

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

LE DÉBIT DES BOIS A LA SCIE A RUBAN

III. — ÉTUDE DU SCIAGE DE *STAUDTIA STIPITATA*,
GUAREA CEDRATA, *CYNOMETRA ALEXANDRII*
ET *PYCNANTHUS ANGOLENSIS*

PAR

R. C. ANTOINE ET J. C. BERBEN

Laboratoire forestier de l'Université Catholique de Louvain

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

SÉRIE TECHNIQUE N° 53

1958

PRIX : 70 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'INÉAC, 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. Études, 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'I. N. É. A. C.

Secrétaire :

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

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'État, à Gand;
- DONIS, C.,** Professeur à l'Institut Agronomique de l'État, à Gembloux;
- GEURDEN, L.,** Professeur à l'École de Médecine Vétérinaire de l'État, 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, Élevage et Colonisation, au Ministère du Congo belge et du Ruanda-Urundi;
- HOMÈS, 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;
- ROBYNS, W.,** Membre de l'Académie Royale Flamande des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique;
- SCHOENAERS, F.,** Professeur à l'École de Médecine Vétérinaire de l'État, 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'État, 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.

ÉTUDE DU SCIAGE

DE

STAUDTIA STIPITATA, GUAREA CEDRATA,
CYNOMETRA ALEXANDRII ET PYCNANTHUS ANGOLENSIS

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

LE DÉBIT DES BOIS A LA SCIE A RUBAN

III. — ÉTUDE DU SCIAGE DE *STAUDTIA STIPITATA*,
GUAREA CEDRATA, *CYNOMETRA ALEXANDRII*
ET *PYCNANTHUS ANGOLENSIS*

PAR

R. C. ANTOINE ET **J. C. BERBEN**

Laboratoire forestier de l'Université Catholique de Louvain

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

SÉRIE TECHNIQUE N° 53

1958

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
ÉTUDE DU SCIAGE DE <i>Staudtia stipitata</i>	7
§ 1. Les conditions de travail	7
a) Le matériel d'expérimentation	7
b) Technique générale d'expérimentation	7
§ 2. Spécification de l'outil	8
§ 3. Détermination des composantes de l'opération de sciage	10
a) Détermination de la puissance requise par le tranchage des fibres	10
b) Détermination de la puissance requise par la réduction, le transport et l'évacuation du copeau	15
c) Détermination de la puissance requise par le double cisaillement latéral	17
§ 4. Conclusions générales et élaboration de l'abaque de sciage de <i>Staudtia stipitata</i>	18
Notice explicative concernant l'utilisation de l'abaque de sciage	23
 ÉTUDE DU SCIAGE DE <i>Guarea cedrata</i>	 24
§ 1. Les conditions de travail	24
a) Le matériel d'expérimentation	24
b) Technique générale d'expérimentation	24
§ 2. Spécification de l'outil	25
a) Étude de l'angle d'attaque	25
b) Étude comparative de la forme des dents	27
§ 3. Étude des conditions de travail et sélection des facteurs déterminant l'utilisation rationnelle de l'outil	29
a) Influence des variations de la vitesse d'amenage du bois	29
b) Influence des variations de la vitesse de passage de l'outil	33
c) Influence des variations conjuguées de la vitesse d'amenage du bois et de la vitesse linéaire de l'outil	34
d) Influence de la hauteur de coupe	37
e) Détermination de la puissance requise par le double cisaillement latéral	40
§ 4. Conclusions générales et élaboration de l'abaque de sciage de <i>Guarea cedrata</i>	40
 ÉTUDE DU SCIAGE DE <i>Cynometra alexandrii</i>	 46
§ 1. Les conditions de travail	46
a) Le matériel d'expérimentation	46
b) Technique générale d'expérimentation	46

	Pages
§ 2. Spécification de l'outil	47
§ 3. Détermination des composantes de l'opération de sciage	50
a) Détermination de la puissance requise par le tranchage des fibres	50
b) Détermination de la puissance requise par la réduction, le transport et l'évacuation du copeau	54
c) Détermination de la puissance requise par le double cisaillement latéral	56
§ 4. Conclusions générales et élaboration de l'abaque de sciage de <i>Cynometra alexandrii</i>	56
ÉTUDE DU SCIAGE DE <i>Pycnanthus angolensis</i>	61
§ 1. Les conditions de travail	61
a) Le matériel d'expérimentation	61
b) Technique générale d'expérimentation	61
§ 2. Spécification de l'outil	62
§ 3. Détermination des composantes de l'opération de sciage	64
a) Détermination de la puissance requise par le tranchage des fibres	64
b) Détermination de la puissance requise par la réduction, le transport et l'évacuation du copeau	69
c) Détermination de la puissance requise par le double cisaillement latéral	71
§ 4. Conclusions générales et élaboration de l'abaque de sciage de <i>Pycnanthus angolensis</i>	72

ÉTUDE DU SCIAGE DE *STAUDTIA STIPITATA* WERB.

§ 1. LES CONDITIONS DE TRAVAIL

a) Le matériel d'expérimentation.

Les essais de sciage sur *Staudtia stipitata* ont été effectués à l'aide d'une dosseuse Brenta, de 125 cm de diamètre de volant, équipée de variateurs de vitesses et d'appareils de mesures tels que décrits dans des publications antérieures (1).

Les expériences ont porté sur deux grumes, provenant de Yangambi, fournies par les soins de l'I.N.É.A.C. sous le n° 655 A et B.

Ces grumes ont été inscrites au registre du Laboratoire forestier sous les n°s 330 et 339 et ont été débitées suivant le schéma représenté à la figure 1.

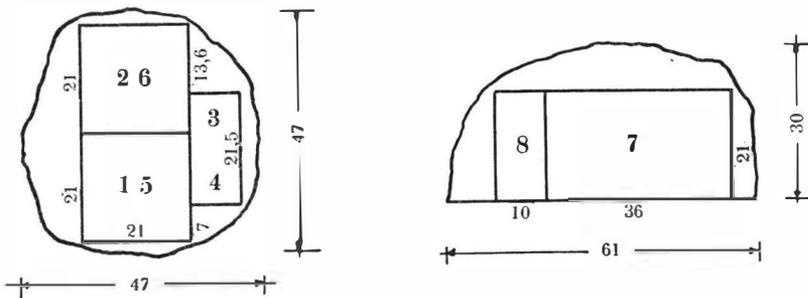


FIG. 1. — Mode de débit des grumes.

b) Technique générale d'expérimentation.

La méthode expérimentale suivie a été exposée dans son ensemble dans la publication d'introduction (1).

Tous les essais ont été réalisés sur quartier, l'outil se déplaçant du cœur vers l'aubier; en outre, la progression du sciage s'est toujours faite de la base de l'arbre vers son sommet.

(1) ANTOINE, R. C. et LALOYAU, L. E., Le débit des bois à la scie à ruban. I. Introduction à l'étude du sciage des principaux bois du Congo belge, Publicat. I.N.É.A.C., Série techn. n° 46 (1955). II. Étude du sciage de *Chlorophora excelsa* (Kambala, Mulundu), Publicat. I.N.É.A.C., Série techn. n° 47 (1955).

§ 2. SPÉCIFICATION DE L'OUTIL

Seul l'angle d'attaque a été expérimenté chez *Staudtia stipitata*, pour lequel nous avons, par ailleurs, adopté une denture LF. de 50 mm de pas.

Les angles sollicités sont ceux de 20, 25 et 30°.

Les traits expérimentaux ont été répétés et leurs groupes de deux séparés par un trait-témoin, réalisé dans des conditions invariables, soit vitesse linéaire de l'outil (Vl): 1.200 m/min et vitesse d'aménagement du bois (Am): 6 m/min.

L'expérience a été faite dans les conditions suivantes :

Le bois : n° 330₅;

Vitesse de l'outil constante : 1.200 m/min;

Vitesse d'aménagement du bois variable : 5 et 15 m/min.

Les résultats de cet essai, figurant au tableau I et repris par la figure 2, montrent clairement l'avantage de l'angle de 25°, qui sera, par conséquent, adopté.

TABLEAU I. — **Puissance utile en fonction de l'angle d'attaque.**
Influence de la vitesse d'aménagement du bois.

Numéro du trait	Amenage (m/min)	Angle d'attaque (°)	Puissance utile moyenne (kW)
29-30	5	20	4,69
33-34	5	25	3,68
37-38	5	30	4,38
41-42	15	20	9,54
45-46	15	25	9,44
49-50	15	30	10,38

On peut conclure, quant au choix de l'outil, que le débit de *Staudtia stipitata* se fera le plus avantageusement à l'aide d'une denture perroquet ou d'une denture LF. dont les spécifications seraient les suivantes :

PLF.25.50.E ou LF.25.50.E,

soit toutes deux des dentures renforcées, de 25° d'attaque, 50 mm de pas, et dont la voie serait conférée par écrasement. La figure 3 illustre ces deux types de denture.

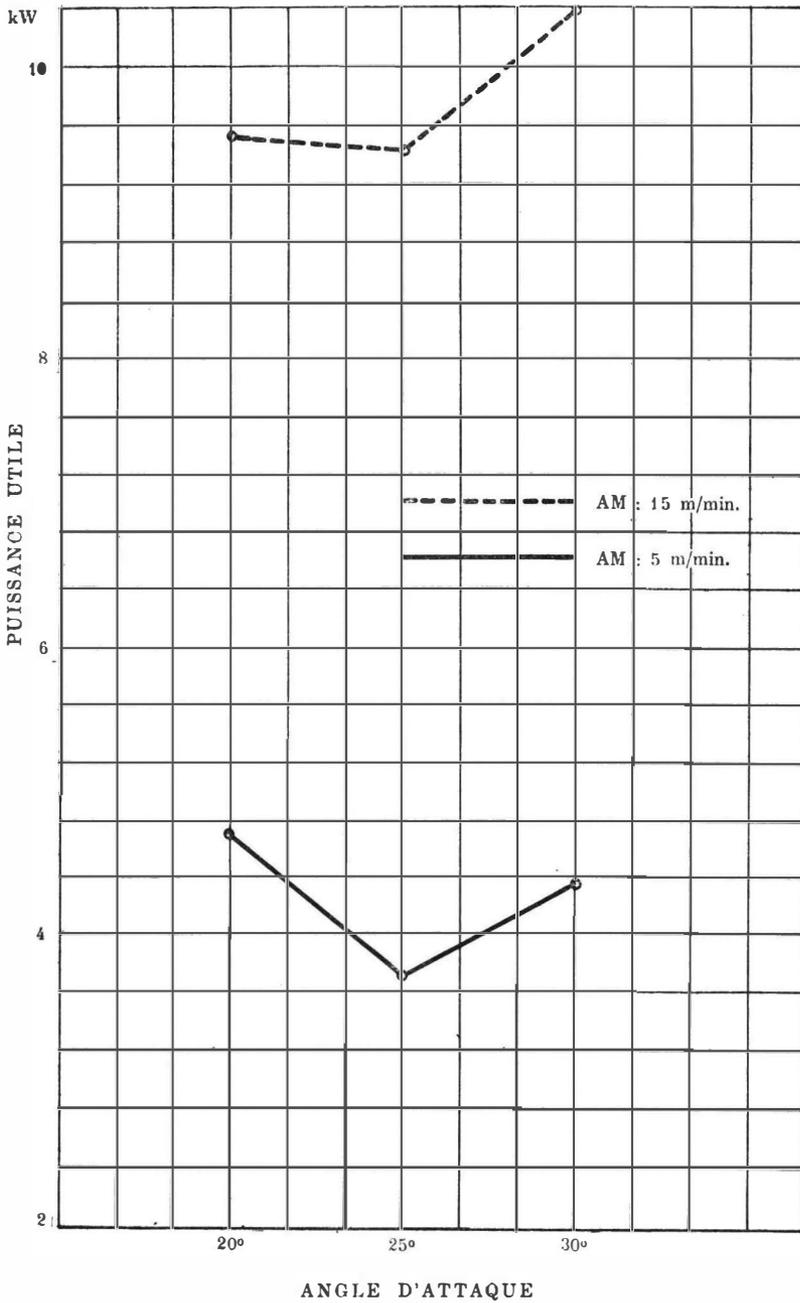


FIG. 2. — Puissance utile en fonction de l'angle d'attaque.
Influence de la vitesse d'amenage du bois.

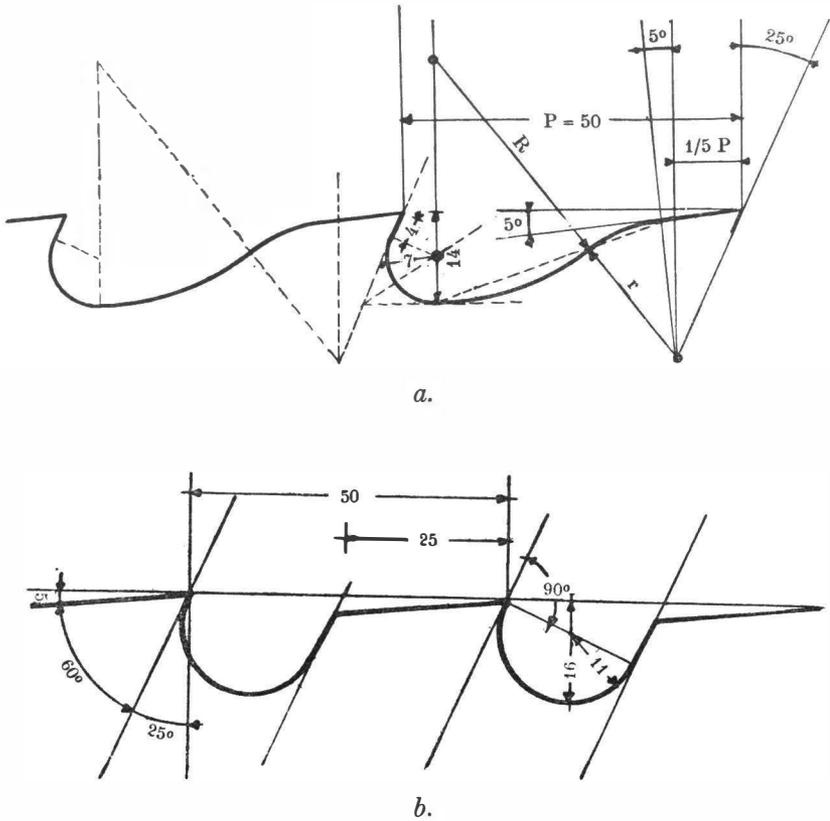


FIG. 3. — a : Denture PLF.25.50.E; b : Denture LF.25.50.E.

§ 3. DÉTERMINATION DES COMPOSANTES DE L'OPÉRATION DE SCIAGE

a) Détermination de la puissance requise par le tranchage des fibres.

Cette puissance sera déterminée pour une voie (2,4 mm) et une vitesse de passage de l'outil (1.200 m/min) imposées.

Les variations de la vitesse d'amenage du bois se traduisant, dans ces conditions, par une variation proportionnelle de l'épaisseur de copeau, les facteurs de cisaillement latéral (b) et de réduction, de transport et d'évacuation du copeau (c), varieront dans le même sens et dans la même proportion que la vitesse d'amenage.

Seule, la puissance requise par le tranchage des fibres (a) resterait constante et pourrait, de cette manière, être déterminée par simple différence.

1° Le bois : n° 330.

2° L'outil : LF.25.50.E.

3° Technique particulière : Vitesse linéaire de l'outil constante : 1.200 m/min. Vitesse d'amenage du bois variable de manière à obtenir des épaisseurs de copeau de 100, 200, 300, 400, 500 et 600 μ .

4° Résultats et interprétation : Les valeurs des puissances utiles (P_u) pour les épaisseurs de copeau expérimentées (tabl. II, fig. 4) montrent que les variations de puissance sont linéaires pour des épaisseurs de copeau de 100, 200, 300, 400 et 500 μ . A partir de 500 μ , les variations de puissance s'accroissent, donnant lieu à une courbe qui pourrait traduire un début de saturation du logement utile ou, en tout cas, une majoration de frottement sur les parois latérales du sillon.

TABLEAU II. — Puissance utile en fonction de l'épaisseur de copeau.
(Vl constante : 1.200 m/min.)

Numéro du trait	Amenage (m/min)	Épaisseur de copeau (μ)	Puissance utile moyenne (kW)
54-55	2,4	100	2,65
57-58	4,8	200	4,07
61-62	7,2	300	5,49
63-64	9,6	400	6,91
66-67	12,0	500	8,33
69-70	14,4	600	10,15

La détermination du facteur a , correspondant à la puissance requise par le tranchage des fibres, ne peut se faire qu'au départ des valeurs enregistrées pour des épaisseurs de copeau de 100, 200, 300, 400 et 500 μ .

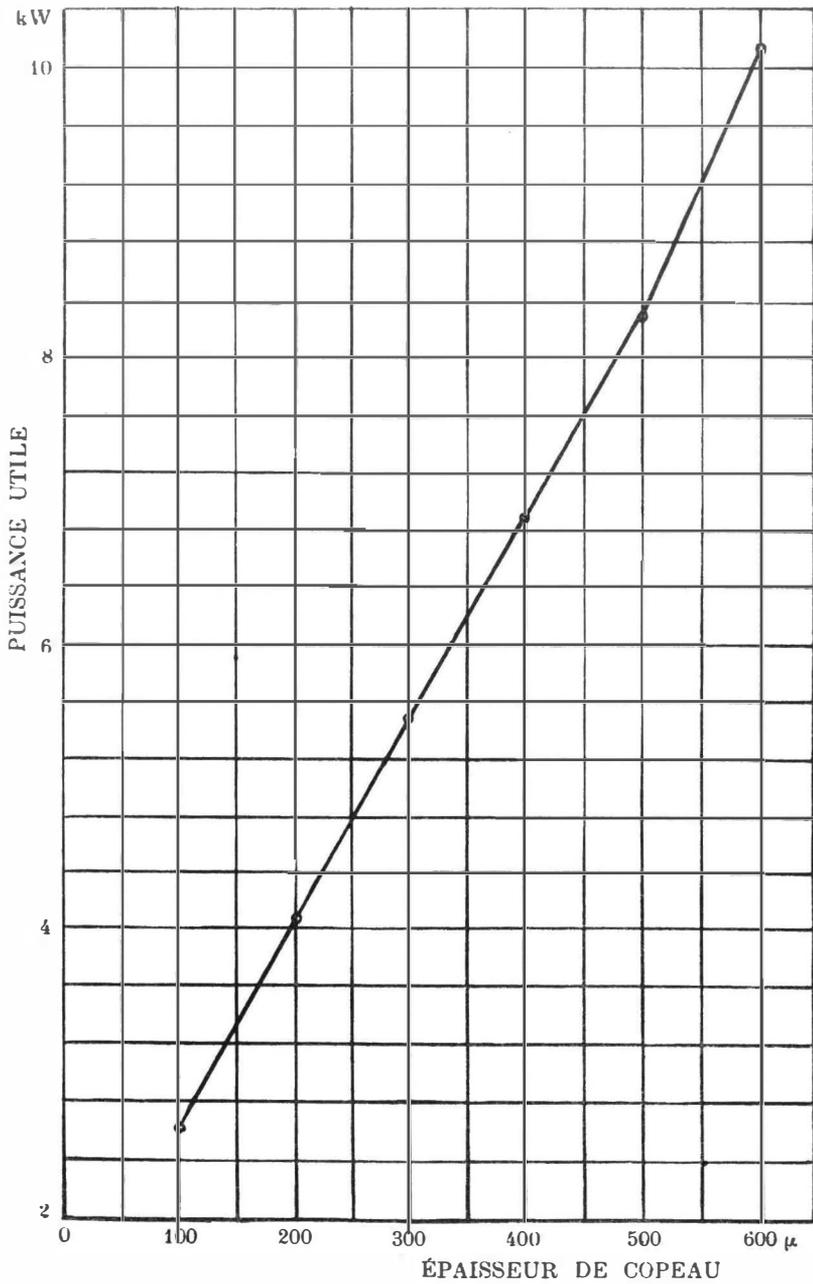


FIG. 4. — Puissance utile en fonction de l'épaisseur de copeau.
(Vl constante : 1.200 m/min.)

La formule théorique des variations de Pu , dans le cas de variations de la vitesse d'aménagement du bois, serait la suivante :

$$Pu_x = Pu_{réf.} \cdot \frac{Am_x}{Am_{réf.}} + \left(\frac{Am_{réf.} - Am_x}{Am_{réf.}} \right) \cdot Nd \ a \ (1).$$

Si l'on admet comme valeurs de référence : $Vl = 1.200$ m/min et $Am = 4,80$ m/min, déterminant une épaisseur de copeau de 200μ , on peut calculer a pour les valeurs de Pu_x correspondant aux épaisseurs de copeau de 100, 300, 400 et 500 μ .

