



**BIBLIOTHÈQUE
DES MERVEILLES**

**PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION
DE M. ÉDOUARD CHARTON**

**LES MERVEILLES
DE
L'HORLOGERIE**

OUVRAGES DE M. H. DE GRAFFIGNY

Les moteurs anciens et modernes. 1 vol. illustré de 106 gravures dessinées par l'auteur. *Bibliothèque des Merveilles*. — HACHETTE et C^{ie}, éditeurs.

De la terre aux étoiles (avec préface de M. Camille FLAMMARION). 1 vol. avec 50 compositions inédites de G. DUPRÉ.

L'électricité dans la vie domestique, brochure illustrée de 17 vignettes par ROSE et POYET. — GUTH, éditeur.

L'ingénieur électricien. 1 vol. avec 110 dessins de l'auteur. *Bibliothèque des Professions industrielles*. — HETZEL, éditeur.

Les récits d'un aéronaute. 1 vol. grand in-8, illustré par LIX et POINSON. — DELAGRÈVE, éditeur.

Les voyages fantastiques. 1 vol. illustré par POINSON et DESNIER. — DELAGRÈVE, éditeur.

Le liège et ses applications. 1 vol. in-16 avec 50 dessins de l'auteur. — *Bibliothèque instructive*, JOUVET et C^{ie}, éditeurs.

Histoire de l'armurerie. 1 vol. illustré.

BIBLIOTHÈQUE DES MERVEILLES

LES MERVEILLES
DE
L'HORLOGERIE

PAR

CAMILLE PORTAL

Ancien élève de l'École nationale d'Horlogerie

ET

H. DE GRAFFIGNY

Ex-Rédacteur en chef de *La Science universelle*

OUVRAGE

ILLUSTRÉ DE 112 VIGNETTES DESSINÉES PAR LES AUTEURS



LIBRAIRIE HACHETTE ET C^{ie}

79, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 79

1888

Droits de traduction et de reproduction réservés.

L'HORLOGERIE

PREMIERE PARTIE

LA MESURE DU TEMPS

CHAPITRE I

Qu'est-ce que le temps ?

L'horloge est un instrument destiné à marquer les heures. On peut comprendre sous cette dénomination l'horloge solaire ou cadran, l'horloge de sable ou sablier, l'horloge à eau ou clepsydre, mais dans l'usage ordinaire on entend surtout, sous le nom d'horloges, les ouvrages de l'*horlogerie*, qui est l'art de faire des horloges, des pendules, des montres.

Ces instruments des temps modernes, arrivés à un haut degré de perfectionnement, ont pour objet la *mesure* précise du *temps*, c'est-à-dire, en mécanique, la durée qu'un phénomène exige pour se produire.

Le temps a été ainsi défini par notre grand géomètre Laplace :

« Le temps est pour nous l'impression que laisse dans la mémoire une suite d'événements dont nous sommes certains que l'existence a été successive. Le mouvement

est propre à lui servir de mesure, car un corps ne pouvant pas être dans plusieurs lieux à la fois, il ne parvient d'un endroit à un autre qu'en passant successivement par tous les lieux intermédiaires. Si, à chaque point de la ligne qu'il décrit, il est animé de la même force, son mouvement est uniforme, et les parties de cette ligne peuvent mesurer les temps employés à les parcourir. »

Delaunay dit dans son *Cours d'astronomie* :

« Tout le monde a l'idée de ce que c'est que le temps. Lorsque deux faits s'accomplissent l'un après l'autre, on dit qu'il s'est écoulé entre les deux un certain intervalle de temps. Cet intervalle peut être plus ou moins long, et l'on conçoit que sa durée puisse être exprimée par un nombre tout aussi bien que la longueur d'une ligne, le poids d'un corps, etc. »

Le célèbre horloger Breguet a dit aussi :

