

Caractéristiques anatomiques d'espèces tropicales de différents tempéraments écologiques

NKENE MEZUI Estelle^{1,2,3}, BRANCHERIAU Loïc², IKOGOU Samuel^{3,4},
MOUTOU PITTI Rostand^{1,3,5}

¹Université Clermont Auvergne, CNRS, Clermont Auvergne INP, Institut Pascal, F-63000
Clermont-Ferrand, France

²Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
(CIRAD), Unité de Recherche BioWooEB, 34398 Montpellier, France

³Laboratoire de Recherche et Valorisation du matériau Bois (LaReVaBois), 3960 Libreville,
Gabon

⁴Ecole Polytechnique de Masuku (EPM-USTM), Franceville, Gabon

⁵CENAREST, IRT, BP14070, Libreville, Gabon

esthernkenemezui@gmail.com

Mots clefs : feuillus tropicaux du Gabon ; tempérament écologique ; caractéristiques anatomiques

Contexte et objectifs

Un arbre a besoin de lumière pour sa croissance et son développement. Chez certaines espèces cependant, il est possible de tolérer l'ombre tout ou une partie de leur vie sans que cela ne nuise à leur développement. Il est ainsi possible de regrouper les espèces en différentes classes avec des degrés de tolérance à l'ombre différents à savoir les pionniers, les hémi-héliophiles et les tolérants à l'ombre. L'étude des traits anatomiques de ces différentes espèces est intéressante pour mieux comprendre cette biodiversité mais également pour l'élaboration de la qualité du bois compte tenu des liens existants entre l'anatomie et les propriétés mécaniques par exemple. De plus, pour la grande majorité de ces essences gabonaises, un tel travail n'avait pas encore été réalisé. La fonction de soutien mécanique d'un arbre renvoie à l'ensemble des mécanismes qui lui permettent de supporter sa propre masse, de contrôler sa posture et d'éviter des dommages liés à des facteurs comme le vent. Chez les feuillus, elle est principalement liée aux caractéristiques des fibres, c'est la raison pour laquelle nous avons choisi de mesurer les longueurs et les épaisseurs des fibres de nos espèces.

Matériel et méthodes

L'étude porte sur 15 espèces d'arbres feuillus tropicaux du Gabon prélevés sous forme de plateaux au parc à bois de la maison de la technologie du CIRAD à Montpellier. Ceux-ci ont été répartis en trois tempéraments écologiques distincts (Tab. 1). Le tempérament écologique peut être défini comme un ensemble de stratégies des arbres à croître, survivre et à se reproduire dans des conditions de lumière particulières en fonction du stade de développement (Oldeman et Van Dijk 1991). Chacun des tempéraments, pionnier (P), hémi-héliophile (HH) et tolérant à l'ombre (TO), compte 5 espèces et 6 échantillons (éprouvettes) par espèce. Les espèces pionnières représentent des espèces qui ne peuvent en aucun cas tolérer l'ombre quel que soit le stade de développement (Swaine & Whitmore 1988). Les espèces hémi-héliophiles ont un fort besoin de lumière durant tout leur cycle, mais peuvent supporter l'ombre de manière temporaire (Fourdrigniez et Meyer 2008). Enfin, les espèces tolérantes à l'ombre sont des espèces capables de s'installer dans la canopée même avec un faible apport de lumière (Canham 1989, Gravel et al 2010). Les tempéraments des espèces sont tirés de Meunier et al (2015) et

Bénédet et al (2019). Les noms vernaculaires et les familles botaniques des espèces étudiées sont tirés d'une part du livre "Atlas des Bois Tropicaux" (Gérard et al 2016) et du livre "La forêt du Gabon" (De Saint Aubin 1963).

