

LES ROUAGES D'UNE MONTRE MODERNE

L'invention des premières « horloges de poche » remonte à la fin du xv^e siècle, mais, depuis lors, que de métamorphoses ne subirent-elles pas, que de perfectionnements réalisés dans leur mécanisme, que de régularité apportée dans leur marche ! Les anciennes montres, comme toute machine à mesurer le temps, comprenaient un moteur (corde à boyau alors), un rouage ou train d'engrenages transmettant le mouvement à un échappement, petit système mécanique à la fois modérateur et régulateur destiné à empêcher l'épuisement trop rapide de la force motrice. On conçoit effectivement que l'organe moteur arriverait promptement à la fin de son déroulement si un artifice ne ralentissait pas le mouvement de la dernière roue, en ne laissant échapper ses dents que une à une et à intervalles réguliers. Cette fonction était primitivement remplie par un échappement à palettes portant sur son axe une barre méplate ou un balancier annulaire alternativement poussé à droite et à gauche. Malheureusement, ces montres se réglaient assez mal et ne donnaient l'heure qu'avec un écart allant parfois jusqu'à une heure par jour. L'horloger Gruet imagina de relier la fusée au barillet par une chaîne plate en acier au lieu de la corde à boyau, ce qui permit d'augmenter leur précision tout en diminuant leur grosseur.

Toutefois, le mouvement était encore loin d'atteindre la perfection. Il fallut que Huygens adjoigne le ressort spiral au balancier pour que la marche des montres devienne beaucoup plus régulière (1674). Les écarts ne dépassaient plus alors quelques minutes par vingt-quatre heures. Puis, grâce aux échappements à cylindres et à ancre, on put marquer l'heure avec une exactitude suffisante pour tous les usages de la vie civile, tandis que l'invention des montres à répétition par l'Anglais Barlow, des timbres-ressorts par le célèbre

Julien Leroy, de l'échappement à cylindre par Graham et des premiers chronomètres par Harrison, portaient l'horlogerie du xviii^e siècle à un haut degré de perfection.

Jadis le même ouvrier fabriquait le mécanisme intérieur et le boîtier qu'il ornait de ciselures ou de gravures. Aussi l'établissement d'une montre prenait beaucoup de temps, coûtait très cher, et seuls les gens riches pouvaient s'offrir le luxe d'en posséder. Par la suite, les horlogers et les orfèvres s'étant réunis en une corporation unique, ils se partagèrent la besogne : les premiers réalisèrent le mouvement tandis que les seconds se chargèrent de l'habiller. La classe moyenne put alors acheter des montres.

Au cours du xix^e siècle, les Suisses subdivisèrent encore le travail. Le montagnard industrieux eut l'idée d'occuper ses longues veillées d'hiver en faisant quelques pièces isolées des mécanismes qu'il apportait au marché en même temps que les produits de sa ferme ou de ses champs. Des fabricants les achetaient, les assemblaient pour en constituer un mouvement de montre, qu'ils ajustaient dans un boîtier confectionné par des spécialistes.

Cependant, l'industrie moderne trouva encore beaucoup trop lent ce mode de production. L'Amérique et la Suisse créèrent alors de vastes usines où on confia à des machines perfectionnées le soin d'exécuter les 150 et quelques pièces différentes dont se compose une montre moderne ordinaire. Dès lors, les « toquantes » se démocratisèrent, et maintenant, pour 5 à 6 francs, le plus modeste ouvrier se paye un « oignon » qui lui indique assez exactement les heures du jour !

Autrefois, un horloger établissait quelques douzaines de montres par an ; la fabrique de Elgin (États-Unis), actuellement la plus vaste du monde, en fabrique plus de 6 000 par jour, et cela avec un per-

sonnel de 5 000 ouvriers ! De son côté, l'industrie horlogère suisse se développa à la suite de l'invention par le Neuchâtelois Lutz, d'une méthode de fabrication des spiraux en acier trempé. A peu près vers la même époque, l'échappement libre à ancre entra dans la pratique courante grâce aux perfectionnements successifs qu'y apportèrent l'Anglais Mudge, les Genevois Pouzait, Leschot et les frères Léchaud. L'horlogerie suisse a pris aujourd'hui un extraordinaire essor, puisqu'elle fait plus de 100 millions d'affaires annuellement.

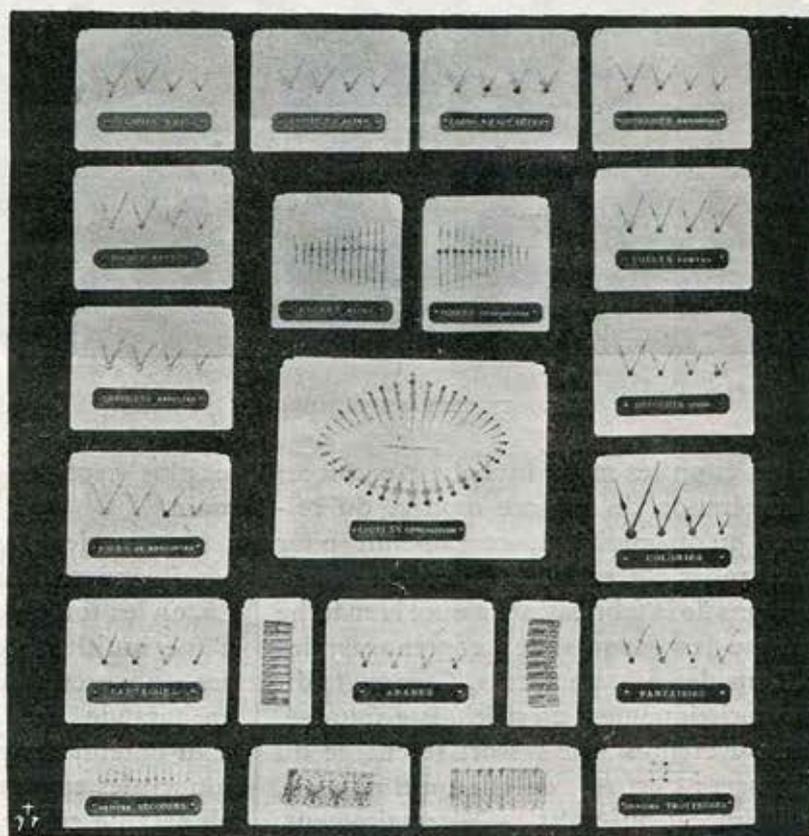
Besançon la concurrence, mais encore de très loin, quoique ses fabriques fournissent 450 000 montres par an, représentant une valeur de plus de 20 millions de francs, soit les quatre cinquièmes des transactions horlogères de la France entière. Nous verrons tout à l'heure que ses chronomètres ne le cèdent en rien à ceux de l'industrie étrangère.

