

INFLUENCES CONJUGUÉES DU STELLITAGE ET DE LA RÉDUCTION DE VITESSE SUR LA DURÉE DE COUPE DE L'OUTIL DANS LE SCIAGE DES BOIS ABRASIFS

par R. ANTOINE,

Laboratoire Forestier de l'Université de Louvain.

RESUMEN

INFLUENCIAS COMBINADAS DE LA APLICACION DE CUCHILLAS DE STELLITE Y DE LA REDUCCION DE VELOCIDAD SOBRE LA DURACION DE CORTE DE LA HERRAMIENTA EN EL SERRADO DE MADERAS ABRASIVAS.

El autor analiza los resultados de los ensayos de pérdida del filo realizados en una madera particularmente abrasiva, *Parinari* sp. por medio de herramientas con dentado idéntico, pero uno de los cuales está formado por plaquitas de stellite.

Los ensayos consisten en medir las variaciones de potencia, es decir, el grado de desgaste del filo en la herramienta considerada, durante el transcurso de un serrado constante, y con velocidades diferentes de la herramienta, o sea, de 550 y 2.500 m/minuto.

La comparación de las ecuaciones de regresión establecidas para los distintos ensayos demuestra que el coeficiente angular que caracteriza la variación de potencia :

a) en relación con la longitud de las tablas serradas,

1) queda afectado por un coeficiente equivalente a 0,125 en favor de la cuchilla de stellite, sea cual sea la velocidad de la misma. Esto significa que el empleo de la stellite permite una longitud de serrado ocho veces mayor.

2) es proporcional al cuadrado de la variación de la velocidad de la herramienta, lo cual está en conformidad con la teoría propuesta por el autor.

b) en relación con la longitud de la viruta desprendida, es proporcional a la velocidad de la herramienta, es decir, inversamente proporcional al espesor de la viruta. En otros términos, tanto para la herramienta corriente como para aquella dotada de plaquitas de stellite, la longitud de la viruta desprendida para un grado de pérdida de filo determinado, es constante y, por consiguiente, independiente de la velocidad de la herramienta.

Dentro de límites de pérdida de filo razonables, únicamente el factor de corte de las fibras acusa una variación de potencia proporcional a la variación de velocidad de trabajo de la herramienta.

En conclusión, puede admitirse que, por lo que respecta a la longitud serrada, la ventaja introducida por la aplicación de plaquitas de stellite es equivalente a ocho, mientras que la ventaja introducida por una variación de velocidad de la herramienta es proporcional inversamente a esta variación. En caso de mejoras combinadas, la longitud de las tablas serradas queda afectado por un coeficiente equivalente al producto de los dos coeficientes precedentes.

SUMMARY

CONJUGATED INFLUENCES OF STELLITE FACING AND SPEED REDUCTION ON TOOL LIFE IN ABRASIVE WOOD SAWING

The Author analyses results of tests carried out in a specially abrasive wood : *Parinari* sp. by the mean of two identical saw teeth blunting, one of which was stellite faced.

The trials consist in a power variation measurement i.e the blunting degree of the tool in the course of a steady sawing and that for two different speeds of the tool : 500 and 2500 m.p.m. (1640 to 8200 feet per minute).

Comparison of regression equations set for the different experiments shows that the power variation characterizing angular coefficient :

a) plotted with the sawn length.

1) is affected by a 0.125 coefficient in favour of the stellite faced blade whatever may be its speed. That means that stellite facing would allow eight times greater sawing lengths.

2) is proportional to the square of the tool speed, that fits with the author sponsored theory

b) plotted with the length of chip removed

is proportional to the tool speed, i.e inversely proportional to the chip thickness. In other words as well as for the non stellite tool as for the stellite one, the length of removed chip for a given blunting degree is steady and as a consequence, independant from the tool speed.

In reasonable limits of blunting, only the cutting factor of the fibres offers a power variation proportional to the speed variation of the tool.

As a conclusion it is possible to admit that, as for the sawn length, the advantage brought by stellite facing is equal to 8 whilst that brought by a tool speed reduction is proportional to the inverse of this variation. If both improvements are conjugated the sawn length is affected by a coefficient equal to the product of the 2 above coefficients.