Soit, par exemple :

$$Pu_{100} = 2,65 \text{ kW} \quad \text{et} \quad 2,65 = 4,07 \cdot \frac{2,40}{4,80} + \left(\frac{4,80 - 2,40}{4,80} \right) \cdot 4a,$$

d'où $a = 0,3075$ et la valeur de $4a$, qui doit correspondre à l'ordonnée à l'origine, serait égale à 1,23 kW ce qui est vérifié par l'expérience.

Nous pouvons donc admettre que la puissance requise pour le tranchage des fibres de *Staudtia stipitata*, dans les conditions expérimentales, est égale à 0,31 kW par dent.

Si nous convertissons les valeurs des puissances obtenues expérimentalement en travail spécifique, on obtient une courbe à minimum (fig. 5) mettant en évidence l'épaisseur de copeau optimum qu'il convient de ne pas dépasser dans le sciage de *Staudtia stipitata*. Cette épaisseur de copeau se situerait autour de 500 à 600 μ .

Afin de déterminer la vitesse de l'outil la plus intéressante pour l'obtention de cette épaisseur de copeau optimum, un essai a été effectué à une épaisseur de copeau constante de 600 μ , en faisant varier, dans une même proportion, les conditions d'obtention de l'épaisseur de copeau, soit la vitesse de l'outil et la vitesse d'aménagement du bois.

Les résultats de cet essai, obtenus à l'aide de la denture LF.25.50.E, montrent (tabl. III, fig. 6) que la vitesse de l'outil de 1.800 m/min est la plus intéressante. En effet, à partir de cette vitesse, on enregistre un décrochage de la courbe de puissance qui pourrait correspondre à un phénomène de frottement, vraisemblablement impu-

(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.É.A.C., Série techn. n° 52 (1957).

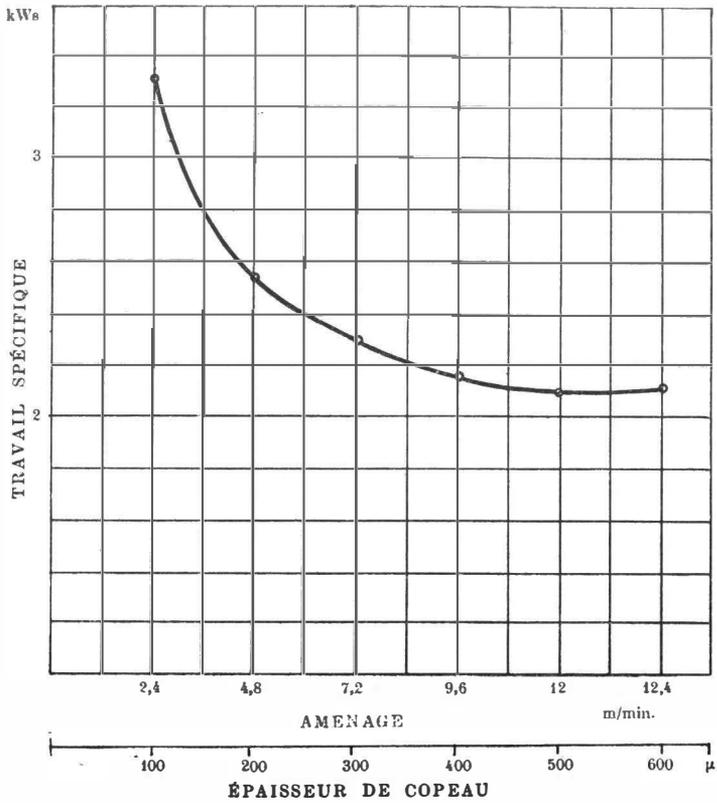


FIG. 5. — Travail spécifique en fonction de l'épaisseur de copeau.
(Vl constante : 1.200 m/min.)

table au fait que le copeau, éclatant sous l'influence de vitesses trop élevées, chercherait à sortir du logement utile et s'introduirait entre le corps de la lame et les parois du sillon.

TABLEAU III. — Puissance utile en fonction de la vitesse de l'outil.
(Épaisseur de copeau constante : 600 μ.)

Numéro des traits	Vitesse de l'outil (m/min)	Puissance utile (kW)
150-151	600	4,22
147-148	1.200	8,62
153-154	1.800	13,09
157-158	2.400	19,36

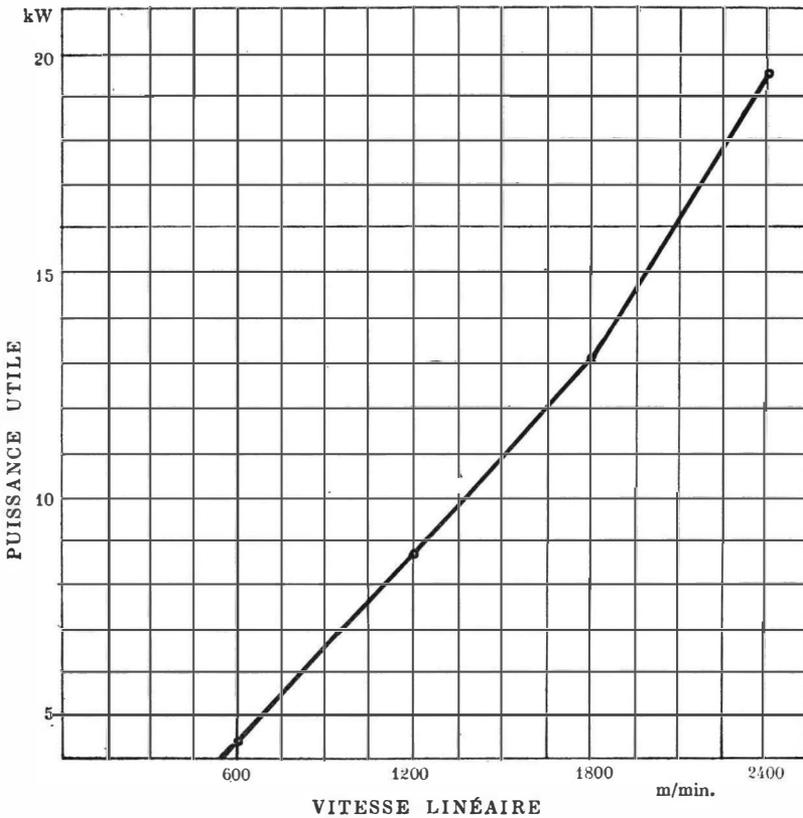


FIG. 6. — Puissance utile en fonction de la vitesse de l'outil.
(Épaisseur de copeau constante : 600 μ .)

On peut conclure de ces essais que, pour la denture employée, l'épaisseur de copeau idéale, pour une hauteur de coupe de 20 cm, est de l'ordre de 500 à 600 μ et que la vitesse la mieux appropriée au sciage de *Staudtia stipitata* est celle de 1.800 m/min.

b) **Détermination de la puissance requise par la réduction, le transport et l'évacuation du copeau.**

Les variations du facteur c dépendent exclusivement de la vitesse d'application de l'outil, de l'épaisseur de copeau et de la hauteur de coupe.

Comme, en pratique, les variations de la vitesse de l'outil, toutes conditions restant égales par ailleurs, se traduisent par une varia-

tion inversement proportionnelle de l'épaisseur de copeau, on peut admettre que l'influence de la vitesse de l'outil est nulle sur le facteur c .

Par contre, les variations de la vitesse d'amenage du bois impliquent des variations proportionnelles de l'épaisseur de copeau et, par conséquent, du facteur c . Enfin, ce même facteur c varierait selon la hauteur de coupe, suivant la formule :

$$Pu_x = Pu_{\text{réf.}} \cdot \left[\frac{H_x}{H_{\text{réf.}}} + \frac{H_x}{H_{\text{réf.}}} (Nd_{H_x} - Nd_{H_{\text{réf.}}}) \right] c \text{ (}^1\text{)}.$$

Le mode d'expérimentation devant permettre la détermination du facteur c devra, par conséquent, réaliser une vitesse d'amenage du bois constante pour des hauteurs variables.

1° Le bois : n° 339₁.

2° L'outil : LF.25.50.E.

3° Technique particulière : Un équerri de 2×0,40 m de section latérale est divisé par une diagonale donnant lieu à deux triangles rectangles.

Chacun de ces triangles est successivement offert à la morsure de la lame, le débit s'effectuant de la pointe vers la partie la plus haute (40 cm).

L'emploi successif des deux triangles est destiné à éliminer l'influence locale d'éventuels facteurs d'hétérogénéité.

Au cours du sciage, le wattmètre enregistre une variation continue de la puissance en fonction de la hauteur croissante. L'allure de ces variations se présente sous forme d'une courbe.

On repère, sur l'abscisse du graphique d'enregistrement, deux points correspondant à des hauteurs parfaitement déterminées dans le triangle de bois. Pour chacun de ces points, on mesure la puissance totale instantanée. De celle-ci, on défalque la puissance à vide, en tenant compte des coefficients de rendement du moteur et des organes de transmission (variables suivant la hauteur). Il en résulte la puissance utile propre à chacune des hauteurs envisagées.

Adoptant l'une de ces puissances utiles comme valeur de référence et appliquant la formule théorique des variations de la puissance en fonction de la hauteur de coupe (¹), on peut, de cette manière, déterminer la valeur du coefficient c .

Les essais ont été effectués à une vitesse de l'outil constante de 1.000 m/min et à une vitesse d'amenage du bois de 4 m/min.

(¹) ANTOINE, R. C., *op. cit.*

4° Résultats et interprétation : Les résultats de l'essai de hauteur de coupe, ramenés à leurs valeurs moyennes, figurent au tableau IV.

TABLEAU IV. — **Puissance totale (Pc), puissance à vide (Po) et puissance utile (Pu) en fonction de la hauteur de coupe.**

Hauteur de coupe (cm)	Pc Rm Rv (1) (kW)	Po rm rv (2) (kW)	Pu (kW)	Pu rectifiée par rapport à la dureté du bois, à la vitesse de l'outil et à la vitesse d'amenage
20	7,576	4,200	3,376	4,070
30	9,470	4,200	5,270	6,355

(1) Rm Rv : coefficients de rendement en charge du moteur et du variateur de vitesse.

(2) rm rv : coefficients de rendement à vide du moteur et du variateur de vitesse.

La détermination de c peut se faire au départ de ces deux valeurs correspondant à des hauteurs de 20 et 30 cm, soit 4,070 et 6,355 kW.

L'application de la formule de variation de Pu en fonction de la hauteur donne :

$$6,355 = 4,070 \cdot \left[\frac{30}{20} + \frac{30}{20} (6 - 4) \right] c,$$

d'où $3c = 0,250$

et $c = 0,083$ kW.

Cette valeur de c correspond à une vitesse d'amenage du bois de 4,8 m/min et à une vitesse de l'outil de 1.200 m/min.

c) **Détermination de la puissance requise par le double cisaillement latéral.**

La connaissance des facteurs a (0,307) et c (0,083) nous permet de déduire la valeur de b (puissance absorbée par le double cisaillement latéral).

En effet, nous savons que :

$$Pu = Nd (a + b + c),$$

d'où $Nd b = Pu - Nd (a + c).$

●r, P_u et N_d , correspondant aux conditions de références, sont respectivement égaux à 4,07 et 4 d'où

$$4,07 = 4(a + b + c) = 1,23 + 0,332 + 4b,$$

d'où $4b = 2,500$

et $b = 0,625 \text{ kW}$.

§ 4. CONCLUSIONS GÉNÉRALES ET ÉLABORATION DE L'ABAQUE DE SCIAGE DE *STAUDTIA STIPITATA*

Les conditions les plus intéressantes pour le débit de *Staudtia stipitata* ont été développées au cours de l'étude du sciage de ce bois.

Nous pouvons en résumer l'essentiel, soit :

1° L'outil : Denture renforcée, type PLF. ou LF.; angle d'attaque de 25°; pas de 50 mm.

2° L'épaisseur de copeau : 500 à 600 μ pour 20 cm de hauteur de coupe et pour la denture précitée.

3° La vitesse de l'outil : 1.800 m/min.

La vitesse d'amenage du bois, pour une denture déterminée, sera fonction de la hauteur de coupe et de la puissance disponible, soit, finalement, de l'épaisseur de copeau. Celle-ci dépendra, en effet, des disponibilités du logement utile et de la puissance ainsi que de la hauteur du trait.

L'exploitation des différentes formules développant les possibilités de variation des facteurs du sciage ⁽¹⁾ permet de calculer les variations théoriques de la puissance utile en fonction des variations de ces facteurs tels la vitesse de l'outil, la vitesse d'amenage du bois, le pas et la hauteur de coupe.

Le tableau V donne une série de ces résultats calculés d'après la valeur expérimentale des facteurs a , b et c .

Les valeurs contenues dans ce tableau serviront de base à la construction de l'abaque propre au sciage du *Staudtia stipitata*. Ces valeurs sont toutefois partiellement théoriques en ce sens qu'elles ne valent qu'en deçà de l'épaisseur de copeau optimum, soit ici

(¹) ANTOINE, R. C., *op. cit.*

600 μ , et qu'elles doivent tenir compte de la relation : volume du copeau/volume du logement utile, devant permettre une saine évacuation du copeau détaché.

Dans le but de rendre cet abaque plus efficace, nous nous sommes efforcés d'y délimiter la zone d'utilisation pratique. On constatera que celle-ci est relativement réduite.

De même, nous avons illustré le fonctionnement de l'abaque proposé par un exemple et une notice explicative.

Rappelons enfin qu'à la puissance utile, il convient, en définitive, d'ajouter la puissance absorbée par la machine tournant à vide afin de connaître la puissance totale exigée, — pour chaque condition de travail déterminée, — par le sciage de *Staudtia stipitata*.

TABLEAU V. — Puissance utile au sciage de *Staudtia stipitata*
en fonction de la vitesse d'amenage du bois, du pas et de la hauteur de coupe.
(Vitesse de l'outil constante : 1.000 m/min.)

Amenage (m/min)	Pas (mm)	Hauteur de coupe (cm)				
		10	20	40	80	160
2	12,5	2,598	5,264	10,805	22,714	49,840
	25	1,576	3,224	6,725	15,154	33,524
	50	1,066	2,204	4,685	11,074	25,364
	100	0,811	1,694	3,665	9,034	21,284
4	12,5	3,155	6,449	13,450	29,108	67,048
	25	2,133	4,409	9,370	21,548	50,728
	50	1,623	3,389	7,330	17,468	42,568
	100	1,368	2,879	6,310	15,428	38,488
6	12,5	3,713	7,633	16,095	35,502	84,252
	25	2,691	5,593	12,015	27,942	67,932
	50	2,181	4,573	9,975	23,862	59,772
	100	1,926	4,063	8,955	21,822	55,692
8	12,5	4,271	8,818	18,740	41,896	101,456
	25	3,249	6,778	14,660	34,336	85,136
	50	2,739	5,758	12,620	30,256	76,976
	100	2,484	5,247	11,600	28,216	72,896

Amenage (m/min)	Pas (mm)	Hauteur de coupe (cm)				
		10	20	40	80	160
10	12,5	4,829	10,002	21,385	48,290	118,660
	25	3,807	7,962	17,305	40,730	102,340
	50	3,297	6,942	15,265	36,650	94,180
	100	3,042	6,432	14,245	34,610	90,100
12	12,5	5,386	11,186	24,030	54,684	135,864
	25	4,364	9,147	19,950	47,124	119,544
	50	3,854	8,126	17,910	43,044	111,384
	100	3,599	7,616	16,890	41,004	107,304
14	12,5	5,944	12,371	26,675	61,078	—
	25	4,922	10,331	22,595	53,518	—
	50	4,412	9,311	20,555	49,438	—
	100	4,157	8,801	19,535	47,398	—
16	12,5	6,502	13,555	29,320	67,472	—
	25	5,480	11,516	25,240	59,912	—
	50	4,970	10,495	23,200	55,832	—
	100	4,715	9,985	22,180	53,792	—
18	12,5	7,060	14,740	31,965	73,866	—
	25	6,038	12,700	27,885	66,306	—
	50	5,528	11,680	25,845	62,226	—
	100	5,273	11,170	24,825	60,186	—
20	12,5	7,617	15,924	34,610	80,260	—
	25	6,595	13,885	30,530	72,700	—
	50	6,085	12,864	28,490	68,620	—
	100	5,830	12,354	27,470	66,580	—
22	12,5	8,175	17,108	37,255	86,654	—
	25	7,153	15,069	33,175	79,094	—
	50	6,643	14,049	31,135	75,014	—
	100	6,388	13,539	30,115	72,974	—

Amenage (m/min)	Pas (mm)	Hauteur de coupe (cm)				
		10	20	40	80	160
24	12,5	8,733	18,293	39,900	93,048	—
	25	7,711	16,254	35,820	85,488	—
	50	7,201	15,233	33,780	81,408	—
	100	6,946	14,723	32,760	79,368	—

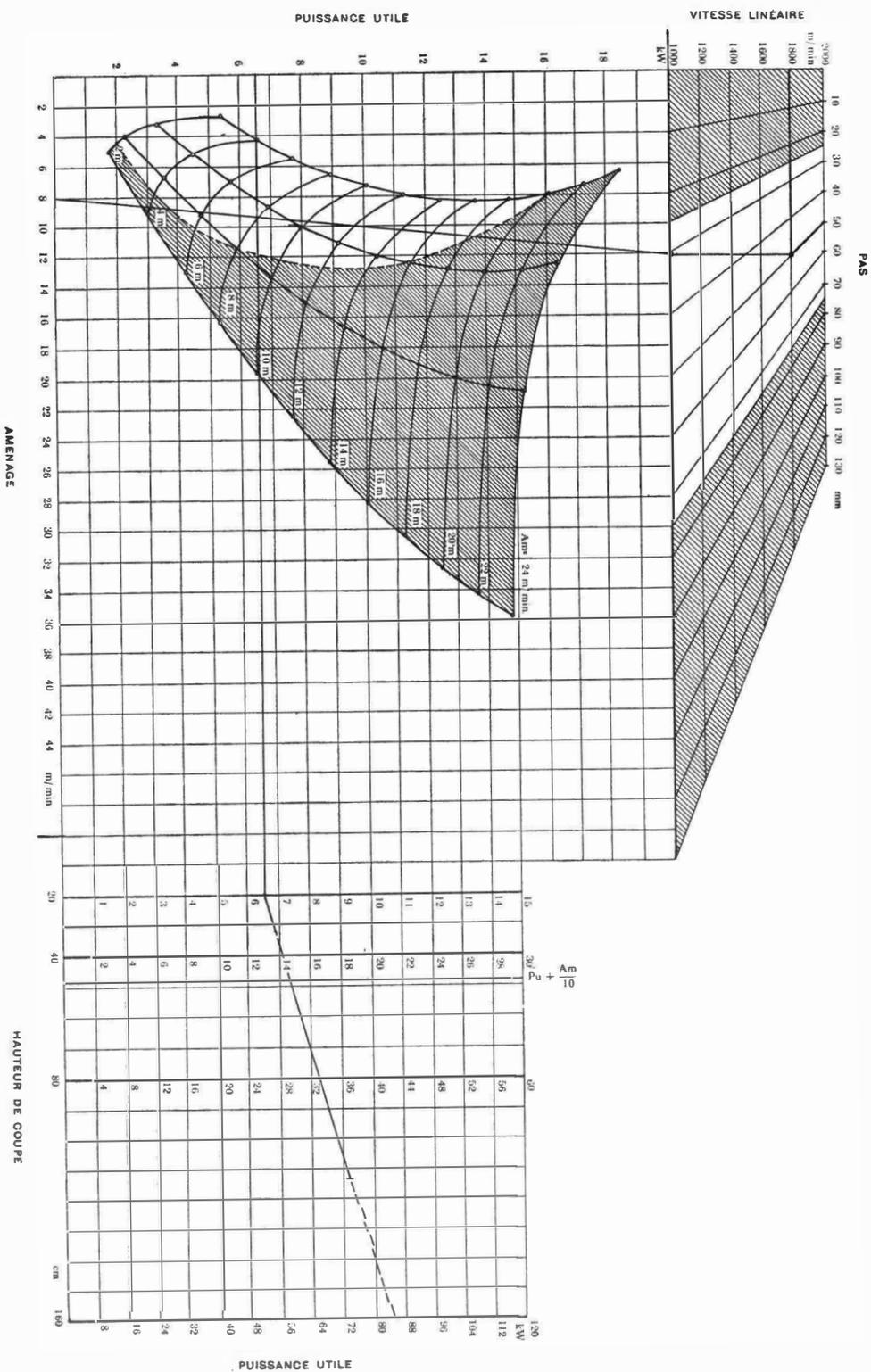


FIG. 7.

NOTICE EXPLICATIVE
CONCERNANT
L'UTILISATION DE L'ABAQUE DE SCIAGE

RECHERCHE DE LA PUISSANCE

On relie, par une droite, la projection sur l'abscisse des 1.000 m, du point de jonction de la vitesse de passage de l'outil (1.800 m/min) et du pas (50 mm) retenus au point correspondant, sur l'abscisse des amenages, à la vitesse d'amenage du bois imposée (8 m/min).

