

CHOIX D'UN TYPE DE SCIERIE POUR L'ÉQUIPEMENT D'UNE RÉGION FORESTIÈRE TROPICALE*

par André CHARDIN,
Ingénieur de Recherches
au Centre Technique Forestier Tropical.

SUMMARY

SELECTION OF A SAW-MILL TYPE FOR EQUIPMENT OF A TROPICAL FOREST AREA

The characteristics of the head saw, in a saw-mill, are conditioned by the size and resistance of the species to be cut. When the normal minimum production of the saw thus determined is less than, or at most equal to the rate of supply, the design of a saw-mill is usually easy. In the opposite case the design is all the more difficult as the rate of supply deviates more from the normal minimum. Where the deviation is large, it is usually preferable to give up the band-saw rather than use excessively small bands. One is then led to use circular saw or gang saw, as the case may be.

RESUMEN

DETERMINACIÓN DE UN TIPO DE SERRERÍA PARA EL EQUIPO DE UNA REGIÓN FORESTAL TROPICAL

Las características de la sierra que encabeza las operaciones de serrado en una serrería, son impuestas por la dimensión y la resistencia al corte de las especies que se trata de cortar. Si la producción mínima normal de la sierra así determinada es inferior o equivalente a las posibilidades de aprovisionamiento, el estudio de una serrería es cosa fácil, en general. En el caso contrario, las dificultades serán tanto mayores cuanto mayor sea la diferencia del aprovisionamiento en relación con el mínimo normal. Si la diferencia es muy importante, es preferible, en general, abandonar el empleo de la sierra de cinta mejor aún que emplear sierras de cinta demasiado pequeñas. Según los casos, puede resultar preferible emplear la sierra circular o la sierra alternativa de hojas de sierra múltiples.

On trouve dans les différentes régions non tropicales qui sont traditionnellement très grosses productrices de bois sciés une telle variété de types de scieries, depuis celles qui débitent en Scandinavie des résineux de très faible diamètre jusqu'à celles qui ont à traiter les séquoias géants de l'Ouest Américain, qu'on peut être amené à penser qu'il

n'existe pratiquement pas de formule d'organisation de scierie dont on ne puisse trouver quelques exemples de réalisation dans ces pays tempérés.

Dans ces conditions, les sociétés qui ont une grande expérience d'installation de scieries peuvent estimer qu'elles disposent de toute une gamme de solutions pour résoudre les différents problèmes de sciage qui peuvent se poser dans les pays tropicaux. De là à considérer comme insignifiantes les difficultés qui peuvent se présenter il n'y a pas loin et on en vient facilement à installer dans les pays tropicaux des scieries classiques qui, pour s'être montrées très efficaces dans d'autres pays, n'en donnent pas moins lieu à de graves mécomptes.

* Nous reproduisons ici la Communication présentée par André Chardin, au 5^e Congrès Forestier Mondial. Le texte comporte, cependant quelques paragraphes additionnels qui n'avaient pas pu trouver place dans le 1^{er} rapport en raison des limites de longueur très strictes imposées par le règlement du Congrès.

N. D. L. R.

Les échecs sont souvent bien plus mis en vedette que les succès et on conclut un peu trop rapidement à l'inopportunité de l'installation de scieries, et particulièrement de scieries puissantes, dans les pays tropicaux.

Une telle position nuit évidemment au développement économique de ces pays, c'est pourquoi plutôt que d'examiner les cas, malheureusement trop peu nombreux, où ceux qui nient l'existence d'un problème peuvent effectivement avoir raison, nous préférons nous attacher exclusivement ici aux cas, de loin les plus fréquents, où des difficultés se présentent.

Nous montrerons donc d'abord comment en procédant à l'examen des principales caractéristiques de la matière à traiter d'une part et des réactions particulières des différentes machines à scier vis-à-vis de cette matière d'autre part, il est possible de

mettre en évidence un certain nombre de difficultés naturelles.

Il peut se présenter également des difficultés artificielles en raison de certains préjugés entretenus par des habitudes locales dont le bien-fondé n'est pas évident. Les différences qu'on peut constater entre pays voisins sont à cet égard très significatives : l'emploi d'une machine qui en deçà d'une frontière est admis par tous devient au delà anti-économique ou même déshonorant.

En proposant pour le choix d'un type de scierie une méthode applicable à un certain nombre de cas courants, nous nous attacherons donc à montrer que s'il est souhaitable d'établir une certaine hiérarchie entre les différentes formules possibles on ne saurait trop se garder d'écarter a priori certaines solutions.

LES CARACTÉRISTIQUES DE LA MATIÈRE PREMIÈRE

Si on considère dans leur ensemble les conditions forestières tropicales, on peut dire qu'elles sont caractérisées par une grande diversité des essences et par une relative pauvreté des peuplements.

Localement la situation est quelquefois différente : dans certaines régions il existe des peuplements très riches en une même essence, il arrive aussi que la faible densité des peuplements soit compensée par des facilités particulières de transport à grande distance ou que la proximité d'un port important permette l'achat d'un grand nombre de grumes parmi celles qui sont refusées par les exportateurs ; mais, en dehors de ces cas et de quelques autres semblables, l'approvisionnement d'une scierie pose presque toujours un problème. On peut même dire que l'élément le plus délicat du choix d'une scierie tropicale est la détermination de son niveau de production par la comparaison des diverses solutions que l'on peut donner respectivement aux problèmes d'exploitation et aux problèmes de sciage.

La Prospection

La tâche est d'autant plus malaisée que l'imprécision des données est ici beaucoup plus grande que dans les régions tempérées. On ne saurait donc trop insister sur l'importance d'une prospection très poussée. Celle-ci est en général confiée au service d'exploitation. Les préoccupations des exploitants étant différentes de celles des scieurs, ceux-ci ont intérêt à faire connaître bien nettement dès le début ce qu'ils attendent de cette prospection de façon à pouvoir en tirer ensuite le parti maximum. En plus des renseignements indispensables sur le volume total, la durée d'exploitation et le prix de revient des grumes à prévoir pour chacune des solutions apportées aux problèmes d'exploitation, il est

nécessaire que le scieur connaisse, pour chaque essence, la répartition statistique des produits par catégories de diamètre (1). Cet élément est indispensable, l'expérience montre en effet, qu'il est très difficile de se faire une idée exacte de cette répartition sans procéder à des calculs précis. Dans le cas où la société ne doit pas assurer elle-même l'exploitation mais compte acheter les grumes à l'extérieur, il est souvent facile d'établir ce relevé statistique à partir des carnets de chantier du fournisseur ou d'autres documents semblables. On devra tenir compte cependant du risque d'apparition de différences artificielles entre la répartition des produits sortis de la forêt et la répartition des produits qui seront fournis à la scierie. Il est inutile d'insister longuement sur l'importance des documents ainsi établis, la connaissance du diamètre effectif des grumes conditionne non seulement le choix de la dimension des scies, mais même quelquefois le choix du type de scie : il est aussi fâcheux d'abandonner une forte proportion des grumes, ou de les traiter dans des conditions difficiles, parce qu'on a visé trop bas que de renoncer à l'emploi d'un matériel très économique parce qu'on croit les billes plus fortes qu'elles ne le sont.

On pourrait tirer des conclusions très semblables en ce qui concerne la répartition statistique des grumes par essences. Il est impossible (2) de traiter économiquement dans une même scierie des grumes

(1) Cf. : Dimensions des grumes et choix d'un équipement (*Bois et Forêts des Tropiques* n° 65, 1959).

