

LES CARACTÉRISTIQUES GÉOMÉTRIQUES DES FERS DE RABOTS MODERNES

UN EXEMPLE D'ÉVOLUTION RÉGRESSIVE ?

par A. CHARDIN,

Ingénieur de Recherches au Centre Technique Forestier Tropical.

GEOMETRICAL CHARACTERISTICS OF MODERN PLANE-IRONS

Conditions in which plane-irons are currently used (cutting angle 45°, tool nose 24°, clearance 21°) are quite detrimental to the cutting edge. Experience shows that tools stand up much better if the clearance angle is reduced by one-half. This reduction, however, hinders workmen as the bevel of the tool is no longer wide enough to permit the proper removal of the wire-edge from the tool on the oilstone. It would thus be desirable to come back to the traditional use of thick irons.

RESUMEN

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LAS CUCHILLAS DE GARLOPAS MODERNAS

Las condiciones actuales de utilización de las cuchillas de garlopas (desbaste 45°, lascón 24°, incidencia 21°) son muy perjudiciales para la buena sujeción de la herramienta. La experiencia demuestra que reduciendo de una mitad el ángulo de incidencia se obtiene un útil cuya sujeción es mucho más satisfactoria. Esta reducción no agrada a los obreros por cuanto el bisel de la herramienta, al disminuir su anchura, no permite un aguzamiento perfecto a su paso por la piedra de afilar. Sería conveniente, por consiguiente, el volver a utilizar las tradicionales cuchillas anchas.

Au moment où beaucoup d'industriels du bois se soucient avant tout de moderniser leurs entreprises, souvent en les mécanisant le plus possible, pour pouvoir faire face avec avantage à une concurrence étrangère que la libération des échanges pourrait rendre assez vive, une étude sur l'outillage à main peut paraître tout à fait anachronique.

Nous pensons cependant qu'en raison de l'importance du travail manuel dans les régions tropicales et du rôle que les outils du type rabot ont gardé,

même dans les pays les plus industrialisés, pour l'exécution de travaux fins, il n'est pas inutile de faire part aux lecteurs de Bois et Forêts des Tropiques de quelques remarques faites à l'occasion d'une étude réalisée dernièrement sur la tenue des fers de rabots.

Les conditions de travail des outils mécaniques ne sont, d'ailleurs, pas radicalement différentes de celles des outils manuels ; si bien que le problème évoqué ici n'est pas aussi éloigné qu'on pourrait le penser des problèmes industriels.

* * *

Ayant appris que le Centre Technique Forestier Tropical avait mis au point une méthode pour qua-

lifier la résistance à l'usure des outils à bois, un producteur français de fers de rabots est venu

nous demander, il y a quelques mois, si nous pouvions utiliser cette méthode pour comparer le comportement d'une nouvelle qualité de fers qu'il venait de mettre au point avec celui des fers vendus par quelques-unes des firmes concurrentes, choisies parmi les plus connues sur le marché mondial.

Nous avons d'abord procédé au choix d'une gamme de bois tropicaux aussi représentative que possible de l'ensemble des conditions favorables ou défavorables rencontrées habituellement dans le rabotage des bois. Puis, estimant que le producteur d'outils se trouvait, du fait de ses contacts permanents avec une clientèle très vaste, particulièrement bien placé pour connaître les habitudes les plus courantes en matière de choix des caractéristiques d'utilisation des fers, nous lui avons demandé de nous indiquer entre quelles limites nous pouvions faire varier les angles d'attaque et de bec de l'outil. Il nous fut répondu qu'il était inu-

tile de faire varier ces caractéristiques, l'utilisation d'un angle d'attaque de 45 degrés pour un angle de bec de 22 à 25 degrés étant maintenant si universellement répandue que des essais d'outils réglés différemment n'auraient pas d'intérêt pratique immédiat.

Cette réponse faillit nous faire regretter d'avoir laissé entendre que nous pourrions mesurer l'usure des fers de rabot. Nous pensions bien rencontrer quelques difficultés dans la pratique des essais, mais nous ne nous attendions pas à nous voir imposer des caractéristiques d'outils aussi extravagantes (1).

