Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 83 (1957)
Heft: 12

Artikel: Tours automatique pour l'industrie horlogère
Autor: Megel, Georges
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-62787

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

TOURS AUTOMATIQUES POUR L'INDUSTRIE HORLOGÈRE

par GEORGES MEGEL, ingénieur

Les fabrications horlogères sont dominées par deux considérations essentielles :

L'étroitesse des tolérances d'usinage ;
la flexibilité dans la production en grandes séries.

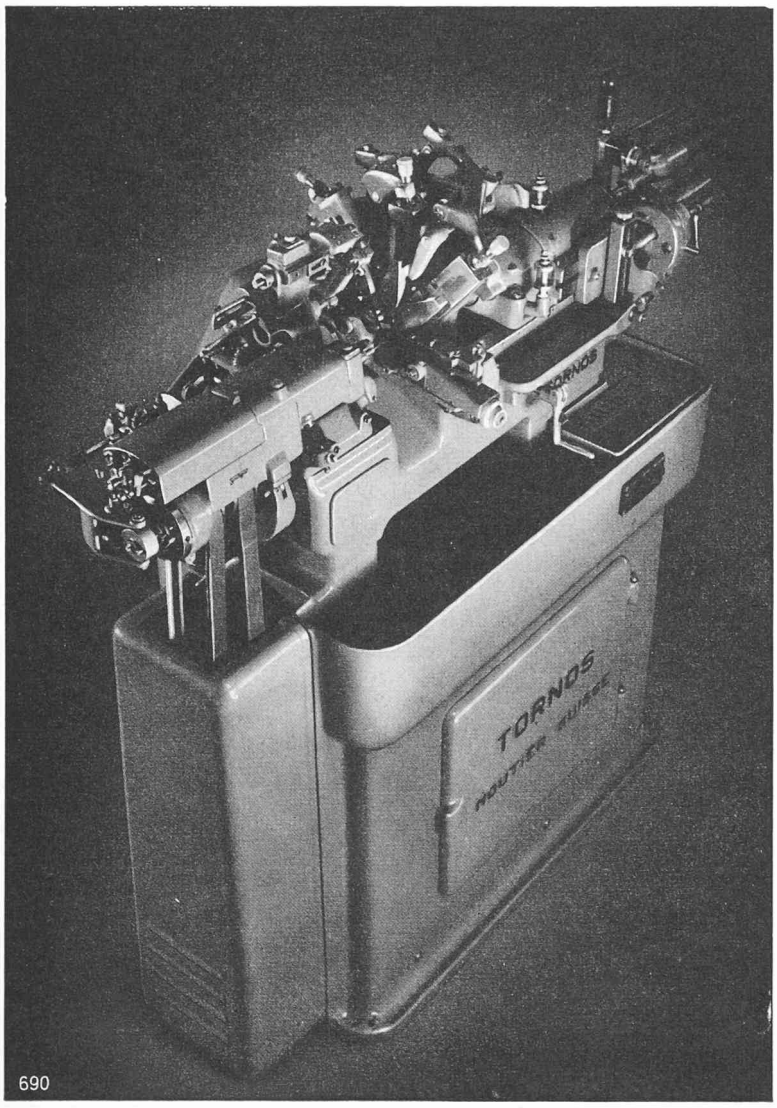


Fig. 1. — Tour à décolleter d'horlogerie, passage de barre 10 mm.

Les tours automatiques à poupée mobile, machines qui sont à la base de la fabrication d'un très grand nombre de pièces de la montre, ont depuis longtemps été soumis à ces deux nécessités. C'était déjà le cas au siècle dernier, alors que, seule ou presque dans le domaine mécanique, l'horlogerie pouvait entrevoir « la série » et réaliser — à peu près — le centième de millimètre.

Les problèmes sont les mêmes pour les machines à tailler, à rouler, à percer ou tarauder, pour les presses, les contourneuses, etc. et, pour ce qui concerne en tout cas la précision de fabrication, les pointeuses, les machines à mesurer, les rectifieuses spéciales nécessaires aux outillages.

Des solutions très particulières à l'horlogerie et utilisées par elle seule ont même dû être trouvées dans le domaine de la machine-outil, et l'on sait que certaines de ces machines sont soumises à des restrictions d'exportation. Ces solutions très spéciales correspondent aussi aux deux considérations ci-dessus.