Tab. 1 : Espèces étudiées, familles botaniques et tempéraments écologiques associés. N_tot : nombre total d'échantillons par espèce ; Temp : Tempérament écologique

Temp	Espèces	Noms vernaculaires	Famille botanique	N_tot
Pionnier (P)	¹ <i>Anthocleista nobilis</i> G.Don	Ahinebe	<i>Gentianaceae</i>	6
	¹ <i>Cleistopholis glauca</i> Pierre	Ovok	<i>Annonaceae</i>	6
	¹ <i>Croton oligandrus</i> Pierre	Ngueul / Obamba	<i>Euphorbiaceae</i>	6
	¹ <i>Discoglyprena caloneura</i> Prain	Atieghe	<i>Euphorbiaceae</i>	6
	² <i>Fillaeopsis discophora</i> Harms	Nieuk	<i>Mimosaceae</i>	6
	Total (P)			30
Hémi-héliophile (HH)	² <i>Dacryodes normandii</i> Aubrev. et Pellegr.	Ossabel	<i>Burseraceae</i>	6
	¹ <i>Gossweilerodendron balsamiferum</i> Harms	Tola	<i>Caesalpiniaceae</i>	6
	¹ <i>Parkia bicolor</i> A.Chev.	Essang	<i>Mimosaceae</i>	6
	¹ <i>Sacoglottis gabonensis</i> Urb.	Ozouga	<i>Humiriaceae</i>	6
	² <i>Scyphocephalum mannii</i> Warb.	Sorro	<i>Myristicaceae</i>	6
	Total (HH)			30
Tolérant à l'ombre (TO)	² <i>Beilschmiedia</i> spp. Nees	Nkonengui / Kanda	<i>Lauraceae</i>	6
	¹ <i>Daniellia soyauxii</i> Rolfe	Faro	<i>Caesalpiniaceae</i>	6
	² <i>Desbordesia glaucescens</i> Van Tiegh.	Alep	<i>Irvingiaceae</i>	6
	² <i>Dialium pachyphyllum</i> Harms	Omvong / Eyoum	<i>Caesalpiniaceae</i>	6
	¹ <i>Scytopetalum klaineanum</i> Pierre	Andong	<i>Scytopetalaceae</i>	6
	Total (TO)			30
Total = Total (P) + Total (HH) + Total (TO)				90

¹(Bénédet et al 2019) ; ²(Meunier et al 2015)

Mesure des longueurs des fibres : dilacération

La dilacération est un essai qui consiste à mesurer les longueurs des fibres de bois. Le procédé utilisé est celui de Franklin (Normand 1998). Au total, 90 éprouvettes ont été testées. La durée d'une mesure pour une éprouvette est d'environ 50 heures. La Fig. 1 résume le protocole utilisé. Compte tenu de la difficulté à mesurer des fibres de bois directement, il était nécessaire de passer par la création d'image à l'aide d'un microscope instrumenté de marque Olympus BX60 (Fig. 1). La mesure des longueurs des fibres est faite grâce au logiciel d'analyse d'image ImageJ. Par éprouvette, 12 à 20 images étaient nécessaires pour pouvoir mesurer 50 fibres. La moyenne des 50 mesures représentait la longueur moyenne des fibres d'une éprouvette.

Mesure des épaisseurs de parois des fibres

Afin de déterminer les épaisseurs des fibres des échantillons des espèces étudiées, des coupes minces (étape 1 de la Fig. 2) ont été réalisées à l'aide d'un microtome à bois avec une épaisseur de coupe comprise entre 25 et 30 μm . Les échantillons ont été préalablement immergés dans une solution composée d'eau déminéralisée, de glycérol et d'alcool à 95° afin de les ramollir et ainsi rendre la coupe plus facile. Les coupes obtenues ont ensuite été colorées à l'aide d'une solution de bleu de toluidine à l'alcool. Des images des coupes ont été réalisées grâce au microscope numérique Keyence (étape 2 de la Fig. 2) du laboratoire AMAP à Montpellier et les mesures des épaisseurs radiale et tangentielle des parois des fibres des échantillons ont été faites une fois de plus à l'aide du logiciel ImageJ. Les épaisseurs radiale et tangentielle

correspondent respectivement à des mesures effectuées parallèlement et perpendiculairement aux rayons du bois (étape 3 de la Fig. 2). Au total, 30 mesures ont servi à déterminer la moyenne par échantillon.

