

PUBLICATIONS DE L'INSTITUT NATIONAL
POUR L'ÉTUDE AGRONOMIQUE DU CONGO BELGE
(I.N.É.A.C.)

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DU SCIAGE DU BOIS

I. — *Le « bombé » des planches au cours du sciage*

II. — *L'épaisseur des planches
et la puissance nécessaire au sciage*

PAR

R.G. d'Orjo de Marchovelette et A.J. Fagneray

Ingénieurs des Eaux et Forêts Lv.
Laboratoire forestier de l'Université Catholique de Louvain
Directeur : Prof. R.C. ANTOINE

TRAVAIL RÉALISÉ

SOUS L'ÉGIDE DE LA COMMISSION D'ÉTUDE DES BOIS CONGOLAIS

SÉRIE TECHNIQUE N° 56
1959

PRIX : 30 F

INSTITUT NATIONAL POUR L'ÉTUDE AGRONOMIQUE DU CONGO BELGE

I. N. É. A. C.

(A. R. du 22-12-33 et du 21-12-39)

L'INEAC, créé pour promouvoir le développement scientifique de l'agriculture au Congo belge, exerce les attributions suivantes :

1. Administration de Stations de recherches dont la gestion lui est confiée par le Ministère du Congo belge et du Ruanda-Urundi.
2. Organisation de missions d'études agronomiques et formation d'experts et de spécialistes.
3. Etudes, recherches, expérimentation et, en général, tous travaux quelconques se rapportant à son objet.

Administration :

A. — COMMISSION

Président :

S. A. R. le prince ALBERT de Belgique.

Vice-Président :

M. JURION, F., Directeur général de l'INEAC.

Secrétaire :

M. LEBRUN, J., Secrétaire général de l'INEAC.

Membres :

- MM. BOUILLENNE, R., Membre de l'Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique ;
BRIEN, P., Membre de l'Académie Royale des Sciences Coloniales ;
DEBAUCHE, H., Professeur à l'Université Catholique de Louvain ;
DE BRUYNE, E., Président du Conseil Académique de l'Institut Universitaire des Territoires d'Outre-Mer, à Anvers ;
DE WILDE, L., Professeur à l'Institut Agronomique de l'Etat, à Gand ;
DONIS, C., Professeur à l'Institut Agronomique de l'Etat, à Gembloux ;
GEURDEN, L., Professeur à l'Ecole de Médecine Vétérinaire de l'Etat, à Gand ;
GILLIEAUX, P., Membre du Comité Cotonnier Congolais ;
GUILLAUME, A., Président du Comité Spécial du Katanga ;
HELBIG DE BALZAC, L., Président du Comité National du Kivu ;
HENRARD, J., Directeur de l'Agriculture, Forêts, Elevage et Colonisation, au Ministère du Congo belge et du Ruanda-Urundi ;
HOMES, M., Professeur à l'Université Libre de Bruxelles ;
JANSSENS, P., Directeur de l'Institut de Médecine Tropicale « Prince Léopold », à Anvers ;
MAQUET, M., Vice-Président du Comité de Direction de l'Institut des Parcs Nationaux du Congo Belge ;
OPSOMER, J., Professeur à l'Institut Agronomique de Louvain ;
PEETERS, G., Professeur à l'Université de Gand ;
PONCELET, L., Météorologiste, Chef du Service de Climatologie, à l'Institut Royal Météorologique, à Uccle ;

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DU SCIAGE DU BOIS

I. — *Le « bombé » des planches au cours du sciage*

II. — *L'épaisseur des planches
et la puissance nécessaire au sciage*

**PUBLICATIONS DE L'INSTITUT NATIONAL
POUR L'ÉTUDE AGRONOMIQUE DU CONGO BELGE
(I.N.É.A.C.)**

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DU SCIAGE DU BOIS

I. — *Le « bombé » des planches au cours du sciage*

**II. — *L'épaisseur des planches
et la puissance nécessaire au sciage***

PAR

R.G. d'Orjo de Marchovelette et A.J. Fagneray

Ingénieurs des Eaux et Forêts Lv.
Laboratoire forestier de l'Université Catholique de Louvain
Directeur : Prof. R.C. ANTOINE

TRAVAIL RÉALISÉ

SOUS L'ÉGIDE DE LA COMMISSION D'ÉTUDE DES BOIS CONGOLAIS

SÉRIE TECHNIQUE N° 56
1959

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
I. — LE « BOMBÉ » DES PLANCHES AU COURS DU SCIAGE	9
§ 1. Cause du « bombé » : la voie	11
§ 2. Influence de divers facteurs	12
a. Influence de la vitesse d'aménagement du bois	12
b. Influence de la hauteur de coupe	15
c. Influence de la vitesse de l'outil	15
d. Influence de la masse des volants	24
Conclusions	29
II. — L'ÉPAISSEUR DES PLANCHES ET LA PUISSANCE NÉCESSAIRE AU SCIAGE	31
a) Conditions expérimentales	33
b) Interprétation	33
Conclusions	37

Le "bombé,, des planches
au cours du sciage

§ 1. CAUSE DU « BOMBÉ » : LA VOIE

Il y a lieu de faire une distinction, dans la qualité du sciage, entre la déviation du trait et ce que nous appelons le « bombé » des planches.

Celui-ci consiste essentiellement en une différence d'épaisseur entre la partie médiane et les bords supérieur et inférieur de la planche.

Ce « bombé » peut se présenter sous forme convexe ou sous forme concave (voir photos 1 et 2).

Il est inutile d'insister sur l'incidence de ce défaut sur la valorisation des bois sciés car, de même que toute déviation du trait, il entraîne des pertes de matières premières, — qui peuvent éventuellement être importantes, — lors du rabotage et, plus spécialement, du classement par épaisseur.

La denture avoyée par écrasement est suffisamment introduite dans la plupart de nos scieries pour ne plus en donner ici une description complète.

ANTOINE ⁽¹⁾ a étudié l'incidence théorique du mode de voie du point de vue énergétique sous la relation :

$$P_{\# \text{ écrasé}} = P_{\# \text{ avoyé}} + Nd \left[\left(\frac{\text{larg. tranchant dent. écrasée} - \text{larg. tranchant dent. avoyée}}{\text{larg. tranchant dent. écrasée}} \right) a - \frac{b}{2} \right]$$

où $P_{\#}$ = puissance utile totale ;

Nd = nombre de dents engagées dans le bois ;

a = puissance absorbée par le tranchage des fibres ;

b = puissance absorbée par le double cisaillement latéral.

Ajoutons simplement que, dans la décomposition de la puissance utile au sciage, le cisaillement (b) occupe généralement la part la plus importante, ce qui justifie l'emploi de la denture écrasée.

La voie paraissant être le facteur primordial de l'apparition du « bombé », il convient d'envisager les différentes manières de la mesurer.

(1) ANTOINE, R.C., Contribution à l'étude du sciage du bois. Essai théorique de détermination de la puissance utile au sciage en fonction des variations dimensionnelles du copeau, Publicat. I.N.E.A.C., Sér. techn., n° 52 (1957).

On peut déterminer à l'aide d'un micromètre la voie totale (T) ou, plus valablement, la mesure intérieure (I) et la mesure extérieure (E) de l'écrasement (fig. 1).