(2) Nous évoquons ici une impossibilité pratique et non une impossibilité absolue. Si on disposait à tous les échelons d'un personnel d'une qualité exceptionnelle, on pourrait envisager de trier les grumes en 2, 3 ou 4 catégories qui seraient traitées séparément à des périodes différentes, les réglages des différentes machines et éventuellement les caractéristiques des lames de scies étant modifiés à chaque changement de catégorie. Il faudrait bien entendu que la scierie ait été spécialement étudiée dans cette perspective.

Répartition statistique de 7.889 billes d'Okoumé par catégories de diamètre. Pour un diamètre donné de 1 m 20 par exemple, on lit sur une verticale PQRS : En PQ le volume total des billes de diamètre inférieur à 1 m 20 (73 %), En QS le volume total des billes de diamètre supérieur à 1 m 20 (27 %), en PR le nombre total de billes d'un diamètre inférieur à 1 m 20 (87 %) et en RS le nombre total de billes d'un diamètre supérieur à 1 m 20 (13 %).

qui imposent des conditions de sciage trop différentes. Il faut donc choisir à l'avance les essences qui seront admises et celles qui seront refusées. Un examen minutieux des résultats de la prospection s'impose : il est aussi anormal de prévoir un approvisionnement trop faible parce qu'on a choisi un trop petit nombre d'essences que de supporter un prix de sciage trop élevé parce qu'on en a inutilement admis un trop grand nombre.

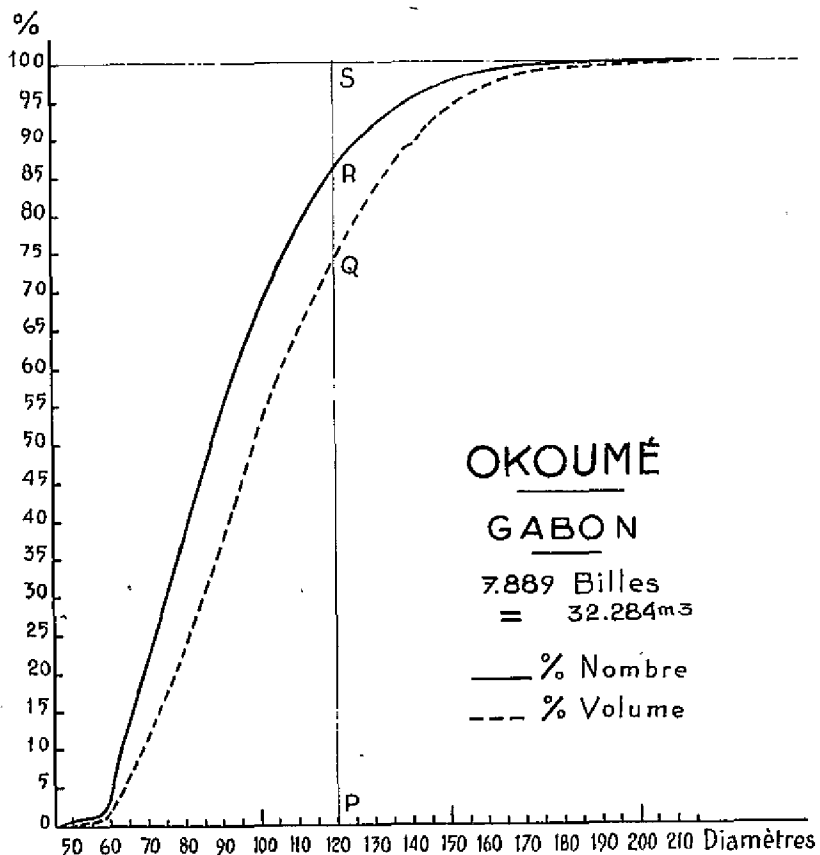
Connaissance des essences

On dispose généralement pour toutes les essences tropicales abondantes de données précises sur leur structure, leur variabilité, leurs caractéristiques physiques et mécaniques et leur composition chimique.

Ces éléments sont utiles pour un examen préliminaire de la situation, une densité moyenne ou faible liée à une absence totale de silice étant de bon augure, la présence de plus de 0,1 % de silice en bois mi-dur ou dur laissant prévoir de grosses difficultés, mais il serait dangereux de s'en tenir à des éléments aussi imprécis sauf dans le cas où l'expérience d'autres scieurs ne laisse aucun doute sur le fait que l'essence est facile à scier. Encore faut-il alors s'assurer que les conditions particulières de travail dans l'entreprise à créer ne modifieront pas profondément les choses. A titre d'exemple, des bois stockés longtemps sur parc, en raison du caractère saisonnier de l'exploitation, pourront provoquer une usure des dents de scie cinq fois plus rapide que des bois de fraîche coupe ou des bois stockés en bassin.

Renseignements fournis par les laboratoires de recherches sur le sciage

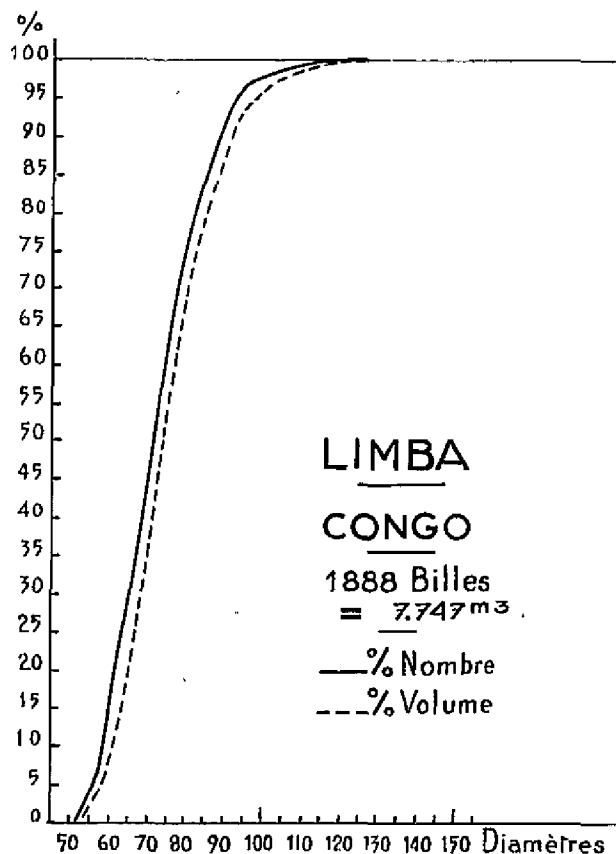
Dans tous les cas où la facilité de sciage n'est pas évidente on a intérêt à demander des informations précises aux laboratoires spécialisés. Ceux-ci n'ont en général exécuté des essais que sur un nombre limité d'essences tropicales très abondantes ou pré-



sentant un intérêt spécial, pour les autres ils peuvent en général facilement exécuter des travaux sur demande.

Les conditions d'essai varient d'un laboratoire à l'autre et il est bon d'en tenir compte dans l'utilisation des résultats. On peut distinguer deux types de méthodes.

Au premier se rattachent tous les cas où l'on pratique ce qu'on pourrait appeler le sciage industriel contrôlé, c'est-à-dire où l'on soumet le bois à un certain nombre d'essais pratiques de sciage — conformément à un protocole qui est en partie dicté par les habitudes industrielles du pays — au cours desquels on contrôle : l'énergie dépensée, la qualité du sciage, la tenue de coupe de la lame, etc... L'intérêt de ces essais réside, en particulier, dans le fait qu'ils ont été appliqués à un très grand nombre d'essences qu'ils permettent ainsi de comparer entre elles principalement en ce qui concerne l'énergie dépensée au sciage et en ce qui concerne l'usure des lames. Celui qui envisage de travailler dans des conditions assez voisines de celles des essais trouve là des résultats directement applicables ; ceux qui ont à travailler dans des conditions nettement différentes doivent, au contraire, être d'autant plus prudents dans l'interprétation de la comparaison entre essences qu'ils s'écartent plus radicalement de ces conditions.