Les outils ayant un angle de bec de 22 à 25 degrés sont, en effet, les plus aigus de tous ceux qu'on rencontre dans l'industrie du bois. Ils sont utilisés, en particulier, pour le tranchage et le déroulage, mais alors la tenue de leur arête n'est assurée que si on donne à l'outil un angle de dépouille très faible, voir même nul ou négatif. Nous avons peine à imaginer qu'un outil aussi fragile puisse être utilisé avec un angle de dépouille de 20 à 23 degrés sans être détérioré presque instantanément, sauf bien entendu dans le cas d'un travail extrêmement facile.

Nous avons voulu cependant réaliser quelques essais qui n'ont pu malheureusement que confirmer notre première réaction. Des difficultés de travail, mêmes modérées, telles que la présence de contrefil dans un bois de densité moyenne avaient pour conséquence une détérioration immédiate de l'arête. En bois facile, bien de droit fil, la détérioration n'était pas toujours aussi rapide mais se produisait cependant avant qu'il soit possible de procéder à une mesure de l'usure ; seuls les bois très siliceux, qui en raison de leur pouvoir abrasif élevé faisaient disparaître très vite la partie détériorée de l'arête, permettaient d'effectuer une coupe de qualité pendant un temps suffisant pour qu'on puisse suivre normalement l'évolution de l'usure. A telle enseigne que, si nous avons choisi comme critère de résistance à l'usure la quantité de travail de bonne qualité que peut effectuer un outil sans réaffûtage, nous serions arrivés à cette conclusion, paradoxale en tout autre cas : « à densité égale, les bois très siliceux usent beaucoup moins les outils que les bois ordinaires ».

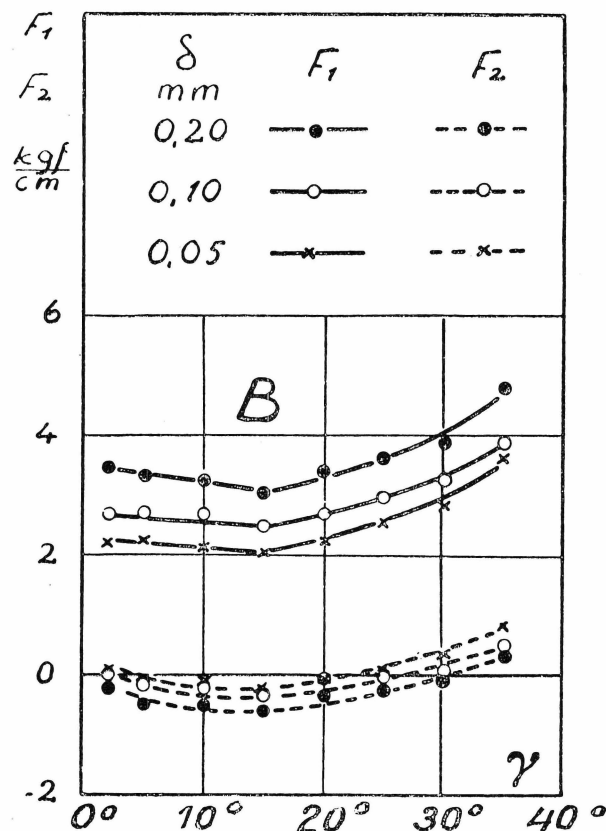
Dans ces conditions, nous avons dû renoncer à procéder à des essais d'outils présentant les caractéristiques indiquées. Pour pouvoir comparer valablement la résistance à l'usure des différents fers à étudier, nous avons, tout en conservant l'angle d'attaque classique de 45 degrés, réduit l'angle de dépouille à une valeur de dix degrés ce qui nous a permis d'obtenir une tenue d'arête absolument normale.

(1) Il faut noter que la norme française NF-E 73-301 définit les formes et les dimensions des fers de rabots mais propose pour tous les cas l'angle de bec unique de 22 degrés.