Aujourd'hui, quoiqu'il existe encore certains établissements demandant aux fabriques d'ébauches de leur livrer, d'après leurs plans, des mouvements demi-bruts qu'ils achèvent dans leurs ateliers ou qu'ils donnent à terminer au dehors à des ouvriers travaillant chez eux, ce système disparaît de plus en plus devant l'immense usine où il n'entre que des matières premières brutes qui en sortent transformées en mouvements revêtus de leurs boîtes. Là, presque tout

s'opère mécaniquement. On y fabrique automatiquement les balanciers compensateurs, on y sertit à la machine jusqu'aux rubis et aux pierres fines.

La montre moderne se compose de deux parties principales : le *mouvement* et la *boîte* protectrice, dont nous étudierons séparément le fonctionnement et la fabrication actuelle.

Le *mouvement* peut être plus ou moins compliqué. L'ébauche la plus fruste se compose d'une cinquantaine de pièces, y compris les vis, et exige 600 opérations environ, que 450 machines diverses : découpeuses, tours variés, perceuses, fraiseuses, etc., se chargent d'exécuter avec une précision mathématique. D'ailleurs, une bonne montre ordinaire comprend trois fois plus d'organes ; M. Leroy a même établi un chronomètre qui en comportait 975 et donnait 24 indications différentes sur ses deux cadrans.



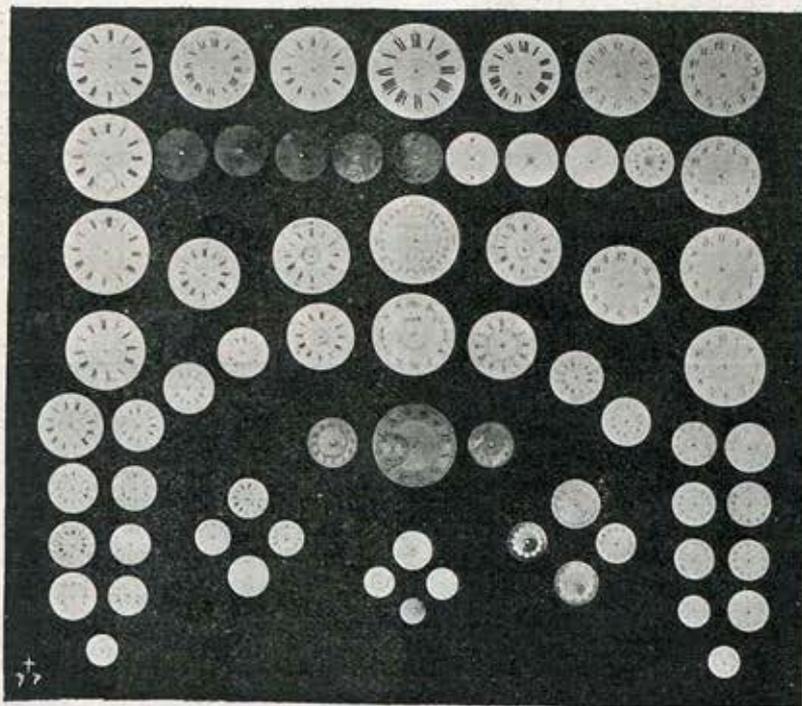
PRINCIPAUX TYPES D'AIGUILLES DE MONTRES

Comme nous l'avons constaté plus haut, les petits ateliers ont disparu peu à peu devant une concurrence acharnée, et les grands établissements s'attachent à perfectionner sans cesse leur outillage afin de réaliser toutes les économies possibles. Grâce à cette extrême division du travail et à ce machinisme outrancier, on rencontre aujourd'hui sur le marché des montres à tout prix qui se différencient par le degré de fini des pièces. Dans l'article très bon marché, on découpe les

contre métal; on ne garnit même pas les trous de pierres fausses.

En principe, le mouvement d'une montre actuelle comprend un ressort moteur enfermé dans un barillet et un certain nombre de roues et de pignons de réduction; l'ensemble se trouve enserré entre deux platines, dont l'une est souvent remplacée partiellement ou en totalité par une série de ponts. Ces derniers rendent aisé le démontage des pièces isolées mais ne présentent pas la solidité du

premier système, qui supprime automatiquement les jeux d'assemblage. Du reste, on découpe les ponts comme les platines au moyen de puissantes presses dans des bandes de laiton préalablement forgées, laminées et recuites de façon à en obtenir un métal parfaitement homogène. Le forgeage s'exécute au marteau pilon. Les ponts sont anglés par des emboutisseuses qui écrasent les plaques dans des formes en acier trempé. Ces pièces sortent de la machine plus régulières que si l'ouvrier



QUELQUES CADRANS DE MONTRES

roues et on les met simplement en place; l'exagération de la force motrice du ressort, qu'on choisit assez puissant pour vaincre les obstacles résultant des imperfections de la fabrication, assure la marche malgré les bavures des engrenages, les défauts des échappements. Comme le dit humoristiquement un spécialiste autorisé, M. Reverchon, « le ressort se charge du finissage; c'est lui, en effet, qui adoucit, qui lime et qui polit! » Nécessairement, avec ce système, la montre s'use rapidement, car les roulements se font métal