Répartition statistique du Limba par catégories de diamètre.

Au deuxième type se rattachent ce qu'on pourrait appeler les méthodes analytiques. Elles consistent à étudier avec précision, au laboratoire, le comportement d'une dent de scie isolée (3) en examinant, par exemple, les variations de l'effort imposé à la dent en fonction des conditions de coupe (4) ou les variations du processus d'usure de la dent en fonction de la nature du matériau qui la constitue, de ses caractéristiques géométriques ou de la nature du travail qui lui est imposé. L'avantage de ces méthodes réside dans la possibilité, d'une part, d'essayer toutes les essences dans des conditions rigoureusement identiques, et, d'autre part, d'examiner rapidement un très grand nombre de combinaisons de facteurs. On peut ainsi explorer un champ très vaste, ce qui est particulièrement important dans la recherche de la meilleure politique à suivre pour réduire l'usure des outils.

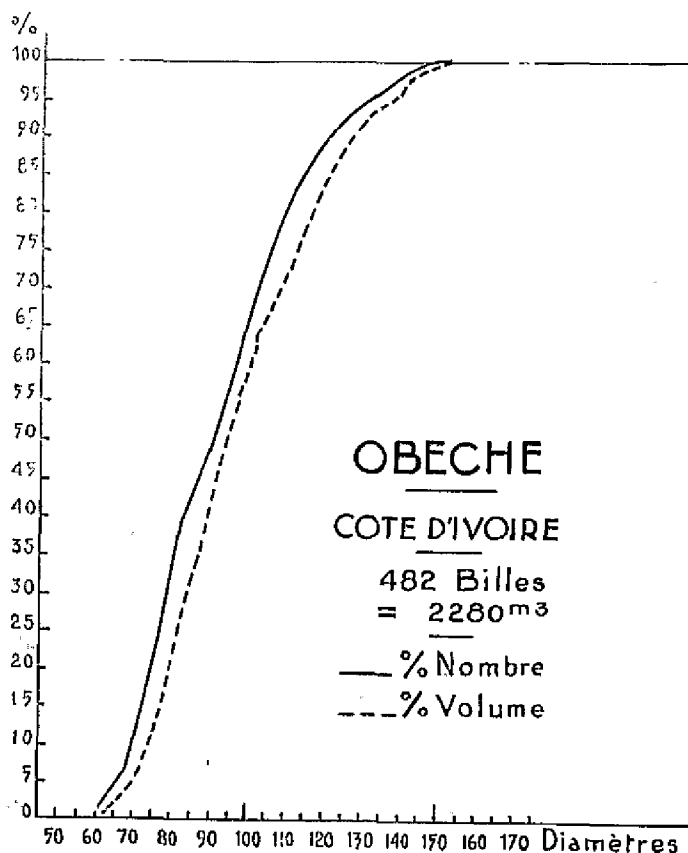
Bien qu'elles retiennent de plus en plus l'attention des chercheurs, ces méthodes sont encore relativement peu employées. Elles ont l'inconvénient d'être limitées jusqu'à présent à l'étude de la coupe, c'est-à-dire que, d'une part, elles ne permettent pas de prévoir en toute sécurité la réaction d'une lame complète et que, d'autre part, l'étude du comportement des dents qui travaillent sans couper n'a pas encore été entreprise.

A condition de les interpréter comme il convient, on peut utiliser les renseignements fournis par les laboratoires pour prévoir l'importance de l'effort imposé aux dents de scies et la tenue de coupe des lames.

La connaissance de l'effort, conjuguée avec celle du diamètre des billes, permet de déterminer : d'une part la dimension et, d'autre part la puissance de la scie de tête. La résistance mécanique de la lame devant être à peu près proportionnelle aux efforts imposés aux dents, la combinaison de fortes dimensions et de grande résistance à la coupe, que l'on rencontre fréquemment dans les bois tropicaux, conduit à recommander des scies très fortes, ce qui peut créer des difficultés importantes comme nous le verrons plus loin.

(3) Ou d'un groupe de dents formant un ensemble indivisible.

(4) Cf. : Utilisation du pendule dynamométrique dans les recherches sur le sciage des bois (*Bois et Forêts des Tropiques* n° 58, 1958).



Répartition statistique de l'Obeche par catégories de diamètre.

Répartition statistique du Makoré par catégories de diamètre.

Les indications sur la tenue de coupe des lames permettent de savoir si l'utilisation des aciers courants est acceptable ou non. Dans tous les cas où l'on envisage l'installation d'une scierie très mécanisée, il n'est pas possible de se contenter en cette matière d'indications vagues; des changements de lames prématurés et répétés survenant de façon imprévisible aux différents postes d'une chaîne d'usinage y créent des conditions de travail et de rendement inacceptables. En l'absence de données précises, il convient de faire faire des essais, car la considération du facteur usure peut conduire à modifier radicalement la politique de sciage.

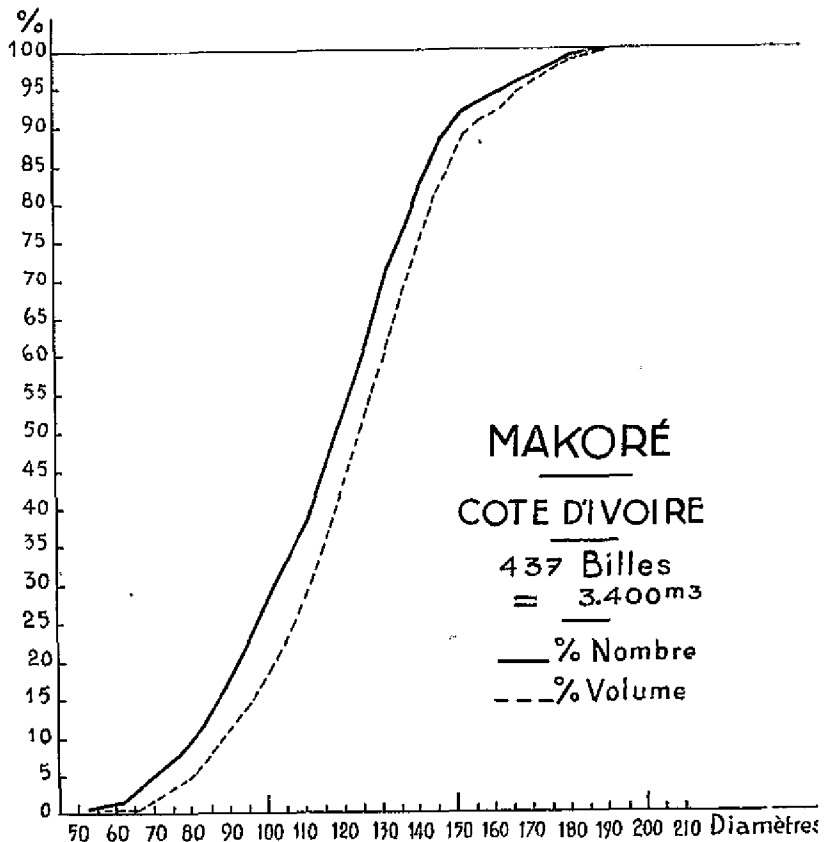
L'usure des dents de scies

En raison de l'importance de ce facteur usure pour les scieries tropicales et de son incidence sur le problème que nous examinons, il est indispensable de dire un mot des méthodes qui sont actuellement utilisées pour augmenter la tenue de coupe des lames. Il ne peut pas être question de faire ici le point des connaissances actuelles dans ce domaine de l'usure dont l'exploration systématique est à peine commencée; nous reviendrons sur ce sujet dans un prochain article. Nous n'examinerons pas non plus certaines méthodes qui ont peut-être beaucoup d'avenir mais qui ne sont pas, en fait, largement utilisées, ou ne le sont que pour des opérations de sciage secondaire (5).

