

"Influence de l'essence, de l'humidité du bois,  
de l'épaisseur des copeaux et de la vitesse de  
coupe sur les conditions d'usure des dents de scies".

*(Holzcentralblatt September 1966)*

par André CHARDIN

CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL  
NOGENT-SUR-MARNE

CENTRE TECHNIQUE DU BOIS  
PARIS.

822.8 : 822

La généralisation de l'emploi en scierie de moyens modernes de manutention conduit les scieurs à attacher de plus en plus d'attention aux performances de leurs scies et en particulier à la tenue de coupe des lames. Tous les scieurs savent à quel point l'arrêt trop fréquent et irrégulier d'une seule scie peut perturber le fonctionnement d'un ensemble bien organisé, si bien que le jour où l'évolution de leur production les conduit à entreprendre le débit d'essences nouvelles plus abrasives que les anciennes, ils s'enquièrent des moyens qui permettraient de réduire au minimum l'usure de leurs lames.

Pour essayer de définir ces moyens, le Laboratoire d'Usinage du Centre Technique Forestier Tropical de Nogent-sur-Marne s'est spécialisé depuis huit ans dans l'étude de l'usure des dents de scies. Les milliers de documents qui ont été établis par ce laboratoire permettent de répondre avec une assez bonne précision aux problèmes que pose le sciage de telle ou telle essence particulière, mais ils sont bien déconcertants pour celui qui veut essayer d'en faire dès maintenant la synthèse tant est complexe ce domaine malheureusement encore trop peu exploré.

Complexité ne veut cependant pas dire incohérence et si la diversité des mécanismes d'usure est très frappante, la régularité et la reproductibilité de ces mécanismes ne le sont pas moins, c'est pourquoi nous allons essayer de dégager un certain nombre de tendances concernant l'influence de quelques uns des facteurs de coupe.

CR (13-C)(15)(18)

2/

Décrivons d'abord très sommairement le mode de réalisation de nos essais.

### Méthode d'étude de l'usure des dents de scies

Le sciage est effectué à l'aide d'une scie circulaire portant une dent amovible presque toujours unique. Le mode de travail de la dent est aussi voisin que possible de celui d'une dent de scie à ruban, c'est-à-dire que la trajectoire de la dent est très sensiblement perpendiculaire aux fibres du bois. La vitesse de coupe peut varier dans une plage très étendue (4 à 80m/sec.) et il en est de même de l'épaisseur des copeaux et de la plupart des autres facteurs.

Les dents sont affûtées avec une très grande précision, de sorte que la qualité d'affûtage est très peu variable d'un essai à l'autre.

L'usure est appréciée par plusieurs méthodes différentes qui se contrôlent réciproquement et par quelques observations visuelles de caractère plutôt qualitatif.

Nous ne pouvons que dire un mot très bref de ces méthodes que nous passons en revue sensiblement dans l'ordre de leur introduction systématique :

- a) A l'aide d'une pyramide de diamant nous marquons quelques repères - réduits à quatre dans les essais actuels - sur la face de dépouille de la dent. A l'aide d'un appareil spécialement conçu pour permettre une mesure à la fois précise et rapide, nous déterminons la distance entre ces repères et l'arête. Nous alternons ensuite coupe et mesures, ce qui nous permet d'obtenir un diagramme établissant une relation entre la quantité de bois coupé et le "recul" de l'arête.
- b) L'information donnée par cette première méthode, bien que très utile, est beaucoup trop sommaire pour pouvoir rendre compte du mécanisme d'usure; nous utilisons donc une deuxième méthode plus complète qui consiste à déterminer le profil de la dent. La méthode du profil optique du Professeur Schmaltz ne nous ayant pas donné, à notre grand regret, une précision suffisante, nous réalisons à l'aide d'une résine époxy blanche (Araldite M) cuite à basse température, un moulage de la dent de haute précision. La section de ce moulage, après enrobage par une résine noire, nous permet d'obtenir un profil que l'on peut utilement examiner au grossissement 500. La reproduction des profils successifs sur un même document donne une vue très saisissante de l'évolution de l'usure.

