Fabrication d'une détente-ressort pour le chronomètre de marine n° 3501 de James Muirhead & son

Ioannis Monos[1]

Cette aventure horlogère que j'aimerais partager avec vous concerne la restauration d'un chronomètre de marine anglais du XIXe siècle et plus particulièrement la fabrication de sa détente qui était détruite. Dans tous mes projets de restauration, j'aime travailler avec les techniques de l'horlogerie traditionnelle. Manipuler les mêmes outils simples que les grands artisans du passé utilisaient pour créer des garde-temps est en effet très attirant et nous permet d'apprécier le potentiel de l'esprit et des mains de l'homme.

Cet instrument, héritage de la famille d'un client, a servi au début du XXe siècle (1906) comme chronomètre principal à bord d'un navire marchand grec. Des documents émis par John Grant of Leith ou John Brussex & Sons Liverpool, tous deux fabricants d'instruments nautiques et opticiens, nous renseignent sur le nom du navire (« Lefrosia » du capitaine Eliades), l'entretien et les performances chronométriques de l'instrument.

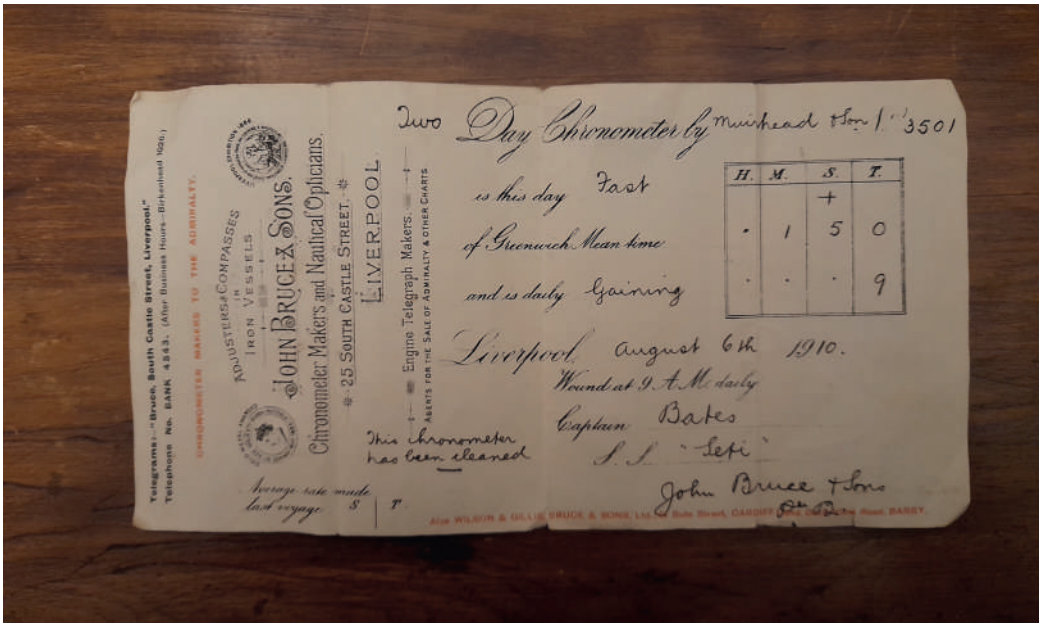


Fig. 1.

[1] www.iomonoshorology.gr Contact: info@iomonoshorology.gr. Le texte original en anglais est disponible sur demande à bulletin@chronometrophilia.ch

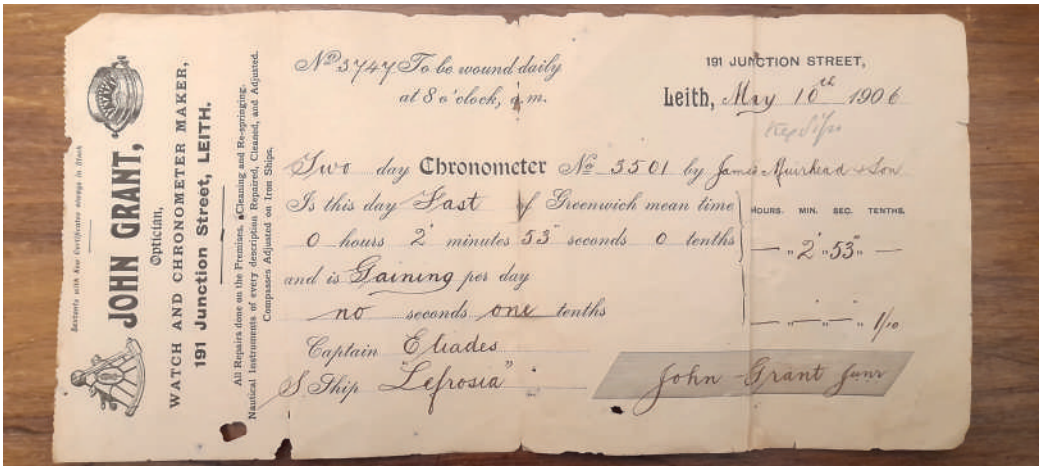


Fig. 2.



Fig. 3.

Description

Chronomètre de marine à deux jours de réserve de marche James Muirhead & Son No 3501, vers 1862-63.

La maison était située au 89 Buchanan str., Glascow, de 1871 à 1874 et au 57 Fenchurch Str. (district postal de Londres).