Souvent encore les scieurs de bois tropicaux réputés abrasifs se posent la question de l'intérêt du stellitage quant à la durée de coupe et ce particulièrement en relation avec les réductions de vitesse.

En fait, leurs questions cherchent à savoir dans quelle mesure il convient de stelliter les lames ou simplement de réduire la vitesse des volants et quels sont les avantages respectifs ou cumulés de ces deux composantes. Nous nous sommes attachés à leur répondre en réalisant quelques essais dans un bois particulièrement siliceux, *Parinari glabra*, provenant de la République du Congo Léopoldville (1).

Il est pratiquement impossible, dans les conditions généralement imposées par les constructeurs

de machines, de débiter le *Parinari* et seule une très forte réduction de vitesse paraissait apporter une certaine solution à ce problème.

Nous avons cherché à comparer — et ce à différentes étapes au cours du sciage — pour deux lames de mêmes caractéristiques générales, mais dont l'une a été stellitée (grade 12), les puissances absorbées, les longueurs sciées et les observations sur l'état du tranchant de l'outil.

Les essais de sciage, sur quartier, ont été réalisés sur des équarris de 1,50 m de long et 0,20 m de haut à des vitesses de l'outil de 500 et 2.500 m/min, la vitesse d'amenage du bois étant constante et fixée à 3m/min. (2).

Résultats

Les résultats énergétiques de cet essai représentent, pour chaque trait expérimental, la puissance utile moyenne, déduction faite de la puissance à vide et compte tenu des coefficients de rendement du moteur et des variateurs de vitesse.

Leurs valeurs, exprimées en kW, ont été groupées par condition expérimentale et en fonction de la longueur de planches sciée.

TABLEAU : Puissance utile en fonction de la longueur sciée. Influence du stellitage et de la vitesse de l'outil.

Longueur sciée	Lame non stellitée		Lame stellitée	
	V = 2.500 m/mn	V = 500 m/mn	V = 2.500 m/mn	V = 500 m/mn
1,50	13.289	3.213	7.021	4.012
3	19.593	3.504	9.155	3.857
4,5		3.652	8.793	3.602
6		3.888	11.314	3.686
7,5		4.563	10.338	4.048
9		4.155		4.170
10,5		4.147		3.277
12		4.873		4.279
13,5		5.648		4.432
15				4.746
16,5				4.670
18				4.624
19,5				4.462
21				4.256
22,5				4.204
24				4.460
25,5				4.471
27				4.287
28,5				3.724
30				4.221
31,5				4.727
33				4.832
34,5				Dévié
36				Dévié
37,5				Dévié

Les calculs de régression appliqués aux différentes séries expérimentales donnent les équations suivantes (fig. 1).

1° Lames non stellitées

Vitesse de l'outil

$$2.500 \text{ m/min ; } Y = 6,9850 + 4,2026 x$$

$$500 \text{ m/min ; } Y = 2,8917 + 0,1712 x$$

2° Lames stellitées

Vitesse de l'outil

$$2.500 \text{ m/min ; } Y = 6,6863 + 0,5862 x$$

$$500 \text{ m/min ; } Y = 3,8560 + 0,0213 x$$

L'examen de ces équations invite à établir une première relation entre les coefficients angulaires des différentes droites. Ce qui donne, à première vue, pour une lame non stellitée et pour un rapport de vitesses de $\frac{2.500}{500}$, un rapport de coefficients angulaires de $\frac{4,2026}{0,1712} = 24,55$.

De même pour une lame stellitée ce rapport est de

$$\frac{0,5862}{0,0213} = 27,52.$$

(1) La teneur en humidité du bois ayant donné lieu aux essais était de 20 %, son poids spécifique de 0,990 et la teneur en silice de l'ordre de 1,1 %.

(2) Les essais ont été réalisés sur une dosseuse Brenta de 1,25 m de diamètre équipée de variateurs de vitesse, de tachymètres et d'un wattmètre enregistreur. La denture du type LF est caractérisée par un pas de 50 mm, une profondeur de dent de 10 mm, angle d'attaque 10°, angle de dépouille 5°, épaisseur 1,2 mm, voie totale 2,3 mm.