- c) Des photographies à grossissement moyen (50 x) des faces de la dent avant et après la coupe permettent de compléter les informations obtenues par les méthodes précédentes.
- d) L'effort moyen imposé à la dent est mesuré au début de l'essai, puis à intervalles réguliers à l'aide d'une machine très simple : la lame de scie portant la dent est solidaire du rotor d'un moteur électrique dont le stator, monté sur roulements à billes très sensibles, est relié à un dynamomètre enregistreur. La plus grande partie du couple moteur est compensée par un poids, si bien que le dynamomètre n'enregistre pas le couple total mais seulement une faible partie de celui-ci. La sensibilité de la mesure est ainsi plus élevée que celle que donne un couplemètre usuel.
- e) On procède en outre à un certain nombre d'observations, en particulier : évolution des conditions d'évacuation des copeaux à l'aide d'un stroboscope électronique, évolution de la qualité de la surface sciée par simple examen visuel, conditions d'échauffement des dents par examen des changements de coloration de la surface de l'outil. Des travaux sont en cours pour remplacer par des mesures chiffrées ou par des documents photographiques ces examens qui sont pour le moment purement qualitatifs.

A ce jour, 2600 essais d'usure de dents de scies ont été réalisés suivant la méthode que nous venons de résumer. Voyons ce qu'il est possible de dégager de ces observations en ce qui concerne quatre facteurs de la coupe, généralement considérés comme particulièrement importants.

### Influence de l'essence

Pour répondre à la demande des Gouvernements de plusieurs pays tropicaux, nous avons dû développer beaucoup l'étude des différentes essences. Nous avons exécuté des essais sur plus de 600 arbres appartenant à plus de 300 espèces botaniques différentes.

Le choix de l'ensemble des essais à réaliser sur chaque arbre résulte de la comparaison entre la quantité de bois disponible et le volume nécessaire pour la réalisation de chaque type d'essai, c'est pourquoi toute étude commence par l'exécution d'un essai dit "standard" destiné à donner une idée de l'abrasivité de l'arbre.

Il est tentant d'utiliser les résultats de ces essais pour classer les différentes essences sur une échelle générale d'abrasivité. Malheureusement, de même qu'il n'est pas possible de trouver une échelle de dureté qui soit pleinement satisfaisante pour la comparaison de tous les corps solides, il est bien difficile de choisir une échelle d'abrasivité valable pour tous les bois. Le choix d'une échelle comporte inévitablement, au moins pour le moment, une part d'arbitraire.

Si l'on retient comme critère la masse de métal perdue par la dent par mètre de copeaux enlevés et par millimètre de largeur d'arête, nos essais montrent qu'en coupe de bois sec cette quantité varie de  $2,3 \times 10^{-10}$  à  $2,9 \times 10^{-5}$  gr; c'est-à-dire que le rapport entre l'usure provoquée par le plus abrasif des 600 arbres essayés et celle provoquée par le moins abrasif serait supérieur à 120.000.

En bois frais, ou tout au moins très humide, nous ne disposons pas de résultats d'essais pour 600 arbres mais pour 250 seulement, et nous manquons d'informations sur les cas d'abrasivité extrêmement élevée. Il semble cependant que l'on puisse prévoir que le rapport entre la plus forte et la plus faible abrasivité des bois frais ne dépasserait pas 10.000.

Ces chiffres n'ont qu'une valeur relative, mais ils donnent une idée de l'importance du risque que comporte l'installation d'une scierie dont l'approvisionnement doit être en grande partie assuré par des essences nouvelles si l'on ne dispose pas d'un minimum d'informations sur l'abrasivité de ces essences.

Nous avons cité ces quelques chiffres parce qu'ils montrent l'importance des problèmes d'usure, mais il est bien évident que c'est plus la diminution de capacité de coupe de la dent que la quantité de métal perdu qui importe. Les modifications de la forme de la dent au cours du travail sont donc les éléments les plus importants à considérer. Ces modifications prennent des allures très variées en fonction des essences et nous ne pouvons entrer dans le détail de leur description; rappelons seulement que l'usure la plus à craindre est celle qui affecte la face de dépouille. Cette forme d'usure est très courante dans la coupe des bois très abrasifs, mais elle est surtout marquée pour les bois tendres très riches en silice. La forme d'usure la plus catastrophique est celle qui provoque un retournement de l'arête vers l'attaque. Ce cas est heureusement très rare, on le rencontre en particulier dans la coupe de bois très durs, fraîchement abattus.

### Influence de l'épaisseur des copeaux

Il y a intérêt à choisir pour l'essai "standard" dont nous avons parlé plus haut, des conditions de coupe telles que cet essai puisse être effectué rapidement et au prix d'une faible consommation de bois, c'est pourquoi lors de cet essai standard la dent coupe des copeaux très minces -0,15 mm d'épaisseur- comme le font les scieurs, malheureusement trop nombreux, qui disposent de rubans trop petits et trop peu puissants. Dès que les résultats de cet essai standard sont connus, on procède généralement à un essai de coupe de copeaux plus épais -0,5 mm-; nous disposons donc d'un très grand nombre de documents permettant de mettre en évidence l'influence de cette variation d'épaisseur des copeaux sur l'usure des dents.