James Muirhead a été répertorié comme fabricant pour l'Amirauté, il a également utilisé des mouvements fabriqués par Thomas Mercer, Astmus Johansen, Victor Kullberg et John Poole.

L'ébauche est signée par Thomas et John Hewitt de Prescot. Il s'agit d'un calibre anglais commun à platine complète avec fusée et chaîne assistée par un dispositif de maintien de l'énergie de Harrison.

L'échappement et le balancier sont dotés de 9 rubis en saphir, le contre-pivot du coq étant en diamant, et tous les autres sont des paliers en laiton.

Elle est équipée d'un échappement à détente à ressort de type Thomas Earnshaw, d'un balancier bimétallique à compensation auxiliaire de John Pool et d'un spiral cylindrique en acier bleui avec courbes terminales.

Le cadran en laiton argenté, gravé à la main, comporte des chiffres romains et les aiguilles de type poire sont en or et en acier bleui.

La boîte intérieure, de type 3 pièces, est en acajou avec des angles et des poignées en laiton.

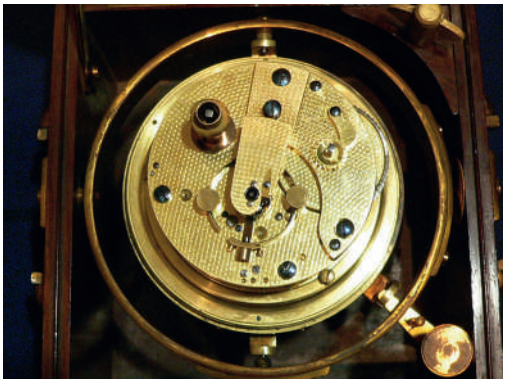


Fig. 4.

Elle comporte les cardans laqués habituels en laiton. La boîte extérieure est simplement en bois.

État avant restauration

L'état de l'instrument avant restauration était très mauvais. Outre le fait qu'il était très encrassé par de vieux lubrifiants, de la poussière et des traces de doigts, le problème majeur était sa détente brisée.

En fait, cette pièce très délicate a été complètement détruite par les anciens « réparateurs » et, comme on peut le voir, elle était cassée en trois morceaux, le ressort de détente, la vis de fixation et la rondelle étant tous manquants.

Le ressort de déclenchement était également déformé.

Il est apparu que quelqu'un de non qualifié a abîmé l'échappement en travaillant sur l'horloge et a ensuite essayé de « réparer » la détente cassée, d'abord en utilisant de la colle cyanoacrylique, puis en essayant de la souder à l'étain. Quelques vis ont été trouvées au mauvais endroit et la clé de la boîte intérieure a également été perdue.

Plan des travaux à effectuer

Les travaux de restauration ont été planifiés comme suit :

– Démontage complet du mouvement.

– Nettoyage dans le bain et au moyen de chevilles de buis.

– Inspection de tous les pivots et trous de pivots.

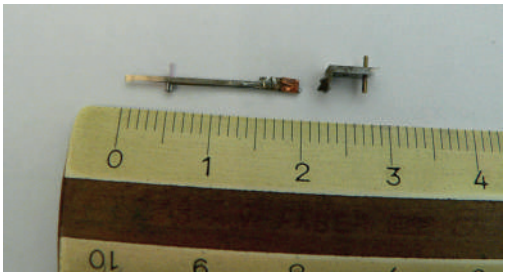


Fig. 5.

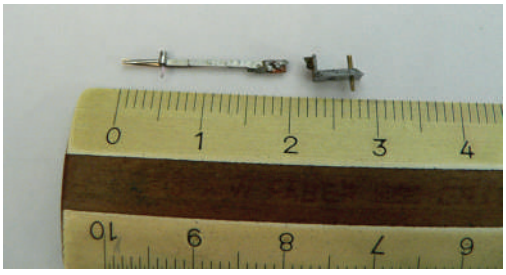


Fig. 6.

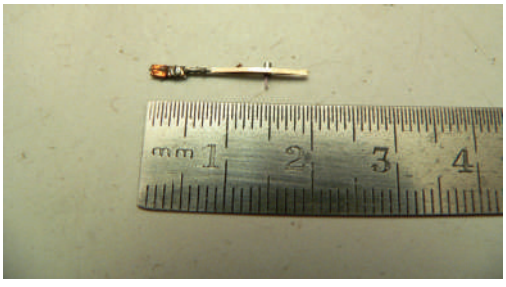


Fig. 7.

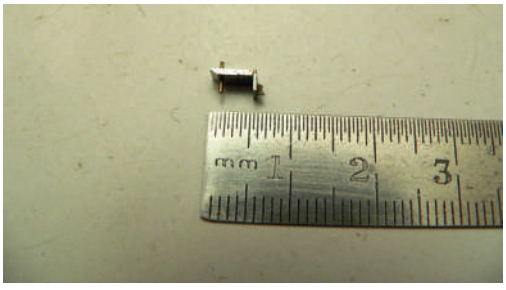


Fig. 8.

– Brunissage des pivots non polis.
– Prise de mesures, étude et calcul des dimensions définitives de la détente manquante, réalisation d'un dessin.
– Recherche dans la bibliographie des méthodes utilisées au XIXe siècle pour la fabrication des détentes
– Exécution de la détente – différentes étapes : marquage, limage, perçage, taraudage, trempe et revenu, définition de l'épaisseur du ressort, ajustements et finitions.
– Construction d'un outil spécial (outil à équilibre pivotant), pour la finition (polissage plat) de la détente.
– Assemblage du mouvement, huilage.
– Armement du ressort principal et égalisation de la force du ressort principal.
– Montage de la roue d'échappement, ajustements des ébats finaux.
– Montage du balancier, ajustements des ébats finaux.
– Mise en place de la détente, vérification des fonctions.
– Réglage chronométrique.
– Ajustement des cardans.
– Fabrication de la clé de la boîte intérieure perdue.

