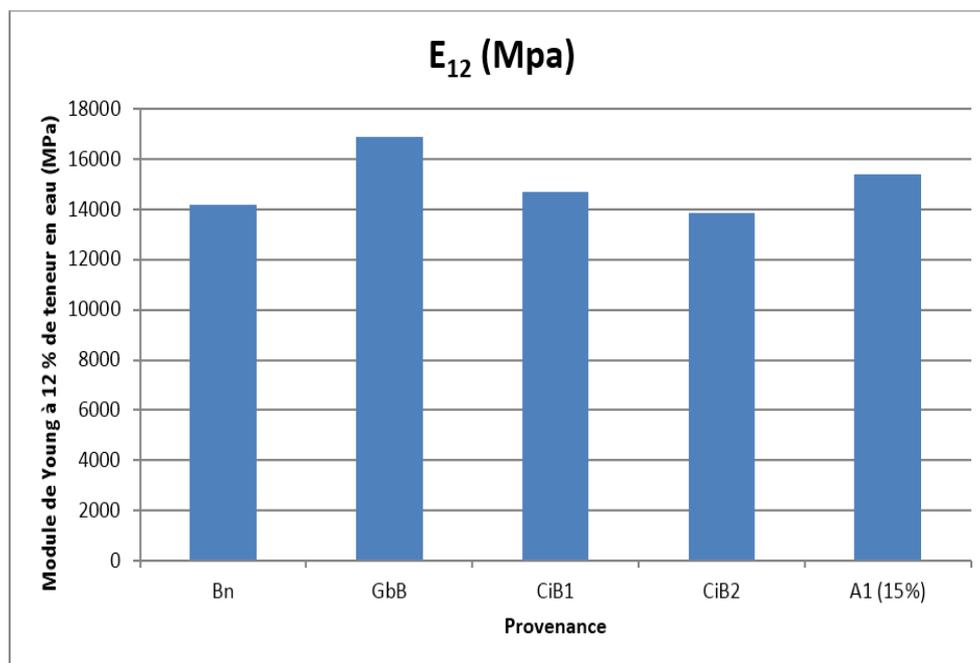


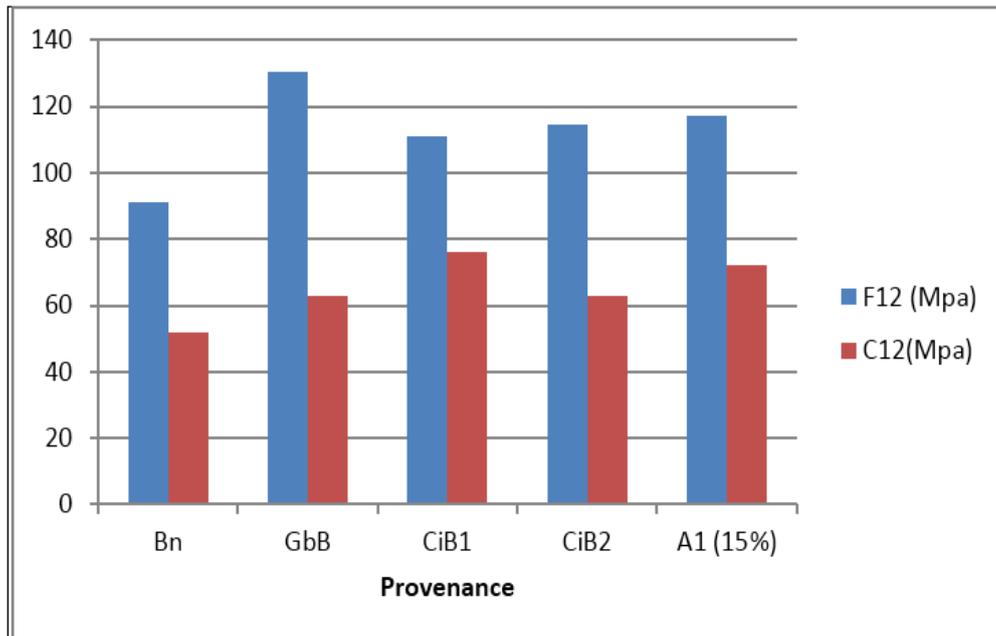
Figure 5 : Retrait radial (Rr) et Tangentiel (Rt) du bois d'*anthonotha fragrans* de diverses provenances et d'auteurs différents