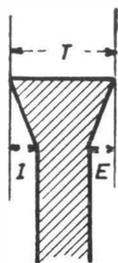


Fig. 1. — Dent écrasée.

Nous avons constaté une relation de cause à effet entre les différences de I et E et l'apparition du « bombé ».

Or, ces mesures prises sur le banc d'affûteur, — les seules immédiatement contrôlables par l'affûteur, — ne sont pas toujours celles que l'on retrouvera une fois la lame tendue sur la machine ; le tensionnage du ruban, bien que correct, étant responsable de cette différence.

C'est ainsi que, sur un ruban avoyé par écrasement aussi parfaitement que possible, on obtient sur le banc d'affûtage $I = E$, tandis qu'une différence apparaît lorsque le ruban est tendu sur la machine. Dans ce dernier cas, I est pratiquement toujours supérieur à E , ce qui provoque, au cours du sciage, une déformation de la lame l'entraînant du côté où la mesure est excédentaire.

Du côté I apparaît donc un « bombé » concave de la planche, du côté E , le « bombé » est convexe.

Celui-ci a été observé fréquemment et confirmé par un essai complémentaire pour lequel la voie a été systématiquement réduite du côté intérieur afin d'obtenir E plus grand que I . Dans ce dernier cas, la forme du « bombé » est inversée.

§ 2. INFLUENCE DE DIVERS FACTEURS

a) Influence de la vitesse d'amenage du bois.

A l'accroissement de la vitesse d'amenage correspond une augmentation de l'épaisseur du copeau, ce qui entraîne un effort supérieur sur chaque dent. Cet effort supplémentaire accentue l'effet de la différence entre E et I , et le « bombé » sera d'autant plus marqué que la vitesse d'amenage sera élevée.

C'est ainsi que nous avons pu observer le « bombé » sur un équerri de 20 cm de hauteur alors que nous avons porté la vitesse d'aménage à 20 m/min, la vitesse linéaire étant de 1.000 m/min, le pas de 50 mm et l'épaisseur de copeau de 1 mm (1).

A de faibles vitesses d'aménage et pour une hauteur de coupe de 20 cm, le « bombé » n'est pas visible mais on peut en détecter l'existence par pesée des planches successives sciées à des vitesses d'aménage variables. Si, après avoir scié une série de planches à une vitesse d'aménage donnée, par exemple 2 m/min, nous portons cette vitesse à 6 m/min, le « bombé » s'accroît. La première planche qui sera sciée après cette modification de vitesse se présentera avec un « bombé » de rayon de courbure différent sur chaque face : d'une part, un « bombé » peu marqué correspondant à une faible vitesse d'aménage et, d'autre part, un « bombé » plus accentué correspondant à une plus grande vitesse d'aménage.

Il s'en suit que cette planche accusera un poids différent de celui d'une planche dont les deux faces seraient caractérisées par un rayon de courbure identique.

L'exemple suivant (tableau I), réalisé avec *Cistanthera* sp. et qui a été confirmé sur d'autres bois, fera mieux comprendre ces faits.

Conditions de l'essai : Vitesse de l'outil : 1.000 m/min ; denture LF. 30/50 écr. 24/10 (2).

Interprétation :

Index (1) — Poids normal.

Index (2) — Une augmentation de la vitesse d'aménage accroît l'influence du « bombé ». La planche sciée possède une face caractérisée par le « bombé » correspondant à la vitesse d'aménage de 5 m/min ; l'autre face est caractérisée par un « bombé » supérieur, correspondant à la vitesse d'aménage de 6 m/min. Cette planche, l'essai se faisant « côté rouleau » (voir photo 4) présente au centre un excès d'épaisseur qui a pour effet d'en augmenter le poids.

Index (3) — Planche de poids trop faible ; un « bombé » peu marqué succède à un « bombé » très accentué.

$$(1) \text{ Epaisseur de copeau} = \frac{\text{Pas} \times \text{Vitesse d'aménage du bois}}{\text{Vitesse linéaire de l'outil}}$$

(2) L'indicatif LF. 30/50 écr. 24/10 signifie : denture du type Laboratoire Forestier, angle d'attaque de 30°, pas de 50 mm, voie de 2,4 mm conférée par écrasement.

TABLEAU I

Numéro du trait	Vitesse d'aménagement (m/min)	Poids des planches (g)	Index
1	6	415	—
2	5	380	—
3	5	380	(1)
4	6	415	(2)
5	4	338	(3)
6	4	393	(1)
7	6	375	—
8	2	315	(3)
9	2	365	(1)
10	6	400	—
11	1	310	(3)
12	1	355	(1)
13	6	395	—

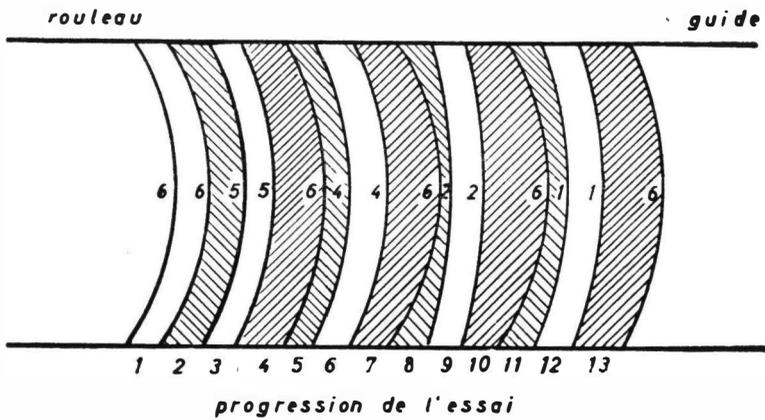


Fig. 2. — Schéma de la progression du débit.

Le schéma (fig. 2) de cet essai met en évidence l'influence des variations de la vitesse d'aménagement sur le « bombé ». Les effets de la

différence de « bombé » sur l'épaisseur et sur le poids des planches sont d'autant plus marqués que la différence de vitesse d'amenage entre deux traits consécutifs est plus grande.

Ce « bombé » a également une influence sur la puissance nécessaire au sciage, le frottement de la lame dans le bois augmentant forcément en raison inverse du rayon de courbure du « bombé ».

b) Influence de la hauteur de coupe.

Nous avons dit, en parlant de la vitesse d'amenage du bois, que le « bombé » avait été rendu visible par un trait exécuté à la vitesse d'amenage de 20 m/min, la hauteur de coupe étant de 20 cm.

Pour une hauteur de coupe de 28 cm, le « bombé » se manifeste visiblement à des vitesses d'amenage plus faibles.

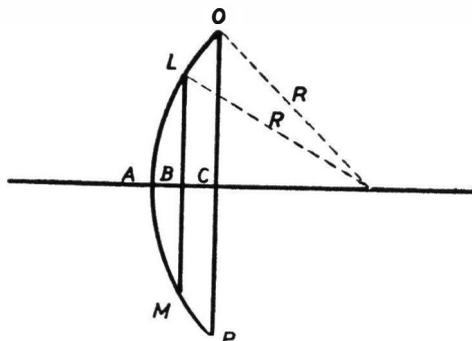


Fig. 3. — Influence géométrique de la hauteur de coupe.

La figure 3 montre clairement que, pour un même rayon de courbure (R) du « bombé », l'augmentation de la hauteur entraîne une augmentation de la flèche du « bombé », ce qui le rend ainsi plus visible ($AC > AB$).

