



Photo Lepître.

*Transport de grumes.*

# LES FENTES DES GRUMES DE L'OKOUMÉ

## INFLUENCE DES ESSES ET DES PRODUITS ANTIGERCES

par C. LEPITRE et A. MARIAUX,  
*Ingénieurs de Recherches au Centre  
Technique Forestier Tropical.*

### SUMMARY

#### **SPLITS IN GABOONWOOD LOGS : THE INFLUENCE OF S-STRIPS AND ANTI-SPLIT PRODUCTS**

*Splits in logs are a considerable nuisance to users of timber, and efforts are being made to combat their development by means of S-shaped strips or anti-split products. The efficacy of these measures has been the subject of a study, whose conclusions may be summarized as follows :*

*S-shaped strips have a favourable effect on radial splits and an unfavourable effect on other types of split.*

*Anti-split products have a favourable effect which it was not possible to bring out clearly with the batch of logs studied.*

## RESUMEN

### AGRIETAMIENTOS EN LOS TRONCOS DE OKUMÉ INFLUENCIA DE LAS GRAPAS EN ESE Y DE LOS ANTIAGRIETANTES

*Las grietas y fisuras que se producen en los troncos constituyen una molestia y un perjuicio considerable para los usuarios de la madera y, por este motivo, se trata de luchar contra su desarrollo por medio de las grapas en forma de ese o bien por medio de los productos antiagrietantes. La eficacia de estos procedimientos ha sido objeto de un estudio cuyas conclusiones pueden formularse de la forma siguiente :*

*— las grapas metálicas en forma de ese tienen una acción favorable sobre las fisuras radiales y desfavorable en relación con los demás tipos de fisuras.*

*— los productos antiagrietantes tienen una acción favorable que no ha sido posible hacer resaltar perfectamente con la partida de troncos estudiados.*

On sait combien les fentes qui apparaissent sur les grumes de bois d'œuvre déprécient les produits vendus par les exploitants forestiers et sont une cause de diminution de rendement lors du déroulage.

C'est pourquoi le Syndicat Professionnel des Usines de Sciage et Placages du Gabon a demandé au C. T. F. T. de procéder à une étude des conditions dans lesquelles apparaissent les fentes des grumes d'Okoumé et des procédés qui sont ou pourraient être mis en œuvre pour en diminuer la gravité à tous les stades de leur utilisation.

Cette demande a entraîné la mise sur pied d'un programme de recherche qui a débuté en 1962 et s'est poursuivi jusqu'en 1965.

Dans une étude générale dont les résultats feront l'objet d'une publication ultérieure et dont il ne sera pas question ici, nous examinerons les différents paramètres susceptibles d'avoir un rapport avec l'apparition des fentes : citons à titre d'exemple, la station où l'arbre a crié, le mode d'abattage, le temps qui s'écoule entre l'abattage et le tronçonnage..., etc. Nous y étudierons dans quelle mesure le développement des défauts du bois qui nous préoccupent peut se trouver lié à ces aspects successifs de la « vie » de chaque arbre et de chaque bille.

Notre propos est de nous limiter ici à l'examen de l'efficacité des moyens utilisés pour lutter contre les fentes de l'Okoumé : nous étudierons deux procédés fréquemment mis en œuvre : l'emploi d'esses et l'application d'antigerces.

#### Applications d'esses.

Il s'agit de feuillards, en forme d'S, qu'on enfonce sur les faces des billes transversalement aux fentes et dont le but est de s'opposer mécaniquement à leur ouverture. Le feuillard se comporte comme une armature métallique qui doit maintenir en place les deux lèvres d'une fente déjà ouverte ou seulement entrouverte.

#### Application d'antigerces.

Les antigerces sont des produits liquides qu'on applique par badigeonnage sur le bois mis à nu

lors du tronçonnage des fûts des arbres en billes. En séchant, ils obstruent les pores du bois et s'opposent à la dessiccation rapide des faces. Deux produits antigerces ont été utilisés pour notre étude : le CEREMUL et le NOVYXOL (1).

« Antigerces » veut dire : produit dont l'action est de s'opposer à l'apparition des petites fentes ou « gerces », qu'on observe sur les faces des billes après un certain temps d'exposition à l'air. Ces gerces provoquées par la dessiccation superficielle du bois peuvent être à l'origine de véritables fentes ultérieures. D'autre part, entre le bois voisin de la surface des faces et le bois situé plus à l'intérieur des billes, des différences importantes de taux d'humidité peuvent s'établir, tendant à favoriser l'augmentation des tensions internes, elles-mêmes à l'origine de fentes nouvelles.

On sait que des fentes apparaissent sur les faces des billes, soit au cours même du tronçonnage du fût de l'arbre en rondins marchands, soit immédiatement après cette opération. Le dessin de ces fentes se modifie et en général s'aggrave durant les différentes phases du transport, puis du stockage. Cette évolution est continuée en usine avant que les billes soient découpées en billons et déroulées.

L'application d'esses et d'antigerces a lieu, en forêt, immédiatement après le tronçonnage, sur des faces souvent déjà fendues. Si l'on peut espérer réduire par les antigerces l'apparition de nouvelles fentes, l'action des esses ne peut s'y opposer. Leur emploi répond au souci de limiter l'aggravation des fentes déjà formées, pendant le temps qui s'écoule entre le tronçonnage et la transformation des billes en usine. C'est pourquoi nous avons étudié l'influence des esses et des antigerces sur l'évolution des faces, c'est-à-dire sur la **différence entre leur état en forêt** (immédiatement après le tronçonnage) et **en usine** avant leur déroulage.

(1) CEREMUL (Mobilcer) : Mobiloil Française, 46-49, rue de Courcelles, Paris, 8<sup>e</sup>, CAR. 62.30.

NOVYXOL : Ets Mellon, 30, rue Michel Lecomte, Paris, 3<sup>e</sup>, ARC. 34.47.

Les recherches ont été conduites de la même façon pour l'étude de l'influence des esses et pour celle des antigerces : les observations ont été effectuées et exploitées de manière identique.

Pour étudier l'influence de ces procédés anti-fentes, il a paru indispensable de se placer dans les conditions habituelles de délais, toujours assez longs, entre le tronçonnage des billes en forêt et leur déroulage en usine. Cela invitait à considérer le cas de bois exportés du Gabon vers l'Europe. La durée du transport maritime, les délais d'embarquement et de débarquement, augmentent en effet l'action du temps et des intempéries sur le bois.

Pour mieux « suivre » les grumes depuis la forêt jusqu'à l'usine, les diverses observations et mesures devaient être effectuées sur un chantier et sur le parc d'une usine ayant un circuit d'approvisionnement intégré. Cela a amené à choisir une Société disposant, au Gabon, d'une exploitation approvisionnant une fabrique de contreplaqué installée en Europe. On pouvait ainsi retrouver plus facilement, dans la même usine, tous les bois provenant d'un même chantier. C'est dans cet esprit que toutes les observations ont été faites à la Compagnie des Bois Déroulés Océan, que nous tenons à remercier ici des facilités de travail qu'elle nous a procurées, tant au Gabon qu'en France, pour exécuter nos relevés en forêt puis en usine.

L'obligation de choisir les billes d'essai dans la production courante d'une exploitation a entraîné,

bien entendu, un certain nombre de sujétions : cadences d'observation, travail sur des lots de billes provenant toutes d'une même zone de forêt, etc...

L'étude a comporté les phases suivantes :

— **Observations au Gabon**, en forêt, de l'état des faces de billes après tronçonnage et, en même temps, application des esses et des produits antigerces.

Les billes d'essai ont été mises en radeaux, remorquées depuis le chantier, situé sur la rive d'un des affluents de l'Estuaire du Gabon, jusqu'à Owendo et embarquées à destination de la France, dûment mêlées à l'ensemble de la production du chantier.

— **Observations en France**, à l'usine destinataire, de l'état des billes au moment de leur débarquement, puis, pour une partie d'entre elles, après stockage.

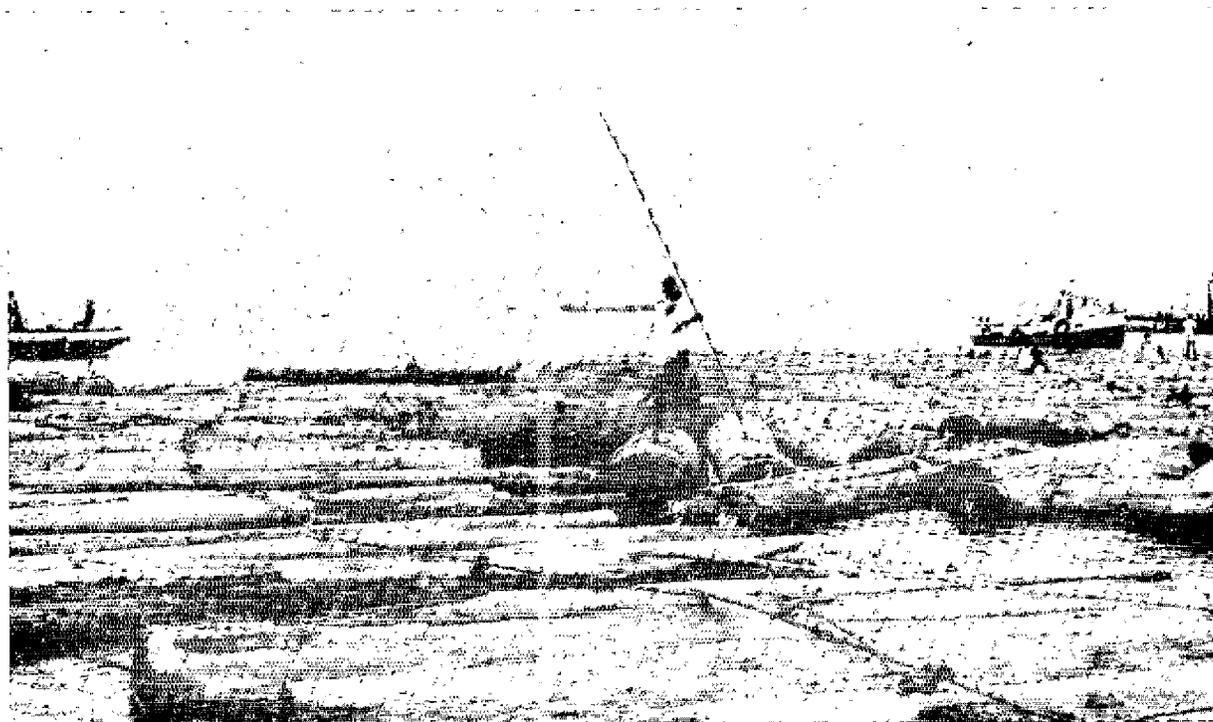
— **Dépouillement des données** :

Les données ainsi recueillies ont ensuite été transformées en langage chiffré et transcrites sur cartes perforées. On a effectué sur machine électronique, les calculs de comparaison des résultats et les tests mathématiques de leur validité.

Dans la suite de l'exposé, on trouvera successivement :

*Rassemblement des grumes à Owendo (Gabon).*

Photo Lepitre.