Travail sur la fabrication de la détente

La fabrication d'une nouvelle détente est une tâche difficile en horlogerie. Il est donc très important d'étudier la géométrie de l'échappement et ses actions à l'aide de la littérature horlogère.

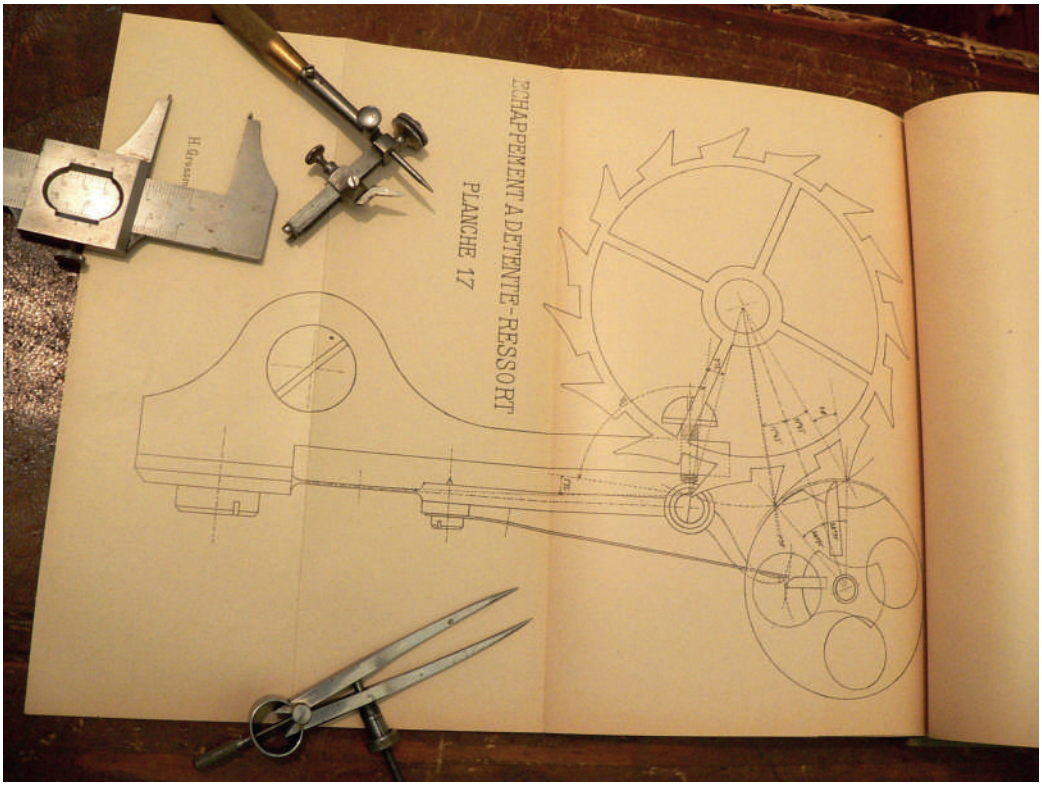


Fig. 9.

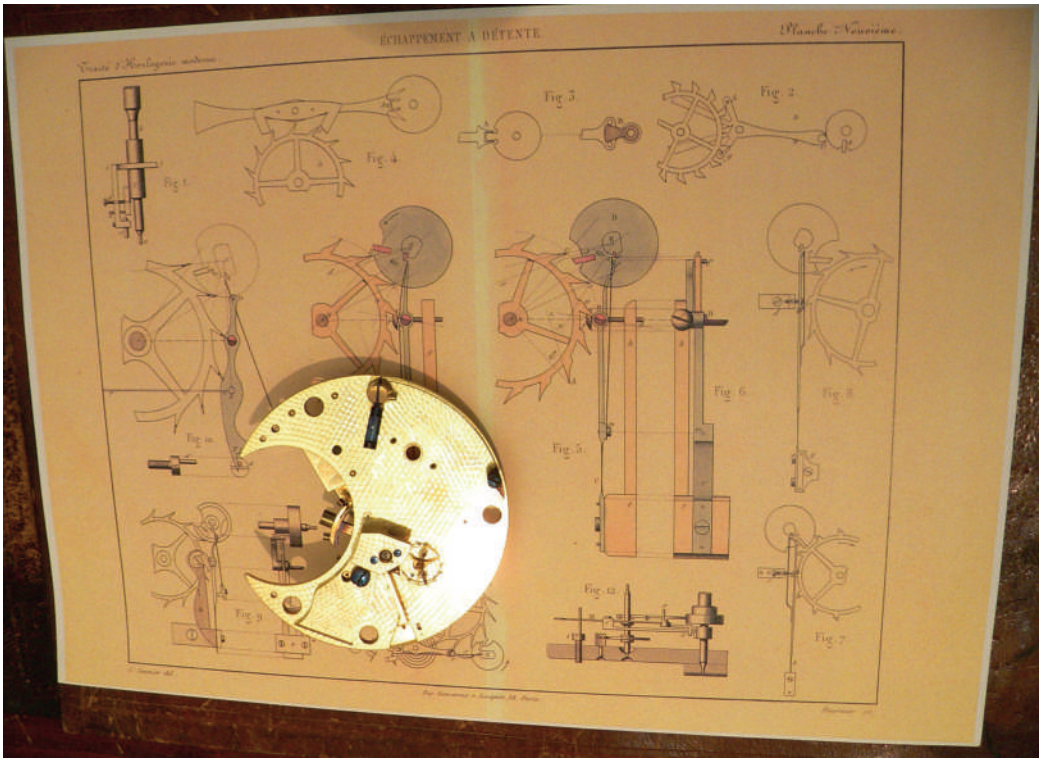


Fig. 10.

