

# RECHERCHES SUR LE DÉROULAGE AU CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL

par J. C. BOULLOUD,

*Ingénieur de Recherches à la Division Mécanique & Usinage,  
du Centre Technique Forestier Tropical.*

## SUMMARY

### RESEARCH ON VENEER-PEELING AT THE CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL

*This article essentially presents a method of studying the mechanism of veneer-peeling. The method has two principal aspects : the study of the phenomenon by ultra-rapid cinematography, and the measurement of the forces applied to the tool.*

*In the third part, reference is made to certain tests for assessing the surface quality of the veneer, the number of checks, and mechanical strength.*

## RESUMEN

### INVESTIGACIONES ACERCA DEL DESENRROLLADO DE LA MADERA POR PARTE DEL CENTRO TÉCNICO FORESTAL TROPICAL DE FRANCIA

*El artículo que figura a continuación tiene como propósito esencial la presentación de un método de estudio del mecanismo del desenrollado de la madera. Este método presenta dos aspectos principales : el primero, relativo al estudio del fenómeno por cinematografía ultrarrápida, y el segundo, relativo a la medida de los esfuerzos aplicados a la herramienta de corte.*

*En una tercera parte, se definen algunas pruebas para dar cuenta del estado del chapeado, del número de hendiduras y de su resistencia mecánica.*

Deux options se présentèrent à nous quand on nous demanda d'étudier le déroulage au Centre Technique Forestier Tropical.

La première était d'installer une dérouleuse et l'infrastructure nécessaire à sa marche afin d'observer le comportement des bois à étudier.

La seconde consistait à étudier le mécanisme de la coupe en lui-même, à en définir tous les paramètres, pour déboucher à échéance sur des applications pratiques à partir des résultats obtenus.

Ce choix difficile nous fut épargné du fait de notre volonté de collaborer étroitement avec le CENTRE TECHNIQUE DU BOIS qui s'était déjà engagé dans la première voie.

La deuxième option s'imposa donc logiquement à nous, ce qui ne pouvait rendre notre collaboration que plus fructueuse dans l'avenir.

Ainsi, lorsque nous constatons un phénomène

qui semble significatif, nous essayons tout de suite de voir si ce qui est vrai au niveau du laboratoire l'est également au niveau de la dérouleuse industrielle. Inversement, le Centre Technique du Bois peut utiliser notre équipement pour analyser les phénomènes observés dans son laboratoire de déroulage.

Cet article a pour but de faire connaître l'activité de la nouvelle section de Déroulage dans le laboratoire de Mécanique et Usinage et les méthodes mises au point (ou en cours de mise au point) pour l'étude du déroulage. Il n'abordera que très superficiellement l'interprétation des premiers résultats déjà obtenus. En effet, nous devons, au cours des prochaines années, accumuler les résultats obtenus à partir d'expérimentations déterminées pour analyser en détail le mécanisme du déroulage et proposer des solutions pratiques aux problèmes posés par celui-ci.

\* \* \*

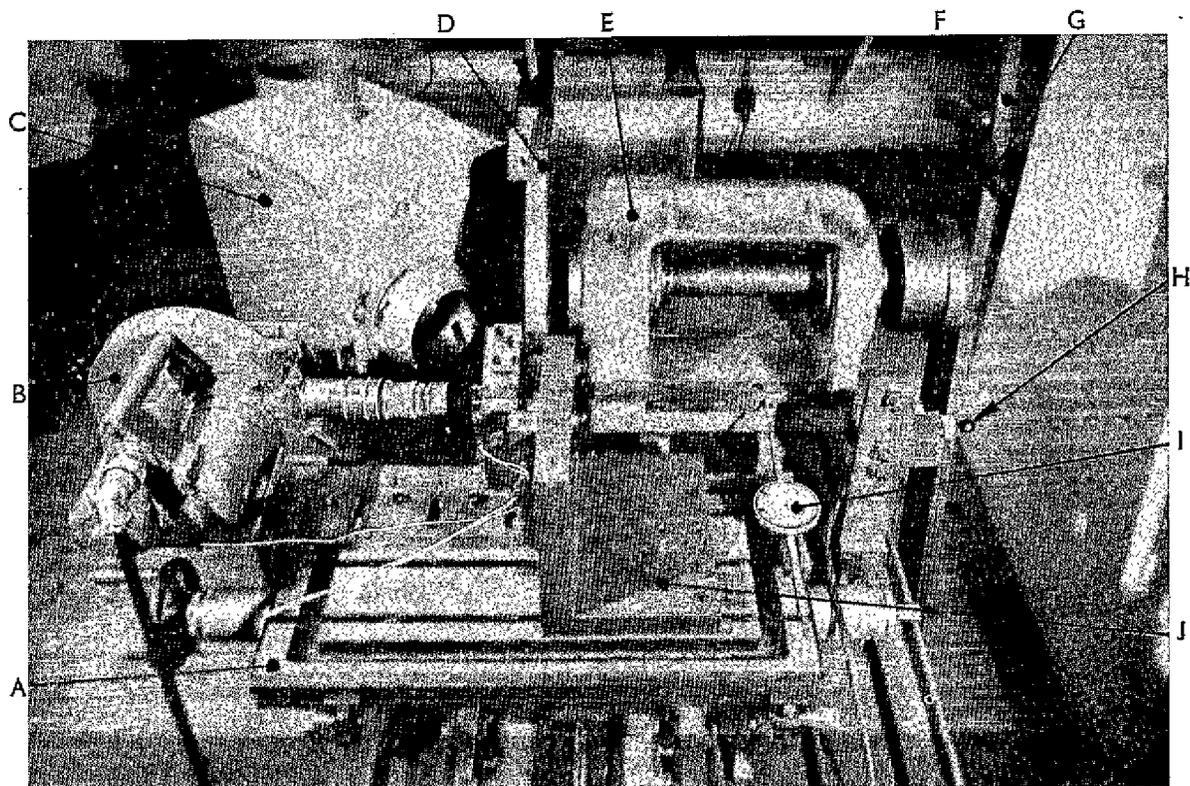
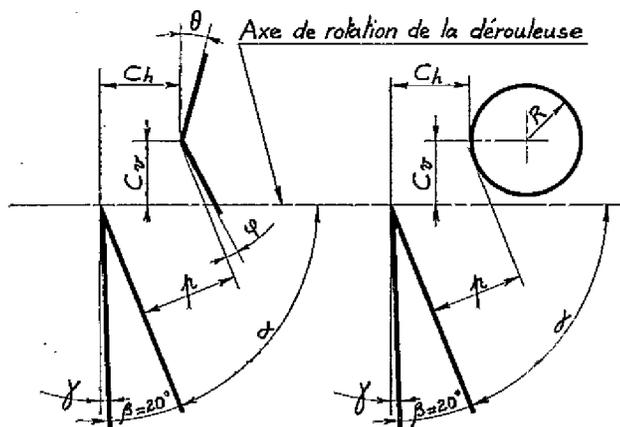


PHOTO 1. — Vue d'ensemble du dispositif de prise de vues.

Photo Chatelain.

A. Table de fraisage ; B. Caméra Fastax ultra-rapide ; C. Lanterne avec lampe Xénon sous pression ; D. Plateau sur lequel est fixée l'éprouvette ; E. Bipalier monobloc ; F. Bras du pendule ; G. Came de synchronisation ; H. Interrupteur de synchronisation ; I. Comparateur servant à déterminer l'épaisseur du placage ; J. Equerre porte-outils.

## TERMINOLOGIE EMPLOYÉE



$C_v$  = Cote verticale de la barre de pression (en mm)

$C_h$  = Cote horizontale de la barre de pression (en mm)

$p$  = Passage (en mm)

$\beta$  = Angle de bec de l'outil

$\gamma$  = Angle de dépouille de l'outil

$\alpha$  = Angle d'attaque de l'outil

$\theta$  = Angle d'entrée

$\varphi$  = Angle de sortie

$R$  = Rayon de la barre ronde tournante (en mm)

FIG. 1.

Nous avons mis au point au laboratoire deux méthodes d'investigation :

A. — Une méthode essentiellement qualitative, qui est l'observation de la coupe par cinématographie ultra-rapide. Méthode qui est assortie de divers tests à caractères quantitatifs, mais qui peut aussi donner lieu à des études à caractères qualitatifs (dépouillement des films et études des déformations du bois sur les photos extraites de ces films).

B. — Une méthode essentiellement quantitative qui est l'évaluation en module et direction des forces appliquées sur l'outil et la barre de pression durant une coupe ; méthode qui est complétée par des tests qualitatifs (dont un peut être A) et quantitatifs.

## PREMIÈRE MÉTHODE CINÉMATOGRAPHIE

### 1 - But.

Nous visualisons la coupe par cinématographie ultra-rapide, ce qui permet d'évaluer dans quelles conditions le bois est déroulé, ainsi que de voir comment varie la qualité du placage en fonction

de la géométrie de la coupe ; nous classons également les défauts du placage par grandes catégories.

## 2 - Choix entre le pendule et le tour.

A Madison, Lutz (1) a choisi le tour pour ces études, mais nos conditions sont différentes :

a) En effet, quand nous filmons à 5.000 images/s, nous n'avons que 3.000 images utiles, ce qui représente 0,6 s, soit à nos vitesses de coupe, une longueur de 15 cm environ.

b) Notre situation géographique, à 6.000 km de notre lieu d'approvisionnement est également différente, et il est intéressant de recevoir du bois frais par avion (en petite quantité).