FIG. 1. — Variation de l'effort de coupe en fonction de l'angle de dépouille. Angle d'attaque constant de 35°. Abscisse : Angle de dépouille en degrés. Ordonnée : Effort de coupe F_1 parallèle au déplacement et F_2 perpendiculaire au déplacement. Les courbes correspondent à trois épaisseurs de copeaux 0,05-0,1 et 0,2 mm.

Extrait de : Kivimaa. Cutting force in Woodworking-Helsinki 1950 page 70.

Ce graphique montre que pour 35° d'attaque la bonne tenue de l'outil est assurée pour une dépouille inférieure à 15°. Une augmentation de l'attaque entraînerait un déplacement vers la gauche du graphique du décrochement des courbes F_1 .



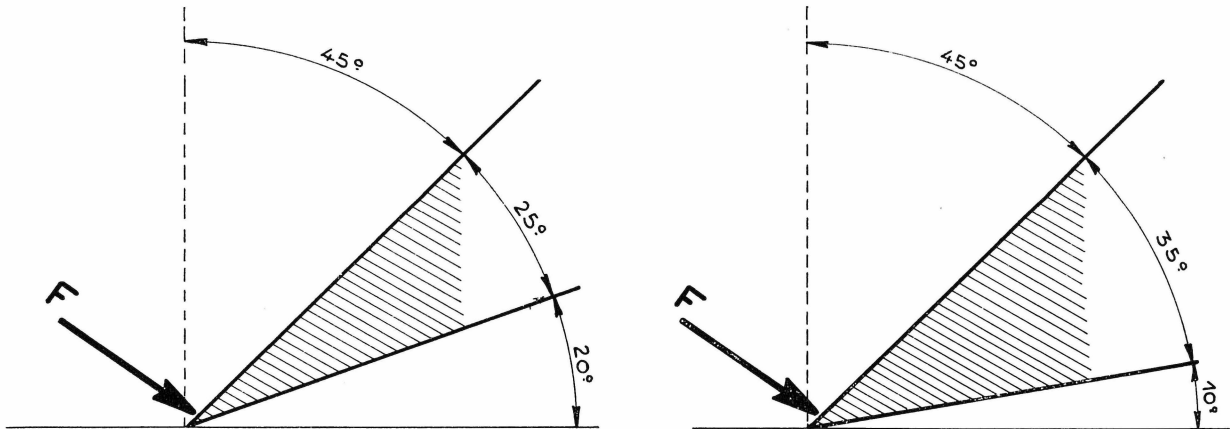


FIG. 2. — Sections comparées d'outils ayant des angles de bec de 25° et 35° on voit que l'outil ayant un angle de bec de 35° présente une résistance aux efforts exercés par le copeau sur la face d'attaque bien meilleure que l'outil ayant un angle de bec de 25°.

Nous n'avons pas à dire ici à quelles conclusions nous sommes parvenus quant au meilleur choix de l'acier ; nous voudrions simplement nous demander pourquoi l'utilisation d'un angle de dépouille très grand, si peu défendable mécaniquement, a pu s'imposer au point de n'être pratiquement jamais mise en question.

Nous n'avons considéré jusqu'à présent que la destruction de l'arête par insuffisance de résistance méca-

nique, ce facteur est de toute première importance puisqu'une arête détériorée effectue un travail de qualité inacceptable, mais il n'est évidemment pas le seul dont il faille tenir compte. Tout le monde sait qu'on diminue beaucoup la fragilité d'un outil en augmentant l'angle de bec au détriment de l'angle de dépouille. On peut donc penser que si ce procédé simple et bien connu n'a pas été retenu, il présente dans la pratique des inconvénients sérieux.

LE POINT DE VUE DU LABORATOIRE...

Les travaux précis exécutés dans différents laboratoires n'ont pas permis de mettre en évidence des variations significatives de l'effort s'exerçant sur un couteau en fonction des variations de l'angle de dépouille. Il semble bien établi maintenant que pour un outil parfaitement affûté et sous réserve que l'angle de dépouille ne soit pas réduit au point de provoquer un talonnement, ni augmenté au point d'entraîner la destruction de l'arête, l'effort qu'il faut appliquer à un outil pour lui permettre d'enlever des copeaux d'une épaisseur donnée ne dépend que de l'angle d'attaque de l'outil.

