

Photo C. T. F. T.

Essai de résistance à la rupture en flexion d'une poutre en Movingui lamellé-collé.

ÉTUDE DE L'APTITUDE DU MOVINGUI (*Disthemonanthus benthamianus*) A L'UTILISATION EN LAMELLÉ-COLLÉ

par J. GUISCAPRE et C. SALES,

*Division d'Essais et Emplois des Bois
du Centre Technique Forestier Tropical*

SUMMARY

A STUDY OF THE APTITUDE OF MOVINGUI (*DISTHEMONANTHUS BENTHAMIANUS*) FOR USE AS GLUED LAMINATED BEAMS.

The Centre Technique Forestier Tropical studied the behaviour of a number of glued laminated beams made of Movingui, the glue employed being resorcin.

Tests showed that :
Shear strength in the plane of glueing, adhesion, and resistance to ageing are excellent.
Modulus of elasticity, bending strength, and elastic limits of glued laminated beams are in all cases superior to the values obtained with solid beams.
Thus Movingui is well suited for the production of glued laminated elements.

RESUMEN

ESTUDIO DE LA APTITUD DEL MOVINGUI (*DISTHEMONANTHUS BENTHAMIANUS*) PARA LAS APLICACIONES DE LA TÉCNICA DE MADERA LAMINAR ENCOLADA

El Centro Técnico Forestal Tropical de Francia ha procedido al estudio del compartamiento de cierto número de vigas laminares encoladas de madera de Movingui. La cola utilizada es la « résorcine ».

Los ensayos efectuados han servido para demostrar :

— la resistencia al cizallamiento del plano de encolado, la adherencia, y, asimismo, la resistencia al envejecimiento, que son excelentes,

— el módulo de elasticidad, la resistencia a la flexión, y los límites elásticos, que son siempre superiores en el caso de las vigas laminares encoladas, en relación con los valores arrojados por los cálculos relativos a las vigas compactas.

Puede afirmarse, consecutivamente, que el Movingui se presta perfectamente para la aplicación de la técnica de la madera laminar encolada.

INTRODUCTION

Le procédé d'assemblage par la technique du lamellé-collé est maintenant largement employé et d'une utilisation courante pour de nombreuses fabrications en bois. Limité dans ses débuts au domaine de la charpente, il a maintenant gagné d'autres secteurs et l'on peut penser que cette tendance continuera à se développer. Son succès s'explique facilement par les caractéristiques remarquables du produit ainsi fabriqué et les vastes possibilités qu'il offre :

— le produit obtenu par cette technique est rendu plus homogène par élimination des parties sur lesquelles la lamellation a rendu les défauts apparents, et présente des caractéristiques supérieures et surtout plus constantes que celles du ou des matériaux qui le constituent.

— les dimensions et les formes géométriques des pièces ne sont plus limitées par celles du matériau d'origine, qui restent dans tous les cas liées à celles des arbres.

Ces deux particularités suffisent pour montrer l'intérêt de cette technique du point de vue industriel. Mais il ne faut pas oublier les réalisations de prestige qui ont tant fait sur le plan de la propagande et ont contribué pour une part importante à le faire connaître.

Pour toutes ces raisons, le Centre Technique Forestier Tropical a décidé, il y a quelques années d'étudier systématiquement la possibilité d'employer des bois tropicaux pour des réalisations en lamellé-collé.

Bien des espoirs semblaient en effet permis, si l'on parvenait à coller ces bois. Leur grande variété, leurs caractéristiques parfois très particulières permettaient d'envisager la fabrication de matériaux très divers, aptes à des utilisations multiples, peut-être même dans des domaines où le bois n'a pas encore accès.

Ce premier compte rendu expose les résultats des essais effectués sur une essence d'Afrique tropicale : le MOVINGUI.