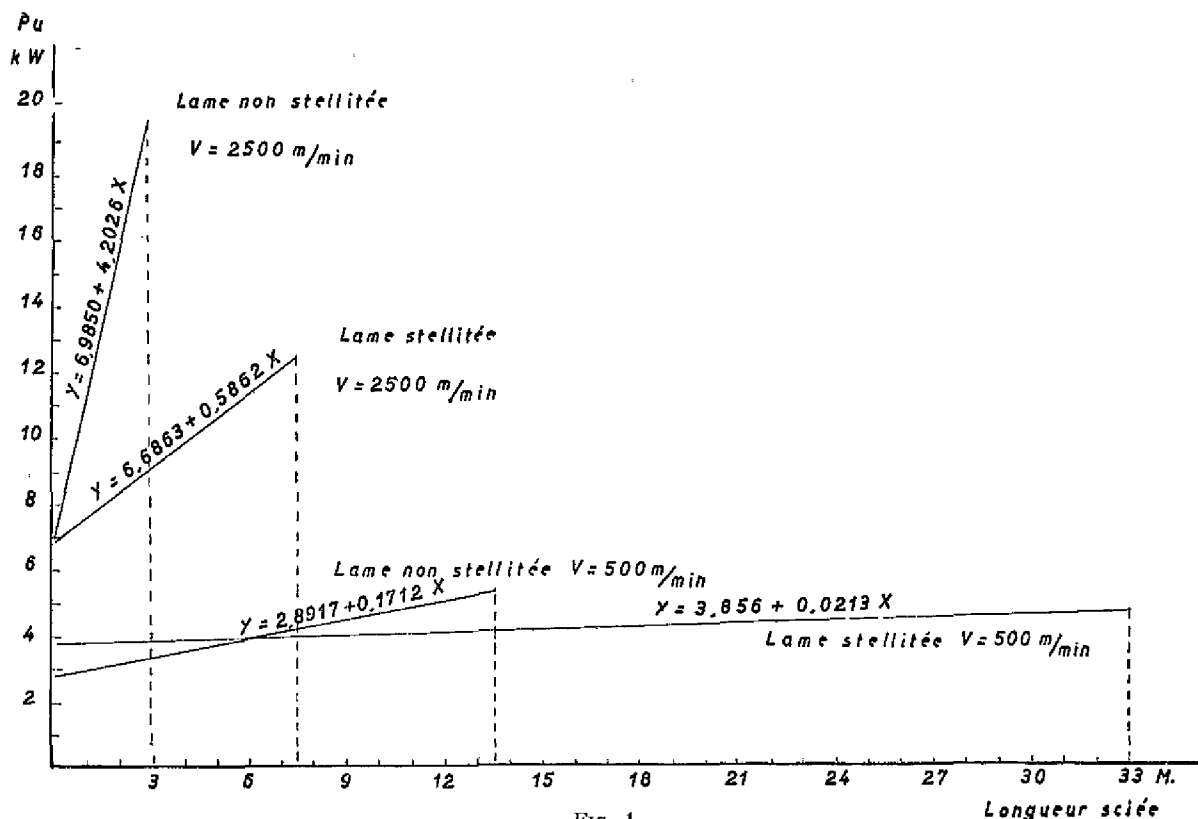


Fig. 1.

D'un autre côté si nous comparons l'influence du stellite pour une vitesse donnée, on observe que, pour la vitesse de 2.500 m/min, le rapport entre les coefficients angulaires caractérisant la lame non stellite et celle qui l'a été est de $\frac{4,2026}{0,5862} = 7,21$ tandis que pour une vitesse de 500 m/min ce même rapport devient $\frac{0,1712}{0,0213} = 8,04$.

On constate tout de suite que les couples de rapports sont très voisins et il est probable que leurs écarts proviennent d'erreurs expérimentales et plus particulièrement du petit nombre d'observations dans certaines conditions.

