

# L'histoire d'une machine à guillocher découverte dans le Jura suisse et restaurée à... Athènes

## 2<sup>e</sup> partie<sup>1</sup>

*Ioannis Monos*

*Traduction en français de Jean-Michel Piguet, avec l'aide des conseils avisés de Georges Brodbeck, guillocheur à Saignelégier*

### 2 - Fabrication du mandrin ligne droite

#### **Réglage et ajustage de la machine - Réalisation du mandrin à centrer**

Après le montage final, il était temps de commencer à tester la machine et ses fonctions. Tout d'abord, il est apparu que les jeux latéraux, les vibrations en bout de course, les tolérances de l'axe principal ainsi que du mouvement du chariot doivent être réduits au minimum. Chaque partie de la machine doit être ajustée très soigneusement par des essais, car la qualité de la coupe finale dépend beaucoup de la précision de la machine et d'autres facteurs tels que le degré de tension du ressort, la forme et la position du palpeur (touche), la hauteur du burin, etc.

Nous nous sommes vite rendu compte que le sur mandrin existant, il manquait des éléments nécessaires au positionnement de la pièce à plat. Comme on peut le voir sur les photos, il s'agit d'un mandrin à coupelle en fonte avec quatre vis sur son côté cylindrique pour maintenir et centrer la pièce circulaire. Ce mandrin est maintenu contre la plaque par une longue vis dont la base de la tête est de forme hémisphérique. Le siège de la tête de la vis, ayant la même forme que la base de la vis, permet de faire pivoter le mandrin et de l'incliner, et de le fixer dans n'importe quelle position non plane à l'aide de trois vis situées sur la plaque circulaire. L'ensemble peut être fixé sur l'axe du tour à l'aide de l'adaptateur pour les autres mandrins. (Fig. 1, 2, 3, 4)



Fig. 1



Fig. 2

<sup>1</sup> Pour la première partie, voir le bulletin Chronométriphilia n° 86, p. 50-65.



Fig. 3



Fig. 4

### Compléter le mandrin ligne droite

Le livre *Engine Turning* de Martin Matthews fournit de nombreuses informations sur le guillochage et donne une bonne description des deux types de machines utilisées. Le premier est la machine à guillocher capable de créer des motifs circulaires de forme ondulée ou non, tandis que l'autre, la machine ligne droite, peut réaliser des coupes de motifs linéaires de forme ondulée ou non. Un chariot peut être déplacé de haut en bas sur un support vertical. L'ouvrage passe devant le burin et le résultat est une ligne droite, mais si le chariot est forcé par un ressort à suivre la vague sur la crémaillère verticale à l'échelle 1/1, le résultat sera une copie de celui-ci. Encore une fois,

comme c'est le cas avec la machine à guillocher circulaire, on peut faire avancer le burin, régler la profondeur de coupe, décaler le motif, faire tourner le porte-pièce avec une vis sans fin tangente, etc. Parallèlement, Matthews décrit une autre façon de réaliser des coupes linéaires. En l'absence d'une machine à ligne droite, la machine à guillocher peut être convertie en cette dernière grâce à un accessoire génial appelé la coulisse ligne droite. Le corps principal de cette coulisse est une construction en forme de boîte rectangulaire dans laquelle est logé un mécanisme permettant de faire avancer la coulisse située à l'avant. Cette coulisse verticale, qui porte le mandrin porte-pièce de la machine à guillocher, est actionnée via une crémaillère par le pignon fixé sur le nez du tour.

La restauration de la machine à guillocher s'est avérée être un long processus. Compte tenu du fait que je n'avais aucune expérience préalable sur le sujet, les livres et quelques photos de machines existantes semblaient être le seul moyen d'obtenir des informations. Étonnamment, la possibilité de s'approcher d'une vraie machine existait au Musée d'horlogerie de La Chaux-de-Fonds. Au cours des vingt dernières années, j'ai visité le musée d'innombrables fois, surtout après m'être impliqué dans le projet de restauration de la guillocheuse et j'ai passé des heures sur la machine – qui avait appartenu au graveur suisse Alcide Nicolet<sup>2</sup> – à prendre des notes et à faire des croquis, susceptibles de m'aider à mémoriser la forme de chaque pièce différente afin d'être plus précis dans la reproduction des pièces manquantes de ma machine. À un moment donné, je me suis rendu compte que le mandrin porte-pièce monté sur ladite machine était plus complexe que je ne le pensais. Il s'agit essentiellement d'un mandrin avec la possibilité d'un positionnement vertical et latéral décentré et l'indexation habituelle de la pièce, mais un examen plus approfondi et répété a révélé qu'il pouvait également servir de mandrin ligne droite. Il y avait d'autres indices pour cela : la forme de « boîte » de la glissière verticale et l'ergot à sa partie inférieure et enfin le dispositif de fixation à la base de la poupée. J'ai parcouru

<sup>2</sup> Voir bibliographie: NICOLET Jean-Claude, *From Hand to Machine*, Scriptar, 1984.