CARACTÉRISTIQUES DU MOVINGUI

Le Movingui se trouve dans toutes les forêts semi-décidues d'Afrique tropicale. Son aire de dispersion est considérable. Il existe depuis la Côte-d'Ivoire, au Ghana, en Nigeria et jusqu'au Congo. Cependant, on le rencontre plus fréquemment dans les forêts du Gabon, ainsi que du Cameroun, pays où il semble être plus abondant. Toutefois, il n'existe nulle part en peuplement dense et on en connaît mal le volume exactement disponible. Sa dispersion est sans doute la raison pour laquelle il est peu exploité jusqu'à présent. Il n'a donc été que rarement retenu dans les divers inventaires effectués à ce jour. Néan-

moins, s'il n'est pas très abondant, on le trouve un peu partout dans la forêt. On peut donc raisonnablement penser que l'on peut trouver un approvisionnement régulier, en quantité non négligeable, si le Movingui est exploité systématiquement.

Ce n'est pas un arbre très gros. Son diamètre varie entre 0,60 et 0,80 m ; il atteint rarement 1 m. La forme du fût est régulière. Sa longueur utilisable est en moyenne de 20 m.

Le Movingui est un bois de couleur jaune citron. Il est parfois très légèrement veiné ; par contre, il est souvent moiré sur quartier. Le grain est assez fin.

	Unités	Mini.	— Maxi.	Moyenne	Coefficient variation
<i>Caractéristiques physiques</i>					
Dureté — (Chalais-Meudon).....	sans	2,8	7,7	5,6	30
Densité à 12 % d'humidité.....	sans	0,67	0,85	0,73	10
Rétractibilité volumétrique totale.....	%	9,3	14,2	11,4	14
Coefficient de rétractibilité volumétrique.....	%	0,44	0,85	0,59	25
Rétractibilité tangentielle.....	%	5,3	7,8	6,2	18
Rétractibilité radiale.....	%	3,2	4,6	3,7	16
Rapport T/R.....	sans	1,60	1,75	1,7	—
<i>Caractéristiques mécaniques</i>					
Fendage-Résistance moyenne.....	N/mm.	12	21	17	16
Traction-Résistance moyenne.....	N/mm ²	2,0	3,0	2,6	12
Cisaillement-Résistance moyenne.....	N/mm ²	6,8	13,0	9,5	34
Compression axiale à 12 % d'humidité.....	N/mm ²	53	89	67	16
Cote statique : C/100 D.....	sans	7,8	10,3	8,9	11
Flexion statique à 12 % d'humidité.....	N/mm ²	144	205	169	16
Cote de flexion : F/100 D.....	sans	19,1	24,6	22,6	8
Module d'élasticité apparent.....	N/mm ²	8.800	15.000	12.300	21
Résilience.....	N/mm ²	4	7	5,4	18
Cote dynamique : K/D ³	sans	0,80	1,27	0,94	18

L'aubier est plus clair que le bois parfait et il est bien distinct. En outre, le bois est stable et les déformations sont rares.

Le Movingui peut être qualifié de bon bois moyen ; mi-lourd, mi-dur, son retrait moyen est plutôt faible, ses résistances mécaniques sont bonnes en valeur absolue et très bonnes si on les rapporte à la densité. Son module d'élasticité est assez élevé et le bois est élastique. Les valeurs de ses caractéristiques physiques et mécaniques sont rassemblées dans le tableau ci-dessus. Elles ont été obtenues à partir

d'essais effectués au Centre Technique Forestier Tropical sur des échantillons en provenance de trois pays : Cameroun, Gabon et Côte-d'Ivoire.

Le Movingui a une bonne durabilité.

Il se sèche sans trop de difficulté, tant à l'air qu'artificiellement. Toutefois, il est assez siliceux et a tendance à désaffûter les outils. Il demande l'emploi de lames stellites et d'outils à mise de carbure.

Les assemblages se font sans difficulté. Il se peint et se vernit aisément.

ÉTUDE DE L'APTITUDE AU COLLAGE DU MOVINGUI

Cette étude a été faite sur des échantillons de MOVINGUI provenant du Cameroun, de Côte-d'Ivoire et du Gabon.