Si on établissait les valeurs moyennes, pour chacun des couples, ce qui est malgré tout discutable du fait d'une moins bonne représentation des valeurs à 2.500 m/min, on obtiendrait des coefficients égaux à 26,04 et 7,63.

Toujours à première vue on pourrait en conclure que, partant d'une lame non stellite tournant à 2.500 m/min, l'avantage qu'apporterait le stellite quant à la longueur sciée serait de 7,63 x tandis que l'avantage d'une réduction de vitesse serait de 26,04 x ; d'où il semblerait que l'avantage conjugué des deux améliorations (réduction de vitesse et stellite), égale à leur produit, serait de 198,68 x.

Empressons-nous de dire que ces facteurs sont

illusoire et que si nous en avons fait état, c'est parce que nous avons observé qu'il était parfois tentant de les faire apparaître.

En réalité l'explication des chiffres obtenus demande que l'on fasse appel à deux autres notions qui sont l'influence de la vitesse de l'outil sur la puissance absorbée par le sciage et la longueur totale des copeaux détachés.

Si nous reprenons le phénomène d'un point de vue théorique, nous pouvons admettre que l'ordonnée à l'origine de chacune des droites de régression est égale à la puissance utile totale absorbée par le sciage, dans des conditions définies, à l'aide d'une lame nouvellement affûtée.

Le hasard a voulu que ces valeurs soient pratiquement les mêmes pour les deux essais à 2.500 m/min (6,9850 et 6,6863) ; ce qui traduirait deux degrés d'affûtage pratiquement égaux. Par contre, pour les essais à 500 m/min, on observe deux valeurs différentes (3,856 pour la lame stellite et 2,8917 pour la lame non stellite) ce qui équivaudrait à dire que, au départ, la lame stellite était mieux affûtée.

Cela n'a d'ailleurs aucune importance dans l'interprétation de cet essai, puisqu'il suffirait, si besoin était, de ne prendre en considération les résultats de cette lame qu'à partir du moment où son ordonnée serait égale à l'ordonnée à l'origine de la lame stellite.

La différence d'ordonnée entre les deux couples de droites est moins discutable et celle-ci est due à l'augmentation de la vitesse de l'outil. En effet nous avons démontré ici même, (1) que les variations de la vitesse de l'outil se traduisaient par une variation proportionnelle et exclusive de la puissance requise par le tranchage des fibres (a). Les autres facteurs, soit le cisaillement latéral (b), le transport et l'évacuation du copeau (c) n'étant pas affectés par ces variations. Ce qui veut dire que si l'ordonnée à l'origine, pour une vitesse de 500 m/min, est égale à $Nd(a + b + c)$ celle correspondant à une vitesse de 2.500 m/min = $nd(5a + b + c)$.

De même il est probable que, dans des limites d'usure raisonnables, seul le facteur a (tranchage des fibres) soit affecté par l'émoussement de l'outil (le cisaillement latéral, le transport et l'évacuation du copeau restant les mêmes) et que, par conséquent, le coefficient angulaire caractérisant l'augmentation de puissance en fonction du désaffûtage traduirait exclusivement les variations de a.

C'est dire qu'un outil dont l'émoussement serait caractérisé par un coefficient d'intensité = 2 requerrait, à la vitesse de 500 m/min, une puissance $Nd(2a + b + c)$ et à 2.500 m/min $Nd(10a + b + c)$.

D'où, pour x représentant un degré de désaffûtage ou une longueur de copeau déterminés, les coefficients angulaires des droites de régression seraient proportionnels aux vitesses de l'outil.

Rappelons en outre que, l'épaisseur de copeau étant donnée par la formule

$$e = \frac{\text{Pas} \times \text{Vitesse d'amenage}}{\text{Vitesse de l'outil}}$$

toute variation exclusive de la vitesse de l'outil implique nécessairement une variation inversement proportionnelle de l'épaisseur de copeau. D'où, pour x représentant une longueur de trait déterminée, la longueur totale de copeau détachée et, par conséquent, le degré de désaffûtage sont eux-mêmes affectés du coefficient de variation de la vitesse de l'outil.