Nous avons donc choisi, en fonction des deux remarques précédentes, de dérouler de petites éprouvettes de façon discontinue. Le pendule fut donc retenu.

Le tour sera utilisé lorsque nous procéderons à des essais d'usure non encore entrés dans une phase opérationnelle.

## 3 - Description de la machine d'essai.

Elle est composée d'un arbre horizontal très fort, monté sur un bipalier monobloc. Au bout de cet axe, monté sans jeu, nous avons fixé un plateau très rigide. A l'autre bout de l'axe se trouve un bras très long avec des masses importantes fixées aux deux extrémités et s'équilibrant qui lui donnent une grande inertie.

L'oscillation du pendule est assurée par la fixation à un bout du bras d'une masse supplémentaire. La vitesse est variable ; elle est réglée, soit par le changement de cette masse additionnelle, soit par le changement de la position relative du plateau

(1) Effects of horizontal roller-bar openings on quality of rotary-cut Southern Pine and Yellow Poplar veneer, J. F. LUTZ and R. A. PATZER. *Forest Products Journal* (oct. 66).

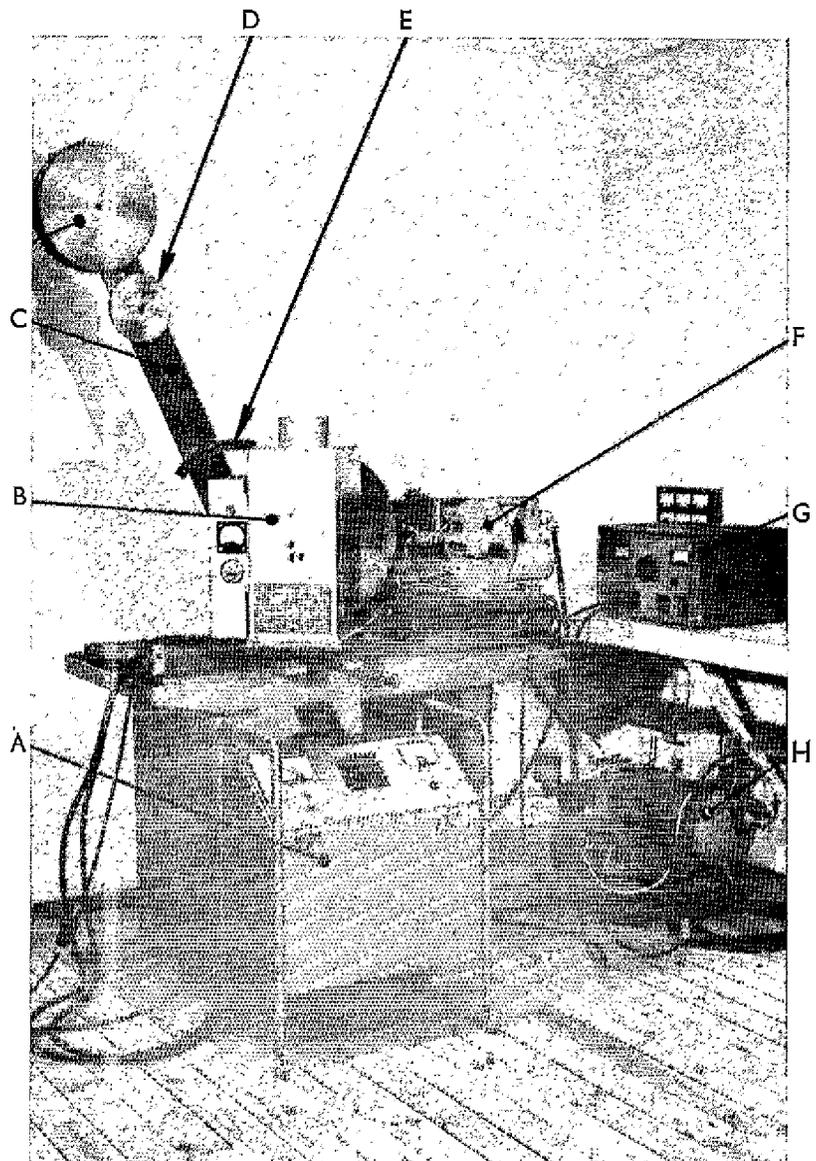
PHOTO 2. — A. Alimentation de la lanterne ; B. Lanterne ; C. Bras du pendule ; D. Masse accélératrice ; E. Came de synchronisation ; F. Caméra ; G. Alimentation de la caméra ; H. Compresseur.

Photo Chatelain.

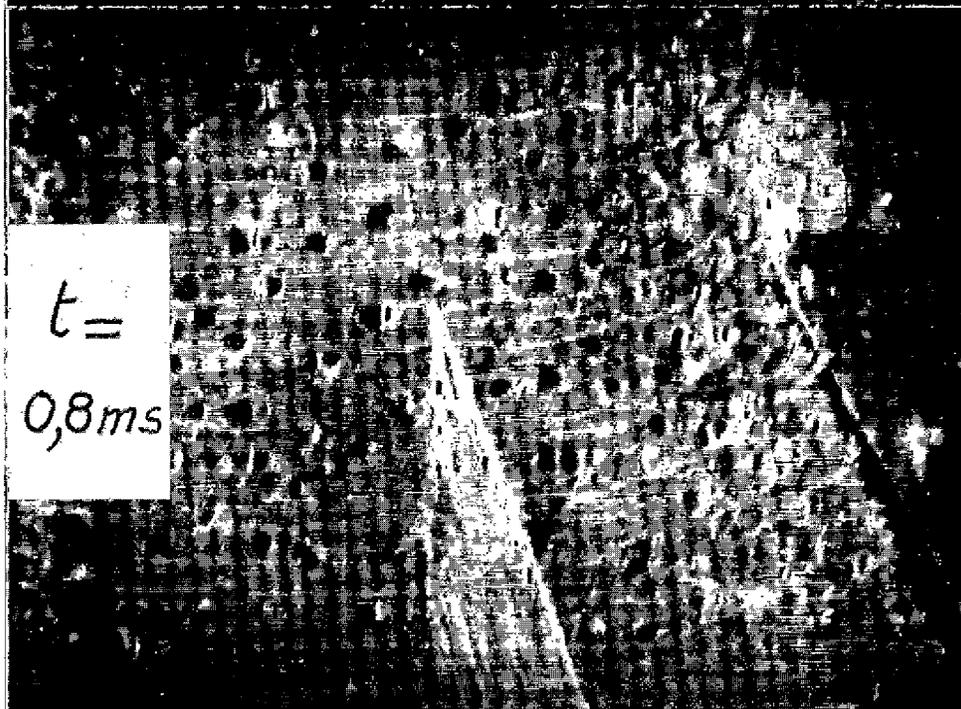
par rapport au bras. En effet, l'éprouvette est fixée de telle sorte que la partie extérieure soit à 25 cm de l'axe de rotation. Elle est fortement maintenue, à l'aide de 9 vis, dans un logement en forme de cuve dont le plateau constitue l'une des faces.

Pour obtenir une prise de vue de haute qualité, nous déroulons surtout à une vitesse de 20 m/mn. Cette vitesse est relativement faible, mais les résultats obtenus sur dérouleuses industrielles au Centre Technique du Bois à l'occasion de certaines expérimentations semblent tout à fait analogues. Nous pouvons aussi, en acceptant un léger flou, filmer des coupes effectuées à des vitesses de 60 m/mn.

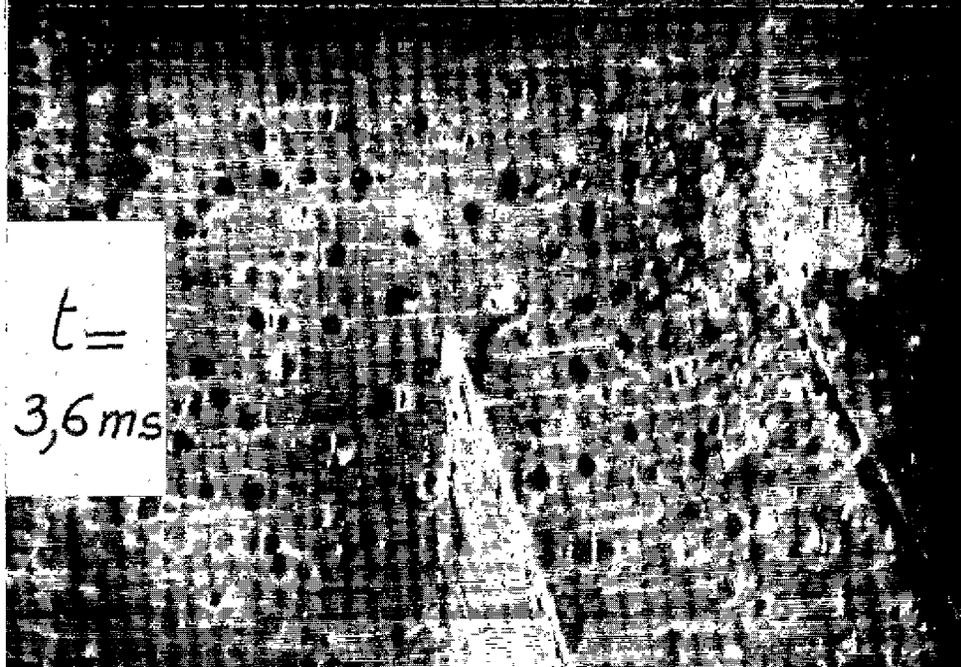
Comme on peut le voir sur les photos, l'outil et la barre de pression sont montés sur une forte équerre, elle-même fixée sur une table de fraisage. Son avance est contrôlée par un comparateur au



$t =$   
 $0ms$



$t =$   
 $0,8ms$



$t =$   
 $3,6ms$



centième. Le tout est monté sur une table à rainures Sydéric.