### 3-4. Caractéristiques mécaniques

Du point de vue de la résistance mécanique, le module d'élasticité est de 14160 MPa (*Tableau 1*) et peut même dépasser 16000 MPa pour certains échantillons venant du Gabon (*Figure 6*). Ces valeurs sont comprises entre 10000 et 15000 MPa, c'est donc un bois à rigidité moyenne [12]. Quant aux contraintes à la rupture en flexion et en compression, elles sont respectivement égales à 91 et 52 MPa (*Tableau 1*) bien que pour les autres provenances, la contrainte à la rupture en flexion dépasse la barre de 100 MPa et celle en compression dépasse 70MPa (*Figure 7*). Ces valeurs sont comprises entre 85 et 140 MPa pour la flexion et entre 45 et 75 MPa pour la compression. C'est donc un bois à contrainte moyenne [12], donc sa résistance mécanique est moyenne. Sa rigidité est donc appréciable et son utilisation dans des structures en bois peut donc être conseillée. De l'analyse de ces résultats, il ressort que les valeurs obtenues pour les caractéristiques physiques et mécaniques du bois d'*Anthonotha fragrans* provenant de diverses régions et de divers auteurs sont relativement proches. Les quelques écarts observés seraient certainement dus à la variabilité naturelle du bois mais aussi aux dispositifs et protocoles d'essais. La variabilité est le fait de l'origine biologique du matériau bois dont la production est sous l'influence de facteurs externes (concurrence entre arbre, richesse chimique du sol, alimentation en eau) ou internes à l'arbre (patrimoine génétique) [18]. Pour ce qui concerne les dispositifs et les protocoles d'essais, ils ont connu beaucoup d'évolutions dans le temps. Ces évolutions sont prescrites, aussi bien, par l'Association Française de Normalisation (AFNOR) que par des laboratoires dans l'objectif de rendre les essais plus faciles et plus précis. Par exemple, dans le cas de nos mesures, nous avons utilisé la méthode BING pour le module d'élasticité et le dispositif de flexion en quatre-points pour la contrainte de rupture en flexion alors que ces deux paramètres étaient mesurés au CIRAD en un seul essai de flexion trois-points.



**Figure 6 :** *Module d'élasticité du bois d'anthonotha fragrans de diverses provenances et d'auteurs différents*



**Figure 7 :** Contraintes de rupture à la flexion et à la compression du bois d'*anthonotha fragrans* de diverses provenances et d'auteurs différents

### 3-5. Comparaison avec les espèces couramment utilisées au Bénin

Une comparaison de ses caractéristiques ainsi déterminées avec celles des espèces les plus utilisées au Bénin (**Tableau 2**) montre que le bois d'*Adomonteu* est plus lourd que l'*iroko* et le *teck* et moins lourd que le *caïlcédrat* et le *doussie*. Concernant la rétractibilité, dans la direction radiale, son retrait est plus faible par rapport à celui du *bois de vène*, de l'*iroko* et du *caïlcédrat* alors qu'il est légèrement supérieur à celui du *teck* et du *doussie*. En revanche son retrait tangentiel est supérieur à celui des autres essences. Du point de vue du module d'élasticité, il est moins rigide que le *vène* et le *doussie* et plus rigide que le *teck* et l'*iroko*. C'est dire donc que le bois d'*Adonmoteua* a des caractéristiques technologiques très proches de celles des bois dits nobles sélectivement exploités au Bénin et dans la sous région. Il peut donc servir de bois de substitution à ceux traditionnellement utilisés. Dans ces conditions, des études phytosociologiques pour la domestication de cette espèce doivent être envisagées afin de préserver le peu de ressources naturelles de cette essence actuellement disponible au Bénin et dans la sous région. Ces résultats montrent à suffisance que le bois d'*Anthonotha fragrans* est un bois aux caractéristiques physiques et mécaniques moyennes et par conséquent, il est capable de jouer le même rôle que plusieurs autres essences les plus connues dans le secteur du bois d'œuvre au Bénin et en Afrique. Quant à sa durabilité naturelle, les travaux de [8] ont montré que c'est un bois à durabilité moyenne. Cependant le constat fait sur un échantillon exposé aux intempéries montre l'apparition, en moins de 6 mois, d'échauffure, de bleu et surtout de piqûres de lyctus. Malgré ces caractéristiques technologiques moyennement intéressantes, des précautions doivent donc être prise pour sa préservation.

**Tableau 2 :** Valeurs comparatives des paramètres physiques et mécaniques de l'*Anthonotha fragrans* et des essences les plus exploitées au Bénin (source : TROPIX, CIRAD)

	D12 (kg/m <sup>3</sup> )	Rr (%)	Rt (%)	PSF (%)	E12 (MPa)	F12 (MPa)	C12 (MPa)
Adonmoteu	688	3,04	7,04	24,80	14160	91	52
Caïlcédrat	780	4,9	5,6	27	11650	86	54
Iroko	640	3,5	5,4	23	12840	87	54
Faux iroko	470	4	6,9	35	9000	58	36
Teck	670	2,6	4,7	24	13740	98	56
fromager	320	3,0	6,3	34	5130	36	22
vène	890	3,2	5,9	21	15670	130	76
doussie	800	3	4,4	19	17020	124	74