Il est clair que l'horloger doit définir très précisément toutes les dimensions de la détente, la position exacte de la levée d'arrêt, etc., afin d'éviter toute défaillance.

Décomposons l'ensemble de la procédure selon les étapes conseillées par Tony Mercer :

1) Pour commencer, nous choisissons un morceau de bon acier argent ou de n'importe quel type de bon acier au carbone d'une section carrée d'environ 4 mm, suffisamment long pour que, lorsqu'il est posé sur la platine, il s'étende de l'extrémité de celle-ci jusqu'au centre du trou de balancier inférieur.

2) Nous limons l'ébauche pour qu'elle passe facilement sous le filetage de la vis en laiton dans le goujon, puis nous réduisons la largeur à environ 3 mm.

Ensuite, nous limons une partie de l'ébauche pour former le pied qui doit avoir une épaisseur d'environ 1,3 mm.

À ce stade, nous devons fabriquer une nouvelle vis de fixation, car l'originale a été perdue. Nous marquons la position du trou, puis nous perçons et taraudons le trou à 1,25 mm. Nous procédons ensuite à la fabrication de la vis sur le tour et polissons enfin la tête. Une rondelle en laiton est également tournée pour fournir l'épaulement nécessaire.

3) En limant les deux côtés de l'ébauche de la détente de manière égale jusqu'à environ 1,8 mm et l'épaulement du pied, la forme de base est ébauchée.

4) Le perçage de la position du trou de la levée d'arrêt vient ensuite, et pour cela, nous devons mettre en place la roue d'échappement et le balancier sans son petit plateau et son spiral. En calant la roue d'échappement avec du papier, nous la positionnons de façon à ce que les deux dents qui embrassent le grand plateau soient à égale distance du bord du plateau. La dent suivante sera au-dessus de la détente et sa position doit être marquée avec beaucoup de soin. C'est la position de la levée d'arrêt. Nous enlevons la détente et



Fig. 11.

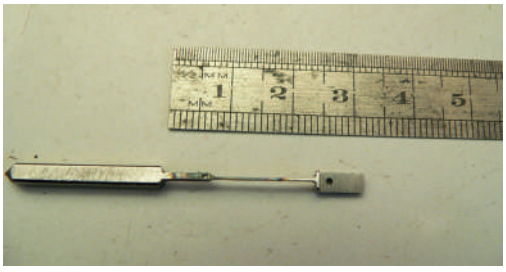


Fig. 12.

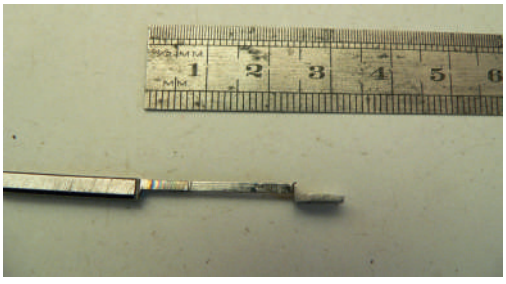


Fig. 13.

nous procédons au perçage du trou qui doit être légèrement plus petit que le diamètre de la levée en rubis. Pour former le tube, nous pouvons tourner un bouchon d'acier que nous pouvons utiliser comme guide pour la lime.

5) L'extrémité de la détente en forme de corne doit avoir une largeur de 0,35-0,40 mm et l'épaisseur du corps doit être d'environ 0,50 mm tandis que le ressort de déclenchement doit descendre à 0,25 mm par limage. Ensuite, nous devons déterminer la position du trou de vis du ressort de déclenchement en or. Pour cela, nous positionnons

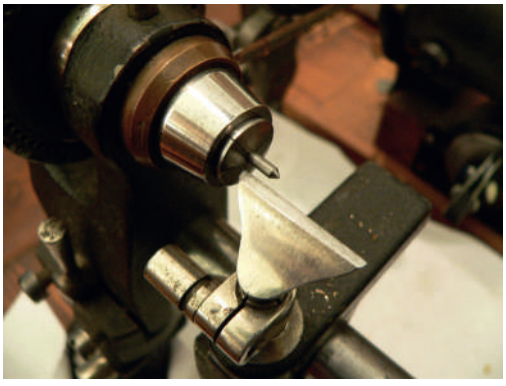


Fig. 14.

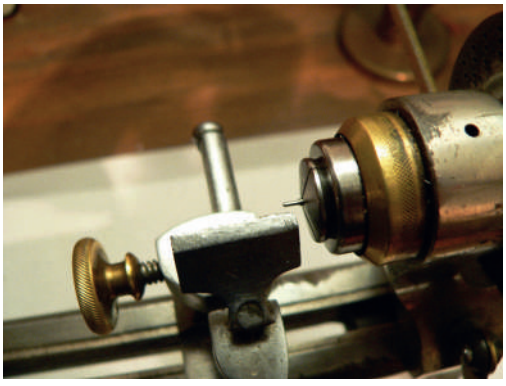


Fig. 15.