Ceci ne veut pas dire qu'au-dessous de la valeur qui correspond à la limite de résistance mécanique de l'arête le choix de l'angle de dépouille soit absolument libre. En effet, l'outil ne garde pas longtemps sa qualité d'affûtage parfaite, il s'use. Le

mode d'usure et ses conséquences sur les conditions de travail peuvent dépendre largement de l'angle de dépouille choisi. Dans le cas où l'on peut s'attendre à une usure insignifiante, soit parce qu'on travaille un bois régulier et non abrasif, soit parce qu'on utilise un outil dont la résistance à l'usure est exceptionnelle, il n'y a pas d'inconvénient à choisir un angle de dépouille très faible ; dans le cas où au contraire on doit s'attendre à une usure sensible de l'outil, on peut souvent avoir avantage à ne pas trop réduire l'angle de dépouille. De toutes façons on ne peut imposer des limites à la réduction de cette dépouille, en prenant en considération les effets fâcheux de l'usure que s'il y a vraiment usure, c'est-à-dire si l'arête n'est pas d'abord détériorée. Ce facteur ne semble donc pas pouvoir apporter une solution au problème que nous étudions ici.

... ET CELUI DE L'ATELIER

Les montages qui sont réalisés au Laboratoire pour étudier les outils ne sont pas absolument identiques aux rabots qui sont utilisés à l'atelier.

On pouvait penser que des essais pratiques faits avec des rabots ordinaires permettraient de mettre

en évidence des facteurs non perceptibles au laboratoire.

Nous avons donc pris deux fers du commerce de même provenance et absolument identiques, nous avons constaté qu'ils avaient dans leur présenta-

tion commerciale un angle de bec de 24 degrés ; ces deux fers ont été affûtés très soigneusement avec la même meule, mais en réalisant des biseaux différents pour obtenir les angles de bec de 25 et 35 degrés.

Ces fers ont été montés sur deux rabots métalliques identiques donnant un angle d'attaque de 45 degrés sans possibilité de réglage. On a donné aux deux fers une saillie de $1/20^{\circ}$ de millimètre qui a été contrôlée minutieusement à l'aide d'un comparateur.

Les deux rabots ainsi préparés ont été mis entre les mains des menuisiers et ébénistes du Centre auxquels on a demandé d'essayer de déceler une différence de difficulté de travail dans le rabotage

de bois faciles et bien de droit fil, tels que l'Ilomba et le Niangon. Ils ont dû déclarer qu'il était impossible de distinguer les deux fers sans retourner les rabots pour les examiner.

Nous avons alors choisi une pièce de bois dur, bien contrefilé (Adoum = *Cylicodiscus gabunensis*) de 40 cm. de longueur et nous avons demandé à un menuisier de recommencer l'expérience. Dès le premier coup de rabot le fer ayant un angle de dépouille de 20 degrés était entièrement hors d'usage alors que le fer ayant une dépouille de 10 degrés ne présentait aucune trace de détérioration après avoir enlevé trente copeaux.

Les résultats obtenus à l'atelier étaient donc en tous points conformes à ceux du laboratoire.

APTITUDE A LA COUPE ET QUALITÉ DU TRANCHANT

Un examen des fers utilisés couramment dans les ateliers nous permet de constater que les ouvriers ont tendance, à l'affûtage, à augmenter légèrement l'angle de bec qu'ils portent à des valeurs comprises entre 27 et 30 degrés. Ils ne cherchent pas à atteindre un angle de 35 à 37 degrés qui garantirait la solidité de l'arête estimant qu'alors le fer n'est plus aussi coupant. Ceci peut paraître en contradiction avec l'expérience dont nous venons de parler, c'est pourquoi il n'est pas inutile d'établir ici une distinction entre aptitude objective d'un outil à la coupe et contrôle subjectif de la qualité du tranchant.