Nous croyons d'autre part qu'à cette influence géométrique de la hauteur de coupe s'en ajoute une autre, provenant d'une sollicitation plus importante imposée à la lame en raison du plus grand nombre de dents engagées.

c) Influence de la vitesse de l'outil.

Cet essai a été réalisé sur un équarri de *Pentachletra macrophylla* d'une longueur de 1,80 m et d'une hauteur de 0,145 m.

On a utilisé une denture LF. 20/50 écrasée et normalement rectifiée. La voie totale (T) était de 2,512 mm. Les mesures au micromètre comparateur ont été effectuées sur 23 dents du ruban tendu sur la machine et après fonctionnement de celle-ci pendant quelques minutes. La voie moyenne extérieure (E) était de 0,614 mm et la voie intérieure (I), de 0,698 mm. On peut remarquer dès à présent que ce faible écart (0,084 mm) s'obtient couramment avec les appareils à rectifier utilisés dans l'industrie.

Les traits ont été effectués dans un ordre tel que l'on pouvait chaque fois comparer les résultats obtenus à une vitesse donnée avec ceux ressortant d'une vitesse de référence, choisie intentionnellement réduite, soit 500 m/min. De même que pour l'essai de variation de la vitesse d'aménagement, les traits ont été effectués « côté rouleau ».

Les résultats de cet essai sont rapportés dans le tableau II.

TABLEAU II

(Épaisseur de copeau : 0,400 mm ; Humidité moyenne : 40 %)

Numéro du trait	Vitesse de l'outil (m/min)	Vitesse d'aménagement (m/min)	Poids des planches (g)	Index
150	500	4	—	—
151	500	4	695	(1)
152	750	6	720	(2)
153	750	6	720	(1)
154	750	6	720	(1)
155	500	4	725	(2)
156	500	4	755	(1)
157	1.750	14	775	(2)
158	1.750	14	710	(1)
159	1.750	14	765	(1)
160	500	4	700	(2)
161	500	4	785	(1)
162	1.250	10	750	(2)
163	1.250	10	750	(1)
164	1.250	10	735	(1)
165	500	4	735	(2)
166	500	4	735	(1)

TABLEAU II (suite)

Numéro du trait	Vitesse de l'outil (m/min)	Vitesse d'aménagement (m/min)	Poids des planches (g)	Index
167	2.000	16	825	(2)
168	2.000	16	715	(1)
169	2.000	16	765	(1)
170	500	4	625	(2)
171	500	4	755	(1)
172	1.000	8	785	(2)
173	1.000	8	745	(1)
174	1.000	8	725	(1)
175	500	4	710	(2)
176	500	4	760	(1)
177	1.500	12	850	(2)
178	1.500	12	705	(1)
179	1.500	12	740	(1)
180	500	4	680	(2)
181	500	4	750	(1)
182	750	6	755	(2)
183	750	6	750	(1)
184	750	6	725	(1)
185	500	4	755	(2)
186	500	4	765	(1)
187	1.750	14	925	(2)
188	1.750	14	690	(1)
189	1.750	14	815	(1)
190	500	4	590	(2)
191	500	4	775	(1)
192	1.250	10	830	(2)
193	1.250	10	755	(1)
194	1.250	10	795	(1)
195	500	4	680	(2)
196	500	4	800	(1)
197	2.000	16	935	(2)
198	2.000	16	580	(1)
199	2.000	16	890	(1)
200	500	4	520	(2)
201	500	4	745	(1)

Comme il a été dit précédemment à propos de l'influence de la vitesse d'aménagement du bois, certaines planches, caractérisées par un « bombé » identique sur leurs deux faces (traits effectués à même vitesse de l'outil et à même vitesse d'aménagement), sont considérées comme représentatives du poids normal. Elles sont indexées (1) dans la dernière colonne du tableau II. Le poids moyen (\bar{X}) de ces planches vaut 745,645 g et l'estimation de l'écart-type est

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N}} = 49,018 \text{ g}$$

où X = poids d'un échantillon ;
 \bar{X} = poids moyen ;
 N = nombre d'observations (soit 31).

Considérons maintenant le poids des planches dont les faces résultent d'un sciage effectué à des vitesses de l'outil différentes ; elles sont indexées (2) dans le tableau II :

$\bar{X}' = 743,5 \text{ g}$;
 $s' = 99,424 \text{ g}$;
 $N' =$ nombre d'observations (soit 20).

Le rapport des variances estimées donne la valeur de F qui, dans ce cas, est égale à

$$\frac{s'^2}{s^2} = \frac{9.885,25}{2.402,80} = 4,114$$

Ce rapport, supérieur à la valeur 2,71 du seuil 1 % de la variable F , indique que les variances sont significativement différentes. Or, ces variances mesurent bien les variations de poids autour de la moyenne et, comme elles sont différentes, nous pouvons conclure à une influence de la vitesse de l'outil sur l'intensité du « bombé ». En effet, les variations de poids résultant de ce « bombé » sont plus marquées dans les planches indexées (2), où des différences de vitesse ont été réalisées pour les deux faces de la planche.

Afin de pouvoir étudier les déviations du poids des planches dans les cas de variations de la vitesse de l'outil, les résultats ainsi que les déviations par rapport à la moyenne sont rapportés dans le tableau III, en même temps que les différences de vitesse.

TABEAU III
(Planches indexées 2)

Numéro du trait	Poids (X) (g)	Sens théorique de la déviation	$X - \bar{X}$ (g)	Différence de vitesse (m/min)
152	720	+	— 23,5	+ 250
155	725	—	— 18,5	— 250
157	775	+	+ 31,5	+ 1.250
160	700	—	— 43,5	— 1.250
162	750	+	+ 6,5	+ 750
165	735	—	— 8,5	— 750
167	825	+	+ 81,5	+ 1.500
170	625	—	— 118,5	— 1.500
172	785	+	+ 41,5	+ 500
175	710	—	— 33,5	— 500
177	850	+	+ 106,5	+ 1.000
180	680	—	— 63,5	— 1.000
182	755	+	+ 11,5	+ 250
185	755	—	+ 11,5	— 250
187	925	+	+ 181,5	+ 1.250
190	590	—	— 153,5	— 1.250
192	830	+	+ 86,5	+ 750
195	680	—	— 63,5	— 750
197	935	+	+ 191,5	+ 1.500
200	520	—	— 223,5	— 1.500

Le sens théorique de la déviation est le même que celui de la différence de vitesse car, à une accentuation de la vitesse de l'outil correspond un « bombé » supérieur, entraînant une augmentation de poids. Une réduction de vitesse induit, par contre, une diminution de poids. Ces deux affirmations ne sont valables que si l'excès de voie est vers l'intérieur ; le raisonnement opposé serait valable si l'excès de voie était extérieur. On constate que le sens de la déviation observée correspond parfaitement au sens de la déviation théorique, à l'exception de deux traits seulement : les n^{os} 152 et 185, qui correspondent aux différences de vitesse les plus faibles que nous ayons réalisées ($\Delta V_l = 250$ m/min).

Ces déviations sont rapportées dans le tableau IV, qu'illustre la figure 4.