« L'idée de temps est une notion première, une conception de notre esprit, qui ne peut s'analyser. Lorsque deux phénomènes s'accomplissent successivement, nous sommes affectés différemment que s'ils se sont accomplis simultanément : on dit qu'il s'est écoulé entre eux un certain *temps*. C'est un intervalle qui peut être mesuré par suite de la notion d'*unité*, d'égalité dans la durée que nous possédons et qui peut être définie ainsi qu'il suit : Deux intervalles de temps sont égaux lorsque deux corps identiques, placés dans des conditions identiques, au commencement de chaque intervalle, soumis aux mêmes actions et aux mêmes influences de tout genre, auront parcouru le même espace. »

La *mesure* du *temps*, ou *chronométrie*, détermine le nombre d'unités dont se compose un fait ou phénomène.

Supposons, par exemple, des sphères exactement semblables comme poids et comme volume et laissons-les tomber, les unes après les autres, d'une même hauteur : les durées de chute de ces corps seront les mêmes et l'on pourra additionner ensemble deux, trois ou plus de

ces unités, qui seront rigoureusement égales si l'on a eu soin de faire coïncider exactement le moment où une boule commence à tomber avec celui où la boule précédente arrive à la fin de sa course.

C'est la construction d'appareils de *mesure* fondée sur



Fig. 1.^{re}— La Terre dans l'espace

ces principes que le travail de l'horloger a pour but.

Les observations astronomiques les plus simples ont servi de premiers fondements à la chronométrie.

La Terre, globe de 5185 lieues de diamètre, soit quarante mille kilomètres de circonférence à l'équateur, suspendu et isolé de toutes parts dans l'espace, gravite dans le réseau d'attraction de l'astre central du système,

en tournant sur son axe, de manière à présenter successivement tous les points de sa surface au rayonnement du Soleil.

C'est ce mouvement de rotation de la Terre sur son axe qui produit la succession du *jour* et de la *nuit*.

La succession du jour et de la nuit a naturellement donné la première mesure du temps. C'est le fait naturel qui frappe le plus, et ce n'est que plus tard que l'on a remarqué la succession des saisons, évalué leur durée et déterminé la longueur de l'année.

Les phases de la Lune sont plus rapides et saisissent plus l'attention que les saisons; aussi le temps a-t-il été divisé par jours et par mois lunaires longtemps avant d'être divisé en années.

Chez les Grecs, dans l'usage, les étoiles ont été un des moyens de subdiviser la nuit d'après l'observation du lever et du coucher des constellations, d'après celle du passage des étoiles de première grandeur par la région la plus élevée de leur course diurne.

Euripide, qui vivait 480 à 407 avant notre ère, fait dire aux chœurs de ses tragédies :

Quelle est l'étoile qui passe maintenant?...
Les Pléiades se montrent à l'Orient....
L'Aigle plane au sommet du ciel. ..

Le mot *jour* se prend dans plusieurs acceptions : tantôt il signifie le temps qui s'écoule entre un lever et un coucher du Soleil, tantôt il réunit la durée de la lumière et celle de l'ombre, d'un lever de Soleil à un autre lever, ce que les Grecs appelaient un *nyctémère* (nuit et jour).

Les Juifs, les anciens Athéniens, les Chinois, les Italiens commençaient le jour au coucher du Soleil.

Les Babyloniens, les Syriens, les Perses, les Grecs modernes, les habitants des îles Baléares ont pris pour commencement du jour le lever du Soleil.

Les Égyptiens, les anciens Romains, les Français, les Anglais, les Espagnols ont invariablement fixé à minuit le commencement du jour.

Chez les anciens Arabes, le jour commençait à midi et cet usage est généralement adopté par les astronomes modernes.

Dès les temps les plus anciens on a partagé la période du jour et de la nuit en vingt-quatre parties, comptées, soit de midi, soit du coucher du Soleil, soit de minuit, soit du lever du Soleil. Cette durée de vingt-quatre heures, est le temps qui sépare deux midis consécutifs et est appelée *jour civil*.