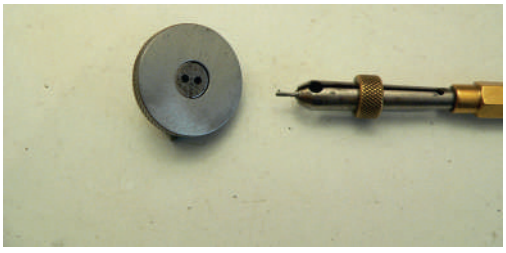


Fig. 16.

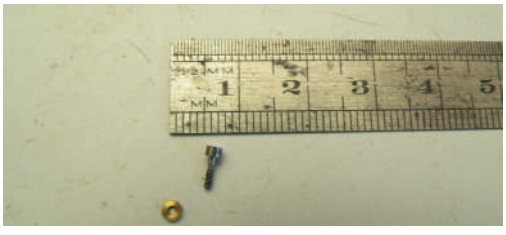


Fig. 17.



Fig. 18.

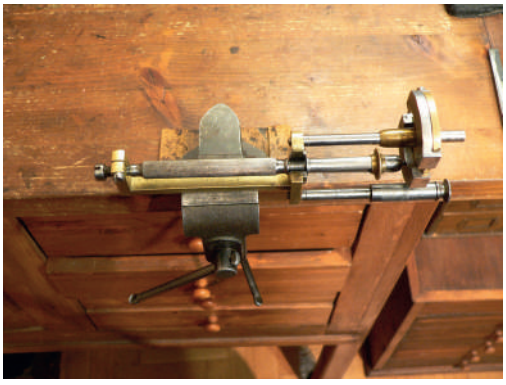


Fig. 19.



Fig. 20.

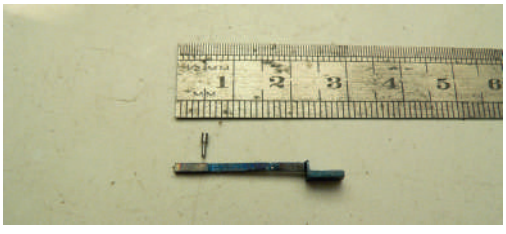


Fig. 21.



Fig. 22.

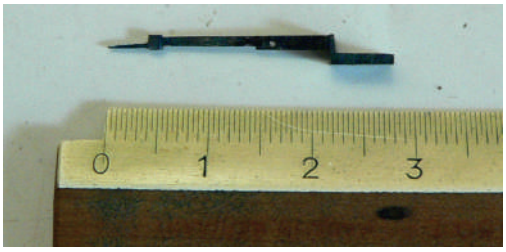


Fig. 23.

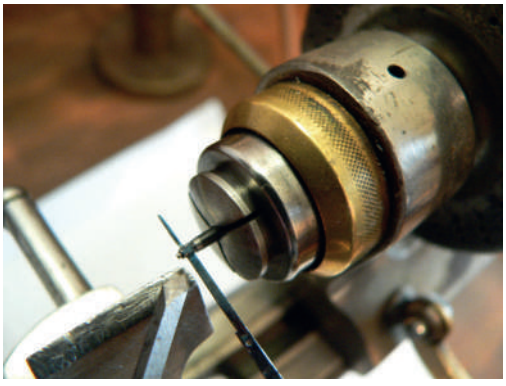


Fig. 24.

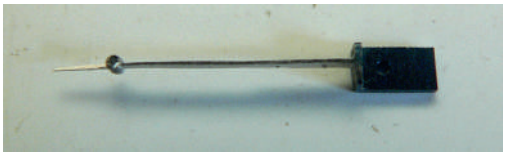


Fig. 25.

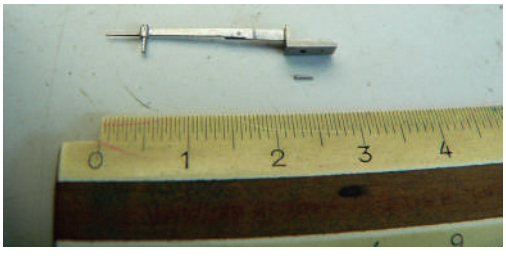


Fig. 26.

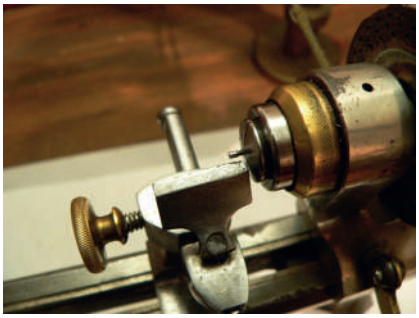


Fig. 27.



Fig. 28.



Fig. 29.



Fig. 30.

le ressort de sorte que son extrémité atteigne l'axe de balancier et, après le marquage, nous perçons et taraudons à 0,5 mm.

6) La trempe vient ensuite. Nous enveloppons la détente avec un fil de fer doux et fin, et nous le chauffons au rouge cerise (765-795 °C). Puis nous le plongeons dans de l'eau froide recouverte d'un film d'huile pendant environ 5 secondes. À ce stade, la détente est très dure et extrêmement fragile. Pour procéder au revenu, nous devons d'abord la débarrasser du fil de fer et ensuite la nettoyer soigneusement avec de la pierre à huile jusqu'à ce que tous les oxydes soient enlevés de sa surface. Ensuite, on la revient à 277 °C sur une plaque chauffée garnie de limaille de laiton. Il est important que l'extrémité en forme de corne soit souple, car il faudra peut-être la plier lors des derniers ajustements. Pour cela, on la place dans la limaille de laiton jusqu'à l'obtention d'une couleur bleue et on laisse refroidir. Il est vital que la chaleur n'atteigne pas le corps de la détente.

