



*Eucalyptus cloeziana* de 18 mois. Parcelle 643 (Hinda).

Photo Groulez.

# INFLUENCE DE L'ÂGE DES EUCALYPTUS DE PLANTATION SUR LEURS CARACTÉRISTIQUES PAPETIÈRES

Par G. PETROFF,  
*Chef de la Division de Cellulose et Chimie  
au Centre Technique Forestier Tropical.*

## SUMMARY

### THE INFLUENCE OF THE AGE OF PLANTED EUCALYPTUS ON THEIR PAPERMAKING CHARACTERISTICS

*A comparison was made between the papermaking characteristics of numerous planted eucalyptus aged 3 to 4 years and 5 to 10 years. The oldest eucalyptus contain slightly more lignin and slightly less pentosans. Their fibres are less supple and their pulp is more lignified, darker, and of lower yield. The papers made from older eucalyptus have slightly less tensile strength and bursting strength, but higher tearing strength and porosity.*

## RESUMEN

### INFLUENCIA DE LA EDAD DE LOS EUCALIPTOS DE PLANTACION RESPECTO A SUS CARACTERISTICAS PAPELERAS

*Se ha procedido a la comparación de las características papeleras de numerosos eucaliptos de plantación, de 3 a 4 años de edad, o bien de 5 a 10 años de edad. Los eucaliptos de mayor edad son aquellos que contienen un poco más de lignina y un poco menos de pentosanas. Sus fibras son menos flexibles, sus pastas están más lignificadas, más oscuras y su rendimiento es menor. Los papeles obtenidos mediante los eucaliptos de mayor edad son un poco menos resistentes a la tracción y al estallido, pero parece que, por el contrario, presentan un índice de desgarramiento y una porosidad ligeramente más elevados.*

Depuis plusieurs années, la Division de Cellulose a étudié les caractéristiques papetières de nombreux échantillons d'Eucalyptus originaires de Pointe-Noire ou de Loudima au Congo-Brazzaville. Les échantillons reçus étaient d'âge variable et provenaient de plantations serrées ou lâches.

Les régions de Pointe-Noire et Loudima se distinguent particulièrement par l'altitude, la nature des sols et le climat. Ceci peut expliquer que des échantillons d'une même espèce d'Eucalyptus

puissent donner dans chacune de ces régions des résultats quelque peu différents.

Au cours de la présente étude, on a comparé les caractéristiques d'échantillons âgés de 3-4 ans avec celles d'échantillons âgés de 5-10 ans.

Rappelons à ce sujet que les Eucalyptus de 3-4 ans plantés au Congo-Brazzaville dans les régions précitées peuvent déjà atteindre 8 à 10 cm de diamètre à la base et plus de 10 m de haut. Ils sont donc théoriquement exploitables pour la papeterie.

### ESSAIS EFFECTUÉS

La comparaison a porté sur les Eucalyptus suivants :

- E. 12 ABL*, de Pointe-Noire (tereticornis) ;
- E. 12 ABL*, de Loudima (tereticornis),
- E. deglupta*, de Pointe-Noire,
- E. saligna*, de Pointe-Noire,
- E. platyphylla*, de Pointe-Noire.

Pour chaque origine et pour chaque espèce d'Eucalyptus, on a retenu au départ, les résultats moyens correspondant aux échantillons disponibles, le nombre d'échantillons variant de un à cinq.

On a donc comparé des couples de valeurs à partir desquels on a calculé la moyenne correspondant aux échantillons de 3-4 ans, et la moyenne correspondant aux échantillons de 5-10 ans.

Exemple : Influence de l'âge sur le rendement en pâte.

	3-4 ans	5-10 ans
<i>E. 12 ABL</i> , Pointe-Noire ..	47,6 % (3)	44,9 % (5)
<i>E. 12 ABL</i> , Loudima .....	46,5 — (2)	44,5 — (5)
<i>E. deglupta</i> , Pointe-Noire ..	45,6 — (1)	46,0 — (2)
<i>E. cloeziana</i> , Pointe-Noire ..	49,4 — (1)	47,2 — (1)
<i>E. saligna</i> , Pointe-Noire ...	49,6 — (3)	47,5 — (1)
<i>E. platyphylla</i> , Pointe-Noire	48,6 — (1)	42,8 — (1)
Moyenne .....	47,9	45,5

Le chiffre entre parenthèses, dans l'exemple précédent, correspond au nombre d'arbres échan-

tillons testés et retenus pour calculer la moyenne partielle. Il apparaît qu'on a retenu les valeurs correspondant à 26 échantillons à partir desquelles on a défini 6 couples de valeurs.

Le problème que l'on s'est proposé de résoudre est le suivant : les valeurs moyennes finales, 47,9 et 45,5 présentent-elles une différence significative, et peut-on dire que le rendement en pâte des arbres jeunes est supérieur à celui des arbres plus âgés.