— quelques détails sur le mode opératoire utilisé :

- pour effectuer les observations,
- pour, ensuite, les exploiter ;

— des indications sur le volume des données recueillies ;

— l'exposé des résultats proprement dits en faisant successivement état :

— des conclusions générales ;

— d'études annexes destinées à répondre à certaines questions que le lecteur pourra se poser ;

— on terminera par une étude du comportement mécanique des essés sous l'action des efforts qu'elles subissent. Cet aspect du problème viendra compléter utilement l'étude statistique précédente.

## I. — EXÉCUTION DES OBSERVATIONS

Les principes qui ont guidé l'exécution des observations aux divers stades d'étude, sont les suivants :

1° L'influence de chacun des deux procédés destinés à limiter l'évolution des fentes, a été étudiée séparément : ainsi on n'a pas appliqué d'esses sur les billes où l'un des antigerces était essayé et réciproquement.

2° On s'est borné à comparer des états de faces de billes avec ou sans essés et avec ou sans antigerces.

On exclut toute étude des autres facteurs pouvant influencer l'apparition des fentes. Pour cette raison, aucune observation n'a été faite au pied de l'arbre (à la souche).

L'étude n'a pas porté sur les faces des billons de déroulage découpés en usine (en France) à partir des billes, mais sur les seules faces des billes qui ont été ainsi suivies depuis la forêt jusqu'à l'usine. Cette façon de procéder se justifie parce que les essés et antigerces, étant appliqués sur les extrémités des billes, interviennent beaucoup plus sur les faces de celles-ci que sur les faces des billons qui en sont issus par tronçonnage avant le déroulage, d'autant plus que chaque bille comportait une face traitée et une non traitée.

### 3° Faces d'essai et faces témoins.

Pour apprécier l'influence des essés et des antigerces, on a comparé deux « populations » (au sens statistique), l'une, des faces traitées, l'autre, des faces non traitées (1). Il était indispensable que ces deux populations soient aussi semblables que possible avant traitement. A cet effet, sur chaque bille d'essai, on a traité une face seulement, l'autre jouant le rôle de « témoin ». Essai et témoin se trouvaient donc choisis sur un matériau ayant des caractéristiques propres aussi voisines que possible.

(1) Dans le cas de l'étude « Essés », l'expression « face traitée » veut dire : face sur laquelle des essés ont été appliqués selon la méthode habituelle du chantier. Ceci signifie que toutes les faces « traitées » ont été effectivement pourvues d'esses, sauf, bien entendu, les faces dépourvues de fentes au stade « forêt » pour lesquelles leur application était sans objet.

Mais pour une bille donnée, le comportement de ses faces peut être différent selon qu'il s'agit de son gros bout (côté culée) ou de son fin bout (côté cime). Pour tenir compte de cet élément, on s'est efforcé de traiter le gros bout pour la moitié des rondins et le fin bout pour l'autre moitié.

4° On a distingué deux types de défauts : les fentes radiales et les « autres » fentes.

— les fentes Radiales, sont des fentes passant par le cœur de la bille ou dirigées selon un rayon,

— les Roulures et les Eclats, comprennent toutes les autres fentes plus ou moins complexes, qu'elles soient concentriques ou non à la circonférence de la bille. Nous les désignerons d'une façon générale par le terme « Eclats », parce que ce type est, de très loin, le plus fréquent.

Cette classification en deux catégories peut paraître arbitraire : si la distinction des radiales va de soi, le groupement ensemble des roulures et des éclats peut surprendre. En réalité, les roulures n'existent pas souvent seules : elles sont généralement associées à des fentes plus complexes dont l'analyse est délicate. Cela nous a donc conduits à distinguer seulement les fentes passant par le cœur de la bille et celles qui ont une autre orientation.

Si une fente complexe est pour partie seulement dirigée selon un rayon, elle est entièrement comptée dans la catégorie Eclats ; c'est le cas de nombreuses fentes dont une partie pourrait être assimilée à une radiale. Nous avons aussi admis, comme cela ressort de l'examen sur le terrain, qu'une fente complexe doit, dans son ensemble, être considérée comme de même nature sur toute sa longueur.

5° Les fentes visibles sur chaque face peuvent se développer en longueur et en largeur d'ouverture. Ces deux critères de référence ont, comme on va le voir, été utilisés pour juger de l'évolution des faces entre la forêt et l'usine. On n'a pas retenu la profondeur des fentes, c'est-à-dire leur extension à l'intérieur de la bille ou sur le roulant, la largeur d'ouverture rend plus ou moins compte de cette profondeur.

6° **Figuration des faces des billes.**

Pour effectuer le relevé des fentes visibles sur les faces des billes, le procédé choisi a été le suivant : chaque face étudiée (« témoin » ou « traitée ») a été représentée à chacun des stades d'observation (« forêt » puis « usine ») au moyen d'un croquis réalisé sur un cercle de diamètre fixe (10 cm environ). Sur ce cercle a été reporté le dessin des fentes visibles en s'efforçant de respecter l'échelle de restitution :

$$\frac{10 \text{ cm}}{\text{Diamètre de la face}}$$

Ces dessins ont dû être effectués « à vue » en acceptant certaines erreurs de détail inévitables dans la figuration des faces. Toute autre méthode de dessin plus précise aurait été trop lente et de ce fait incompatible avec les cadences de travail imposées par l'exploitation forestière ou l'usine où se faisaient les observations.

L'emploi de la photographie n'était pas concevable non plus en raison d'un manque fréquent de recul lors des prises de vues et de la difficulté de distinguer certaines fentes sur les photos (1) : il eût fallu au préalable (en marquer le tracé à la craie, ce qui eût demandé trop de temps. Un marquage spécial eût aussi été nécessaire pour indiquer la largeur des fentes.

Si la section d'une bille était de forme plus ou moins ovale, on a néanmoins conservé au croquis une forme circulaire, sans chiffrer l'excentricité éventuelle du cœur. Cette simplification était indispensable.

Chaque croquis indiquait, outre le dessin en plan des fentes, leur largeur d'ouverture, c'est-à-dire la distance entre les lèvres de la fente. Ces largeurs, mesurées sur les billes grâce à une pige, étaient figurées par des traits de couleur en distinguant les fentes :

- de moins de 5 mm d'ouverture (trait noir),
- de 5 à 10 mm d'ouverture (trait rouge),
- de plus de 10 mm d'ouverture (trait vert).

Pour l'étude de l'influence des esses, on a dessiné aussi sur les croquis des faces, la position de chaque esse. Pour un grand nombre de faces, on a mesuré (en millimètres) la longueur de toutes les esses en forêt, après leur mise en place, puis en usine. Cette observation a permis de savoir comment les esses « travaillent » et s'allongent.

7° **Observations successives.**

Chaque face étudiée a fait l'objet :

a) **EN FORÊT** : d'une observation au Gabon,

(1) Lors des observations en usine, sur certaines billes embarquées en cale, le dessin des fentes était difficile à repérer à l'œil : qu'en eût-il été sur des photos ! Il ne faut pas oublier que les billes avaient été flottées au Gabon et que certaines étaient couvertes d'une boue humide qui masquait en partie les fentes.

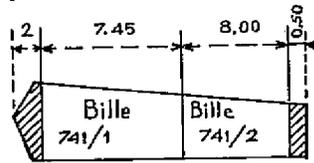
Figure 1

Fiche N° .....  
Date .....

**ÉTUDE S**

Arbre N° 741

Date abattage ..... Date tronçonnage .....



Bille N° 741/1

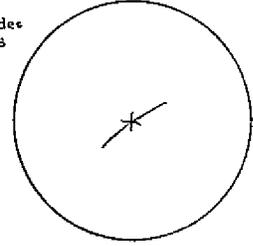
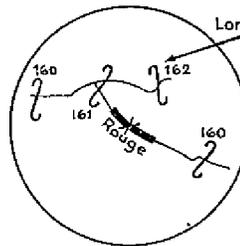
Date de mise à l'eau .....  
Navire sur lequel la bille a été embarquée .....

- Noir — Fente large de moins de 5 mm
- Rouge — Fente large de 5 à 10 mm
- Vert — Fente large de plus de 10 mm

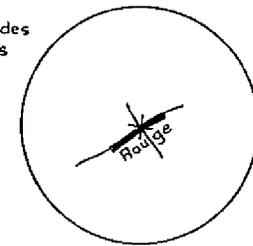
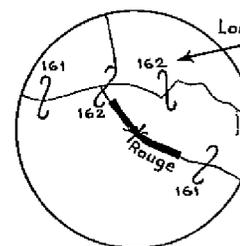
**OBSERVATION FORÊT**

Gros bout  
Face traitée

Fin bout  
Face non traitée

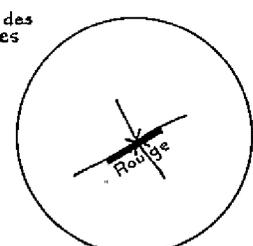
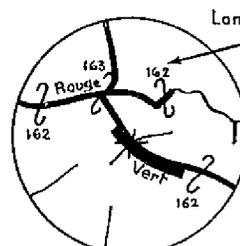


**OBSERVATION USINE 1  
( Débarquement )**



Date observation  
usine 2 .....

**OBSERVATION USINE 2  
Sur terre plein**



après tronçonnage sur le parc où les fûts débardés sont découpés en billes marchandes,

b) EN USINE (en France) : d'une ou deux observations.

— *Première observation en Usine, dite « Usine n° 1 » :*

La meilleure solution eût été d'observer les billes au moment de leur arrivée à la dérouleuse, avant leur découpe en billons. Mais de telles observations eussent été longues, car les billes d'essai, dispersées parmi d'autres ne pouvaient être absorbées par l'usine que progressivement. Il a paru préférable d'observer les billes au moment même de leur débarquement. On avait l'avantage de voir défiler en quelques jours, toute la cargaison d'un bateau soit plus de 3.000 tonnes ; la présence de l'observateur n'était ainsi nécessaire que pendant des périodes limitées, et les billes d'essai étaient toutes au même stade de leur « histoire ». Par ailleurs, la qualité de l'observation était meilleure lorsqu'elles étaient sous palan ou sur wagon de brouettage, c'est-à-dire très facilement accessibles et en pleine lumière, ce qui n'est souvent plus le cas lorsqu'elles sont empilées sur terre-plein.

Au moment du débarquement, le temps écoulé depuis le tronçonnage en forêt était assez long pour que l'influence des eses et des antigerces ait pu se faire sentir ; ce délai comprend les temps partiels suivants :

— temps d'attente avant mise à l'eau sur chantier,

— temps de flottage au Gabon entre le chantier et Owendo,

— délai d'embarquement au Gabon,

— durée de la traversée maritime Gabon-France (15 à 20 jours).

Ce délai tronçonnage-débarquement a varié, en pratique, de un à plus de deux mois.

— *Seconde observation en Usine, dite « Usine n° 2 » :*

Après débarquement, de nombreuses billes d'essai ont été stockées pendant deux mois sur le terre-plein du port ou sur celui de l'usine, dans une position telle que leur examen ultérieur soit aisé. Ces billes ont fait l'objet d'une seconde série d'observations appelées « Usine n° 2 », permettant d'étudier l'action des eses et antigerces sur une période plus longue comprenant un séjour sous le climat européen.

