

# ÉTUDE DES PROPRIÉTÉS PHYSIQUES, CHIMIQUES ET MÉCANIQUES ET VALORISATION ÉCONOMIQUE DE STIPE SOUS PRODUITS DE SATRAMBE OU *BISMARCKIA NOBILIS*

JAONARANA Eric<sup>1</sup> & RANAIVONARIIVO Velomanantsoa Gabriely<sup>2</sup>

1 : Enseignant de l'UFRSS Mandritsara à l'Université de Mahajanga ; Lot 02 09 C 0103 Mahatsinjo MAHAJANGA. ; Tél.: 034 20 448 48, e-mail: jaonaranae@gmail.com

2 : Enseignant de l'Ecole doctorale d'Ingénierie et de Géosciences de l'Université d'Antananarivo

## Résumé

L'objectif de cette recherche est d'améliorer de façon pérenne les produits obtenus à partir du banty (stipe) de satrambe (*andemia nobilis*, *bismarkia Nobilis*). Pour obtenir des beaux matériaux il faut savoir les informations sur les essais de caractérisation des propriétés physiques, chimiques et mécaniques sur les ressources. Le banty de satrambe est légère et facile à manier, son écorce est dure et peut être utilisé comme n'importe quel bois dur et son cœur joue un rôle de d'isolation phonique très agréables. Il présente des aspects plus naturels et exotiques. Avec quelques améliorations sur des pouvoirs calorifiques et la capacité d'absorption en eau, les matériaux obtenus procurent aux populations des régions considérées, d'une potentielle source financière et économique non négligeables.

**Mots-clés** : arecaceae, *Bismarkia nobilis*, fibreuse, banty (stipe)

## Abstract

The objective of search is ameliorating of hard terms products such as the stipe of satrambe. For having the best materials we have to get informations on the experience of different kinds of physicals proprieties, chemicals and mechanical with resources. The banty of satrambe is light and easy to manage or, its peels are hard and perhaps and can be used like each hard woods and their heart take a place of phonic isolation really comfortable. it presents the natural aspects as a local and exotic with some ameliorations boudoirs calorific and the capacity of water supply, the result of materials are got by population of areas considerate s, financial source potential and economic as it is very important.

## Introduction

Le Satrambe « *Medemia nobilis* ou *Bismarckia nobilis* » est une espèce originaire de la savane malgache plus particulièrement de la côte ouest de Madagascar, et une espèce de palmier endémique. Cette ressource naturelle possède des valeurs économiques importantes pour la population, parmi des produits forestiers les plus utilisés comme matériaux locaux de construction des maisons, des petits ouvrages divers et des produits artisanaux (Rakotoarinivo 2008).

Nous avons déterminé les essais des caractérisations (les propriétés physiques, chimiques et mécaniques) de stipe (banty) sous-produits de Satrambe (*Bismarckia nobilis*), et l'étude de la valorisation de l'espèce et sa contribution dans l'économie locale, régionale et nationale.

Notre pays connaît actuellement des difficultés à concilier, valorisation et conservation des ressources pour promouvoir l'objectif de développement durable. Pour cela, la famille des PALMAE ou ARECACEAE, y compris la *Bismarckia nobilis* ou Satrambe constitue la troisième famille végétale la plus

utilisée par l'homme après les graminées et les légumineuses.

En fait, les banty (stipes) de Satrambe sont des ressources forestières très utilisées pour la population à l'état brute, la décision d'améliorer de façon pérenne des produits obtenus relève des informations sur les essais de caractérisation des propriétés physiques, chimiques et mécaniques sur les ressources en question, alors que ces dernières sont souvent défailtantes sans intervention des chercheurs. Quels sont les fondements nécessitant la mise en œuvre des produits appelés « banty » obtenus à partir de *Bismarckia nobilis*? Telle est alors la question de départ pour notre recherche.

Pour avoir le confort, sécurité et plaisir de la population, le Satrambe (*Bismarckia nobilis*) comble les besoins en matériau de construction tout en procurant des revenus monétaires à la population. Les hypothèses suivantes ont été émises :

Hypothèse 1 : La disponibilité de Satrambe (*Bismarckia nobilis*) dans les régions côte ouest de Madagascar fait que cette ressource satisfait les besoins régionaux en matériau de construction

Hypothèse 2 : Les essais de caractérisations conditionnent l'amélioration et valorisation des produits des matières premières banty (stipe) de Satrambe (*Bismarckia nobilis*)

Hypothèse 3 : La filière Satrambe (*Bismarckia nobilis*) va créer des valeurs ajoutées à la population locale.