En réalité, ce chiffre de vingt-quatre heures ne représente pas la véritable durée du mouvement de rotation de la Terre.

Le jour vrai ou *solaire* est enfermé entre deux passages du Soleil au même *méridien*, et le jour *sidéral* entre deux passages d'une étoile quelconque au méridien.

Un méridien est un grand cercle de la sphère céleste, que l'on trace par la pensée en partant du nord, passant par les deux pôles, par le zénith et le nadir et coupant l'équateur à angles droits, cercle vertical tracé juste à égale distance de l'est à l'ouest et traversé à *midi* par le Soleil.

Si nous faisons, par hypothèse, d'une ligne AP (fig. 2) un méridien, et si nous supposons que le Soleil et une étoile viennent de passer simultanément par ce méridien, nous remarquerons le lendemain que lorsque

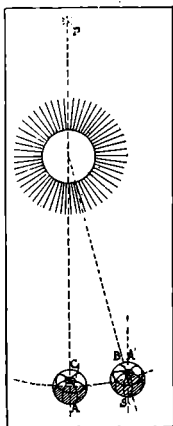


Fig. 2. — Jour solaire et jour sidéral.

notre globe aura achevé une révolution sur lui-même. Tout en avançant sur son orbite de A en S, le point C qui, la veille, visait au centre du Soleil, doit marcher encore de toute la quantité A'B pour que ce même point C se retrouve dans une position identique à celle de la veille par rapport à l'astre radieux. Par l'effet de l'éloignement presque incommensurable des étoiles, les deux lignes ACP et SA', aboutissant à l'étoile P, sont considérées comme parallèles et il en résulte que le point C se trouve en face de l'étoile quand il est arrivé en face de la ligne SA'. L'heure de l'étoile ou *sidérale* est ainsi en avance sur l'heure du Soleil de toute la durée de temps que la Terre emploie à porter le point A' en B. Cette différence étant de près de quatre minutes en vingt-quatre heures, a pour résultat de laisser passer dans une année l'étoile une fois de plus au méridien que le Soleil.

Si l'on prend comme unité de mesure notre heure usuelle, le jour sidéral se compose de $25^h\ 56^m\ 4^s$, ce qui est extrêmement facile à vérifier en constatant chaque jour l'heure à laquelle une même étoile passe derrière un objet immobile terrestre, choisi comme point de repère. Le retard de l'arrivée de l'étoile à ce repère sera de $5^m\ 56^s$ le premier jour, de 7^m le second jour, et ainsi de suite. Ce procédé de contrôle est ainsi des plus simples.

Ayant ainsi déterminé l'heure, cette première mesure du temps, dérivée du mouvement de rotation de la Terre sur son axe, il reste à étudier les *multiples* de cette période, c'est-à-dire la semaine, le mois et l'année, avant d'en arriver aux divisions de cette même heure en minutes et en secondes.

Il est impossible de dire à quelle époque remonte l'usage de diviser le temps en semaines de sept jours.

On s'est servi de cette division chez les plus anciens peuples de l'Orient, en la faisant dériver des phases de la Lune; elle n'a cependant pas été en usage chez tous

les peuples. Les Grecs et les Romains ne s'en servaient pas, les premiers ayant des semaines de dix jours (décades) et les seconds comptant par *calendes, ides et nones*. Mais elle devint d'un usage à peu près général vers les premiers siècles de notre ère et les noms des jours sont à peu près restés les mêmes :

Dies Solis, jour du Soleil.

Lunæ dies, jour de la Lune ou *Lundi*.

Martis dies, jour de Mars ou *Mardi*.

Mercuri dies, jour de Mercure ou *Mercredi*.

Jovis dies, jour de Jupiter ou *Jeudi*.

Veneris dies, jour de Vénus ou *Vendredi*.

Saturni dies, jour de Saturne ou *Samedi*.

Constantin, s'étant converti au christianisme, transforma le jour du Soleil en jour du Seigneur, *dies dominica*, d'où est venu *diemenche* et *dimanche*.

