

LES FATIGUES DE FONCTIONNEMENT DES SCIES A RUBAN ET LEUR ADHÉRENCE SUR LES POULIES. CONCLUSIONS PRATIQUES A EN TIRER

par F. NOYON

Directeur honoraire du Consortium
Forestier et Maritime des Chemins de fer français.

N. D. L. R. — M. Noyon, l'auteur du présent article a passé une longue partie de sa carrière en qualité de Directeur du Consortium Forestier et Maritime des Chemins de fer français au Cameroun. Il a une grande expérience des bois tropicaux, et c'est d'une partie de cette expérience que nous sommes heureux de faire bénéficier nos lecteurs en leur présentant cette étude technique.

WEAR AND TEAR STRAINS OF BANDSAWS. PULLE REELING AND RESULTING CONCLUSIONS

SUMMARY

Technical survey of the various strains of the blade of a bandsaw is submitted to :
Reeling on the pulleys, centrifugal force strain and description of the practical consequences resulting from such strains.

LOS ESFUERZOS DE LAS SIERRAS DE CINTA ADHERENCIA SOBRE LAS POLLEAS. CONCLUSIONES

RESUMEN

Estudio técnico acerca de los varios esfuerzos a quien esta sometida la hoja de una sierra de cinta : flexion de enrollamiento sobre las poleas, fuerza centrifuga, tension de colocamiento y descripcion de las consecuencias practicas resultando de susdicho estudio.

1° FATIGUE DE FLEXION D'ENROULEMENT SUR LES POULIES

L'épaisseur des scies à ruban a été fixée par l'expérience au millième du diamètre des poulies. Cote maximum.

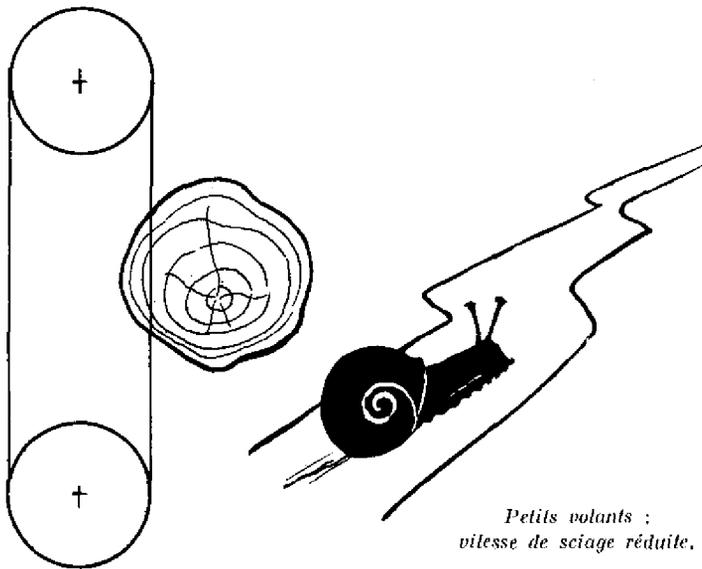
Le rapport $\frac{e}{D} = i$, de l'épaisseur de la lame au diamètre des poulies sur lesquelles elle s'enroule, représente, pratiquement, la déformation moléculaire élastique des fibres longitudinales les plus fatigués sur les faces externe et interne.

Or, l'on sait que la fatigue R corrélative de la déformation $\frac{e}{D} = i$ est donnée par la relation $R = Ei$.