Nous n'examinerons donc que trois méthodes qui sont immédiatement utilisables: la première consiste à réduire l'usure en diminuant la vitesse de coupe, les deux autres à utiliser des dents dont la résistance soit très supérieure à celle du corps de la lame.

On a beaucoup parlé de la première méthode en présentant à son sujet des résultats assez sensationnels qui pourraient conduire à fonder sur elle des espoirs très exagérés. Il est donc nécessaire de fixer les limites de ce procédé, dans la mesure tout au moins où nos moyens actuels d'analyse nous permettent de le faire. Disons d'abord que, même en

(5) On pourrait citer, en particulier, l'emploi des lames de scies circulaires à mise de carbure de tungstène. Bien que disponibles immédiatement, ces lames ne sont que très exceptionnellement utilisées dans les scieries tropicales.



l'absence de tout essai, de simples considérations physiques et une analogie avec les conditions d'usure mises en évidence par TAYLOR et ses successeurs pour la coupe des métaux permettent d'affirmer que la tenue de coupe des dents varie avec la vitesse et qu'au delà d'une certaine vitesse leur détérioration est extrêmement rapide. On peut penser que cette vitesse « critique » (6) varie d'essence à l'autre et pour une même essence dépend de la densité et de l'humidité du bois. Si on part de conditions de travail fixées à priori, par exemple en fonction des habitudes locales, une réduction de vitesse pourra, si toutes les autres conditions de coupe restent inchangées, se traduire par une réduction importante ou par une réduction insignifiante de l'usure suivant qu'on se trouvait au départ au-dessus ou très au-dessous de la vitesse critique. On peut s'attendre à obtenir des résultats très différents suivant les cas. En fait, dans la plupart des exemples qui sont présentés à l'appui de cette méthode on a réduit la vitesse de coupe en laissant constante la vitesse d'avance du bois et la puissance de la scie, si bien qu'on ne peut pas dire quelle part du bénéfice revient à la réduction de vitesse,

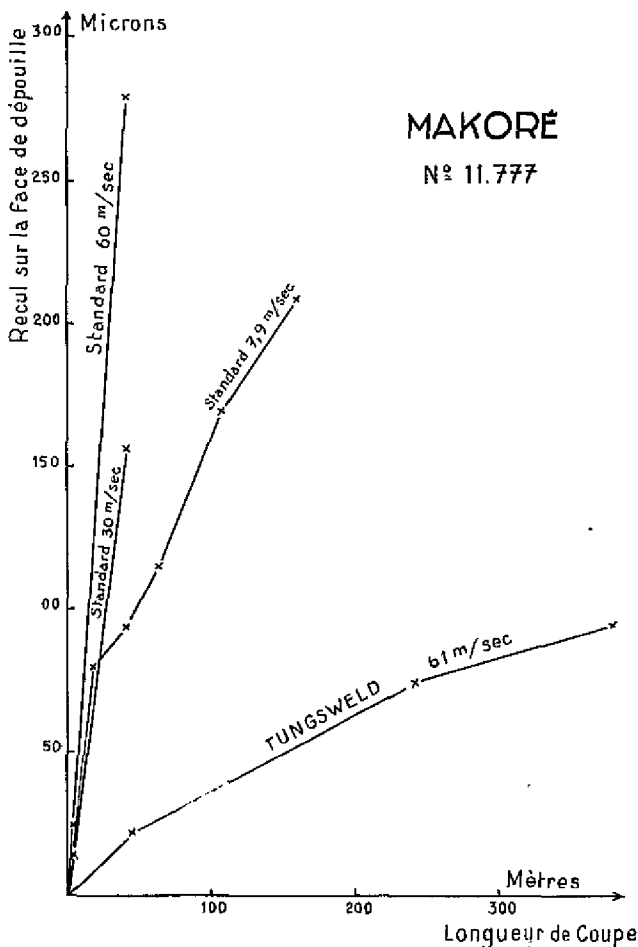
(6) Ce terme est employé ici pour la commodité de l'exposé. Il est probable que le passage de conditions de faible usure à des conditions de très forte usure est souvent assez progressif.

quelle part revient à l'augmentation de l'épaisseur des copeaux et quelle part revient à l'augmentation de l'effort transmis à la lame.

En l'absence actuelle d'un critère permettant de définir les limites d'application de ce procédé, il ne serait pas prudent de faire reposer sur lui la sécurité de fonctionnement d'une scierie, sauf dans le cas où l'on aurait exécuté des essais préalables dans les conditions exactes d'utilisation. Ceci est d'autant plus nécessaire qu'il n'est pas exclu qu'une réduction importante de la vitesse des scies puisse présenter quelquefois des inconvénients. De toutes façons les résultats à attendre de l'utilisation de dents stellitées ou en acier rapide sont tellement supérieurs qu'on ne devrait recourir à la réduction de vitesse que dans les cas où les deux autres méthodes sont absolument inapplicables.

Pour obtenir des arêtes ayant une très bonne tenue de coupe, il ne peut être question de fabriquer des lames avec un matériau très résistant à l'usure (7). Outre que l'opération serait prohibitive, les caractéristiques mécaniques du matériau se-

(7) Sauf peut-être pour de très petites lames de scies circulaires qui ne nous intéressent pas ici.



raient en général incompatibles avec les conditions de service de la lame. Il faut donc que la pointe de la dent et le corps de la lame soient constitués de deux matériaux différents. Ce résultat est obtenu soit en déposant au chalumeau ou en brasant sur la pointe de la dent une matière très résistante, soit en utilisant des dents amovibles. Les deux procédés peuvent bien entendu être employés simultanément.

La deuxième formule a l'avantage de ne nécessiter aucune compétence de la part de l'utilisateur et de permettre, le moment venu, la diffusion rapide de dents plus résistantes que les anciennes si des progrès venaient à être réalisés. C'est donc cette formule qui a le plus d'avenir et les fabricants de lames de scies devraient faire porter leurs efforts sur la recherche de procédés nouveaux pour la production de lames de scies à dents amovibles.

On trouve actuellement des dents en acier rapide et des dents stellitées (8). Ces dents ne sont montées que sur des lames de scies circulaires, ce qui en limite assez étroitement l'emploi.

De toutes les solutions se rattachant à la première formule, c'est actuellement le stellitage qui se révèle comme la plus intéressante pour les scieries. Le dépôt de stellite au chalumeau peut être réalisé sur tous les types de lames si bien que son emploi n'est limité que par la considération des avantages obtenus dans les différents cas. Il doit être pratiqué par un soudeur qualifié. L'opération est d'autant plus difficile à réaliser que la lame est plus mince.

L'avantage que l'on peut tirer de l'emploi de l'acier rapide ou de la stellite varie en

(8) Nous ne savons pas si l'alliage utilisé appelé commercialement « Tungsweld » peut officiellement porter le nom de stellite. De toutes façons il est très riche en cobalt et tungstène.

Usure de dents de scie dans la coupe du Makoré.
Abscisse : Longueur de copeaux enlevés par chaque dent en mètres.
Ordonnée : Recul de l'arête mesuré en microns sur la face de dépouille.

Bois : Makoré N° CTFT 11777.

Taux de silice : 0,506 %.

Humidité : Pour la coupe avec acier standard 22 %.

Pour la coupe avec dents tungsweld 15 %.

Conditions de coupe : Pour toutes les dents :

Attaque $\alpha = 28^\circ$ Bec $\beta = 54^\circ$ Dépouille $\gamma = 8^\circ$.

Épaisseur de copeaux 0,5 mm.

Hauteur de coupe de 160 mm pour les dents en acier standard coupant à 60 et 30 m/sec, de 85 mm pour la dent en acier standard coupant à 7,9 m/sec et de 180 mm pour la dent tungsweld.