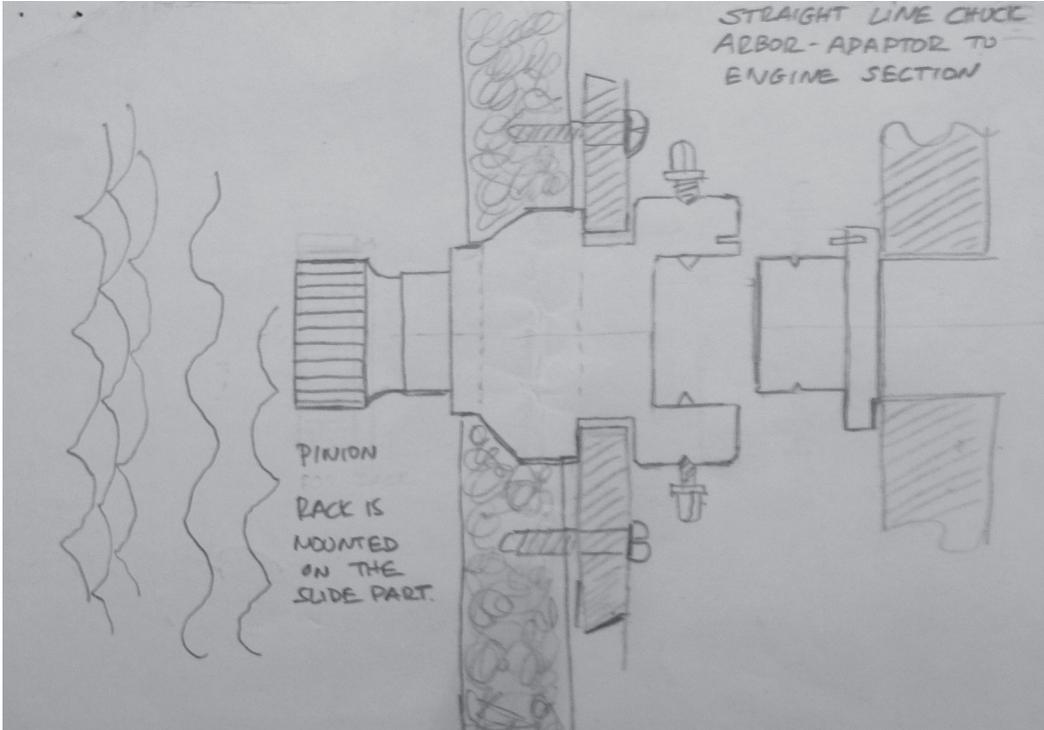


Fig. 5

la description de Matthews encore et encore et j'ai essayé d'imaginer la disposition de la version existante dans le musée. Il y a essentiellement deux façons de déplacer la coulisse de haut en bas tout en faisant tourner la machine... L'une utilise deux chaînes de type horloge à fusée enroulées autour de l'axe principal dans des directions opposées et l'autre consiste en une crémaillère et un pignon. Comme la version à chaînes me semblait plus proche du style anglais, j'ai pensé que l'utilisation d'une crémaillère et d'un pignon serait plus plausible et j'en ai fait un croquis en imaginant la forme et la position relative des pièces concernées. Avant ma visite au musée, je ne pouvais que spéculer sur la disposition des composants. Comme on peut le voir dans mes croquis, je pouvais imaginer l'existence d'un axe principal de forme conique et cylindrique comme ceux utilisés dans les burins fixes ou dans les machines à tailler les roues de l'époque. (Fig. 5)

Avec cela en main, je suis revenu au musée pour la rencontre Chronométriphilia en novembre 2018. En discutant avec Antoine Simonin, j'ai évoqué le « projet de restauration de la machine à guillocher », le mandrin ligne droite et la possibilité de son existence sur la machine du musée. Il a immédiatement eu l'idée que je puisse examiner la machine de près. Les jours suivants il m'a mis en contact avec Jean-Michel Piguet, depuis vingt-huit ans conservateur adjoint du musée, qui, après avoir été informé du projet, m'a très gentiment donné la possibilité de toucher et même de démonter les parties que je voulais analyser. Après un certain temps, tous les deux, avec l'aide de Masaki Kanazawa, horloger à l'atelier du musée, nous avons réussi, en travaillant parmi les visiteurs, à soulever l'unité de mandrin et à l'emmener à l'atelier pour un démontage plus poussé. Mon ami et mécanicien suisse Markus Glauss a pris des photos pendant tout le temps qu'a duré le travail.