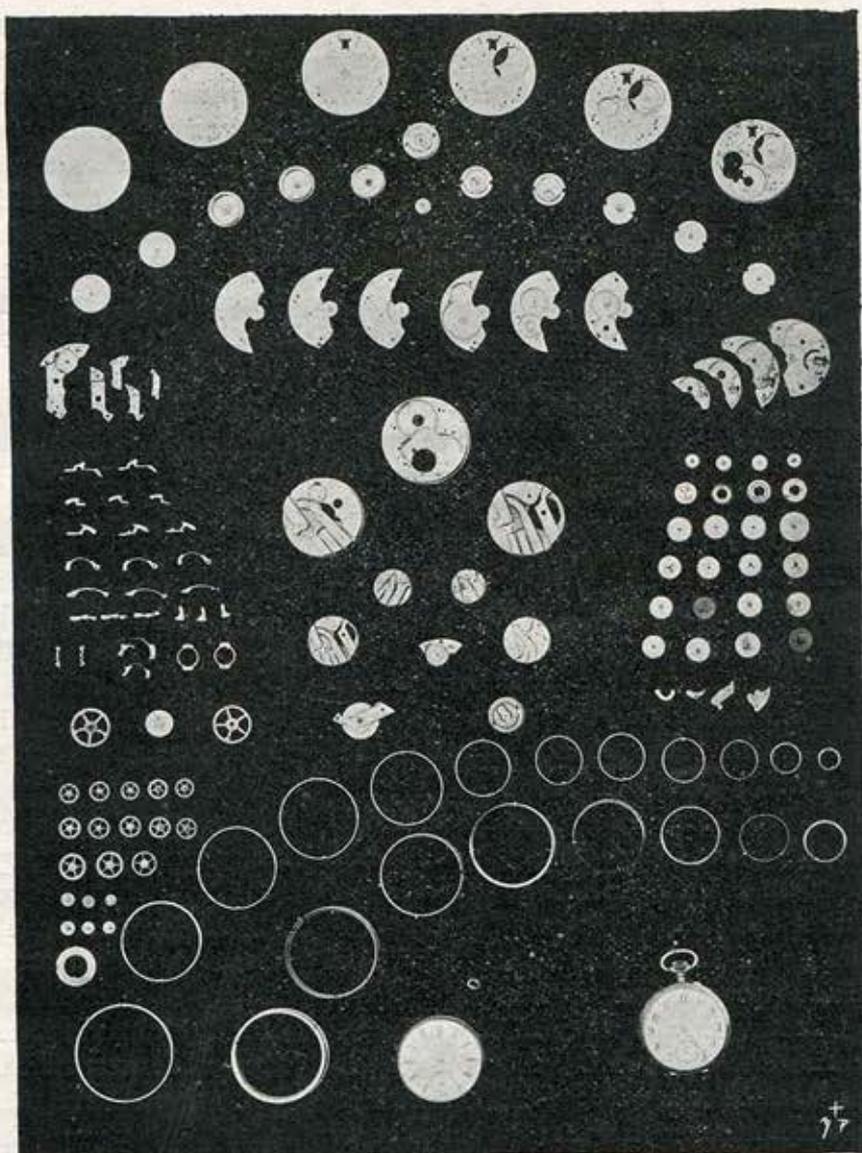
le plus capable les avait limées à la main.

Une fois les platines et les ponts découpés, ils arrivent dans l'atelier des ébauches. Là, on les tourne d'épaisseur, on les perce d'une multitude de trous, on y ménage des « noyures » où se logeront les roues, on taraude les filets des vis, on fraise pour obtenir des profils déterminés et on adoucit les engrenages ou les surfaces. La plupart de ces machines nécessitent des conducteurs, mais, dans certaines fabriques suisses, elles marchent automatiquement.

On apporte les pièces à tailler dans un magasin, l'instrument se charge de lui-même, et quand le magasin s'épuise, une sonnerie électrique avertit l'ouvrière qui apporte une provision nouvelle. Citons, comme merveille du genre, la machine à tailler les pignons de la manufacture des montres Oméga, à Bienne, dont les mouvements se trouvent réalisés à l'aide d'excentriques et de cames. On emmanche le pignon à tailler entre deux contre-pointes, dont l'une est calée sur un arbre portant un compteur diviseur. Celui-ci comporte autant de divisions que le pignon devra avoir d'ailes. La machine est

pourvue de trois fraises marchant à 2 000 tours par minutes, et le pignon avance de 3 centièmes de millimètre par tour. La première fraise fend le pignon, la seconde le taille à la forme voulue, la troisième rectifie le profil des ailes.

Une seule ouvrière surveille une dizaine de machines et sa fonction se borne à remplacer la pièce terminée par une autre, car la machine s'arrête automatiquement après l'achèvement de chaque pignon, et au bout de quinze secondes elle est prête



PRINCIPALES PIÈCES DU MOUVEMENT D'UNE MONTRE MODERNE

à repartir. Comme l'usine Oméga possède 18 de ces machines et que chacune d'elles taille quotidiennement 360 pignons, deux femmes suffisent à assurer la fabrication de 6 500 pignons, quantité nécessaire pour plus d'un millier de montres.

L'usine Oméga peut lutter d'ailleurs avec les grandes fabriques d'horlogerie d'Amérique; elle occupe 1 500 ouvriers, 1 000 hommes et 500 femmes, dont 900 dans les ateliers des mouvements, 350 dans ceux des boîtes et 250 pour les cadrans, l'émaillage, les aiguilles, etc. On

y termine chaque jour 720 montres environ, comprenant 144 pièces ayant 42 à 57 vis et nécessitant 1 662 opérations.

Quelques chiffres suffiront à donner une idée de la petitesse des vis horlogères. La rainure de tête des plus fines n'a que 5 centièmes de millimètre de largeur, et un kilo valant 16 500 francs en contient 680 000 environ !

Les différentes pièces ainsi réalisées sont polies avec soin, les plats sortent parfaitement plans, l'acier bruni sans le moindre trait, et leur interchangeabilité se trouve assurée. On vérifie d'une façon simple leur perfection. On prend une série de pièces identiques percées de trous dont le diamètre ne dépasse souvent pas un dixième de millimètre, et on les superpose de manière à former une couche de 8 centimètres environ. On s'assure alors que chaque série de trous forme un minuscule cylindre absolument lisse à travers lequel on regarde.

Des hommes et des femmes sertissent ensuite à la machine les rubis qui entrent dans les mouvements fabriqués chaque jour. Naturellement, la montre de pacotille ignore ce poli; la puissance exagérée de son ressort assure son fonctionnement.

L'échappement constitue la partie essentielle de la montre. Cet organe régularise le mouvement du barillet transmis aux aiguilles par les jeux de roues et de pignons; il a pour but de fractionner ce mouvement en parties égales. A cet effet, il comporte une pièce animée d'un mouvement oscillatoire laissant, à chaque vibration, échapper une dent de la roue. Cette pièce est le spiral muni d'un volant circulaire qui s'appelle balancier. Selon que l'axe de ce dernier agit directement ou non sur la roue, l'échappement est dit à cylindre ou à ancre.

Dans l'échappement à ancre, la forme de l'intermédiaire ressemble plus ou moins à une ancre, d'où son nom. Entre les mains des horlogers réputés, l'échappement à ancre se montre très précis. Depuis que Lutz a apporté dans sa fabrication

les perfectionnements nécessaires, le mathématicien Philipps détermina théoriquement les conditions d'isochronisme des oscillations ainsi que la forme à donner aux courbes terminales pour obtenir le maximum de précision. De leur côté, MM. Guillaume et Pettavel, de Fleurier; MM. Barber et Walker, de Coventry, imaginèrent de petits instruments permettant la réalisation pratique des divers types de ces courbes. Jusqu'ici, la Suisse a le monopole de ces spiraux, qui se font le plus souvent en acier écroui et en acier trempé. On en fabrique également en argent, en palladium, en bronzes divers et en acier-nickel pour les montres exposées aux influences des machines électriques. La production annuelle des spiraux atteint une vingtaine de millions, ce qui représente 5 000 kilomètres de longueur.