L'usage de compter par *mois* est également très ancien. Depuis des siècles on distingue des mois de trois sortes : le mois solaire ou astronomique, le lunaire, le civil ou usuel.

Le mois solaire, sur lequel se règle l'année, est le temps employé par le Soleil à parcourir une ligne du zodiaque ; c'est-à-dire un peu plus de trente jours.

Le mois lunaire est périodique ou synodique. Dans le premier cas, c'est l'espace de temps que la Lune emploie à revenir au même point du ciel ; dans le second, c'est celui qui s'écoule depuis une nouvelle lune jusqu'à la suivante. Ce dernier mois, le seul qui soit connu du plus grand nombre, se compose de 29 jours 12 heures 44 minutes 3 secondes, ce qui a obligé de faire alternativement des mois *pleins* de trente jours et des mois *caves* de vingt-neuf. Une année composée des mois lunaires n'est par suite que de 354 jours, soit de onze jours plus courte que l'année solaire.

Quant au mois civil ou usuel, c'est celui qui es

accommodé à l'usage de chaque peuple, comme on le verra au chapitre sur les calendriers.

L'idée de compter le temps par *années* est plus récente que celle de le diviser en semaines et en mois. La rotation diurne de la Terre sur elle-même et sa révolution annuelle autour du Soleil sont deux faits qui n'ont entre eux aucun lien; l'année solaire était trop longue et ne donnait pas lieu à des phénomènes assez marqués pour être aperçue et calculée immédiatement. Dans l'Écriture, ce que l'on a traduit par *années* s'appelait *min* ou assemblage de jours, de quelque nombre de jours que cet assemblage fût composé. Remarquons aussi l'année de quatre mois des Égyptiens, marquée par la manière dont le débordement du Nil partageait les saisons, puis l'*année des patriarches*, composée d'abord de 336 jours, ensuite de 354, puis de 360 du temps de Moïse, 1550 ans avant notre ère. Cette dernière année fut formée, par les Égyptiens, de douze mois lunaires, de chacun trente jours en nombre rond, et elle subsista dans l'usage civil même dans le temps où l'on savait très bien que les mois lunaires étaient de 29 jours et demi et les années solaires de 365 jours.

Actuellement on ne fait plus usage que de l'*année tropique* de 365 jours, excepté une de quatre en quatre, de 366 jours, et qu'on nomme bissextile, depuis Jules César qui passe pour être l'inventeur de cette manière de compter. En réalité, l'année tropique a une durée exacte de 365 jours 5 heures 48^m 47^s, différant ainsi de l'année astronomique ou sidérale, qui a une longueur de 365 jours 6 heures 9^m 11^s.

La Terre tournant en cercle autour du Soleil (en réalité c'est une ellipse qui se rapproche beaucoup du cercle), une telle figure n'a ni commencement ni fin, de sorte que la nature elle-même ne s'est pas chargée de marquer l'endroit où une année commence et où une autre finit. D'ailleurs, en fait, l'année et le jour ne commencent et ne

finissent nulle part; mais on a dû se créer des points de repère fictifs en rapport avec le retour des phénomènes astronomiques.

Il en est de même pour les divisions du jour. Pendant une longue période de siècles, chaque peuple donna un nom différent aux différents moments du jour.

Chez les Grecs par exemple, les heures du jour furent dites vulgairement heures du lever, du jour adulte, de l'apprêt du diner, etc., rappelant ainsi le moment auquel par habitude avait lieu tel ou tel travail.

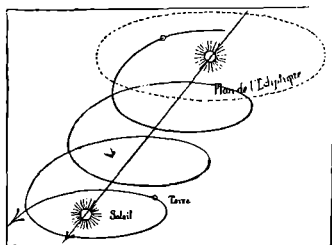


Fig. 5. — Courbe décrite par la Terre dans son mouvement annuel autour du Soleil. (La flèche indique le mouvement du Soleil dans l'espace.) — Dessin de M. Camille Flammarion.