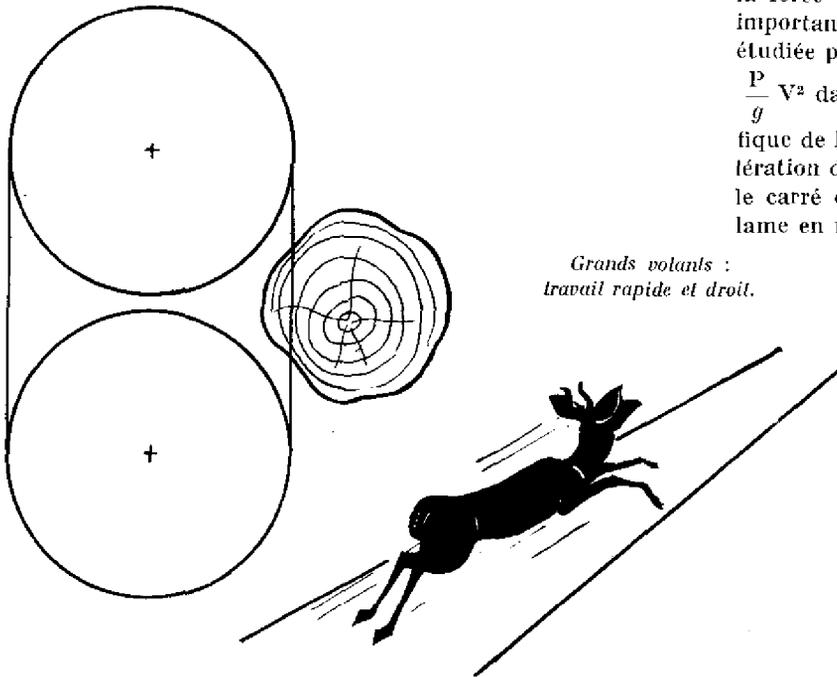
E étant en l'occurrence, le coefficient d'élasticité de l'acier utilisé pour la lame (22.000 kg environ par mm²).

Une scie de 1 mm d'épaisseur en s'enroulant sur une poulie de 1 M.000 de diamètre subit donc une fatigue $R = 22.000 \text{ kg} \times \frac{1}{1.000} = 22 \text{ kg par mm}^2$ à l'extension sur la face externe et à la compression sur la face interne de la lame.

Pour l'épaisseur de 9/10 de mm², sa fatigue ne serait plus que de $22.000 \text{ kg} \times \frac{9}{10.000} = 19 \text{ kg} 800$: en



*Petits volants :
vitesse de sciage réduite.*



*Grands volants :
travail rapide et droit.*

diminution de plus de 2 kg sur la précédente.

Ces exemples chiffrés montrent (sous réserve de la valeur exacte de E) qu'il s'agit de fatigues moléculaires très élevées, périodiques au surplus, avec les passages sur les poulies et, de ce fait aggravées.

Il est donc indiqué d'utiliser des lames minces, pour diminuer leur fatigue à la flexion d'enroulement sur les poulies. On est évidemment limité dans cette voie par d'autres considérations et cela explique sans doute pourquoi les Américains sont arrivés à la conception des diamètres de poulies énormes pour leur gros matériel de sciage en grumes.

— Avec un rapport $\frac{e}{D}$ réduit à une côte raison-

née, ils fatiguent moins les lames tout en leur conservant une épaisseur suffisante pour un sciage accéléré.

— Avec le rapport $\frac{e}{D}$ courant, ils peuvent utiliser des lames très épaisses, lesquelles avec une tension de pose élevée et la puissance motrice adéquate, permettent des performances de sciage et de vitesse d'amenage impressionnantes dans les bois, même les plus rétifs au sciage (On m'a parlé d'une avance de 20 mètres minute dans les sciages grumes d'azobé avec utilisation de volants de 3 m 00 et lame d'environ 2 mm 5 d'épaisseur).

2° FATIGUE DUE A LA FORCE CENTRIFUGE

La tension développée dans la lame, par la force centrifuge, est relativement peu importante, comparée à la tension de pose étudiée plus loin ; elle a pour expression

$$\frac{P}{g} V^2$$

dans laquelle P est le poids spécifique de l'acier (7.800 kg au m³) ; G l'accélération de la pesanteur 9.81 à Paris ; V² le carré de la vitesse tangentielle de la lame en mètres secondes.

La force centrifuge diminue l'adhérence de la lame sur les poulies. Elle est combattue par la tension de pose.

La tension qu'elle développe sous la lame, par mm² de section va de 0 kg 400 pour les vitesses tangentielles réduites dont on use pour le sciage de certains bois difficiles, à 1 kg 250 pour les vitesses tangentielles normales utilisées pour les bois métropolitains.

3° FATIGUE DUE A LA TENSION DE POSE

La tension de pose, T₀ par mm² de section de lame est systématiquement imposée à la lame :

- a) pour lui donner la rigidité nécessaire pour le sciage ;
- b) pour lui donner une forte marge d'adhérence sur les poulies.