La finition n'est pas la même sur les différentes parties de la détente et l'on constate que le ressort est simplement adouci alors que d'autres parties sont polies. Différents outils à polir, en fer chargé d'abrasif mélangé à de l'huile, puis en laiton, en bronze ou en zinc, sont utilisés, chargés de diamantine ou de pâte de diamant de différents grains. La méthode la plus courante consiste à placer la détente sur un morceau de liège, ce qui assure la planéité du résultat, mais il existe un moyen très intéressant et sophistiqué de maintenir la surface plane sous le fer à polir : c'est ce que l'on appelle l'outil à équilibre pivotant !

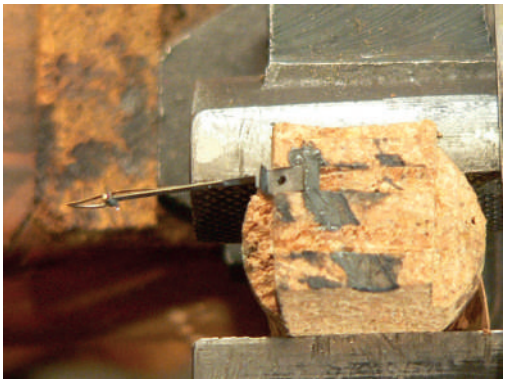


Fig. 31.

Fabrication et utilisation de l'outil à équilibre pivotant

Nous savons tous que, lorsque la pièce est maintenue sur l'étau, il est impossible d'obtenir une surface plane lors du limage ou du polissage, surtout lorsque la pièce n'est pas assez épaisse. On a découvert, après des années et des années d'expérience, qu'en tenant la pièce entre les pointes d'un tour de manière à ce que la ligne des centres repose sur le plan de la pièce, celle-ci ne résiste pas à la pression de la lime ou du polissoir, mais suit son mouvement en pivotant simplement entre les pointes du tour. L'outil à équilibre a été largement utilisé par l'industrie du chronomètre en Angleterre au cours des XIX^e^ et XX^e^ siècles et a connu différentes versions en fonction de la forme de la pièce. De tels outils sont très rares de nos jours et j'ai donc décidé d'en fabriquer un moi-même et d'en faire l'expérience.

J'ai commencé par utiliser des pièces de récupération trouvées dans mon stock et j'ai progressivement abouti au résultat présenté ici.



Fig. 32.



Fig. 33.



Fig. 34.



Fig. 35.



Fig. 36.



Fig. 37.

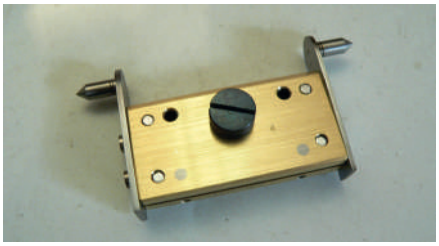


Fig. 38.



Fig. 39.



Fig. 40.

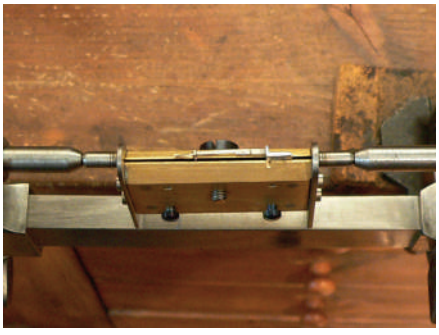


Fig. 41.

Ajustement de la détente

L'épaisseur du ressort de détente est d'une importance capitale. S'il est trop épais, le ressort devient trop fort et l'action de dégagement consomme beaucoup d'énergie et entraîne une perte d'amplitude. S'il est trop fin, l'action de repos devient incertaine. On calcule que l'optimum se situe aux alentours de 0,04-0,05 mm. La méthode habituelle pour amincir l'épaisseur du ressort consiste à soutenir ce dernier sur un morceau de liège, à le maintenir en position à l'aide d'une goupille qui passe par le trou de fixation du ressort d'or et, à l'aide d'un fer à polir chargé de carborundum ou de pâte de diamant, à le frotter soigneusement sur les deux faces.

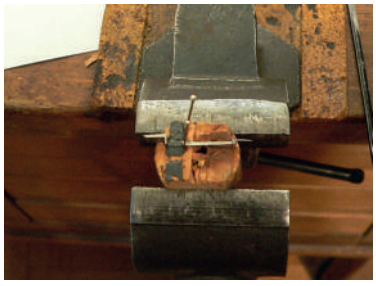


Fig. 42.



Fig. 43.

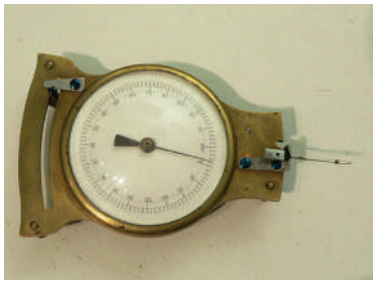


Fig. 44.