Chez les Romains la division vulgaire a été celle-ci : minuit, le chant du coq, le silence, le point du jour, le matin, midi, l'après-midi, le soleil couchant, le soir, la vèprée, l'allumage des lampes, l'heure du coucher, l'heure indue.... D'ailleurs, chez ce peuple guerrier par excellence, les mœurs militaires, qui étaient celles de tous les citoyens, avaient aussi introduit dans la vie ordinaire l'usage de diviser la nuit, ainsi qu'on le faisait dans la vie des camps, en quatre *veilles* (nous dirions *garde*, *guet* ou *faction*) de trois heures chacune (heures

inégales bien entendu) ; la première veille commençait au coucher du soleil, la seconde s'achevait à minuit ; alors commençait la troisième, et la quatrième se terminait au lever du jour. Quant à la division par heures de ces veilles, il va de soi qu'elle ne pouvait être qu'approximative.

On peut aussi rappeler l'usage religieux de la division dite du *temps ecclésiastique* en sept heures *canoniales*, non moins irrégulières que les heures des Grecs et des Romains, et qui se suivaient ainsi : *matines*, commençant à minuit pour finir à *prime* (soleil levant, première heure du jour), puis *tierce*, *sext*e et *none* (ou troisième, sixième et neuvième heure), coupant en trois parties égales, mais variables, de trois heures chacune, la durée du jour, quelle qu'en fût la longueur ; puis *vêpres*, au soleil couchant ; enfin *complies*, jusqu'à minuit.

On rapporte que chez les Chinois, on donne vulgairement à chacune des douze heures le nom d'un animal, s'ajoutant comme une sorte de sobriquet à la désignation numérique. Ils se comprennent également, dit M. Eugène Muller dans son excellent opuscule *Quelle heure est-il ?* quand ils disent la première heure ou l'heure du rat, la seconde ou l'heure du bœuf, la troisième ou l'heure du tigre, la sixième ou l'heure du serpent, la neuvième ou l'heure du singe, la dixième ou l'heure du chien, la douzième ou l'heure du cochon. Notons qu'ils ont aussi une division du jour en cent parties ou *kès*, usitée concurremment avec les heures, mais plus particulièrement par les savants, pour des opérations astronomiques.

Dans l'Inde, les brahmines pour fixer la succession de leurs innombrables prières, ont établi une division particulière de l'heure primitive en cinq parties, à chacune desquelles ils ont donné ce même nom d'heure, et que leur mesurent des clepsydres, de telle sorte que le jour a pour eux soixante heures égales, ce qui n'est, en réalité, que le même multiple du nombre douze usité chez nous pour les minutes.

Notons en passant qu'en 1793, une tentative fut faite chez nous pour diviser le jour en dix heures de cent minutes chacune. Quelques horloges publiques reçurent même un cadran ainsi divisé, et l'on conserve comme curiosité des montres marquant ces mesures décimales du temps; mais on ne tarda pas à revenir à l'ancien système.

Le fractionnement de l'heure en divisions plus petites remonte aux Babyloniens et aux Juifs, qui réduisaient l'heure en *scrupules* dont l'unité était équivalente à la dix-huitième partie d'une minute. Il est permis de se demander à



Fig. 4. — Cadran d'une montre décimale.

quoi pouvaient servir ces fractions, car il est difficile d'admettre que les moyens de mesurer le temps à ces époques reculées, procurassent assez de justesse pour qu'on pût tenir compte des dix-huitièmes de minute. D'ailleurs, suivant Arago, le temps est indiqué à un *quart d'heure près*, dans des observations rapportées par Ptolémée. N'est-il pas évident que, si le célèbre astronome égyptien avait eu à sa disposition les moyens d'obtenir une plus grande exactitude, il les eût employés? Delambre dit également que les Grecs, même en astronomie, ne divisaient les heures qu'en quarts et s'embarrassaient fort peu des divisions plus petites.