La terminologie adoptée pour décrire la géométrie de l'outil de coupe est donnée en figure 1.

Toutes les grandeurs ainsi définies sont variables. L'outil a une arête de 20 mm de long, longueur égale à celle de la barre de pression.

Nous utilisons deux expressions du taux de compression. La première  $C_1$  est définie par la formule :

$$C_1 \% = \frac{e - C_h}{C_h} \times 100$$

$e$  = épaisseur nominale du placage déroulé (en mm),

$C_h$  = cote horizontale en mm (voir Fig. 1) ;

la seconde par :

$$C_2 \% = \frac{e - p}{e} \times 100$$

$p$  = passage en mm,

pour une barre traditionnelle :

$$p = \sqrt{C_h^2 + C_v^2} \cos \psi$$

$$\text{avec } \psi = \left( \beta - \text{Arc tg } \frac{C_v}{C_h} \right)$$

pour une barre ronde tournante ou non de rayon  $R$  :

$$p = (C_h + R) \cos \beta + C_v \sin \beta - R$$

$C_v$  = cote verticale (voir Fig. 1) en mm ;

$\beta$  = angle de bec.

Dans notre travail courant, c'est la première définition qui a été adoptée, exclusivement pour un usage interne au laboratoire, mais nous sommes conscients que la seconde est plus pratique et que c'est celle-ci qui est la plus employée dans l'industrie,

$$\text{avec } C_3 \% = \frac{e - C_h}{e} \times 100.$$

Ici, nous exprimerons la compression à l'aide des deux modes d'évaluation  $C_1$  et  $C_2$  %.

Face à l'outil, nous avons disposé (photo 1) une caméra ultra-rapide Fastax.

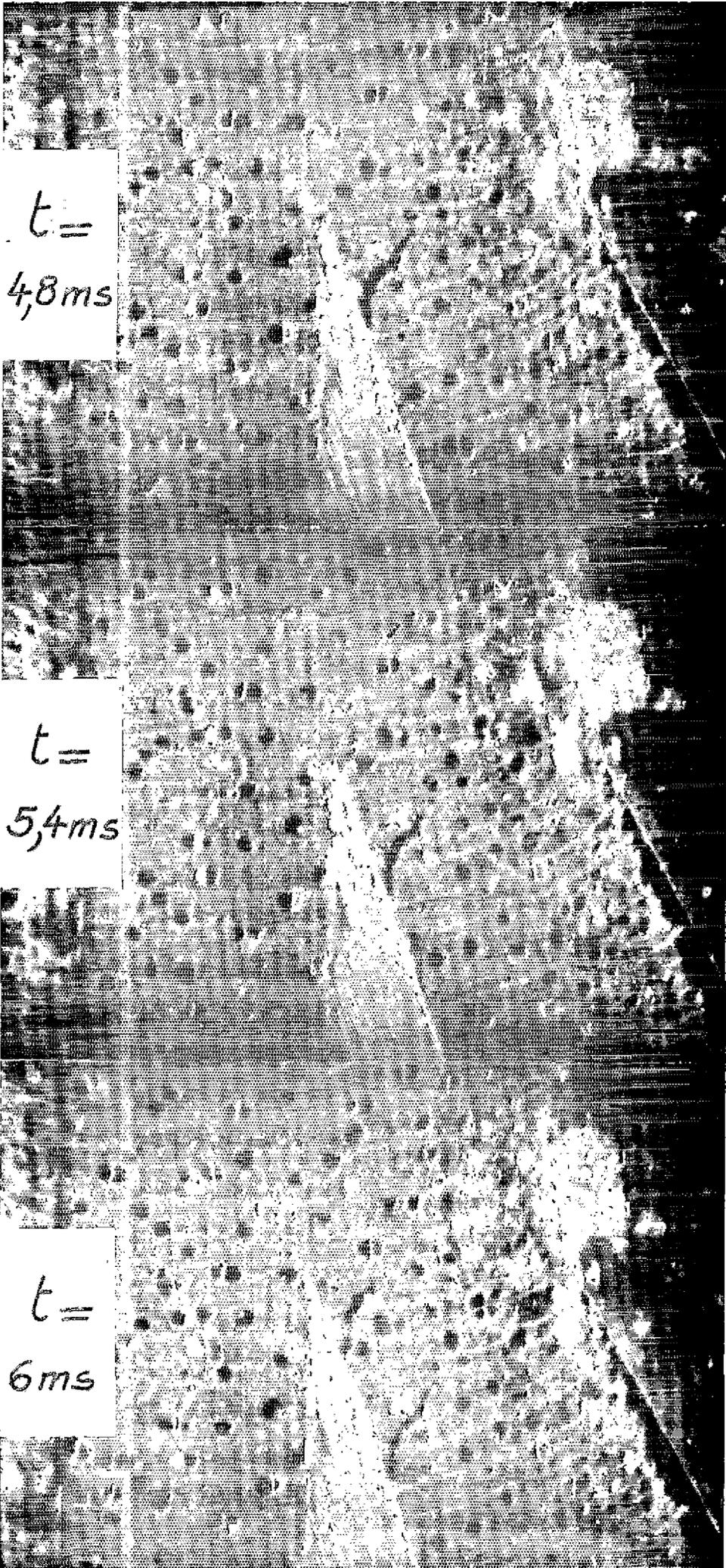
Nous voyons celle-ci sur la photo 2 avec son alimentation. En faisant varier le vol-

tage de cette alimentation, nous pouvons filmer de 600 à 8.000 images/s sur film 16 mm. La prise de vue est déclenchée par un contact extérieur dont la fermeture est provoquée par le passage d'une came liée à un bras du pendule. La position de la came est réglable en fonction de la vitesse de déroulage, du moment de déclenchement choisi, etc... (dispositif visible photo n° 1).

Désirant pouvoir utiliser les photos agrandies 20 fois sur papier (ce rapport étant entendu par rapport à l'outil lui-même), nous avons été obligé de filmer à un grossissement de 1,5 fois, ce qui nous a conduit à choisir une source lumineuse extrêmement puissante afin d'obtenir une aussi bonne résolution que nous le permettaient l'optique de la caméra et le grain du film, tout en conservant une bonne profondeur de champ. Notre choix s'est porté sur un projecteur à lampe au Xenon à haute pression (lampe XBO 900 W). Le projecteur (photo 2, à gauche de la caméra) est alimenté par un courant redressé de 45 ampères et absorbe une puissance de 900 W pour un flux lumineux de 30.000 lumen.

Considérant l'optique du projecteur qui est formée d'un miroir elliptique qui concentre à un foyer l'énergie lumineuse émise par la lampe à l'autre foyer, nous pouvons estimer que le rendement de notre optique est de 40 %. Concentrant notre flux sur 1 cm<sup>2</sup>, l'éclairement de la plage à filmer est de 120 × 10<sup>6</sup> lux.

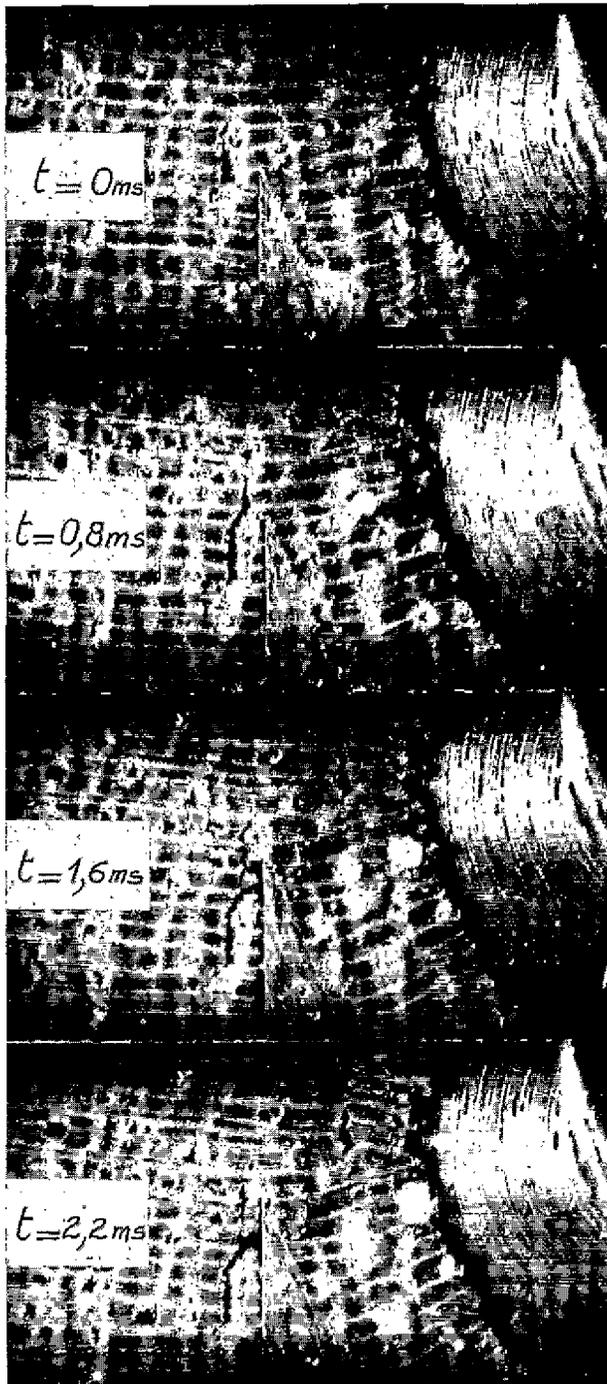
Le passage de l'éprouvette dure environ 4/10 de s. Ce temps est suffisamment court pour que le bois ne soit pas endommagé par une telle puissance d'éclairement. Nous nous servons d'une plaque d'amiante placée face à l'outil pour mettre au point la concentration et le point d'éclairement de notre faisceau.