Tout démonter ne s'est pas avéré être une tâche facile, car les pièces maintenues dans la même position pendant plusieurs décennies étaient collées. Les vieilles huiles et graisses deviennent gommeuses avec le temps et créent un film adhésif puissant, surtout entre les surfaces planes, ce qui rend la séparation très difficile. Après le nettoyage, les pièces étaient prêtes à être inspectées. Le mandrin composé était fait d'acier et de laiton et avait certainement une longue histoire à raconter. Plusieurs trous de différents diamètres sur les plaques de base nous ont informés de sa vie antérieure dans une ou plusieurs autres machines. Comme les matériaux étaient rares à l'époque, il était courant de modifier des parties de machines plus anciennes et hors d'usage pour en faire une nouvelle construction, ce qui permettait d'économiser des centaines d'heures de travail et des matériaux. (Fig. 6, 7)

Dans la description de Matthews de l'accessoire de tour Holtsappfel, la boîte en laiton est solidaire du tour, tandis que la coulisse en fonte se déplace. Il est apparu au premier coup d'œil que la machine de La Chaux de Fonds utilise la conception inverse : la coulisse, en acier, est fixe et la boîte, en laiton, est mobile. Le mouvement de montée et de descente de ce dernier utilise la conception de la crémaillère et du pignon. L'axe principal est en laiton ou en bronze dont la partie cylindrique avant tourne dans un trou situé au centre de la glissière, tandis que la partie arrière est un cône de diamètre beaucoup plus grand. La base du cône agit comme un épaulement pour le roulement cylindrique et le cône repose sur le trou conique d'une plaque en fonte. La position de cette plaque est déterminée par quatre goupilles en acier et elle est fixée par quatre vis à tête conique. Quatre autres vis sur la plaque fournissent le jeu nécessaire à la libre rotation de l'axe sans aucun jeu latéral ou axial. Markus Glauss a observé que lorsque les quatre vis de fixation amènent la plaque en contact total avec la boîte, les quatre autres vis s'y opposent. Le compromis entre les deux groupes permet la liberté nécessaire. Le pignon est fixé à l'extrémité avant de l'essieu et la crémaillère est positionnée sous la boîte en laiton avec les vis nécessaires pour l'ajuster et la fixer. (Fig. 8, 9, 10, 11)



Fig. 6



Fig. 7

L'examen des pièces réelles à l'atelier a montré que la partie conique était d'un diamètre beaucoup plus grand que je ne l'avais supposé, car sa base faisant office d'épaulement est essentielle pour la fermeté du mandrin. Je dois mentionner ici que j'ai eu toute l'attention et l'aide que je pouvais demander à Jean-Michel Piguet et à l'équipe de l'atelier du musée. Markus a réussi à prendre

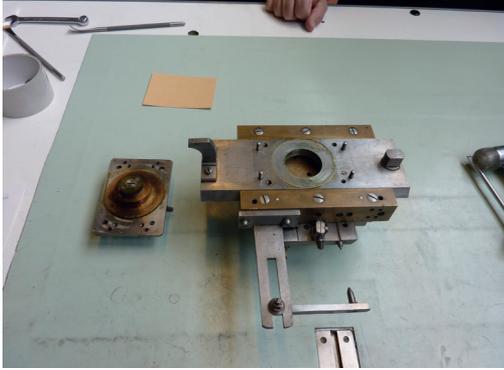


Fig. 8



Fig. 11



Fig. 9



Fig. 10

de nombreuses photos pour une étude et une référence ultérieures. L'ensemble du processus nous a pris environ quatre heures et après avoir pris les notes dont j'avais besoin, nous avons nettoyé les pièces et nous étions prêts à tout remettre sur la machine. C'est alors que Jean-Michel a eu l'idée de mettre la machine en mouvement et d'essayer de créer un échantillon simple avec le mandrin ligne droite, ce que nous avons fait. Après avoir lubrifié les pièces, nous avons mis le mandrin sur la machine. Ensuite, nous avons fait quelques ajustements grossiers et nous avons choisi une rosette et son palpeur (touche) correspondant. Dans un premier temps, nous avons découpé un cercle ondulé sur un disque en laiton maintenu sur le mandrin. Puis, nous avons changé le mode du mandrin et nous avons été étonnés de voir le burin graver une ligne droite ondulée. C'est dommage que nous n'ayons réussi à couper que cela, mais le temps pressait et nous devions partir. (Fig. 12)

En revenant à Athènes, je savais ce qu'il fallait faire. C'était évident, la machine que nous avons restaurée était faite pour être convertie en machine ligne droite, si nécessaire. De plus, parmi les pièces qu'on m'avait remises avec elle, il y avait une partie d'une coulisse avec un mandrin de centrage à quatre vis et un index à vis sans fin. Il pouvait s'agir des restes d'un mandrin ligne droite, la partie supérieure de celui-ci, la partie inférieure, la boîte, étant manquante. La mesure de la hauteur du centre du tour a montré qu'une boîte de 160 mm de long pouvait être maintenue dans la position