Ce stockage sur terre-plein a eu lieu de Juillet à Septembre, pour une partie des billes, de Septembre à Novembre pour l'autre partie. Certaines billes sont donc restées sur terre-plein pendant les mois les plus chauds ; les autres ont été stockées en automne. Ces périodes de stockage différentes ont permis une étude des conditions de conservation des billes en Europe.

### 8° **Fiches d'observations.**

Chaque bille observée a fait l'objet d'une fiche contenant :

— les indications générales : n° de la bille, emplacement dans le fût de l'arbre sur pied, dates d'abattage, de tronçonnage, d'embarquement, de débarquement et d'observation sur terre-plein d'usine, etc...,

— les indications du traitement effectué : eses ou antigerces, gros bout ou fin bout de la bille,

— le dessin des fentes visibles sur chaque face. A chaque bille correspondent 2 ou 3 couples de croquis (fin bout + gros bout) selon qu'une ou deux observations ont eu lieu en usine.

Les dessins « usine » ont été effectués sur des feuilles de papier transparent placées sur le dessin forêt ; ce mode opératoire a permis :

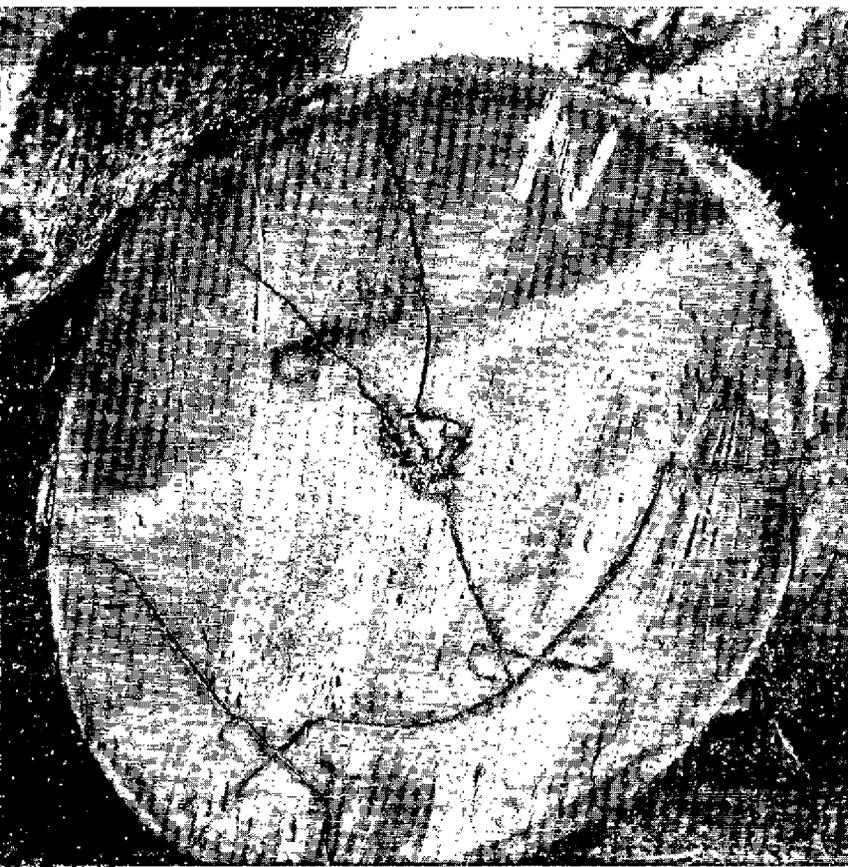
— de vérifier la vraisemblance du dessin forêt,

— d'exécuter le croquis usine de façon à bien rendre visible l'évolution des fentes depuis la forêt.

On trouvera figure I un modèle de fiche.

*Les deux eses visibles dans le bas semblent à l'origine des fentes nouvelles.*

Photo Leptre.



## II. — VOLUME DES OBSERVATIONS SUR LESQUELLES L'ÉTUDE EST BASÉE

TABLEAU I. — *Volume des Observations*

Etude	Nombre d'arbres	Nombre de billes d'essai	Nombre de billes observées deux fois en usine	Nombre faces de billes effectivement utilisées pour l'étude au stade :	
				Usine n° 1	Usine n° 2
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
ESSES .....	217	307	73	596	146
Ceremul (C) .....	102	148	79	286	157
Novyxol (N) .....	40	59	25	110	49
Total Antigerces (G+N)	142	207	104	396	206
Total Général .....	359	514	177	992	352

— Le nombre de la colonne 1 est celui des arbres ayant fourni au moins une bille d'essai.  
 — Toutes les billes de chaque arbre ne sont pas comprises dans l'échantillonnage car :  
   — certaines ont été livrées à l'Office des Bois,  
   — un certain nombre n'ont pu, en raison de contingences pratiques, être observées.  
 — Les nombres de faces portés colonnes 4 et 5 sont sensiblement égaux au double du nombre de billes indiqué respectivement colonnes 2 et 3. Les différences proviennent de ce que quelques faces n'ont pu être retenues par suite de renseignements incomplets.

Après avoir décrit les règles qui ont présidé à l'exécution des relevés « de terrain », disons quelques mots du volume d'observations qu'ils ont permis de réunir.

Le tableau I indique « l'échantillonnage » utilisé pour étudier l'efficacité de chaque procédé antifente. 500 billes au total ont été traitées dont 300 pour l'étude des eses et 200 pour celle des antigerces. On verra que ce second échantillon s'est révélé à l'usage un peu insuffisant. Pour des raisons pratiques, il n'a été possible, en particulier, de faire porter l'essai Novyxol que sur un volume réduit.

D'une façon générale, c'est seulement après le dépouillement des résultats qu'on a pu apprécier si le nombre d'observations était suffisant ou pas. Au début des relevés en forêt, il a bien fallu se fixer à priori le volume de « l'échantillon d'étude ».

Toutes les billes observées provien-

ent de la même région géographique : en l'espace des quelques mois où les travaux « forêt » ont eu lieu, l'exploitation n'a parcouru qu'une superficie de l'ordre de 1.000 hectares.



*L'esse placée sur la fente radiale paraît avoir été à l'origine d'un éclat important.*

Photo Lepitre.

### III. — MÉTHODE DE DÉPOUILLEMENT DES OBSERVATIONS — CALCULS

Le volume des observations effectuées a nécessité le recours à une calculatrice électronique. Il a donc fallu transcrire en langage chiffré, toutes les données recueillies sur les fiches d'observation.

Comme nous serons amenés à exprimer des résultats en chiffres, cette transformation appelle quelques explications.

Toutes les faces ayant été représentées sur un cercle de 10 cm de diamètre, le développement des fentes en longueur s'est trouvé ramené à un même étalon de mesure quelles que soient les dimensions de chaque bille : cet étalon est le diamètre de la face ou, plus exactement, le  $1/10^e$  de diamètre représenté par 1 cm sur les croquis. Nous sommes partis du principe qu'une fente occupant, par exemple, les  $3/4$  du diamètre d'une face, avait la même gravité quel que soit ce diamètre (60 ou 120 cm par exemple) notion qui paraît acceptable du point de vue du dérouleur. Dans notre système, cette fente sera représentée sur le croquis par un trait d'une longueur de  $10 \times 3/4 = 7,5$  cm. La mesure

de la longueur des fentes (au curvymètre), sur les croquis, donne donc une indication immédiate sur leur importance relative par rapport aux dimensions de la bille.

Toutes les faces sont ainsi directement comparables entre elles, sans tenir compte du diamètre de la bille.

Dans le dépouillement des fiches, on n'a pas conservé pour une face donnée, les longueurs individuelles de chacune des fentes, mais seulement la somme des longueurs des fentes de même nature. Une fente radiale codée 15, soit 1,5 fois le diamètre de la face, sera nécessairement, en réalité, le total de plusieurs fentes, séparées ou ramifiées.

Ce faisant, on a, dans un but de simplification, fait abstraction de la position de chaque fente par rapport au cœur et aux autres fentes. La valeur de l'information ainsi recueillie a paru une approximation acceptable, compte tenu des complications de codage et de calcul qu'eût entraîné la considération de la position des fentes.

#### EXÉCUTION PRATIQUE DU CODAGE.

Pour chaque face, à chacun des stades d'observation (forêt, Usine n° 1, Usine n° 2), on a mesuré sur le croquis figuratif, le développement exprimé en centimètres :

- des fentes radiales, d'une part,
- des roulures et éclats, d'autre part.

Pour chaque catégorie, on a distingué les longueurs (en cm) :

- 1) de fentes « totales », c'est-à-dire de l'ensemble des fentes, quelle que soit leur ouverture,
- 2) de fentes de 5 mm et plus d'ouverture,
- 3) de fentes de 10 mm et plus d'ouverture.

Ces distinctions ont été possibles grâce à la figuration en couleur utilisée sur les croquis.

Les fentes de plus de 10 mm sont donc incluses

dans celles de plus de 5 mm, qui à leur tour, sont comprises dans les fentes « totales ».

On exprime ainsi, en langage chiffré de 6 nombres, les deux éléments d'appréciation d'une face :

- longueur des fentes,
- ouverture, c'est-à-dire distance entre les deux lèvres.

Pour chaque bille d'essai, on a :

— Observation Forêt :

Gros bout .....	6 nombres
Fin Bout .....	6 nombres
Total .....	12 nombres

— Observation Usine n° 1 : 12 nombres.

— Observation Usine n° 2 : 12 nombres.

#### CALCUL DES ALLONGEMENTS MOYENS DES FENTES.

Pour connaître l'effet des esses et des antigerces sur l'aggravation, c'est-à-dire l'allongement des fentes des différents types, nous avons considéré comme variables à étudier les différences (en centimètres, calculées au niveau de chaque face) :

Etat « Usine n° 1 » — Etat « Forêt »  
et

Etat « Usine n° 2 » — Etat « Forêt ».

Ces allongements sont les données soumises aux divers calculs. En vertu de ce qui vient d'être dit, six allongements caractéristiques ont été distingués pour chaque face.

Ensuite, pour chaque traitement essayé, on a calculé l'allongement moyen des fentes (moyennes arithmétiques), sur les faces traitées d'une part, et sur les faces témoins de l'autre. La comparaison

*L'une des esses placées sur les fentes radiales semble avoir amorcé l'ouverture d'une fente en éclat.*

Photo Lepitre.

de ces moyennes a permis d'apprécier l'efficacité des esses et des antigerces.

#### SIGNIFICATION DES MOYENNES OBTENUES.

Pour apprécier le caractère de généralité des résultats obtenus, une étude mathématique a été effectuée dans chaque cas. Elle a consisté à éprouver par des procédés statistiques, la force de la liaison entre la variable (augmentation de la longueur des fentes) et le paramètre étudié (traitement ou absence de traitement).

Ce paramètre étant purement qualitatif, on a utilisé la méthode dite de la **table de contingence**. Elle consiste à rechercher si les deux caractères étudiés (allongement des fentes et présence d'un traitement) sont indépendants ou non, c'est-à-dire à apprécier la concomitance entre les variations du paramètre et de la variable. C'est le test dit « du  $\chi^2$  » qui a pour but d'étudier la proba-

bilité pour que la présence ou l'absence d'esses ou d'antigerces soit effectivement liée aux différences constatées dans les allongements moyens des fentes.