On peut en conclure que, théoriquement, l'influence de toute variation de la vitesse sur le coefficient angulaire traduisant énergétiquement le taux d'émoussement de l'outil en fonction de la longueur de coupe peut s'énoncer par un coefficient égal au carré de la variation de vitesse.

En effet, celle-ci affecte proportionnellement le facteur a en raison de la vitesse d'application de l'effort et, pour une longueur de sciage apparente égale, affecte du même coefficient la longueur de copeau réelle.

Si nous admettons, pour une lame stellite, que le coefficient correspondant à 500 m/min est le plus exact en raison du plus grand nombre d'observations, nous pouvons établir que le coefficient angulaire

correspondant à la même lame stellite tournant à 2.500 m/min serait égal à $0,213 \times 5^2 = 0,5325$ que nous comparons au coefficient issu des valeurs expérimentales, soit 0,5862 ce qui donne un rapport de 0,908.

De même si nous acceptons le coefficient angulaire de 0,1712 caractérisant le désaffûtage dans le cas de l'outil non stellite pour 500 m/min, le coefficient correspondant, pour 2.500 m/min, doit être de $0,1712 \times 5^2 = 4,280$ contre 4,203 d'après les données expérimentales, soit un rapport de 1,018.

Les différents rapports établis à partir des valeurs expérimentales pour $V = 500$ m/min et des valeurs théoriques pour $V = 2.500$ m/min donneraient :

pour une vitesse de 2.500 m/min

$$\frac{\text{lame non stellite}}{\text{lame stellite}} = \frac{4,280}{0,5325} = 8,04$$

pour une vitesse de 500 m/min

$$\frac{\text{lame non stellite}}{\text{lame stellite}} = \frac{0,1712}{0,0213} = 8,04$$

pour une lame stellite

$$\frac{\text{vitesse 2.500}}{\text{vitesse 500}} = \frac{0,5325}{0,0213} = 25$$

pour une lame non stellite

$$\frac{\text{vitesse 2.500}}{\text{vitesse 500}} = \frac{4,280}{0,1712} = 25$$

Il est évident que les longueurs de coupe calculées en m. de traits ou de planches sont inversement proportionnelles à ces rapports pour ce qui est de l'influence du stellite et à la racine carrée de ceux-ci pour ce qui est de l'influence de la vitesse de coupe.

Partant de ce que la lame stellite, tournant à une vitesse de 500 m/min a pu réaliser 33 m de trait correspondant, pour une épaisseur de copeau de 300 μ et une hauteur de coupe de 20 cm, à 22.000 m de copeau, on peut admettre que le même degré de désaffûtage aurait été atteint par la même lame stellite, tournant à 2.500 m/min après $\frac{33}{5} = 6,60$ m correspondant également, pour une épaisseur de copeau de 60 μ , à 22.000 m de copeau.

De même, une lame non stellite tournant à 500 m/min aurait proportionnellement pu débiter $\frac{33 \times 0,0213}{0,1712} = 4,10$ m correspondant à 2.733 m de copeau et une lame non stellite tournant à 2.500 m/min n'aurait, avant d'atteindre le degré de désaffûtage en question, pu débiter que

$$\frac{33 \times 0,0213}{4,280} = 0,82 \text{ m}$$

de bois correspondant également à 2.733 m de copeau.

Les chiffres inscrits au tableau (p. 34) montrent que, pour la lame non stellite travaillant à

(1) R. ANTOINE. Le sciage des bois tropicaux ; Principes fondamentaux et applications. Bois et Forêts des Tropiques, n° 74, 1960.



A

FIG. 2. — A.A'. — *Lame stellitee 500 m/min après 33 m de sciage (22.000 m de copeau).*

2.500 m/min, la longueur sciée atteinte était non pas de 0,82 m mais bien de 3 m.

L'observation du tranchant montre que le degré de désaffûtage était particulièrement grand à ce stade correspondant, théoriquement, à une longueur de sciage de 120 m pour la lame stellitee travaillant à 500 m/min.