L'acier arrive à l'usine sous forme d'un fil de un millimètre de diamètre. On le tréfile dans des trous de diamant ou de saphir jusqu'à la grosseur nécessaire pour les spiraux gros, moyens, fins et extra-fins. Le fil employé pour une montre de 5 lignes (11^{mm},281) ne dépasse pas 2 centièmes de millimètre de diamètre. On le polit et on le lamine; la forme plate s'obtient en chauffant les lames enroulées dans une espèce de barillet.

Chose curieuse, l'acier réduit en spiraux constitue la substance fabriquée la plus chère du monde. A poids égal, les spiraux coûtent, en effet, 12 fois plus que l'or pur! Leur extraordinaire petitesse étonne. D'après M. Sivan, de Genève, le diamètre des plus petits d'entre eux (destinés aux montres de 5 lignes) est de 2^{mm},5, et chaque spiral de cette espèce pèse 1/256 de carat, soit moins d'un milligramme! Et cependant il porte sans se déformer jusqu'à 32 fois son propre poids.

Dans les montres ordinaires, le spiral s'attache par une de ses extrémités à la virole du balancier, tandis que l'autre bout passe entre deux goupilles fixées dans le pont du balancier dit « coq », et il se

compose d'un simple cercle métallique dont les dilatations ou contractions, sous l'influence de la température, entraînent des variations dans la marche. A l'aide de la raquette, on achève le réglage en allongeant ou en raccourcissant la lame du spiral.

Dans les bonnes montres, le balancier est formé par deux lames de métaux inégalement dilatables, ordinairement le laiton et l'acier. On les accole ensemble, sauf au voisinage de la barre diamétrale qui les supporte, de manière que les changements de température permettent au système de s'infléchir vers le centre ou de s'épanouir vers la périphérie. On achève la compensation, au moyen de masses convenablement vissées sur la couronne cylindrique.

Dans les chronomètres de précision, ces masses se mettent de façon plus compliquée ainsi que les différents systèmes ingénieux ayant pour but de supprimer partiellement « l'inégalité de dent » qui résulte de ce fait qu'une pièce réglée à deux températures avance ou retarde à tout autre point de l'échelle thermométrique. Quelquefois aussi, pour tromper le client, on dispose dans les montres communes un balancier constitué par deux lames assemblées d'une manière rigide et non séparées. Inutile d'ajouter que ces pseudo-balanciers compensés ne marchent pas mieux que les balanciers annulaires monométalliques.

L'invention, par M. C.-E. Guillaume, directeur-adjoint du Bureau international des poids et mesures, de l'acier-nickel pour remplacer l'acier dans le balancier, constitue un important progrès. Cela permet d'éloigner les coupures des points d'attache des barres et d'augmenter la solidité de l'ensemble.

Si dans les montres à bas prix l'échappement à ancre ne vaut pas cher, en revanche, c'est « le roi des échappements » pour conserver le réglage de la montre portée quand on le construit soigneusement, selon l'opinion autorisée de M. Na-

termann, directeur de l'École d'horlogerie de Genève. Il peut lutter avec l'échappement à détente des chronomètres de marine qu'on doit suspendre à la Cardan pour que le balancier oscille toujours dans un plan horizontal. Pour les petites montres de dames, il faut, en particulier, des échappements à ancre de fabrication très soignée, le balancier battant 21 000 vibrations à l'heure, soit 3 000 de plus à peu près que dans les montres de taille courante. Ajoutons d'ailleurs, pour nos lectrices que de tels bijoux tenteraient, qu'elles ne doivent pas choisir de montres dont le diamètre du mouvement n'atteindrait pas au moins 24 millimètres.... si toutefois elles désirent savoir exactement l'heure!

Avant de quitter la question des échappements, rappelons que Bréguet imagina les échappements à tourbillon qui exécutaient un tour en une minute afin de remédier aux variations de marche que présentent les montres selon qu'elles sont à plat ou pendues, que leur pendant se trouve en haut ou en bas, à droite ou à gauche. Ces pièces d'un fonctionnement très précis se fabriquent malheureusement avec difficulté. Aussi M. Bonniksen, de Coventry, a-t-il imaginé des échappements à carrousel d'une construction plus aisée et qui tournent en une heure au lieu d'une minute. L'usage de ce système est répandu en Angleterre.

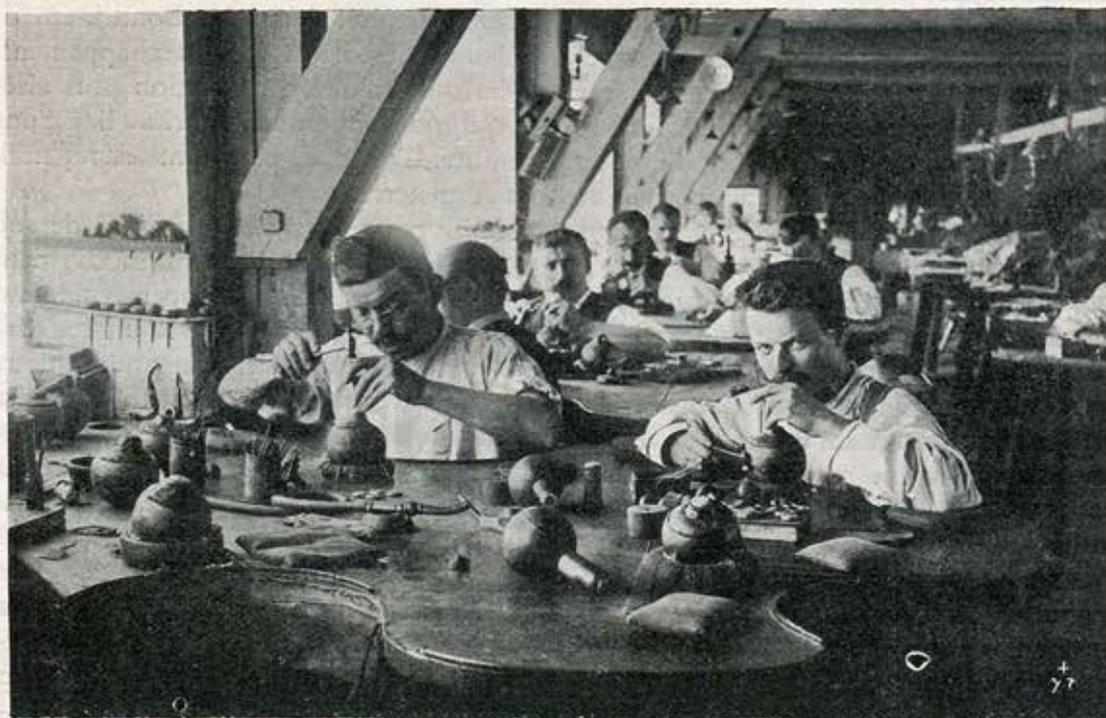
Mais pour transmettre à l'œil de son possesseur les indications du mouvement fini et pourvu de son échappement, il faut à la montre des *aiguilles* et un *cadran*. Jadis un bon ouvrier demandait deux jours pour limer dans le plein et ciseler le dessin d'une paire d'aiguilles. Aujourd'hui, grâce à l'estampage, on écrase un paillon de métal sur un bloc d'acier préalablement gravé, en moins de temps qu'il ne faut pour l'écrire. On prend donc des bandes métalliques qu'on commence par passer au laminé. Puisqu'il s'agit d'aiguilles à dessins plats, on les découpe au moyen de balanciers qui enlèvent successivement, « par saisons », les différentes

parties du dessin. Suivant que ce dernier est symétrique ou non, les saisons sont simples ou doubles. Finalement on détache la pièce de ses repères, toujours avec un découpoir. Ce système offre l'avantage de permettre au fabricant d'utiliser ses poinçons (souvent au nombre de plusieurs milliers) pour des dessins différents, en les combinant selon les goûts de sa clientèle.