TABLEAU IV

Différence de vitesse de l'outil (en valeur absolue) (m/min)	Déviations de poids (en valeur absolue) (g)	Moyenne (g)
250	23,5 - 18,5 - 11,5 - 11,5	16,250
500	41,5 - 33,5	37,500
750	6,5 - 8,5 - 86,5 - 63,5	40,875
1.000	106,5 - 63,5	85,000
1.250	31,5 - 43,5 - 181,5 - 153,5	102,500
1.500	81,5 - 118,5 - 191,5 - 223,5	153,750

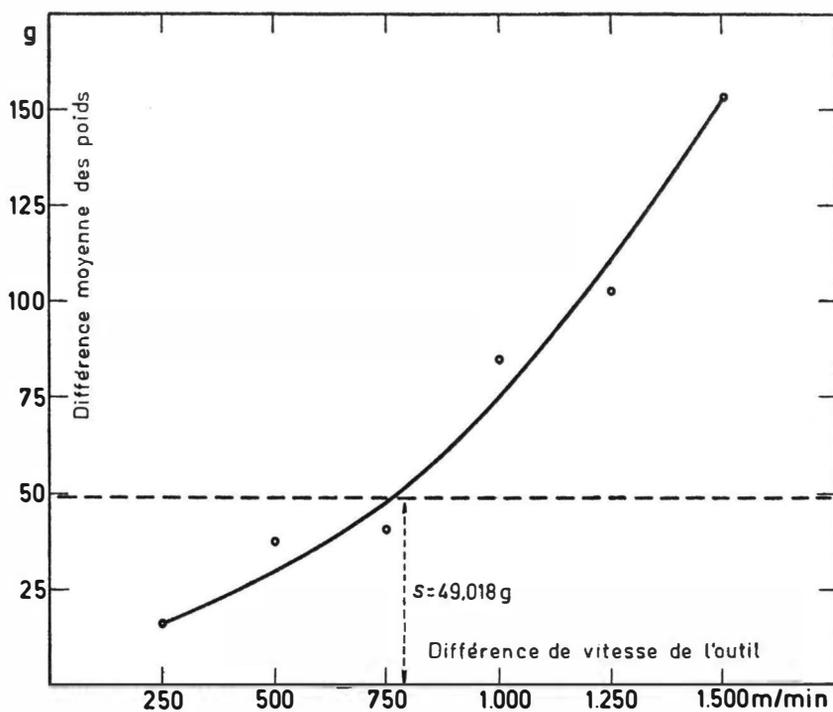


Fig. 4. — Différence moyenne du poids en fonction des différences de vitesse de l'outil.

L'influence de la différence de vitesse sur les différences de poids des planches et, par le fait même, l'influence de la vitesse de l'outil sur le « bombé » ressortent très nettement de cette courbe. Cependant, étant donné l'écart-type de 49,018 g, observé même pour les planches dont le poids devrait être identique, nous ne retiendrons une influence de la vitesse de l'outil sur le « bombé » qu'au delà de 1.250 m/min, correspondant à une différence de 750 m/min (ΔV_1) par rapport à la vitesse de référence (500 m/min).

Etude critique de ces résultats.

On sait qu'une des propriétés de la loi normale est que la somme des probabilités dans l'intervalle $\pm 2 \sigma$ soit d'environ 0,95. Or, si nous reprenons les résultats des déviations (tabl. IV), nous constatons que nous avons 6 observations supérieures à $2 s$ (estimation de σ) et 14 inférieures à $2 s$. Ceci peut nous amener à douter de l'exactitude de l'effet mesuré.

Nous objectons à cela que :

1° Pour un total de 20 observations, 6 observations, soit 30 %, sont supérieures à $2 s$.

2° Les déviations supérieures à $2 s$ ne sont pas réparties au hasard mais on constate une allure croissante et continue de la courbe des déviations par rapport à la moyenne et ce, en fonction de la vitesse.

3° On peut également considérer les planches sciées à la vitesse de référence de 500 m/min. Elles sont toujours répétées deux fois entre deux séries de traits effectués à des vitesses de l'outil supérieures. Etant donné que l'excès de voie est situé vers l'intérieur du ruban, le poids moyen des premières planches (A) de chaque groupe de deux, sciées à une vitesse de 500 m/min (et donc après un sciage à une vitesse supérieure) doit nécessairement être inférieur au poids moyen des secondes planches (B) de ce même groupe (tableau V).

De ces premiers résultats on peut conclure à une grande différence entre les estimations des variances observées, en effet

$$s_A^2 > s_B^2$$

Ceci est déjà conforme à nos hypothèses de départ car, la première planche, encadrée par deux traits effectués à 500 m/min, en suit une autre dont une des faces résulte d'un sciage à une vitesse supérieure. Si le « bombé » augmente avec la vitesse de l'outil, il est clair qu'une

TABLEAU V

(Vitesse de l'outil : 500 m/min)

Groupe A	Groupe B
Poids (g) : 725	Poids (g) : 755
700	785
735	735
625	755
710	760
680	750
755	765
590	775
680	800
520	745
$\Sigma X_A = 6.720$	$\Sigma X_B = 7.625$
$\Sigma X_A^2 = 4.563.900$	$\Sigma X_B^2 = 5.817.475$
$\bar{X}_A = 672$	$\bar{X}_B = 762,50$
$N\bar{X}_A^2 = 4.515.840$	$N\bar{X}_B^2 = 5.814.062,5$
$\Sigma (X_A - \bar{X}_A)^2 = 48.060$	$\Sigma (X_B - \bar{X}_B)^2 = 3.412,5$
$s_A^2 = 5.340$	$s_B^2 = 379$
$s_A = 73,07$	$s_B = 19,47$
$\frac{s_A}{\bar{X}_A} = 10,8735 \%$	$\frac{s_B}{\bar{X}_B} = 2,5534 \%$

planche, sciée à 500 m/min après un trait à 2.000 m/min, sera plus légère qu'une seconde sciée également à 500 m/min mais après un trait à 1.250 m/min. Dès lors, il est normal que, pour les premières planches sciées à 500 m/min, la variabilité du poids (bien exprimée par la variance) soit supérieure à celle des secondes (deux faces sciées à la même vitesse). On remarquera, en outre, qu'aucune des planches (A), sciées à la vitesse de 500 m/min, à l'exception d'une seule ⁽¹⁾, n'atteint le poids moyen calculé sur l'ensemble des planches de l'essai (744,80 g).

⁽¹⁾ Cette exception correspond à la plus faible déviation de vitesse enregistrée (250 m/min).

La comparaison des moyennes est donnée par la formule ci-dessous :

$$\bar{X}_B - \bar{X}_A = 92,50$$

$$s_{(\bar{X}_B - \bar{X}_A)} = \sqrt{\frac{5.719,167}{18}} = \sqrt{317,7315} = 17,82$$

$$t = \frac{92,50}{17,82} = 5,19 > t_{0,01}$$

TABLEAU VI

Deuxièmes planches (g)	Troisièmes planches (g)	Moyenne (g)
720	720	720,00
710	765	735,50
750	735	742,50
715	765	740,00
745	725	735,00
705	740	722,50
750	725	737,50
690	815	752,50
755	795	775,00
580	890	735,00
$\bar{X}_2 = 712$	$\bar{X}_3 = 767,50$	
$s_2^2 = 2.651,11$	$s_3^2 = 2.856,94$	
$s_2 = 51,488$	$s_3 = 53,448$	
$\frac{s_2}{\bar{X}_2} = 7,23 \%$	$\frac{s_3}{\bar{X}_3} = 6,96 \%$	
$\frac{s_2}{\sqrt{N}} = 16,28$	$\frac{s_3}{\sqrt{N}} = 16,90$	
	$t = \frac{\bar{X}_3 - \bar{X}_2}{s_{(\bar{X}_3 - \bar{X}_2)}} = 2,36$	
$t_{0,05} = 2,101$		
$t_{0,01} = 2,878$		

Les moyennes peuvent donc être considérées comme significativement différentes, ce qui confirme l'hypothèse initiale : le « bombé » est directement influencé par la vitesse de l'outil.