On a comparé pour cela les moyennes par la méthode statistique des échantillons appariés. Le principe en est le suivant :

soit

$$x_{11}, \quad x_{12}, \quad x_{13} \dots$$

et

$$x_{21}, \quad x_{22}, \quad x_{23} \dots$$

les valeurs des couples, et

$$d_1, \quad d_2, \quad d_3 \dots$$

les différences entre les valeurs de chaque couple

$$d_1 = x_{11} - x_{21}, \quad d_2 = x_{12} - x_{22} \dots$$

On calcule d'abord  $\Sigma d$ ,  $\Sigma d^2$ ,  $\bar{d}$  ;

On calcule ensuite la valeur

$$s^2(d) = \frac{\Sigma d^2 - (\Sigma d)^2/n}{n - 1}$$

puis la valeur

$$t^2 = \frac{\bar{d}^2}{s^2(d)/n}.$$

Les tables de STUDENT donnent les valeurs minimales que doit atteindre  $t$  pour qu'avec une probabilité donnée, la différence des moyennes soit significative. Ces valeurs minimales sont les suivantes :

Seuil de probabilité	Valeur minimale de $t^2$
80 %	2,07
90 %	4,06
95 %	6,00
99,5 %	22,7

En principe, il faudrait, vérifier la normalité des  $d$ , c'est-à-dire leur répartition selon une courbe gaussienne. Cette vérification n'est guère possible compte tenu du petit nombre de couples, mais un test de symétrie des valeurs obtenues a été effectué en remplacement. On peut donc admettre que le résultat final obtenu est quand même statistiquement valable.

Il faut enfin noter que si le nombre de couples retenus est très faible, à la limite de ce qu'il est pratiquement possible d'étudier, le test  $t$  est corrélativement beaucoup plus exigeant, ce qui lui conserve sa valeur.

Les caractéristiques papetières retenues pour cette étude sont les suivantes :

**Cuisson des bois** (22 % NaOH, 2,2 % S, 1 h 30 à 170°).

- Rendement en pâte.
- Indice de permanganate.
- Photovolt pâte écrue.

- Soude restant après cuisson.
- Degré de polymérisation pâte écrue.

#### Caractéristiques papiers écrus.

- Longueur de rupture.
- Eclatement.
- Déchirure.
- Porosité.
- Main.

#### Caractéristiques papiers blanchis (Cl-NaOH-ClONa-ClONa).

- Longueur de rupture.
- Eclatement.
- Déchirure.
- Porosité.
- Main.

#### Composition chimique des bois.

- Taux de cellulose.
- Taux de pentosanes.
- Taux de lignine.
- Extrait à l'eau.
- Extrait à l'alcool-benzène.

#### Morphologie des fibres.

- Longueur des fibres.
- Largeur des fibres.
- Diamètre des cavités.
- Épaisseur des parois.
- Coefficient de souplesse.
- Indice de feutrage.

## RÉSULTATS

#### Cuisson des bois.

Les résultats moyens suivants ont été obtenus :

	Age	
	3-4 ans	5-10 ans
Rendement .....	47,9	45,5
Indice MnO <sup>4</sup> K .....	18,1	20,3
Photovolt écrue .....	26,4	22,3
Soude restante .....	3,2	2,3
Degré polymérisation .....	1.055	980

D'un point de vue statistique, si on se place au seuil de probabilité 0,95, les différences sont significatives pour le rendement en pâte et le photovolt écrue.

Si on se plaçait au seuil de probabilité de 0,90, la différence serait également significative pour l'indice de permanganate. Il faudrait descendre au seuil de 0,85 pour le degré de polymérisation.

Sur un plan strictement papetier, il faut remarquer que l'ensemble des résultats précédents est logique si l'on admet que les bois âgés sont un peu plus difficiles à cuire que les bois jeunes.

Il semble que l'on puisse conclure à une légère supériorité des bois jeunes en ce qui concerne les résultats de cuisson.

#### Caractéristiques des papiers.

Les résultats moyens suivants ont été obtenus (pour 40 °SR) :

	Age	
	3-4 ans	5-10 ans
PAPIERS ÉCRUS		
Longueur de rupture ....	8.240	7.730
Eclatement .....	49	45
Déchirure .....	98	106
Porosité .....	4	5,1
Main .....	1,57	1,60





*Eucalyptus 12 ABL âgés de 3 ans dans la parcelle 2 F de Loudima (République Populaire du Congo).*

Photo Quillet.

papiers correspondant aux arbres jeunes sont meilleurs en résistance à la traction et à l'éclatement, moins bons en déchirure. Ils auraient moins de main et seraient moins poreux. Ces résultats sont logiques dans leur ensemble.

#### Composition chimique des bois.

Les résultats moyens suivants ont été obtenus :

	Age	
	3-4 ans	5-10 ans
Cellulose %.....	43,2	42,7
Pentosanes %.....	16,6	12,4
Lignine %.....	30,6	35,1
Extrait à l'eau % .....	2,6	3,1
Extrait alcool-benzène %	1,45	1,80

D'un point de vue statistique, aucune différence n'est significative au niveau de confiance 0,95. Mais au niveau 0,90 ou 0,85, elles le seraient pour les pentosanes et la lignine.