$t =$   
4,8ms

$t =$   
5,4ms

$t =$   
6ms



#### 4 - Préparation des éprouvettes.

Elle se décompose en 4 phases :

a) Nous sélectionnons les grumes arrivées au CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL, soit sur notre demande, soit pour les différents essais prévus en son sein. L'atelier nous prépare des éprouvettes de  $140 \times 100 \times 22$  mm prélevées à 30 cm du cœur.

Nous éliminons, dans une première phase, les

bois de densité supérieure à 0,75 pour ne pas surcharger l'outil.

b) Les éprouvettes sont stockées avant utilisation dans le laboratoire en attendant d'être réhumidifiées sous vide. Nous portons en général les éprouvettes à 75 % d'humidité ; à ce taux, il n'y a pas ou peu de projection d'eau lorsque nous déroulons le bois avec compression. Avec certaines essences (Mayapis, Huynh), l'eau est fortement projetée vers l'objectif qu'elle salit. Nous avons alors des films inutilisables. Il est possible de remédier en partie à cet inconvénient en dirigeant vers l'outil un jet d'air comprimé produit par un compresseur.

c) Au moment précis du déroulage, nous rectifions la surface qui sera filmée à l'aide d'un outil monté sur la table de fraisage. En quelques passages, l'éprouvette fixée sur le plateau présente un état de surface tel que l'image sur le film sera nette si tous les réglages optiques sont bien faits.

d) Enfin, nous avançons l'outil peu à peu pour mettre l'éprouvette au rond. Quand ceci est fait, nous biseautons légèrement l'entrée et la sortie et nous sommes alors prêt à dérouler.

#### 5 - Exemple d'utilisation de la méthode.

##### a) CLASSEMENT DES TYPES DE FENTES.

Il nous est apparu plusieurs types de défauts que nous allons passer en revue. La liste n'en est pas exhaustive car :

— premièrement, nous n'avons considéré que les défauts apparaissant le plus souvent, dans des conditions bien définies ; certaines conditions extrêmes n'ont pas été étudiées,

— deuxièmement, le champ de la caméra, volontairement réduit, ne permet pas de voir certains défauts qui se produisent trop loin de l'arête (à la décompression par exemple).

##### 1° Type 1. Fentes radiales.

C'est le type le plus courant, caractérisé par des fentes apparaissant sur une arête de l'outil et se développant le long de sa face d'attaque.

Nous pouvons en voir une illustration sur les photos série n° 3 du film n° 87. Nous déroulons ici de l'Agba (n° C. T. F. T. 18021), à 70 % d'humidité, avec un angle de dépouille de  $0^\circ$ . Les autres paramètres sont :

- $C_\phi = 1,20$  mm
- $C_h = 2,00$  mm
- $p = 2,28$  mm
- $e = 2,40$  mm
- $C_1 = 20$  %
- $C_2 = 5$  %.

PHOTOS série 5. — Fentes de dépouille.

Lorsque le réglage des  $C_v$  et  $C_h$  est bon, la profondeur de ces fentes est notablement réduite par une augmentation de la compression. Ici, le réglage de la cote verticale est incorrect (trop grande) et le fait de donner de la compression n'améliorerait pas la qualité du placage. Ce type de fentes apparaît également lorsque nous déroulons sans compression.

2° Type 2. Fentes en arrière de l'outil.

Nous avons, photo série n° 4, du film 70, une illustration de ce type de fentes. Le bois déroulé est du Koupi kouali (n° C. T. F. T. 16774) à 92 % d'humidité et avec un angle de dépouille nul. D'autre part :

$$\begin{aligned}C_h &= 2,05 \text{ mm} \\C_v &= 0,70 \text{ mm} \\p &= 2,15 \text{ mm} \\e &= 1,90 \text{ mm} \\C &= 0 \text{ \%}.\end{aligned}$$

Ce défaut est caractéristique du manque de compression pendant le déroulage du placage, on le retrouve systématiquement dans de telles conditions (toutes choses égales par ailleurs). Ce défaut disparaît par simple augmentation du taux de compression ; il peut réapparaître du fait d'un mauvais réglage de la cote verticale ( $C_v$  trop important).

3° Type 3. Fentes de dépouille.

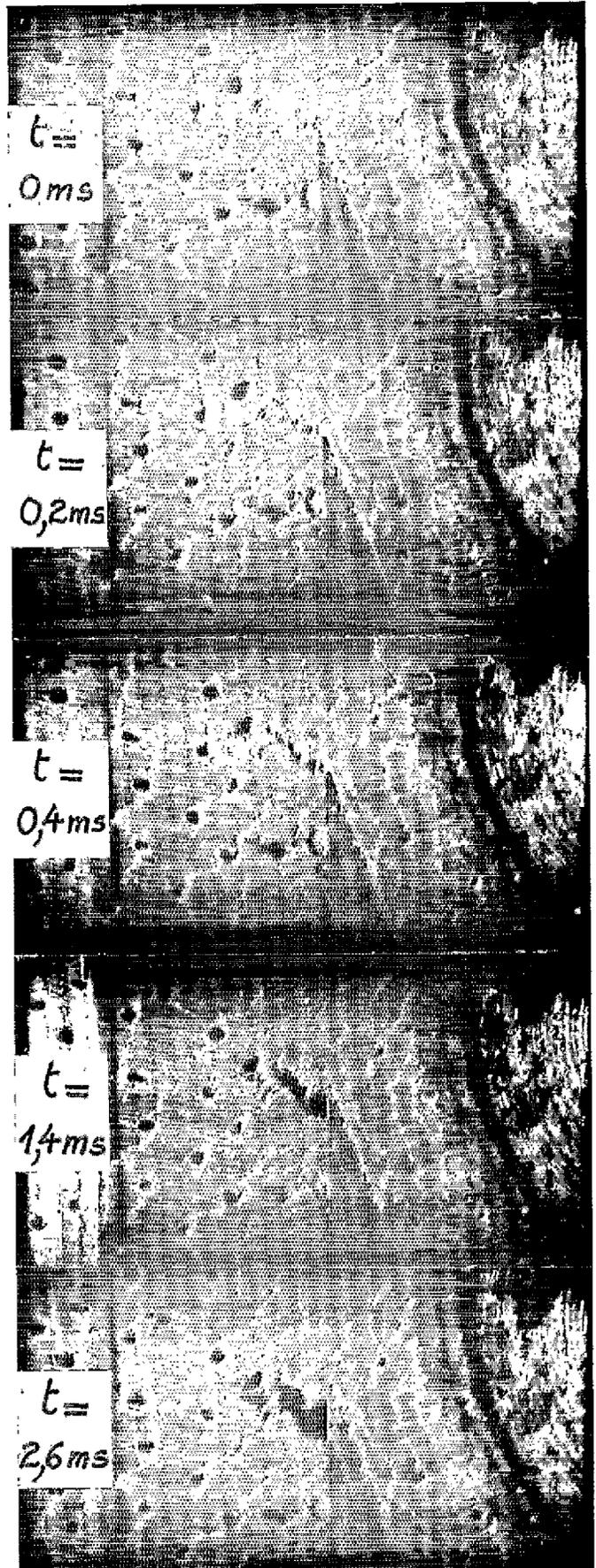
Ici, ce type de fentes est illustré par la photo série n° 5, extraite du film n° 96 du déroulage du Fraké (n° C. T. F. T. 18427), à 85 % d'humidité, l'outil ayant un angle de dépouille nul.

$$\begin{aligned}C_h &= 2,00 \text{ mm} \\C_v &= 0,60 \text{ mm} \\p &= 2,05 \text{ mm} \\e &= 2,40 \text{ mm} \\C_1 &= 20 \text{ \%} \\C_2 &= 15 \text{ \%}.\end{aligned}$$

Cette catégorie de fentes est souvent engendrée par un mauvais réglage de la cote verticale ( $C_v$  trop faible). On pourra dans ce cas supprimer les fentes en portant  $C_v$  de 0,6 mm à 1,2 mm, sans changer le taux de compression ou encore en laissant  $C_v$  à 0,6 mm, mais en réduisant la compression, ce qui supprimera ce type de défauts mais risquera d'en engendrer un autre (type 1 ou 2).

b) ETUDE DES CONDITIONS DE COUPE.