Assemblage de la détente et vérification des fonctions de l'échappement

La dernière étape consiste à installer la levée en rubis en forme de D dans le tube de verrouillage. Pour cela, nous préparons une goupille en laiton en forme de D qui s'adapte au tube et maintient la levée en position. Ensuite, nous tournons la levée d'arrêt d'environ 5° dans la roue d'échappement pour améliorer l'action de verrouillage et nous appliquons de la gomme-laque tout en chauffant doucement le tube. Tout surplus de gomme-laque doit être enlevé et la goupille en laiton au-dessus du tube doit également être limée à fleur.

Une fois la détente mise en place, nous devons définir sa position finale exacte et mettre en place la goupille en acier.

Nous essayons d'abord la détente sans le ressort de dégagement et nous raccourcissons la longueur excessive de l'extrémité de la détente tout en vérifiant que les deux dents de la roue d'échappement qui embrassent le grand plateau sont à égale distance de la palette d'impulsion du plateau et que la pointe de la dent suivante repose sur la levée d'arrêt. Ce contrôle est ce que l'on appelait à l'époque les « lumières », car ces jeux sont si faibles (0,075 mm) qu'ils ne laissent passer qu'un faible rayon de lumière. La profondeur du repos est ensuite réglée à l'aide de la vis de blocage de manière à ce que la dent de la roue d'échappement s'engage sur la levée de repos sur un tiers de sa largeur et que la détente soit maintenue par sa vis de blocage.

Nous plaçons ensuite le balancier avec le petit plateau, nous vissons fermement le coq et nous ajustons la position finale du ressort d'or pour que

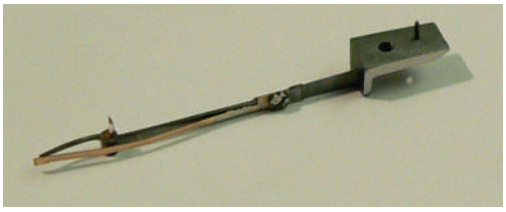


Fig. 46.

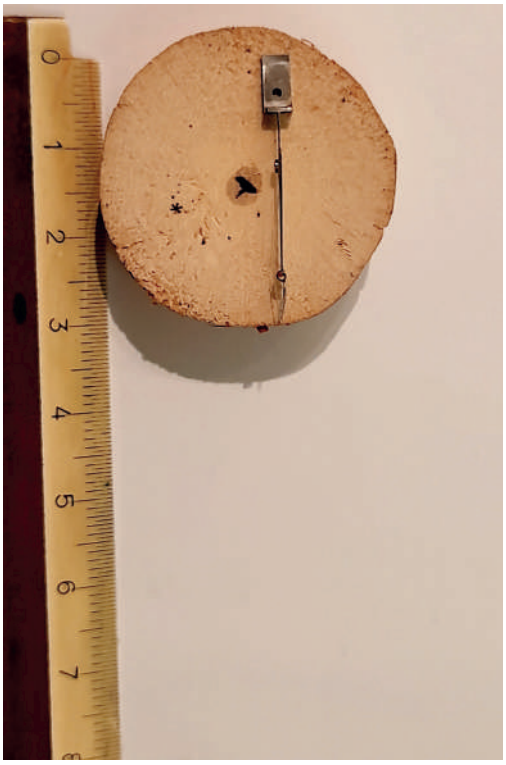


Fig. 47.

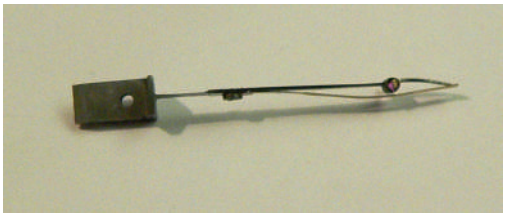


Fig. 45.

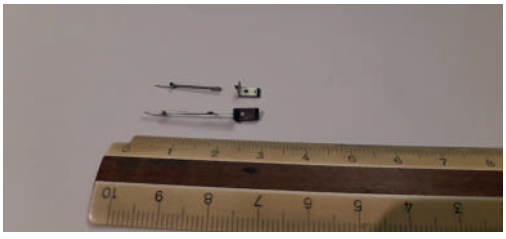


Fig. 48.

l'action de dégagement se produise. Si nécessaire, nous plions légèrement l'extrémité de la détente à la position souhaitée afin de corriger l'alignement et nous vérifions l'action une fois de plus. Nous sommes maintenant prêts à marquer et à percer le trou de la goupille en acier sur le pied de la détente. Pour cela, nous fabriquons une pointe en acier ayant le diamètre du trou correspondant sur la platine supérieure du mouvement et en le passant à travers le trou, nous marquons la position. Ensuite, nous dévissons la détente et nous perçons un trou avec une mèche en forme de D comme dans l'ancien temps.

Une goupille d'acier légèrement conique est tournée sur le tour et introduite dans le pied, sa longueur ne dépassant pas l'épaisseur de la platine supérieure. Lorsque nous remettons la détente en place, nous vérifions une nouvelle fois les dégagements et toute légère correction doit être effectuée en pliant légèrement la goupille.

Le contrôle final de l'échappement se fait avec le balancier en place, mais sans le spiral. On applique une force sur la roue des heures avec une cheville et on tourne le balancier dans le sens du dégagement. Si tout est correct, le balancier continuera à tourner, augmentant sa vitesse tant que la force de la roue est toujours appliquée.

Nous essayons ceci dans toutes les positions pour vérifier que les tolérances des trous de pivotement et la gravité n'affectent pas les fonctions de l'échappement.