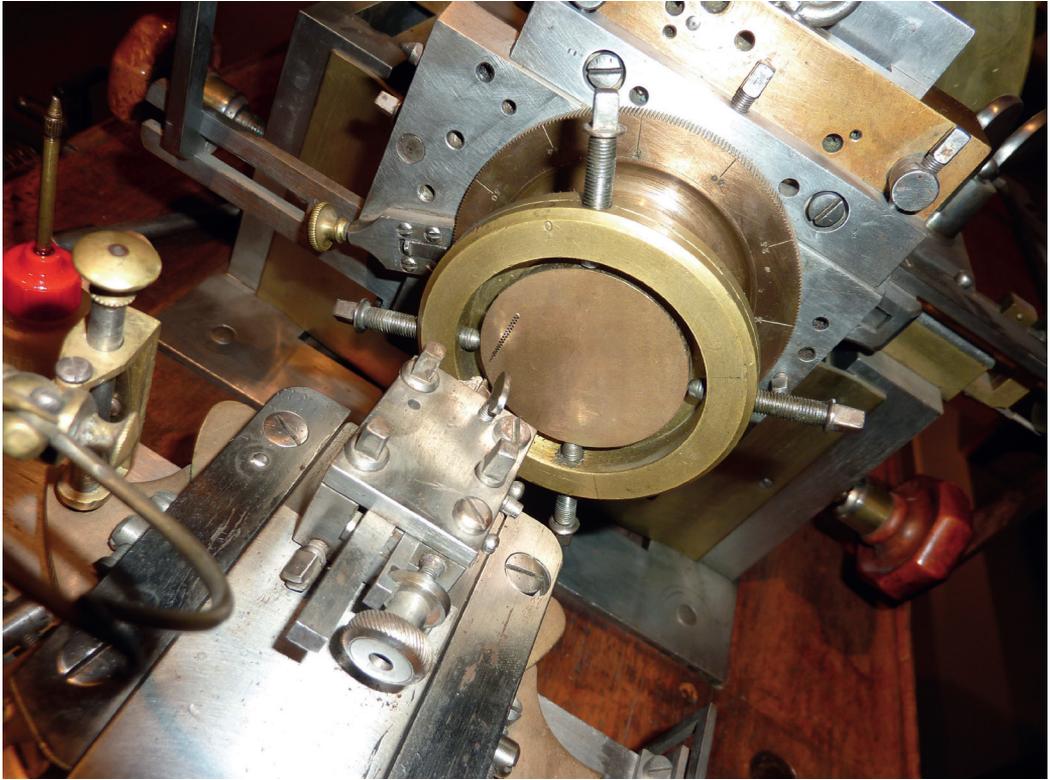


Fig. 12

prévue. La partie existante de la coulisse m'a permis de définir la largeur de la boîte comme étant d'environ 120 mm. Cela permettait une course d'environ 90 mm devant le burin et donc une pièce de ce diamètre pouvait être travaillée en toute sécurité. L'étape suivante consistait à décider de l'épaisseur de la boîte. Celle-ci est liée à l'épaisseur de la crémaillère et du pignon. Des mesures effectuées à La Chaux-de-Fonds ont montré que le pignon à loger devait avoir une épaisseur d'environ 10 mm. Pour la fabrication de la boîte, nous avons besoin d'une plaque d'acier de 20 mm d'épaisseur dont la moitié servirait à loger la crémaillère et le reste à supporter l'axe. L'ensemble doit être maintenu immobile et solidaire du tour. L'axe en laiton fixé à l'axe principal de la machine devrait tourner dans un trou cylindrique au centre de celle-ci et avec une plaque arrière en fer le retenant et lui assurant sa liberté. Je

me suis occupé à calculer les dimensions des différentes pièces et à faire le plan de travail. Nous devons commencer à partir de la boîte, donc Carlos s'est chargé de fabriquer les ébauches de la base, les deux coulisses latérales et les vis de réglage et de fixation. Plus tard, il a procédé à la fabrication de l'ébauche de l'axe principal à partir d'une barre de laiton martelée de 80 mm adaptée aux paliers lisses en utilisant sa fraiseuse Aciera conventionnelle et son tour Schaublin. J'ai effectué le tournage final sur mon tour d'outilleur Simonet d'avant-guerre en utilisant le burin à main et son support. Une fois l'axe principal en laiton ébauché, Carlos a terminé grossièrement la plaque arrière avec son roulement conique. Nous avons dû marquer et percer quatre groupes de trois vis sur chaque coin. Une de 5 mm pour l'axe de positionnement, une de 6 mm pour la vis de fixation et une de 5 mm filetée pour la vis de

réglage du jeu. Avec l'axe positionné et la plaque arrière tenue parallèlement à la base, j'ai percé le premier trou pour l'axe de positionnement et l'ai installé. Puis je suis passé à l'opposé en faisant la même chose. Le fait de taper avec un maillet en bois a donné la liberté nécessaire et a permis à l'axe de tourner en douceur. Il était maintenant possible de marquer et de percer pour les deux autres goupilles. Ensuite, sans l'axe et avec la plaque en place, nous avons marqué la position des vis de fixation et Carlos a finalement fabriqué toutes les ébauches de vis. Mon neveu Stratos Pappaioanou s'est occupé à sabler et à grener les pièces finies comme il l'avait fait lors de la restauration de la machine à guillocher. (Fig. 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23)

Un problème très critique avec le mandrin ligne droite est la vitesse de l'objet passant devant le burin par rapport à la forme de la coupe courbe. Comme on peut le penser, la forme de la vague produite dépend du rapport entre la vitesse de rotation du tour (rosette) et la vitesse de déplacement de l'objet. Alors que la hauteur de