Si l'aiguille est arrondie, on la frappe d'abord au balancier qui l'estampe, puis, après une douzaine de saisons, elle se trouve découpée. Alors on la grave, on la biseaute, et, une fois terminée, on la polit. Les aiguilles se font de toutes grandeurs, depuis celles destinées à la montre de 5 lignes (11^{mm}, 281) jusqu'à celles des gros « oignons » de 30 lignes (67^{mm}, 684). Elles sont en or, damasquinées, en acier, rouges ou bleues, en nickel, etc. Une paire d'aiguilles dites « colibri » pour montre 5 lignes ne pèse pas plus de 4^{mg},05; une aiguille de secondes en acier pour montre ordinaire de dame 12 lignes n'atteint pas le poids du milligramme; on pourrait donc expédier dans une enveloppe affran-

chie à 0 fr. 10 près de 20 000 de ces minuscules pièces d'horlogerie sans dépasser les 20 grammes réglementaires. Il est vrai qu'on risquerait d'attraper une amende!

Les marchands en gros vendent souvent les aiguilles d'heures et de minutes moins de un franc la douzaine, et les aiguilles à secondes au prix, qui semble dérisoire, de 0 fr. 50 la grosse! Et encore on les livre aux horlogers rivées, bleuies, mises en carte, bien que leur fixation sur cette dernière exige l'introduction de chacune d'elles dans deux fentes et un trou percé mécaniquement. Du reste, les belles aiguilles coûtent 96 francs la grosse, et même une paire d'aiguilles d'un chronomètre de marine vaut 10 francs. Quant à celles ornées de pierreries, leur valeur peut monter énormément. Cependant, toutes les aiguilles qui brillent sous le verre ne sont pas nécessairement empierrées. Nombre d'entre elles sont simplement décorées avec de petits morceaux d'aluminium collés dans une minuscule excavation, puis facetté à l'aide d'un outil spécial.



CISELEURS AU TRAVAIL

La plupart des *cadrans* de montres actuelles sont en cuivre ou en argent revêtus d'émail fond blanc. On commence par découper la plaque métallique à la dimension voulue (de 5 à 150 millimètres de diamètre), puis on la passe au feu afin d'y souder les pieds qui la relieront à la platine du mouvement. Ensuite, sur cette surface découpée à l'acide, on étale au moyen d'une spatule une pâte d'émail

pilé, tamisé et lavé. Chaque plaque reçoit plusieurs couches successives, dont chacune exige un séchage et une cuisson. En outre, on dépose également sur la face postérieure une épaisseur de « contre-émail » pour renforcer le tout. Une fois la plaque ainsi émaillée, la machine à pointer y marque au diamant l'emplacement du centre et celui des cadrans accessoires. Arrive alors le tour de la peinture, qui



SERTISSAGE AU MOYEN DE DRILLES

autrefois se faisait à la main, mais qu'on exécute aujourd'hui par décalquage mécanique ou par réduction photographique. Pour décalquer, on se sert d'une matrice d'acier à gravure positive sur laquelle vient s'imprégner un tampon de gélatine qui reporte sur le cadran le tracé des heures. Un ouvrier grave 6 à 800 cadrans par jour en moyenne.

La méthode photographique inventée par Boulanger, de Genève, permet de

réaliser, à l'aide de dessins très grands qu'on réduit, des cadrans absolument sans défaut. Grâce à ce procédé, on a pu revenir aux chiffres arabes délaissés depuis Bréguet, vu leur difficulté d'exécution.

On peint avec le noir d'émail, substance qui renferme de l'iridium et qu'on cuit ensuite au feu.

Les cadrans des secondes se creusent à la fraise dans le cadran principal ou se rapportent à biseau sur l'émail découpé.

Enfin, on lime le bord et on perce les trous.

Depuis plusieurs années, on fabrique des cadrans décorés recouverts de deux couches d'émail transparent ou « fondant », des cadrans « paillonnés » de parcelles d'or sous-fondant, de points, d'étoiles ou de fleurs, et des cadrans « flinqués », autrement dit en argent gravé et guilloché avec fondant qui laissent miroiter en dessous les dessins de la plaque. D'autre part, les nouvelles montres extra-plates ont fait revivre la mode des cadrans métalliques sans émail, à peinture directe, vu leur faible épaisseur. Les prix des cadrans varient de quelques sous à 25 francs pour les pièces compliquées.

Passons à la fabrication de la *boîte* en métal, or ou argent, qui peut se diviser en quatre parties : le dégrossissage, le montage, l'achevage et le finissage.

L'alliage d'argent est d'abord fondu dans un creuset de minerai de plomb chauffé habituellement dans un fourneau à vent et coulé dans des lingotières rondes et plates.

Les lingots ronds servent au dégrossissage des carrures, des lunettes, des bords, et du fil rond ou carré ; sitôt après la fonte, on les met dans un laminoir à coches, lequel se compose de cylindres encochés de différentes grosseurs et de forme carrée. Ils vont de là au laminoir à « passées » ou rouleaux mobiles. On introduit les lingots carrés entre deux de ces passées, choisies suivant la forme à obtenir et d'après la section du métal. Par suite de l'allongement de ce dernier, les carrures et les lunettes s'ébauchent déjà.

Les lingots plats s'emploient pour les fonds, les cuvettes, les carrures estampées, les lunettes refrottées, les porte-charnières et les pendants. Après la fonte, ils passent au gros laminoir à dégrossir pourvu de puissants cylindres en acier trempé et mis en mouvement par des engrenages combinés, permettant de faire de gros traits (terme de métier) ayant la propriété de resserrer le grain de la matière tout en l'allongeant.

Laminé à une certaine épaisseur au gros laminoir, le lingot plat passe à un second laminoir à rouleaux plus petits et plus polis, qui fournissent des plaques d'une certaine longueur, propres pour les cuvettes et les fonds.