Cette droite coupe la courbe de variations de la puissance correspondant à la vitesse d'amenage susdite en un point qui définit la puissance utile requise pour le sciage d'un bois de 20 cm de hauteur, dans les conditions exposées, soit, par exemple, 6,5 kW.

A quelque distance de l'ordonnée de puissance, et parallèlement à celle-ci, on a édifié une verticale graduée suivant la même échelle et sur laquelle on reporte la valeur Puissance + $\frac{\text{Amenage}}{10}$, soit, dans l'exemple proposé, $6,5 + \frac{8}{10} = 7,3$.

On relie les deux points en question et la droite obtenue et prolongée donne, pour les différentes hauteurs de coupe, la valeur de la puissance utile.

La hauteur limite est définie, sur cette droite, par la valeur correspondant à la hauteur en centimètres tirée de la formule :

$$\frac{\text{Pas} \times V_l}{\text{Am} \times 100} \text{ soit, pour l'exemple retenu, } \frac{50 \times 1.800}{8 \times 100} = 112,5 \text{ cm.}$$

On peut alors facilement, dans tous les cas, déterminer par interpolation la valeur de cette puissance. Dans le cas de l'exemple, il s'agirait de ± 52 kW.

De la même manière, on peut évidemment déterminer la valeur de n'importe quel autre facteur, soit le pas, la vitesse d'amenage ou la vitesse de l'outil, la plus intéressante pour une puissance utile imposée.

ÉTUDE DU SCIAGE
DE
GUAREA CEDRATA (A. CHEV.) PELLEGR.

§ 1. LES CONDITIONS DE TRAVAIL

a) **Le matériel d'expérimentation.**

Les essais de sciage sur *Guarea cedrata* ont été effectués à l'aide d'une dosseuse Brenta, de 125 cm de diamètre de volant, équipée de variateurs de vitesses et d'appareils de mesures tels que décrits dans des publications antérieures ⁽¹⁾.

Les expériences ont porté sur deux grumes; la première, provenant de Yangambi, a été fournie par les soins de l'I.N.É.A.C. sous le n° 659 avec les spécifications suivantes :

Hauteur totale de l'arbre : 29 m;
Hauteur du fût : 17 m;
Hauteur de l'empatement : 2 m;
Défilement : 6,6 cm/m;
Circonférence à 0 m : 2,52 m;
Circonférence à 5 m : 1,80 m.

Cette grume a été affectée au Laboratoire forestier du numéro d'ordre 320.

La seconde grume, provenant du lac Léopold II, portait l'indication LHI et correspond à l'herbier Cauwe n° 3008.

Cette grume présentait une longueur de 3 m et une circonférence médiane de 2,29 m.

Il lui a été conféré le n° 324.

b) **Technique générale d'expérimentation.**

La méthode expérimentale suivie a été exposée dans son ensemble dans la publication d'introduction ⁽¹⁾.

Tous les essais ont été réalisés sur quartier, l'outil se déplaçant du cœur vers l'aubier; en outre, la progression du sciage s'est toujours faite de la base de l'arbre vers son sommet.

⁽¹⁾ ANTOINE, R. C. et LALOYAX, L. E., *op. cit.*

§ 2. SPÉCIFICATION DE L'OUTIL

Deux caractéristiques de l'outil ont été envisagées au cours de cette étude, soit l'angle d'attaque et la forme de la denture.

a) Étude de l'angle d'attaque.

Le bois : n° 320.

L'outil : Deux angles d'attaque ont été expérimentés, soit 15 et 25°.

Les lames utilisées pour ces essais sont caractérisées par une denture LF. de 50 mm de pas. La voie, conférée par écrasement, est de 2,4 mm.

Les indicatifs de lames sont, par conséquent, respectivement :

LF.15.50.E; LF.25.50.E ⁽¹⁾.

Technique particulière : L'essai a été réalisé à une vitesse linéaire de l'outil constante, fixée à 1.200 m/min.

Quatre vitesses d'amenage du bois ont été sollicitées afin de contrôler l'influence de l'angle d'attaque à différentes épaisseurs de copeau. Afin d'éviter d'avoir recours à des traits-témoins, chaque essai a été répété suivant la combinaison suivante :

Numéro du trait	Vitesse d'amenage du bois (m/min)	Angle d'attaque (°)
—	—	—
1	5	15
2	5	25
3	5	15
4	5	25
5	10	15
6	10	25
7	10	15
8	10	25
9	15	15
10	15	25
etc.	etc.	etc.

Le travail spécifique en kW est obtenu au départ de la valeur moyenne des traits réalisés dans les mêmes conditions.

Résultats et interprétation : Les résultats de cet essai figurent au tableau VI.

(1) L'indicatif d'une denture définit d'abord son type, — soit Laboratoire forestier, — ensuite, successivement, l'angle d'attaque, le pas et le mode de voie.

TABLEAU VI. — Travail spécifique en fonction de l'angle d'attaque.
Influence de la vitesse d'aménage du bois.

Numéro du trait	Angle d'attaque (°)	Amenage (m/min)	Travail spécifique moyen (kW/s)
2- 5	15	5	1,90
3- 6	25	5	1,88
8-11	15	10	1,65
9-12	25	10	1,66
14-17	15	15	1,61
15-18	25	15	1,65
20-23	15	20	1,68
21-24	25	20	1,69

La représentation graphique de ces résultats fait l'objet de la figure 8. Il ressort de l'examen de celle-ci que les angles d'attaque sollicités ont une influence spécifique très faible sur le travail à l'outil. Nous avons adopté, en raison d'essais effectués sur d'autres bois et dans le souci d'uniformiser les caractéristiques des lames, l'angle d'attaque de 25°. Cet angle servira par conséquent à tous les essais postérieurs concernant l'étude du sciage de *Guarea cedrata*.

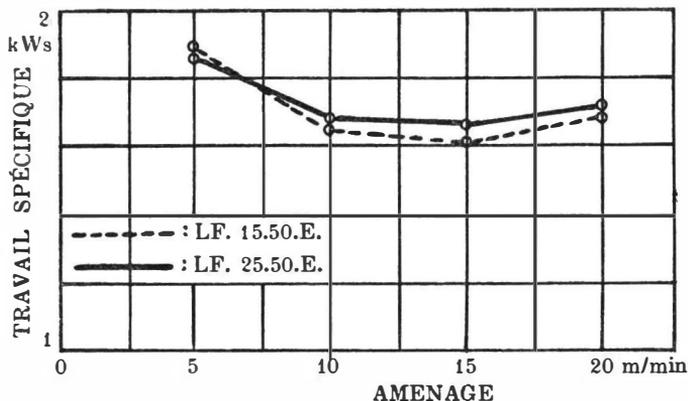


FIG. 8. — Travail spécifique en fonction de la vitesse d'aménage du bois.
Influence de l'angle d'attaque.

b) **Étude comparative de la forme des dents.**

La détermination de l'angle d'attaque s'est effectuée au départ de la denture renforcée LF.

Ayant adopté l'angle d'attaque le plus favorable, soit 25° , nous avons comparé entre elles deux formes de dentures caractérisées par des profils différents, excluant les formes conventionnelles (dentures mariées et gencives), dont nous avons montré par ailleurs le logement insuffisant.

1° Le bois : n° 320.

2° L'outil : Les deux lames ayant servi à cet essai sont caractérisées par les indicatifs suivants :

LF.25.50.E; voie 2,4 mm; profondeur de dent 14 mm;

Perroquet PLF.25.50.E; voie 24/10 mm; profondeur de dent 14 mm.

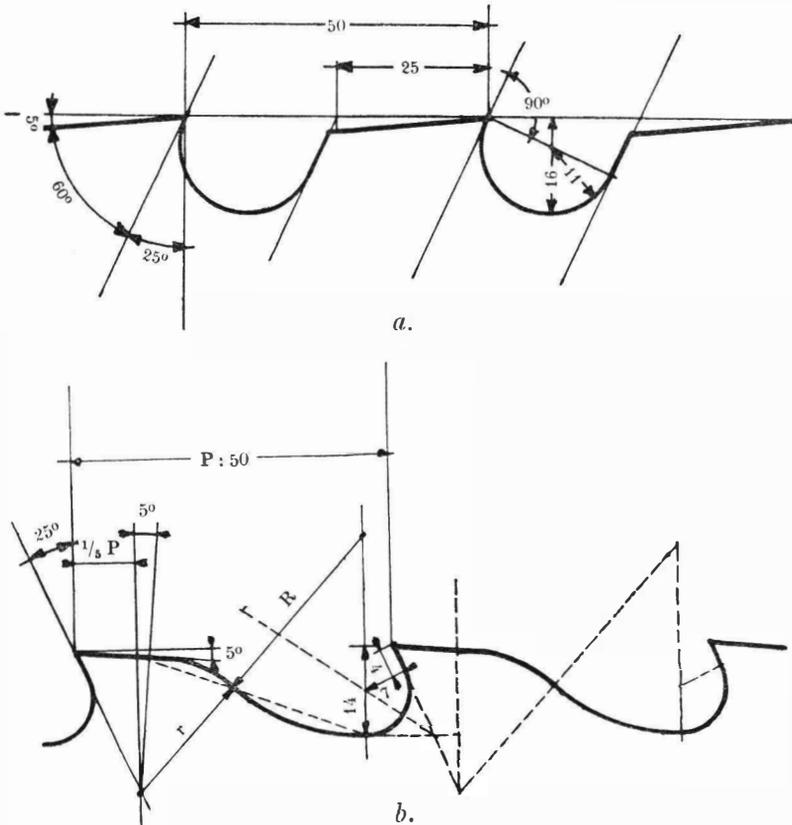


FIG. 9. — a : Denture LF.25.50.E; b : Denture PLF.25.50.E.

3^o Technique particulière : Vitesse linéaire de l'outil constante égale à 1.200 m/min. Vitesse d'aménage du bois variable de 10 à 25 m/min.

4^o Résultats et interprétation : Les résultats de cet essai figurent au tableau VII, qu'illustre la figure 10.

TABLEAU VII. — Travail spécifique en fonction de la forme de la dent.
(Vitesse d'aménage du bois variable.)

Numéro du trait	Type de lame	Amenage (m/min)	Travail spécifique (kW _s)
116	LF.	10	1,66
120	PLF.	10	1,61
122	LF.	15	1,48
126	PLF.	15	1,45
128	LF.	20	1,52
132	PLF.	20	1,47
134	LF.	25	1,56
136	PLF.	25	1,58

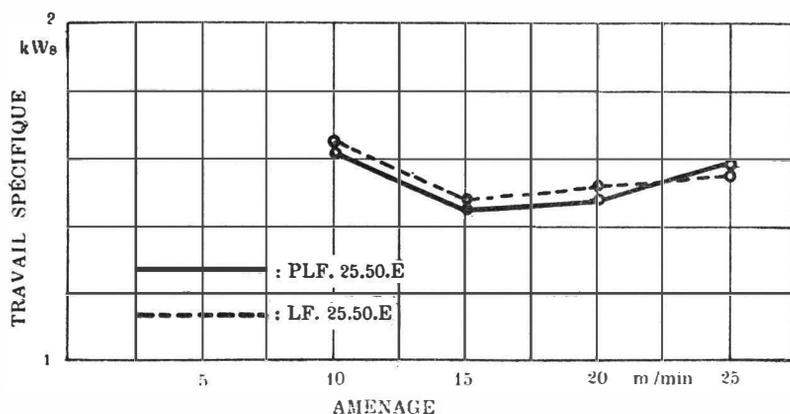


FIG. 10. — Travail spécifique en fonction de la vitesse d'aménage du bois.
Influence de la forme de la dent.

On y constate que la denture perroquet requiert une énergie légèrement inférieure à la denture LF.

Signalons cependant qu'aux grandes morsures, la denture LF. reprend l'avantage, ce qui pourrait être dû à un logement utile plus spacieux.

Conclusion : La forme plus harmonieuse de la denture perroquet pourrait inciter à adopter celle-ci, de préférence à la denture LF., en raison des facilités plus grandes d'affûtage.

On peut, par conséquent, pour le débit de *Guarea cedrata*, conseiller une denture perroquet, dont les normes de réalisation établies au Laboratoire forestier sont représentées sur le schéma côté de la figure 9.

Cette denture sera désignée ultérieurement sous l'indicatif PLF.

§ 3. ÉTUDE DES CONDITIONS DE TRAVAIL ET SÉLECTION DES FACTEURS DÉTERMINANT L'UTILISATION RATIONNELLE DE L'OUTIL

a) Influence des variations de la vitesse d'aménagement du bois.

1° Le bois : n° 320.

2° L'outil : LF.25.50.E.

3° Technique particulière : Vitesse linéaire de l'outil constante : 1.200 m/min. Vitesse d'aménagement du bois variable de manière à obtenir des épaisseurs de copeau de 100, 200, 400, 600, 800, 1.000, 1.200 et 1.400 μ .

4° Résultats et interprétation : Ainsi qu'il a été exposé dans une publication antérieure ⁽¹⁾, toute variation de la vitesse d'aménagement du bois doit se traduire par une variation exclusive de la puissance au tranchage, suivant la formule :

$$Pu_x = Pu_{\text{réf.}} \cdot \frac{Am_x}{Am_{\text{réf.}}} + \left(\frac{Am_{\text{réf.}} - Am_x}{Am_{\text{réf.}}} \right) \cdot Nd \cdot a,$$

de forme générale $y = ax + b$, donnant lieu à une droite dont l'ordonnée positive à l'origine est égale à $Nd \cdot a$.

Il serait donc possible, à l'aide de cette formule, de déterminer la valeur de a , au départ de deux résultats expérimentaux.

(1) ANTOINE, R. C., *op. cit.*

Les résultats obtenus au cours de cet essai figurent au tableau VIII.

TABLEAU VIII. — Variations de la puissance en fonction de la vitesse d'amenage du bois. (Vl constante : 1.200 m/min.)

Numéro du trait	Amenage (m/min)	Épaisseur de copeau (μ)	Puissance utile moyenne (kW)	Écart de puissance	Travail spécifique (kWs)
139-140	2,4	100	2,15	1,05	2,14
142-143	4,8	200	3,20	2,10	1,60
145-146	9,6	400	5,30	2,09	1,33
148-149	14,4	600	7,39	2,38	1,23
151-152	19,2	800	9,77	2,49	1,22
154-155	24,0	1.000	12,26	4,31	1,23
157-158	28,8	1.200	16,57		1,38

Adoptons, comme cas de référence, les conditions suivantes, correspondant aux traits nos 142-143, pour lesquels $P_u = 3,20$ kW :

Hauteur : 20 cm;

Pas : 50 mm;

Vitesse linéaire de l'outil : 1.200 m/min;

Vitesse d'amenage du bois : 4,8 m/min;

Épaisseur de copeau : 200 μ ;

Nombre de dents engagées : 4.

Pour un amenage de 9,6 m/min, la puissance à l'outil est égale, d'après les valeurs expérimentales, à 5,30 kW. Introduisant ces valeurs dans la formule précitée, on obtiendrait que :

$$3,20 \cdot \frac{9,6}{4,8} + \left(\frac{4,8 - 9,6}{4,8} \right) 4 \cdot a = 5,30 \text{ kW}$$

où $4 a = 6,40 - 5,30 = 1,10$ kW.

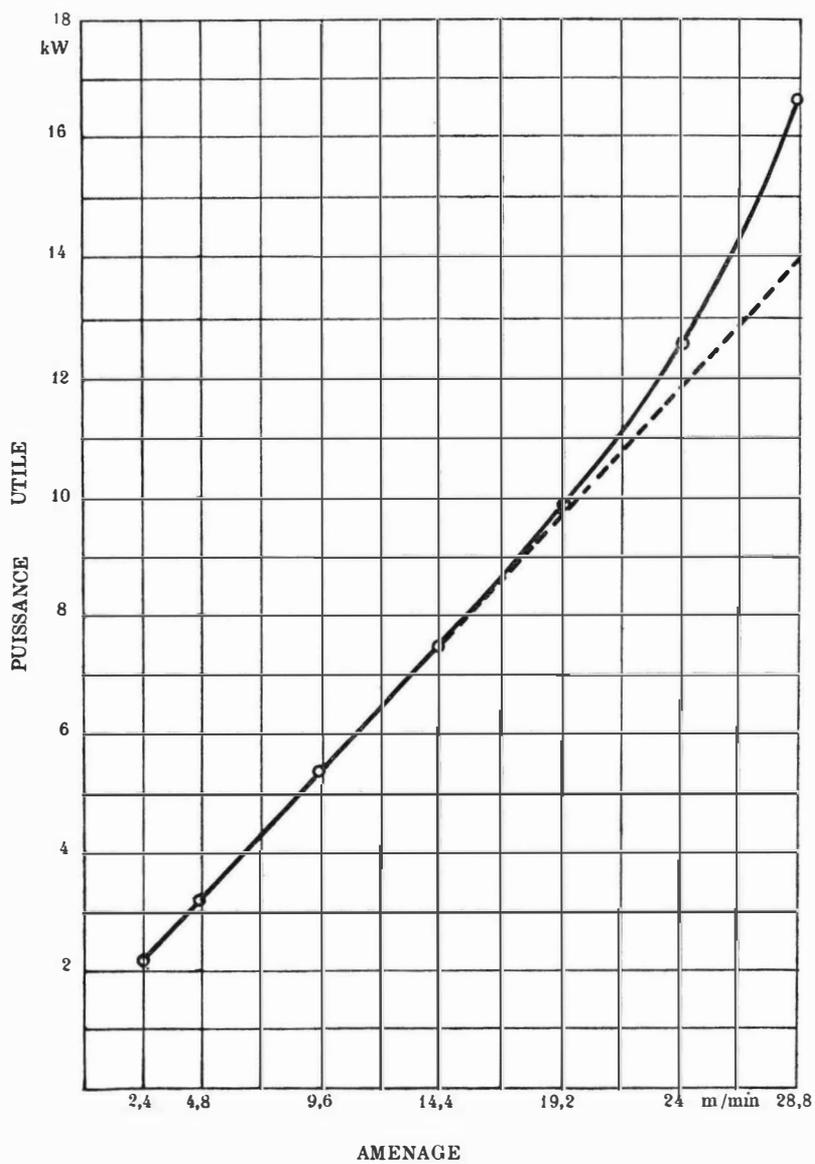


FIG. 11. — Puissance utile en fonction de la vitesse d'aménage du bois.
(V_1 constant : 1.200 m/mm.)

A titre de contrôle, il fallait vérifier si cette valeur de $4a$ convenait effectivement pour les autres épaisseurs de copeau.

Il suffit, pour ce faire, de soustraire de chacune des valeurs P_u , la valeur de l'écart entre P_u correspondant à une épaisseur de copeau double et P_u envisagée.

On constate, de cette manière, que la formule est valable jusqu'à une épaisseur de copeau de 400μ . En fait, l'écart entre 600 et 400μ étant de $2,09$ ($2,10$ pour 200μ d'écart entre 400 et 200μ) établit

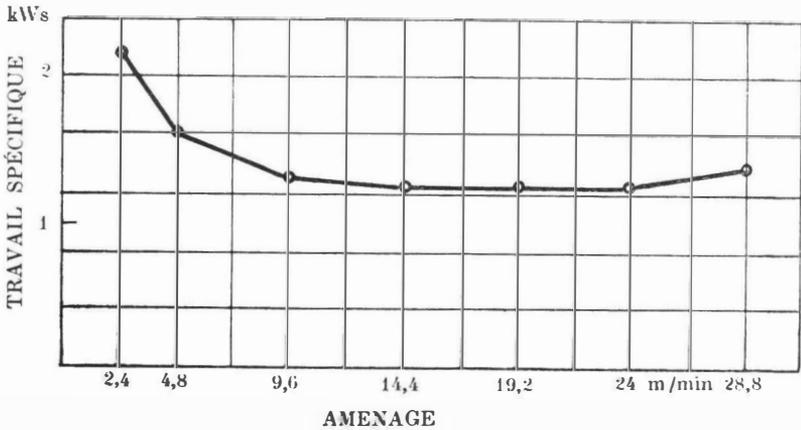


FIG. 12. — Travail spécifique en fonction de la vitesse d'amenage du bois.
(V_l constant : 1.200 m/min.)

que la puissance correspondant à 600μ participe également de la variation linéaire.

Au départ des valeurs $3,20$ et $5,30$, on peut tracer la courbe idéale des variations de la puissance utile en fonction de la vitesse d'amenage du bois (fig. 11, p. 31).

Si nous reportons sur le graphique idéal, les valeurs expérimentales pour les différentes vitesses d'amenage, on constate une concordance parfaite jusqu'à un amenage de $16,8$ m/min, à partir duquel on note une augmentation plus accentuée et progressive de la puissance.

On peut admettre que l'épaisseur de copeau optimum se situe vers le début de ce décrochage de la droite qui serait imputable à un frottement consécutif à la saturation du logement utile ou à une difficulté du copeau à être réduit suivant le profil de logement.