Une usure de 200 microns est atteinte pour l'acier standard coupant à :

— 60 m/sec — 30 m de coupe

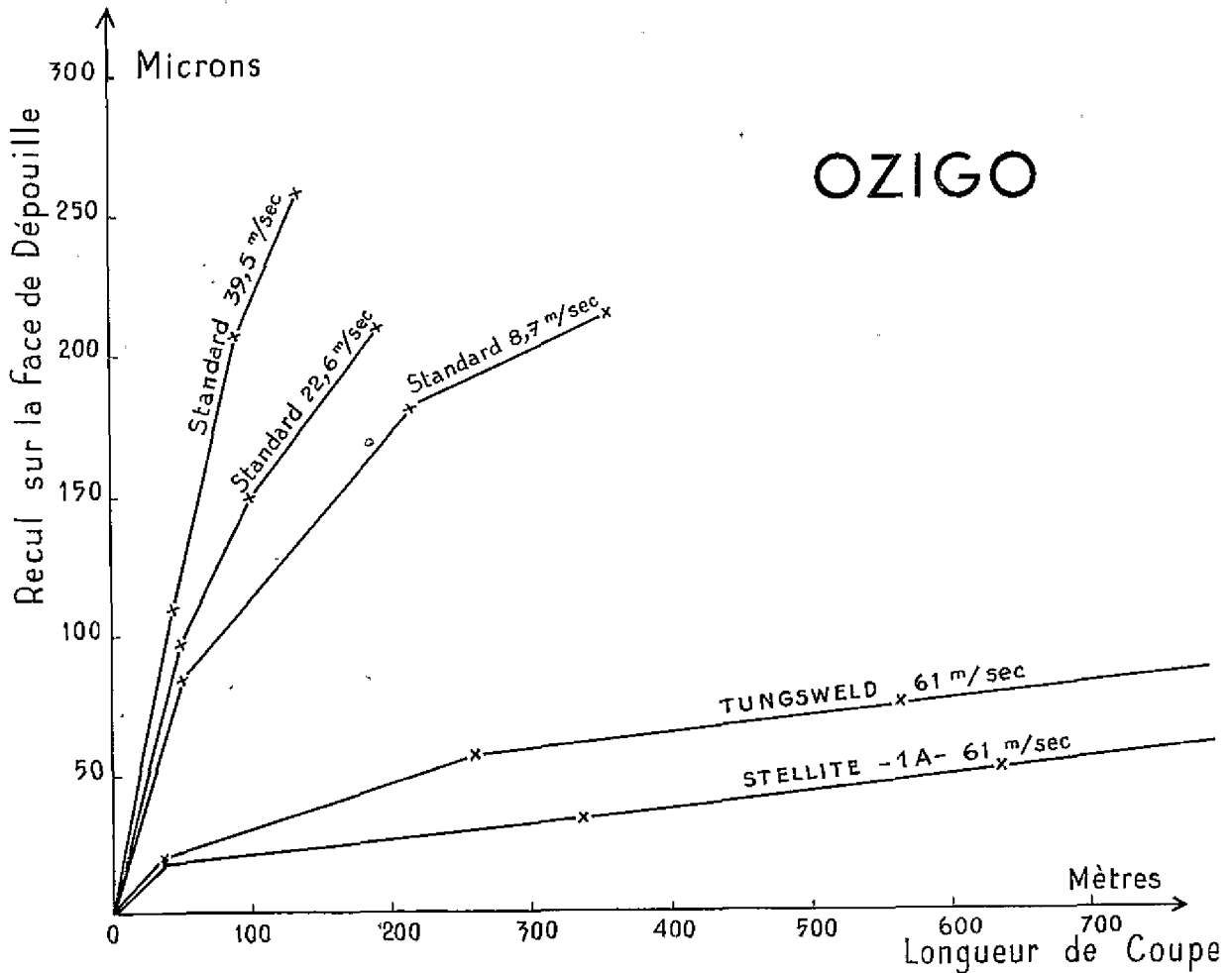
— 30 m/sec — 50 m —

— 7,9 m/sec — 150 m —

La dent tungsweld coupant à

{ 61 m/sec — 1,090 m —

OZIGO



Usure des dents de scie dans la coupe de l'Ozigo.
 Abscisse : Longueur des copeaux enlevés par chaque dent.
 Ordonnée : Recul de l'arête mesuré en microns sur la face de dépouille.
 Bois : Pour stellite et tungsweld Ozigo N° CTFT 6286. Taux de silice 0,16 %. Humidité 15 %.
 Pour acier standard Ozigo N° CTFT 13943 moins abrasif que 6286. Humidité 18 %.
 Conditions de coupe : $\alpha = 34^\circ$ $\beta = 48^\circ$ $\gamma = 8^\circ$.
 Épaisseur copeaux 0,5 mm. Hauteur de coupe 150 mm.
 Vitesse de coupe variable mentionnée sur chaque courbe.

Une usure de 200 microns est atteinte pour l'acier standard coupant à 39,5 m/sec après 90 m de coupe.
 l'acier standard coupant à 22,6 m/sec après 180 m de coupe
 à 8,7 m/sec — 300 m de coupe
 La dent tungsweld coupant à 61 m/sec — 3.000 m de coupe
 La dent garnie de stellite I A coupant à 61 m/sec après 5.000 m de coupe.

fonction des facteurs qui interviennent dans la détérioration de l'outil. Nous en citerons trois qui peuvent, bien entendu, se combiner de multiples façons : l'effort imposé à la dent, l'échauffement de l'arête et la présence de matières abrasives dans le bois.

Certains bois peuvent imposer à la dent un effort relativement limité et contenir très peu de silice tout en provoquant un échauffement très marqué de la pointe des dents. Dans ce cas, l'acier rapide et la stellite se montrent très supérieurs à l'acier ordinaire, le gain étant probablement supérieur à vingt pour les deux matériaux. Dans le cas où l'usure est

imputable à la présence d'une forte quantité de silice dans le bois, l'acier rapide se montre peut-être quelquefois égal à la stellite, mais cette dernière est généralement très nettement supérieure. La stellite serait donc à préférer pour les bois siliceux, sauf dans le cas où ceux-ci sont en même temps très durs. La résistance de la stellite est en général au moins dix fois plus grande que celle de l'acier habituellement utilisé pour la fabrication des lames de scies.

Dans le cas où l'usure est imputable à la dureté du bois, la stellite se révèle trop fragile ; l'acier rapide présente alors un avantage très marqué.

On voit que dans le cas de sciage de bois très difficiles les possibilités offertes par ces techniques peuvent dicter entièrement le choix d'un matériel. En particulier, pour le débit de bois très durs de dimensions modérées, la scie circulaire peut quelquefois être choisie pour cette seule raison (9).

Signalons pour terminer cet examen des caractéristiques de la matière première que la nature du bois peut imposer des débits très particuliers. Certaines essences sont très sujettes à la présence de tensions internes qui provoquent des déformations

parfois considérables des pièces à la tombée de la scie ; on est alors obligé de pratiquer un débit symétrique pour atténuer l'importance de ces déformations. D'autres bois se déforment considérablement au séchage s'ils ne sont pas débités sur plein quartier. Il est évident que des éléments semblables limitent beaucoup la liberté de choix du type de scierie.

Bien entendu des considérations de débouchés offerts pour les différentes classes de produits peuvent avoir une incidence analogue. Il est inutile d'insister sur ce point.

LE COMPORTEMENT DES SCIES

L'étude du comportement des scies classiques, vis-à-vis des bois tropicaux relève d'un traité de sciage des bois tropicaux qui est encore à écrire. Nous nous bornerons donc à un examen très rapide des limites d'emploi des principales machines classiques en ayant avant tout en vue les possibilités d'insertion de chacune d'elles dans un ensemble harmonisé.