Ces plaques laminées à l'épaisseur voulue sont découpées à la presse américaine. On insère la plaque dans un laminoir chargé de les faire avancer automatiquement, ce qui permet, une fois la presse réglée, de découper un très grand nombre de rondelles en peu de temps, et n'exige de la part de l'ouvrier qu'une simple surveillance.

Les lingots des carrures et lunettes, sortant du laminoir à coches, arrivent aux mains des soudeurs d'assortiments qui les roulent à la grandeur désirée, les soudent, et, une fois ragrandies au balancier à emboutir, les donnent aux tourneurs.

A l'usine de MM. Lévy frères, de Besançon, les carrures et les lunettes se tournent généralement sur deux sortes de machines : 1^o la machine Dubail et 2^o le tour revolver. La première repose sur le principe du pantographe, tandis que le second est à pistons mobiles.

Les carrures ou lunettes sont fixées sur une pince qui les serre automatiquement, et le tourneur donne à la carrure la forme, les battues, les crans, les fermetures, tout en observant minutieusement l'épaisseur et le poids demandé pour chaque pièce.

Les rondelles découpées, servant à faire les fonds et cuvettes, sont recuites, puis estampées au balancier à friction ou au mouton américain qui leur donne la forme nécessaire.

Le mouton américain se compose d'un socle en fonte et acier de grandes dimensions surmonté de deux montants. Entre ces derniers, est actionné, au moyen de courroies et d'engrenages, un poids mobile de 250 kilos qui, en venant frapper avec force la rondelle préalablement placée sur l'étampe, la transforme en fond ou en cuvette, et y imprime à volonté ciselures et gravures.



POSE DES CADRANS ET DES AIGUILLES

Les lunettes de verre ciselées se prennent dans un fond dont on découpe le centre.

On se sert pour cette opération du tour à revolver qui replie le rehaut et pique le cran de glace au moyen de molettes fixées aux pistons de la machine et de burins qui achèvent le travail. Ainsi préparées, les lunettes peuvent se fermer sur les carrures.

La première forme étant donnée aux fonds et cuvettes, ces pièces passent aux machines à refrotter automatiques, qui réalisent les bords plats et les fermetures. Finalement, on assemble toutes ces pièces et on les ferme sur les carrures. Il ne reste plus alors qu'à procéder à leur numérotage pour terminer le montage.

On distribue ensuite ces boîtes aux acheveurs par douze, vingt-quatre ou trente-six. Ceux-ci les ouvrent et les numérotent une seconde fois, par douzaine, en chiffres romains, sur le plat du fond

et de la cuvette ainsi que de la carrure. Ce numérotage sert à pouvoir rassembler convenablement les pièces de chaque boîte.

L'acheveur commence par souder à l'intérieur de la carrure des petites pièces d'argent destinées à soutenir l'emplacement des charnières. Il utilise pour cette opération de minuscules fils de fer avec lesquels il attache le morceau à la carrure; il trempe ensuite celle-ci dans de l'eau bouillante saturée de borax et la soude au chalumeau. Puis il donne cette carrure au fraiseur qui, au moyen d'une machine composée de huit arbres actionnés par leur courroie de transmission et munis chacun d'une fraise ayant son travail particulier, creuse sur les fonds, lunettes et carrures, les passages pour les charnières équarris ultérieurement au tour. La fraiseuse ménage également l'endroit du pendent et canon olive.

Boraxées et soudées au chalumeau, les boîtes sont décapées dans l'acide sulfurique étendu d'eau.

Le travail de l'acheveur se trouve donc terminé.

Une fois visitées à la sortie de l'achevage, les boîtes parviennent aux contrôleurs qui y apposent les marques.

Au retour du bureau de contrôle de l'État, on lisse les cuvettes et les fonds pour les plaquer ensuite.

Pour ce travail, le fond ou la cuvette est serré entre deux plaques de fonte chauffées à rouge et adapté à un petit appareil appelé « plaqueuse ».

Cette opération a pour but de tenir le milieu des cuvettes et des fonds bien plat et bien tendu. Après quoi, l'ouvrier décape à nouveau chaque pièce de la boîte qui passe successivement sur un petit tour, au gratte-bois, à la vergette et à la ponce. Il vérifie alors et passe les mouvements dans chaque carrure, puis les boîtes sont refermées et remises aux décorateurs.

Pour la *décoration*, on s'adresse encore aux machines. Les tours à graver sont fort curieux. Leur fonctionnement repose sur le principe du pantographe et des réductions. Dans la boîte d'or, comme le prix de la matière première joue un rôle prépondérant et que la concurrence abaisse énormément les prix, le fabricant arrive à des résultats extraordinaires. Ainsi on réalise des boîtes dans lesquelles le poids de l'or ne dépasse pas 2 grammes; la cuvette de ces boîtes n'a pas plus de 9/10 de millimètre d'épaisseur. Et sur cette vraie pellicule, le graveur enlève encore du précieux métal, sans qu'on s'en aperçoive à l'intérieur; mais pour cela il doit monter ses pièces sur une sorte de ciment marron qui empêche le marquage en dessous. De même les ouvriers collent les boîtes dans du ciment disposé au bout d'un petit bâton qu'ils tiennent à la main pour les ciseler.

Au moyen d'une machine à sabler, on donne aux dessins des teintes mates en injectant du silex finement pulvérisé sur

les fonds. On agrémente encore les boîtes de montres en y sertissant des pierres précieuses. Pour percer les trous, l'ouvrier se sert d'un drille composé d'une forte tige en fer terminée par un foret et mise en mouvement par une traverse en bois à laquelle une lanière de peau d'anguille ou une corde à boyau la rattache.

On sertit parfois des brillants de 75 à 100 francs ou au-dessus; mais les roses ne valent souvent pas plus de 18 francs, les petits diamants d'Amsterdam ne dépassent pas 1 fr. 50, et les éclats appelés « grains de sel » coûtent 0 fr. 10 seulement! M. Reverchon affirme même avoir vu à la Chaux-de-Fonds des montres de dames émaillées et garnies de deux rangs de perles qui se vendaient en gros 10 francs pièce!

Les boîtes une fois décorées arrivent aux mains des finisseurs qui goupillent les anneaux, découvrent l'ouverture des fonds et lunettes, posent les anneaux, les polissent et les avivent.