En réalité, le fractionnement pratique de l'heure en minutes, secondes et tierces, est assez moderne, car les appareils de mesure du temps des anciens étaient trop peu exacts pour qu'il fût possible d'y noter d'aussi petites divisions. Elles ont été introduites, après l'invention du pendule, par les astronomes qui les ont empruntées de

CHAPITRE II

Les Calendriers

Le calendrier étant en quelque sorte le tableau de l'année, on comprend que sa forme a dû nécessairement varier chez chaque peuple, selon les diverses formes et durées données à l'année. Voici les calendriers qu'il est le plus important de connaître.

Calendrier des Israélites. — L'année israélite était composée de mois lunaires ; sa durée était de 554 jours et, pour accorder cette durée avec celle de l'année solaire, on intercalait sept fois en dix-neuf ans un mois complémentaire de 29 jours, nommé *véadar*. Le premier mois de l'année, lequel portait le nom de *nisan*, commençait à l'équinoxe de printemps et répondait partie au mois de mars et partie à avril actuels ; la Pâque se célébrait dans ce mois, vers le 15 ordinairement. En outre de cette année, qui était l'année sacrée, les Juifs employaient une *année civile* qui commençait par le mois de *tisri* à l'équinoxe d'automne. Chaque mois était divisé en périodes de sept jours ou *semaines*, dans lesquelles le dernier jour était férié et portait le nom de *Sabbat*.

Calendrier des Grecs. — L'année des Grecs, comme celle des Israélites, était basée sur les phases de la Lune et se composait également de douze mois alternatifs de 29 et de 30 jours. Elle commençait vers le milieu de juillet et, pour l'accorder avec l'année solaire, on lui ajoutait tous les deux ans un mois supplémentaire de 30 jours.

la division du cercle, lequel est partagé en trois cent soixante parties ou *degrés*, dont les subdivisions portent aussi le nom de minutes et de secondes et sont soixante fois plus petites chacune l'une que l'autre; c'est-à-dire qu'il y a soixante minutes dans un degré, soixante secondes dans une minute et soixante tierces dans une seconde. Cette dernière division infinitésimale est d'un usage restreint.

CHAPITRE II

Les Calendriers

Le calendrier étant en quelque sorte le tableau de l'année, on comprend que sa forme a dû nécessairement varier chez chaque peuple, selon les diverses formes et durées données à l'année. Voici les calendriers qu'il est le plus important de connaître.

Calendrier des Israélites. — L'année israélite était composée de mois lunaires ; sa durée était de 354 jours et, pour accorder cette durée avec celle de l'année solaire, on intercalait sept fois en dix-neuf ans un mois complémentaire de 29 jours, nommé *véadar*. Le premier mois de l'année, lequel portait le nom de *nisan*, commençait à l'équinoxe de printemps et répondait partie au mois de mars et partie à avril actuels ; la Pâque se célébrait dans ce mois, vers le 15 ordinairement. En outre de cette année, qui était l'année sacrée, les Juifs employaient une *année civile* qui commençait par le mois de *tisri* à l'équinoxe d'automne. Chaque mois était divisé en périodes de sept jours ou *semaines*, dans lesquelles le dernier jour était férié et portait le nom de *Sabbat*.

Calendrier des Grecs. — L'année des Grecs, comme celle des Israélites, était basée sur les phases de la Lune et se composait également de douze mois alternatifs de 29 et de 30 jours. Elle commençait vers le milieu de juillet et, pour l'accorder avec l'année solaire, on lui ajoutait tous les deux ans un mois supplémentaire de 30 jours.

L'ordre des mois, dans l'année grecque, fut plusieurs fois changé. Ils furent divisés en trois décades et le premier jour du mois fut appelé *néoménie* ou nouvelle lune.