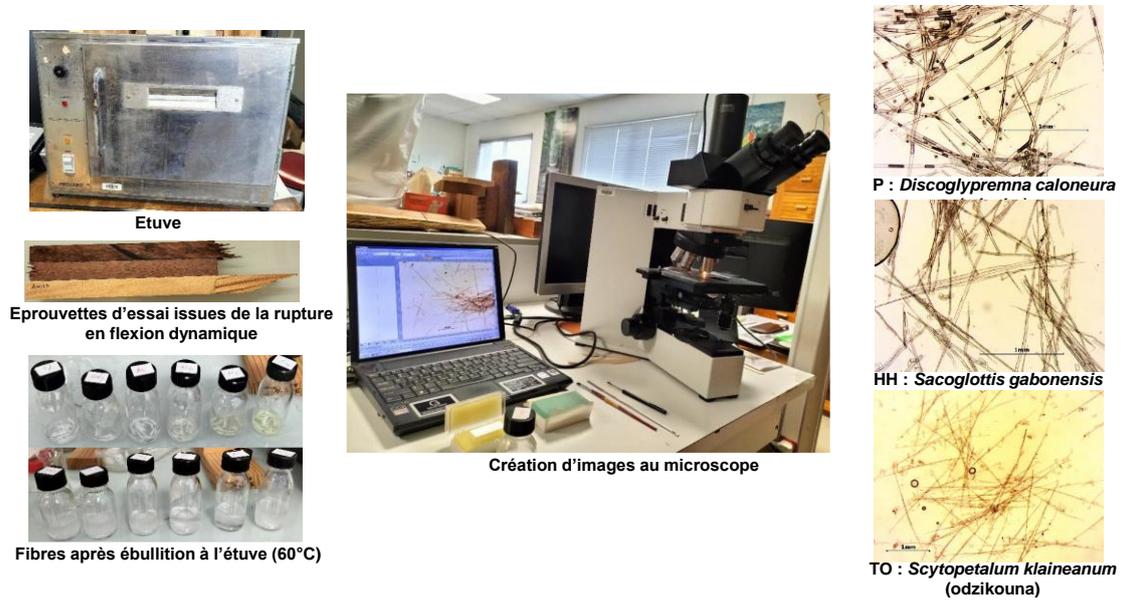


Fig. 1 : Processus de détermination des longueurs des fibres.
P : pionnier, HH : héli-héliophile et TO : tolérant à l'ombre.