## Méthodologie

### Généralités sur la matière première "satrambe"

#### Botanique

Le Satrambe, *Bismarckia nobilis* HILD. & WENDL., fait partie des palmiers. Il présente une anatomie particulière : sans cambium, n'a pas de tronc, mais un « [stipe](#) ». D'un point de vue botanique, les satrambe sont des monocotylédones et ne sont pas des arbres, mais des « **herbes géantes** » leur croissance en épaisseur ne peut s'effectuer que par des mécanismes n'engendrant que très peu de divisions cellulaires et se limitant à leur partie apicale où se trouve un méristème d'accroissement primaire.

#### Systematique

Règne : VEGETAL

Embranchement : SPERMATOPHYTES

Sous-embranchement : ANGIOSPERMES

Classe : MONOCOTYLEDONES

Ordre : ARECALES

Famille : ARECACEAE ou PALMAE

Sous famille : CORYPHOIDEAE

Tribu : BORASSEAE

Sous tribu : HYPHAENINEAE

Genre : *Bismarckia*

Espèce : *Bismarckia nobilis* Hild. & Wendl.

#### Description

C'est un palmier isolé sans rejet, dioïque, sa hauteur varie de 10 à 20 m. Le tronc est lisse, cylindrique et très droit, de 20 à 30 cm de diamètre. Il est souvent marqué dans le haut de torsades en spirale s'élevant comme la spire d'insertion des feuilles, tantôt vers la droite et tantôt vers la gauche, couronné par

un bouquet dense de 20 à 30 feuilles. La moelle est abondante et blanche.

### **Technique et méthodes**

La durée de vie des constructions dépend en grande partie de la qualité des matériaux qu'on y emploie ; du point de vue de leur nature, de leurs propriétés chimiques et physiques, de leurs qualités et défauts, et de leurs forces relatives, de leurs propriétés d'adhérence avec les autres, et de leur résistance aux diverses influences de la température.

#### **Détermination des propriétés**

##### **physiques**

##### *Détermination de l'humidité*

La détermination du taux d'humidité permet de connaître la quantité d'eau emmagasinée dans les matériaux à l'état sec.

##### *Mode opératoire :*

On prend un échantillon de sciure que l'on chauffe dans une étuve à 105°C et on pèse jusqu'à obtention de masse constante.

Soient :  $m_0$  la masse du matériau avant le chauffage

$m_1$  la masse constante obtenue après chauffage en temps  $T_1$

L'humidité est donnée par la formule suivante :

$$W = \frac{(m_0 - m_1)}{m_0} \times 100$$

La différence du poids initial et du poids après séchage à l'étuve donne le taux d'humidité. L'unité du résultat est en pourcentage.

Pratiquement, une balance de précision est utilisée. 50g des matériaux sont pesés. Ils sont placés dans l'étuve après leur

numérotage de 1 à 3. La température de l'étuve est réglée à 105°C.

Notons  $T_0$  le temps où la température de l'étuve atteint 105°C, chaque matériaux est pesé successivement, puis remis dans l'étuve. Ce passage se répète en respectant un intervalle de temps de 1h jusqu'à l'obtention, d'un poids constant.

#### *Détermination de la masse volumique apparente*

Nous savons que l'expression de la masse volumique est:

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Avec :

$\rho$  : masse volumique ;

$m$  : masse moyenne de l'éprouvette

$v$  : volume apparent de l'éprouvette

(vides inclus).

Pour la détermination des masses volumiques, on besoin d'une prise d'essai (PE) de la matière à analyser et de l'eau à la même température 23 °C.

Le Mode Opératoire de mesure de la masse et du volume de la PE d'échantillon de matière à analyser :

- Peser, avec précision, la prise d'essai : soit  $m$  sa masse (g) ;

- Remplir une éprouvette graduée d'eau jusqu'à un niveau  $V_1$  (ml), noter la température de l'eau ;

- Mettre soigneusement la masse  $m$  ( $t^\circ$ ) à analyser dans cette éprouvette, le niveau de l'eau monte jusqu'à un niveau  $V_2$  (ml) ;

- Déduire le volume  $v(t^\circ)$  de la PE d'échantillon égale à  $v = V_2 - V_1$  ;

- Calculer  $\rho = m/v$ .