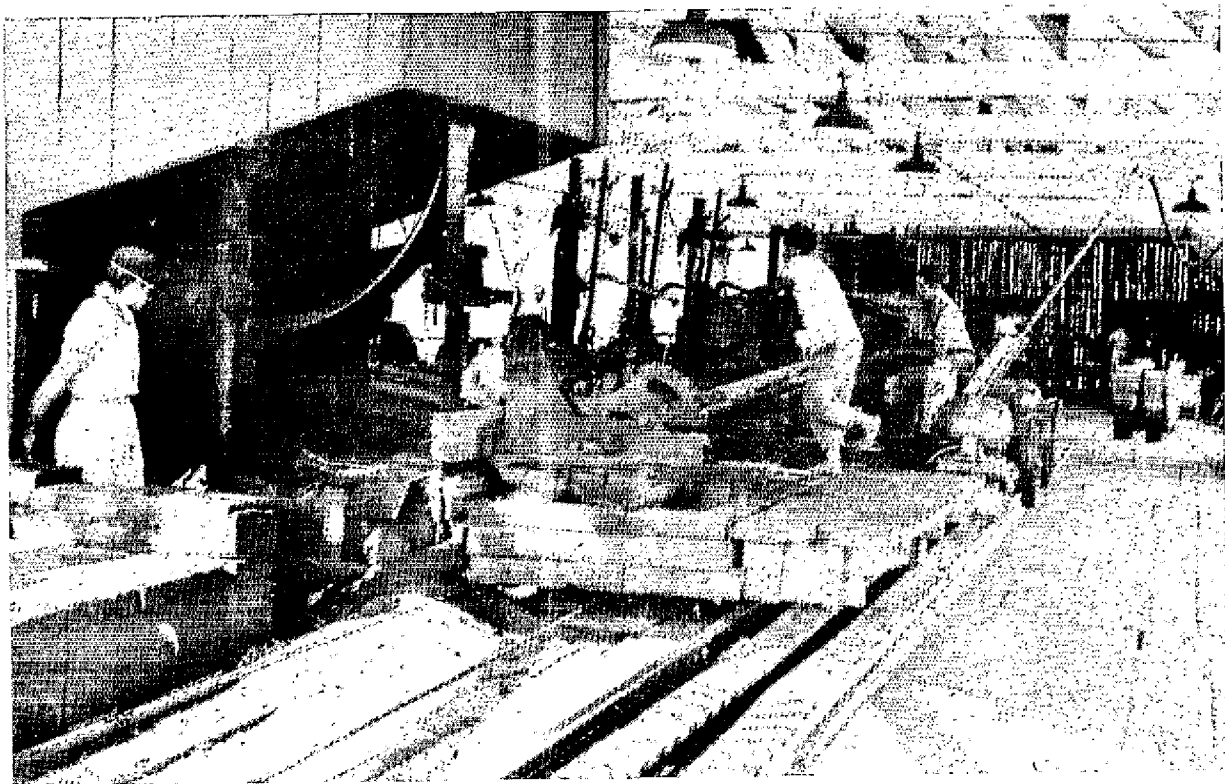
Les scies à ruban

Ce sont les scies les plus universelles, il n'y a pratiquement aucune difficulté de sciage qu'elles ne puissent vaincre. Leur choix pose avant tout un problème de dimension. Nous avons dit que pour toute lame de scie, à sécurité de fonctionnement égale, la résistance mécanique de la lame à la flexion et au flambage devait être proportionnelle à l'effort qui lui est imposé. Pour s'adapter à des conditions tropicales difficiles, on peut donc d'abord réduire l'effort total imposé à la lame en allongeant le pas de denture, mais il n'est pas économique d'aller trop loin dans cette voie, il faut donc surtout augmenter la rigidité de la lame, c'est-à-dire finalement augmenter son épaisseur, sa largeur et sa tension, tout en réduisant sa longueur au minimum. Ceci conduit à employer des scies de grand diamètre à volants très rapprochés. Ces considérations mécaniques permettent de voir dans quelle mesure il faut augmenter la dimension des scies en fonction de l'importance des difficultés à vaincre, elles ne permettent pas de fixer la valeur absolue de ces dimensions ; c'est qu'en effet on dispose d'une certaine latitude de choix. Cette latitude résulte du fait que chaque scieur est conduit, suivant son tempérament et suivant le degré de technicité de son personnel, à choisir un coefficient de sécurité plus ou moins grand.

(9) On peut seulement se demander pourquoi certains utilisateurs de scies circulaires à dents amovibles en régions tropicales emploient encore des dents en acier standard. Il semble que les fabricants n'insistent pas beaucoup sur les avantages offerts par les dents spéciales. Le développement de l'emploi des lames à dents amovibles se trouve de ce fait freiné.

Précisons cependant que la notion de latitude n'est pas la même suivant qu'il s'agit de bois faciles ou de bois difficiles. Dans le cas du sciage de résineux tendres de 50 cm de diamètre, on peut dire que la latitude est absolue, c'est-à-dire qu'il est possible d'utiliser aussi bien des scies de 1,20 m. que des scies de 3 m., des considérations de vitesse de sciage et de sécurité de fonctionnement dictant seules le choix. Dans le cas du sciage d'un Azobé (*Lophira alata* B.) d'un mètre de diamètre, il n'en est plus de même : une lame montée sur une scie de 1,20 m. est incapable de résister à l'effort imposé par la coupe si bien qu'il y a une différence de nature entre le travail effectué par une scie de 1,20 m. et le travail effectué par une scie de 3 m. Dans le premier cas les dents enlèvent une fine poussière comme le fait une bande abrasive dans une ponceuse, alors que dans le second les dents travaillent par enlèvement de copeaux. Ce dernier mode de travail est beaucoup plus avantageux que le premier, les scieurs le savent bien, mais ils désirent, en même temps, réduire le plus possible leurs investissements, c'est pourquoi ils demandent souvent quelle est la dimension de la scie minimum permettant de garantir un « vrai sciage ». Il ne sera probablement jamais possible de répondre d'une façon très précise à cette question, on ne pourra que diminuer le degré d'incertitude qui, il faut bien le reconnaître, est encore trop grand. De grands espoirs sont cependant actuellement permis : le travail d'une scie à ruban est une opération fort complexe qui doit être étudiée sous ses multiples aspects ; au début, les recherches effectuées dans les différents pays semblaient tout à fait indépendantes et difficiles à rapprocher les unes des autres ; maintenant avec le développement des différentes recherches, on voit apparaître une certaine convergence et un espoir de jonction. Les études entreprises depuis quelques années par les Professeurs KUNO et DOI (10) de

(10) Cf. en particulier : Tensionnement des lames de scies à ruban. Rapports 1 à 10 par Rokuo Kuno et Osamu Doi. *Bulletin de la Faculté des Sciences de l'Ingénieur de l'Université d'Hokkaido*, Nos 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20 (mai 1954 à fin 1958).



Forte scie à ruban à grumes dont les dimensions sont bien adaptées au sciage des bois durs tropicaux.

l'Université de Sapporo (Hokkaido) et par leurs collègues japonais sur les aspects purement mécaniques du comportement des lames de scies, faciliteront grandement la réalisation de cette jonction.