Nous allons, dans ce paragraphe, voir comment nous pouvons utiliser les films pour étudier l'influence de tel ou tel paramètre sur les conditions





1



2



3



4

PHOTOS série 6. — *Comparaison barre fixe, barre ronde.*



5



6



7



8

PHOTOS série 6. -- *Comparaison barre fixe, barre ronde.*



PHOTOS série 7. — Comparaison barre fixe, barre ronde.

de coupe. Ici, nous comparerons l'action d'une barre de pression statique à celle d'une barre ronde tournante.

Les deux séries de photos nos 6 et 7 sont extraites des films nos 126 et 125, où nous déroulons un Andoung de Durand (no C. T. F. T. 15780), l'outil ayant un angle de dépouille de 0°. Les autres paramètres sont :

— dans le 1<sup>er</sup> film (barre statique) :

$C_h = 2,00$  mm  
 $C_v = 0,6$  mm  
 $p = 2,07$  mm  
 $e = 2,40$  mm  
 $C_1 = 20$  %  
 $C_2 = 14$  %

— dans le 2<sup>e</sup> film (barre ronde tournante) :

$C_h = 2,00$  mm  
 $C_v = 1,20$  mm  
 $p = 2,25$  mm  
 $e = 2,40$  mm  
 $C_1 = 20$  %  
 $C_2 = 6,5$  %.

Il est visible sur les photos séries 6 et 7 que la barre ronde (tournante ou non) et la barre traditionnelle agissent de façon très différente sur le placage :

— La barre traditionnelle agit très violemment en déformant fortement le bois à dérouler. Nous remarquons une compression particulièrement forte

PHOTOS série 7. — Comparaison barre fixe, barre ronde.



au voisinage de la barre, puis une décroissance rapide de cette compression ; à noter que lorsque le bois est très humide l'eau gicle uniquement de la plage voisine de la barre (voir photo illustrant les fentes radiales n° 3).

— Au contraire, lors de la coupe avec la barre ronde, nous voyons que la déformation communiquée au bois est moins brutale et mieux répartie dans le volume compris entre l'outil et la barre de pression.

Il est facile de comprendre, à la lumière de ce très rapide examen, les avantages de la barre ronde

par rapport à l'autre ; le placage est en effet moins perturbé par la barre de pression ronde.

Il est évident que ceci n'est qu'un aspect de la comparaison à faire entre les utilisations de ces deux types de barre, mais cela illustre un des types d'utilisation que l'on peut faire des films pris. Nous avons pris 138 films, mais nombre d'entre eux avaient pour seul but la mise au point d'une technique. Aussi, cela n'est-il pas suffisant pour en entreprendre une étude systématique afin d'en dégager éventuellement certaines règles, le nombre de paramètres étant important et le nombre d'essences déroulées étant de 29.

## DEUXIÈME MÉTHODE : MESURE DES EFFORTS

### 1) But.

Il était de connaître, en une première étape, le système de force résultant appliqué sur le couteau de la dérouleuse.

### 2) Choix de la méthode.

Nous avons utilisé une méthode de mesure extensométrique.

Si la réaction résultante de l'outil sur le bois est une force  $\vec{F}$  de module  $|F|$  et d'angle  $\omega$  avec une direction donnée, nous pouvons décomposer cette force en une force  $\vec{F}_A$  de module  $|F_A|$  équivalente à  $\vec{F}$  appliquée à l'arête de l'outil plus un moment  $\mathcal{M}$  (voir Fig. 2).

Pour des raisons qui seraient trop longues à exposer dans cet article, qui n'a pas pour but de détailler les calculs, nous avons choisi, dans un premier temps, de ne déterminer que  $\vec{F}_A$  avec la méthode décrite plus loin. Mais il n'en reste pas moins que cela est très intéressant, car seule  $\vec{F}_A$  travaille lors de la coupe et nous pouvons ainsi connaître l'énergie dépensée à tous les niveaux de l'outil pendant une coupe.

Désirant donc connaître  $\vec{F}_A$  en module et direction, il a fallu mettre deux jauges sur l'outil (une sur chaque face). Ces jauges sont collées à l'intersection du plan de chaque face avec le plan médiateur de l'arête, à 10 mm de celle-ci.

Pour connaître le moment  $\mathcal{M}$  nous aurions dû mettre deux jauges supplémentaires beaucoup plus proches de l'arête, ce qui pose des problèmes difficiles à résoudre, en raison du risque de détérioration de ces jauges.

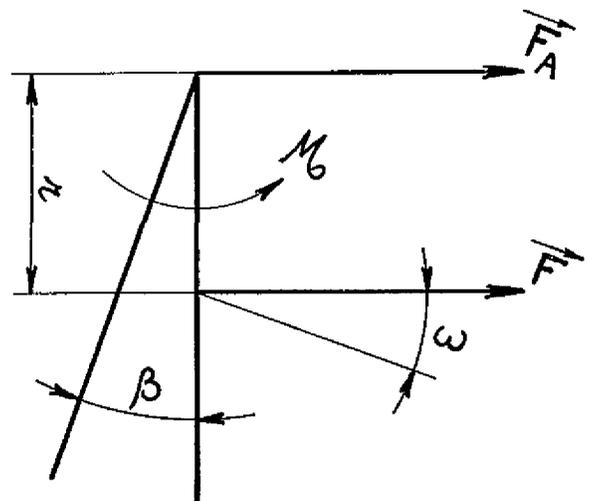
FIG. 2. — Décomposition de la résultante  $\vec{F}$  appliquée à une distance  $r$  de l'arête de l'outil en une force  $\vec{F}_A$  et un moment  $\mathcal{M}$ .

Les jauges employées sont de type semiconducteur, ce qui nous permet d'avoir des signaux importants à la sortie du pont de Wheatstone dont la jauge est l'élément actif.

Nos ponts sont alimentés en 4 ou 5 volts, par alimentation TZ 40 Tranchant Electronique. Au début, nous enregistrons les signaux délivrés sur oscilloscope bicanon C. R. C. ; le départ des spots était déclenché par le système qui sert à déclencher le départ de la caméra (came-interrupteur). Dans cette première méthode, nous photographions alors les spots avec un appareil photo adapté à l'oscilloscope, l'ouverture de l'objectif étant toujours commandée par le même système came-interrupteur.

Nous avons abandonné cette méthode pour trois raisons :

A) son manque de souplesse et le délai d'utilisation du cliché qui est trop long,



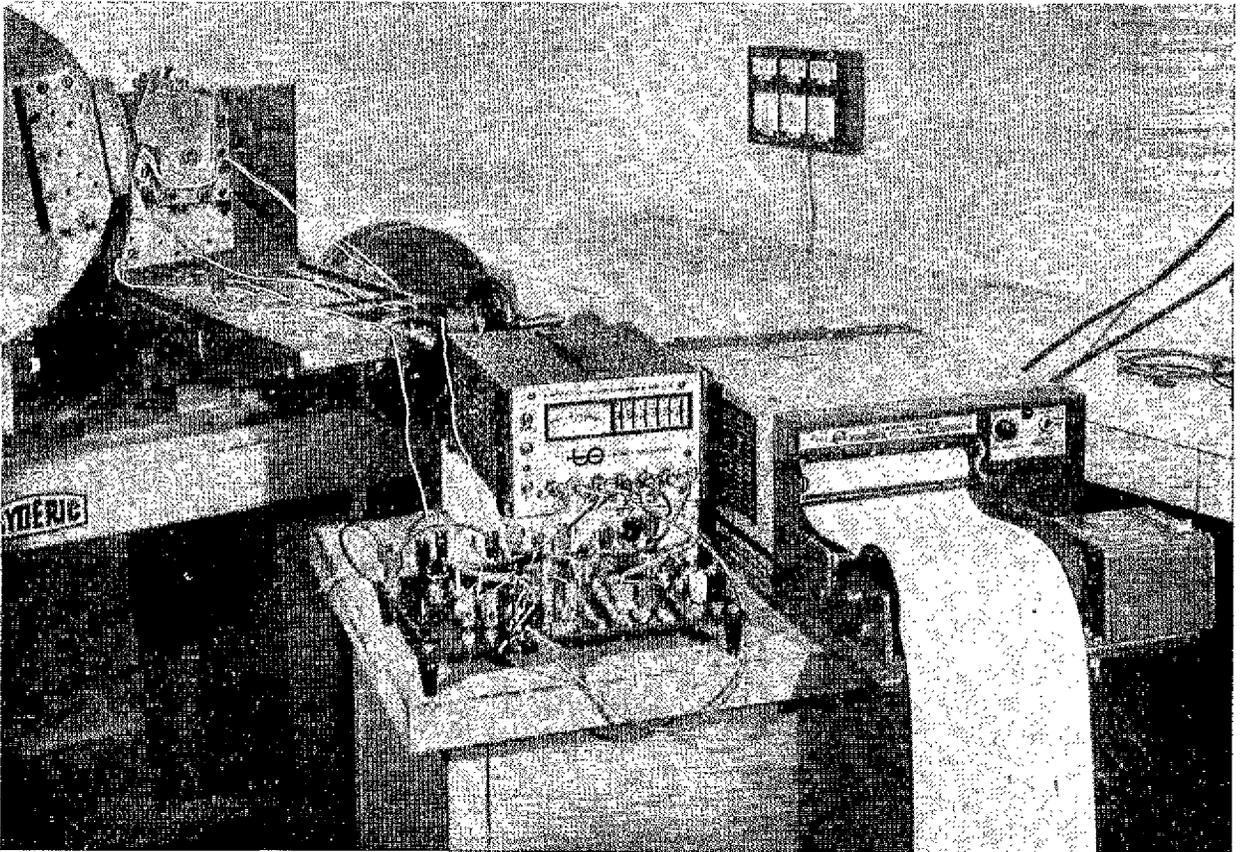


Photo Chatelain.