En étudiant de plus près ces mêmes résultats, on pourrait encore soulever une objection concernant la valeur du poids des secondes et troisièmes planches, sciées à des vitesses supérieures à 500 m/min, que nous avons considérées comme représentatives du poids normal (tabl. VI).

On remarquera que l'écart entre les deux observations extrêmes (« range ») observé sur la série des moyennes des secondes et troisièmes planches n'est que de 55 g, ce qui n'est guère supérieur à l'écart-type (49 g) observé pour l'ensemble de ces planches.

Dès lors, la moyenne que nous avons finalement obtenue à partir de nos résultats semble bien avoir une valeur intéressante.

d) Influence de la masse des volants.

Pour éviter toute confusion, nous adopterons le terme « roue » pour désigner le volant supérieur de la machine, réservant le terme « volant » à celui qui est généralement situé dans la fosse.

Nous avons pensé que la masse de la roue, par l'énergie cinétique dont elle dispose, pouvait influencer l'apparition du « bombé » et nous avons fait quelques essais à ce sujet.

A défaut de pouvoir diminuer cette masse, nous avons couplé une seconde machine sur l'arbre moteur, augmentant de ce fait l'énergie cinétique du volant inférieur.

La comparaison statistique des résultats nous permet de conclure qu'aucune différence significative ne pouvait être relevée entre les traits effectués avec l'un ou l'autre système.

Nous avons alors installé un frein sur la roue.

Un essai liminaire, effectué avec *Monsemyula (Pseudospondias gigantea)* à la vitesse de l'outil de 1.250 m/min et à la vitesse d'amenage de 25 m/min, déterminant, avec un pas de 50 mm, une épaisseur de copeau de 1 mm, donna des résultats inespérés. Un « bombé » très visible sans freinage disparaissait totalement lors du freinage.

On peut se demander quel a été le rôle de l'énergie cinétique dans ce phénomène.

En effet, s'il est certain que tout volant en mouvement dispose, en fonction de sa vitesse de rotation et de sa masse, d'une énergie cinétique potentielle déterminée, il est d'autre part également clair que cette énergie ne peut être libérée que lors des chutes de vitesse du système.

Or, si, au moment de l'engagement d'un bois, nous enregistrons une certaine chute de vitesse, nous constatons qu'un équilibre s'établit immédiatement à une vitesse quelque peu inférieure à la vitesse nominale.

Dès l'établissement de cet équilibre, soit après quelques centimètres de sciage, l'énergie cinétique n'intervient plus.

De plus, l'énergie cinétique cédée par la roue est non seulement peu importante, mais elle est encore ou bien égale à celle libérée par le volant, si roue et volant sont de même masse, — à ce moment la traction est égale à la poussée, — ou bien inférieure à celle qui est cédée par le volant, si ce dernier est de masse supérieure à la roue.

Ce phénomène n'intéressant que les premiers centimètres de sciage, nous avons été amenés à chercher les raisons de l'influence du freinage de la roue sur le « bombé ».

Pour la compréhension, nous croyons utile de reprendre le problème à sa base.

Tout système en mouvement, une fois son régime atteint, ne nécessite plus d'apport d'énergie si ce n'est pour compenser les pertes dues aux différents frottements. La puissance absorbée (P_0) par la machine tournant à vide, à une vitesse donnée, correspond donc bien à cette compensation et elle sera d'autant plus grande que la vitesse sera plus élevée.

Mises à part les pertes du système de transmission, les frottements dans la machine se situent avant tout au niveau des paliers de la roue et du volant.

Pour la roue, le frottement est directement proportionnel à la poussée (P) qu'elle exerce sur ses roulements et cette poussée elle-même dépend de son poids propre (p) augmenté de la tension appliquée à l'outil ($2T_0$).

La machine étant au repos, chacun des brins est soumis à une tension T_0 et on peut écrire que

$$P = p + 2T_0$$

Une fois la machine en mouvement, du fait du frottement ($f =$ coefficient de frottement) ce système absorbera, pendant chaque seconde, un travail équivalent à

$$\mathcal{J}_{\text{frottement}} = P.f.v. = (P + 2T_0).f.v$$

v représentant la vitesse, en m/sec, de l'arbre de la roue.

Or, c'est la lame, agissant comme organe de transmission, qui est chargée de transmettre la force requise pour vaincre ces frottements. De ce fait, comme une courroie, la lame a donc un brin tendu, caractérisé par une tension $T > T_0$, et un brin mou, caractérisé par une tension $t < T_0$, étant entendu que $2T_0 = T + t =$ une constante résultant de la tension exercée par le contre-poids.

Pour déterminer les valeurs effectives des tensions de chaque brin, la machine étant en mouvement, on écrit que le travail de frottement de la roue supérieure est

$$\mathcal{J}_{\text{frottement}} = P.f.v. = Fv = K.\omega.R, \quad \text{où}$$

$P.f = F =$ effort tangentiel appliqué à l'arbre de la roue pour vaincre les frottements ;

$v =$ vitesse, en m/sec, de l'arbre de la roue ;

$K =$ effort tangentiel appliqué à la roue pour la maintenir en rotation malgré les pertes dues aux frottements ;

$\omega =$ vitesse angulaire ;

$R =$ rayon de la roue.

$$\text{Or,} \quad KR = \frac{K}{2} \cdot 2R$$

qui est l'expression d'un couple dans lequel les forces tangentielles appliquées sont

$$+\frac{K}{2} \quad \text{et} \quad -\frac{K}{2}$$

Ces forces déterminent dans chaque brin une tension résultante, soit respectivement :

$$\text{— dans le brin tirant :} \quad T_0 + \frac{K}{2} = T ;$$

$$\text{— dans le brin mou :} \quad T_0 - \frac{K}{2} = t.$$

Dès lors, on comprend aisément l'action du frein qui provoque un frottement complémentaire augmentant l'effort K et provoquant ainsi une différence de tension plus grande entre le brin tendu et le brin mou, suivant la formule ci-dessus.

C'est donc essentiellement à une tension plus élevée dans le brin tendu, — celui qui scie, — que le « bombé » doit sa résorption.

Remarquons encore que cette résorption est obtenue malgré l'emploi d'une lame dont les mesures internes et externes de l'écrasement sont nettement différentes. Un sciage correct est ainsi réalisé malgré le mauvais état de la lame.

Il est même très probable qu'une lame, dont la tension T aurait été accrue, donnerait des traits parfaitement rectilignes alors même que les conditions de planage et de tensionnage ne seraient pas rigoureusement observées.