Disons, en attendant, pour fixer les idées, qu'**actuellement sous les tropiques, il n'y a pratiquement aucun cas où l'installation d'une scie à grumes de moins de 1,80 m ne soit une grave erreur.** Cette dimension peut être conservée tant que les conditions sont vraiment faciles, mais dès que le diamètre des billes ou leur densité augmente, on doit préférer les scies de 2,10 m. Dans le cas de bois très durs de dimensions moyennes (80 cm) ou de bois durs de fortes dimensions, il est peu probable qu'une scie de moins de 2,40 m permette d'assurer un sciage facile et régulier. Pour le sciage second, il est naturellement possible de choisir des dimensions plus faibles, des scies de 1,50 m et 1,80 m permettent de s'adapter à peu près à tous les cas.

Quand les dimensions des scies à ruban ont été choisies avec une marge de sécurité suffisante, il est possible de faire varier leur vitesse de sciage dans des proportions assez importantes en jouant sur la vitesse linéaire de la lame, l'écartement des dents et l'épaisseur des copeaux ; on dispose donc d'une certaine latitude pour l'harmonisation du rythme de fonctionnement d'un ruban avec les rythmes des autres scies.

Les scies circulaires

Ces scies ne posent pas les mêmes problèmes de dimensionnement que la scie à ruban. Il faut surtout calculer très largement la puissance à leur transmettre. Ici encore il est possible d'obtenir une certaine diminution de puissance en réduisant le nombre de dents, la vitesse de rotation et l'épaisseur des copeaux. On dispose donc, comme dans le cas des rubans, d'une assez grande latitude dans la fixation de la vitesse de sciage. Le bourrage des sciures étant rarement à craindre en bois très durs, on a souvent avantage à utiliser à largeur de voie égale des disques plus épais que les disques utilisés pour le sciage des bois faciles (11).

La faculté de porter des dents dont la résistance peut être adaptée aux différentes essences est un avantage très important de ces scies. La perte importante de bois due à la forte épaisseur du trait et à la médiocre qualité du sciage est par contre un inconvénient sérieux qui en fait interdire l'emploi dans bien des cas.

En sciage premier, cette perte a relativement peu d'importance et l'inconvénient majeur de ces scies tient à leur capacité strictement limitée, l'utilisa-

(11) Les scieurs qui désirent opérer ainsi se heurtent parfois à une opposition de la part des fabricants de lames de scies. Ils ont à notre avis avantage à passer outre, éventuellement après consultation d'un spécialiste.

tion d'un disque supérieur supplémentaire n'améliorant que très peu la situation. Cet inconvénient pourrait être éliminé par l'introduction, pour le débit des grumes, de la méthode de sciage dans la masse à l'aide de deux disques de scies circulaires perpendiculaires. Cette méthode est actuellement assez classique pour le débit des pierres dans les carrières modernes. Elle présenterait l'avantage de supprimer toute relation entre les dimensions des grumes et la dimension des lames, le diamètre de celles-ci étant choisi uniquement en fonction de l'équarrissage des pièces à obtenir.

Il serait souhaitable que certains constructeurs s'intéressent à la fabrication de scies circulaires doubles pour sciage dans la masse qui rendraient de grands services à de nombreux scieurs tropicaux.

Les scies alternatives verticales

Comme les rubans, mais pour des raisons bien différentes (12) ces scies peuvent fonctionner en régime très lent ou en régime rapide. Dans bien des pays une longue contre-propagande a eu pour effet de faire considérer ces scies comme préhistoriques, ceci est regrettable car en sciage second elles sont probablement sans égal, surtout pour le sciage des bois faciles ou peu difficiles. En sciage premier, compte tenu de la forte dimension des bois tropicaux, un sciage très lent est presque toujours inévitable mais, du fait de la multiplicité des lames et du taux d'utilisation exceptionnellement élevé, la production peut souvent atteindre un niveau acceptable.

Dans un régime de fonctionnement comme dans l'autre, la latitude de choix d'une vitesse de sciage est beaucoup plus réduite que pour les autres scies. Ce sont donc en général les scies alternatives qui fixent le rythme de fonctionnement de l'ensemble dont elles font partie.

LES ÉTAPES DU CHOIX

Tous les éléments relatifs aux caractéristiques de la matière première et au comportement des scies ayant été rassemblés, le choix se fait par comparaison des différentes formules de sciage possible. Nous ne pouvons analyser ici aucun cas particulier, nous voudrions seulement, en donnant un exemple d'examen, évoquer le problème le plus délicat et celui qui se présente le plus souvent dans le choix d'un type de scierie tropicale.

Nous avons vu qu'à condition de respecter certains impératifs mécaniques on peut presque tou-

(12) Raisons qu'il n'est pas possible d'exposer ici ; on pourra consulter : « L'emploi des scies alternatives pour le sciage des bois tropicaux » (*Bois et Forêts des Tropiques* n° 39, 1955).

(13) Sauf peut-être dans le cas de bois qui seraient simultanément de très fort diamètre, de très grande dureté et très siliceux.

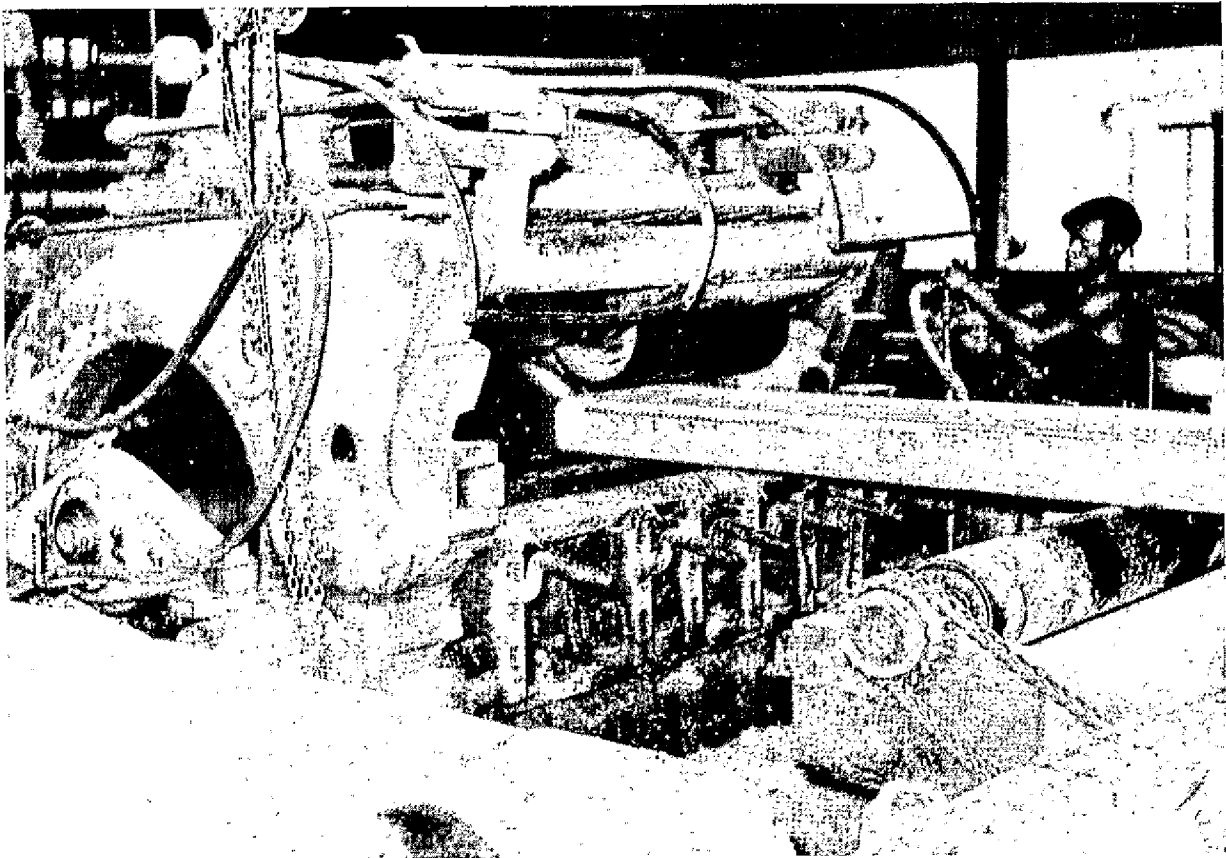
jours (13) assurer un « vrai sciage » des bois tropicaux et qu'on dispose même, en général, d'une certaine latitude dans le choix des régimes de sciage des différentes machines. On peut, dans ces conditions, étudier des circuits complets d'usinage et faire des prévisions de production. Si les impératifs mécaniques ne sont pas respectés, on doit craindre un régime de sciage lent et irrégulier. Le bon fonctionnement d'un circuit est alors très aléatoire et les prévisions deviennent très incertaines. On doit donc essayer d'abord de se placer dans les conditions d'un fonctionnement mécanique satisfaisant.