1. La précision du tour automatique à poupée mobile

Ce tour a été créé vers 1860 en Suisse et à peu près à la même époque aux U.S.A., sans que dans ce dernier pays il se soit développé. Il a été conçu principalement pour le décolletage en série de pièces de faible diamètre par rapport à leur longueur.

a) Travail en canon (fig. 3)

La barre, entraînée par une poupée *mobile* axialement sur sa coulisse, est guidée par une lunette ou *canon* jusqu'à proximité des outils. Les outils radiaux se déplacent en cours de travail uniquement dans le sens radial : c'est la poupée qui exécute les mouvements de chariotage. Les outils travaillant ainsi très près du canon, la barre ne subit pas de flexion. Il en résulte, même pour des pièces longues de faible diamètre, une très grande précision de tournage.

Lorsque la pièce est terminée, la pince s'ouvre et la poupée recule pour le ravitaillement, la barre restant appuyée contre l'outil de tronçonnage.

Destiné tout d'abord à l'horlogerie, ce type de tour s'est rapidement répandu, pour des travaux soumis aux mêmes exigences, dans tous les domaines de la mécanique de précision où les séries de mêmes pièces étaient assez importantes.

Le mouvement axial de la poupée et le mouvement radial du burin permettent, par leur combinaison, le décolletage de formes variées, en particulier de l'ogive d'un axe de balancier *(fig. 4 et 5)*.

Les canons sont fendus pour que leur diamètre puisse être adapté à celui de la barre au moyen d'un écrou de réglage.

Les barres doivent être *exactement dimensionnées :* étirées avec précision ou rectifiées. En effet, lors du travail en canon, l'ovalité éventuelle d'une barre se reproduit sur chaque pièce, et si le diamètre d'une même barre variait, il en résulterait, soit un grippage de la barre dans le canon, soit un flottement nuisible à la précision. Les variations de dimensions sur une même barre doivent rester de l'ordre de quelques millièmes de millimètre à peine.