Sur les machines modernes et les aciers à lame nouveaux, elle est d'environ 15 kg par mm² de section de lame et elle est supportée à égalité par chaque brin au repos. En travail, un nouvel équilibre s'établit, par l'entrée en jeu de la puissance nécessaire au sciage, laquelle se traduit, sur la pou-

lie motrice par un effort tangentiel dont l'expression pour un mm² de la section de la lame est en kilogrammes de $f = \frac{75 \text{ kgm} \times N}{V \times s}$:

N étant la puissance Sciage en chevaux de 75 kilogrammètres et V et S la vitesse tangentielle de la poulie en mètres seconde et la section de la lame en mm².

Dans ce nouvel équilibre dynamique (croquis) le brin EA prend la tension $To + \frac{f}{2}$ de E (où s'exécute le sciage) à A sur la poulie motrice, le brin montant BC prend la tension $To - \frac{f}{2}$. La différence de tension entre EA et BC est évidemment l'effort tangentiel f .

L'on a en effet $(To + \frac{f}{2}) - (To - \frac{f}{2}) = f$ que l'on retrouve en E entre EA et DE.

La poulie du haut étant libre sur ses paliers, la tension $(To - \frac{f}{2})$ se maintient avec sa valeur de B jusqu'en E.

A partir de A la tension de la lame $(To + \frac{f}{2})$ diminue pour prendre en un point G la valeur $(To - \frac{f}{2})$ qu'elle conserve comme nous l'avons vu, jusqu'en E (plan de sciage). En ce point G l'effort tangentiel f est entièrement équilibré par les forces de frottement dues à la tension de pose To et se développant sur l'arc \widehat{AG} .

La valeur angulaire de cet arc \widehat{AG} est sous la dépendance de la relation connue

$$\left(To + \frac{f}{2} \right) = \left(To - \frac{f}{2} \right) e^{f\theta}$$

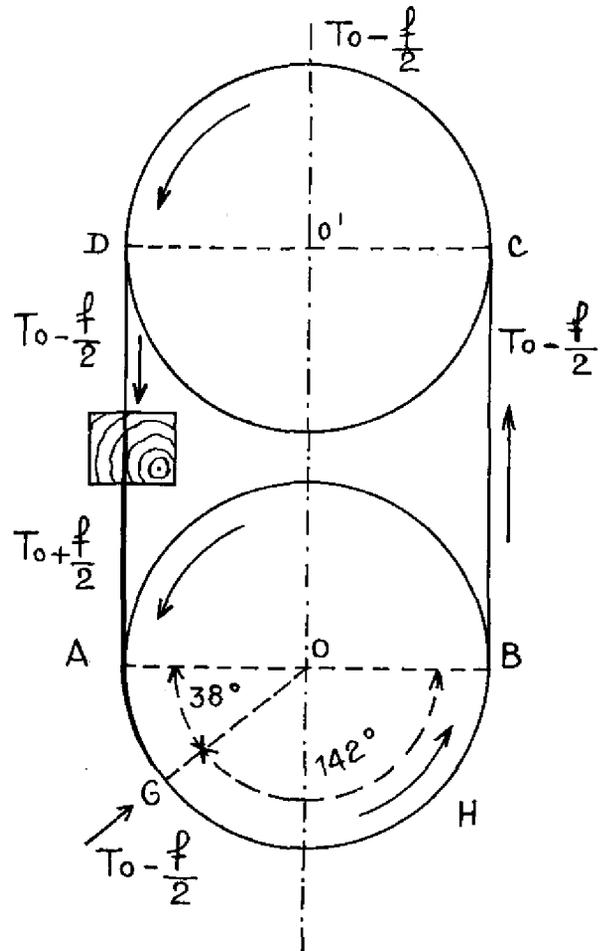
appliquée au cas de la lame. e , comme l'on sait, étant la base des logarithmes népériens (2.72 arrondi) f le coefficient de frottement de la lame sur la jante de la poulie motrice (0,10 environ) et θ l'arc embrassé sur la jante AG par les forces de frottement d'équilibre.