La conversion de ces résultats en travail spécifique donne lieu à la courbe à minimum faisant l'objet de la figure 12.

L'examen de ce graphique met en évidence l'épaisseur de copeau optimum qui se situerait autour de 800 μ , correspondant à une vitesse d'amenage de 19,2 m/min.

Conclusion : On peut conclure de ces résultats que l'épaisseur de copeau optimum pour une hauteur de coupe de 20 cm et le type de denture employé est de 800 μ . Cette épaisseur de copeau, pour la vitesse de l'outil de 1.200 m/min, correspond à une vitesse d'amenage de 19,2 m/min.

On retiendra également de cet essai que la puissance au tranchage par dent, dans les conditions de dureté spécifiques, est égale à

$$\frac{1,10}{Nd} = 0,275 \text{ kW.}$$

b) **Influence des variations de la vitesse de passage de l'outil.**

1° Le bois : n^{os} 320-324.

2° L'outil : LF.25.50.E.

3° Technique particulière : L'essai n'a pas été réalisé à proprement parler. Les résultats proviennent d'expériences individuelles effectuées indépendamment les unes des autres. Les résultats ont été comparés par le simple jeu des rectifications. Théoriquement, les variations de la puissance en fonction de la vitesse linéaire de l'outil doivent se traduire par la formule :

$$Pu_x = Pu_{\text{réf.}} + \left(\frac{Lv_x - Lv_{\text{réf.}}}{Lv_{\text{réf.}}} \right) \cdot Nd a.$$

Conservons comme conditions de référence les conditions dites précédemment pour lesquelles Pu était égale à 3,20 kW.

Théoriquement, une vitesse de l'outil de 600 m/min devrait donner :

$$Pu_x = 3,20 + \left(\frac{600 - 1.200}{1.200} \right) 4 \cdot 0,275 = 2,65;$$

en fait, la valeur expérimentale = 2,66 (1).

On peut donc admettre que les résultats expérimentaux s'intègrent parfaitement dans le cadre théorique.

(1) Traits expérimentaux n^{os} 177 et 178.

c) **Influence des variations conjuguées de la vitesse d'amenage du bois et de la vitesse linéaire de l'outil.**

1° Le bois : n^{os} 320-324.

2° L'outil : LF.25.50.E.

3° **Technique particulière** : On fait varier la vitesse linéaire de l'outil et la vitesse d'amenage du bois dans une même proportion, conservant ainsi un caractère constant à l'épaisseur de copeau expérimentale. Les essais ont été répétés pour deux épaisseurs de copeau inférieures à l'épaisseur optimum, soit 200 et 400 μ .

4° **Résultats et interprétation** : Les résultats de cet essai, rectifiés les uns par rapport aux autres en fonction de l'hétérogénéité du bois, sont repris dans le tableau IX.

TABLEAU IX.

Puissance utile, puissance utile moyenne et puissance utile moyenne rectifiée par rapport à la dureté du bois, en fonction des variations conjuguées de la vitesse d'amenage du bois et de la vitesse de l'outil.

(Épaisseur de copeau constante : 200 μ .)

Numéro du trait	Vitesse de l'outil (m/min)	Amenage (m/min)	Épaisseur de copeau (μ)	Pu (kW)	Pu moyenne (kW)	Pu moyenne rectifiée par rapport à la dureté du cas de référence (kW)
164	600	2,4	200	1,75	1,75	1,60
165	600	2,4	200	1,76		
167	1.200	4,8	200	3,34	3,45	3,15
168	1.200	4,8	200	3,56		
170	1.800	7,2	200	5,14	5,34	4,87
171	1.800	7,2	200	5,53		
173	2.400	9,6	200	7,61	7,61	6,95
174	2.400	9,6	200	7,62		

La formule des variations de Pu en fonction des variations conjuguées de la vitesse de l'outil et de la vitesse d'amenage du bois est la suivante :

$$Pu_x = Pu_{réf.} \frac{Am_x}{Am_{réf.}} + \left(\frac{Am_{réf.} - Am_x}{Am_{réf.}} + \frac{Lv_x - Lv_{réf.}}{Lv_{réf.}} \right) \cdot Nd a.$$

L'application de cette formule au départ du cas de référence donnerait les valeurs suivantes :

Vitesse linéaire de l'outil	Vitesse d'aménage du bois	Puissance
—	—	—
600	2,4	1,60
1.200	4,8	3,20
1.800	7,2	4,80
2.400	9,6	6,40

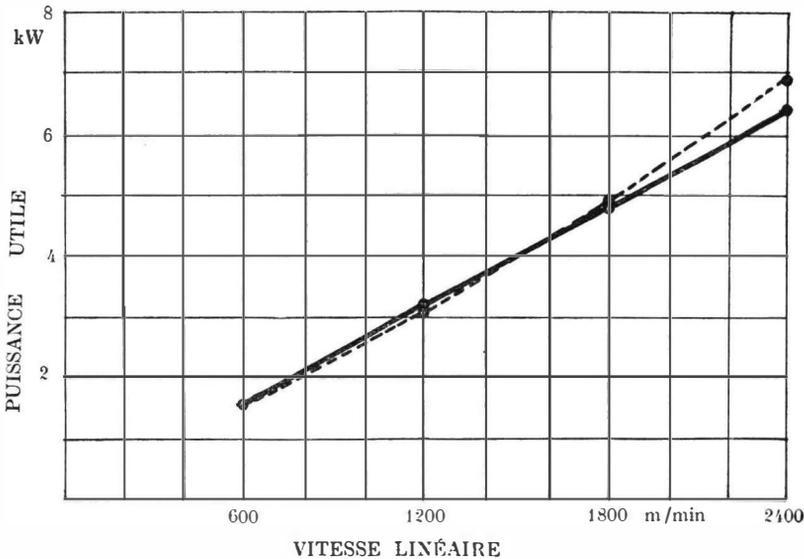


FIG. 13. — Puissance utile au sciage en fonction de la vitesse de l'outil.
(Épaisseur de copeau constante : 200 μ .)

En trait plein : valeurs calculées; en traits interrompus : valeurs expérimentales.

Il est clair que les résultats expérimentaux sont parfaitement acceptables.

On remarque en outre que l'ordonnée est nulle, ce qui est parfaitement logique, puisqu'elle correspond à V_l et $A_m = 0$.

Signalons également que la valeur expérimentale correspondant à la vitesse de 2.400 m/min s'écarte délibérément de la valeur théorique.

L'explication de ce phénomène réside vraisemblablement dans la grande vitesse de passage de l'outil jointe à une faible épaisseur de copeau (200μ). Ce dernier subit probablement une réduction, par le

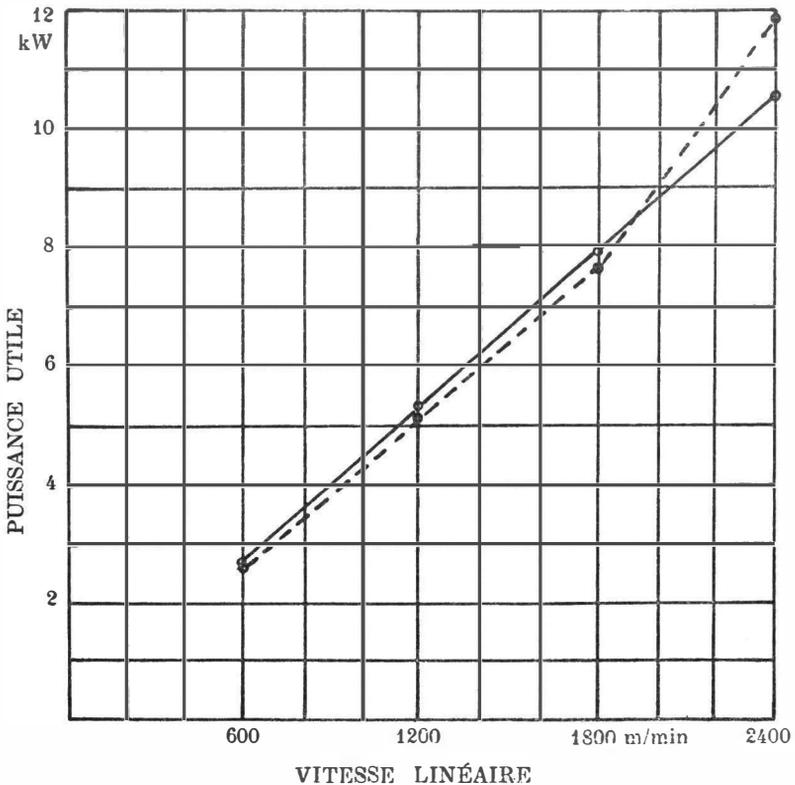


Fig. 14. — Puissance utile au sciage en fonction de la vitesse de l'outil.
(Épaisseur de copeau constante : 400μ .)

En trait plein : valeurs calculées; en traits interrompus : valeurs expérimentales.

passage instantané de l'état statique à une vitesse de près de 150 km/h , qui lui permettrait de s'introduire entre le corps de lame et le bois, engendrant de cette manière un frottement.

L'expérience a été reprise pour une épaisseur de copeau de 400μ . Les résultats expérimentaux en sont groupés parallèlement aux valeurs théoriques dans le tableau X et font l'objet de la figure 14.

TABLEAU X. — Puissance utile moyenne, puissance utile rectifiée par rapport à la dureté du bois et puissance théorique, en fonction des variations conjuguées de la vitesse d'aménagement du bois et de la vitesse de l'outil.

(Épaisseur de copeau constante : 400 μ .)

Numéro du trait	Vitesse de l'outil (m/min)	Amenage (m/min)	Épaisseur de copeau (μ)	Pu moyenne (kW)	Pu rectifiée (kW)	P théorique (kW)
177-178	600	4,8	400	2,88	2,62	2,65
180-181	1.200	9,6	400	5,56	5,13	5,30
183-184	1.800	14,4	400	8,43	7,70	7,95
186-187	2.400	19,2	400	13,03	11,90	10,60

La conclusion reste la même quant à l'idonéité des résultats expérimentaux et quant à l'augmentation de puissance aux grandes vitesses de passage de l'outil.

d) Influence de la hauteur de coupe.

1° Le bois : n° 324.

2° L'outil : LF.25.50.E (1).

3° Technique particulière : Un équerri de 1,60 \times 0,40 m de section latérale est divisé par une diagonale donnant lieu à deux triangles rectangles.

Chacun de ces triangles est successivement offert à la morsure de la lame, le débit s'effectuant de la pointe vers la partie la plus haute (40 cm).

L'emploi successif des deux triangles est destiné à éliminer l'influence locale d'éventuels facteurs d'hétérogénéité.

(1) Encore qu'il ait été établi, dans le paragraphe précédent, que la denture perroquet était préférable à la denture LF. pour le débit de *Guarea cedrata*, des raisons de convenance nous ont conduit à utiliser les lames que nous possédions. Nous avons, de ce fait, achevé cette étude à l'aide de lames LF. pour lesquelles le travail spécifique est d'ailleurs sensiblement égal à celui des lames perroquet. L'avantage essentiel de cette dernière résidant dans une plus grande facilité d'affûtage, cette considération n'a pas d'influence sur la valeur des résultats obtenus.

Au cours du sciage, le wattmètre enregistre une variation continue de la puissance en fonction de la hauteur croissante. L'allure de ces variations se présente sous forme d'une courbe.

On repère sur l'abscisse du graphique d'enregistrement trois points correspondant à des hauteurs parfaitement déterminées dans le triangle de bois. Pour chacun de ces points, on mesure la puissance totale instantanée. De celle-ci, on défalque la puissance à vide en tenant compte des coefficients de rendement du moteur et des organes de transmission (variables suivant la hauteur). Il en résulte la puissance utile propre à chacune des hauteurs envisagées. Adoptant l'une de ces puissances utiles comme valeur de référence et appliquant la formule théorique des variations de la puissance en fonction de la hauteur de coupe ⁽¹⁾, on peut, de cette manière, déterminer la valeur du coefficient *c*.

Les essais ont été effectués à une vitesse de l'outil constante de 600 m/min.

4° Résultats et interprétation : Les résultats de cet essai figurent au tableau XI où ils ont été ramenés à leur valeur moyenne.

TABLEAU XI. — Puissance totale (*Pc*), puissance à vide (*Po*) et puissance utile (*Pu*) en fonction de la hauteur de coupe.

(Valeurs expérimentales.)

Hauteur de coupe (cm)	$P_c R_m R_v$ (kW)	$P_o r_m r_v$ (kW)	<i>Pu</i> (kW)
10	4,482	3,319	1,163
20	5,673	3,319	2,354
30	6,928	3,319	3,609

Remarquons, dès l'abord, que la valeur correspondant à la hauteur de référence, soit 20 cm, est égale à 2,354, alors que cette même

$$(1) \quad Pu_x = Pu_{réf.} \left[\frac{H_x}{H_{réf.}} + \frac{H_x}{H_{réf.}} \left(Nd_{Hx} - Nd_{Hréf.} \right) \right] \cdot c.$$

valeur, d'après les essais antérieurs, aurait été de 2,30 suivant la formule :

$$Pu_x = Pu_{réf.} \cdot \frac{Am_x}{Am_{réf.}} + \left(\frac{Am_{réf.} - Am_x}{Am_{réf.}} + \frac{Vl_x - Vl_{réf.}}{Vl_{réf.}} \right) \cdot Nd \ a$$

où $Pu_{réf.} = 3,20$ pour $Vl_{réf.} = 1.200$ m/min
 $Am_{réf.} = 4,8$ m/min (cfr p. 31).

Ce qui donnerait :

$$Pu_x = 3,20 \cdot \frac{4}{4,8} + \left(\frac{4,8 - 4}{4,8} + \frac{600 - 1.200}{1.200} \right) \cdot 1,10$$

où $Pu_x = 2,30.$

La comparaison entre cette valeur calculée (2,300) et la valeur expérimentale (2,354) traduit une légère variation dans la dureté du bois, variation dont il sera tenu compte dans la détermination définitive du facteur *c*.

En première approximation, on peut déduire la valeur de *c* d'après les valeurs de *Pu* aux différentes hauteurs de coupe.

Prenons, par exemple, les valeurs correspondant à des hauteurs de 20 et 30 cm, soit 2,354 et 3,609 kW ⁽¹⁾.

L'application de la formule générale des variations de *Pu* en fonction de la hauteur ⁽²⁾ donne :

$$3,609 = 2,354 \cdot \left[\frac{30}{20} + \frac{30}{20} (6 - 4) \right] c$$

d'où $3c = 0,078$

et $c = 0,026.$

Corrigeant cette valeur par rapport à la dureté du bois employé dans les essais précédents, on obtiendrait que $c = 0,025$ kW.

⁽¹⁾ La valeur correspondant à une hauteur de 10 cm est toujours sujette à caution, en raison des difficultés de mesurer, avec précision, des dimensions très petites requérant un degré d'exactitude approchant du centième de millimètre.

⁽²⁾ $Pu_x = Préf. \cdot \left[\frac{H_x}{H_{réf.}} + \frac{H_x}{H_{réf.}} \left(Nd_{H_x} - Nd_{H_{réf.}} \right) \right] c.$

e) **Détermination de la puissance requise par le double cisaillement latéral.**

La connaissance des facteurs a (0,275) et c (0,025) nous permet de déduire la valeur de b (puissance requise par le double cisaillement latéral).

P_u , correspondant aux conditions de référence :

$$3,20 = 4 (a + b + c) = 1,10 + 0,10 + 4 b$$

d'où $4 b = 2$

et $b = 0,500 \text{ kW}$.

§ 4. CONCLUSIONS GÉNÉRALES ET ÉLABORATION DE L'ABAQUE DE SCIAGE DE *GUAREA CEDRATA*

Les conditions les plus intéressantes pour le débit de *Guarea cedrata* ont été développées au cours de la présente étude consacrée au sciage de ce bois.

Nous pouvons en résumer l'essentiel :

1° L'outil : Denture renforcée, type PLF. ou LF.; angle d'attaque de 25°; pas de 50 mm.

2° L'épaisseur de copeau : 800 μ pour 20 cm de hauteur de coupe et pour la denture précitée.

3° La vitesse de l'outil : 1.800 m/min.

La vitesse d'amenage du bois, pour une denture déterminée, sera fonction de la hauteur de coupe et de la puissance disponible, soit finalement, de l'épaisseur de copeau admissible. Celle-ci dépendra, en effet, des disponibilités du logement utile et de la puissance ainsi que de la hauteur du trait.

L'exploitation des différentes formules développant les possibilités de variation des facteurs du sciage ⁽¹⁾ permet de calculer les variations théoriques de la puissance utile en fonction des variations de ces facteurs, tels la vitesse de l'outil, la vitesse d'amenage du bois, le pas et la hauteur de coupe.

(1) ANTOINE, R. C., *op. cit.*

Le tableau XII donne une série de ces résultats calculés d'après la valeur expérimentale des facteurs *a*, *b* et *c*.

Les valeurs contenues dans ce tableau serviront de base à la construction de l'abaque propre au sciage de *Guarea cedrata*. Ces valeurs sont toutefois partiellement théoriques en ce sens qu'elles ne valent qu'en deçà de l'épaisseur de copeau optimum, soit ici 800 μ , et qu'elles doivent tenir compte de la relation : volume du copeau/volume du logement utile, devant permettre une saine évacuation du copeau détaché.

Dans le but de rendre cet abaque plus efficace, nous nous sommes efforcés d'y délimiter la zone d'utilisation pratique.

De même, nous avons illustré le fonctionnement de l'abaque proposé par un exemple et une notice explicative (cfr. p. 23).

Rappelons enfin qu'à la puissance utile, il convient, en définitive, d'ajouter la puissance absorbée par la machine tournant à vide afin de connaître la puissance totale exigée — pour chaque condition de travail déterminée — par le sciage de *Guarea cedrata*.

TABLEAU XII. — **Puissance utile au sciage de *Guarea cedrata* en fonction de la vitesse d'amenage du bois, du pas et de la hauteur de coupe.**
(Vitesse de l'outil constante : 1.000 m/min.)