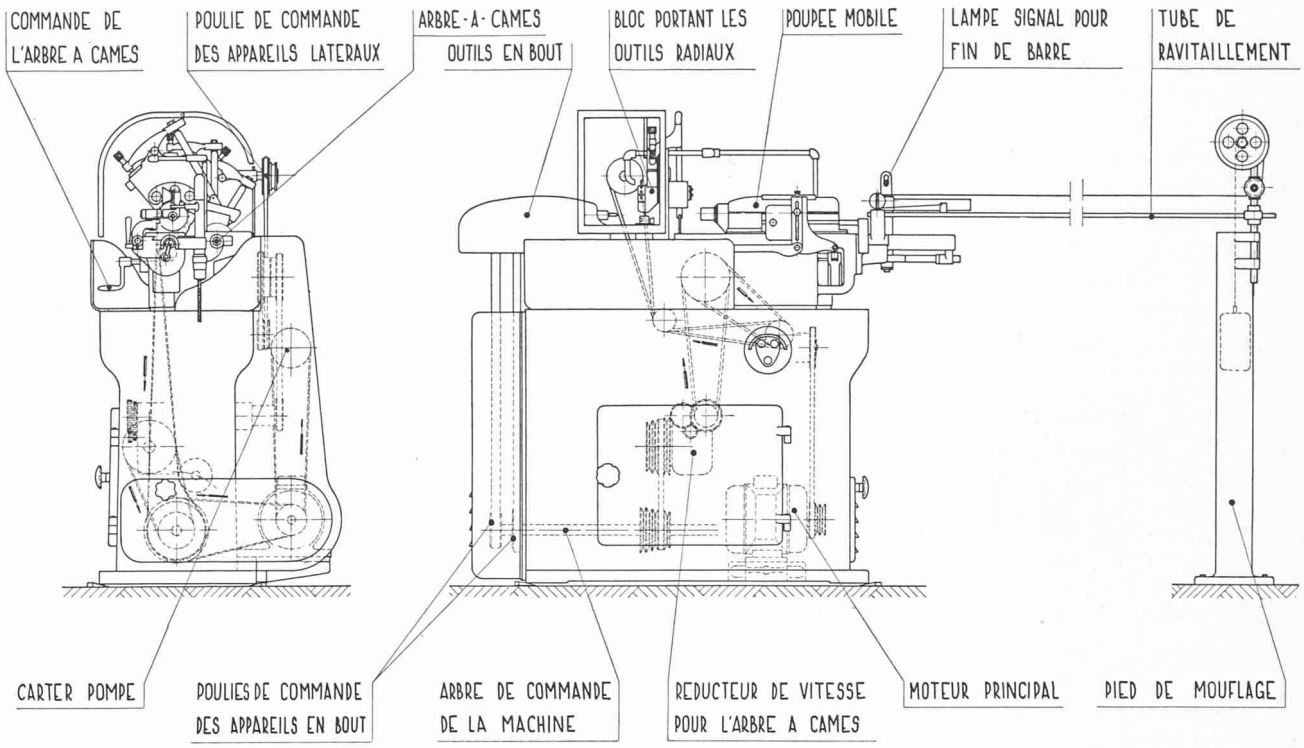


Fig. 2. — Schéma fonctionnel du tour automatique.

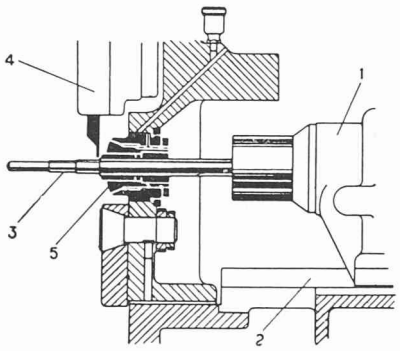


Fig. 3. — Croquis du travail en canon.

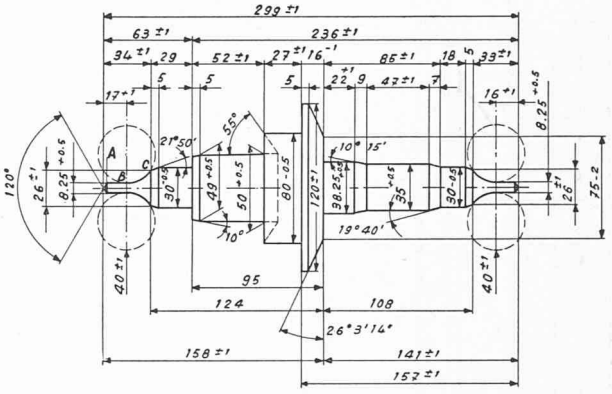


Fig. 4. — Axe de balancier avec cotes et tolérances.

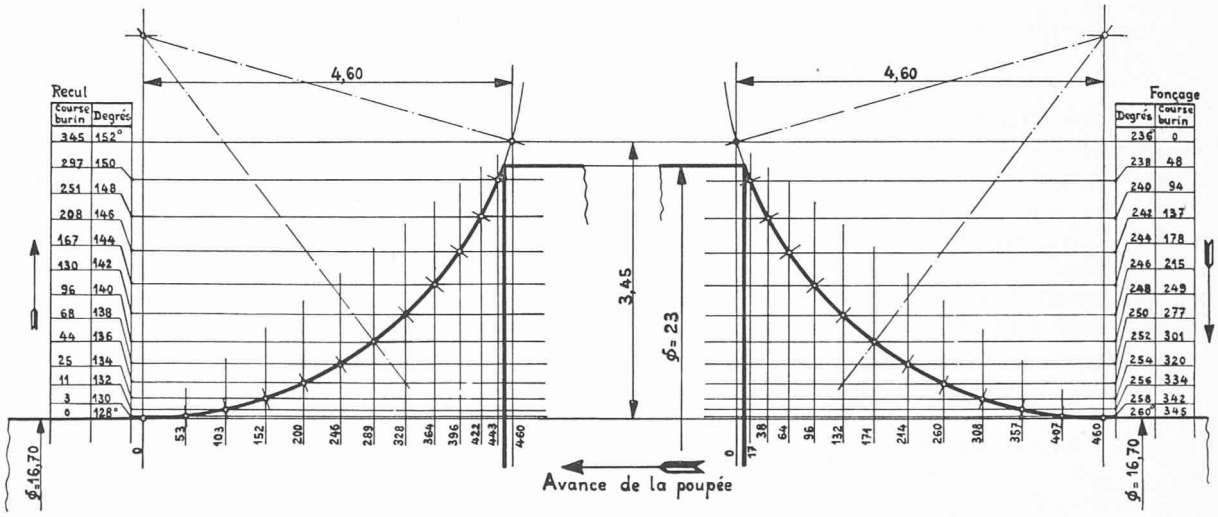


Fig. 5. — Exemple de calcul graphique des ogives d'un axe de balancier.

b) Travail en pince (fig. 6)

Cependant, pour des pièces courtes *(fig. 7)*, il est possible de travailler *en pince*, c'est-à-dire sans canon. On est dès lors indépendant de la précision de la barre. L'ovalité de cette dernière ne se reproduit plus, mais on dépend d'une manière déterminante de la qualité du palier avant de la poupée, sur lequel agissent directement les outils.