Fig. 14



Fig. 13



Fig. 15

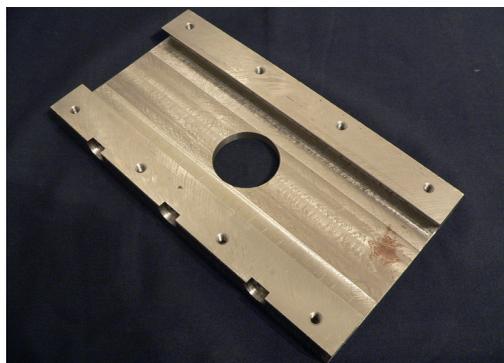


Fig. 16



Fig. 17

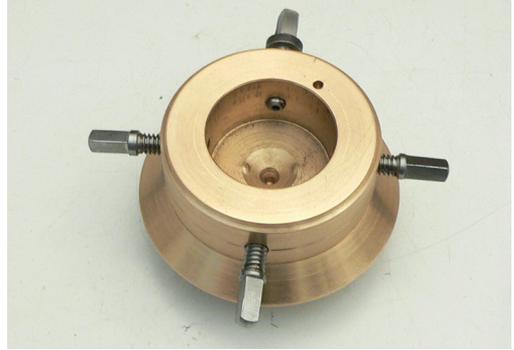


Fig. 21



Fig. 18



Fig. 22



Fig. 19

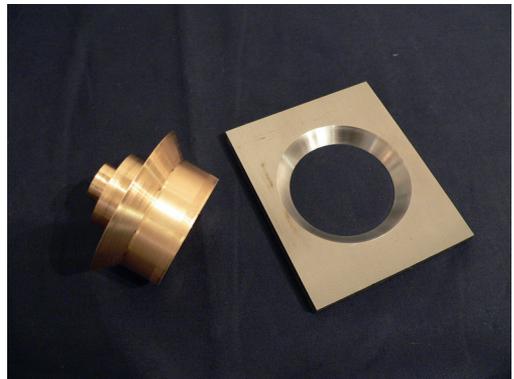


Fig. 23



Fig. 20

la forme de la vague est constante, sa longueur augmente avec la vitesse. Nous avons suivi les dimensions des pièces de la machine dans le musée et nous avons pris la décision de fabriquer un pignon de 28 mm de diamètre, 9 mm de long, avec 26 dents. La crémaillère mesurait 10 mm de hauteur, et 150 mm de longueur. Le module 1 a été choisi. En ajustant la profondeur de la crémaillère et la liberté de la glissière, on a obtenu une action assez douce. (Fig. 24, 25, 26, 27)

Les vis du mandrin pour la fixation de l'ouvrage ont d'abord été des ébauches fabriquées par Carlos, puis finies à la main sur mon tour. Nous avons utilisé la même procédure pour les vis de la glissière de la boîte. J'ai marqué toutes les vis et leur position relative avec un burin. Pour le ressort de l'index à vis sans fin qui manquait, un morceau d'un vieux ressort d'horloge a été utilisé. (Fig. 28, 29)

### **APRÈS-MONTAGE**

Le mandrin ligne droite complet peut être vu comme une unité sur les figures 30, 31, 32, 33, 34. Le chariot