Assemblage

Après le nettoyage à la machine et le nettoyage manuel à la cheville de bois, nous procédons à l'assemblage du mouvement. Les premières pièces que nous assemblons sont la fusée, en veillant à ce qu'elle soit bien lubrifiée avec de la graisse au graphite, puis le barillet du ressort. Pour introduire le ressort moteur, l'estrapade est indispensable. Une fois ces pièces et le cliquet de Harrison placés en position, nous pouvons maintenant visser les deux platines ensemble.

La lubrification de la chaîne de fusée se fait en la trempant dans un récipient rempli d'huile d'horlogerie pendant un certain temps. Ensuite, on l'essuie avec un chiffon et on l'accroche à la fusée sans oublier de mettre de la graisse sur l'axe du



Fig. 49.



Fig. 50.



Fig. 51.



Fig. 52.

crochet et on commence à l'enrouler sur la fusée. Le préarmement du ressort de barillet principal se fait en tournant l'arbre de barillet d'environ un demi-tour, ou encore, en utilisant l'outil spécial pour égaliser la force du ressort.

Nous plaçons maintenant la 3e roue et la roue des secondes, à partir de l'ouverture spéciale située sur la platine inférieure. La roue d'échappement vient ensuite, nous vissons le pont de maintien et nous ajustons les jeux de hauteur à environ 0,02 mm par les vis de chatons. Il est temps de monter la détente et enfin le balancier complet soigneusement équilibré, en vérifiant à nouveau le jeu dans le rubis de la partie supérieure.

Nous vérifions le fonctionnement de l'échappement en appliquant une force sur le train de rouage avec le doigt et nous procédons au réglage du battement.

Une bonne façon de procéder est la suivante : avec la dent d'échappement bloquée sur la détente, nous déplaçons le balancier jusqu'à ce que le ressort d'or quitte la levée de dégagement. Si nous relâchons le balancier, l'échappement devrait continuer à fonctionner. Ensuite, nous arrêtons le balancier et nous le tournons dans la direction opposée jusqu'à ce qu'il débloque la détente, reçoive une impulsion et que la détente bloque à nouveau une dent. Nous relâchons le balancier et l'échappement devrait à nouveau continuer à fonctionner.

J'ai pu ramener l'erreur journalière à environ +0,3-0,5 seconde grâce aux vis de chronométrage, mais il faut garder à l'esprit que le réglage d'un chronomètre de marine est un grand art en soi et une autre longue procédure. Les derniers travaux ont été l'ajustement du cardan et la fabrication d'une nouvelle clé pour la serrure de la boîte.

Bibliographie

Saunier Claudius, *Traité d'horlogerie moderne*, Paris, 1875.

Grossmann Jules & Hermann, *Horlogerie théorique*, vol. I et II, Bienne, 1912.

Gould Rupert, *The marine chronometer, its history and development*, Londres, 1923 et 1973.

Sweetman Eiffe John, *Account of improvements in chronometers*, London, 1843.

Mercer Tony, *Mercer Chronometers, history, maintenance & repair*, Ashbourne, Derbyshire, 2003

Cronin John, *The marine chronometer, its history and development*, Marlborough, Wiltshire, 2010.

Mercer Tony, *Chronometers makers of the world,* Londres, 1991 et 2004.

Moinet Louis, *Nouveau traité général d'horlogerie*, Vol. I et II, Paris, 1848.

Glasgow David, *Watch and clock making*, Londres, 1885.

De Liman, *Traité du rhabillage & de la réparation de l'horlogerie actuelle*, Besançon, 1861.

Gros Charles, *Échappements d'horloges et de montres*, Paris, 1912.

Commission de la société pour l'avancement des arts, *Description des échappements*, Genève, 1831.

Daniels George, *Watchmaking*, Londres, 1985.

Journal suisse d'horlogerie, Années I & II, Genève, 1876-1878.

Rambal Joseph, *Enseignement théorique de l'horlogerie*, Genève, 1889.

Herstellung einer Gesperrfeder für den Marinechronometer Nr. 3501 von James Muirhead & son.

Zusammenfassung von Jean-Michel Piguet, Übersetzung Wolfgang Carrier

Ioanis Monnos, ein in Athen ansässiger Uhrmacher, legt uns hier einen Artikel über die Herstellung eines Gesperrs für einen englischen Marinechronometer vor. In unserem Bulletin sind bereits mehrere Artikel dieses Uhrmachers erschienen, in denen Ioanis bei seinen Restaurierungsprojekten gerne mit den Techniken der traditionellen Uhrmacherei arbeitet. Mit denselben einfachen Werkzeugen zu hantieren, die die grossen Handwerker der Vergangenheit zur Herstellung von Zeitmessern verwendeten, ist in der Tat sehr attraktiv und lässt einen das Potenzial des menschlichen Geistes und der menschlichen Hände erkennen.

In diesem Artikel beschreibt er Schritt für Schritt die verschiedenen Phasen der Herstellung einer Gesperrfeder, angefangen beim Rohmaterial bis hin zum fertigen Stück, das im Chronometer in Gang gesetzt wird. Er beschreibt darin auch die Herstellung eines schwenkbaren Auswuchtungswerkzeugs, eines Werkzeugs, das zwischen den Spitzen einer Drehbank positioniert wird und das von Uhrmachern verwendet wird, um eine perfekt ebene Oberfläche auf den Teilen eines Werkstücks zu gewährleisten, die poliert werden sollen.