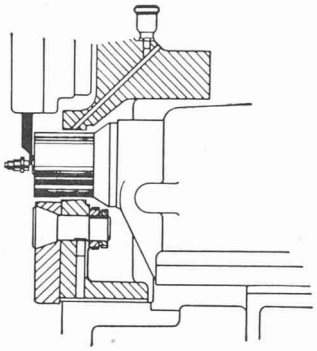
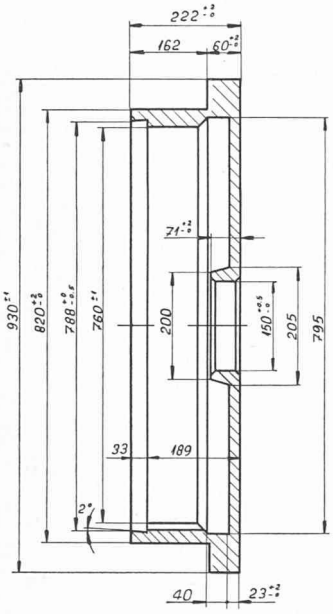


Fig. 6. — Croquis du travail en pince.



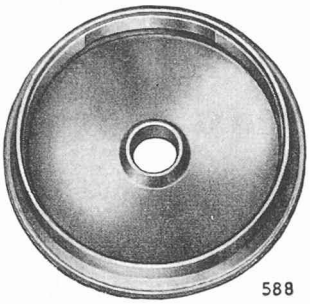


Fig. 7. — Barillet avec cotes et tolérances.

Ici également certaines solutions très originales ont dû leur invention à cette nécessité du travail en pince de l'horlogerie, par exemple le palier « Micronic » *(fig. 8)* dont le jeu est réglable sans aucun démontage, ce qui permet de travailler pour chaque vitesse de broche avec le jeu minimum admissible.

Les paliers-arrière de la broche ont une importance considérable pour le tournage des *faces*. Beaucoup de pièces d'horlogerie présentent en effet des faces qui doivent être extrêmement propres, parfaitement d'équerre avec l'axe de la pièce, sans aucune vibration. Pour y arriver, les meilleurs roulements et paliers du commerce doivent être encore améliorés par des méthodes particulières, ou pour le moins triés et contrôlés avec grand soin.

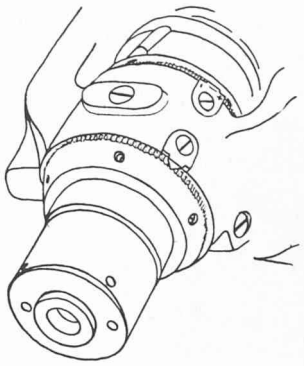


Fig. 8. — Palier « Micronic ».

Les autres organes du tour et en particulier les appareils effectuant les opérations en bout, perçages, piqûres, taraudages, etc., l'arbre à cames, les porte-outils, sont également soumis à des tolérances de fabrication spéciales. Ces tolérances très serrées ont souvent comme conséquences de limiter la cadence de production/minute du tour. Des cadences très élevées sont source d'échauffement, donc de dilatations qui nécessiteraient dans certains organes des jeux qui ne permettraient plus de réaliser la précision voulue.

2. La flexibilité du tour à poupée mobile

La montre se compose d'un très grand nombre de pièces dont beaucoup se fabriquent à partir de la barre. Ces pièces sont très différentes (axes de balanciers, pignons, arbres de barillets, barillets, vis, tiges de remontoirs, etc.).

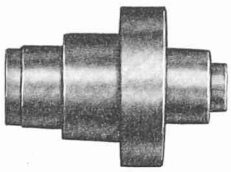
Elles nécessitent des appareils très divers et cependant la machine elle-même doit être d'un *même type de base*. Il s'agit donc de compléter quelques modèles de tours, différant entre eux par leurs dimensions d'ensemble adaptées aux diamètres de barres, par un grand jeu de dispositifs auxiliaires assurant dans chaque cas la production maximum compatible avec les tolérances exigées *(fig. 1, 10, 11)*.