Le premier problème qui se pose alors est celui du choix de la scie de tête.

La scie à ruban étant la machine la plus universelle, son emploi doit être envisagé d'abord. Nous avons vu quels facteurs contribuaient à en fixer la dimension. Celle-ci étant déterminée, il convient de rechercher les différentes formules applicables au sciage second dans l'hypothèse du fonctionnement de la scie de tête en régime normal. On dispose ici d'une grande latitude de choix car on peut d'une part demander plus ou moins de travail à la scie de tête et, d'autre part, utiliser des solutions très variées pour le sciage second. Signalons seulement que très souvent, en raison du prix élevé des bois tropicaux, le choix est limité par la nécessité d'économie de matière, ce qui devrait presque toujours conduire à interdire l'emploi des gros « edgers » et à les remplacer par des scies alternatives verticales ou par des scies à ruban à chariot diviseur. Dans le cas du sciage de traverses en bois très durs, l'économie de matière n'a pas la même importance mais le comportement très médiocre des « edgers » devrait de même inciter à les remplacer par des scies circulaires à chariot diviseur.

L'ensemble de l'étude conduit à proposer quelques types de scieries de tailles différentes qui pour une même scie de tête permettent d'envisager des productions variant à peu près dans le rapport de un à deux. Toute cette première phase de l'étude est guidée par des considérations purement techniques. Les caractéristiques des grumes et le désir d'être assuré d'un bon fonctionnement dictent le choix du matériel et, par conséquent, le niveau minimum de production normale.

La deuxième phase de l'étude consiste à confronter les solutions proposées pour le sciage à celles qui sont proposées pour l'exploitation. Des considérations techniques telles que nature du terrain, dimensions des grumes, etc... imposent sans doute à l'exploitant le choix d'un certain matériel, ce qui conduit comme pour le sciage, à définir une production normale minimum, mais ça n'est pas en général cet élément qui est à retenir. De multiples considérations telles que : volume total exploitable dans le peuplement, facilités de recrutement du personnel, possibilités financières de la société, augmentation des frais de transport en fonction des distances, etc..., vont conduire à imposer une



A de très rares exceptions près les « gros edgers » ne devraient pas être installés dans les scieries tropicales.

limite supérieure à l'exploitation. Entre ces deux limites il est en général possible de choisir quelques solutions.

Pour bien mettre en évidence les problèmes que pose la confrontation des points de vue du scieur et de l'exploitant, nous prendrons un exemple chiffré.

Supposons que le volume total en essences retenues soit, pour un massif donné, de 240.000 m³. Des considérations de choix des engins d'exploitation et d'harmonisation de leur rythme de fonctionnement vont, par exemple, conduire à préconiser trois formules de production :

- 12.000 m³ par an pendant 20 ans ;
- 20.000 m³ par an pendant 12 ans ;
- 30.000 m³ par an pendant 8 ans.

Si la capacité normale de la scierie minimum est de 20.000 m³ de grumes par an, la première solution doit être écartée et la comparaison des bilans d'exploitation permet de choisir entre les deux dernières solutions.

Il peut se faire que la troisième, même si elle est financièrement la meilleure, soit écartée en raison du niveau trop élevé des investissements qu'elle nécessite ou en raison de la rareté de la main-d'œuvre. Dans ces conditions, seule la 2^e solution est possible et il reste à voir si elle est rentable.

Il peut aussi arriver, et c'est malheureusement très souvent le cas, que seule la 1^{re} solution soit acceptable en raison des possibilités financières de la société. Il y a alors incompatibilité entre le point de vue du scieur et celui de l'exploitant ; il faut alors réexaminer le projet de scierie en gardant la même scie de tête, mais en la faisant fonctionner à un régime plus lent que le régime normal. Les investissements ne sont alors que faiblement réduits si bien que le prix du sciage se trouve sensiblement augmenté. Il se peut que ce prix soit néanmoins acceptable et cette solution a alors l'avantage de présenter une très grande sécurité.

Dans le cas où cette voie est elle aussi sans issue, une simplification de la tâche imposée à la scierie est absolument nécessaire. Il faut réexaminer les caractéristiques de la matière première et voir s'il n'est pas possible d'exclure certaines grumes qui ne représentent qu'un faible pourcentage de l'ensemble des produits, mais ont imposé le choix d'une scie trop grande. Ces grumes peuvent éventuellement être traitées par d'autres moyens. La fente au cœur de 10 % des billes peut paraître onéreuse, mais se traduire par une telle réduction des investissements qu'elle se révèle finalement très économique.

Si cette simplification ne permet pas encore de s'établir au niveau souhaité et dans le cas où le choix d'un ruban d'un prix inacceptable a été imposé plus par la dureté des bois que par leurs dimensions, on peut envisager l'abandon d'un certain nombre de grumes de trop fort diamètre et l'emploi d'une scie circulaire comme scie de tête. Il est alors possible de prévoir la création d'une scierie très économique.

Cette solution doit même être envisagée dans le cas où le sciage au ruban est économiquement acceptable. Il faut alors établir le prix de traitement de la totalité des produits dans l'hypothèse du choix du ruban et le prix de traitement d'une partie seulement des produits dans l'hypothèse du choix de la scie circulaire. La différence fait apparaître ce que coûte, en fait, si l'on retient la première solution, le traitement des produits qu'on doit abandonner si l'on retient la seconde (14).

Dans le cas où aucune de ces solutions n'est acceptable, il n'est pas possible d'envisager l'installation

d'un ensemble dans lequel toutes les scies fonctionnent en régime rapide en toute sécurité. On peut alors envisager de choisir comme scie de tête un ruban trop petit ; nous avons dit tout le risque que comporte un tel choix, c'est pourquoi nous pensons qu'il vaut mieux dans ce cas faire de la lenteur un précieux auxiliaire plutôt qu'un élément perturbateur. Si le choix des scieurs s'était fait dans ce sens, les scies alternatives verticales destinées au sciage des grosses grumes auraient connu la même évolution que les scies alternatives destinées au sciage des petits bois et au sciage des plateaux. Bien que l'absence d'un marché n'ait pas permis cette évolution, les scies dont on peut actuellement disposer offrent finalement une solution beaucoup plus avantageuse pour le sciage lent des bois tropicaux que les petites scies à ruban. Elles peuvent en effet être conduites par des équipes très réduites et peu spécialisées et permettent, du fait de la lenteur et de la régularité du débit, d'organiser des manutentions très simples et très efficaces.

* * *

Cet examen dans lequel nous avons systématiquement écarté tous les cas faciles pourrait laisser une

(14) Cf. p. 60 dans « Dimensions des grumes et choix d'un équipement » (*Bois et Forêts des Tropiques* n° 65, 1959).

impression de pessimisme exagéré. Il ne faut pas oublier pourtant qu'en matière d'installation d'une scierie tropicale, la pire tentation serait celle de croire trop vite qu'il n'y a pas de problème.