Fig. 25



Fig. 26

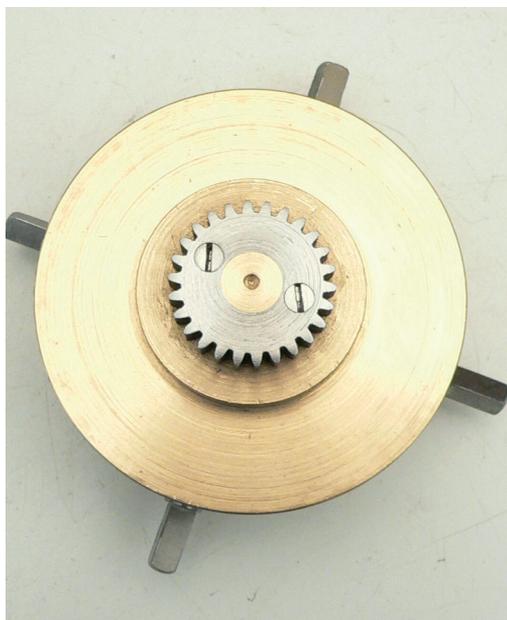


Fig. 24



Fig. 27



Fig. 28

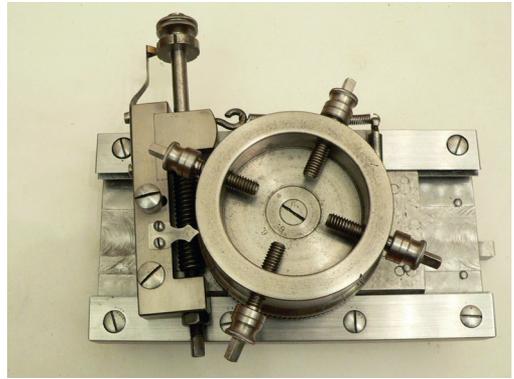


Fig. 30



Fig. 29

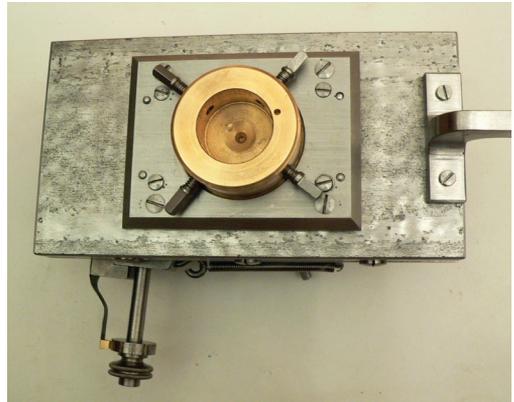


Fig. 31

avec la crémaillère en position et la boîte séparée sont visibles sur les figures 35 et 36. L'unité montée sur la machine est représentée sur les figures 37, 38, 39, 40, 41. Certains des premiers essais sont visibles sur les figures 42, 43, 44,45.

Après avoir utilisé la machine pendant un certain temps, il est devenu évident qu'il était impossible de créer le motif classique de l'orge en utilisant la rosette à 90 vagues existante. En fait, toutes les rosettes de la machine sont de haut profil. Par exemple, la rosette 90 a un profil de 1,2 mm de haut. Cela signifie que pour une pièce de diamètre relativement petit (60 mm ou moins), le grain d'orge est très large, ce qui rend impossible la rencontre de deux coupes successives et la création du sommet souhaité. L'analyse de vieux boîtiers de montre de poche