PHOTO 8. — Vue du montage pour l'étude des forces appliquées à l'outil par une méthode extensométrique.

B) le manque de précision de l'oscilloscope (manque de linéarité, épaisseur des spots qui donne une grande incertitude sur la lecture),

C) enfin, parce que cette méthode nous a appris qu'il n'était pas important, dans le cas de cette expérimentation, d'avoir une bande passante très importante et qu'il suffisait d'en avoir une de 200 Hertz.

Dorénavant, nous envoyons donc les signaux de sortie des ponts de Wheatstone dans des galvanomètres C. E. C. de bande passante 200 Hertz. Le fort facteur de jauge ( $130 \pm 5\%$  à  $24^\circ\text{C}$ ) des jauges employées permet d'attaquer directement les galvanomètres.

La linéarité de l'ensemble de notre chaîne n'est très bonne que dans une certaine gamme ; dans nos enregistrements, elle est très suffisante compte tenu des autres sources d'incertitude.

Les signaux sont matérialisés par l'impression d'un papier sensible, à partir des spots lumineux renvoyés par les miroirs des galvanomètres sur ce papier qui se déroule à une vitesse constante choisie. Sur la bande enregistrée figure également

la base de temps désirée (en général le  $1/100$  de s) (cf. Fig. 3). On peut voir, sur la photo n° 8, l'ensemble du montage.

A partir des enregistrements obtenus, nous extrayons l'information désirée. Là encore, nous ne détaillerons pas les calculs ; mais il faut savoir que cette extraction est longue et complexe. Jusqu'à maintenant, nous avons fait les calculs à la main, aidés d'une machine de bureau électronique. Depuis, nous avons mis au point un programme FORTRAN pour avoir  $F_A$  en module et direction.

Les éléments de résultat qui seront indiqués plus loin donnent le module de  $F_A$ .

Nous étalonnons nos outils pour déterminer les caractéristiques de réponse des jauges en fonction des efforts exercés, mais nous ne pouvons pas appliquer strictement les efforts sur l'arête lors de l'étalonnage, cela introduit une incertitude. Cependant, nous savons que l'erreur commise lors du dépouillement sera toujours du même sens et que les résultats trouvés seront systématiquement minimisés. Nous pensons que cette erreur n'est pas supérieure à 6 % sur le module des forces

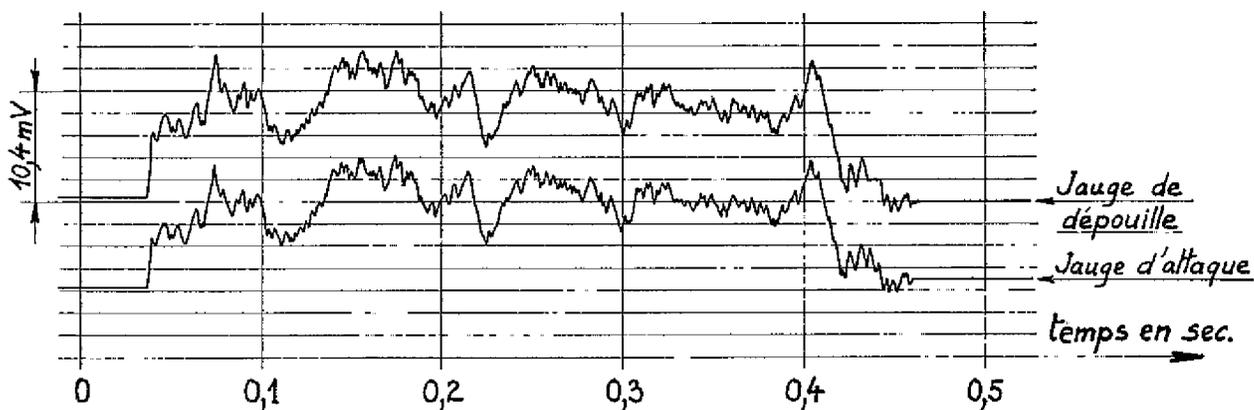


FIG. 3. — Reproduction d'un enregistrement pendant une coupe.

exercées par le bois sur l'outil. Des calculs sont en cours pour préciser cette incertitude.

Quant à l'erreur sur les directions, il est très délicat de nous prononcer pour l'instant avec précision, toujours à cause de la structure particulière de nos calculs de dépouillement où certaines approximations sont introduites, mais elle est de l'ordre de quelques degrés d'angle.

Dans ce qui suit, nous allons donner le résultat du dépouillement de 4 essais. Il n'est pas encore question d'en donner l'interprétation, cela serait hâtif.

Les 4 essais ont porté sur l'Okoumé n° 18642 réhumidifié, mais non étuvé.

Nous avons seulement pris 6 points par enregistrement, c'est-à-dire tous les 1/15 de seconde environ, ce qui est peu, mais suffisant pour avoir une idée du phénomène à observer.

### 3) Compte-rendu de 4 essais.

#### — ESSAI A.

Dans cet essai, c'est un placage de 1 mm d'épaisseur qui a été produit.

Les conditions de déroulage étaient les suivantes :

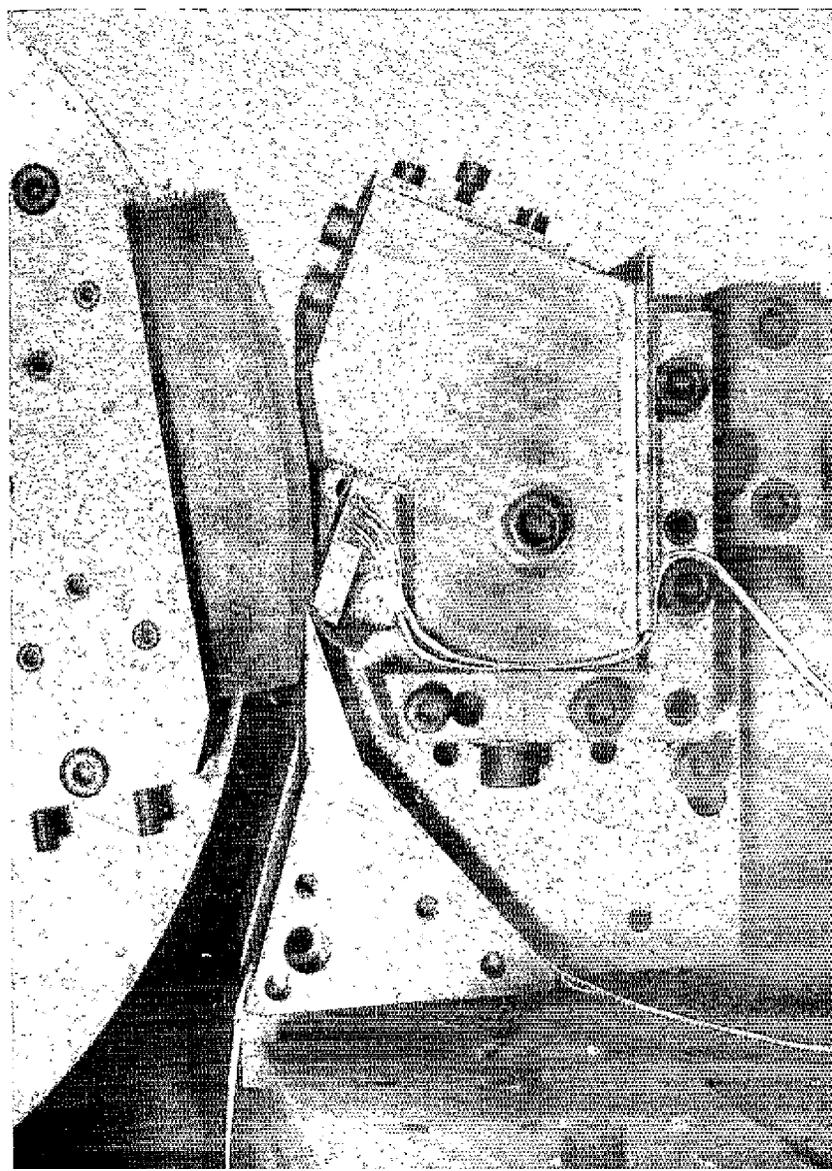
- Humidité de l'éprouvette : 100 %.
- Compression : nulle.
- Angle de dépouille :  $2^{\circ} 20'$  (1).