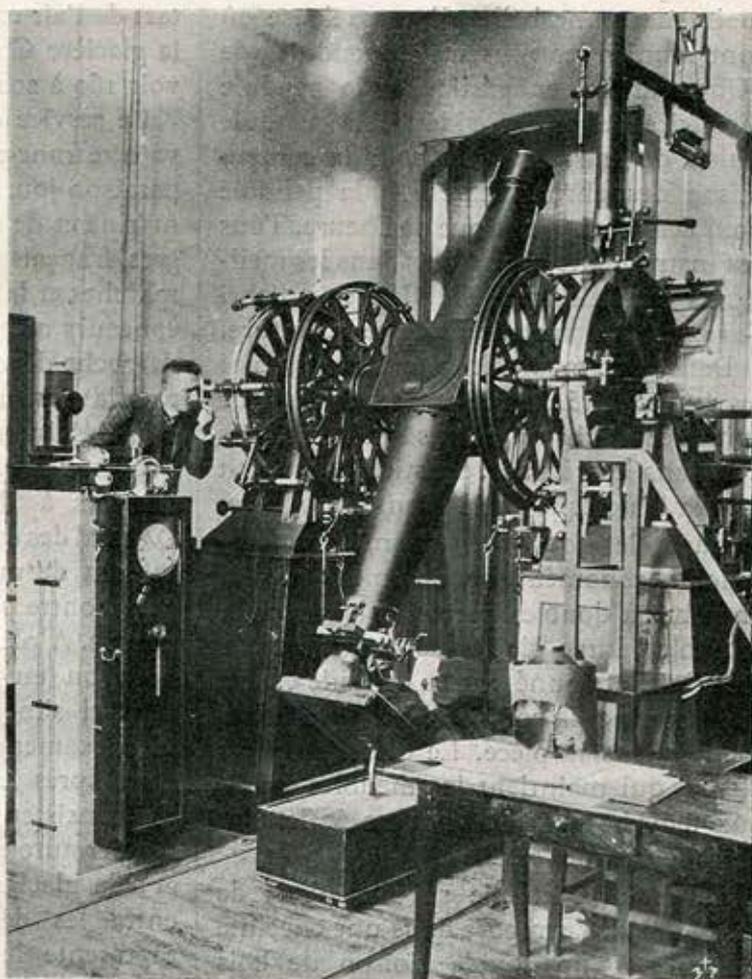
Voici nos boîtes prêtes à servir de costumes aux mouvements que les emboîteurs ne vont tarder à y insérer; nous les voyons au travail dans la manufacture des chronomètres Lip, où d'autres de leurs compagnons vont poser ensuite les cadrans et ajuster les aiguilles.

Les montres coquettes, brillantes et cette fois *vivantes* parviennent aux ateliers de repassage, de remontage et de réglage. Ici, le machinisme perd ses droits. Seules l'habileté, la science et l'expérience d'artistes spéciaux interviennent. Avec le burin fixe, ou tour ordinaire muni d'une plate-forme et d'un chariot, le démonteur centre les creusures des pièces. Avec un petit outil appelé « machine à régler » et dont le principal organe est un balancier pourvu de son spiral et servant d'étalon, le régleur corrige les mouvements. Il superpose le balancier et le spiral à régler à ceux de l'instrument, et, en approchant ou en éloignant du centre le point de flexion du spiral, il arrive à faire concorder les vibrations du balancier à régler avec le balancier étalon.

Enfin, les chronomètres qui doivent recevoir un bulletin de marche officiel des Observatoires de Genève, de Neuchâtel, de Besançon ou de Kew subissent un réglage de précision; s'ils se comportent bien au cours de ces épreuves thermiques et autres qu'on leur impose, le fabricant les porte dans l'un ou l'autre de ces établissements scientifiques, dont nous allons étudier le fonctionnement. Nous décrirons naturellement celui de Besançon, le seul *Observatoire chronométrique* de France créé spécialement pour venir en aide aux fabriques d'horlogerie bisontines, sérieusement menacées par la concurrence étrangère, il y a un quart de siècle. Les dix constructions qui le composent furent commencées en 1883 et achevées seulement deux ans plus tard; isolées les unes des autres,

elles s'élèvent sur un terrain de 7 hectares et demi planté d'arbres, et abritent, entre autres grands instruments, une lunette méridienne, un équatorial coudé et un altazimut.

Les efforts de son regretté fondateur, J.-L. Gruey, et de son savant successeur, M. Augustin Lebeuf, portèrent principalement sur la chronométrie. Il fallait d'abord s'attacher à donner l'heure exacte aux fabricants de la région afin de leur permettre de régler leurs montres. Pour parvenir à ce résultat, l'Observatoire acquit successivement de nombreuses et excellentes pendules des meilleurs artistes, Fénon, Leroy, etc., pendules qui assurent actuellement, avec la grande *lunette méridienne*



PAVILLON DE LA LUNETTE MÉRIDienne DE L'OBSERVATOIRE DE BESANÇON POUR LA DÉTERMINATION DE L'HEURE EXACTE AU CHRONOGAPHE

diene et le *chronographe imprimeur* un service irréprochable. A l'origine, on envoya l'heure électriquement à la main, une fois par jour, à 11 heures, et seulement à l'hôtel de ville de Besançon; aujourd'hui, une pendule la transmet automatiquement toutes les heures, de 11 heures du matin à 5 heures du soir, au domicile de 19 industriels ou régleurs et à 4 établissements publics. Dans un avenir très prochain, les villes horlogères de la région la recevront également.

Au début, le service chronométrique se trouvait installé dans un bureau attenant à la salle méridienne, mais son extension croissante nécessita bientôt son transport dans un local plus vaste, et il occupe

maintenant une belle pièce spacieuse où sont réunies les plus belles pendules de l'Observatoire, en particulier la pendule directrice de temps sidéral, la pendule étalon de temps moyen pour la comparaison des chronomètres, et la pendule pour l'envoi automatique de l'heure. Tous ces instruments sont placés dans les meilleures conditions de stabilité et à l'abri des brusques variations de température.

Dans cette même salle, on a mis aussi les étuves à 15 degrés et 30 degrés pour éprouver les chronomètres et divers objets qui, dans les vitrines, constituent un petit musée historique de la montre moderne.

Dans le sous-sol bitumé du pavillon chronométrique, on aménagea une chambre à doubles parois isolantes pour recevoir l'étuve glacière et un compteur électrique actionné par la pendule étalon et qui permet la comparaison des chronomètres dans la pièce. Le calorifère à air chaud, qui maintient les meubles étuves aux températures exigées, est également installé dans les caves.