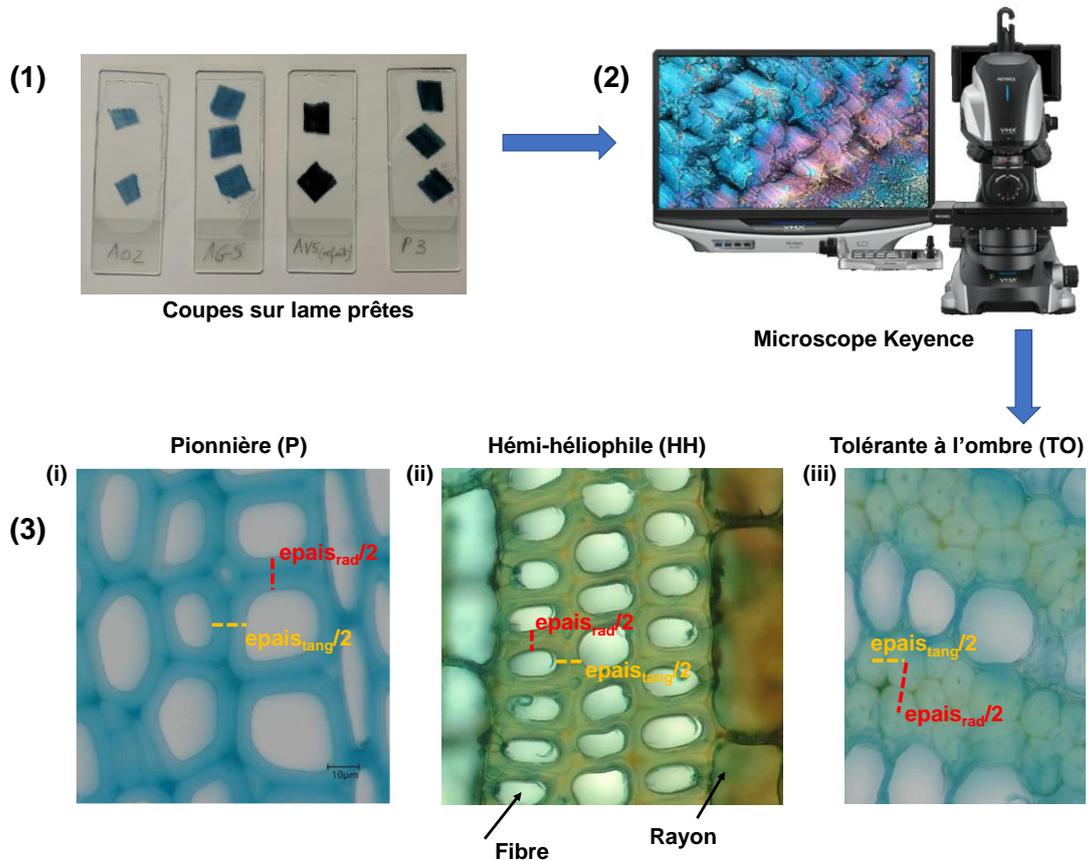


Fig. 2 : Mesures des épaisseurs des parois des fibres.
 $epais_{tang}$ et $epais_{rad}$ correspondent respectivement aux épaisseurs tangentielle et radiale

Résultats et analyses

Les résultats des mesures ont été analysés grâce au logiciel R. Des tests non paramétriques ont été préférés aux tests paramétriques en raison de la non normalité et de la non homogénéité des variances de nos données suivant le tempérament écologique.

Tab. 2 : Résultats du test de Kruskal-Wallis et du test de comparaisons multiples de Dunn sur les caractéristiques anatomiques du bois, montrant l'importance des différences dans les profils écologiques des arbres étudiés.

Caractéristiques anatomiques	Test de Kruskal-Wallis	Test de Dunn		
	<i>p</i> -values	P-HH	HH-TO	TO-P
LF (mm)	1.69E-01 "ns"	ns	ns	ns
<i>epais_tang_moy_pari</i> (μm)	4.74E-05 "****"	ns	**	***
<i>epais_rad_moy_pari</i> (μm)	3.47E-06 "****"	ns	**	***

ns : non significatif ; significativité des *p*-values : 0 '****' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 '' 1. 'P' pionnier ; 'HH' héliophile ; 'TO' tolérant à l'ombre.

LF : longueur des fibres ; *epais_tang_moy_pari* : épaisseur tangentielle moyenne des parois des fibres ; *epais_rad_moy_pari* : épaisseur radiale moyenne des parois des fibres

Les résultats du test de Kruskal-Wallis (Tab. 2) indiquent une influence positive du tempérament écologique sur les épaisseurs des fibres mais pas sur les longueurs des fibres. Par conséquent, on ne saurait comparer les longueurs des fibres suivant les différents tempéraments. Les comparaisons multiples de Dunn (Tab. 2) montrent que les différences sont beaucoup plus significatives entre le groupe des pionniers et celui des tolérants à l'ombre (TO-P). Les pionniers et les héliophiles (P-HH) ont statistiquement des dimensions de parois des fibres identiques. La Fig. 3 présente les résultats du test de Dunn de façon détaillée.

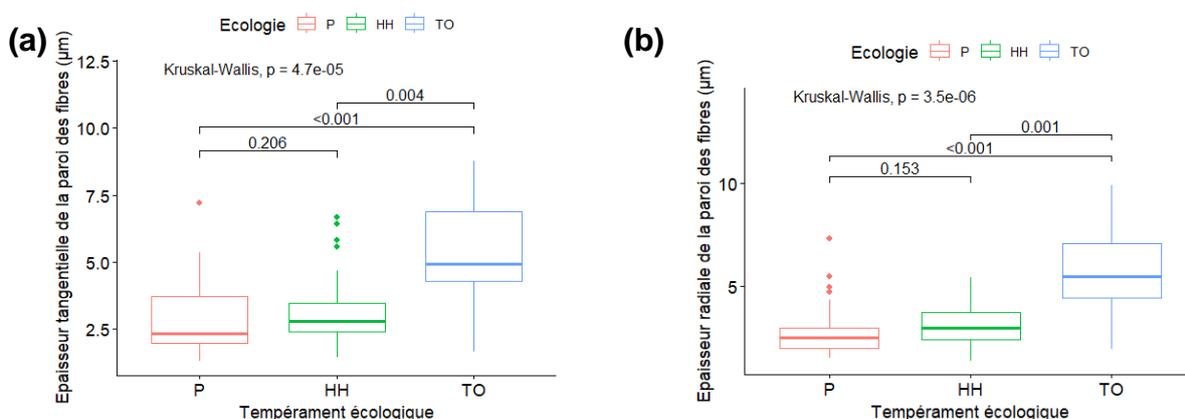


Fig. 3 : Distribution des caractéristiques anatomiques statistiquement significatives en fonction du tempérament écologique. P : pionnier ; HH : héliophile et TO : tolérant à l'ombre