Si un fer était géométriquement parfait un seul élément suffirait à le caractériser : l'angle de bec. Comme il n'est pas possible de réaliser un tel fer l'arête n'est ni parfaitement mince, ni parfaitement rectiligne et les faces d'attaque et de dépouille ne sont pas parfaitement polies. Il faut donc quatre informations complémentaires pour caractériser l'outil :

- La rugosité de la face d'attaque.
- La rugosité de la face de dépouille.
- La largeur de l'arête.
- Le défaut de rectitude de l'arête.

Les deux premiers éléments peuvent être déterminés à l'aide d'un rugosimètre, les deux derniers peuvent être observés au microscope (1).

Ces quatre éléments ne sont pas indépendants, mais les deux premiers ne suffisent pas à déterminer les deux derniers qui dépendent aussi de la nature de l'acier et de l'angle de bec.

Nous avons vu que moyennant quelques réserves relatives au choix de l'angle de dépouille, l'**aptitude**

d'un outil à la coupe ne dépend que de l'angle d'attaque et de la qualité de l'arête. Si l'angle d'attaque est fixé sans possibilité de variations, comme c'est le cas ici, l'outil coupe d'autant mieux que son arête est plus parfaite, c'est-à-dire que le contrôle des quatre éléments indiqués plus haut donne de meilleurs résultats, l'angle de bec n'ayant aucune influence directe.

Dans la pratique, il n'est évidemment pas question de faire appel à ce contrôle qui relève du laboratoire on est donc conduit à évaluer la qualité de l'outil en passant le doigt sur l'arête.

L'inconvénient de cette méthode c'est qu'elle n'a qu'une valeur indicative et peut induire gravement en erreur. Si en effet prenant un outil grossièrement affûté on améliore progressivement sa qualité, on constate que l'examen tactile permet d'abord d'apprécier très valablement la qualité de l'arête, mais passé un certain stade, une amélioration de qualité se traduit par une apparence de diminution de pouvoir de coupe au point qu'une arête affûtée avec une précision qui voisine la perfection sera considérée à l'examen comme assez médiocrement coupante.

Ce qui est plus grave c'est que cette méthode d'examen conduit à faire considérer comme meilleurs les couteaux dont l'angle de bec est le plus aigu.

Il est évident que la recherche d'outils paraissant très tranchants est extrêmement tentante pour les ouvriers et ceci peut expliquer en grande partie le mystère que nous étudions. Si on songe cependant au fait que le rabot est utilisé depuis un très grand nombre de siècles, on a peine à croire qu'une pratique reposant sur une telle méprise ait pu se maintenir aussi longtemps, c'est pourquoi nous pensons qu'il faut chercher ailleurs la véritable raison des habitudes actuelles.

(1) Nous n'envisageons ici que les défauts de forme de l'outil, d'autres défauts peuvent être, bien entendu, envisagés, en particulier ceux qui peuvent résulter du brûlage de l'outil au cours de l'affûtage.

HYPOTHÈSES SUR L'ORIGINE DES PRATIQUES ACTUELLES

En étudiant le sciage des bois tropicaux, il nous est arrivé plusieurs fois de constater l'absurdité de certaines pratiques et d'en chercher longtemps l'origine. Pour ne pas entrer dans des détails techniques nous n'en citerons qu'un cas qui peut par analogie éclairer notre problème actuel.

Nous nous sommes toujours demandés pourquoi de nombreux scieurs, lorsqu'ils ont à débiter de grosses billes, éprouvent le besoin d'effectuer une trentaine de traits difficiles en grande hauteur pour produire des planches qui sont tôt ou tard presque toutes débitées en petites pièces, alors qu'ils peuvent, au prix de deux ou trois traits difficiles seulement, produire des plateaux qui sont sciés ensuite sans aucune peine.

Songeant que le débit des bois est pratiqué depuis l'antiquité, nous n'osions pas condamner sans appel cette manière de faire qui résultait peut-être d'une expérience séculaire dont les motifs nous restaient cachés.

La recherche de ces motifs nous conduisit, chaque fois que nous en avons eu l'occasion, à observer dans les ouvrages anciens et particulièrement du XVIII^e siècle des gravures donnant des indications sur les habitudes professionnelles du passé.