Amenage (m/min)	Pas (mm)	Hauteur de coupe (cm)				
		10	20	40	80	160
2	12,5	2,189	4,396	8,861	18,000	37,110
	25	1,273	2,562	5,194	10,666	24,444
	50	0,814	1,646	3,361	7,000	17,111
	100	0,585	1,187	2,444	5,167	13,444
4	12,5	2,545	5,125	10,389	21,333	44,888
	25	1,628	3,292	6,722	14,000	32,221
	50	1,170	2,375	4,889	10,333	24,888
	100	0,941	1,917	3,972	8,500	21,222
6	12,5	2,901	5,854	11,916	24,666	52,665
	25	1,984	4,021	8,250	17,333	39,999
	50	1,526	3,104	6,417	13,666	32,666
	100	1,297	2,646	5,500	11,833	28,999

Amenage (m/min)	Pas (mm)	Hauteur de coupe (cm)				
		10	20	40	80	160
8	12,5	3,257	6,583	13,444	27,999	60,443
	25	2,340	4,750	9,778	20,666	47,777
	50	1,882	3,833	7,944	17,000	40,444
	100	1,653	3,375	7,028	15,166	36,777
10	12,5	3,613	7,312	14,792	31,333	68,220
	25	2,696	5,479	11,305	24,000	55,554
	50	2,238	4,562	9,472	20,333	48,221
	100	2,009	4,104	8,555	18,500	44,555
12	12,5	3,969	8,042	16,500	34,666	75,998
	25	3,052	6,208	12,833	27,333	63,332
	50	2,594	5,292	11,000	23,666	55,999
	100	2,365	4,833	10,083	21,833	52,332
14	12,5	4,325	8,771	18,027	37,999	83,776
	25	3,408	6,937	14,361	30,666	71,109
	50	2,950	6,021	12,528	27,000	63,776
	100	2,720	5,562	11,611	25,166	60,110
16	12,5	4,680	9,500	19,555	41,332	—
	25	3,764	7,667	15,889	33,999	—
	50	3,306	6,750	14,055	30,333	—
	100	3,076	6,292	13,139	28,500	—
18	12,5	5,036	10,229	21,083	44,666	—
	25	4,120	8,396	17,416	37,333	—
	50	3,661	7,479	15,583	33,666	—
	100	3,432	7,021	14,666	31,833	—
20	12,5	5,392	10,958	22,611	47,999	—
	25	4,476	9,125	18,944	40,666	—
	50	4,017	8,208	17,111	36,999	—
	100	3,788	7,750	16,194	35,166	—
22	12,5	5,748	11,687	24,138	51,332	—
	25	4,832	9,854	20,472	43,999	—
	50	4,373	8,937	18,639	40,333	—
	100	4,144	8,479	17,722	38,499	—

Amenage (m/min)	Pas (mm)	Hauteur de coupe (cm)				
		10	20	40	80	160
24	12,5	6,104	12,416	25,666	54,666	—
	25	5,187	10,583	22,000	47,332	—
	50	4,729	9,667	20,166	43,666	—
	100	4,500	9,208	19,250	41,833	—
26	12,5	6,460	13,145	27,194	57,999	—
	25	5,543	11,312	23,527	50,666	—
	50	5,085	10,396	21,694	46,999	—
	100	4,856	9,937	20,778	45,166	—
28	12,5	6,816	13,875	28,722	61,332	—
	25	5,899	12,042	25,055	53,999	—
	50	5,441	11,125	23,222	50,332	—
	100	5,212	10,667	22,305	48,499	—
30	12,5	7,172	14,604	30,250	64,665	—
	25	6,255	12,771	26,583	57,332	—
	50	5,797	11,854	24,750	53,666	—
	100	5,568	11,396	23,833	51,832	—
32	12,5	7,528	15,333	31,777	67,999	—
	25	6,611	13,500	28,111	60,666	—
	50	6,153	12,503	26,277	56,999	—
	100	5,924	12,125	25,361	55,166	—
34	12,5	7,884	16,062	33,305	71,332	—
	25	6,967	14,229	29,638	63,999	—
	50	6,509	13,312	27,805	60,332	—
	100	6,279	12,854	26,889	58,499	—
36	12,5	8,239	16,791	34,833	74,665	—
	25	7,323	14,958	31,166	67,332	—
	50	6,865	14,042	29,333	63,666	—
	100	6,635	13,583	28,416	61,832	—
38	12,5	8,595	17,521	36,361	77,999	—
	25	7,679	15,687	32,694	70,665	—
	50	7,220	14,771	30,861	66,999	—
	100	6,991	14,312	29,944	65,166	—

Amenage (m/min)	Pas (mm)	Hauteur de coupe (cm)				
		10	20	40	80	160
40	12,5	8,951	18,250	37,888	81,332	—
	25	8,035	16,416	34,222	73,999	—
	50	7,576	15,500	32,388	70,332	—
	100	7,347	15,042	31,472	68,499	—

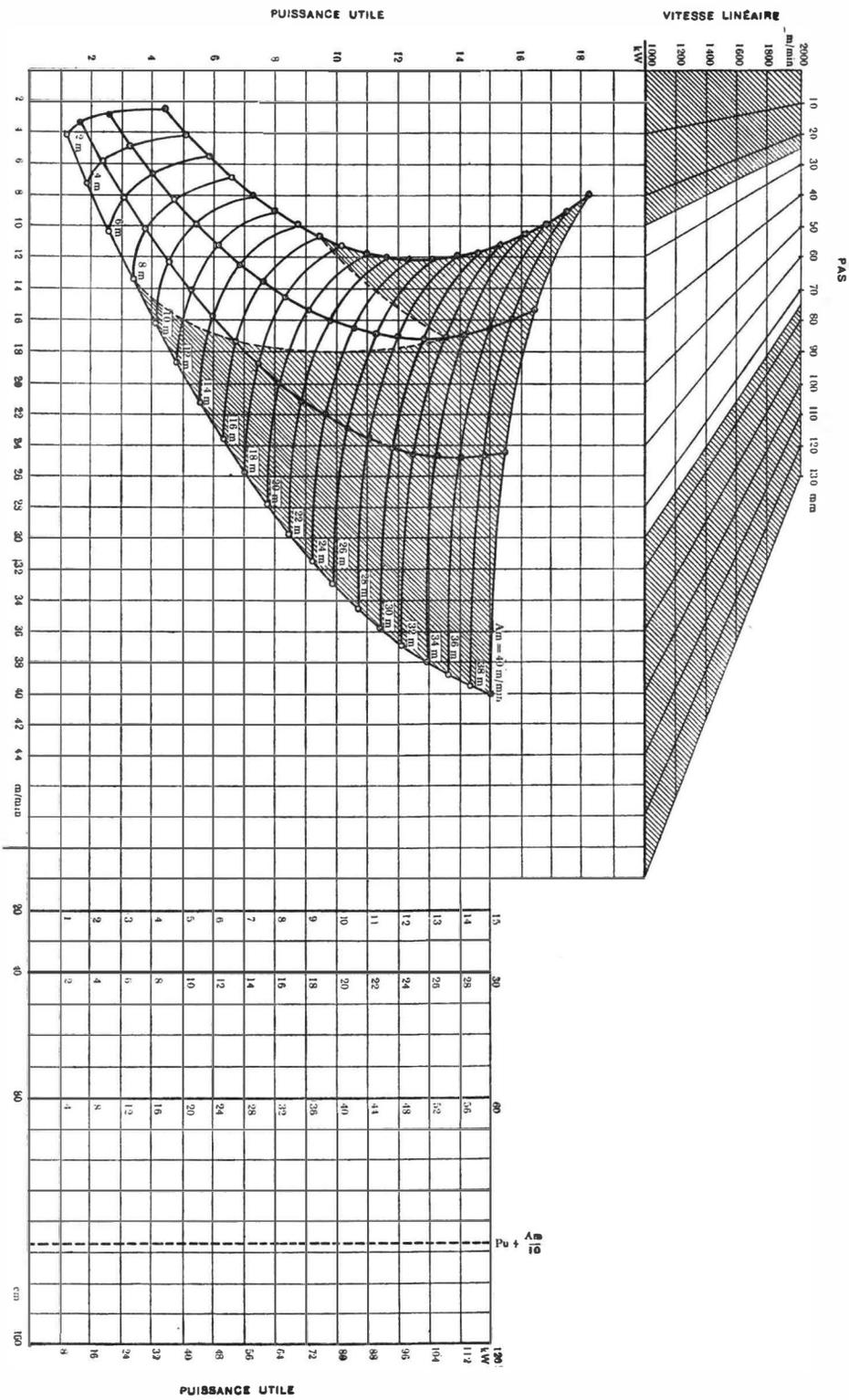


FIG. 15.

ÉTUDE DU SCIAGE
DE
CYNOMETRA ALEXANDRII C. H. WRIGHT.

§ 1. LES CONDITIONS DE TRAVAIL

a) Le matériel d'expérimentation.

Les essais de sciage sur *Cynometra alexandrii* ont été effectués à l'aide d'une dosseuse Brenta, de 125 cm de diamètre de volant, équipée de variateurs de vitesses et d'appareils de mesures tels que décrits dans des publications antérieures ⁽¹⁾.

Les expériences ont porté sur une grume, provenant de Yangambi, fournie par les soins de l'I.N.É.A.C. sous le n° 667 A, accompagnée des spécifications suivantes :

- Hauteur totale de l'arbre : 42 m;
- Hauteur du fût : 24,6 m;
- Hauteur de l'empattement : 5 m;
- Défilement : 4,1 cm/m;
- Circonférence à 0,0 m : 3,63 m;
- Circonférence à 5,0 m : 3,48 m;
- Circonférence à 10,0 m : 3,23 m;
- Circonférence à 15,0 m : 3,01 m;
- Circonférence à 19,6 m : 2,84 m.

Cette grume a été inscrite au registre du Laboratoire forestier sous le n° 331_A et a été débitée suivant le schéma représenté à la figure 16.

b) Technique générale d'expérimentation.

La méthode expérimentale suivie a été exposée dans son ensemble dans la publication d'introduction ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ ANTOINE, R. C. et LALOY AUX, L. E., *op. cit.*

Tous les essais ont été réalisés sur quartier, l'outil se déplaçant du cœur vers l'aubier; en outre, la progression du sciage s'est toujours faite de la base de l'arbre vers son sommet.

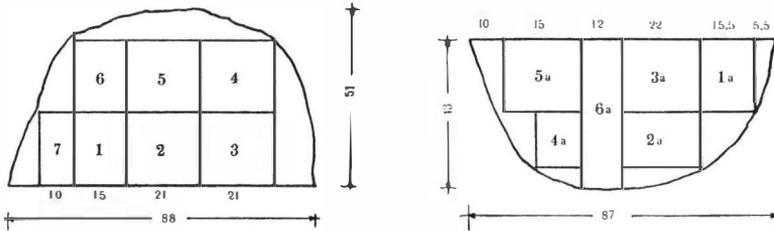


FIG. 16. — Mode de débit de la grume n° 331A.

§ 2. SPÉCIFICATION DE L'OUTIL

Seul l'angle d'attaque a été expérimenté chez *Cynometra alexandrii*, pour lequel nous avons, par ailleurs, adopté une denture LF. de 50 mm de pas qui s'est révélée intéressante dans des bois de dureté analogue.

TABLEAU XIII. — Puissance utile en fonction de l'angle d'attaque.
Influence de la vitesse d'amenage du bois.

Numéro du trait	Amenage (m/min)	Angle d'attaque (°)	Puissance utile moyenne (kW)
2-3	5	15	4,61
6-7	5	20	4,02
10-11	5	25	3,55
33-34	5	30	3,88
15-16	15	15	9,84
19-20	15	20	9,25
22-23	15	25	9,12
38-39	15	30	9,66

Les angles sollicités sont ceux de 15, 20, 25 et 30°.

Les traits expérimentaux ont été répétés et leurs groupes de deux séparés par un trait-témoin, réalisé dans des conditions invariables, soit la vitesse linéaire de l'outil (Vl) : 1.200 m/min et la vitesse d'amenage du bois (Am) : 6 m/min.

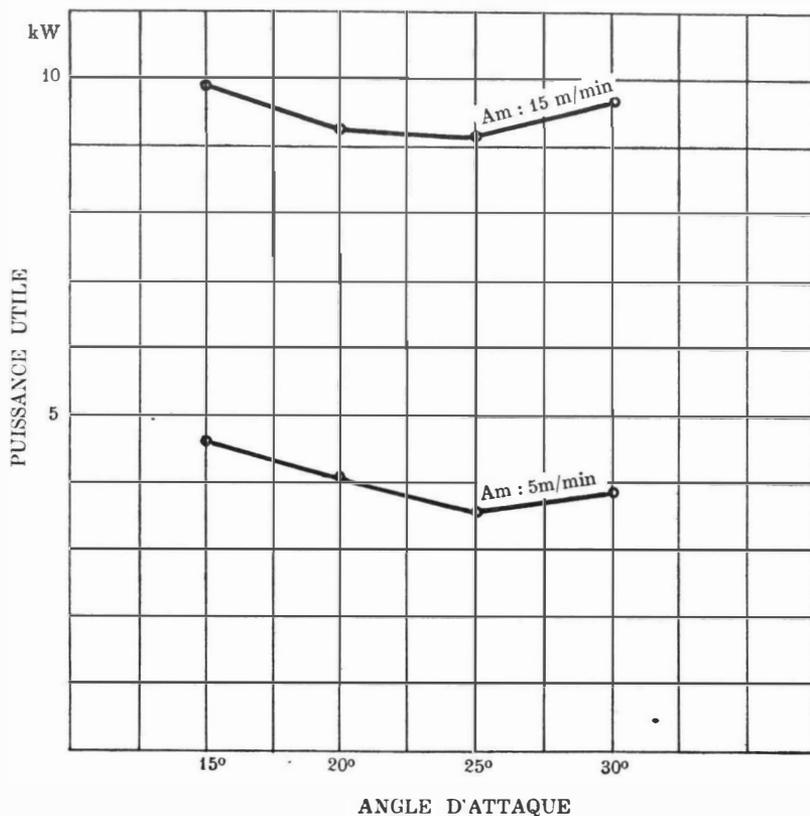


FIG. 17. — Puissance utile en fonction de l'angle d'attaque.
Influence de la vitesse d'amenage du bois.

L'expérience a été faite dans les conditions suivantes :

Le bois : n° 331A;

Vitesse de l'outil constante : 1.200 m/min;

Vitesse d'amenage du bois variable : 5 et 15 m/min.

Les résultats de cet essai, figurant au tableau XIII (p. 47) et repris par la figure 17, montrent l'avantage de l'angle de 25°, qui sera, par conséquent, adopté.

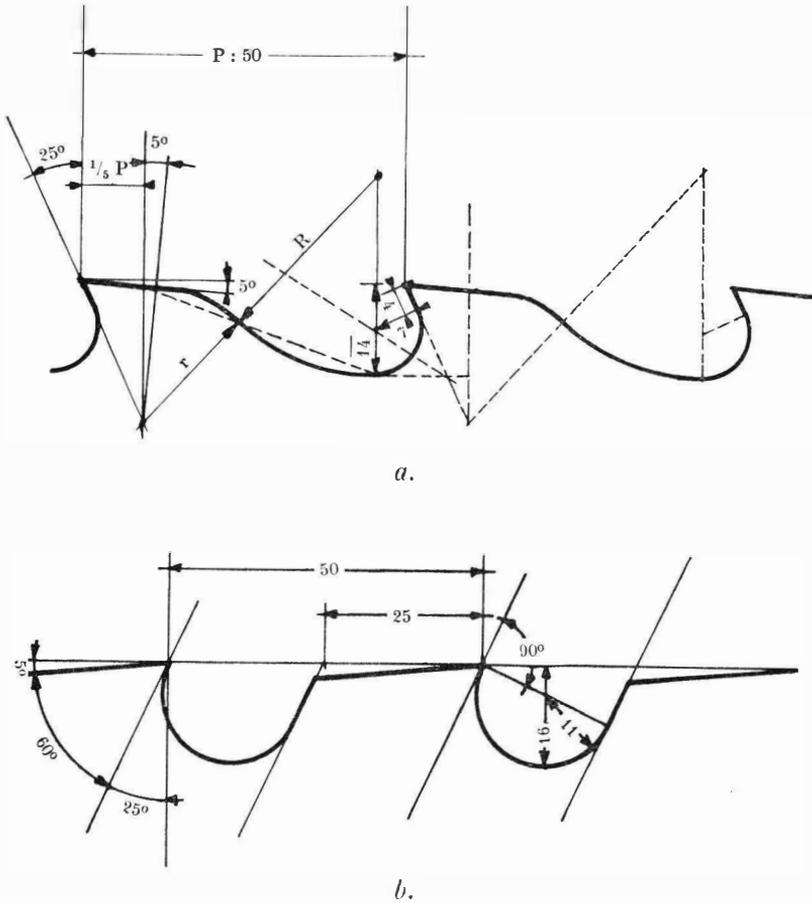


FIG. 18 . — a : Dentures PLF.25.50.E; b : Denture LF.25.50.E.

On peut conclure, quant au choix de l'outil, que le débit de *Cynometra alexandrii* se fera le plus avantageusement à l'aide d'une denture perroquet ou d'une denture LF. dont les spécifications seraient les suivantes :

PLF.25.50.E ou LF.25.50.E,

soit toutes deux des dentures renforcées, de 25° d'attaque, 50 mm de pas, et dont la voie serait conférée par écrasement. La figure 18 illustre ces deux types de denture.

§ 3. DÉTERMINATION DES COMPOSANTES DE L'OPÉRATION DE SCIAGE

a) **Détermination de la puissance requise par le tranchage des fibres.**

Cette puissance sera déterminée pour une voie (2,4 mm) et une vitesse de passage de l'outil (1.200 m/min) imposées.

Les variations de la vitesse d'amenage du bois se traduisant, dans ces conditions, par une variation proportionnelle de l'épaisseur de copeau, les facteurs de cisaillement latéral (b) et de réduction, de transport et d'évacuation du copeau (c) varieront dans le même sens et dans la même proportion que la vitesse d'amenage.

Seule la puissance requise par le tranchage des fibres (a) resterait constante et pourrait, de cette manière, être déterminée par simple différence.

1° Le bois : n° 331_{A/7}.

2° L'outil : LF.25.50.E.

3° Technique particulière : Vitesse linéaire de l'outil constante : 1.200 m/min. Vitesse d'amenage du bois variable de manière à obtenir des épaisseurs de copeau de 100, 200, 400, 600 et 800 μ .

4° Résultats et interprétation : Les valeurs des puissances utiles (P_u) pour les épaisseurs de copeau expérimentées (tabl. XIV, fig. 19) montrent que les variations de puissance sont linéaires pour des épaisseurs de copeau de 100, 200 et 400 μ . A partir de 400 μ , les variations de puissance s'accroissent, donnant lieu à une cassure qui pourrait traduire un début de saturation du logement utile ou, en tout cas, une majoration de frottement sur les parois latérales du sillon.

TABLEAU XIV. — **Puissance utile en fonction de l'épaisseur de copeau.**
(VI constante : 1.200 m/min.)

Numéro du trait	Amenage (m/min)	Épaisseur de copeau (μ)	Puissance utile moyenne (kW)
71-72	2,4	100	1,92
74-75	4,8	200	3,20
77-78	9,6	400	5,76
80-81	14,4	600	10,36
83-84	19,2	800	13,91

La détermination du facteur a , correspondant à la puissance requise par le tranchage des fibres, ne peut se faire qu'au départ des valeurs enregistrées pour des épaisseurs de copeau de 100, 200 et 400 μ .

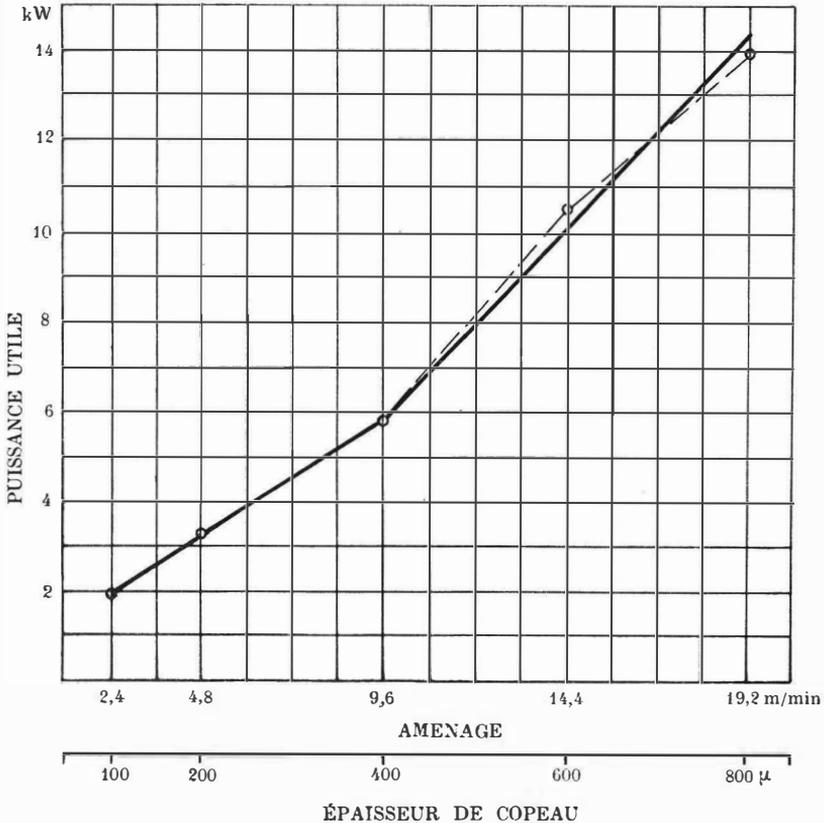


FIG. 19. — Puissance utile en fonction de l'épaisseur de copeau.
(Vl constante : 1.200 m/min.)

La formule théorique des variations de Pu , dans le cas de variations de la vitesse d'aménagement du bois, serait la suivante :

$$Pu_x = Pu_{réf.} \cdot \frac{Am_x}{Am_{réf.}} + \left(\frac{Am_{réf.} - Am_x}{Am_{réf.}} \right) \cdot Nd a \quad (1).$$

(1) ANTOINE, R. C., *op. cit*

Si l'on admet comme valeurs de référence : $Vl = 1.200$ m/min et $Am = 4,80$ m/min, déterminant une épaisseur de copeau de 200μ , on peut calculer a par les valeurs de Pu_x correspondant aux épaisseurs de copeau de 100 et de 400μ .

Soit, par exemple :

$$Pu_{100} = 1,92 \text{ kW} \quad \text{et} \quad 1,92 = 3,20 \cdot \frac{2,40}{4,80} + \left(\frac{4,80 - 2,40}{4,80} \right) \cdot 4 a,$$

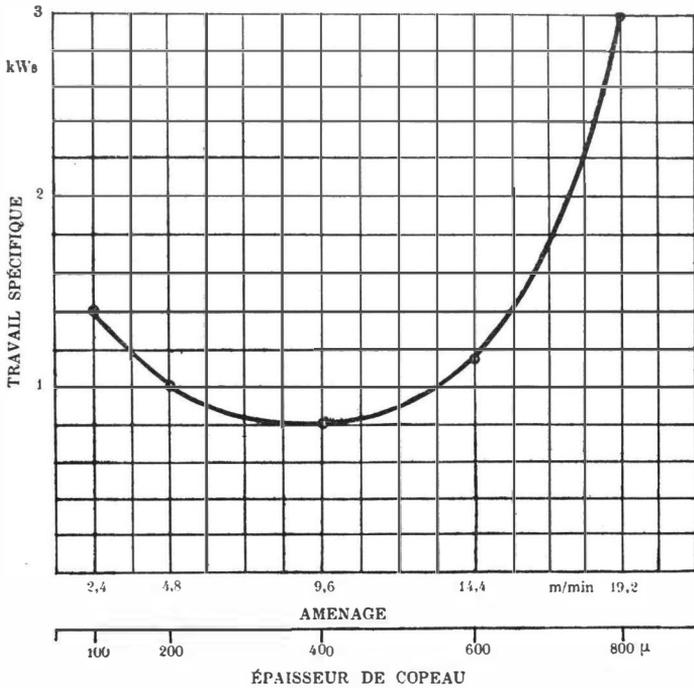


FIG. 20. — Travail spécifique en fonction de l'épaisseur de copeau.
(Vl constante : 1.200 m/min.)

d'où $a = 0,16$ et la valeur de $4 a$, qui doit correspondre à l'ordonnée à l'origine, serait égale à $0,64$ kW, ce qui est vérifié par l'expérience.