On observe que les tolérants à l'ombre ont des parois des fibres plus épaisses que celles des héliophiles et beaucoup plus que celles des pionniers (Fig. 3). Une étude récente (González-Melo 2022) corrobore nos résultats. En effet, l'auteur a pu démontrer d'une part que les espèces d'ombre ont des parois très épaisses qui favorisent la défense contre les pathogènes et les herbivores. D'autre part, il a montré que les espèces exigeantes en lumière ont des parois plus fines qui favorisent avec une densité de bois faible la croissance dans les trouées car ces deux paramètres réduisent les coûts de construction des tiges. Par ailleurs, d'après la bibliographie (Trouy 2015), la fonction de soutien mécanique est davantage liée aux caractéristiques des fibres chez les feuillus. D'après les résultats des épaisseurs des parois des

fibres, on peut déduire que les espèces d'ombre ont un soutien mécanique plus efficace par rapport à celui des espèces pionnières et héliophiles.

Conclusion et perspectives

Notre travail a permis de déterminer les caractéristiques des fibres d'espèces d'arbres feuillus tropicaux du Gabon aux tempéraments écologiques différents. Nous pouvons retenir que les espèces d'ombre ont les fibres les plus épaisses et par conséquent auraient la fonction de soutien mécanique la plus optimale bien que les longueurs des fibres n'aient pas été un paramètre déterminant pour la spécialisation en tempérament écologique. Il serait intéressant pour la suite de déterminer les proportions des fibres et d'autres caractéristiques anatomiques cette fois liées à la fonction de conduction de l'arbre afin d'une part de confirmer la performance mécanique des espèces d'ombre et d'autre part d'évaluer les systèmes de conduction les plus efficaces.

Références

- Bénédet F, Doucet J-L, Fayolle A, Gillet J-F, Gourlet-Fleury S, Vincke D (2019) CoForTraits, African plant traits information database. CIRAD Dataverse, V1. <https://doi.org/10.18167/DVN1/Y2BIZK>
- Canham CD (1989) Different Responses to Gaps Among Shade-Tolerant Tree Species (Vol. 70, Issue 3).
- De Saint Aubin G (1963) La Forêt Du Gabon (CIRAD-Forêt (Ed.)).
- Fourdrigniez M, Meyer, J-Y (2008) Liste et caractéristiques des plantes introduites naturalisées et envahissantes en Polynésie française par. Contribution à La Biodiversité de Polynésie Française, N°17, 62 + Annexes.
- Gérard J, Guibal D, Paradis S, Cerre, J-C (2016) L'Atlas des bois tropicaux.
- González-Melo A (2022) Wood anatomical traits mediate life-history variations at the sapling, but not at the adult stage. *Trees - Structure and Function*, 36(4), 1337–1347. <https://doi.org/10.1007/s00468-022-02293-1>
- Gravel D, Canham CD, Beaudet M, Messier C (2010) Shade tolerance, canopy gaps and mechanisms of coexistence of forest trees. *Oikos*, 119(3), 475–484. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2009.17441.x>
- Meunier Q, Doucet J-L, Moumougou C (2015) Les Arbres Utiles du Gabon.
- Normand D (1998) Manuel d'identification des bois commerciaux Tome 1 - Généralités (175 p. ISBN 2-87614-317-8 CIRAD-Forêt (Ed.); Quae).
- Oldeman RAA, Van Dijk J (1991) Diagnosis of the temperament of tropical rain forest trees. In *Rain Forest Regeneration and Management*, 6, 21–65.
- Swaine MD, Whitmore TC (1988) On the Definition of Ecological Species Groups in Tropical Rain Forests. In *Source* (Vol. 75, Issue 1). *Vegetatio*. <https://www.jstor.org/stable/20038279>
- Trouy MC (2015) Anatomie du bois: Formation, fonctions et identification.