Faut-il maintenant préconiser une roue lourde ou une roue légère ? Comme nous venons de le dire, l'influence de l'énergie cinétique est certainement réduite mais elle existe. Il est possible, de plus, qu'une déviation du trait une fois amorcée, — qu'elle se matérialise sous la forme d'un « bombé » ou d'un trait non rectiligne, — ne se résorbe pas aisément au cours du sciage. Aussi, opterons-nous sans hésitation pour une roue aussi légère que possible. Sans doute, compte tenu de la diminution de p dans la formule

$$J_{\text{frottement}} = [p + (T + t)] \cdot f \cdot v$$

le frottement est-il diminué et, par voie de conséquence, la différence entre T et t , mais il existe d'autres moyens d'action sur la tension.

On peut en effet augmenter le contre-poids régissant la valeur de $2To$ (ce qui revient à augmenter simultanément T et t). Ceci engendrerait évidemment une fatigue supplémentaire de la lame et, si la tension devenait très élevée, une fatigue exagérée des paliers.

Afin d'éviter, dans toute la mesure du possible, la fatigue de la lame, on pourrait, par exemple, brancher sur l'arbre de la roue une soufflerie qui évacuerait les déchets de la scierie. On réaliserait ainsi un freinage dans lequel l'énergie serait avantageusement utilisée.

Cette soufflerie exigerait un effort supplémentaire qui ne peut provenir que du moteur, par l'intermédiaire du volant et du ruban considéré comme organe de transmission. Cet effort étant $F' \omega r'$ (où $r' =$

rayon de l'arbre de la soufflerie), l'expression du couple moteur appliqué à l'arbre de la soufflerie serait égale à

$$F' \cdot r' = \frac{F'}{2} \cdot 2 r'$$

et les forces tangentiellles sont

$$+ \frac{F'}{2} \quad \text{et} \quad - \frac{F'}{2}$$

Ces forces étant transmises par le ruban, les tensions deviennent :

$$\text{— dans le brin tirant : } T + \frac{K'}{2} = T + \frac{F'}{2} \cdot \frac{r'}{R} = T'$$

$$\text{— dans le brin mou : } t - \frac{K'}{2} = t - \frac{F'}{2} \cdot \frac{r'}{R} = t'$$

Toutes ces données étant établies, on peut exprimer en une formule la puissance consommée par la machine tournant à vide et équipée d'une soufflerie de puissance P_1 pour une vitesse de rotation v' de son arbre :

$$P_0 + P_1 = \{ [p + (T' + t')] + [p' - (T' + t')] \} f \cdot v + F' \cdot v'$$

où $p + (T' + t')$ = poids de la roue p augmenté de la tension $(T' + t')$ dans les brins ;

$p' - (T' + t')$ = poids du volant p' diminué de la tension dans les brins ;

f = coefficient de frottement des arbres de la roue et du volant sur les paliers ;

v = vitesse des arbres de la roue et du volant (m/sec) ;

v' = vitesse de l'arbre de la soufflerie.

Chacune de ces actions est prise en valeur absolue puisque, quel que soit leur sens, elles déterminent un frottement.

Cette formule doit servir à déterminer la puissance maximum admise pour la soufflerie, compte tenu de la puissance qui doit rester disponible pour le sciage.

CONCLUSIONS

Nous avons étudié le « bombé » des planches consistant en une différence d'épaisseur entre la partie médiane et les bords supérieur et inférieur de la planche.

La cause fondamentale de ce phénomène réside en une différence de voie entre l'intérieur et l'extérieur, le ruban étant placé sur la machine en position de travail.

Parmi les facteurs ayant une incidence directe sur l'intensité du « bombé », on relève la vitesse d'amenage du bois, la hauteur de coupe, la vitesse de l'outil, la tension dans le ruban et, plus particulièrement, dans le brin tirant.

La voie étant à l'origine du « bombé », il est évident que l'attention du scieur doit se fixer sur celle-ci.

Les appareils à rectifier, qu'ils soient basés sur l'emploi de meules ou de limes ou encore du marteau et de l'enclume, comme dans les appareils à écraser, ne fournissent généralement pas une rectification parfaite.

La tension du ruban sur la machine peut provoquer, en raison du tensionnage, une modification des mesures intérieures et extérieures de la voie. Aussi serait-il intéressant de concevoir un appareil qui permettrait la rectification au 1/100 de mm près, la lame étant tendue sur la machine en position de travail.

Comme la vitesse d'amenage du bois est imposée par l'organisation économique de toute scierie, on adaptera la vitesse de l'outil de façon à obtenir l'épaisseur de copeau optimum. Si le « bombé » apparaît, alors que la rectification a été exécutée aussi parfaitement que possible, on augmentera la tension dans le brin tirant en branchant sur l'arbre de la roue une machine exigeant une puissance transmise par le brin tirant.

II. - L'épaisseur des planches et la puissance nécessaire au sciage

Limités par les quantités de bois disponibles et soucieux de réduire au minimum l'influence possible de l'hétérogénéité du bois, nous avons exécuté les traits expérimentaux à une distance de 5 mm définissant, par suite de la largeur de la voie, des planches de 2,6 mm d'épaisseur.

Ces conditions étant nettement différentes de celles du scieur professionnel, nous avons réalisé un essai afin de déceler une influence possible de l'épaisseur des planches sur la puissance consommée.

Pour augmenter la précision dans la division, la machine a été équipée d'un diviseur de traits permettant la lecture au millimètre avec une estimation du cinquième de millimètre (voir photo 5).

a) Conditions expérimentales.

L'essai est effectué sur un équarri de *Pentacletra macrophylla*, originaire de Yangambi, dont la densité moyenne à 15 % est de 950 kg au m³.

La hauteur de coupe est de 0,20 m.

La denture adoptée est du type LF. 20/50, la voie est conférée par un écrasement de 2,375 mm avec une mesure extérieure de 0,598 mm et une mesure intérieure de 0,577 mm, ces valeurs correspondant aux moyennes de 31 observations.

La vitesse de l'outil est de 1.250 m/min, tandis que la vitesse d'aménagement du bois est de 10 m/min.

Pour répartir au maximum les effets de l'hétérogénéité du bois sur les puissances consommées, les traits sont effectués dans l'équarri suivant l'ordre indiqué dans la figure 5.

b) Interprétation.

Les résultats des différentes observations, exprimés en kW, sont rassemblés par classes d'épaisseur, abstraction faite de ceux obtenus pour 5,9 et 11,8 cm, ceux-ci n'ayant fait l'objet que d'une ou deux observations.

L'analyse statistique qui suit tend à montrer qu'il existe, quant à la puissance consommée, une différence significative entre les différentes classes d'épaisseur.

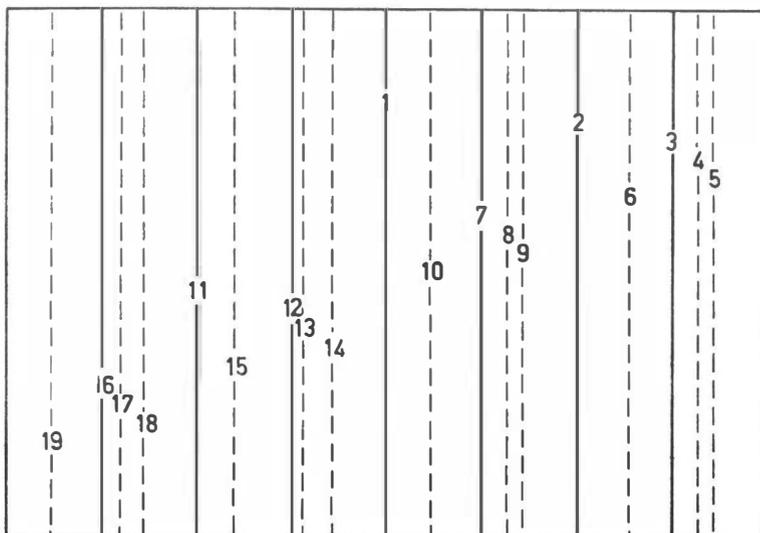


Fig. 5. — Répartition des traits.