Nous pouvons donc admettre que la puissance requise pour le tranchage des fibres de *Cynometra alexandrii*, dans les conditions expérimentales, est égale à $0,16$ kW par dent.

Si nous convertissons les valeurs des puissances obtenues expérimentalement en travail spécifique, on obtient une courbe à mini-

mum (fig. 20) mettant en évidence l'épaisseur de copeau optimum qu'il convient de ne pas dépasser dans le sciage de *Cynometra alexandrii*. Cette épaisseur de copeau se situerait autour de 400 μ .

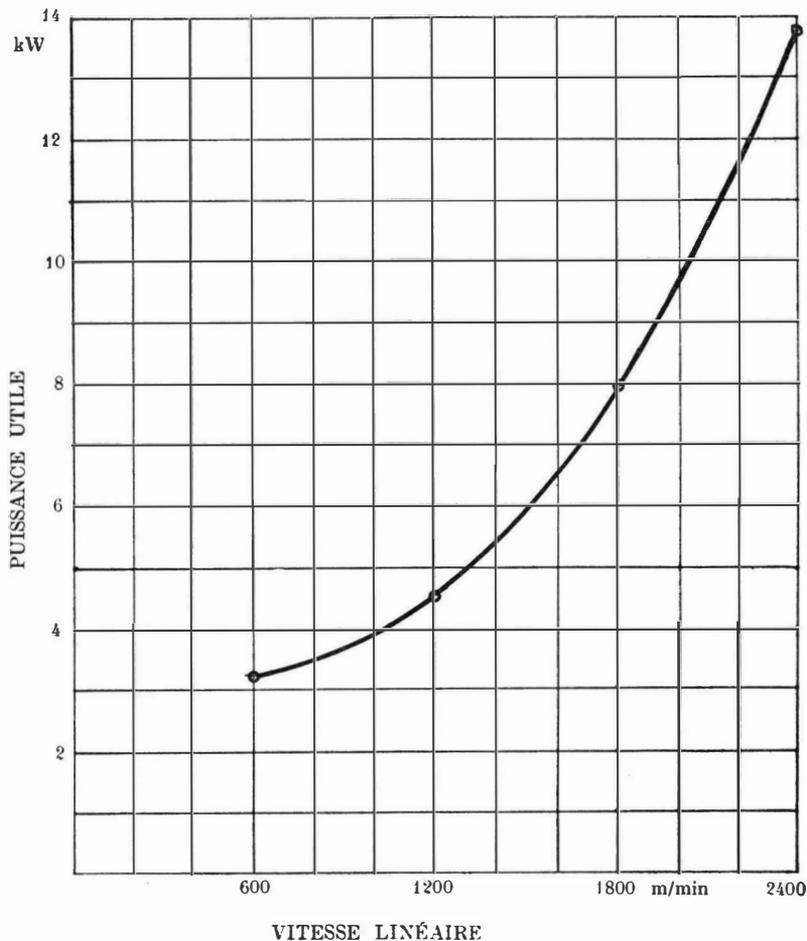


FIG. 21. — Puissance utile en fonction de la vitesse de l'outil.
(Épaisseur de copeau constante : 400 μ .)

Afin de déterminer la vitesse de l'outil la plus intéressante pour l'obtention de cette épaisseur de copeau optimum, un essai a été effectué à une épaisseur de copeau constante de 400 μ , en faisant varier, dans une même proportion, les conditions d'obtention de cette épaisseur de copeau, soit la vitesse de l'outil et la vitesse d'amenage du bois.

Les résultats de cet essai, obtenus à l'aide de la denture LF.25.50.E, montrent (tabl. XV, fig. 21) que la vitesse de l'outil de 1.800 m/min est la plus intéressante. En effet, à partir de cette vitesse, on enregistre un décrochage de la courbe de puissance qui pourrait correspondre à un phénomène de frottement, vraisemblablement imputable au fait que le copeau, éclatant sous l'influence de vitesses trop élevées, chercherait à sortir du logement utile et s'introduirait entre le corps de la lame et les parois du sillon.

TABLEAU XV. — **Puissance utile en fonction de la vitesse de l'outil.**
(Épaisseur de copeau constante : 400 μ .)

Numéro du trait	Vitesse de l'outil (m/min)	Puissance utile (kW)
87-88	600	3,28
90-91	1.200	5,64
93-94	1.800	8,00
96-97	2.400	13,68

On peut conclure de ces essais que, pour la denture employée, l'épaisseur de copeau idéale, pour une hauteur de coupe de 20 cm, est de l'ordre de 400 μ et que la vitesse la mieux appropriée au sciage de *Cynometra alexandrii* est celle de 1.800 m/min.

b) **Détermination de la puissance requise par la réduction, le transport et l'évacuation du copeau.**

Les variations du facteur c dépendent de la vitesse d'application de l'outil, de l'épaisseur de copeau et de la hauteur de coupe.

Comme, en pratique, les variations de la vitesse de l'outil, toutes conditions restant égales par ailleurs, se traduisent par une variation inversement proportionnelle de l'épaisseur de copeau, on peut admettre que l'influence de la vitesse de l'outil est nulle sur le facteur c .

Par contre, les variations de la vitesse d'amenage du bois impliquent des variations proportionnelles de l'épaisseur de copeau et, par conséquent, du facteur c . Enfin, ce même facteur c varie selon la hauteur de coupe, suivant la formule :

$$Pu_x = Pu_{\text{réf.}} \cdot \left[\frac{H_x}{H_{\text{réf.}}} + \frac{H_x}{H_{\text{réf.}}} \left(Nd_{H_x} - Nd_{H_{\text{réf.}}} \right) \right] c \quad (1).$$

(1) ANTOINE, R. C., *op. cit.*

Le mode d'expérimentation devant permettre la détermination du facteur c devra, par conséquent, réaliser une vitesse d'amenage du bois constante pour des hauteurs variables.

1° Le bois : 331_{A/13}.

2° L'outil : LF.25.50.E.

3° Technique particulière : Un équerri de $2 \times 0,40$ m de section latérale est divisé par une diagonale donnant lieu à deux triangles rectangles.

Chacun de ces triangles est successivement offert à la morsure de la lame, le débit s'effectuant de la pointe vers la partie la plus haute (40 cm).

L'emploi successif des deux triangles est destiné à éliminer l'influence locale d'éventuels facteurs d'hétérogénéité.

Au cours du sciage, le wattmètre enregistre une variation continue de la puissance en fonction de la hauteur croissante. L'allure de ces variations se présente sous forme d'une courbe.

On repère, sur l'abscisse du graphique d'enregistrement, deux points correspondant à des hauteurs parfaitement déterminées dans le triangle de bois. Pour chacun de ces points, on mesure la puissance totale instantanée. De celle-ci, on défalque la puissance à vide, en tenant compte des coefficients de rendement du moteur et des organes de transmission (variables suivant la hauteur). Il en résulte la puissance utile propre à chacune des hauteurs envisagées.

Adoptant l'une de ces puissances utiles comme valeur de référence et appliquant la formule théorique des variations de la puissance en fonction de la hauteur de coupe, on peut, de cette manière, déterminer la valeur du coefficient c .

Les essais ont été effectués à une vitesse de l'outil constante de 1.200 m/min et à une vitesse d'amenage du bois de 6 m/min.

4° Résultats et interprétation : Les résultats de l'essai de hauteur de coupe, ramenés à leurs valeurs moyennes, figurent au tableau XVI.

TABLEAU XVI. — Puissance totale (P_c), puissance à vide (P_o) et puissance utile (P_u), en fonction de la hauteur de coupe.

Hauteur de coupe (cm)	P_c R_m R_v (kW)	P_o r_m r_v (kW)	P_u (kW)	P_u rectifiée par rapport à la dureté du bois, à la vitesse de l'outil et à la vitesse d'amenage
20	8,854	4,755	4,099	3,840
30	11,452	4,755	6,697	6,275

La détermination de c peut se faire au départ de ces deux valeurs correspondant à des hauteurs de 20 et de 30 cm, soit 3,840 et 6,275 kW.

L'application de la formule de variation de Pu en fonction de la hauteur donne :

$$6,275 = 3,840 \cdot \left[\frac{30}{20} + \frac{30}{20} (6 - 4) \right] c,$$

d'où $3c = 0,515$

et $c = 0,172 \text{ kW}$.

Cette valeur de c correspond à une vitesse d'aménagement du bois de 6 m/min et à une vitesse de l'outil de 1.200 m/min.

La valeur du même facteur c pour la vitesse d'aménagement du cas de référence, soit 4,80 m/min, serait, par conséquent, égale à

$$\frac{0,172 \times 4,80}{6} = 0,137.$$

c) **Détermination de la puissance requise par le double cisaillement latéral.**

La connaissance des facteurs a (0,16) et c (0,137) nous permet de déduire la valeur de b (puissance requise par le double cisaillement latéral).

Pu , correspondant aux conditions de référence, est égale à 3,20 kW,

or $3,20 = 4(a + b + c) = 0,64 + 0,548 + 4b$

d'où $4b = 2,012$

et $b = 0,503 \text{ kW}$.

§ 4. CONCLUSIONS GÉNÉRALES ET ÉLABORATION DE L'ABAQUE DE SCIAGE DE *CYNOMETRA ALEXANDRII*

Les conditions les plus intéressantes pour le débit de *Cynometra alexandrii* ont été développées au cours de la présente étude consacrée au sciage de ce bois.

Nous pouvons en résumer l'essentiel, soit :

1° L'outil : Denture renforcée, type PLF. ou LF.; angle d'attaque de 25°; pas de 50 mm.

2° L'épaisseur de copeau : 400 μ pour 20 cm de hauteur de coupe et pour la denture précitée.

3° La vitesse de l'outil : 1.800 m/min.

La vitesse d'amenage du bois, pour une denture déterminée, sera fonction de la hauteur de coupe et de la puissance disponible, soit, finalement, de l'épaisseur de copeau admissible. Celle-ci dépendra, en effet, des disponibilités du logement utile et de la puissance ainsi que de la hauteur de trait.

L'exploitation des différentes formules développant les possibilités de variation des facteurs du sciage ⁽¹⁾ permet de calculer les variations théoriques de la puissance utile en fonction des variations de ces facteurs tels la vitesse de l'outil, la vitesse d'amenage du bois, le pas et la hauteur de coupe.

Le tableau XVII donne une série de ces résultats calculés d'après la valeur expérimentale des facteurs *a*, *b* et *c*.

Les valeurs contenues dans ce tableau serviront de base à la construction de l'abaque propre au sciage de *Cynometra alexandrii*. Ces valeurs sont toutefois partiellement théoriques en ce sens qu'elles ne valent qu'en deçà de l'épaisseur de copeau optimum, soit ici 400 μ , et qu'elles doivent tenir compte de la relation : volume du copeau/volume du logement utile, devant permettre une saine évacuation du copeau détaché.

Dans le but de rendre cet abaque plus efficace, nous nous sommes efforcés d'y délimiter la zone d'utilisation pratique. On constatera que celle-ci est relativement réduite.

De même, nous avons illustré le fonctionnement de l'abaque proposé par un exemple et une notice explicative (cfr p. 23).

Rappelons enfin qu'à la puissance utile, il convient, en définitive, d'ajouter la puissance absorbée par la machine tournant à vide afin de connaître la puissance totale exigée, — pour chaque condition de travail déterminée, — par le sciage de *Cynometra alexandrii*.

(1) ANTOINE, R. C., *op. cit.*

TABLEAU XVII. — Puissance utile au sciage de *Cynometra alexandrii*
 en fonction de la vitesse d'aménagement du bois, du pas et de la hauteur de coupe.
 (Vitesse de l'outil constante : 1.000 m/min.)

Amenage (m/min)	Pas (mm)	Hauteur de coupe (cm)				
		10	20	40	80	160
2	12,5	1,543	3,202	6,864	15,568	38,496
	25	1,009	2,134	4,728	11,296	29,952
	50	0,742	1,600	3,660	9,160	25,680
	100	0,609	1,333	3,126	8,092	23,544
4	12,5	2,019	4,268	9,456	22,592	59,904
	25	1,485	3,200	7,320	18,320	51,360
	50	1,218	2,667	6,252	16,184	47,088
	100	1,085	2,400	5,720	15,120	44,960
6	12,5	2,495	5,336	12,052	29,624	81,328
	25	1,961	4,268	9,916	25,352	72,784
	50	1,694	3,734	8,848	23,216	68,512
	100	1,561	3,467	8,314	22,148	66,376
8	12,5	2,971	6,402	14,644	36,648	102,736
	25	2,437	5,334	12,508	32,376	94,192
	50	2,170	4,800	11,440	30,240	89,920
	100	2,036	4,533	10,906	29,172	87,784
10	12,5	3,447	7,470	17,240	43,680	—
	25	2,913	6,402	15,104	39,408	—
	50	2,646	5,868	14,036	37,272	—
	100	2,513	5,601	13,502	36,204	—
12	12,5	3,923	8,537	19,834	50,708	—
	25	3,389	7,469	17,698	46,436	—
	50	3,122	6,935	16,630	44,300	—
	100	2,989	6,668	16,096	43,232	—
14	12,5	4,399	9,604	22,428	57,736	—
	25	3,865	8,536	20,292	53,464	—
	50	3,598	8,002	19,224	51,328	—
	100	3,465	7,735	18,690	50,260	—

Amenage (m/min)	Pas (mm)	Hauteur de coupe (cm)				
		10	20	40	80	160
16	12,5	4,874	10,668	25,016	64,752	—
	25	4,340	9,600	22,880	60,480	—
	50	4,073	9,066	21,812	58,344	—
	100	3,940	8,799	21,278	57,276	—
18	12,5	5,351	11,738	27,016	71,792	—
	25	4,817	10,670	25,480	67,520	—
	50	4,550	10,136	24,412	65,384	—
	100	4,417	9,869	23,878	64,316	—
20	12,5	5,827	12,806	30,210	78,820	—
	25	5,293	11,737	28,074	74,548	—
	50	5,026	11,203	27,006	72,412	—
	100	4,893	10,936	26,472	71,344	—
22	12,5	6,303	13,872	32,804	—	—
	25	5,769	12,804	30,668	—	—
	50	5,502	12,270	29,600	—	—
	100	5,369	12,003	29,066	—	—
24	12,5	6,779	14,938	35,396	—	—
	25	6,245	13,870	33,260	—	—
	50	5,978	13,336	32,192	—	—
	100	5,844	13,069	31,658	—	—
26	12,5	7,259	16,001	37,942	—	—
	25	6,725	14,933	35,806	—	—
	50	6,458	14,399	34,738	—	—
	100	6,325	14,132	34,204	—	—
28	12,5	7,730	17,072	40,540	—	—
	25	7,196	16,004	38,404	—	—
	50	6,929	15,470	37,336	—	—
	100	6,796	15,203	36,802	—	—
30	12,5	8,143	18,135	43,120	—	—
	25	7,609	17,067	40,984	—	—
	50	7,342	16,533	39,916	—	—
	100	7,209	16,266	39,382	—	—

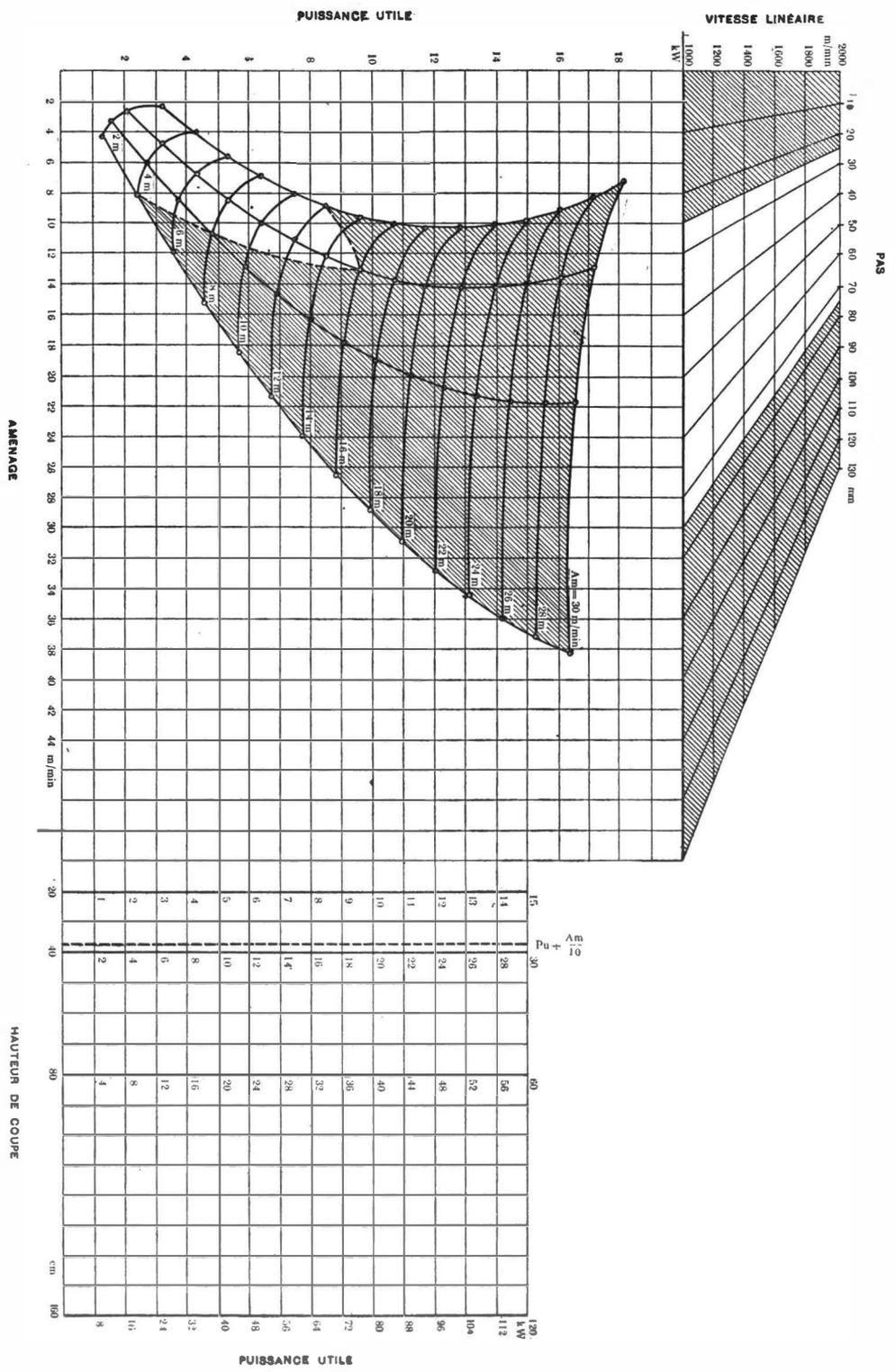


Fig. 22.

ÉTUDE DU SCIAGE
DE
PYCNANTHUS ANGOLENSIS (WELW.) EXELL

§ 1. LES CONDITIONS DE TRAVAIL

a) **Le matériel d'expérimentation.**

Les essais de sciage sur *Pycnanthus angolensis* ont été effectués à l'aide d'une dosseuse Brenta, de 125 cm de diamètre de volant, équipée de variateurs de vitesses et d'appareils de mesures tels que décrits dans des publications antérieures ⁽¹⁾.

Les expériences ont porté sur une grume, provenant de Luki, fournie par les soins de l'I.N.É.A.C. sous l'indicatif WAG. 1670.

Cette grume a été inscrite au registre du Laboratoire forestier sous le n° 337 et a été débitée suivant le schéma représenté à la figure 23.

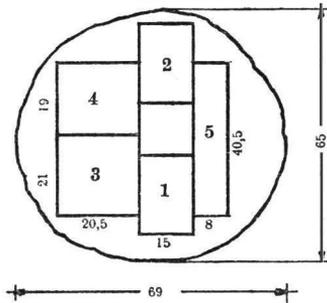


FIG. 23. — Mode de débit de la grume n° 337.

b) **Technique générale d'expérimentation.**

La méthode expérimentale suivie a été exposée dans son ensemble dans la publication d'introduction ⁽¹⁾.