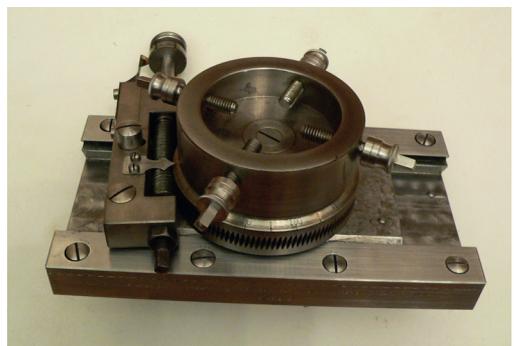


Fig. 32

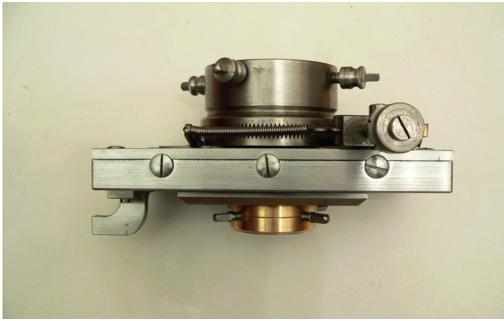


Fig. 33

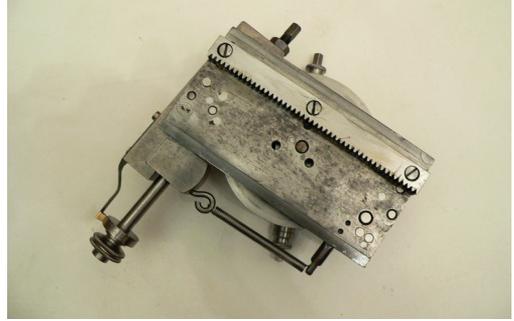


Fig. 36



Fig. 34



Fig. 37



Fig. 35

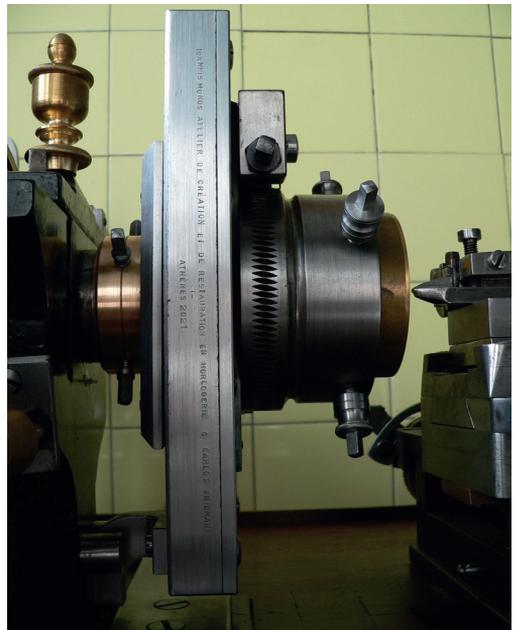


Fig. 38

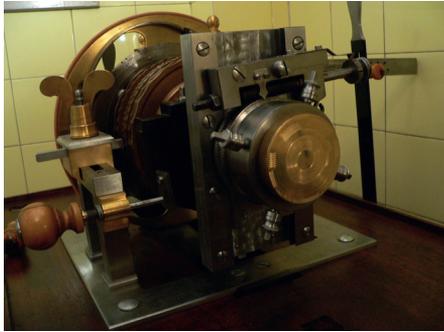


Fig. 39

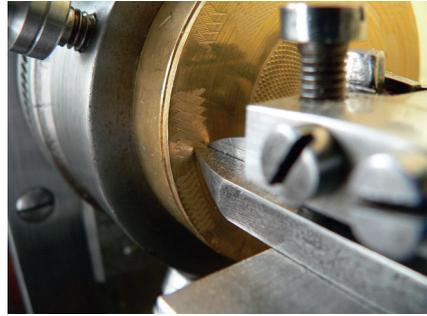


Fig. 42

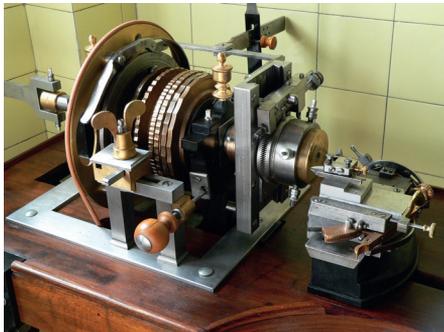


Fig. 40

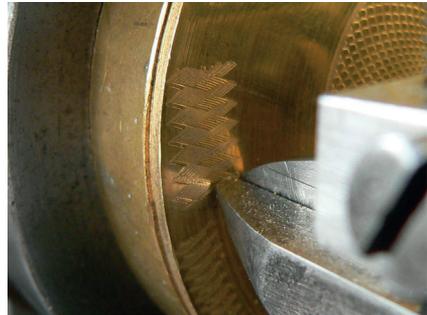


Fig. 43

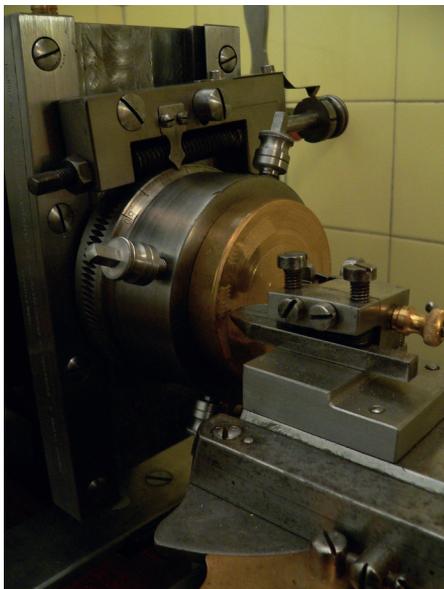


Fig. 41



Fig. 44



Fig. 45



Fig. 46

guillochés 18 lignes non utilisés avec un motif de grain d'orge à 96 vagues a montré que le rapport longueur/largeur du motif sur la coupe de la circonférence extérieure est d'environ 10/4. En examinant des cadrans en argent de la première moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, il est apparu que le grain d'orge produit en ligne droite a un rapport longueur-largeur d'environ 12/10. Nous avons calculé que la largeur du grain produit avec la rosette 96 est d'environ 0,4 mm et c'est la hauteur de son profil. Pour le grain d'orge produit sur des cadrans en ligne droite, nous avons mesuré une largeur d'environ 0,2 mm et la rosette utilisée comporte 240 vagues. Il est apparu clairement que pour créer le motif classique du grain d'orge, la règle est la suivante : plus le diamètre de l'ouvrage est petit, plus le profil de la rosette est bas. Des exemples de différents motifs réalisés au crayon et au papier, lors de l'expérimentation, peuvent être vus sur la

figure 46. Quelques coupes expérimentales dans une plaque de maillechort sont visibles sur les figures 47, 48, 49. Pour le motif sur les images 50 et 51, une touche en forme de T a été utilisée.

Et puis une dernière question se pose : La machine sur laquelle nous avons travaillé comporte un ensemble de rosettes à haut profil. Quelle était donc la raison de leur existence ? Était-ce pour des cadrans de plus grande taille, comme les pendules de Paris, les Bracket clock viennoises ou les régulateurs ? Se pourrait-il que la machine ait été utilisée pour décorer des mouvements de montres de poche, des platines et des ponts, où les motifs à hauts profils sont courants comme dans les décors utilisés sur les mouvements de montres américaines (*damaskeening*) ? Toute information supplémentaire serait appréciée ! En tout cas, pour l'avenir, nous savons ce qu'il faut faire : fabriquer un ensemble de rosettes à profil bas pour le motif du grain d'orge et pratiquer, pratiquer, pratiquer !