	Epaisseur des planches (mm)		
	5	12	27,5
X_1	8,574	9,570	9,622
X_2	8,432	8,674	9,188
X_3	7,884	9,235	9,899
X_4	7,882	9,800	9,486
X_5	8,400		
X_6	9,000		
X_7	8,457		
n_c	7	4	4
\bar{X}_c	8,37557	9,31975	9,54850
\bar{X}_c^2	70,1502	86,8577	91,1739

$$\sum n_c X_c^2 = 1.203,178$$

$$\sum X = 134,102$$

$$\begin{aligned}\sum \bar{X} &= 1.205,0816 \\ X &= 8,9401 \\ N\bar{X}^2 &= 1.198,881\end{aligned}$$

	Nombre de degrés de liberté	Estimation de la variance s^2
$S_T^2 = \sum (X - \bar{X})^2 = \sum X^2 - N\bar{X}^2 = 6,2006$	14	0,4429
$S_C^2 = \sum n_c (\bar{X}_c - \bar{X})^2 = \sum n_c \bar{X}_c^2 - N\bar{X}^2 = 4,2970$	2	2,1485
$S_r^2 = \sum (X - \bar{X}_0)^2 = S_T^2 - S_C^2 = 1,9036$	12	0,15863

$$F = \frac{S_C^2}{S_r} = 13,544 \quad \text{Or, } F_{0,01} = 6,93$$

On peut conclure à l'existence d'une différence de puissance consommée en fonction de l'épaisseur des planches. Reste à examiner si entre chaque épaisseur successivement comparée il existe une différence significative.

La variance de la variable est bien estimée par la valeur

$$S_r = 0,15863$$

Envigaeons d'abord les deux classes d'épaisseur : 1,2 et 2,75 cm dont les moyennes sont respectivement :

$$\bar{x}_1 = 9,31975$$

$$\bar{x}_2 = 9,54850$$

L'estimation de la variance de

$$(\bar{x}_2 - \bar{x}_1) = \frac{s^2_{(x_2 - x_1)}}{(x_2 - x_1)} = \frac{s_r}{4} + \frac{s_r^2}{4} = \frac{s_r^2}{2}$$

$$t = \frac{\bar{x}_2 - \bar{x}_1}{\sqrt{\frac{s^2}{(x_2 - x_1)}}} = \frac{\bar{x}_2 - \bar{x}_1}{s_r} \sqrt{2} = \frac{0,22875 \times 1,41421}{0,3983} = \frac{0,3235}{0,3983} = 0,8122$$

$t_{0,05} = 2,179$
 $t_{\text{observé}} < t_{0,05}$

Les deux moyennes \bar{x}_1 et \bar{x}_2 ne sont pas significativement différentes.

Comparons ensuite les deux classes d'épaisseur : 0,5 et 1,2 cm, dont les moyennes sont respectivement :

$$\bar{x}_1 = 8,37557$$

$$\bar{x}_2 = 9,31975$$

L'estimation de la variance de

$$\bar{x}_2 - \bar{x}_1 = \sqrt{\frac{s^2}{(x_2 - x_1)}} = \frac{s_r}{4} + \frac{s_r}{7} = \frac{11}{28} s_r = 0,39285 s_r = 0,0623178$$

$$t = \frac{\bar{x}_2 - \bar{x}_1}{\sqrt{\frac{s^2}{(x_2 - x_1)}}} = \frac{0,94218}{0,2496} = 3,7747 > t_{0,05}$$

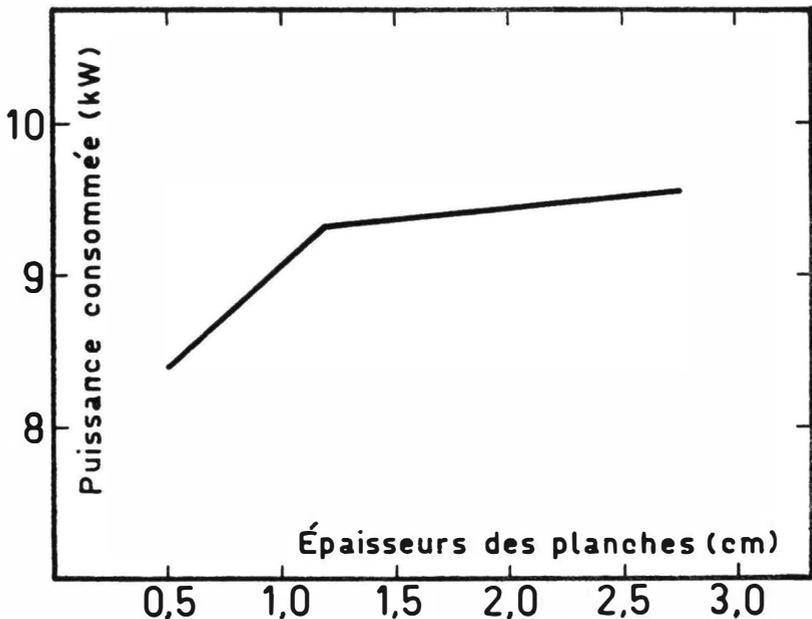


Fig. 6. — Variation de la puissance consommée en fonction de l'épaisseur des planches.

Les deux moyennes correspondant aux épaisseurs de planches de 0,5 et 1,2 cm sont significativement différentes.

La figure 6 met en évidence la différence significative observée entre les consommations correspondant aux épaisseurs de planches de 0,5 et 1,2 cm.

Rappelons qu'entre les épaisseurs de 1,2 et 2,75 cm, la différence entre les moyennes n'est pas significative.

CONCLUSIONS

1. Aucune loi ne peut être tirée de cet essai limité :

— l'expérimentation n'a été réalisée que pour une essence ;
— un seul ruban présentant une voie aussi parfaite que possible (Ext. : 0,598 mm ; Int. : 0,577 mm) a été utilisé. Il n'est cependant pas exclu que les différences observées puissent être imputées à cette différence de voie.

2. Ces observations soulèvent un problème qui mériterait d'être approfondi. Si l'épaisseur des planches devait exercer une influence sur la puissance consommée au sciage, il s'imposerait, dans les laboratoires de recherches sur le sciage, de connaître l'amplitude de la zone d'influence et d'en rechercher les causes afin d'apporter une précision expérimentale supérieure.