#### IV. — RÉSULTATS

La méthode de recherche qui vient d'être exposée a conduit aux résultats dont on trouvera maintenant le détail en distinguant :

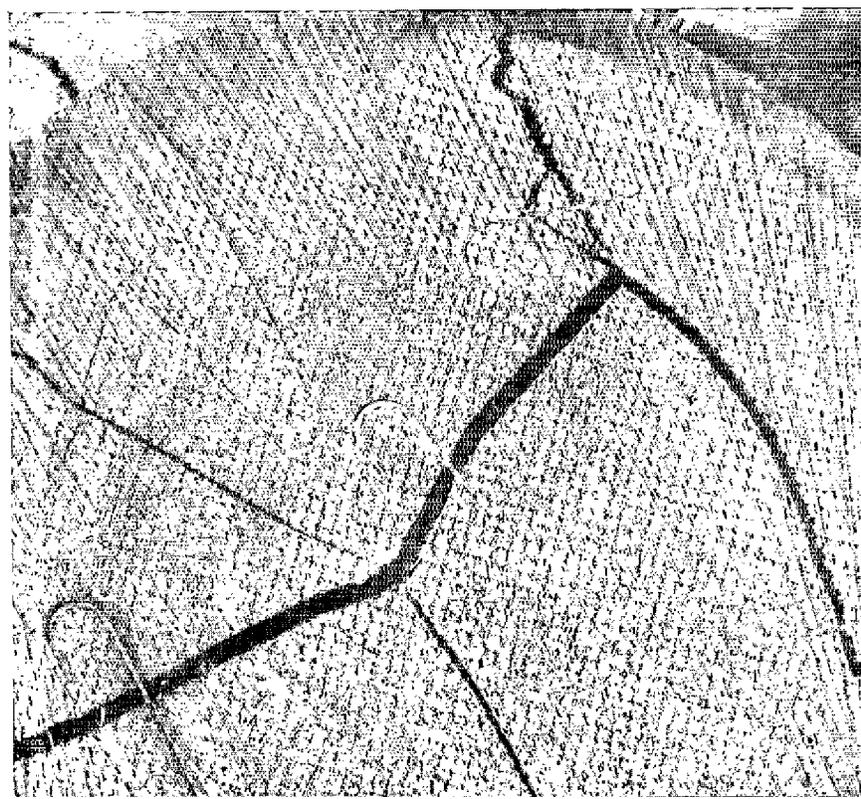
- d'une part, l'influence des esses,
- d'autre part, l'influence du Cere-mul et du Novy-xol considérés ensemble.

L'étude des deux antigerces ensemble, a paru justifiée par le souci de disposer d'un échantillonnage le plus volumineux possible pour essayer deux produits ayant des modes d'action analogues. Nous avons dit que, pour des raisons pratiques, il n'a pas été possible de faire porter l'expérience pour chacun d'eux séparément et sur un nombre de billes suffisamment grand.

Avant d'exposer comment les fentes des faces des grumes ont réagi à la présence ou à l'absence d'esses ou d'antigerces, il semble utile de vérifier si, avant traitement, les faces témoins étaient bien identiques aux faces d'essais.

*Notez sur l'esse placée au centre et celle de gauche le décollement entre le bois et le sommet de l'esse. Il y a donc eu écrasement du bois.*

Photo Lepitre.



1° ÉTAT DES FACES AVANT TRAITEMENT (au stade Forêt).

Nous avons décrit les précautions prises pour qu'au moment de l'application des traitements en forêt, les « populations » de faces d'essai et de faces témoins soient aussi identiques que possible :

— choix des faces d'essai et des faces témoins sur les mêmes billes,

— choix, comme faces d'essai, tantôt des gros bouts de billes, tantôt des fins bouts.

Ces mesures ne se sont pas montrées pleinement efficaces, en effet :

— le nombre de billes traitées du côté fin bout apparaît un peu plus élevé que celui des billes traitées gros bout : la proportion est de 60 % pour les essés et de 55 % pour les antigéres,

— les « populations » de faces d'essai et de faces témoins n'étaient pas pleinement identiques avant traitement.

Si l'on examine d'abord les fentes « larges », c'est-à-dire ouvertes de 5 mm et plus, on constate

des différences sensibles dans les moyennes. Mais en réalité, très peu de faces portent effectivement de ces fentes dès le stade « Forêt » (de l'ordre de 10 %) : on peut donc considérer que, dans une large mesure, les « allongements » de ces catégories de fentes, que nous constaterons au stade usine, correspondent à une apparition de fentes larges.

Si on examine ensuite le développement en longueur des fentes « totales » (quelle que soit leur largeur d'ouverture), on constate des différences entre les lots d'étude et les lots témoins. Les calculs montrent que ces différences portent non seulement sur les moyennes, mais aussi sur les écarts-types.

Elles sont à première vue légères. Cependant, pour plus de sûreté, on a recherché à quel seuil de probabilité, on peut considérer que les deux quantités comparées (moyennes ou écarts-types) sont égales, ou en d'autres termes, à quel seuil de probabilité, on peut considérer que les deux échantillons (lot traité et lot témoin) font partie de la même

TABLEAU II. — ESSES

Allongement des fentes entre Forêt et Usine en fonction de la présence ou de l'absence de traitement  
Allongements en centimètres — Les allongements les plus importants sont notés en caractères gras

	Evolution Forêt-Usine 1			Evolution Forêt-Usine 2		
	Allongement Moyen		Probabilité de liaison %	Allongement Moyen		Probabilité de liaison %
	Faces Témoins (1)	Faces Traitées (2)		Faces Témoins (4)	Faces Traitées (5)	
Nombre de faces étudiées . . . . .	293	303		72	74	
<b>RADIALES</b>						
— Radiales totales (quelle que soit leur largeur) . . . . .	<b>3,283</b> (6,79)	2,868 (6,75)	33	<b>7,028</b> (6,65)	6,324 (6,91)	40
— Radiales de largeur ≥ 5 mm . . . . .	<b>2,433</b>	1,904	85	<b>5,347</b>	4,905	94
— Radiales de largeur ≥ 10 mm . . . . .	<b>0,655</b>	0,330	98	1,028	<b>1,257</b>	45
<b>ECLATS</b>						
— Eclats totaux (quelle que soit leur largeur) . . . . .	2,447 (5,09)	<b>3,574</b> (4,39)	99	5,944 (5,09)	<b>7,000</b> (4,48)	40
— Eclats de largeur ≥ 5 mm	1,904	<b>2,116</b>	75	3,681	<b>4,649</b>	99
— Eclats de largeur ≥ 10 mm	0,635	<b>0,700</b>	75	1,028	<b>1,905</b>	80
<b>SOMME DES FENTES : RADIALES + ECLATS</b>						
— Fentes totales (quelle que soit leur largeur) . . . . .	5,730 (11,88)	<b>6,442</b> (11,64)	Test $\chi^2$ non effectué	12,972 (11,65)	<b>13,324</b> (11,39)	Test $\chi^2$ non effectué
— Fentes de largeur ≥ 5 mm	4,337	4,020		9,028	<b>9,554</b>	
— Fentes de largeur ≥ 10 mm	1,290	1,030		2,056	<b>3,162</b>	

population, les différences constatées étant le fait du hasard.

On a trouvé que :

— les moyennes peuvent être toutes considérées comme égales à un haut seuil de probabilité (de 70 à 90 % et plus),

— par contre, en ce qui concerne les écarts-types,

deux couples de lots peuvent être considérés comme différents : ce sont les lots relatifs aux comparaisons des fentes radiales, qu'il s'agisse de l'étude des essences ou de celle des antigerces.

Pour ces deux expériences, il conviendra donc de conclure avec prudence et de tenir compte des constatations ci-dessus dans les commentaires.

## 2° EXPRESSION CHIFFRÉE DES RÉSULTATS.

Les résultats d'étude sont consignés dans les tableaux II et III, respectivement pour les essences et pour les antigerces, en distinguant à part :

- les fentes Radiales,
- les fentes en Eclats (et Roulures),
- la somme de ces deux types de fentes (c'est-à-dire l'ensemble des fentes).

Dans chaque cas, nous indiquons les allongements moyens des fentes, constatés entre les observations « Forêt » et les observations « Usine ». Les caractères gras signalent les moyennes d'allongement les plus élevées, correspondant à une aggravation plus forte de l'état des faces. Pour les fentes « totales », nous avons rappelé, entre parenthèses, l'état des faces constaté au stade Forêt (« état Forêt »).

Pour donner un sens concret aux nombres, quelques peu abstraits, contenus dans les tableaux, il suffit de se rappeler qu'on peut exprimer les allongements en fraction du diamètre des billes. Pour cela on doit simplement diviser les nombres par 10.

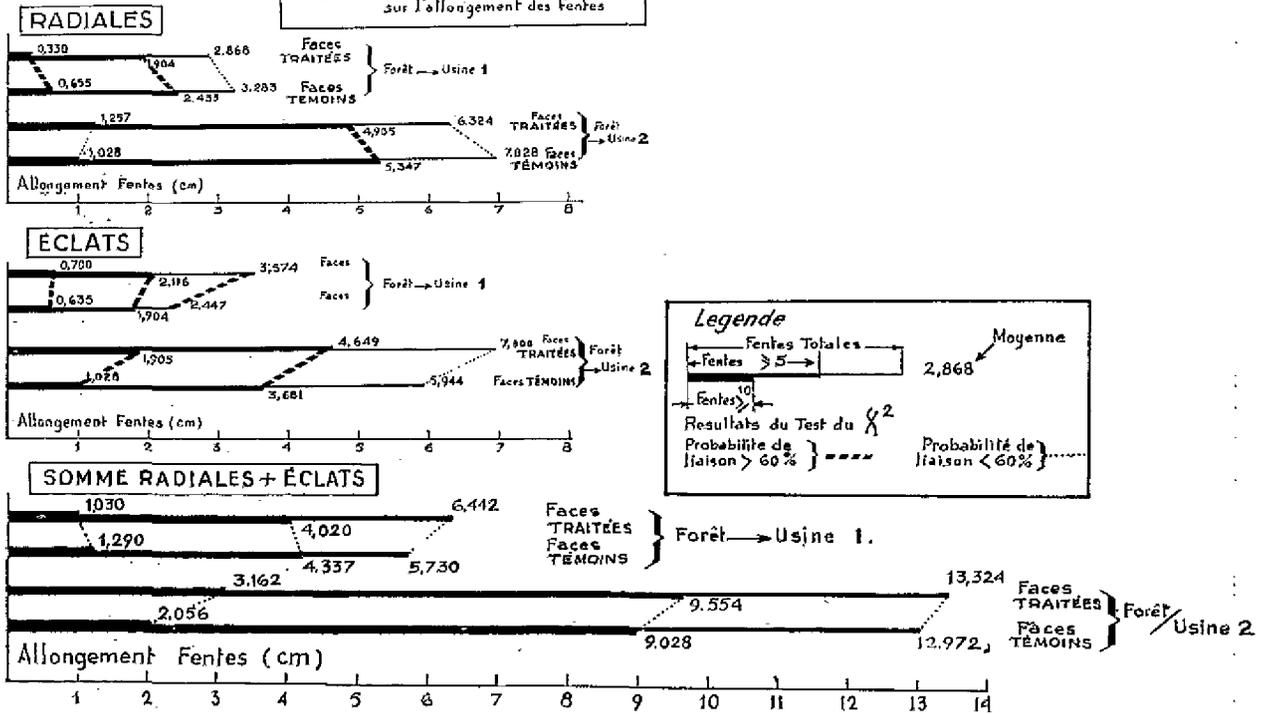
Appelons D le diamètre et prenons un exemple : la première ligne du tableau II (Esses) concernant l'évolution des fentes radiales entre les stades Forêt et Usine n° 1, veut dire que l'allongement des fentes « totales » a été de 0,3283 D pour les faces témoins et de 0,2868 D pour les faces traitées.