Par exemple, pour la tension de pose de 15 kg par mm² de section de lame et un effort tangentiel f de 1 kg par mm² également de section de la lame, la relation précédente prendrait les valeurs numériques ci-après :

$$\left(15 \text{ K} + \frac{1 \text{ K}}{2} \right) = \left(15 \text{ K} - \frac{1 \text{ K}}{2} \right) e^{0,10 \theta}$$

de laquelle on tirerait $\theta = 38^\circ$ en nombre rond.

Il existe donc sur la jante de la poulie motrice un arc de $180^\circ - 38^\circ = 142^\circ$ sur lequel se tiennent une réserve de forces de frottements, mobilisés par la tension de pose $To = 15 \text{ kg mm}^2$ et capables d'équilibrer un accroissement important de l'effort tangentiel f pour le porter à la valeur limite F , au delà de laquelle il y aurait glissement de la lame sur la jante de la poulie motrice.



Reprenant les chiffres précédents, l'accroissement de $f (= 1 \text{ kg})$, pouvant être équilibré par les forces de frottement de l'arc (de réserve) 142° serait numériquement de $1 \text{ kg} \times \frac{142^\circ}{38^\circ} = 3 \text{ K } 700$ en nombre rond et l'effort tangentiel limite F pouvant être équilibré par les forces de frottement sur l'arc complet de 180° serait de $1 \text{ K} + 3 \text{ K } 700 = 4 \text{ kg } 700$ par mm² de section de lame.

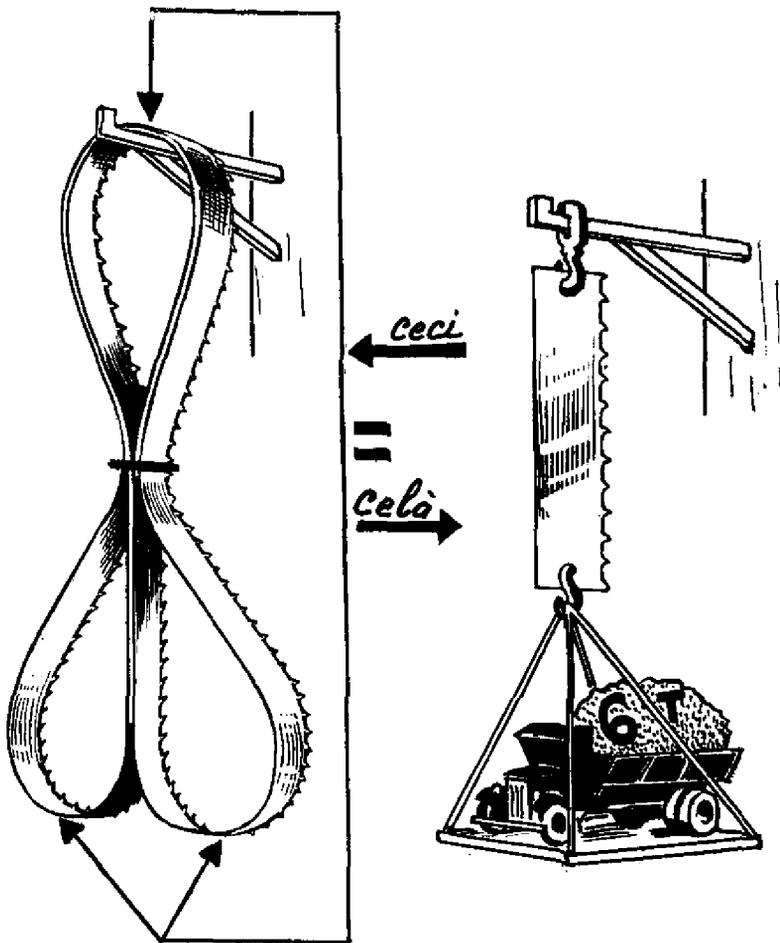
On peut d'ailleurs le calculer directement par la

$$\text{relation classique } F = 2 To \times \frac{e^{f\theta} - 1}{e^{f\theta} + 1}$$

$$\text{soit } 2 \times 15 \text{ K} \times \frac{e^{0,10 \times R} - 1}{e^{0,10 \times R} + 1} = 4 \text{ K } 700$$

Or, la valeur moyenne de l'effort tangentiel de sciage par mm² de section de lame d'une scie à grumes, ne dépasse guère 1 kilogramme (même pour des lames réduites de largeur par les affûtages successifs).