Tous les essais ont été réalisés sur quartier, l'outil se déplaçant du cœur vers l'aubier; en outre, la progression du sciage s'est toujours faite de la base de l'arbre vers son sommet.

⁽¹⁾ ANTOINE, R. C. et LALOYLAUX, L. E., *op. cit.*

§ 2. SPÉCIFICATION DE L'OUTIL

Seul l'angle d'attaque a été expérimenté chez *Pycnanthus angolensis*, pour lequel nous avons, par ailleurs, adopté une denture LF. de 50 mm de pas.

Les angles sollicités sont ceux de 15, 20, 25 et 30°.

Les traits expérimentaux ont été répétés et leurs groupes de deux séparés par un trait-témoin, réalisé dans des conditions invariables, soit la vitesse linéaire de l'outil (VI) : 1.200 m/min et la vitesse d'aménagement du bois (Am) : 6 m/min.

L'expérience a été faite dans les conditions suivantes :

Le bois : n° 337_{3-3 A};

Vitesse de l'outil constante : 1.200 m/min;

Vitesse d'aménagement du bois variable : 5 et 15 m/min.

Les résultats de cet essai, figurant au tableau XVIII et repris par la figure 24, montrent l'avantage de l'angle de 30°, qui sera, par conséquent, adopté.

TABLEAU XVIII. — Puissance utile en fonction de l'angle d'attaque.
Influence de la vitesse d'aménagement du bois.

Numéro du trait	Amenage (m/min)	Angle d'attaque (°)	Puissance utile moyenne (kW)
2- 3	5	15	2,19
6- 7	5	20	1,94
10-11	5	25	1,90
14-15	5	30	1,88
19-20	15	15	5,07
23-24	15	20	4,73
27-28	15	25	4,44
31-32	15	30	4,29

On peut conclure, quant au choix de l'outil, que le débit de *Pycnanthus angolensis* se fera le plus avantageusement à l'aide d'une

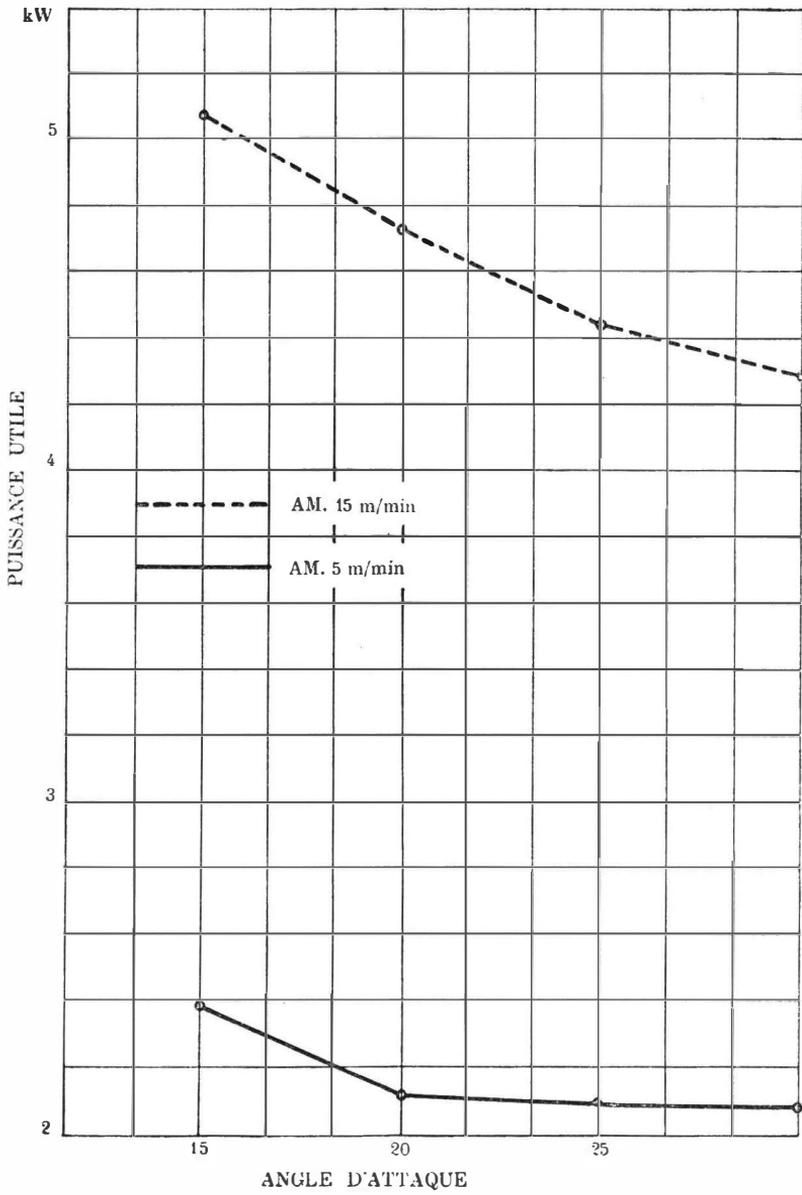


FIG. 24. — Puissance utile en fonction de l'angle d'attaque.
Influence de la vitesse d'amenage du bois.

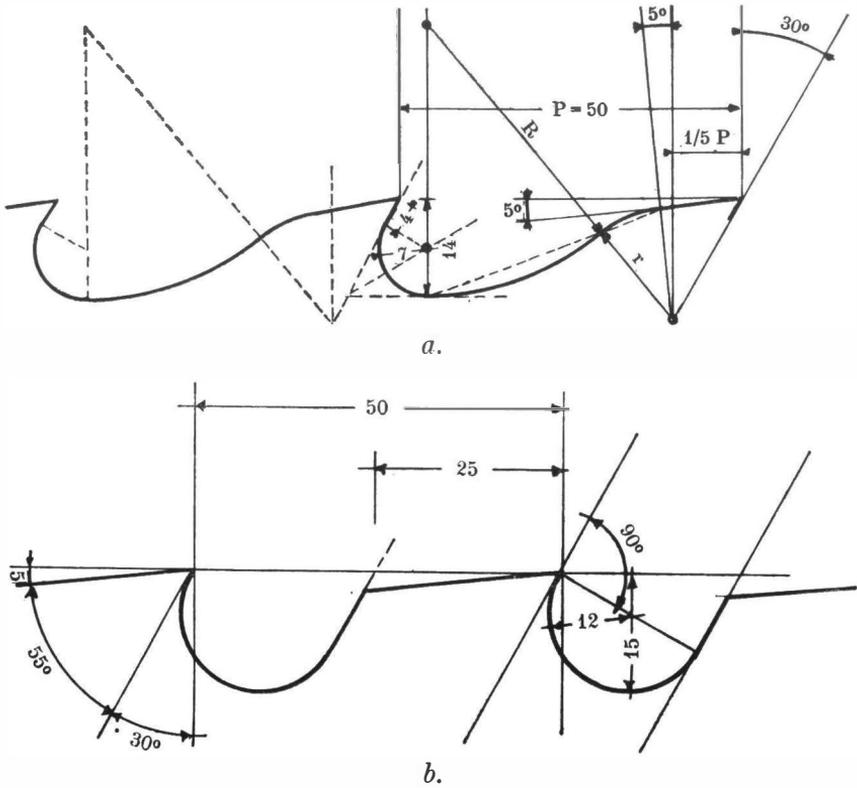


FIG. 25. — a : Denture PLF.30.50.E; b : Denture LF.30.50.E.

denture perroquet ou d'une denture LF. dont les spécifications seraient les suivantes :

PLF.30.50.E ou LF.30.50.E,

soit toutes deux des dentures renforcées, de 30° d'attaque, 50 mm de pas et dont la voie serait conférée par écrasement. La figure 25 illustre ces deux types de denture.

§ 3. DÉTERMINATION DES COMPOSANTES DE L'OPÉRATION DE SCIAGE

a) Détermination de la puissance requise par le tranchage des fibres.

Cette puissance sera déterminée pour une voie (2,4 mm) et une vitesse de passage de l'outil (1.000 m/min) imposées.

Les variations de la vitesse d'aménage du bois se traduisant, dans ces conditions, par une variation proportionnelle de l'épaisseur de copeau, les facteurs de cisaillement latéral (*b*) et de réduction, de transport et d'évacuation du copeau (*c*), varieront dans le même sens et dans la même proportion que la vitesse d'aménage.

Seule, la puissance requise par le tranchage des fibres (*a*) resterait constante et pourrait, de cette manière, être déterminée par simple différence.

1° Le bois : n° 337₄.

2° L'outil : LF.30.50.E.

3° Technique particulière : Vitesse linéaire de l'outil constante : 1.000 m/min. Vitesse d'aménage du bois variable de manière à obtenir des épaisseurs de copeau de 100, 200, 400, 600, 800, 1.000, 1.200 et 1.400 μ .

4° Résultats et interprétation : Les valeurs des puissances utiles (*P_u*) pour les épaisseurs de copeau expérimentées (tabl. XIX, fig. 26) montrent clairement que les variations de puissance sont linéaires pour des épaisseurs de copeau de 100, 200, 400 et 600 μ . A partir de 600 μ , les variations de puissance s'accroissent, donnant lieu à une courbe qui pourrait traduire un début de saturation du logement utile ou, en tout cas, une majoration de frottement sur les parois latérales du sillon.

TABEAU XIX. — **Puissance utile en fonction de l'épaisseur de copeau.**
(Vl constante : 1.000 m/min.)

Numéro du trait	Aménage (m/min)	Épaisseur de copeau (μ)	Puissance utile moyenne (kW)
41-42	2	100	2,10
44-45	4	200	2,52
47-48	8	400	3,35
50-51	12	600	4,18
53-54	16	800	5,09
56-57	20	1.000	6,76
59-60	24	1.200	8,14
62-63	28	1.400	9,60

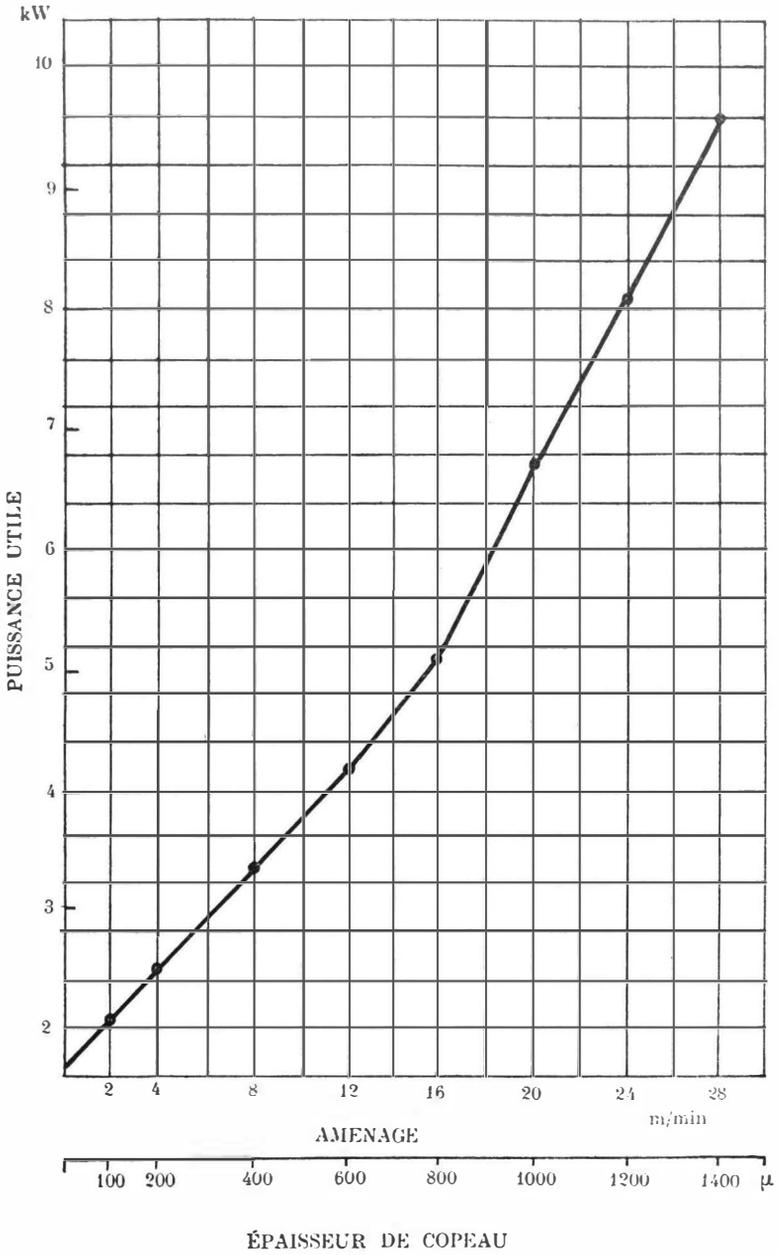


FIG. 26. — Puissance utile en fonction de l'épaisseur de copeau.
(V_f constante : 1.000 m/min.)

La détermination du facteur a , correspondant à la puissance requise par le tranchage des fibres, ne peut se faire qu'au départ des valeurs enregistrées pour des épaisseurs de copeau de 100, 200, 400 et 600 μ .

La formule théorique des variations de Pu , dans le cas de variations de la vitesse d'amenage du bois, serait la suivante :

$$Pu_x = Pu_{\text{réf.}} \cdot \frac{Am_x}{Am_{\text{réf.}}} + \left(\frac{Am_{\text{réf.}} - Am_x}{Am_{\text{réf.}}} \right) \cdot Nd \ a \ (1).$$

Si l'on admet comme valeurs de référence : $Vl = 1.000$ m/min et $Am = 8$ m/min, déterminant une épaisseur de copeau de 400 μ , on peut calculer a pour les valeurs de Pu_x correspondant aux épaisseurs de copeau de 100, 200 et 600 μ .

Soit, par exemple,

$$Pu_{100} = 2,10 \text{ kW} \quad \text{et} \quad 2,10 = 3,35 \cdot \frac{2}{8} + \left(\frac{8 - 2}{8} \right) \cdot 4a,$$

d'où $a = 0,42$ et la valeur de $4a$, qui doit correspondre à l'ordonnée à l'origine, serait égale à 1,68 kW, ce qui est vérifié par l'expérience.

Nous pouvons donc admettre que la puissance requise pour le tranchage des fibres de *Pycnanthus angolensis*, dans les conditions expérimentales, est égale à 0,42 kW par dent.

Si nous convertissons les valeurs des puissances obtenues expérimentalement en travail spécifique, on obtient une courbe à minimum (fig. 27) mettant en évidence l'épaisseur de copeau optimum qu'il convient de ne pas dépasser dans le sciage de *Pycnanthus angolensis*. Cette épaisseur de copeau se situerait autour de 1.000 μ .

Afin de déterminer la vitesse de l'outil la plus intéressante pour l'obtention de cette épaisseur de copeau optimum, un essai a été effectué à une épaisseur de copeau constante de 1.000 μ , en faisant varier, dans une même proportion, les conditions d'obtention de l'épaisseur de copeau, soit la vitesse de l'outil et la vitesse d'amenage du bois.

Les résultats de cet essai obtenus à l'aide de la denture LF.30.50.E, montrent (tabl. XX, fig. 28) que la vitesse de l'outil de 1.800 m/min est la plus intéressante. En effet, à partir de cette vitesse, on enregistre un décrochage de la courbe de puissance qui pourrait corres-

(1) ANTOINE, R. C., *op. cit.*

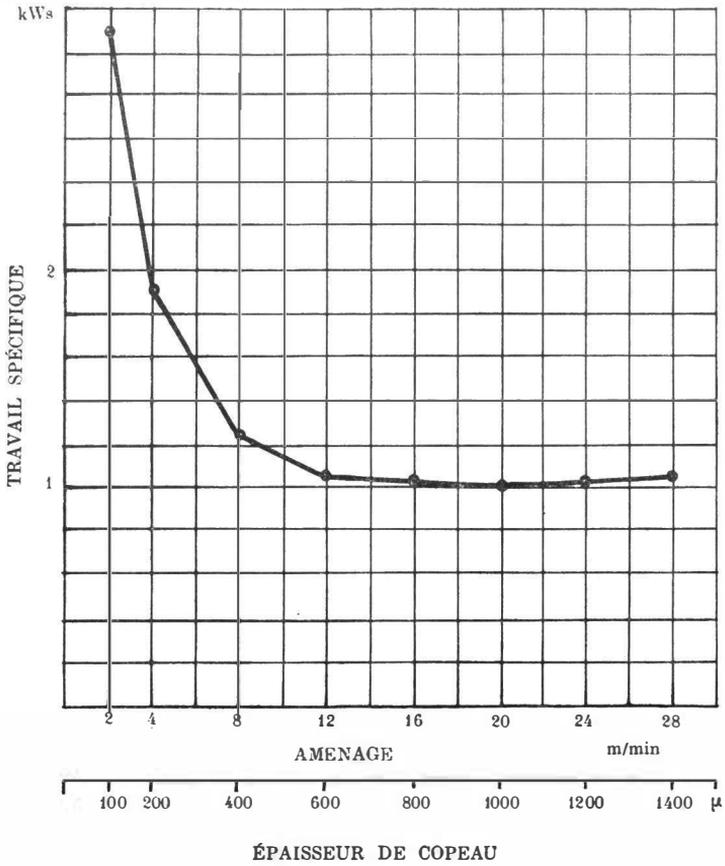


Fig. 27. — Travail spécifique en fonction de l'épaisseur de copeau.
(Vl constante : 1.000 m/min).

TABLEAU XX. — Puissance utile en fonction de la vitesse de l'outil.
(Épaisseur de copeau constante : 1.000 μ.)

Numéro du trait	Vitesse de l'outil (m/min)	Puissance utile (kW)
69-70	600	4,29
72-73	1.000	6,85
78-79	1.800	11,97
81-82	2.400	16,31

pondre à un phénomène de frottement, vraisemblablement imputable au fait que le copeau, éclatant sous l'influence de vitesses trop élevées, chercherait à sortir du logement utile et s'introduirait entre le corps de la lame et les parois du sillon.

On peut conclure de ces essais que, pour la denture employée, l'épaisseur de copeau idéale, pour une hauteur de coupe de 20 cm,

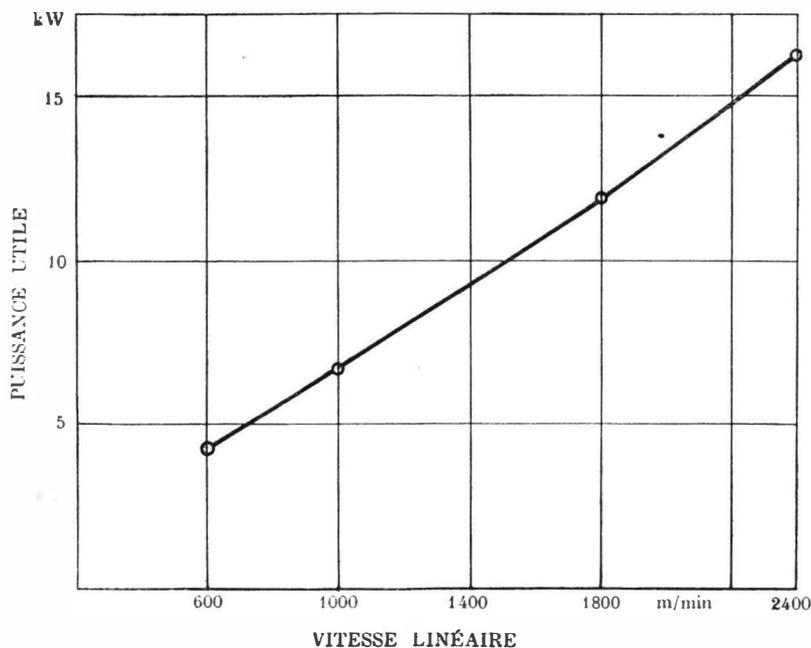


FIG. 28. — Puissance utile en fonction de la vitesse de l'outil.
(Épaisseur de copeau constante : 1.000 μ .)

est de l'ordre de 1.000 μ et que la vitesse la mieux appropriée au sciage de *Pycnanthus angolensis* est celle de 1.800 m/min.

b) **Détermination de la puissance requise par la réduction, le transport et l'évacuation du copeau.**

Les variations du facteur c dépendent de la vitesse d'application de l'outil, de l'épaisseur de copeau et de la hauteur de coupe.

Comme, en pratique, les variations de la vitesse de l'outil, toutes conditions restant égales par ailleurs, se traduisent par une variation inversement proportionnelle de l'épaisseur de copeau, on peut

admettre que cette influence de la vitesse de l'outil est nulle sur le facteur c .