#### 4. Conclusion

Dans ce travail, huit principales caractéristiques physiques et mécaniques du bois d'*Anthonotha fragrans* du Bénin ont été mesurées. L'infra densité moyenne est de 0,537 et la densité à 12 % de teneur en eau d'équilibre est évaluée à 0,688. Ce qui le classe parmi les bois mi-lourd. Le Point de Saturation des Fibres (PSF) est de 24,80 %. Ce qui présage d'une certaine stabilité dimensionnelle à des teneurs en eau supérieure à ce chiffre. Toutefois, le retrait radial est de 3,04 % tandis que le retrait Tangentiel est de 7,04 %. Ces valeurs le classent parmi les bois à retrait moyen mais avec une telle densité, ces retraits sont déjà assez élevés pour espérer une stabilité dimensionnelle lors des utilisations surtout dans des milieux à fort variation d'humidité relative. Le module d'élasticité est de 14160 MPa et les contraintes à la rupture en flexion et en compression sont respectivement égales à 91 et 52 MPa. Ce qui augure d'une caractéristique mécanique moyenne. A densité égale, certaines essences de bois les plus utilisés au Bénin sont moins rigide que l'*anthonotha fragrans*. C'est donc clair que son bon comportement dans des structures en bois serait une évidence. Une comparaison de caractéristiques obtenues avec les espèces couramment utilisées au Bénin montre que c'est un bois aux caractéristiques technologiques moyennes qui peut se substituer valablement aux bois à fort potentiel économique actuellement exploités dans la région comme le teck et l'iroko. La question fondamentale reste la disponibilité de l'arbre dans nos forêts. En attendant qu'un inventaire forestier digne de ce nom nous éclaire sur cette interrogation, Il est urgent d'envisager des études phytosociologiques pour la domestication de cette essence qui sera d'une qualité acceptable pour les menuiseries intérieures et extérieures.

#### Références

- [1] - D. LOUPPE, OTENG-AMOAKO, A. A. PROTA / Bois d'œuvre / ressources végétales de l'Afrique tropicale. Fondation PROTA/ BackhuysPublishers/CTA, (2008) 786 p.
- [2] - FAO. Évaluation des ressources forestières mondiales 2015. Comment les forêts de la planète changent-elles? Deuxième édition, (2016) 54 p.
- [3] - R. CATINOT, L'aménagement durable des forêts denses tropicales humides. ATIBT, SCYTALE eds, Paris, (1997) 100 p.

- [4] - C. J. GANGLO, Phytosociologie appliquée à l'aménagement des forêts : cas du périmètre de Toffo (Sud-Bénin, Département de l'Atlantique). Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, (2004) 241 p.
- [5] - FAO, Situation des forêts du monde. Rapport, Rome, Italie, (2005) 153 p.
- [6] - K. S. AWOKOU, Phytosociologie appliquée à l'aménagement de la forêt d'ltchède (commune d'Adjouèrè Sud-Bénin). Thèse d'Ingénieur Agronome, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, (2004) 197 p.
- [7] - A. AUBREVILLE, Légumineuses (Césalpinioïdées). Flore du Cameroun, 9 (1970) 188 - 199
- [8] - P. PHONGPHAEW, The commercial woods of Africa, A Descriptive Full-Color Guide. Stobart Davies Limited, Pontyclerc, (2003) 206 p.
- [9] - E. BOLZA et W. G. KEATING, African timbers- the properties, uses and characteristics of 700 species. Division of Building Research, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, Melbourne, Australia, (1972) 700 p.
- [10] - J. VIVIEN et J. J. FAURE, *Arbres des forêts denses d'Afrique Centrale*. Agence de Coopération Culturelle et Technique, Paris, France, (1985) 565 p.
- [11] - TROPIC 5.0. Caractéristiques technologiques de 215 essences tropicales, Base de données consultable sur internet : <http://tropix.cirad.fr/>
- [12] - J. GERARD, A. EDI KOUASSI, C. DAIGREMONT, P. DETIENNE, D. FOUQUET, M. VERNAY, Synthèse sur les caractéristiques technologiques de référence des principaux bois commerciaux africains. Série Forafri, Document 11, Cirad-forêt, France, (1998) 185 p.
- [13] - L. BRANCHERIAU, Caractérisation acoustique et ultrasonore des produits bois et composites. Habilitation à diriger des recherches, Mécanique des matériaux. Université Montpellier II - Sciences et Techniques du Languedoc, (2013) 122 p.
- [14] - NF. B.51-008, Bois - Essai de flexion statique - Détermination de la résistance à la flexion statique de petites éprouvettes sans défaut. Association Française de Normalisation (AFNOR), (1987)
- [15] - NF.B. 51-007, Bois - Essai de compression axiale Association Française de Normalisation (AFNOR) (1987)
- [16] - MAZET J. P. NEPVEU G, Relations entre les caractéristiques de retrait et densité du bois chez le pin sylvestre, le sapin pectiné et l'épicéa commun. *Ann. Sci.For.*, 48 (1991) 87 - 100
- [17] - D. GUITARD, Mécanique du matériau bois et composites. CEPADUES EDITIONS, Toulouse, (1987) 238 p.
- [18] - G. NEPVEU, Variabilité. In *Le bois, matériau d'ingénierie*. Arbolor, Nancy, France, (1994) 128 - 182