La première constatation, a priori un peu étonnante, qui résulte de l'observation de ces documents, c'est qu'à longueur de copeaux égale l'usure n'est en général pas sensiblement plus forte dans le cas de coupe de copeaux épais, elle est même souvent d'importance égale ou même plus faible. On comprend que dans ces conditions, si l'on établit la comparaison non plus à longueur de copeaux égale mais à surface sciée égale, l'usure est pratiquement toujours plus faible pour les copeaux forts. Les exceptions à cette règle représentent à peine 1% des cas, ce qui permet de dire que ce fait est le plus sûr de tous ceux que les essais systématiques d'usure ont permis de mettre en évidence.

A cette constatation d'ordre quantitatif, il convient d'en ajouter une autre d'ordre qualitatif : les dents enlevant des copeaux épais s'usent en général mieux que les dents enlevant des copeaux minces. Disons pour exprimer ce fait en termes plus précis que l'usure affecte davantage la face d'attaque et moins la face de dépouille, si bien qu'à quantité égale de métal perdu la dent conserve davantage la forme d'un outil de coupe. Cet avantage est en général plus marqué dans la coupe des bois très humides que dans la coupe des bois secs.

On voit que les conclusions pratiques que l'on peut tirer de ces constatations en ce qui concerne le choix d'une politique de sciage, sont en parfaite concordance avec celles qui résultent de considérations d'ordre purement mécanique (1). On doit même s'attendre à ce que des études plus poussées permettent de donner à cette concordance une valeur d'explication.

(1) Cf. Peut-on scier tous les bois avec la même denture?  
"Bois et Forêts des Tropiques" n° 33 Janvier/Février 1954.

Influence du taux d'humidité du bois

Nous terminons actuellement la préparation du premier volume d'une publication sur l'usure des dents de scies. Nous avons retenu pour ce volume, sans faire intervenir aucun autre élément de sélection, tous les arbres pour lesquels avait été effectué un ensemble d'essais représentant la combinaison des facteurs humidité et épaisseur des copeaux. En vue de cette publication, tous les documents ont été examinés avec soin afin d'éliminer toute erreur matérielle de transcription ou autre qui aurait pu s'y glisser, c'est pourquoi nous préférons pour établir une statistique relative à l'influence de l'humidité du bois sur les conditions d'usure des dents de scies nous limiter à ces documents, bien que nous disposions par ailleurs d'un très grand nombre d'essais.

En coupe de copeaux minces, 84 arbres permettent une comparaison valable entre bois frais et bois secs. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

Usure beaucoup plus faible en bois frais (4 à 10 fois - moyenne 8 fois plus faible)	15 arbres
Usure un peu plus faible en bois frais (1,5 à 3 fois - moyenne 2,5 fois)	33 arbres
Usure à peu près identique en bois frais et en bois sec	13 arbres
Usure un peu plus forte en bois frais (1,5 à 3,5 fois - moyenne 2,5 fois)	15 arbres
Usure beaucoup plus forte en bois frais (5 à 10 fois - moyenne 6 à 7 fois)	8 arbres
Total	84 arbres

En copeaux plus épais - 0,5 mm - la répartition des gains ou des pertes obtenus par sciage de bois frais est un peu différente; elle s'établit de la façon suivante :

! Usure beaucoup plus faible en bois frais ! (4 et 7 fois plus faible)	! 2 arbres !
! Usure un peu plus faible en bois frais ! (1,5 à 3 fois - moyenne 2 fois)	! 34 arbres !
! Usure à peu près identique en bois frais ! et en bois sec	! 30 arbres !
! Usure un peu plus forte en bois frais ! (1,5 à 3 fois - moyenne 2 fois)	! 7 arbres !
! Usure beaucoup plus forte en bois frais ! (4 à 5 fois)	! 4 arbres !
Total	! 77 arbres !