Le protocole adopté est celui qui a été mis au point dans les laboratoires du Centre Technique du Bois. Les essais ont pour but, d'une part, de déterminer la résistance au cisaillement du plan de collage, d'autre part, de tester la tenue du joint de colle lorsqu'il est soumis à un vieillissement artificiel.

La résistance au cisaillement est mesurée à partir du rapport des charges de rupture dans le bois massif d'une part et dans le plan de collage d'autre part.

L'adhérence entre la fibre et la colle est caractérisée par le coefficient d'adhérence. La tenue au vieillissement est appréciée à partir des coefficients de délamination qui font intervenir la longueur des joints décollés.

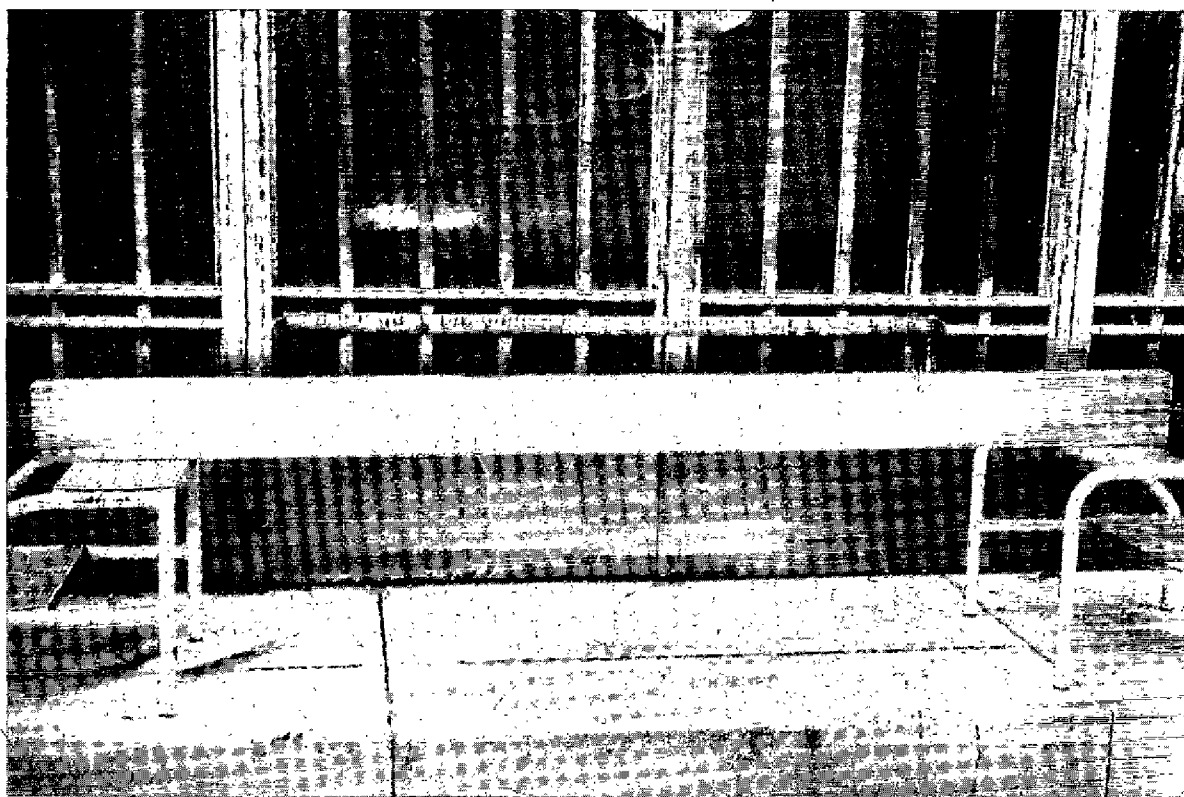
Les poutres lamellées-collées utilisées pour les essais d'aptitude au collage sont constituées par six lamelles de 5 cm de large, 19 mm d'épaisseur et 80 cm de long.

La colle utilisée pour l'assemblage est une colle résorcine classique appliquée conformément aux prescriptions du fabricant.