En fait, la déviation des trois derniers traits et

FIG. 2. — B.B'. — *Lame non stellitee. 2.500 m/min après 3 m de sciage (10.000 m de copeau).*



B



A'



B'



FIG. 3. — A. — *Lame non stellitee. 500 m/min après 1,50 m de sciage (1.000 m de copeau).*

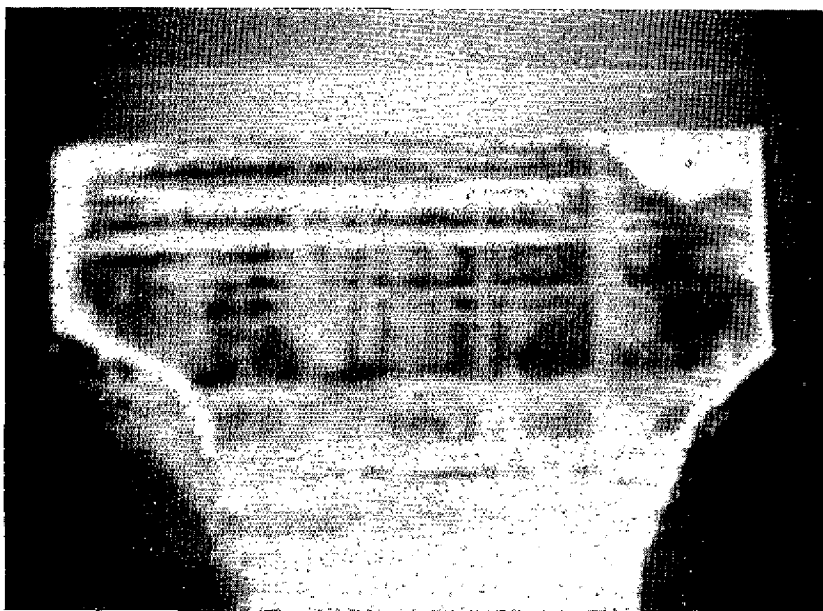


FIG. 3. — B. — *Lame stellitee. 500 m/min après 12 m de sciage (8.000 m de copeau).*

l'arrêt de l'expérience dans cette dernière condition sont plus le fait d'une perte de tension du ruban que de l'émoussement des dents. En effet, la fig. 2 montre que l'état de désaffûtage, après 33 m de trait, de l'outil stellite tournant à 500 m/min n'est pas comparable à celui de l'outil non stellite tournant à 2.500 m/min et ayant débité 3 m de planches, soit théoriquement $3,6 \times$ plus que permis par

les rapports précités ; par contre la comparaison, à 500 m/min, de l'outil non stellite après 1.50 m de sciage et de l'outil stellite après 8 fois plus soit 12 m (fig. 3) montre des degrés de désaffûtage apparemment assez semblables.

Conclusions

Les conclusions de cet essai sont d'abord que le coefficient angulaire définissant le degré de désaffûtage « énergétique » est proportionnel au carré du coefficient de variation de la vitesse de l'outil. L'application de cette première conclusion permettrait de réaliser les essais de désaffûtage dans des conditions de vitesse permettant le maximum d'observations et de transposer les résultats dans la pratique.

Pour ce qui est de la longueur de coupe, on constate que celle-ci est inversement proportionnelle à la variation de la vitesse de l'outil en raison des variations de l'épaisseur de copeau. La longueur totale de copeau débitée ne serait pas influencée par la vitesse de l'outil.

Enfin, quelle que soit la vitesse de l'outil adoptée, il ressort que l'influence du stellite se traduit, dans cette expérience, par une résistance au désaffûtage ou par une longueur de copeau 8 fois plus grande.

Il est clair qu'en pratique, pour autant que l'épaisseur de copeau ne soit pas très grande (ce qui est généralement le cas en sciage de bois durs), la conjugaison

d'une réduction de vitesse et du stellite se traduirait par une amélioration égale au produit des deux coefficients.

Partant d'un outil non stellite travaillant à 2.500 m/min, celui qui pratiquerait le stellite et réduirait la vitesse à 500 m/min obtiendrait ainsi, quant à la longueur ou à la surface sciée, un coefficient d'amélioration égal à quarante.