Photographies

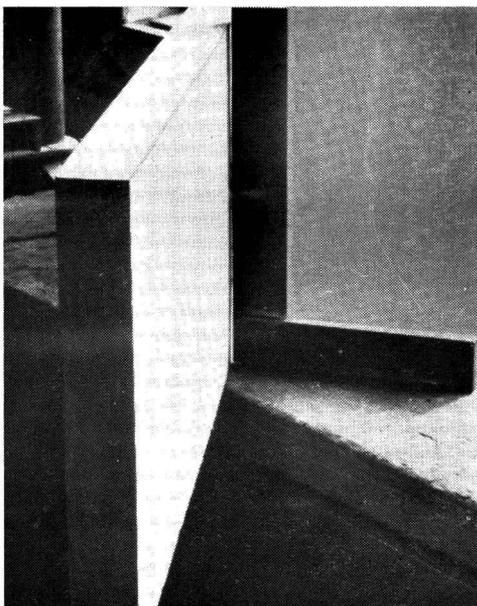


Photo 1. — « Bombé » convexe.

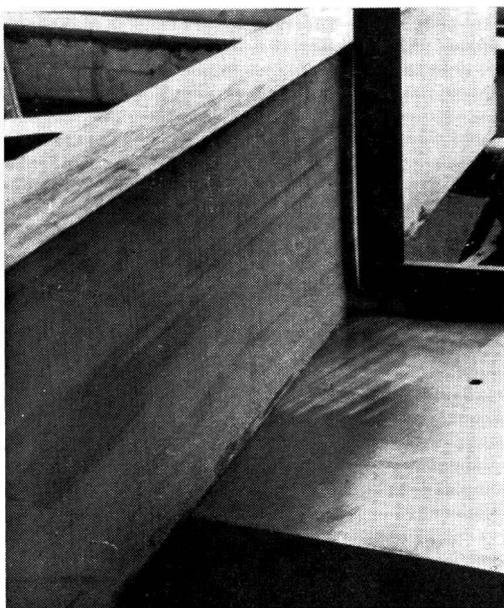


Photo 2. — « Bombé » concave.

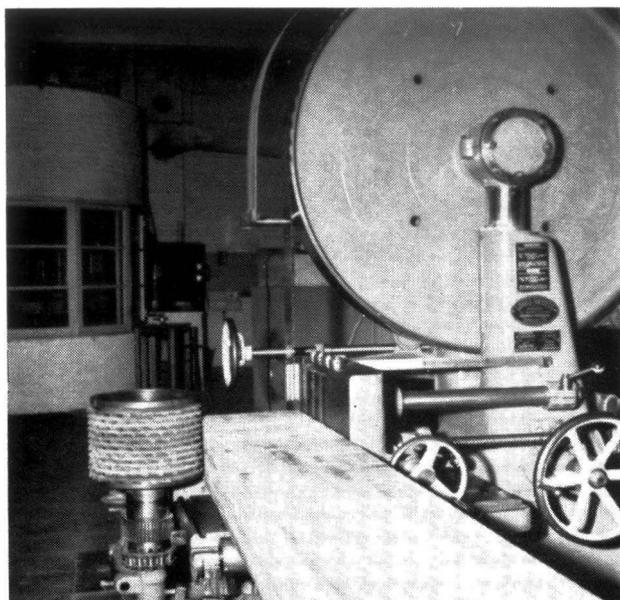


Photo 3. — Sciage « côté guide ».

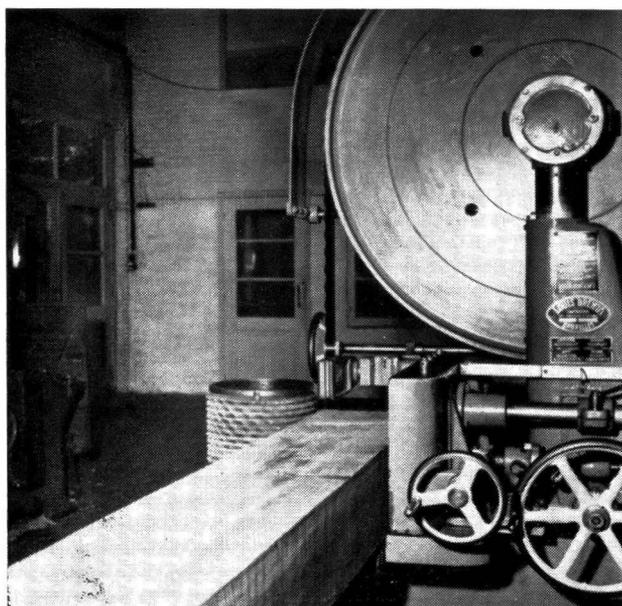


Photo 4. — Sciage « côté rouleau ».

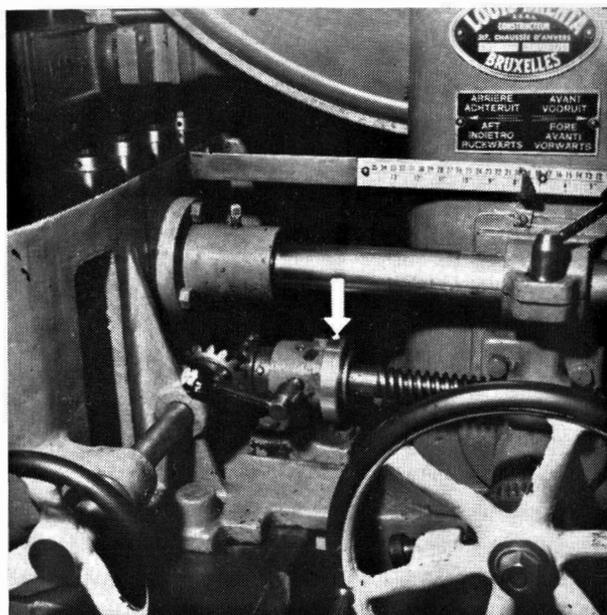


Photo 5. — Diviseur de traits, adapté sur la machine expérimentale.

ROBYNS, W., Membre de l'Académie Royale Flamande des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique ;
SCHOENAERS, F., Professeur à l'Ecole de Médecine Vétérinaire de l'Etat, à Cureghem ;
SIMONART, P., Professeur à l'Université Catholique de Louvain ;
SOYER, L., Secrétaire général de l'Institut pour la Recherche Scientifique en Afrique Centrale ;
STANER, P., Inspecteur royal ;
STOFFELS, E., Professeur à l'Institut Agronomique de l'Etat, à Gembloux ;
TAVERNIER, R., Professeur à l'Université de Gand ;
TULIPPE, O., Professeur à l'Université de Liège ;
VAN DE PUTTE, M., Membre du Conseil Colonial ;
WILLEMS, J., Vice-Président du Fonds National de la Recherche Scientifique.

B. — COMITÉ DE DIRECTION

Président :

M. JURION, F., Directeur général de l'I.N.E.A.C.

Représentant du Ministre du Congo belge et du Ruanda-Urundi :

M. STANER, P., Inspecteur royal.

Secrétaire :

M. LEBRUN, J., Secrétaire général de l'I.N.E.A.C.

Membres :

MM. GILLIEAUX, P., Membre du Comité Cotonnier Congolais ;
HENRARD, J., Directeur de l'Agriculture, Forêts, Elevage et Colonisation, au Ministère du Congo belge et du Ruanda-Urundi ;
HOMES, M., Professeur à l'Université Libre de Bruxelles ;
OPSOMER, J., Professeur à l'Institut Agronomique de Louvain ;
STOFFELS, E., Professeur à l'Institut Agronomique de l'Etat, à Gembloux ;
TAVERNIER, R., Professeur à l'Université de Gand.

C. — DIRECTEUR GÉNÉRAL

M. JURION, F.