Les utilisateurs demandent cependant l'*interchangeabilité* de ces appareils et des jeux de cames, qui doivent pouvoir être, selon les nécessités des commandes, adaptés sans difficultés d'une machine à l'autre. Pour assurer cette interchangeabilité, certaines tolérances très étroites d'usinage et d'ajustage sont donc nécessaires dans la fabrication du tour, alors même qu'elles sont sans influence directe sur la précision des pièces produites par la machine. C'est ici une exigence particulière demandée aux fabricants de tours d'horlogerie.

3. Le calcul des cames

Le calcul des cames consiste d'abord à déterminer les courses successives à donner aux cames pour obtenir les mouvements voulus des organes du tour ; ensuite à répartir judicieusement sur le pourtour des cames tous les mouvements nécessaires à l'exécution d'une pièce.

Une pièce étant produite à chaque tour de l'arbre des cames, la répartition doit être faite sur les 360 degrés de circonférence de ces dernières.



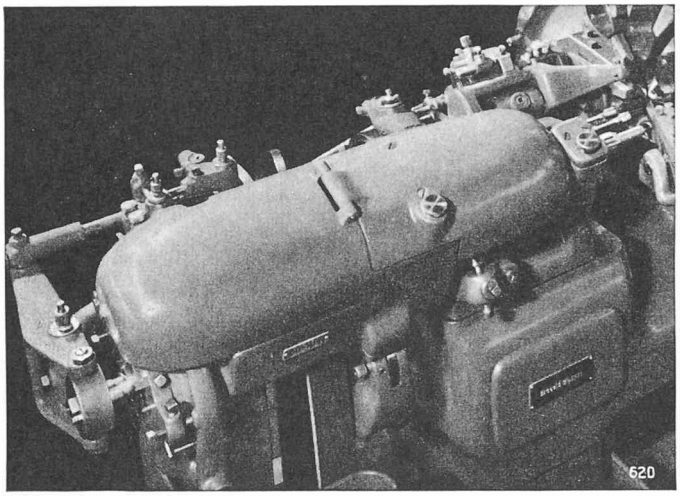
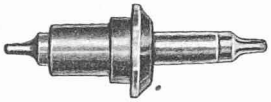


Fig. 9. — Appareil perceur-taraudeur à trois broches employé entre autres dans le décolletage de l'arbre de barillet.
(Production : 1,2 à 1,5 pièce par minute.)



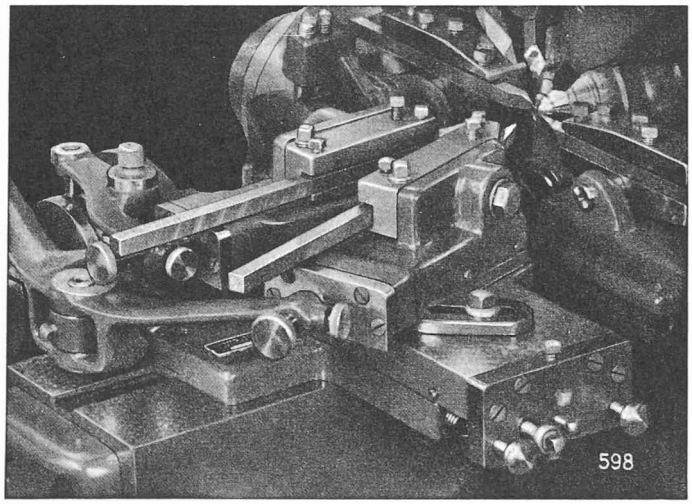
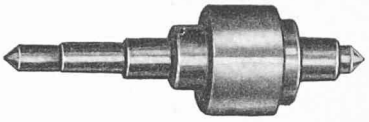


Fig. 10. — Piqueur double 6° et 25° à coulisses pour le décolletage d'axes de balanciers.
(Production : 1,8 à 2,8 pièces par minute.)

Les mouvements d'un tour automatique sont de deux genres :

1. *Mouvements à vide ou improductifs* — pendant lesquels aucun outil n'est en contact avec la barre à usiner — nécessaires pour déplacer les outils et la poupée d'une position de travail à une autre et pour ouvrir et fermer le mandrin de serrage.
2. *Mouvements de travail ou productifs*, pendant lesquels la barre est usinée soit par un, soit par plusieurs outils.