L'analogie entre les techniques présentées dans ces documents et celles qu'emploient les scieurs de long dans les pays où ils sont encore très nombreux, conduit à penser que le sciage en plot s'est introduit avec la mécanisation.

Tant que les scieurs ont eu une perception physique de la résistance de la matière ils ont fait preuve de sagesse dans le choix du mode de débit ; du jour où ils n'ont plus eu à fournir d'effort musculaire, sans avoir pour autant acquis une formation mécanique, ils ont cessé de tirer profit de l'expérience de leurs prédécesseurs.

Il est tout à fait possible que de la même façon le mode actuel d'utilisation des fers de rabots au lieu de résulter d'une expérience séculaire soit d'introduction tout à fait récente. Nous n'avons pas eu la possibilité de réunir tous les documents qui permettraient de suivre le processus de cette introduction. Nous présenterons donc seulement l'hypothèse qui nous paraît la plus vraisemblable,

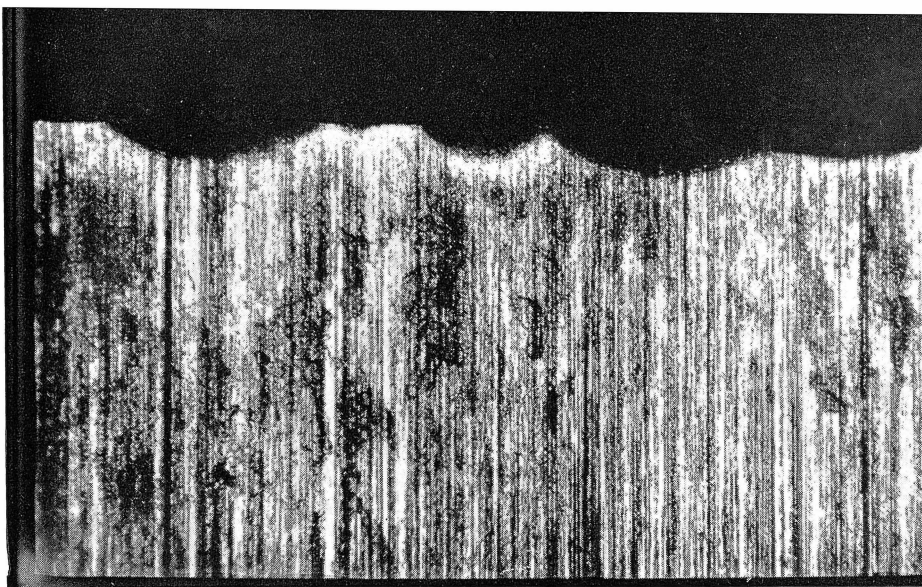


FIG. 3. — Outil ayant un angle de bec de 25°. Etat de l'arête après enlèvement de 40 cm de copeaux de 1/20^e sur pièce d'Adoum.
Photographie prise sur la face d'attaque-grossissement $\times 67$.