La *glacière* établie sur les plans de M. P. Chofardet repose dans une enceinte entourée d'une double cloison de bois garnie intérieurement de cendres et escarbilles. Elle se compose d'une caisse en bois de sapin de forme cubique portée par quatre pieds. Une couche de cendres de bois de 0^m,14 isole la glace qui enveloppe complètement les deux réceptacles où l'on déposera les tiroirs contenant les chronomètres. Chacun de ces récipients est un coffret en cuivre rouge où l'on peut mettre horizontalement quatre tiroirs. L'employé ne touche à ceux-ci qu'en manœuvrant une double porte : l'une garnie de poudre de liège ; l'autre, intérieure, remplie de glace. Celle-ci s'introduit par le dessus de la glacière en soulevant deux couvercles : le premier est en bois et poudre de liège, le second en cuivre rouge avec cendres à l'intérieur et fermeture hydraulique, afin d'arrêter la circulation de l'air. Quant à l'eau de fusion, elle s'écoule par un robinet hydraulique, ce qui évite le con-

tact de l'air extérieur avec la glace. Enfin, la glacière Chofardet peut aisément recevoir 160 à 200 chronomètres.

Le service chronométrique de l'Observatoire franc-comtois a pour objet : la comparaison journalière des chronomètres de marine et de poche déposés par les horlogers français ou étrangers, le calcul des marches et la délivrance des bulletins, le concours annuel entre les chronomètres de poche déposés par les fabricants bisonnins, la transmission quotidienne de l'heure et la désaimantation des chronomètres de poche. En particulier, on y soumet ces derniers à deux catégories d'épreuves. D'abord des *essais de position* qui se déterminent de manière aisée. Effectivement, une montre peut se poser à plat ou se suspendre. A plat, son cadran se trouvera en haut ou en bas ; mais, dans la poche, celui-ci s'incline à droite ou à gauche ; d'où examen dans trois positions. Vient après les *observations thermiques*, qui consistent à examiner la montre à la température ordinaire (15°), à l'étuve (30°) et à la glacière (0°). L'intervalle compris entre les deux températures extrêmes représente les variations qu'un chronomètre en usage est susceptible d'éprouver.

Le nouveau règlement de l'Observatoire de Besançon, entré en vigueur depuis le 1^{er} mai 1910, comporte des épreuves aussi sévères que celles imposées par le vieil Observatoire genevois à l'horlogerie suisse. Il prévoit trois classes d'épreuves pour les chronomètres de poche. Dans la première, on les suit dans 7 positions et à 3 températures : 0°, 15° et 30° pendant quarante-quatre jours, partagés en 8 périodes de la façon suivante :

1° Durant cinq jours, le chronomètre reste vertical, pendant en haut, à 15°.

2° Durant cinq jours, le chronomètre reste vertical, pendant à droite, à 15°.

3° Durant cinq jours, le chronomètre reste vertical, pendant à gauche, à 15°.

4° Durant six jours, le chronomètre demeure horizontal, cadran en haut, à la température de la glace (0°).

5° Durant six jours, le chronomètre demeure horizontal, cadran en haut, à 15°.

6° Durant six jours, on maintient le chronomètre horizontal, cadran en haut, à 30°.

7° Durant six jours, on met le chronomètre horizontal, cadran en bas, à 15°.

8° Enfin, durant cinq jours, on remet le chronomètre vertical, pendant en haut, à 15°.

Dans la deuxième classe d'épreuves, on observe les montres pendant trente et un jours dans deux positions (horizontale et verticale) et aux trois températures (0°, 15° et 30°); dans la troisième, on les examine seulement durant dix-huit jours dans deux positions (horizontale et verticale) et aux trois mêmes températures que précédemment.

Les pièces qui ont subi avec succès le cycle complet des épreuves reçoivent un bulletin d'Observatoire de 1^{re} classe. Ces chronomètres

doivent satisfaire à de dures exigences. Il faut, en particulier, que l'écart moyen de leur marche diurne ne dépasse pas 0 seconde 75; pour les bulletins de deuxième et de troisième classes, il ne doit pas excéder respectivement 1 seconde 25 et 1 seconde 50.

Naturellement, chaque bulletin portant le relevé des 44 observations journalières avec les calculs des moyennes nécessite de la part du personnel de l'Observatoire un travail matériel important, sans compter que l'obtention de températures constantes

exige certaines dépenses. Aussi les fabricants qui font contrôler leurs montres payent-ils des rétributions respectives de 10, 5 et 3 francs, selon la classe. Ces taxes sont doublées pour les montres fabriquées ou réglées à l'étranger. Quand un chronomètre présenté ne satisfait pas aux conditions requises, on le rend sans bulletin à son propriétaire, qui rentre alors dans une partie de la somme avancée.

Le concours annuel porte uniquement sur les chronomètres de poche qui ont subi avec plein succès les épreuves de 1^{re} classe. Le règlement attribue 100 points à l'écart moyen de la marche diurne, 100 points également à l'écart moyen pour un changement de position,

70 points à l'erreur de compensation pour un degré centigrade, et 30 points à la reprise de marche ou différence de marche moyenne diurne entre la première et la huitième pé-

riode. Le total, soit 300 points, correspond au chronomètre idéal et irréalisable. Celui qui satisfait juste aux quatre sortes d'exigences obtient 0 point, et plus les valeurs de ces critères décroissent, plus le nombre de points augmente. De 150 à 175 points, on décerne une médaille de bronze; de 175 à 200 points, une médaille d'argent, et au-dessus de 200 points, une médaille d'or. La *Coupe chronométrique* créée en 1906 s'ajoute à ces récompenses; on la délivre au chronomètre classé premier, et elle ne peut se remporter avec



LA COUPE CHRONOMÉTRIQUE DE L'OBSERVATOIRE DE BESANÇON
CRÉÉE EN 1906

moins de 225 points. La maison Geismar, qui la détient pour 1909, l'a obtenue avec 260 points.

L'Observatoire de Besançon eut des débuts difficiles, mais, grâce à son labeur scientifique et à sa persévérance inlassable, M. Lebeuf parvint à surmonter les obstacles d'ordre administratif ou technique semés sur sa route, et il contribua puissamment à établir la réputation de l'horlogerie bisonnise. De leur côté, les fabricants se montrèrent à la hauteur de la tâche à accomplir pour battre en brèche leurs concurrents genevois. Ils formèrent des régleurs, ils s'initièrent à des épreuves compliquées et nouvelles pour eux dans un temps relativement court, et, après quelques années de préparation, ils abordèrent courageusement les concours chro-

nométriques. Alors qu'en 1885 ils déposaient à l'Observatoire de Besançon 16 chronomètres, dont 8 seulement recevaient un bulletin, de juin 1908 à mai 1909 ils en portaient au même établissement 1 104, dont 767 en sortaient classés.

A côté de ces merveilles de précision mécanique, orgueil de l'horlogerie bisonnise, notre pays possède depuis longtemps, à Beaucourt, la grande usine Japy, qui fabrique la montre bon marché, mais que distancent encore de beaucoup les ateliers monstres de la Waltham et d'Elgin, absolument maîtresses du marché américain, et qui, grâce à la différence des droits de douane en France et aux États-Unis, viennent nous concurrencer jusque chez nous.

JACQUES BOYER.