Appelons D le diamètre et prenons un exemple : la première ligne du tableau II (Esses) concernant l'évolution des fentes radiales entre les stades Forêt et Usine n° 1, veut dire que l'allongement des fentes « totales » a été de 0,3283 D pour les faces témoins et de 0,2868 D pour les faces traitées.

TABLEAU III. -- ANTIGERCES (*Ceremul* et *Novyrol*)  
Allongement des fentes entre Forêt et Usine en fonction de la présence ou de l'absence de traitement  
Allongements en centimètres — Les allongements les plus importants sont notés en caractères gras

	Evolution Forêt-Usine 1			Evolution Forêt-Usine 2		
	Allongement moyen		Probabilité de liaison %	Allongement moyen		Probabilité de liaison %
	Faces témoins (1)	Faces traitées (2)		Faces témoins (4)	Faces traitées (5)	
Nombre de faces étudiées ...	196	198		108	98	
<b>RADIALES</b>						
— Radiales totales (quelle que soit leur largeur) ...	<b>3,673</b> (7,72)	<b>3,394</b> (7,27)	80	<b>4,204</b> (7,92)	<b>4,847</b> (7,26)	30
— Radiales de largeur $\geq$ 5 mm ...	<b>3,434</b>	2,626	50	<b>3,741</b>	3,235	35
— Radiales de largeur $\geq$ 10 mm ...	<b>1,046</b>	0,879	20	<b>1,509</b>	0,990	60
<b>ECLATS</b>						
— Eclats totaux (quelle que soit leur largeur) ...	<b>3,230</b> (6,63)	2,369 (5,83)	65	<b>4,731</b> (7,05)	4,020 (6,21)	70
— Eclats de largeur $\geq$ 5 mm	2,255	<b>2,328</b>	40	<b>3,824</b>	3,327	90
— Eclats de largeur $\geq$ 10 mm	1,020	<b>1,253</b>	20	1,713	<b>2,143</b>	40
<b>SOMME DES FENTES = RADIALES + ECLATS</b>						
— Fentes totales (quelle que soit leur largeur) ...	<b>6,903</b> (14,35)	5,763 (13,10)	Test $\chi^2$	<b>8,935</b> (14,97)	8,867 (13,47)	Test $\chi^2$
— Fentes de largeur $\geq$ 5 mm	<b>5,689</b>	4,954	non effectué	<b>7,565</b>	6,562	non effectué
— Fentes de largeur $\geq$ 10 mm	2,066	<b>2,132</b>		<b>3,222</b>	3,133	

Fig III Influence des ESSES sur l'allongement des Fentes



**Test du  $\chi^2$ .**

On lit, dans les colonnes 3 et 6 des tableaux, les résultats des calculs effectués pour étudier la concomitance entre les moyennes calculées et la présence ou l'absence des traitements (1). Les pourcentages indiqués expriment la probabilité pour que les différences constatées entre les moyennes soient l'effet des traitements appliqués et non du hasard ; ainsi, en reprenant l'exemple ci-dessus, on lit (tableau II, colonne 3) 33 % à propos de l'influence des essences sur les fentes radiales « totales ». Cela veut dire que la probabilité pour que la présence d'esses soit effectivement en liaison avec les différences constatées est de 33 % seulement, c'est-à-dire qu'il y a 67 chances sur 100 pour que ce résultat soit l'effet du hasard : on peut donc là, conclure à aucun effet des essences.

Inversement, toujours au stade Usine n° 1, la différence constatée, à propos de l'influence des essences, sur les éclats « totaux » est assortie d'une probabilité de 99 %, c'est-à-dire qu'il y a de très fortes chances (99 sur 100) pour que les essences aient eu l'action exprimée par les chiffres.

Le test du  $\chi^2$  montre que toutes les différences constatées n'ont pas une valeur significative. Il est nécessaire qu'une certaine « probabilité de liaison » se manifeste pour qu'un résultat mérite d'être

retenu. Un seuil de 60 % au minimum doit être atteint dans les colonnes 3 et 6 des tableaux.

**Représentation graphique des résultats (fig. II et III)**

Les moyennes contenues dans les tableaux II et III, sont représentées graphiquement dans les figures II et III. Nous y avons superposé au moyen, de traits de grosseur croissante, les allongements moyens :

- des fentes « totales », quelle que soit leur ouverture,
- des fentes ouvertes de 5 mm et plus,
- des fentes ouvertes de 10 mm et plus.

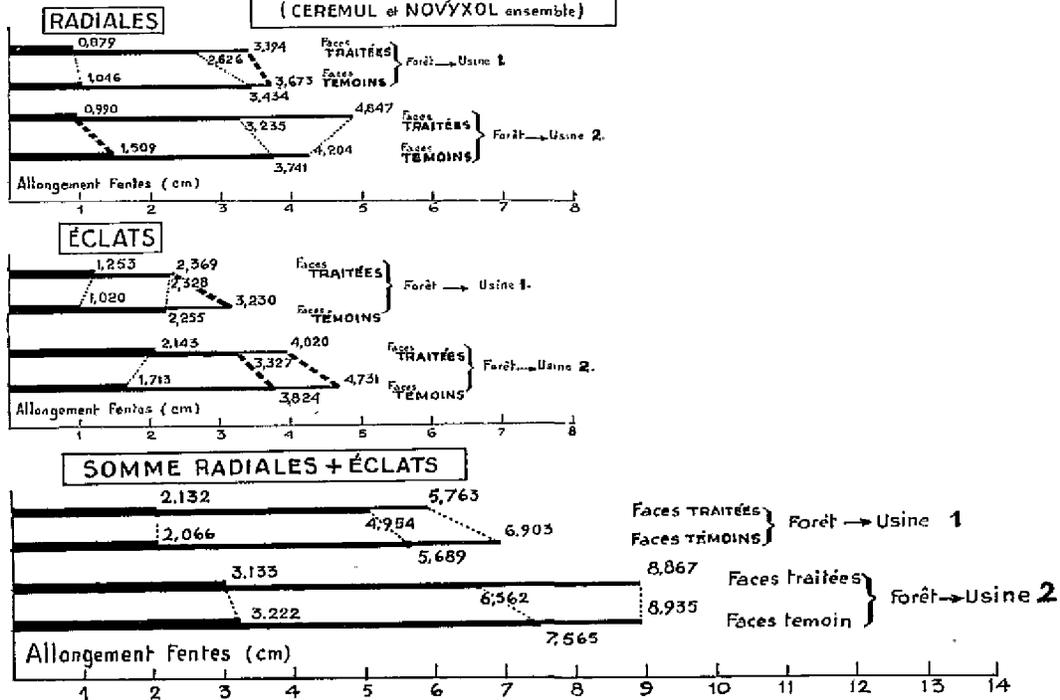
Cette superposition est conforme à ce qu'on lit sur les croquis exécutés en forêt et usine ; chaque catégorie de fentes inclut les autres catégories dont l'ouverture est d'une largeur supérieure.

Un pointillé relie les moyennes qui se correspondent entre elles. Quand la probabilité de liaison constatée ( $\chi^2$ ) est supérieure ou égale à 60 %, ce pointillé est figuré en trait fort.

\* \* \*

Voyons maintenant quelle conclusion on peut tirer des tableaux et graphiques, quant aux effets des essences d'abord et des antigerces ensuite.

Fig. III Influence des ANTIGERCES  
sur l'allongement des Fentes  
(CEREMUL et NOVYXOL ensemble)



### 3° DISCUSSION DES RÉSULTATS PRÉCÉDENTS : EFFET DES ESSES.

On est conduit à des **conclusions opposées** selon qu'on considère les fentes radiales ou les fentes en éclats. On peut préciser ce résultat comme suit :

#### a) Fentes radiales.

Les **esses semblent s'opposer à l'évolution des fentes radiales** aussi bien en longueur qu'en largeur. La seule évolution qui contredise cette constatation concerne les fentes ouvertes de 10 mm et plus, dans le cas des observations Usine n° 2 ; mais dans ce cas, la « probabilité de liaison » n'étant que de 45 chances sur 100, enlève toute valeur à ce résultat particulier.

#### b) Fentes en éclat.

Les **esses semblent favoriser l'aggravation des fentes en éclats** en longueur comme en largeur d'ouverture. Toutes les différences constatées sont bien dans le même sens et elles s'assortissent de « probabilités de liaison » assez élevées dans l'ensemble.

#### c) Somme des fentes radiales et en éclats.

En additionnant les allongements des deux types de fentes, on constate que :

-- au stade Usine n° 1, les résultats sont assez confus : l'application d'esses va de pair avec les

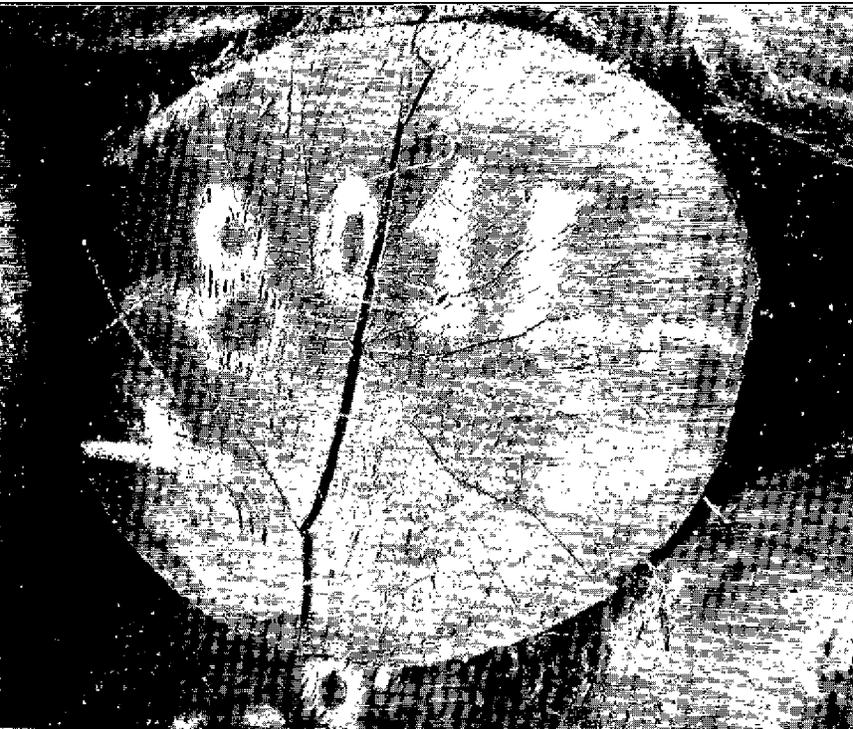
allongements de fentes les plus grands, mais leur élargissement est moins important. Les actions opposées sur les fentes radiales et en éclats se compensent donc,

— au stade Usine n° 2, l'application d'esses apparaît néfaste quel que soit le critère pris en considération : allongement ou ouverture des fentes. Ici l'action sur les éclats l'emporte.