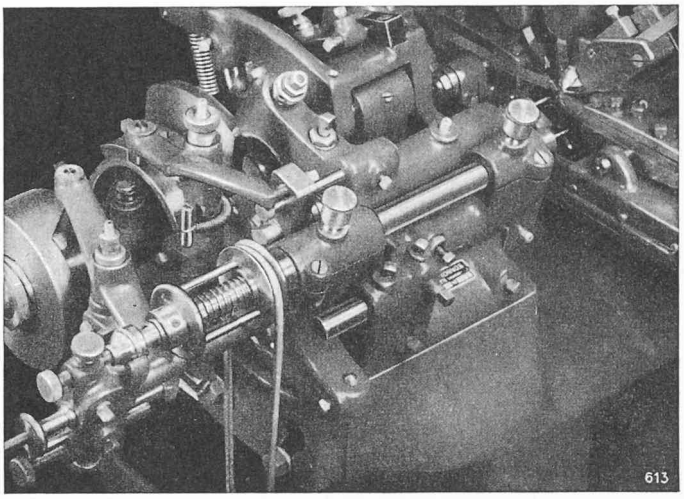


Fig. 11. — Centreur-perceur à charnières pour le décolletage de grandes moyennes.
(Production : 1,2 à 2 pièces par minute.)

Les mouvements improductifs ne dépendent que de la construction du tour, tandis que les mouvements productifs sont fonction de la nature de la matière à usiner et de la précision désirée.

a) Mouvements à vide

Il s'agit de déterminer la course nécessaire d'une came pour obtenir un certain mouvement de la poupée ou d'un outil, et le nombre de degrés de circonférence nécessaires à cette course.

Une *montée* sur la came *(fig. 12)* est en somme un plan incliné, le long duquel doit glisser le bec recevant le mouvement de la came. L'angle α du plan incliné devrait être, d'une part, aussi petit que possible, afin d'obtenir le minimum de frottement, et, d'autre part, très grand pour réduire le plus possible l'angle β. A raison de 45° pour cet angle α nous obtenons, pour un diamètre de 120 mm, une montée de 1 mm pour chaque degré β de circonférence de came. Une montée de 15 mm, par exemple, exigera ainsi un angle β de 15 degrés.

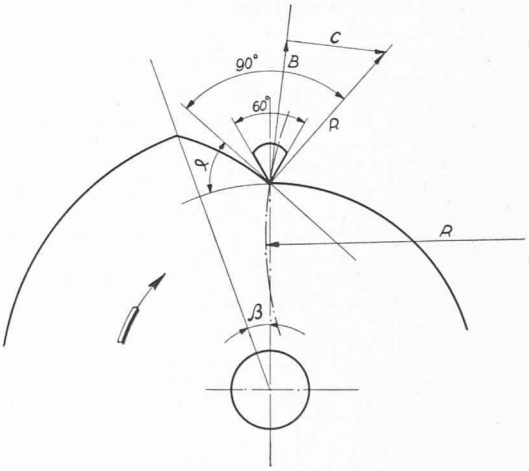


Fig. 12. — Montée sur une came.

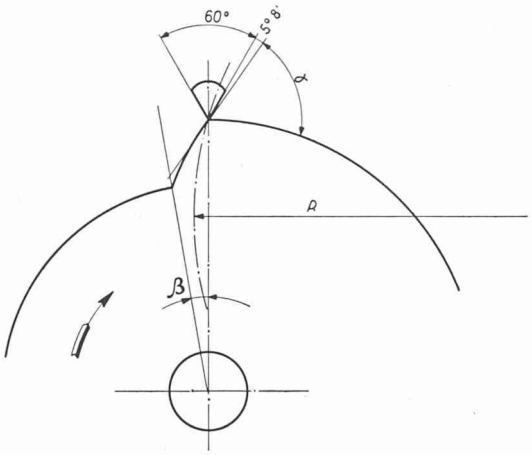


Fig. 13. — Chute sur une came.