### Détermination de la teneur en cendres et du pouvoir calorifique

Mode opératoire :

- Peser un creuset en platine vide de masse  $m_1$
- Mettre la prise d'essai dans ce creuset et peser de masse  $m_2$
- Faire disparaître toutes les matières volatiles par chauffage à l'air libre
- Mettre le creuset dans le four et calciner à 900°C pendant 10 heures
- Retirer du four l'échantillon et laisser refroidir dans le dessiccateur et peser le creuset de masse  $m_3$

- La teneur en cendre (en % en masse) a pour formule :

$$x \% = \frac{(m_3 - m_1)}{m_2 - m_1} \cdot 100$$

- **Pouvoir calorifique PCI** (en Kcal/kg)  
**PCI = (100 - x%).80**

### Détermination de la capacité d'absorption en eau

La capacité d'absorption en eau est un paramètre caractérisant la structure du matériau solide poreux. Elle est définie comme la masse d'eau absorbée par le matériau poreux sec en tenant compte du relargage global simultané des espèces solubles. Ce paramètre représente la fraction de volume total d'un échantillon investi par l'eau après immersion suffisamment prolongée pour que les pores ouverts de la matrice soient saturés en eau. La capacité d'absorption d'eau (CAE) en % est :

$$CAE = \frac{(M_{hum} - M_{sec})}{M_{sec}} \times 100$$

Avec

$M_{hum}$  : masse d'échantillon après immersion de 48h ;

$M_{sec}$ : masse sèche d'échantillon avant immersion (passage à l'étuve 105°C).

### Obtention de la masse d'échantillon (sec)

Ses échantillons sont placés dans l'étuve portée à 150°C pendant 48 heures ; Sitôt après, le pesage permet d'obtenir la masse (sec) de chaque échantillon.

### Obtention de la masse d'échantillon (humide)

Ses échantillons qui ont séjourné pendant un jour à l'air libre est ensuite immergé dans l'eau durant 48 heures. On les sort de l'eau et on lui fait servir un séchage superficiel. Tout de suite après on effectue le pesage ce qui donne sa masse (humide)

### Détermination des propriétés chimiques

#### Détermination de la teneur en cellulose

La cellulose s'obtient en faisant agir une solution spécifique qui dissout les constituants non cellulosiques des matériaux (la lignine, les sels minéraux et les constituants secondaires tels que la protéine, l'amidon...). Puis, elle est lavée et séchée en étuve à 105°C. En fin, elle est pesée et le taux de la cellulose est calculé en fonction de son poids.

Manipulation :

- Peser 2,5 g de farine de matériau ;
- Verser dans une fiole contenant 49g d'acide nitrique ( $HNO_3$ ) de concentration 63%, et fermer l'ouverture de la fiole.
- La réaction se produit pendant 30 heures.

- Ensuite bien agité le mélange, en douceur, deux fois avant l'achèvement de ces 30 heures.
- Prendre un papier filtre déjà taré pour la filtration du produit.
- Le filtre déjà imbibé de filtrat est lavé avec 100ml de soude (NaOH) de concentration 10%.
- Avant le pesage de la cellulose ici obtenue, mettre d'abord dans une étuve de température constante 105°C pour séchage du résidu.

Afin de s'assurer que le produit obtenu est bien de la cellulose, il sera procédé à la vérification suivante :

On prend 1g du produit obtenu et on y verse quelques gouttes d'acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) de concentration 98%. On laisse en réaction pendant une journée. Puis, on ajoute une quantité suffisante d'eau distillée. Durant ce test, le produit s'hydrolyse au fur et à mesure. En fin, un test à la liqueur de Fehling démontre que c'est de la cellulose.

#### *Détermination de la teneur en lignine*

C'est une opération qui consiste à quantifier la lignine incluse dans les matériaux. En principe, l'extraction de la lignine se fait en deux étapes :

- Primo, la lignine est dissoute, filtrée et doit être précipitée par un agent spécifique à partir du liquide initial. La lignine qui précipite est récupérée par filtration.
- Secundo, les constituants sont dissouts et il ne reste plus que la lignine.

#### *Méthode d'Extraction par l'acide Sulfurique*

On verse dans un bocal contenant déjà 1,5g de farine de Satrambe 10ml d'acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) de concentration 64%. On laisse l'acide réagir pendant 24 heures. Puis, verser 100ml d'eau distillé dans le mélange. La filtration du mélange est suivie du lavage avec 50ml d'eau distillée, puis 100ml de soude de concentration 10%. Après étuvage à une température constante de 105°C, nous obtenons la lignine.