Les essais ont porté sur 19 poutres échantillons. D'une manière générale, les résultats sont très bons :

- les rapports des résistances sont tous supérieurs à 95 % (valeur minimum exigée : 90 %),
- les coefficients d'adhérence sont tous supérieurs à 80 % (valeur minimum exigée : 50 %),
- les coefficients de délamination sont tous inférieurs à 2 % (valeur maximum tolérée : 10 %).

Les résultats sont rassemblés dans le tableau ci-après.



Poutre lamellée-collée en Movingui avant essai de rupture en flexion.

Provenance	Nature de l'essai Nature de la poutre	Cisaillement				Délamination	
		Rapport Résistance	Intervalle de confiance	Adhérence	Intervalle de confiance	Coefficient	Intervalle de confiance
		%	%	%	%	%	%
Côte-d'Ivoire	Poutre lamellée-collée	95	2,7	83	12,8	1,5	1,4
Cameroun ..	Poutre lamellée-collée	96	3,5	86	12,2	0,5	1,2
Gabon	Poutre lamellée-collée	97	—	90	—	0	—

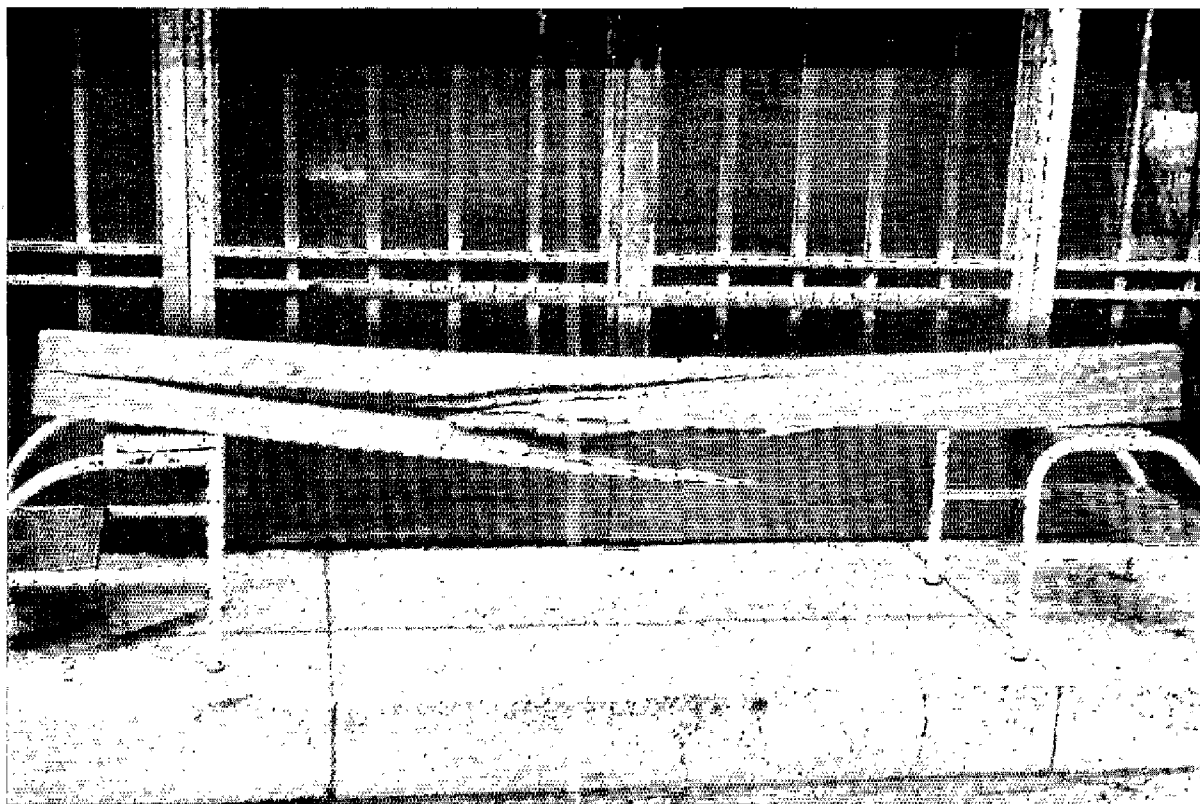
En conclusion, le Movingui se colle bien et sans difficulté. Son aptitude à être employé sous forme d'éléments lamellés-collés est excellente, et aucune

différence notable n'a pu être relevée en fonction des diverses provenances.