Les **esses ne semblent donc pas produire les effets qu'on attend d'elles : leur application ralentit l'évolution des fentes radiales mais paraît favoriser celle des éclats.** Ces résultats se compensent dans une certaine mesure au stade Usine n° 1, mais, au contraire, quand les billes ont vieilli (au stade Usine n° 2), la somme des allongements est la plus forte sur les faces pourvues d'esses.

Peut-on tenter d'expliquer ce résultat en apparence paradoxal ?

En forêt, on pose des **esses en travers des fentes** qui viennent d'apparaître, pour s'opposer à leur évolution future. Si, comme cela est généralement le cas, des tensions internes existent toujours dans le bois, elles ne peuvent se libérer aisément en faisant jouer les fentes maintenues en position. D'autre part, le feuillard de chaque esse, enfoncé dans le bois, agit à la manière d'un coin et provoque une légère amorce de fente. On constate que, bien souvent, ces amorces de fentes nouvelles se déve-



Fente diamétrale munie de quatre esses.

Photo Lepître.

Dans plusieurs cas, on a pu constater un élargissement prononcé de cette fente radiale, mais seulement entre les esses, dans la partie comprenant le cœur et non dans la partie extérieure aboutissant au roulant ; ce sont les fentes en éclats apparues ultérieurement qui se sont élargies à sa place.

Les photographies présentées illustrent ces phénomènes.

Dans chaque cas, l'apparition de fentes nouvelles, orientées selon l'axe des esses, a eu toutes chances d'aboutir à un développement total supérieur à ce qu'on aurait constaté si des esses n'avaient pas été posées.

Un examen rapide montre que les 2/3 environ des esses sont appliquées sur des fentes radiales : les fentes à apparaître selon la direction de l'axe des esses ne peuvent alors être que des éclats. Cela explique que l'effet « néfaste » des esses se manifeste par une aggravation de cette catégorie de fentes (et non par un allongement des radiales). Et même dans le cas où les esses sont posées sur des éclats, il n'est pas tellement fréquent que les fentes dont elles « favorisent » l'apparition soient des radiales.

loppent, tandis que des fentes plus anciennes peuvent ne s'aggraver que relativement peu. Un exemple est courant : supposons deux esses placées en forêt, de part et d'autre du cœur, sur une fente diamétrale. Quand la bille arrive en usine, on observe une ou deux fentes en éclat nouvelles et passant le long des esses. Ces éclats ont permis la libération des tensions internes qui ne pouvaient aisément faire jouer la fente radiale.

CAS DES BILLES NE PRÉSENTANT PAS DE FENTES EN ÉCLAT AU STADE FORÊT

Pour compléter les résultats ci-dessus, une recherche complémentaire a été entreprise portant sur les seules billes ne présentant aucune fente en éclat au stade « forêt ». On était ainsi assuré de déceler l'influence des esses sur la formation de

fentes en éclats nouvelles, comme l'hypothèse vient d'en être émise.

Les résultats sont consignés dans le tableau IV pour les seules observations effectuées au stade Usine n° 1.

TABLEAU IV  
Etude ESSES. Billes sans fentes en éclat au stade Forêt

	Faces Témoins	Faces avec esses	Probabilité liaison (test du $\chi^2$ )
Allongement moyen des fentes (cm)			
Radiales « totales » .....	3,85	3,21	33 % test $\chi^2$ non effectué
— de largeur $\geq$ 5 mm .....	2,00	1,28	
— de largeur $\geq$ 10 mm .....	0,37	0,22	
Longueur moyenne fentes apparues au stade Usine 1			
Eclats « totaux » .....	11,92	2,75	75 % test $\chi^2$ non effectué
— de largeur $\geq$ 5 mm .....	0,21	0,50	
— de largeur $\geq$ 10 mm .....	0,04	0,05	
Nombre faces observées .....	75	76	

Noter à droite un décollement entre le feuillard de l'esse et le bois, dû à l'écrasement de ce dernier.

Photo Lepître.

Ce tableau est en accord avec les résultats déjà acquis :

— les esses semblent avoir freiné l'évolution des fentes radiales ; dans le cas des radiales « totales » la différence observée ne s'assortit que d'une « probabilité de liaison » de 33 % qui lui ôte toute valeur.

— les esses ont favorisé l'apparition des fentes en éclat ; dans le cas des fentes totales, la probabilité de liaison est de 75 % et donne une bonne valeur au résultat.

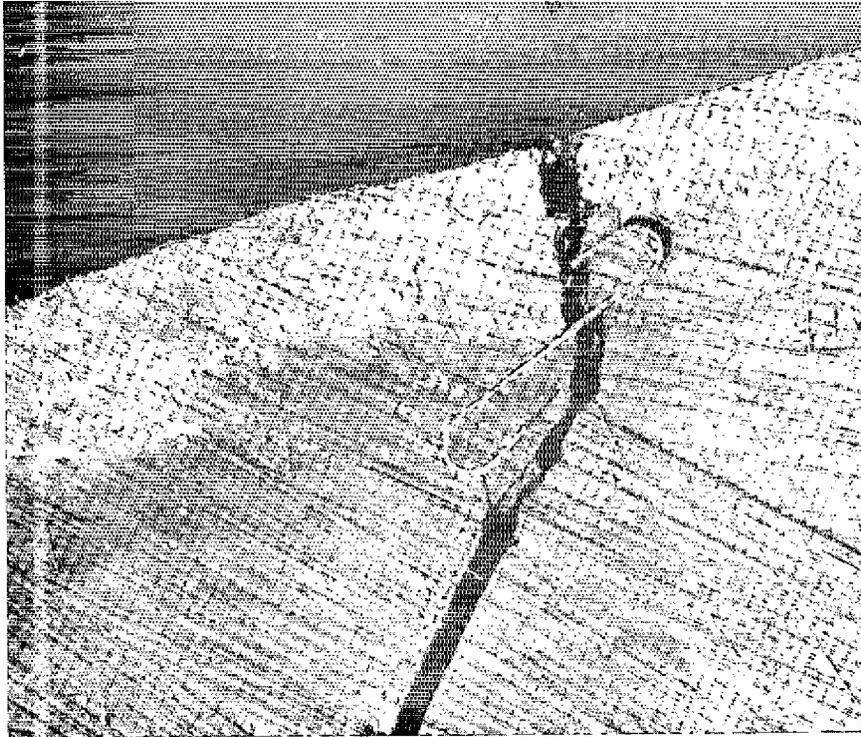
NOTE : Le tableau IV fait état de calculs menés sur 151 faces de billes (c'est-à-dire 76 billes) seulement. [Un « échantillon » plus volumineux aurait sans doute conduit à des conclusions plus nettes.

#### 4° EFFET DES ANTIGERCES.

Le tableau III et la figure III font apparaître des résultats assez confus : l'allongement (ou l'ouverture) des fentes, peut selon les cas, être le plus fort, soit sur les faces traitées, soit sur les faces non traitées.

Les études de « probabilité de liaison » en facilitent heureusement l'interprétation. En effet, il est logique de ne prendre en considération que les résultats pour lesquels on lit 60 % au moins dans les colonnes 3 ou 6 du tableau. Dans ce cas, on constate que les antigerces ont une influence favorable qui freine le développement des fentes quelles qu'elles soient.

Cette influence est plus nette pour les éclats



que pour les radiales, les différences étant plus accusées dans le premier cas.

Si on considère la somme de fentes radiales et en éclats, l'application d'antigerces aboutit, d'une façon générale, à une moindre aggravation des fentes entre la Forêt et l'Usine.

On peut attribuer les difficultés d'interprétation des résultats ci-dessus à l'insuffisance de volume de l'« échantillon » étudié qui correspond à 200 billes environ. On est en droit de penser qu'une étude menée sur un nombre de billes plus élevé aurait permis de dégager une influence plus nette des produits antigerces. De nombreux facteurs interviennent en effet dans l'évolution des fentes des grumes : l'isolement de chacun d'eux est malaisé. On peut espérer l'obtenir d'autant plus facilement que l'« échantillon » étudié est plus volumineux.

Avec les éléments en notre possession, l'action bénéfique probable des antigerces n'a pu être mise en évidence aussi clairement qu'on pouvait s'y attendre.

## V. — RÉSULTATS D'ÉTUDES COMPLÉMENTAIRES

A l'appui de ce qu'on vient de lire, plusieurs études complémentaires ont été effectuées. Bien qu'elles n'apportent aucun élément vraiment nouveau, nous avons cru bon d'en exposer les résultats, car elles pourront répondre à des questions que le lecteur se posera sur certains aspects du mécanisme d'évolution des fentes. C'est d'ailleurs dans cet esprit que nous avons été amenés à les exécuter.

Nous examinerons successivement :

— une expression des allongements des fentes en

pourcentage de la longueur de ces fentes au stade « forêt »,

— une étude des fentes « totales » (quelle que soit leur largeur) effectuée en classant les faces en fonction de leur état au stade « forêt » (stratification). On a voulu savoir là, si les faces réagissent aux esses et antigerces de la même façon quel que soit leur état au départ,

— on trouvera enfin une dernière étude menée sur les seules faces ne présentant au stade « forêt » aucune fente large de 5 mm ou plus.

## 1° EXPRESSION DES RÉSULTATS EN POURCENTAGE.

Les considérations qui précèdent sur l'effet des essés et des antigérees, sont basées sur les résultats de calculs menés sur la valeur absolue des allongements des fentes entre la forêt et l'usine.

Mais on a vu plus haut que les lots de faces traitées et de faces témoins n'étaient pas, avant application des traitements, totalement identiques. Pour éliminer cette difficulté, on a calculé les allongements des fentes en *pourcentage* de leur longueur observée au stade « forêt ».

Chaque pourcentage a été obtenu par le quotient, *moyenne des allongements entre forêt et usine* / *longueurs moyennes des fentes au stade forêt* × 100

Le calcul d'un pourcentage pour chaque face prise individuellement eût été impossible : en

effet, bien des faces étant, au départ, exemptes de fentes d'un type donné, les fentes de ce type apparues ultérieurement n'étaient pas exprimables en pourcentage.

Les résultats des calculs sont consignés dans le tableau V d'où il ressort que les moyennes varient dans le même sens quel que soit le mode d'expression utilisé. Les résultats déjà acquis se trouvent ainsi confirmés.

Nous avons limité ce mode de calcul aux fentes « totales » (quelle que soit leur largeur). Pour les fentes larges de 5 mm et plus, l'expression des allongements en pourcentage n'aurait guère eu de sens : trop peu de faces présentent des fentes « larges » dès le stade Forêt.