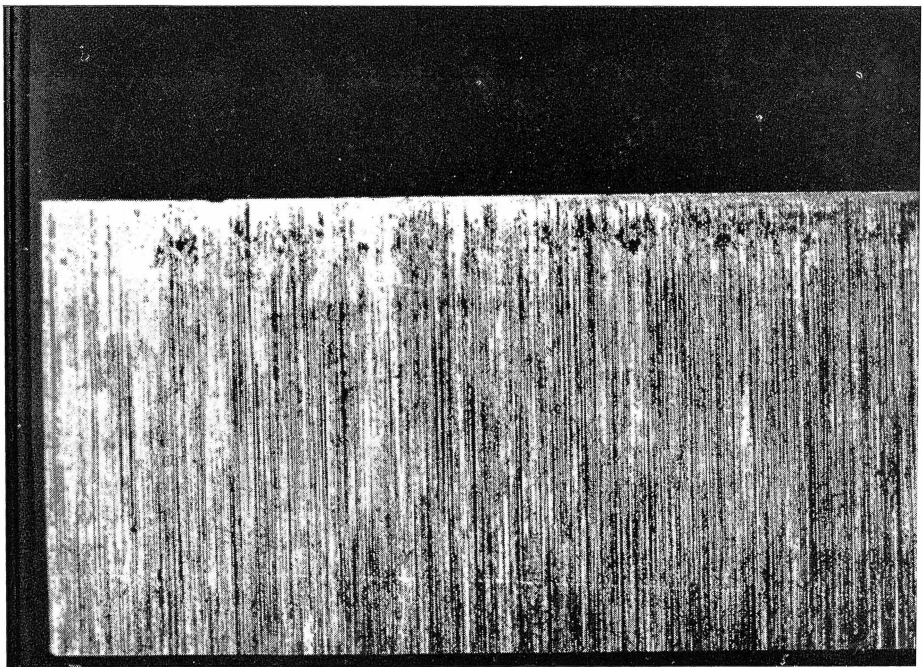


FIG. 4. — Outil ayant un angle de bec de 35°. Etat de l'arête après enlèvement de 30 copeaux de 40 cm de longueur en 1/20^e mm d'épaisseur sur même pièce d'Adoum.
Photographie prise sur face d'attaque-grossissement $\times 67$.

compte tenu des observations que nous avons pu faire dans les ateliers et en examinant d'anciens outils.

Les fers de rabots traditionnels étaient relativement épais ; une épaisseur de 5 à 6 mm étant considérée comme normale. On les montait de façon à obtenir un angle d'attaque de 40 à 42 degrés, plutôt que l'angle de 45 degrés actuel et l'angle

de bec était d'environ 40 degrés. L'angle de dépouille se trouvait être ainsi de dix degrés et tout se passait bien.

L'apparition des rabots métalliques et le remplacement, probablement à peu près simultané, des anciens aciers au carbone par des aciers alliés plus coûteux ont incité les producteurs à proposer des couteaux minces, plus élégants, plus commodes et surtout moins onéreux.

On en est vite arrivé à utiliser des fers d'une épaisseur de 2 mm, comme ceux qu'on trouve actuellement.

Dans ces conditions si on conserve l'ancien angle

de bec de 40 degrés on obtient un outil dont la largeur du biseau est de 3 mm seulement si bien qu'il est très difficile de finir correctement cet outil sur la pierre à huile. On se trouve dans l'obligation de réduire l'angle de bec à 25 degrés pour obtenir une largeur de biseau de 5 mm qui correspond au minimum compatible avec un bon morfilage.

Pour réaliser l'essai dont nous avons parlé plus haut, nous avons employé des moyens d'affûtage qui nous libéraient de cette sujétion. Il ne peut pas en être de même dans les ateliers, **la politique actuelle est donc imposée par les constructeurs et les ouvriers ne sont pas libres de la modifier.**

RETOUR A UNE POLITIQUE SAINNE ?

Le retour à une politique plus saine serait en principe très simple. Il suffit pour obtenir une largeur de biseau convenable en conservant un angle de bec de 35 à 40 degrés, d'employer des fers deux à trois fois plus épais que les fers actuels.

Ceci ne présente aucune difficulté technique et il n'en résulterait pratiquement pas d'augmentation de prix puisque les fers de rabots sont maintenant obtenus par soudage d'une feuille d'alliage à haute résistance sur une lame d'acier ordinaire dont le prix reste bas quelle qu'en soit l'épaisseur.

Il faut s'attendre cependant à ce que cette modi-

fication ne se fasse pas sans difficulté. Les producteurs de fers ne proposeront pas spontanément des fers plus épais puisque les rabots sont conçus pour porter exclusivement des fers minces.

Les fabricants de rabots ne verront pas l'utilité de procéder à des modifications, pourtant insignifiantes, des rabots pour leur permettre de recevoir des fers épais qu'on ne trouve pas dans le commerce.

Une entente permettra-t-elle de rompre ce cercle vicieux, ou faudra-il admettre que cette évolution est non seulement régressive mais encore irréversible ?