Une chute sur la came *(fig. 13)* diffère de la montée en ce sens qu'elle ne sert que de guide au mouvement. En effet, le mouvement de retour, aussi bien de la poupée que des outils, est commandé par un ressort. La limite d'angle que l'on pourrait donc donner à une chute est atteinte au moment où la face latérale du bec vient frôler la came. Pour éviter cela, il faut laisser 5 à 8 degrés entre la face latérale du bec et la came. Les becs ont généralement un angle de pointe de 30 degrés. Sur une came de 120 mm de diamètre, la chute sera de 1 mm pour 0,5 degré, soit pour 10 mm de chute 5 degrés.

Pour faire un tracé absolument correct, il faudrait établir la proportion des angles de montée et de chute pour chaque diamètre de came.

b) Mouvements de travail

Le temps nécessaire aux mouvements de travail est déterminé par :

1. La vitesse périphérique ou vitesse de coupe de la matière à usiner ;
2. L'épaisseur de copeau que l'on peut enlever à chaque tour de la barre.

La vitesse périphérique : Il y a lieu de remarquer que pour les grands diamètres, la vitesse peut généralement être plus grande que pour les petits. D'autre part, le cas peut se présenter, dans les petits diamètres surtout, que l'on n'arrive pas à atteindre les vitesses ci-dessus sans dépasser la vitesse tolérée par la machine. Dans ces conditions, il y a toujours lieu de prendre la plus grande vitesse que la machine peut supporter.

L'avance ou l'épaisseur de copeau que l'on peut admettre par tour de barre, ne dépend pas uniquement des qualités de la matière, mais encore du « fini » désiré.

Exemples de quelques avances pour l'axe de balancier *(fig. 4)* :

Ébauche pivot et ogive de A à C .	0,01 mm
Finition pivot A à B	0,002 mm
Finition ogive B à C	0,001 mm

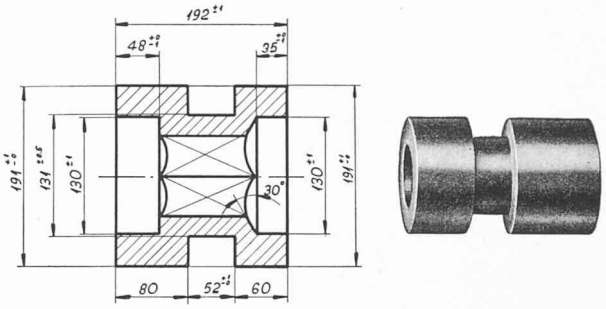


Fig. 14. — Pignon coulant où la pièce est percée, contre-percée et où le carré est étampé avant le tronçonnage.

4. Considérations actuelles

Le tour automatique n'a pas attendu qu'on parle de « l'automation » pour la réaliser en bonne partie. Cependant, depuis quelques années et plus encore qu'auparavant, les difficultés de recrutement de la main-d'œuvre ont poussé les fabricants d'horlogerie à demander que *le plus grand nombre possible d'opérations* soient exécutées par le tour, *même au prix d'une grande complication de la machine.*

Les opérations dites « de reprise » doivent être *évitées* autant qu'il se peut. Cette nécessité est devenue tout aussi impérative que celle de la précision *(fig. 14)*.

Par ailleurs, une deuxième exigence poussait dans la même voie : les pièces de la montre sont devenues si petites que pour certaines il n'est plus possible de les reprendre dans les machines exécutant des opérations à la suite de celles du tour automatique (difficultés pour les fixer ou risques de déformation, etc.).

Il en résulte que le *calcul des jeux de cames* est devenu une spécialité nécessitant beaucoup d'expérience et d'habileté. Il faut tenir compte, non seulement du nombre d'outils à faire travailler dans un ordre judicieux, mais également des réactions possibles des différentes combinaisons de mouvements sur la précision du travail (éviter les mouvements brusques ou accélérés, établir des repos pour libérer les tensions, etc.).

De nouvelles montres ont également fait leur apparition et ont dû être étudiées d'une manière expérimentale quant à la possibilité de fabrication de certaines de leurs pièces sur le tour automatique. A côté des questions de précision, de flexibilité, d'universalité, se présentent encore celles qui consistent à rester, pour ce qui est du calcul des cames, dans les limites des possibilités du *personnel* à disposition.

L'avenir semble être dominé, plus encore peut-être que par la nécessité d'augmenter la précision et le rendement des tours à poupée mobile d'horlogerie, par l'automation absolue qui consisterait à pouvoir faire chaque pièce à partir de la barre sans aucune opération mécanique ultérieure, et à corriger sans intervention humaine directe les variations des organes mécaniques.