TABLEAU V

*Expression de l'allongement des fentes en pourcentage de leur longueur au stade forêt*

On trouvera côte à côte :

- les allongements exprimés en *valeur absolue* tels qu'ils ressortaient des tableaux II et III ;
- l'expression des mêmes allongements en *pourcentage* des longueurs des fentes au stade forêt ;
- dans chaque cas, les chiffres les plus élevés figurent en caractères gras.

	Evolution Forêt-Usine 1				Evolution Forêt-Usine 2			
	F. Témoins		F. Traitées		F. Témoins		F. Traitées	
	Tab. II et III	%	Tab. II et III	%	Tab. II et III	%	Tab. II et III	%
<i>Esses</i>								
Radiales Totales .....	<b>3,283</b>	48	2,868	42	<b>7,028</b>	<b>105</b>	6,324	91
Eclats totaux .....	2,447	48	<b>3,574</b>	<b>73</b>	5,944	118	<b>7,000</b>	<b>156</b>
<i>Antigérees</i>								
Radiales totales .....	<b>3,673</b>	47	3,394	46	4,204	53	<b>4,847</b>	<b>66</b>
Eclats totaux .....	<b>3,230</b>	48	2,369	40	<b>4,731</b>	<b>67</b>	4,020	64

## 2° ETUDE DES FENTES « TOTALES » (DE TOUTES LARGEURS D'OUVERTURE) EN RÉPARTISSANT LES FACES EN PLUSIEURS CLASSES OU STRATES SELON LEUR ÉTAT EN FORÊT.

Pour apprécier un peu plus en détail l'influence des essés et des antigérees, on a classé les faces en quatre strates, selon la longueur des fentes qu'elles présentaient au stade « forêt ».

On a voulu savoir ainsi si les faces très fendues au moment de l'application des essés ou des antigérees, réagissent à ces traitements de la même façon que les faces au contraire peu fendues. En d'autres termes, l'effet des traitements est-il indépendant de l'état des faces au moment de leur application ?

Cette étude a été limitée à l'allongement total des fentes quelle que soit leur largeur ; elle a été limitée également au stade Usine n° 1.

On a distingué quatre strates, à savoir :

- faces présentant, en forêt, des radiales ou éclats de cotes 0 à 3,
- faces présentant, en forêt, des radiales ou éclats de cotes 4 à 7,
- faces présentant, en forêt, des radiales ou éclats de cotes 8 à 11,
- faces présentant, en forêt, des radiales ou éclats de cote supérieure à 12.

Cette étude, dont nous ne donnerons le détail des résultats à titre d'exemple que pour l'influence des essés (tableau VI) montre que, d'une façon générale, les différences dans l'allongement des

TABLEAU VI

## Influence des ESSES

## Etude par Strates de l'évolution entre Forêt et Usine 1

Nous avons indiqué :

- colonnes 1 et 4 : le nombre de faces utilisées pour l'étude de chaque strate,
- colonnes 2 et 5 : l'allongement moyen des fentes exprimé en valeur absolue (en centimètres),
- colonnes 3 et 6 : le même allongement exprimé en % de la longueur des fentes au stade « forêt » (à l'intérieur de la strate considérée),
- les allongements les plus importants sont notés en caractères gras.

	FACES TÉMOINS			FACES TRAITÉES		
	Nombre faces étudiées	Allongement moyen		Nombre faces étudiées	Allongement moyen	
		Valeur absolue en cm	%		Valeur absolue en cm	%
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>Radiales totales :</i>						
0 à 3 .....	54	<b>3,46</b>	<b>328</b>	50	3,32	217
4 à 7 .....	119	<b>3,16</b>	<b>55</b>	135	2,93	51
8 à 11 .....	81	<b>3,77</b>	<b>42</b>	92	2,92	32
≥ 12 .....	38	<b>2,47</b>	<b>18</b>	25	1,76	13
Total des Strates.... (cf. Tab. II)	292	<b>3,28</b>	<b>48</b>	302	2,87	42
<i>Eclats totaux :</i>						
0 à 3 .....	155	2,28	984	151	<b>2,79</b>	<b>1.834</b>
4 à 7 .....	37	2,30	41	49	<b>3,43</b>	60
8 à 11 .....	56	<b>3,06</b>	32	63	<b>3,94</b>	42
≥ 12 .....	44	2,45	15	38	<b>5,16</b>	33
Total des strates.... (cf. Tab. II)	292	2,45	48	301	<b>3,57</b>	73

fentes vont, pour chaque strate, dans le même sens que pour l'ensemble, c'est-à-dire que l'effet des traitements est le même quel que soit l'état des faces au moment de leur application. Quelques exceptions peuvent toutefois être constatées qui sont explicables par le faible volume de l'échantillon constitué par chaque strate.

On note des résultats plus nets pour les éclats que pour les radiales.

Le test du  $\chi^2$  effectué pour chaque strate aboutit à des « probabilités de liaison » du même ordre

de grandeur que celles obtenues précédemment.

On peut faire une autre constatation, sans rapport celle-là avec le traitement appliqué : **les longueurs d'allongement des fentes semblent indépendantes des strates considérées.** D'une façon générale, l'allongement constaté sur les faces peu fendues au stade forêt (strate 0 à 3 par exemple), est du même ordre de grandeur que celui qu'on constate sur les faces très abimées (strate ≥ 12, par exemple). Nous reviendrons sur cette question dans une autre étude.

### 3° ÉTUDE MENÉE SUR LES SEULES FACES NE PRÉSENTANT AU STADE « FORÊT » AUCUNE FENTE LARGE DE 5 mm OU PLUS.

On a vu qu'avant traitement, 10 % en général des faces présentaient des fentes ouvertes de 5 mm ou plus. Cette proportion peut différer toutefois sensiblement selon qu'on considère les faces traitées ou les faces témoins. Pour éliminer cette difficulté et rendre les « populations » étudiées plus comparables à leur point de départ, une étude de l'évolution des fentes a été entreprise en éliminant les billes présentant au stade « forêt » des

fentes « larges ». Elle a été limitée au stade « Usine n° 1 ».

Nous ne présenterons pas ici le détail des résultats obtenus : qu'il nous suffise d'indiquer la confirmation qu'ils apportent aux résultats déjà exprimés. L'évolution des faces de billes exemptes de fentes « larges » en forêt se produit de la même façon que pour les lots d'étude pris dans leur ensemble.

## VI. — COMPORTEMENT MÉCANIQUE DES ESSES

Les résultats auxquels a conduit l'étude statistique de l'influence des esses, nous amènent à examiner sous un autre aspect leur comportement : comment réagissent-elles mécaniquement aux contraintes qu'elles subissent quand le bois « travaille » ? Cette seconde étude apportera-t-elle une confirmation à la première ?

### 1° ALLONGEMENT DES ESSES.

Nous avons mentionné les mesures de longueur des esses effectuées sur de nombreuses faces, successivement en forêt, au stade Usine n° 1 et au stade Usine n° 2, afin d'étudier de quelle façon elles réagissent à l'élargissement des fentes.

On trouvera au tableau VII les moyennes arithmétiques des allongements observés dans chaque cas d'évolution possible des fentes à l'endroit où les esses sont mises en place : l'état des fentes lors de chaque observation a été apprécié sur les croquis grâce à la figuration en couleur distinguant leurs différentes largeurs.

Nous n'avons pas fait figurer dans le tableau le résultat des observations effectuées au stade Usine n° 2 qui portaient sur un nombre d'esses trop petit.

Nous analyserons d'abord les résultats des mesures successives de la longueur des esses, en forêt puis en usine. Nous étudierons ensuite d'un point de vue théorique, comment les esses peuvent réagir aux efforts mis en jeu.

Des constatations méritent d'être faites :

a) deux types d'esses ont été utilisés, de longueurs théoriques 120 et 160 mm. Leurs comportements ont été différents, les esses de 120 mm s'étant plus allongées que celles de 160 mm,

b) en moyenne, mais cela ne ressort pas du tableau, les fentes munies d'esses de 120, se sont élargies davantage que celles munies d'esses de 160,

c) si les esses s'allongent d'une façon grossièrement proportionnelle à l'écartement des lèvres des fentes, cet allongement lui reste **toujours inférieur** : il y a donc écrasement du bois à l'endroit où les esses prennent appui sur les lèvres des fentes.

Pour illustrer cette dernière constatation, voyons comment, mécaniquement, les esses peuvent agir.

### 2° ACTION MÉCANIQUE DES ESSES SUR LES FENTES.

Nous rechercherons :

— les efforts mis en jeu lors de l'ouverture des fentes,

— la résistance à la compression du bois sur lequel les esses s'appuient.

a) Efforts mis en jeu lors de l'ouverture des fentes.

Pour simplifier, examinons le cas d'une fente diamétrale présentant la même largeur d'ouverture sur tout son développement, et apparue sur une bille de 80 cm de diamètre.

TABLEAU VII

*Allongement des ESSES*

Largeur de la fente		Élargissement des fentes entre les observations Forêt et Usine 1	Allongement moyen des Esses en millimètres			Nbre total d'Esses observées (6)
A l'observation Forêt (1)	A l'observation Usine 1 (2)		Esse de 160 mm (3)	Esse de 120 mm (4)	Moyenne (5)	
Moins de 5 mm	Moins de 5 mm	Moins de 5 mm	0,84	1,65	0,92	214
Moins de 5 mm	Entre 5 et 10 mm	En moyenne 5 mm	1,62	2,70	1,80	76
Moins de 5 mm	Plus de 10 mm	Plus de 5 mm	(3)*	3,4	3,25	8
Entre 5 et 10 mm	Entre 5 et 10 mm	Moins de 5 mm	1,7	(3)*	1,83	12
Entre 5 et 10 mm	Plus de 10 mm	En moyenne 5 mm	2,6	4,2	2,93	30
Plus de 10 mm	Plus de 10 mm	Evolution difficile à préciser	3,5	4,0	3,65	17
		Nombre d'Esses observées	307	50		357

\* Sans valeur significative.

Quand les eses sont mises en place, la fente existe déjà. Ulérieurement, nous supposons qu'elle évolue et s'ouvre de  $f = 2$  ou  $4$  ou  $6$  mm.

Selon l'axe de la bille, la fente se prolonge en se rétrécissant, sur une longueur variable. Cette longueur augmente d'ailleurs à mesure que la fente s'ouvre. Pour simplifier les calculs, nous nous bornerons à examiner les efforts mis en jeu pour des longueurs, selon l'axe de la bille, de  $0,50$  m,  $1$  m et  $1,50$  m. Nous admettrons que chaque moitié de la grume se comporte comme une poutre encastrée à une extrémité et rechercherons l'effort à exercer sur cette extrémité libre pour obtenir un fléchissement égal à la moitié des  $2$ ,  $4$  ou  $6$  mm considérés plus haut. Nous supposerons que les eses devraient supporter cet effort pour s'opposer à l'évolution de la fente.

Bien entendu, nous faisons ainsi une approximation grossière car, lorsqu'une fente s'ouvre, les tensions internes doivent vaincre, non seulement la résistance développée par les eses, mais aussi la résistance au fendage du bois de la bille ; l'ouverture d'une fente s'accompagne, en effet, de son allongement selon l'axe de la grume. On va voir que l'approximation ainsi consentie importe peu.