Sous réserve de cette valeur 1 kg (que je donne de mémoire), on peut constater que la sécurité d'adhérence de la lame sur sa poulie motrice est très grande puisqu'elle permet d'utiliser, sans glissement de la



lame une puissance quadruple en chiffre rond de celle de régime de la machine.

De toute évidence la machine ne peut donner plus de puissance qu'elle n'en a — mais la lame peut faire un emprunt important pendant un temps élémentaire, à la puissance vive du volant d'inertie. C'est dans ce cas que la marge de sécurité d'adhérence intervient. J'ai été témoin d'un fait de cette nature qui s'est produit sur une grosse scie à grumes.

Un bois raide, en éclatant dans le trait, a freiné énergiquement la lame. L'effort tangentiel a monté en flèche, en absorbant toute l'énergie potentielle du volant, mais la puissance d'adhérence a été la plus forte grâce à une tension de pose élevée et la lame est restée sur ses poulies laissant le temps de manœuvrer.

Le pliage en huit au râtelier d'une lame de 120 mm × 12:10 crée dans les trois zones indiquées par les flèches des contraintes aussi importantes qu'une traction de 6 tonnes.

CONCLUSIONS PRATIQUES

La conclusion que l'on peut tirer de cette note se dégage d'elle-même.

La fatigue moléculaire la plus forte que subit la lame est due à son ploïement sur les poulies — comme elle est proportionnelle au rapport $\frac{e}{D}$ de l'épaisseur au dia-

mètre, il faut éviter les rapports $\frac{e}{D}$ plus grands que ceux fixés par l'expérience et s'en tenir au maximum à la valeur $\frac{1}{1.000}$. On fait d'ailleurs mieux en adoptant la valeur $\frac{9}{10.000}$ qui diminue la fatigue de plus de 2 kg par mm² sur la précédente.

Je sais combien on a tendance à vouloir augmenter de 1/10 l'épaisseur normale que doit avoir une lame, sous prétexte de meilleure tenue sous le sciage de bois difficiles, tels les exotiques. On a tort de le faire, car dans ce cas, si l'on veut conserver à la tension de pose sa valeur par mm² de section de lame, on surcharge les paliers, et si on ne les surcharge pas, c'est la tension de pose que l'on diminue relativement et c'est elle qui est l'âme du sciage. Il faut aussi éviter les boucles de petit diamètre lorsque l'on ploie les lames en « huit » pour les mettre en râtelier. Ces petites courbures provoquent des tensions moléculaires dangereuses dans la masse de la scie et, généralement on ne se rend pas compte de leur importance.

En ce qui concerne la tension de pose, la plupart des modèles de scie ont maintenant des appareils de tension très au point qui permettent d'ajuster la tension de pose prévue à la section de service de la lame (car celle-ci s'use et diminue de section au cours des affûtages successifs).

Il faut tendre la lame à la tension prévue puisque c'est elle qui est génératrice de la rigidité indispensable pour le sciage et de l'extraordinaire adhérence sur les poulies. Les ouvriers scieurs ont tendance à la limiter de crainte des ruptures de lame qu'ils lui attribuent. C'est une erreur, la tension maximum, y compris l'effort tangentiel dans le brin de sciage le plus fatigué, ne dépasse guère 15 kg 500 par mm² de section de la lame et, en cas d'incident de sciage comme celui que j'ai rapporté, pas plus de 17 kg et les aciers spéciaux à lame moderne (acier, nickel, chromé) peuvent supporter sans doute des charges pratiques de tension plus fortes encore sans inconvénient. Les ruptures de scies sont plutôt dues à des défauts de tension qui les mettent en mauvaises conditions de sciage et d'adhérence, qu'à des excès de tension de pose.

Pour terminer je dirai que pour faire du bon sciage et en faire beaucoup, il faut de bonnes lames, et qu'à ce titre, leur prix d'achat plus élevé est rapidement amorti par les résultats financiers de leur emploi.