Le placage produit était très pelucheux. Nous remarquons sur la figure A que par rapport à la direction de coupe la direction générale des réactions de l'outil est du côté de la face de dépouille (l'outil est repoussé

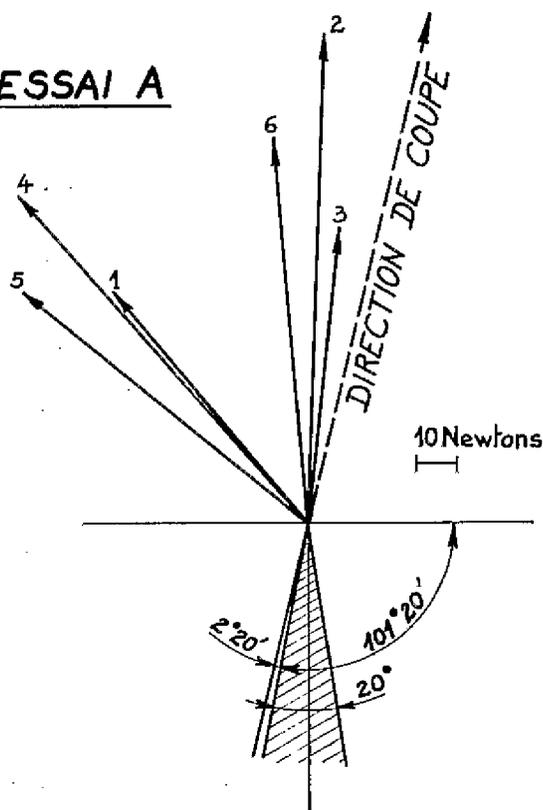
(1)  $2^{\circ} 20 \pm 0^{\circ} 20'$ .

PHOTO 8 bis. -- Vue détaillée de la partie située en haut et à gauche de la photo 8.

Photo Chatelain.

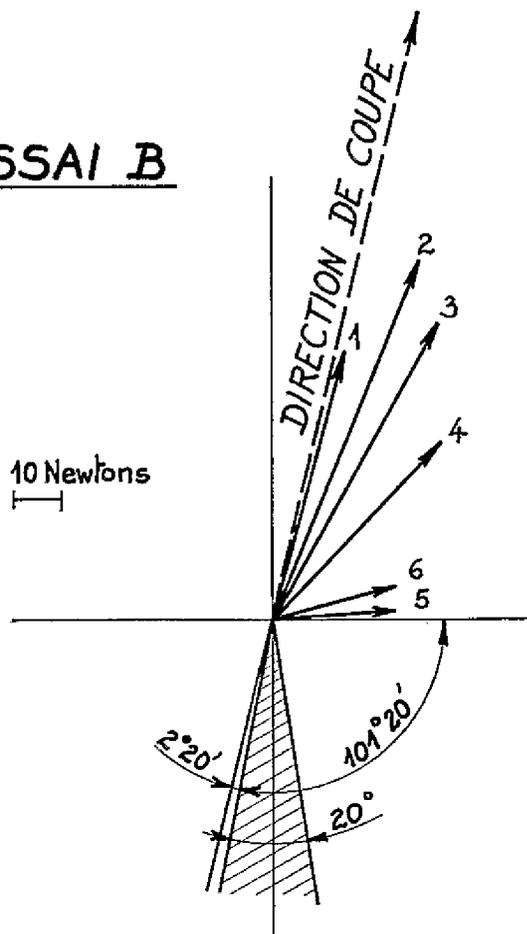


## ESSAI A



Conditions de coupe.  
 $C_1 = C_2 = 0 \%$   
 Humidité du bois = 100 %.

## ESSAI B



$C_v = 0,55$  ;  $C_h = 1,80$  ;  
 $p = 1,88$  ;  $e = 2,00$  ;  
 $C_1 = 11 \%$  ;  $C_2 = 6 \%$ .

— ESSAI B.

Conditions de déroulage :

Humidité de l'éprouvette : 85 %  
 $C_v = 0,55$  mm  
 $C_h = 1,80$  mm  
 $p = 1,88$  mm  
 $e = 2,00$  mm  
 $C_1 = 11 \%$   
 $C_2 = 6 \%$   
 Angle de dépouille =  $2^\circ 20'$ .

On remarque sur la figure B que la direction générale de la réaction de l'outil sur le bois a changé, et est passée du côté de la face d'attaque par rapport à la direction de coupe. On dit que l'on a piquage de l'outil.

Nous ferons deux remarques :

1° La dispersion des directions de la réaction de l'outil est encore grande. Ici, d'une façon générale, nous avons remarqué que la grandeur de la dispersion était liée à la qualité du placage quant à sa cohérence, c'est-à-dire que plus la dispersion angulaire de la réaction était faible, plus notre placage était cohérent (cf. paragraphe sur les tests).

Dans le cas présent, nous avons obtenu un placage très moyen, ce qui est en accord avec

l'observation de caractère général qui a été faite précédemment.

2° Une deuxième tendance semble se dégager de nos observations : lorsque la direction générale de la réaction de l'outil sur le bois passe du côté de la face d'attaque par rapport à la direction de coupe, l'état de surface cesse d'être pelucheux. Ceci fut vérifié dans cet essai.

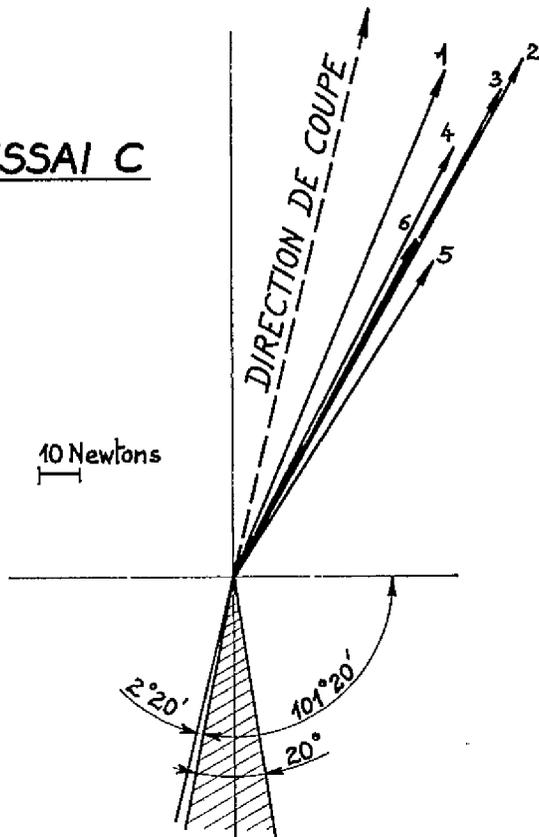
— ESSAI C.

Conditions de coupe :

Humidité de l'éprouvette : 120 %  
 $C_v = 0,55$  mm  
 $C_h = 1,55$  mm  
 $p = 1,63$  mm  
 $e = 2,00$  mm  
 $C_1 = 23 \%$   
 $C_2 = 18 \%$   
 Angle de dépouille =  $2^\circ 20'$ .

En regardant la figure C, nous constatons que, comme dans cet essai, nous avons un piquage mais plus léger. La réaction de l'outil sur le bois

## ESSAI C



$$\begin{aligned} C_v &= 0,55 ; C_h = 1,55 ; \\ p &= 1,63 ; e = 2,00 ; \\ C_1 &= 23 \% ; C_2 = 18 \% . \end{aligned}$$

a une direction plus constante dans le temps. Sa dispersion est moins grande, l'outil est plus en équilibre que lors des essais précédents. L'idéal serait que la direction générale de la réaction de l'outil se trouve avec une dispersion nulle dans le plan bissecteur du bec de l'outil. Ici, nous nous sommes rapprochés de ce cas. Le placage issu de cet essai était quasi parfait (état de surface lisse, contraintes résiduelles nulles).

Ceci est en accord avec les deux remarques faites dans le commentaire de l'essai B.

### — ESSAI D.

#### Conditions de coupe :

Humidité de l'éprouvette : 120 %

$C_v = 1,13$  mm

$C_h = 1,80$  mm

$p = 2,12$  mm

$e = 2,00$  mm

$C_1 = 11$  %

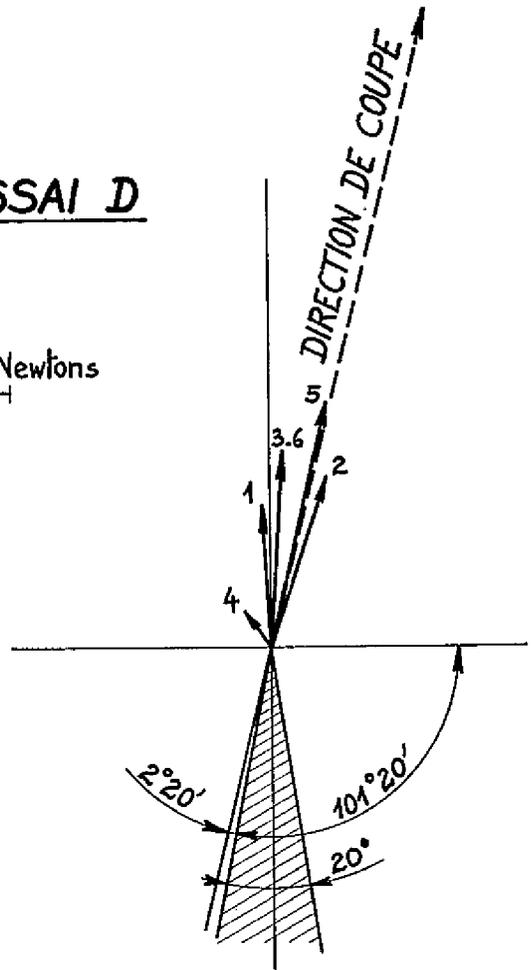
$C_2 = 0$  %

Angle de dépouille :  $2^\circ 20'$ .