Appelons  $P$  l'effort à exercer en  $A$  (fig. IV) sur le rotulant de la demi-bille pour s'opposer à une déformation de  $f/2$ . L'effort total mis en jeu est  $2P$ , dont les ordres de grandeur sont donnés tableau VIII (en tonnes) d'après la formule :

$$2P = 2 \times \frac{3 \times f/2 \times E \times I}{l^3}$$

$E$  = module d'élasticité

$I$  = moment d'inertie de la section.

TABLEAU VIII. — Valeur de  $2P$  (tonnes)

	$l = 0,50$ m	$l = 1,00$ m	$l = 1,50$ m
Ouverture de la fente de $f = 2$ mm . . . . .	95	(12)	—
Ouverture de la fente de $f = 4$ mm . . . . .	—	24	(7)
Ouverture de la fente de $f = 6$ mm . . . . .	—	36	12

On voit que les efforts à mettre en jeu pour éviter l'ouverture des fentes, atteignent et dépassent couramment la dizaine de tonnes.

**b) Efforts susceptibles d'être développés par les eses pour s'opposer à l'ouverture des fentes.**

Reprenons l'exemple ci-dessus d'une fente diamétrale sur une bille de  $80$  cm de diamètre, en admettant que quatre eses y soient posées. A quel effort ces quatre eses peuvent-elles réellement s'opposer ?

Chaque esse peut céder par écrasement du bois sur lequel elle s'appuie et par déformation du feuillard.

Figure IV

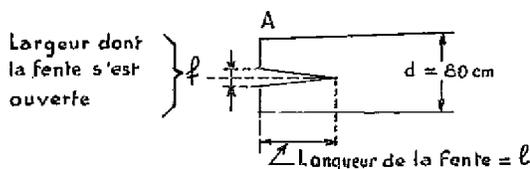


Figure V

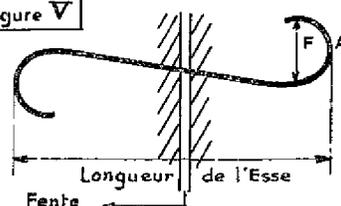
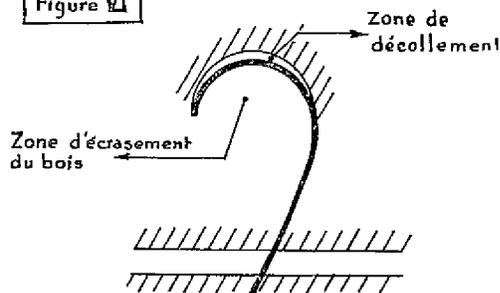


Figure VI



La déformation de l'esse est assez délicate à étudier car elle est le résultat d'une flexion et d'un allongement du feuillard compliqués par le fluage de ce dernier sur le bois contre lequel il s'appuie. La façon dont l'esse écrase le bois sur lequel elle s'accroche est plus intéressante à examiner :

**Ecrasement du bois :** chaque branche d'une esse s'appuie sur une certaine surface de bois  $F$  (fig. V).  $F$  est défini par la largeur du feuillard de l'esse et par la largeur d'ouverture de sa branche  $A$ . Cette surface avoisine  $5$  cm<sup>2</sup>.

Si la résistance à la compression transversale de l'Okoumé frais est estimée à  $40$  kg/cm<sup>2</sup>, chaque esse ne peut donc s'opposer qu'à un effort de  $200$  kg, soit **800 kg pour quatre eses**. Cet ordre de grandeur est sans commune mesure avec les efforts de l'ordre de la dizaine de tonnes développés par la bille.

En résumé, l'étude du comportement mécanique des eses conduit aux réflexions suivantes :

**Les eses semblent avoir une certaine influence sur les fentes où on les applique.**

Cela ressort de la comparaison entre les eses de  $120$  mm et de  $160$  mm. On a vu que les eses de

120 mm, apparemment les moins résistantes, se sont plus allongées que celles de 160. Ce plus fort allongement se trouve correspondre à un élargissement plus prononcé des fentes. On est donc amené à conclure :

— que les esses les plus « fortes » sont les plus efficaces,

— que, par conséquent, les esses ont, d'une façon générale, une certaine action bénéfique, sur les fentes sur lesquelles on les place.

Quand on sait que les esses sont le plus souvent posées sur des fentes radiales, les constatations ci-dessus sont en accord avec ce qui a été dit plus haut (étude statistique) à propos de l'influence

favorable de leur emploi pour ralentir l'évolution des fentes radiales.

**Les Esses ne peuvent s'opposer que dans une faible mesure à l'évolution des fentes sur lesquelles elles sont placées.**

Les efforts développés par les tensions internes du bois sont énormes. Les esses sont donc obligées de céder :

— elles s'allongent légèrement par déformation du feuillard,

— le bois sur lequel elles s'appuient cède.

Cet écrasement est décelable au décollement entre le bois et l'esse, visible sur la face extérieure de la partie recourbée du feuillard (voir photos et figure VI).

#### REMARQUE I

Nous n'avons effectué aucun calcul sur la résistance mécanique propre du métal des esses : si à la traction simple, le feuillard d'une esse a une résistance à la rupture de 1.000 kg environ, il n'en reste pas moins que la déformation qui aboutit à son allongement est un phénomène complexe dont le calcul n'est guère possible.

#### REMARQUE II

Les appréciations formulées sur l'efficacité des esses ne peuvent s'appliquer qu'en fonction des pratiques d'emploi au Gabon : sur une face même très fendue, on a placé au maximum 7 esses. Sur les 140 faces utilisées pour l'étude sur l'allongement des esses, on a décompté en moyenne 2,5 esses par face.

Des esses utilisées en plus grand nombre ou encore l'emploi, à leur place, d'un feuillard circulaire à enfoncer dans le bois et d'un diamètre voisin de celui de la bille, pourraient conduire à des résultats sensiblement différents.

Prenons l'exemple du Limba au Congo :

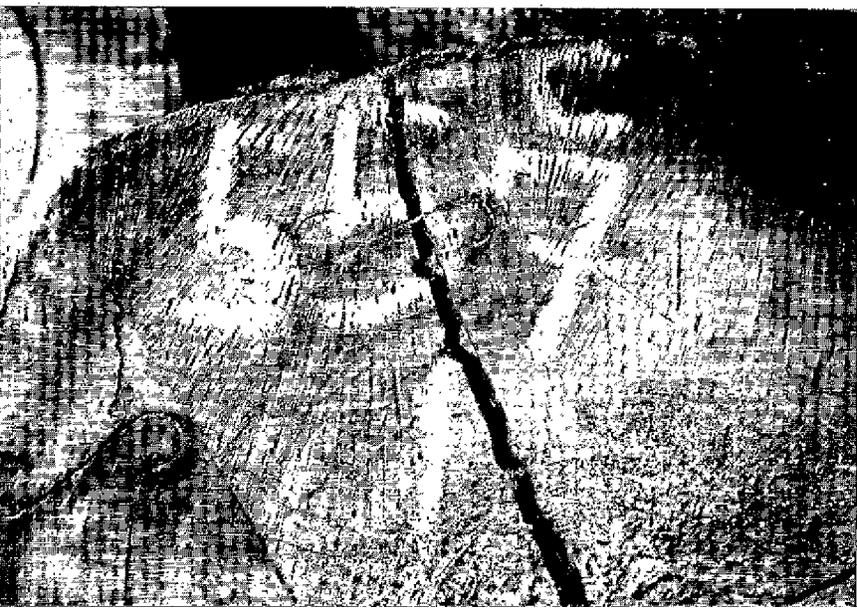
Les efforts en jeu dans une bille de 60 cm de diamètre sont un peu inférieurs à la moitié de ceux indiqués pour un Okoumé de 80. La résistance à l'écrasement du bois sur lequel les esses s'ap-

De haut en bas :

— L'une des esses placées sur les fentes radiales semble avoir amorcé l'ouverture d'une fente en éclat.

— Sur l'esse visible au centre et en haut de la photographie, on aperçoit un décollement entre le bois et le sommet de l'esse.

Photo Lepître.



puient peut être estimée à 50 kg/cm<sup>2</sup>, c'est-à-dire que chaque esse s'opposerait à un effort de 250 kg au maximum. Au Congo, sur une fente diamétrale, 10 esses pourraient être mises en place qui seraient capables de s'opposer à un effort total de 2.500 kg environ. On voit que, dans ces conditions, leur action peut être plus efficace.

## VII. — CONCLUSION

Les conclusions de l'étude qu'on vient de lire, ne s'appliquent en toute rigueur qu'au seul Okoumé. L'extension systématique des résultats obtenus à d'autres espèces tropicales pourrait conduire à des erreurs.

### 1° EFFICACITÉ DES ESSES

Les enseignements à retenir peuvent se résumer comme suit :

Une certaine action favorable des esses sur les fentes où elles sont appliquées a été mise en évidence. On vient de voir que cette action est limitée par la déformation du feuillard et l'écrasement du bois.

Les résultats statistiques laissent penser que les esses ont pour effet de freiner l'évolution des fentes radiales et au contraire de favoriser l'aggravation des fentes en éclats ; cette seconde constatation est celle qui ressort le mieux des recherches. Le total des effets en sens inverse sur les radiales et les éclats paraît se solder par un développement de l'ensemble des fentes, supérieur à ce qu'il serait si on n'utilisait pas d'esses.

Le feuillard de chaque esse semble agir dans le bois à la manière d'un coin et y provoquer une amorce de fente. Si les tensions internes du bois cherchent ultérieurement à se libérer, elles le feront de préférence en provoquant l'ouverture de ces fentes existant déjà à l'état d'amorces. Puisque la majorité des esses sont placées en travers de fentes radiales, elles provoquent le plus souvent des amorces de fentes en éclat, d'où aggravation de ce type de fente.

Notons que cet « effet de coin », doit, selon toute vraisemblance se retrouver de la même façon dans l'exemple du Limba mentionné plus haut.



### 2° EFFICACITÉ DES ANTIGERCES

L'action bénéfique de ces produits ressort de l'étude effectuée, mais d'une façon qui manque de netteté. Sans doute le lot de billes choisi comme « échantillon » était-il d'un volume insuffisant.

Les antigerces agissent de la même façon sur les fentes radiales et en éclats, mais le résultat se dégage mieux dans le second cas.

La meilleure netteté des conclusions dans le cas de fentes en éclats est une constatation générale valable pour toutes les études effectuées. Rappelons à ce propos que c'est pour ce type de fente que les lots d'essai et les lots témoins pouvaient être considérés comme statistiquement semblables avant application des esses ou des antigerces : cela ajoute à la valeur du résultat.

Ce qu'on vient de lire déboucherait, en toute logique, sur un abandon des habitudes acquises qui exigent la pose d'esses et suggérerait leur remplacement par l'application des antigerces. Avant d'en arriver là, les résultats qu'on vient de lire mériteraient tout de même d'être confirmés par une nouvelle étude : en particulier les conclusions concernant les antigerces ne sont pas assez nettes pour qu'on puisse s'appuyer dessus en toute sécurité. Un nouveau dispositif expérimental mis en place pour une seconde série d'essais bénéficierait, bien entendu, de l'expérience acquise et devrait permettre d'aboutir à des conclusions meilleures.