Fig. 47

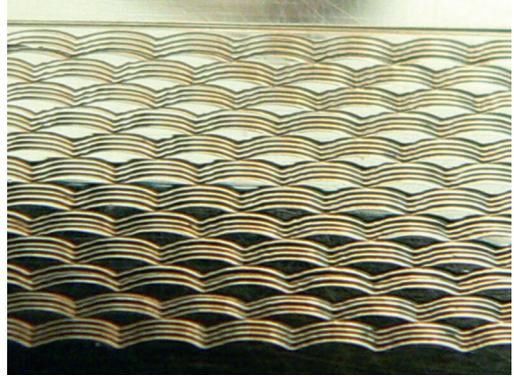


Fig. 50



Fig. 48

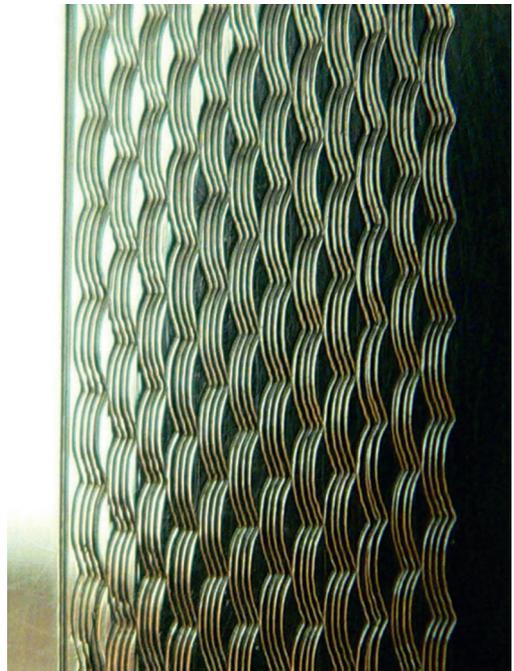


Fig. 51

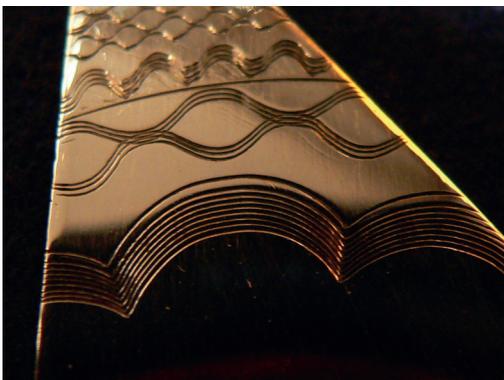


Fig. 49

## Remerciements

Par ordre alphabétique: Lea Coburg, Carlos Fridman, Markus Glauss, Masaki Kanazawa, Stratos Papaioannou, Renata Solari.

Remerciements particuliers à: Jean-Michel Piguet et Antoine Simonin pour leur aide à la réalisation de ce projet.

## Bibliographie:

MATTHEWS Martin, *Engine turning 1860-1980*, [s.l.: s.n.], 2005.

NICOLET Jean-Claude, *From Hand to Machine*, [s.l.]: Scriptar, 1984.

BERGERON L.-E., *Manuel du Tourneur*, tome II, Paris: Hamelin-Bergeron, 1816.

*Nouveau Manuel Complet du Tourneur*, tome III, Paris: Roret, 1843.

LUKIN James, *The Lathe and its Uses*, New York: John Wiley & Sons Publishers, 1868.

DANIELS George, *Watchmaking*, Londres: Sotheby's, 1993.

MATTHEWS Martin, *Engine turning*, DVD.

Le texte original en anglais pour les deux parties est disponible sur demande à l'adresse [bulletin@chronometrophilia.ch](mailto:bulletin@chronometrophilia.ch)

### À propos de l'auteur:

Ioannis Monos Horological Creations & Restorations Workshop, Athènes, Grèce.

[www.iomonoshorology.gr](http://www.iomonoshorology.gr)

## Die Geschichte einer im Schweizer Jura entdeckten Guillochiermaschine, die dann wiederhergestellt wurde in... Athen

*Zusammenfassung von Jean-Michel Piguet, von Wolfgang Carrier übersetzt*

### Teil 2

In diesem zweiten Teil beschreibt der Autor, wie er die Restaurierung seiner Guillochiermaschine, die im ersten Artikel im Bulletin 86 beschrieben wurde, abgeschlossen hat. Aus der Untersuchung der wenigen Teile, die er nach dem Kauf dieser Maschine in seinem Besitz hatte, schlussfolgerte er, dass es sich bei seiner Maschine nicht nur um eine klassische Guillochiermaschine zum Gravieren kreisförmiger Muster handelte, sondern dass sie aufgrund ihrer Konstruktion auch in eine «geradlinige» Maschine umgewandelt werden konnte. Nach einigen Nachforschungen fand er

eine ähnliche Maschine, die im Internationalen Uhrenmuseum in La Chaux-de-Fonds aufbewahrt wird, dank derer er die Pläne und die verschiedenen fehlenden Teile rekonstruieren konnte. Die zahlreichen Fotos, die während der Arbeiten gemacht wurden, erlauben es, Schritt für Schritt die Umbauarbeiten und die nach der Montage durchgeführten Tests zu verfolgen.

Am Ende des Artikels stellt sich der Autor eine Frage: Die Maschine, an der er gearbeitet hat, hat eine Reihe von Rosetten mit starkem Profil. Was war der Grund für ihre Existenz? War das für grössere Zifferblätter, wie Pariser Uhren, Wiener Bracket-Uhren oder Regulatoren? Könnte es sein, dass die Maschine für die Dekoration von Taschenuhrwerken, Platinen und Brücken verwendet wurde, wo grossflächige Muster üblich sind, wie bei den Dekorationen, die auf amerikanischen Uhrwerken verwendet werden? Für jede zusätzliche Information wäre er dankbar!