D'un point de vue strictement papetier, l'ensemble des résultats est logique si l'on admet que les bois âgés sont un peu plus difficiles à traiter que les bois jeunes, ce qui semble démontré au paragraphe « Cuisson des bois ». Dans ces conditions, les Eucalyptus âgés contiendraient un peu moins de cellulose et d'hémicelluloses, mais plus de lignine et d'extraits.

#### Morphologie des fibres.

Les résultats moyens suivants ont été obtenus :

	Age	
	3-4 ans	5-10 ans
Longueur des fibres .....	930	923
Largeur des fibres .....	18,1	17,0
Diamètre des cavités .....	9,8	8,5
Épaisseur des parois .....	8,6	8,8
Coefficient souplesse .....	53	45
Indice de feutrage .....	52	56

D'un point de vue statistique, aucune différence n'est significative, même au seuil de confiance 0,80 ou 0,90.

D'un point de vue strictement papetier, ces résultats sont compatibles avec l'observation des caractéristiques des pâtes (plus faible coefficient de souplesse et plus fort indice de feutrage pour les bois âgés).

#### PAPIERS BLANCHIS

	7.170	6.900
Longueur de rupture .....	45	42
Éclatement.....	94	97
Déchirure .....	3,4	4,6
Porosité .....	1,51	1,57
Main .....		

D'un point de vue statistique seule la résistance à l'éclatement des pâtes écruës donne une différence significative au niveau de confiance de 0,95. Toutefois, au niveau 0,85 ou 0,90, les différences seraient également significatives pour la longueur de rupture écruë, pour l'éclatement blanchi, pour la porosité écruë et blanchie.

D'un point de vue strictement papetier, les résultats précédents concordent et montrent que les

#### ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES

Les six couples de résultats (six espèces, deux catégories d'âges) représentent 12 échantillons. On a mesuré pour ces 12 échantillons 26 caractéris-

tiques. On peut donc représenter la totalité des résultats en pointant les 12 échantillons dans l'espace à 26 dimensions des caractéristiques. Dans



*Eucalyptus platyphylla* âgés de 3 ans et 3 mois.  
Perche de 5 m. Loudima 1967.

Photo Quillet.

cet espace, on recherche l'hyperplan (généralement un plan à deux dimensions) qui se rapproche le plus du nuage de points, et on projette les points sur ce plan. On obtient parfois, de cette manière, des informations supplémentaires intéressantes. Cela s'appelle « analyser le nuage de points selon ses composantes principales ».

Ce travail statistique a été réalisé, à l'aide d'un ordinateur, à partir de l'ensemble des résultats précédents, mais il n'a pas été possible d'obtenir d'informations supplémentaires intéressantes, comme par exemple un partage net des *Eucalyptus* jeunes et âgés en deux nuages absolument distincts. Le seul enseignement à retenir de cet essai est donc que les différences entre *Eucalyptus* jeunes et âgés ne sont pas systématiques quand on tire un très petit nombre d'échantillons au hasard. Elles n'interviennent que lorsqu'on se réfère à un grand nombre d'échantillons.

#### CONCLUSION

On a dépouillé statistiquement les résultats enregistrés depuis plusieurs années à partir de divers *Eucalyptus* plantés au Congo-Brazzaville. On a ainsi recherché dans quelle mesure l'âge des *Eucalyptus* influait sur leurs caractéristiques papetières. Il est apparu qu'il existait de légères différences entre, d'une part, des *Eucalyptus* âgés de 3 à 4 ans, d'autre part, des *Eucalyptus* âgés de 5 à 10 ans.

D'un point de vue strictement statistique, en appliquant la méthode de comparaison des moyennes appariées et en se fixant un seuil de probabilité de 0,95, on peut affirmer que les *Eucalyptus* de 3 ou 4 ans ont un rendement en pâte légèrement supérieur, donnent des pâtes un peu plus claires et des papiers légèrement plus résistants. Mais il est probable que les différences entre les deux catégories d'*Eucalyptus* sont beaucoup plus générales et portent aussi bien sur les caractéristiques chimiques ou morphologiques du bois. C'est le nombre encore insuffisant d'échantillons testés qui restreint les conclusions de l'étude statistique. En effet, toutes les différences enregistrées entre les deux populations d'*Eucalyptus* sont orientées de façon logique et de plus, dans bien des cas, les différences seraient



significatives d'un point de vue statistique si on limitait le seuil de probabilité à 0,90 ou quelquefois à 0,80.

Dans ces conditions, on peut admettre les conclusions suivantes : les *Eucalyptus* âgés contiennent un peu plus de lignine et un peu moins de pentosanes. Les coefficients de souplesse de leurs fibres sont un peu moins favorables. Les *Eucalyptus* âgés donnent à la cuisson un peu moins de pâte. Les pâtes sont moins bien délignifiées et plus sombres ; leurs degrés de polymérisation sont un peu plus faibles. Les papiers obtenus après raffinage et tirage sont moins résistants en longueur de rupture et éclatement ; ils auraient au contraire une déchirure et une porosité un peu plus élevées.