#### **Détermination des propriétés mécaniques**

##### ***Essai de compression simple***

Les mesures de résistance mécanique à la compression nous renseignent sur la solidité et la cohésion du matériau. Nous déterminons cette valeur en faisant des essais mécaniques et en utilisant la formule

$$R_c = \frac{F}{S}$$

Avec

R<sub>c</sub> : Résistance à la compression en N/mm<sup>2</sup>;

F : Charge maximale supportée avant écrasement de l'éprouvette;

S : Surface de l'éprouvette soumise à l'écrasement.

##### *Les éprouvettes*

Les éprouvettes ont de forme quadratique de 50 mm x 50 mm x 50 mm

##### *Exécution de l'essai*

- *Dispositif :*

L'éprouvette est pressée à l'aide d'une presse afin de pouvoir déterminer la valeur de contrainte de rupture à la compression P.

Valeur de la contrainte de rupture à la compression :

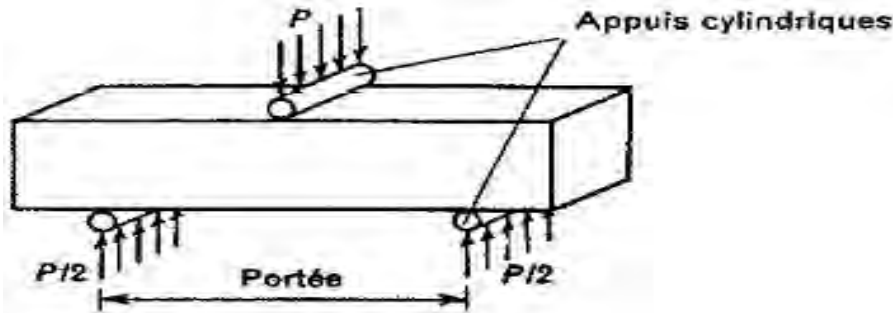
La valeur de la contrainte de rupture à la compression est égale à  $R_c$

a. Essai de traction par flexion

Les échantillons peuvent être testés en flexion. On les dépose sur deux supports parallèles en tube, espacés de 330 mm. Une

charge concentrée est appliquée par l'intermédiaire d'un tube horizontal placé au milieu du bloc à tester. On note la charge nécessaire pour rompre l'échantillon.

Pour analyser le comportement du matériau; nous allons procéder à une mesure par lecture directe sur une machine universelle selon le schéma de principe ci-dessous :



Le module de rupture peut être calculé

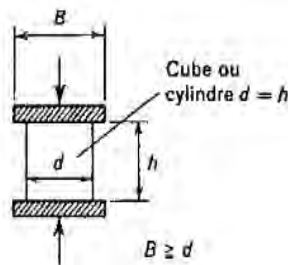
par la formule suivante :  $R_t = \frac{3 PL}{2 b h^2}$

Avec :

- $R_t$  : module de rupture en  $kg/cm^2$
- L : distance d'appui (portée libre) en cm
- b : largeur en cm
- P : charge maximale
- h : épaisseur en cm

**Les éprouvettes**

Les éprouvettes ont des formes prismatiques 33cm x 7cm x 3cm pour l'essai de traction par flexion.



**Exécution de l'essai**

- **Dispositif** : Le dispositif de flexion comporte deux appuis sur lesquels repose l'éprouvette du banty de Satrambe, et un autre qui est mobile a pour rôle de transmettre la charge p. Ce dernier doit croître progressivement jusqu'à ce que la rupture se réduise.

- **Valeur de la contrainte de rupture à la traction par flexion**

La valeur de la contrainte de rupture à la traction par flexion  $R_t$  est déduite de la charge P. Pour tous les essais de traction par flexion, nous avons fixé tous les paramètres de telle sorte que l'on ait toujours  $R_t = 0,234 P$ .

**Essai de résilience**

La résilience est le degré de résistance aux chocs des matériaux. Elle se calcule par la

formule:  $K = \frac{W}{S_0}$

- K : résilience (daJ/cm<sup>2</sup>)
- $S_0$  : Surface (cm<sup>2</sup>)
- W : Travail ( daJ)

Sa détermination se fait sur un « mouton de charpie ».