ÉTUDE DU MATÉRIAU LAMELLÉ-COLLÉ

Cette étude a pour but :
— d'une part, la détermination d'un certain

nombre de caractéristiques mécaniques du matériau reconstitué,



Poutre lamellée-collée en Movingui après essai de rupture en flexion.

— d'autre part, leur comparaison aux mêmes caractéristiques calculées à partir de poutres massives de mêmes dimensions.

Les poutres lamellées-collées sont constituées de la même manière que celles destinées aux essais d'aptitude au collage par des lamelles de section 5 cm sur 1,9 cm, mais de 160 cm de long. Cette étude est faite sur des poutres dont les dimensions sont les suivantes :

- longueur : 160 cm
- largeur : 5 cm
- hauteur : 11,4 cm.

Les essais ont été réalisés sur :

- 20 poutres lamellées-collées et
- 9 poutres massives.

Elles ont été fabriquées à partir de bois provenant des mêmes échantillons.

Les modules d'élasticité des poutres lamellées-collées sont compris entre 1.500 et 1.800 daN/mm². Les valeurs les plus faibles (1.300 daN/mm²) ont,

été toutefois trouvées sur les poutres pour lesquelles les diverses provenances avaient été mélangées, mais on ne peut vraiment avancer le mélange des provenances pour expliquer ces résultats.

Les charges de rupture des poutres lamellées-collées sont toujours supérieures à celles des poutres en bois massif. Il en est de même pour les limites élastiques, qui sont comprises entre 3.000 et 3.500 daN pour les poutres lamellées-collées.

Les résultats sont rassemblés dans le tableau de la page 40.

En conclusion, on constate que dans le cas du Movingui, la technique du lamellé-collé a amélioré les propriétés mécaniques, comme on l'observe d'une façon générale. En effet, les modules d'élasticité, les limites élastiques et les charges de rupture du bois lamellé-collé sont toujours supérieures à celles obtenues sur bois massif. Toutefois, le Movingui présentant en lui-même peu de défauts, cette amélioration est moins sensible que celle obtenue sur des bois à défauts plus nombreux, tels que les résineux.

Provenance	Nature de l'essai Nature de la poutre	Essai de Flexion					
		Module d'élasticité	Intervalle de confiance	Charge de rupture	Intervalle de confiance	Limite élastique	Intervalle de confiance
		daN/mm ²	daN/mm ²	daN	daN	daN	daN
Côte-d'Ivoire	Poutre massive	1.530	65	4.700	1.200	2.800	670
	Poutre lamellée-collée	1.550	120	5.000	200	3.100	480
Cameroun	Poutre massive	1.590	205	3.800	480	3.000	560
	Poutre lamellée-collée	1.770	150	4.300	710	3.400	280
Indifférente	Poutre lamellée-collée	1.350	—	4.300	—	3.300	—

CONCLUSION

Les résultats des essais de collage que nous avons effectués sur le Movingui sont très bons.

L'utilisation de cette essence pour la réalisation industrielle d'éléments lamellés-collés semble donc ne devoir présenter aucune difficulté. Si l'on prend en outre, en considération les caractéristiques propres au bois du Movingui :

- propriétés physiques et mécaniques,
- durabilité,

l'amélioration apparue au cours des essais devrait rendre son utilisation très intéressante pour des réalisations spéciales effectuées suivant cette technique.

**LES BOIS TROPICAUX SONT DE PLUS EN PLUS
UTILISÉS DANS L'INDUSTRIE DU BOIS**

**LE CENTRE TECHNIQUE
FORESTIER TROPICAL**

est à votre disposition

- ★ pour les identifier
- ★ pour vous renseigner sur leurs caractéristiques et leurs utilisations
- ★ pour vous conseiller dans leur mise en œuvre