Ces résultats montrent que si, conformément à l'opinion commune, il y a en moyenne avantage à scier le bois à l'état frais, cet avantage, en ce qui concerne le strict point de vue de l'usure, n'est pas du tout obtenu automatiquement. La règle suivant laquelle il convient de scier les grumes à l'état aussi humide que possible n'en reste pas moins valable :

1°- parce que presque tous les cas où l'usure est plus forte en bois frais correspondent à des bois relativement peu abrasifs pour lesquels un certain gain de résistance à l'usure n'est pas essentiel,

2°- parce qu'il ne faut pas tenir compte seulement du facteur usure, mais aussi de l'effort imposé aux dents. On sait que cet effort est toujours plus faible pour le bois humide. Disons tout au moins que nous n'avons jamais rencontré de cas contraire.

De toutes façons, pour des raisons technologiques on pourrait difficilement envisager de faire sécher les grumes avant de les scier. La seule question pratique qui se pose

est donc la suivante : peut-on débiter les bois en pièces d'épaisseurs assez fortes qui seront dédoublées au moment de la livraison, ou doit-on les scier en frais à la cote définitive? Pour répondre à cette question il vaut mieux considérer chaque essence individuellement; cependant, il faut noter que les espèces pour lesquelles il y a un très grand avantage à scier à l'état humide sont presque toutes très siliceuses, on peut donc dire que dans le cas d'essences très abrasives le sciage en frais s'impose presque toujours.

L'examen des tableaux montre également que les différences d'usure sont moins marquées en coupe de copeaux épais qu'en coupe de copeaux minces. Les essais en copeaux épais ayant été exécutés après les autres, on pourrait craindre qu'une légère diminution de l'humidité soit responsable de cette différence. Ce facteur a pu jouer effectivement dans quelques cas isolés, c'est ce qui explique que 77 arbres seulement aient été retenus dans le deuxième tableau, mais il ne peut pas être retenu pour l'ensemble des cas.

#### Influence de la vitesse de coupe

Nous avons réalisé pour quelques essences très abrasives des essais à des vitesses très nombreuses comprises entre 4m/sec et 72m/sec, mais nous pensons qu'il convient de se méfier de résultats qui n'ont pas été établis sur un nombre d'espèces suffisamment élevé, c'est pourquoi nous préférons établir une statistique à partir d'essais qui ont été réalisés pour deux ou trois vitesses seulement (22 et 45 m/sec et occasionnellement 11 m/sec) mais pour 121 arbres différents.

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

Usure catastrophique à 45 m/sec (retournement de l'arête vers la face d'attaque)	4 arbres
Usure nettement plus forte à 45 m/sec (3,5 à 6 fois plus forte)	7 arbres
Usure un peu plus forte à 45 m/sec (1,5 à 3 fois)	24 arbres
Usure à peu près identique à 22 et 45 m/sec (éventuellement également à 11 m/sec)	58 arbres
Usure un peu plus faible à 45 m/sec (1,5 à 3 fois)	23 arbres
Usure nettement plus faible à 45 m/sec (3,5 à 6 fois)	5 arbres
Total	121 arbres

Cette statistique montre que pour des variations de vitesse très importantes, puisque les vitesses retenues sont dans le rapport de 1 à 2 et quelquefois de 1 à 4, les différences d'usure ne sont pas nécessairement dans le sens qui correspond à l'opinion commune. Un gain important peut quelquefois être obtenu par sciage à grande vitesse, même pour la coupe de bois siliceux.

Dans le cas de sciage de bois qui sont à la fois très denses, très siliceux et secs, on peut obtenir un gain appréciable en sciant à vitesse réduite, mais rien ne permet pour le moment d'étendre cette règle à d'autres cas; il semble, en particulier, que l'influence du facteur vitesse soit beaucoup moins marquée dans le sciage des bois très gorgés d'eau que dans le sciage des bois secs.

Ceci ne veut pas dire qu'il n'est pas possible d'obtenir, dans certains cas particuliers, un gain substantiel de temps de sciage d'une lame par réduction de sa vitesse. Si la puissance du moteur et la vitesse d'amenage restent inchangées en divisant la vitesse de coupe par deux, on double l'effort transmis à chaque dent, on double l'épaisseur des copeaux et on diminue de moitié la longueur des copeaux coupés à l'heure. La combinaison des bénéfices réalisés par ces trois changements peut, même si l'usure est plus forte à vitesse réduite, procurer un avantage important. Il ne faut cependant pas perdre de vue le fait qu'en augmentant la puissance du moteur et en doublant la vitesse d'amenage, on obtiendrait dans bien des cas un avantage plus important encore.

Beaucoup de travaux restent à faire pour mettre en évidence le mécanisme très complexe de variation de l'usure en fonction de la vitesse et, bien entendu, de bien d'autres facteurs que nous n'avons pas pu évoquer dans le cadre de ce court exposé.