Le placage issu de cette coupe est légèrement pelucheux et d'une cohérence moins grande que le placage issu de l'essai C. Comme on peut le voir sur la figure D, nous pouvions nous attendre à ce

## ESSAI D

10 Newtons



$$\begin{aligned} C_v &= 1,13 ; C_h = 1,80 ; \\ p &= 2,12 ; e = 2,00 ; \\ C_1 &= 11 \% ; C_2 = 0 \% . \end{aligned}$$

résultat, la réaction de l'outil sur le bois étant passée du côté de la face de dépouille par rapport à la direction de l'outil ; il n'est donc pas étonnant que notre placage soit pelucheux. L'assez grande dispersion des directions des réactions entraîne naturellement une cohérence médiocre du placage.

**REMARQUE.** Selon les directions des réactions de l'outil sur le bois et leur dispersion, nous avons observé des états de surfaces différents. Ces états de surface sont bien entendu inhérents à l'espèce et à l'état du bois déroulé, pour les conditions que nous nous sommes données.

#### 4) Calcul de l'énergie dépensée.

La puissance absorbée par le couteau (et non par l'outil tout entier) a pu être calculée dans l'essai C connaissant la valeur moyenne de  $F_A$  et son angle avec la direction de coupe. Celle-ci est de 46,85 W, c'est-à-dire l'arête faisant 2 cm de long, 2,342 KW pour un outil de 1 m, la vitesse de coupe étant de 20 m/mn.

## ÉVALUATION DE LA QUALITÉ DU PLACAGE

Cette évaluation est principalement soumise à quatre critères :

- 1) sa résistance mécanique,
- 2) son état de surface,
- 3) son épaisseur,
- 4) ses tensions résiduelles.

### 1) Résistance mécanique.

Elle est évaluée de trois façons différentes (ce nombre n'est pas, bien sûr, limitatif) :

a) Test de traction perpendiculaire aux fibres : ce test classique, facile à mettre en œuvre, est employé au laboratoire, mais l'interprétation des résultats obtenus peut être très dangereuse ; en effet, cette méthode présente de graves inconvénients :

- premièrement, ce test est destructif,
- deuxièmement, et ceci est le plus important, il ne teste que le point le plus faible du placage qui peut être par ailleurs absolument satisfaisant. De plus, ce point faible peut être dû à un défaut pré-existant (fente de séchage par exemple).

b) Notre méthode cinématographique peut donner lieu à une étude des fentes, de leur nombre, de leur profondeur, de leur orientation. La qualité mécanique du placage étant évidemment liée aux fentes, cela nous renseigne sur celles-ci.

c) Nous pouvons également prendre le placage à la sortie de notre dérouleuse et le mouler dans une résine Epoxy (araldite blanche par exemple), puis après avoir coupé le moulage perpendiculairement aux fibres du placage et l'avoir poli (photo 9), nous photographions le placage avec un certain grandissement (2 ou 3 fois). A partir de ce moment,

on peut entreprendre toute étude statistique sur le nombre de fentes, leur localisation, leur profondeur, leur ouverture. Cette méthode présente deux inconvénients :

1° Elle est peu pratique et longue à mettre en œuvre.

2° Le taux d'humidité du placage doit être très faible, les résines Epoxy ne pouvant pas être employées en présence d'eau.

Nous recherchons actuellement une autre matière de moulage qui, s'associant à l'eau, nous permettrait de mouler des placages humides.

### 2) Etat de surface.

L'évaluation de l'état de surface est surtout qualitative (elle peut être lisse, rugueuse, pelucheuse). On peut tout de même retenir un test pratiqué par Curt PETER à Madison (U. S. A.) (1) qui emploie un capteur de déplacement monté sur un chariot mû sur la surface à examiner. Il obtient ainsi un enregistrement rendant compte de l'état de surface du placage examiné. Les résultats obtenus sont absolument remarquables, et il semble avoir surmonté tous les problèmes posés par la mise au point d'un tel test. Nous avons mis à l'étude un appareil inspiré par le montage qu'il emploie.

### 3) Epaisseur.

A l'aide d'un comparateur nous mesurons l'épaisseur de bois enlevé lors d'une coupe. Lorsque nous

(1) PETER & CUMMING.  
Measuring Wood surface Smoothness (*Forest products Journal*, Dec. 70).

PHOTO 9. — Coupe du moulage d'un placage produit en déroulant de l'Okoumé à 10 % d'humidité, la géométrie de la coupe étant correcte.

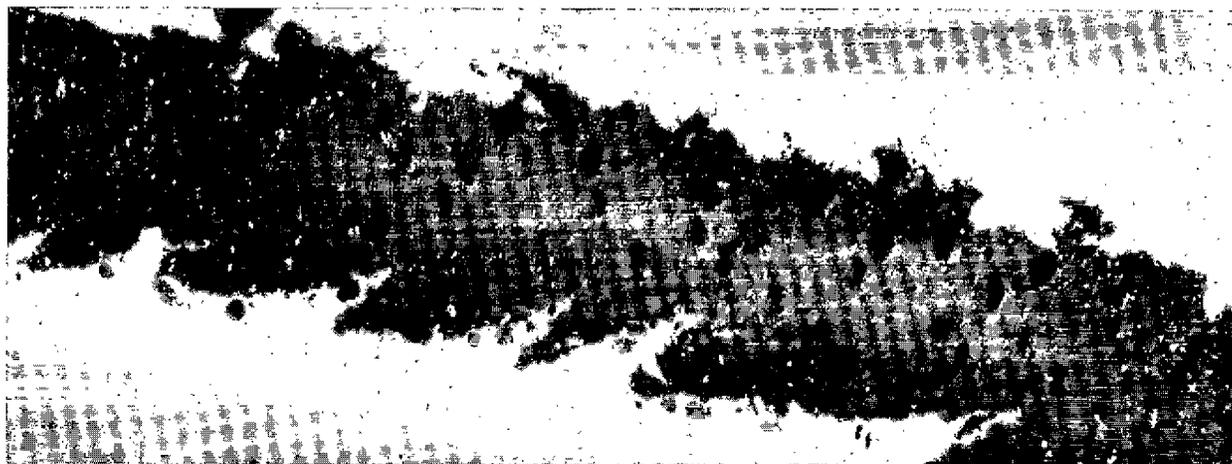
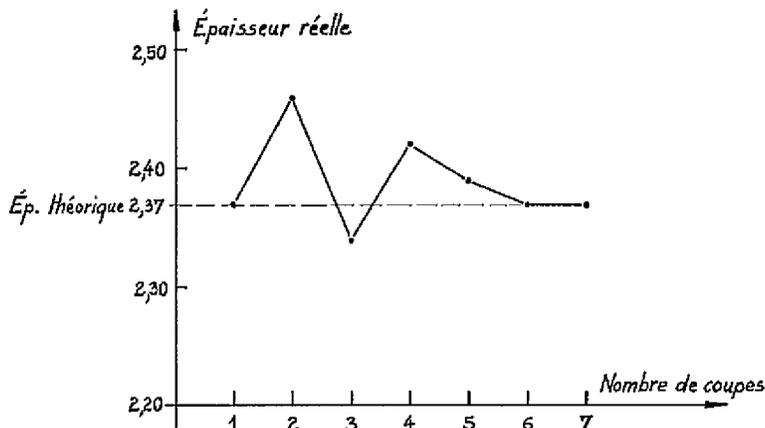


FIG. 4. — Graphique représentant l'épaisseur réelle du placage en fonction du numéro d'ordre des coupes de l'Agba 16021:

$C_1$  % = 20 % ;  $C_2$  % = 13 % ;  
 $C_v$  = 1,98 m ;  $C_h$  = 0,60.

effectuons deux coupes successives, ayant la même épaisseur nominale, nous constatons que l'épaisseur réelle enlevée n'est pas la même lors de ces deux coupes. Nous avons fait cette remarque en déroulant l'Agba n° 18021. Nous constatons dans ce cas, en appliquant une compression  $C_1$  nominale de 20 % ( $C_2$  13 %) que l'équilibre n'est atteint qu'au bout de 6 coupes (cf. Fig. 4). Ceci est en accord avec certaines conclusions de R. HOADLEY (1).

(1) R. HOADLEY.  
 Dynamic equilibrium in veneer cutting (*Forest products Journal*, March 72).



#### 4) Tension résiduelle.

On l'apprécie qualitativement en fonction de la concavité du placage obtenu, concavité évaluée dans deux plans (plan du placage et plan perpendiculaire au fil).

## CONCLUSIONS

Nous avons cherché avant tout à décrire une méthode de travail, c'est-à-dire en définitive, un outil adapté à l'étude du déroulage. Cet outil peut être perfectionné et ses possibilités peuvent être étendues, en particulier en introduisant la coupe de bois chauds (étuvés) et en faisant intervenir l'usure du couteau.

Les résultats déjà obtenus montrent que, même dans sa forme actuelle, cet outil peut rendre de grands services :

1° Aux constructeurs, grâce à une meilleure connaissance des charges imposées aux différents éléments de la machine et à la mise en évidence de l'intérêt de nouvelles techniques.

2° Aux dérouleurs, intéressés par une essence particulière pour laquelle il est possible d'étudier en détail les conditions d'obtention de placages lisses et peu ou pas fissurés.

3° Aux administrateurs des domaines forestiers qui désirent faire sélectionner les essences déroulables parmi les essences abondantes non encore commercialisées.