### **Test d'isolation phonique**

Ce test consiste à :

– Créer une cage entièrement fait des matériaux à caractériser ;

– Mettre à l'intérieure de la cage une source sonore ;

– Positionner à l'extérieure de la cage, sur un point fixe, un SONOMETRE permettant de relever à temps réel l'intensité sonore en dB(A) en ce point ;

Pour l'essai ; nous avons utilisé un SOUND LEVEL METER, de marque CASTLE avec reference GA 301 IEC651 – BS 5969 – TYPE 3, numero de serie : 23535, de calibre 40 à 120 dB(A)

## **Résultats**

### **Caractérisation du matériau banty (stipe) de satrambe**

A partir des différents essais effectués en laboratoire; nous allons présenter les résultats et les analyses de chaque point caractéristique.

#### **Les propriétés physiques**

##### *Masse volumique apparente*

Masse volumique moyenne de l'écorce :  $\rho_{m \text{ écorce}} = 0,7951 \text{ g/cm}^3$

Masse volumique moyenne de la fibre :  $\rho_{m \text{ coeur}} = 0,347 \text{ g/cm}^3$

La masse volumique moyenne de la fibre de banty (faux tronc de satrambe) est très légère, tandis que celle de l'écorce est au

contraire assez élevée, parce qu'il est dur selon la classification de l'Artisan de filière bois. Donc nous pouvons conclure que la variation de la masse volumique diminue de plus en plus lorsqu'on va de l'écorce jusqu'au cœur centrale du Banty, et ceci est en rapport avec la dureté de la partie concernée.

#### *Taux d'humidité*

Le taux d'humidité (Th) de l'écorce est de **Th<sub>écorce</sub> = 2 %**

Le taux d'humidité (Th) du cœur est de **Th<sub>coeur</sub> = 6 %**

Les taux d'humidité qui vont à partir du cœur à l'écorce sont tous inférieurs au taux de 12% exigé et fixés par les normes de fabrication, nous tirons la conclusion qu'il est possible d'utiliser le satrambe parmi les matériaux de construction de bâtiment.

#### *Pouvoir calorifique et Teneur en cendre.*

**Pouvoir calorifique PCI = 7771,2 Kcal/kg**

Il a été constaté que le matériau banty de satrambe a un pouvoir calorifique très élevé c'est-à-dire qu'il peut constituer un excellent combustible



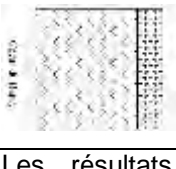
#### *Capacité d'absorption en eau*

**CAE de Satrambe = 89,49%**

La fibre emmagasine l'eau et sa masse après essais augmente de deux fois de celle d'origine. Autrement dit, le matériau banty de satrambe a un pourcentage de capacité d'absorption très élevé.

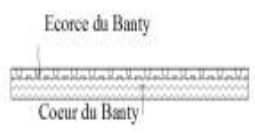
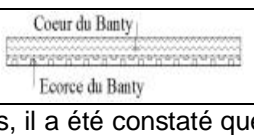
### Les propriétés mécaniques

a-Résistances à la compression

Echantillon	$R_c$ moyenne (Kgf/cm <sup>2</sup> )
<b>Ecorce en haut</b> 	<b>164,0</b>
<b>Cœur en haut</b> 	<b>254,6</b>
<b>Ecorce à coté</b> 	<b>685,3</b>

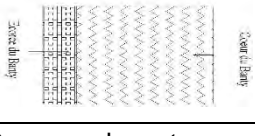

Les résultats montrent qu'il y a des grandes différences des résistances à la compression entre la partie écorcé à compresser parce qu'il est dur au départ, mais cette dureté diminue progressivement jusqu'au cœur très mou

b- La résistance à la traction par flexion

Echantillon	CROQUIS	$R_t$ (Kgf/cm <sup>2</sup> )
Partie écorce en haut		408,57
Partie cœur en haut		990

Lors des essais, il a été constaté que si la partie fibre est placée en haut, le matériau est plus flexible, tandis que dans le cas inverse la flexibilité est plus réduite

c- Résilience en fonction de la position de la plaque

Echantillon	W (daN.m)	K (Kgf/cm)
<b>Ecorce en devant</b> 	5,8	47,35
<b>Cœur en devant</b> 	7,4	60,41

La fibre placée devant résiste à la contrainte de cisaillement, comme si elle amortit le choc. Au contraire, l'écorce placée devant se casse rapidement à cause de sa dureté et sa rigidité

### Les propriétés chimiques

Le tableau 1 ci-dessous résume les quantités des composantes étudiées.

Composantes	Cellulose	lignine	Constituants secondaires
Teneur	58,28%	31,66%	10,06%

Les résultats montrent que 58,28% du mélange initial du matériau est constitué par de la Cellulose, de 31,66% de lignine et de 10,06% de constituant secondaire donc on

considère que le banty est de même constituant des autres bois.