Par contre, les variations de la vitesse d'amenage du bois impliquent des variations proportionnelles de l'épaisseur de copeau et, par conséquent, du facteur c . Enfin, ce même facteur c varie selon la hauteur de coupe, suivant la formule :

$$Pu_x = Pu_{réf.} \cdot \left[\frac{H_x}{H_{réf.}} + \frac{H_x}{H_{réf.}} \left(Nd_{H_x} - Nd_{H_{réf.}} \right) \right] c \quad (1).$$

Le mode d'expérimentation devant permettre la détermination du facteur c , devra, par conséquent, réaliser une vitesse d'amenage du bois constante pour des hauteurs variables.

1° Le bois : n° 337₅.

2° L'outil : LF.30.50.E.

3° Technique particulière : Un équarri de $2 \times 0,40$ m de section latérale est divisé par une diagonale donnant lieu à deux triangles rectangles.

Chacun de ces triangles est successivement offert à la morsure de la lame, le débit s'effectuant de la pointe vers la partie la plus haute (40 cm).

L'emploi successif des deux triangles est destiné à éliminer l'influence locale d'éventuels facteurs d'hétérogénéité.

Au cours du sciage, le wattmètre enregistre une variation continue de la puissance en fonction de la hauteur croissante. L'allure de ces variations se présente sous forme d'une courbe.

On repère, sur l'abscisse du graphique d'enregistrement, deux points correspondant à des hauteurs parfaitement déterminées dans le triangle de bois. Pour chacun de ces points, on mesure la puissance totale instantanée. De celle-ci, on défalque la puissance à vide, en tenant compte des coefficients de rendement du moteur et des organes de transmission (variables suivant la hauteur). Il en résulte la puissance utile propre à chacune des hauteurs envisagées.

Adoptant l'une de ces puissances utiles comme valeur de référence et appliquant la formule théorique des variations de la puissance en fonction de la hauteur de coupe (1), on peut, de cette manière, déterminer la valeur du coefficient c .

(1) ANTOINE, R. C., *op. cit.*

Les essais ont été effectués à une vitesse de l'outil constante de 1.000 m/min et à une vitesse d'amenage du bois de 8 m/min.

4^o Résultats et interprétation : Les résultats de l'essai de hauteur de coupe, ramenés à leurs valeurs moyennes, figurent au tableau XXI.

TABLEAU XXI. — Puissance totale (P_c), puissance à vide (P_o) et puissance utile (P_u), en fonction de la hauteur de coupe.

Hauteur de coupe (cm)	P_c R_m R_v (kW)	P_o r_m r_v (kW)	P_u (kW)	P_u rectifiée par rapport à la dureté du bois, à la vitesse de l'outil et à la vitesse d'amenage
20	7,316	4,786	2,530	3,350
30	9,062	4,786	4,276	5,661

La détermination de c peut se faire au départ de ces deux valeurs, correspondant à des hauteurs de 20 et de 30 cm, soit 3,350 et 5,661 kW.

L'application de la formule de variation de P_u en fonction de la hauteur donne :

$$5,661 = 3,350 \cdot \left[\frac{30}{20} + \frac{30}{20} (6 - 4) \right] c,$$

d'où $3c = 0,636$

et $c = 0,212$ kW.

Cette valeur de c correspond à une vitesse d'amenage du bois de 8 m/min et à une vitesse de l'outil de 1.000 m/min.

c) Détermination de la puissance requise par le double cisaillement latéral.

La connaissance des facteurs a (0,42) et c (0,212) nous permet de déduire la valeur de b (puissance requise par le double cisaillement latéral).

P_u , correspondant aux conditions de référence, est égale à

$$3,35 = 4(a + b + c) = 1,68 + 0,848 + 4b,$$

d'où $4b = 0,820$

et $b = 0,205$ kW.

§ 4. CONCLUSIONS GÉNÉRALES ET ÉLABORATION DE L'ABAQUE DE SCIAGE DE *PYCNANTHUS ANGOLENSIS*

Les conditions les plus intéressantes pour le débit de *Pycnanthus angolensis* ont été développées au cours de la présente étude consacrée au sciage de ce bois.

Nous pouvons en résumer l'essentiel, soit :

1° L'outil : Denture renforcée, type PLF. ou LF.; angle d'attaque de 30°; pas de 50 mm.

2° L'épaisseur de copeau : 1.000 μ pour 20 cm de hauteur de coupe et pour la denture précitée.

3° La vitesse de l'outil : 1.800 m/min.

La vitesse d'amenage du bois, pour une denture déterminée, sera fonction de la hauteur de coupe et de la puissance disponible, soit, finalement, de l'épaisseur de copeau admissible. Celle-ci dépendra, en effet, des disponibilités du logement utile et de la puissance, ainsi que de la hauteur du trait.

L'exploitation des différentes formules développant les possibilités de variation des facteurs du sciage ⁽¹⁾ permet de calculer les variations théoriques de la puissance utile en fonction des variations de ces facteurs tels la vitesse de l'outil, la vitesse d'amenage du bois, le pas et la hauteur de coupe.

Le tableau XXII donne une série de ces résultats calculés d'après la valeur expérimentale des facteurs *a*, *b* et *c*.

Les valeurs contenues dans ce tableau serviront de base à la construction de l'abaque propre au sciage de *Pycnanthus angolensis*. Ces valeurs sont toutefois partiellement théoriques en ce sens qu'elles ne valent qu'en deçà de l'épaisseur de copeau optimum, soit ici 1.000 μ , et qu'elles doivent tenir compte de la relation : volume du copeau/volume du logement utile, devant permettre une saine évacuation du copeau détaché.

Dans le but de rendre cet abaque plus efficace, nous nous sommes efforcés d'y délimiter la zone d'utilisation pratique.

De même, nous avons illustré le fonctionnement de l'abaque proposé par un exemple et une notice explicative (cfr p. 23).

Rappelons enfin qu'à la puissance utile, il convient, en définitive, d'ajouter la puissance absorbée par la machine tournant à vide afin de connaître la puissance totale exigée, — pour chaque condition de travail déterminée, — par le sciage de *Pycnanthus angolensis*.

(1) ANTOINE, R. C., *op. cit.*

TABEAU XXII. — Puissance utile au sciage de *Pycnanthus angolensis* en fonction de la vitesse d'amenage du bois, du pas et de la hauteur de coupe.
(Vitesse de l'outil constante : 1.000 m/min.)

Amenage (m/min)	Pas (mm)	Hauteur de coupe (cm)				
		10	20	40	80	160
2	12,5	3,462	7,137	15,122	33,636	—
	25	1,782	3,777	8,402	20,196	53,960
	50	0,942	2,097	5,042	13,476	40,520
	100	0,522	1,257	3,362	10,116	33,800
4	12,5	3,565	7,555	16,806	40,396	—
	25	1,885	4,195	10,086	26,956	81,048
	50	1,045	2,515	6,726	20,236	67,608
	100	0,625	1,675	5,046	16,876	60,888
6	12,5	3,818	7,972	18,488	47,152	—
	25	2,138	4,612	11,768	33,712	108,128
	50	1,298	2,932	8,408	26,992	94,688
	100	0,878	2,092	6,728	23,632	87,968
8	12,5	3,771	8,390	20,172	53,912	—
	25	2,091	5,030	13,452	40,472	135,216
	50	1,251	3,350	10,092	33,752	121,776
	100	0,831	2,510	8,412	30,392	115,056
10	12,5	3,873	8,807	21,854	60,668	—
	25	2,193	5,447	15,134	47,228	—
	50	1,353	3,767	11,774	40,508	—
	100	0,933	2,927	10,094	37,148	—
12	12,5	3,977	9,225	23,538	—	—
	25	2,297	5,865	16,818	—	—
	50	1,457	4,185	13,458	—	—
	100	1,037	3,345	11,778	—	—
14	12,5	4,079	9,642	25,220	—	—
	25	2,399	6,282	18,500	—	—
	50	1,559	4,602	15,140	—	—
	100	1,139	3,762	13,460	—	—

Amenage (m/min)	Pas (mm)	Hauteur de coupe (cm)				
		10	20	40	80	160
16	12,5	4,182	10,060	26,904	—	—
	25	2,502	6,700	20,184	—	—
	50	1,662	5,020	16,824	—	—
	100	1,242	4,180	15,144	—	—
18	12,5	4,284	10,477	28,586	—	—
	25	2,604	7,117	21,866	—	—
	50	1,764	5,437	18,506	—	—
	100	1,344	4,597	16,826	—	—
20	12,5	4,387	10,895	30,270	—	—
	25	2,707	7,535	23,550	—	—
	50	1,867	5,855	20,190	—	—
	100	1,447	5,015	18,510	—	—
22	12,5	4,490	11,312	31,952	—	—
	25	2,810	7,952	25,232	—	—
	50	1,970	6,272	21,872	—	—
	100	1,550	5,432	20,192	—	—
24	12,5	4,593	11,730	33,636	—	—
	25	2,913	8,370	26,916	—	—
	50	2,073	6,690	23,556	—	—
	100	1,653	5,850	21,876	—	—
36	12,5	5,210	14,236	43,736	—	—
	25	3,530	10,876	37,016	—	—
	50	2,690	9,196	33,656	—	—
	100	2,270	8,356	31,976	—	—
48	12,5	5,826	16,740	53,832	—	—
	25	4,146	13,380	47,112	—	—
	50	3,306	11,700	43,752	—	—
	100	2,886	10,860	42,072	—	—

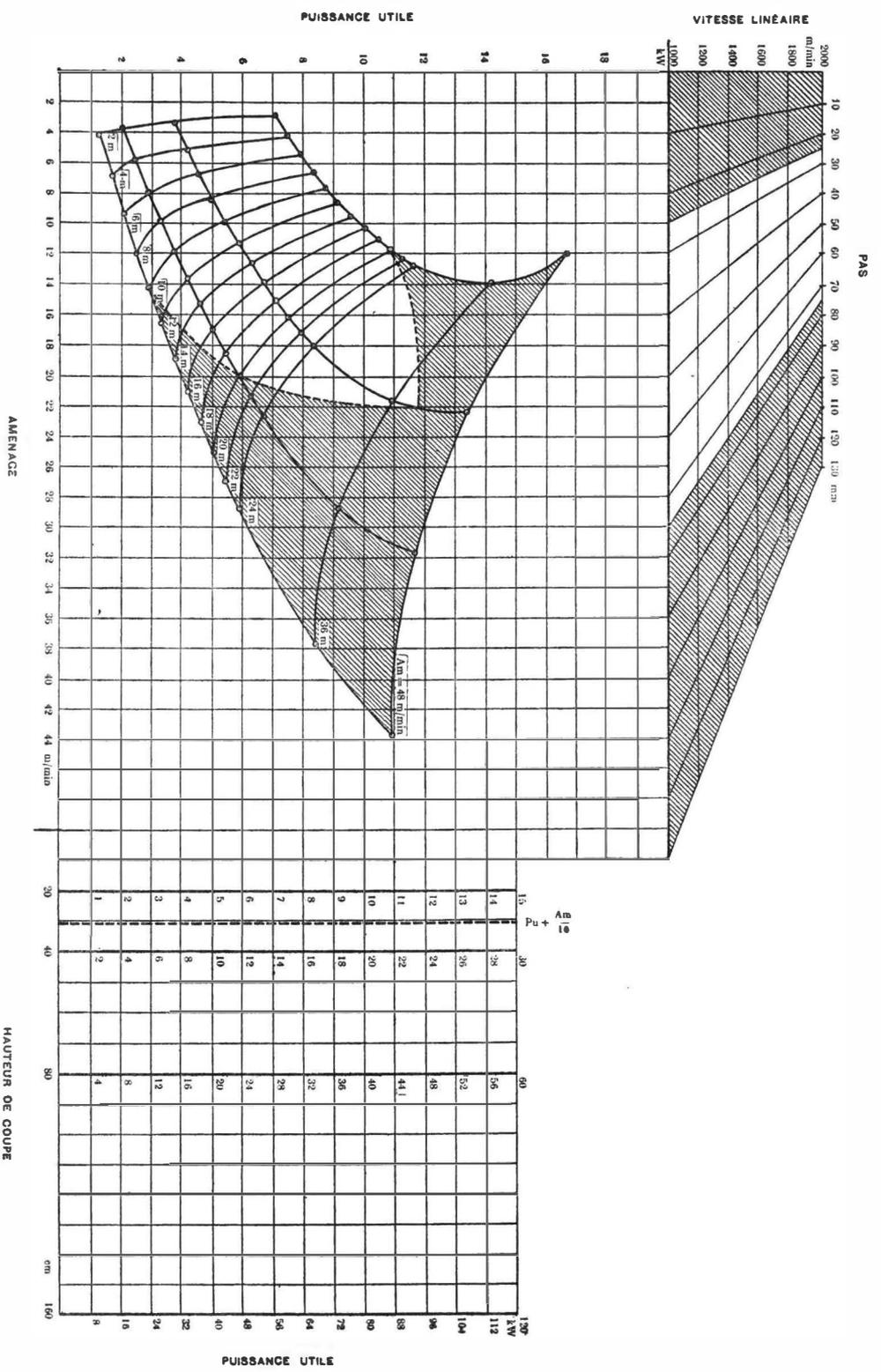
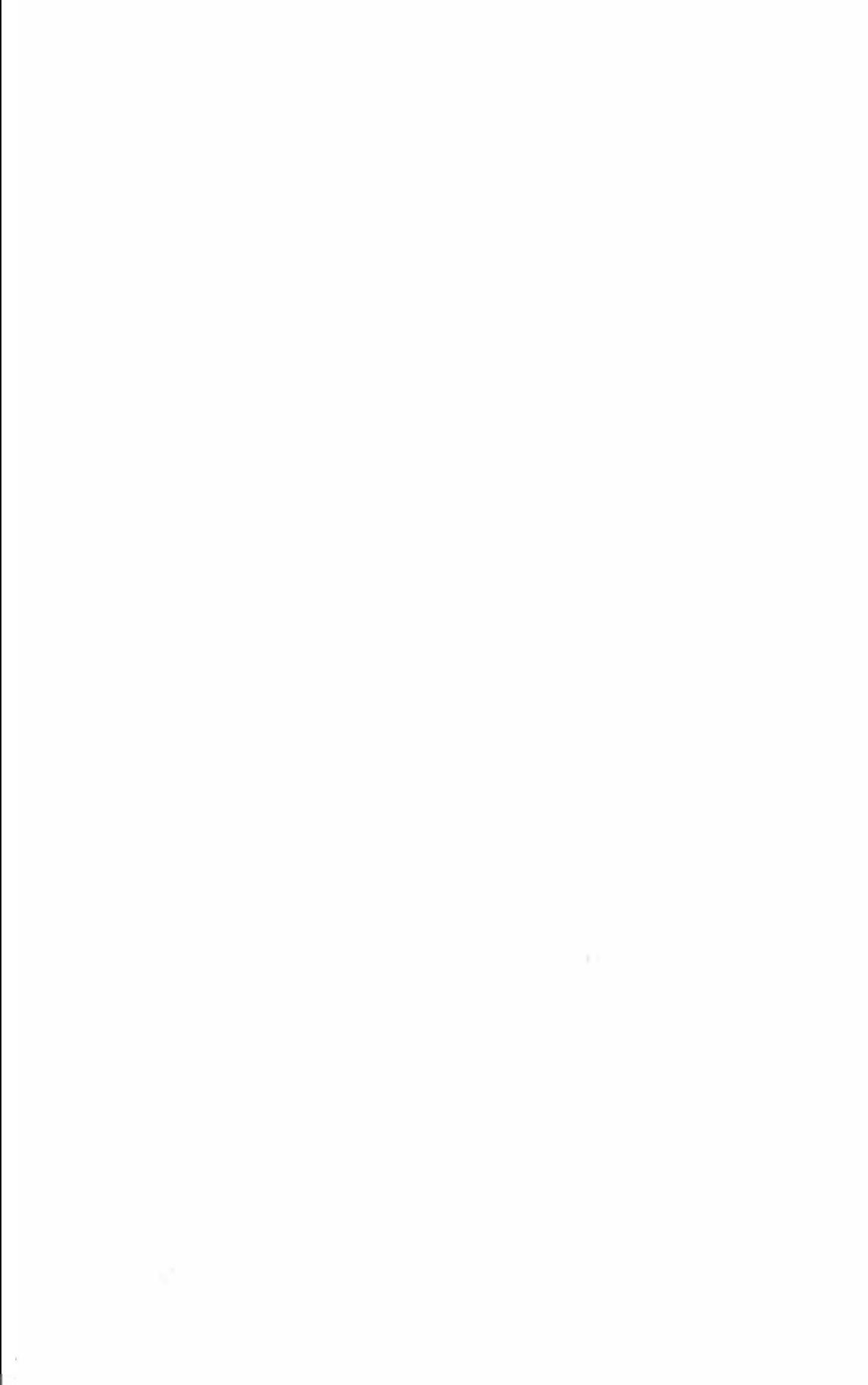
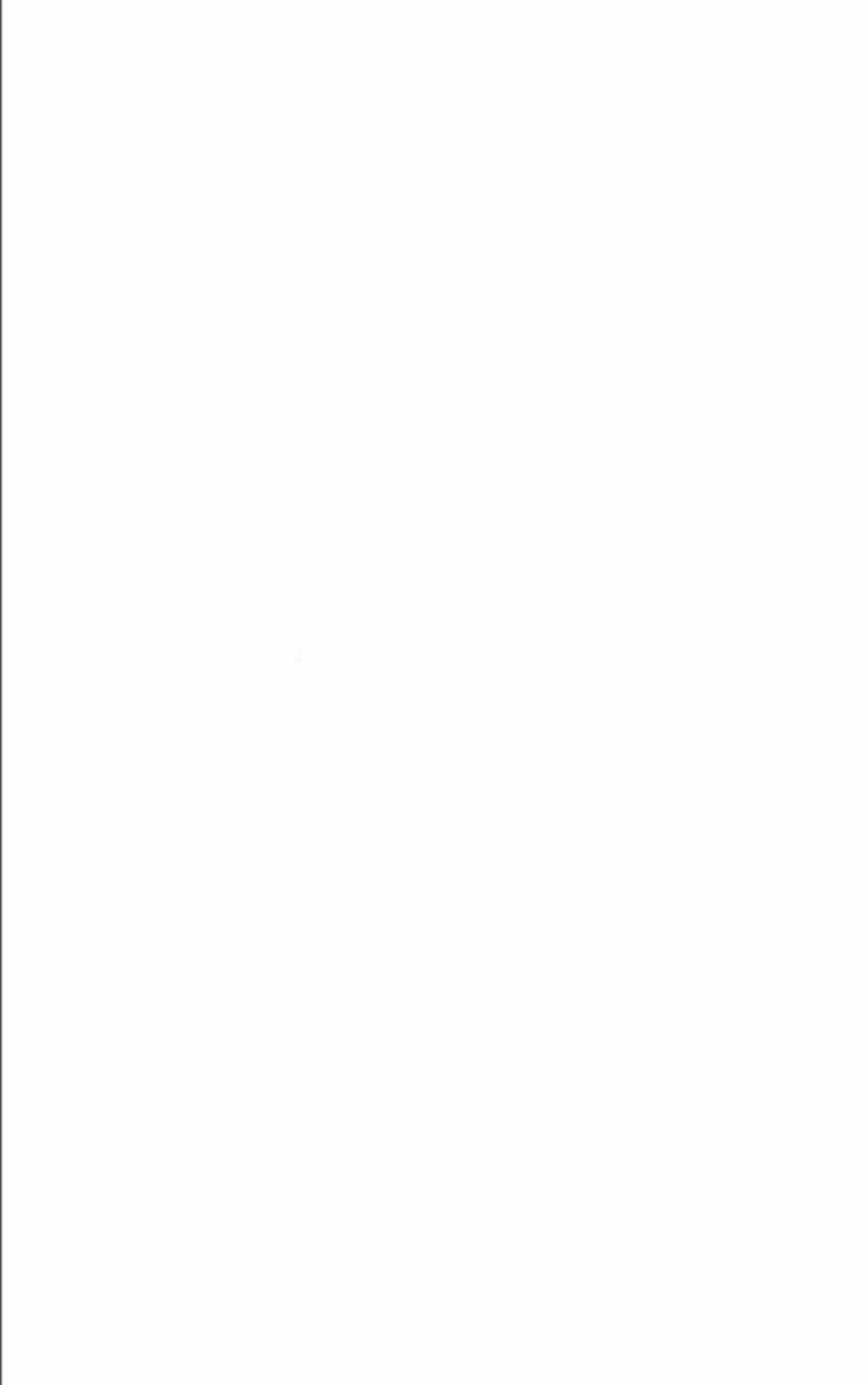


Fig. 29.

Imprimerie HAYEZ, s.p.r.l., rue de Louvain, 112, Bruxelles 1
(Gérant: M. Hayez, av. de l'Horizon, 39, Bruxelles 15)





B. COMITE 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;

HOMÈS, 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'État, à Gem-
bloux;

TAVERNIER, A., Professeur à l'Université de Gand.

C. DIRECTEUR GÉNÉRAL.

M. JURION, F.