### Capacité d'isolation phonique

En tenant compte du niveau sonore à vide, c'est-à-dire sans la cage, obtenir l'absorption sonore du banty par la perte d'intensité et donc le niveau d'isolation phonique



Nous avons constaté que le niveau sonore n'était plus perceptible par le Sonometre (Calibre mini = 40 dB(A)), mais aussi nous avons observé un quasi-silence dans la salle d'essai quand les haut-parleurs sont isolés dans la cage des matériaux en banty de satrambe. Nous pouvons affirmer par ces faits que le matériau en banty est un bon isolant phonique.

### Étude des produits finis

#### Les murs

Le parement extérieur n'a pas seulement un rôle esthétique. Il assume en effet la plupart du temps un rôle important dans la résistance à la pénétration de l'eau de pluie.

D'une manière générale, le sommet des murs en banty de satrambe doit être protégé



Photos1: Mur pour cloisonnement

### Conclusion

La recherche a permis de connaître les informations sur les propriétés des matériaux de banty (stipe) du palmier Satrambe (*Bismarckia nobilis*) des régions côte ouest de Madagascar afin d'initier la fabrication à partir de cette plante fibreuse des différents usages en construction d'une maison d'habitation particulièrement.

de la pluie afin de limiter ruissellement et infiltration.

#### Les cloisons

Les cloisons sont des murs de faible épaisseur, qui ne sont pas porteur. Les produits de banty résistent au choc provoqué par les habitants du local. Ils peuvent également jouer un rôle d'isolation phonique, possibilité au point de vue isolation thermique.

#### Faux plafonds

Les faux plafonds en « banty » présentent divers avantages :

- ils sont souples et résistants ;
- ils sont légers ;
- les portées que l'on peut couvrir avec les solives sont étendus, même plus 4 mètres.



Photos 2 : Faux plafonds

Le banty du satrambe est légère et facile à manier, son écorce est dure et peut être utilisée comme n'importe quel bois dur. Il présente des aspects plus naturels et exotiques.

En plus, il est nécessaire de signaler la nécessité de mettre en œuvre des actions pour l'exploitation régulière de satrambe (*Bismarckia nobilis*).

Le système "homme – de banty de Satrambe" est une interface productive pour la population. En effet, l'exploitation du banty

(stipe) accompagnée d'améliorations des caractéristiques procure aux populations des régions considérées, d'une potentielle source financière et économique non négligeables.

## Références bibliographiques

Bedel J. et Thiel J. Bois et essences malgaches. 2<sup>ème</sup> supplément, et 3<sup>ème</sup> supplément. Publication du Centre Technique Forestier Tropical. Centre de Madagascar.

Campredon, J. (1963). Le bois matériau de construction moderne. 125 pages.

Fron A. (1965). Aménagement des bois.

Fron A. (1970). Exploitation des bois.

Gueneau P. (1969). Une expérience de séchage solaire du bois. Centre Technique Forestier Tropical. N° 31.

Roy, M.-A. (1991). Guide de la technique : les matériaux. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 229p.

Hildebrandt, & Wendl (2008). Fauna und flora des golfes von neapel, monografien 1-4. Leipzig: Wilhelm Englelmann, Botany school Available from:

<http://www.biodiversity>

[library.org/bibliography/2008](http://library.org/bibliography/2008).

Hubert E. (1970). Le bois et le liège » Edition.

Hunter, M.L. (2002). Species Diversity, in Laverty M.F., E.J.

Sterling, E.A .Johnson .2005 . Pourquoi la Biodiversité est-elle importante, Réseau des Educateurs et Professionnels de la conservation à Madagascar (REPC)

Ministère de l'Environnement, des Eaux et Forêts (1997). Politique Forestière Malagasy.

Newmark, W.D. (2002). Observing biodiversity in East

African Forests : A study of the Eastern Arc forests . Springer. Verlag, New York, New York, USA. in

Laverty, M.F., E.J. sterling, E.A .Johnson .2005 . Pourquoi la Biodiversité est-elle importante, Réseau des Educateurs et Professionnels de la conservation à Madagascar (REPC)

Schatz, G.E., Dalecky, A., I. Gaume, B., D. Mc key, F.

Kjellberg (2006). Biodiversité et changement global. Institut Français de la biodiversité, Paris.

Sthegens A. (1934). Manuel de la scierie.