Aujourd'hui, on connaît encore sous le nom de *calendrier grec* l'ancien calendrier julien tel qu'il existait avant la réforme qui fut introduite par Grégoire XIII. Son plus grave défaut est d'être actuellement en retard de douze jours sur le calendrier grégorien, lequel est d'un usage à peu près universel. La Russie, qui suit ce calendrier, est donc obligée de dater tout ce qu'elle écrit du 19 *décembre*, quand le reste de l'Europe fête le 1^{er} janvier de l'année suivante, et dans douze ans, si elle persiste dans son erreur, elle sera en retard de treize jours.

Calendrier des Romains, ou calendrier julien. — On rapporte que chez les Romains, l'année, qui n'avait eu d'abord sous Romulus que dix mois (504 jours), fut portée à 12 par Numa Pompilius, qui lui donna ainsi 355 jours ; mais, bien qu'ainsi réglée, la longueur de l'année n'avait réellement rien de fixe, non plus que le commencement des mois et des saisons, parce que les pontifes qui s'étaient réservé le soin de fixer les dates du calendrier, les dérangent sans cesse, soit par négligence, soit par des motifs politiques. Ce fut Jules César qui voulut apporter, en sa qualité de dictateur et de pontife, un peu d'ordre dans le calendrier et faire correspondre les années astronomiques avec les années civiles, en sorte qu'en une même saison on comptât les mêmes mois, et qu'on pût dire que le printemps arrivait toujours à la même époque de l'année.

« Au milieu des combats, je portai mon attention sur les régions célestes et la marche des étoiles : aussi l'annuaire que j'ai réglé ne cédera point la palme au calendrier d'Eudoxe. »

« Media inter prælia semper.

« Stellarum cœlique plagis superisque vacavi,

« Nec meus Eudoxi vincetur fastibus annus. »

Il fit venir Sosigènes, mathématicien d'Égypte qui s'occupa sérieusement de la réforme du calendrier, et acquit la certitude que l'on ne pouvait donner une durée constante aux années, à moins d'abandonner la Lune pour s'en tenir aux mouvements apparents (à cette époque on les croyait réels) du Soleil. Il fut ordonné en conséquence, en l'an de Rome 708, qu'à chaque quatrième année, les heures négligées dans chacune des précédentes, formeraient un trois cent soixante-sixième jour nommé intercalaire, lequel serait placé six jours avant les calendes de mars. Cette raison fit appeler plus communément ce jour additionnel *bis sexto calendas martias*, dont on a fait le mot français *bissextile*. Cette réforme, qui eut lieu en l'an 47 avant Jésus-Christ, devint le point de départ de l'ère *julienne*.

Par suite de l'expédient trouvé par Sosigènes, l'année civile, fixée à 365 jours 6 heures, se trouva différer de l'année solaire seulement de 11 minutes 12 secondes en excès. Cette erreur, quoique imperceptible, produisait environ un jour en cent trente-quatre années, en sorte que, depuis la correction faite par Jules César jusqu'à l'an 1582 où le pape Grégoire XIII se vit forcé d'apporter un nouveau changement au calendrier, les équinoxes avaient remonté au commencement du mois où ils se trouvent, et celui du printemps, appelé aussi l'équinoxe pascal, se rencontrait au 11 mars au lieu de se trouver le 21 du même mois, date à laquelle le concile de Nicée l'avait fixé l'an 525 de l'ère chrétienne.

L'année romaine, suivant le calendrier julien, commençait le 1^{er} mars et ses douze mois étaient ainsi réglés :

- | | |
|----------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. <i>Mars</i> , dieu Mars. | 7. <i>September</i> , septième. |
| 2. <i>Aprilis</i> , Aphrodite (Vénus). | 8. <i>October</i> , huitième. |
| 3. <i>Maiä</i> , déesse Maïa. | 9. <i>November</i> , neuvième. |
| 4. <i>Junius</i> , déesse Junon. | 10. <i>December</i> , dixième. |
| 5. <i>Quintilis</i> , cinquième. | 11. <i>Januarius</i> , dieu Janns. |
| 6. <i>Sextilis</i> , sixième. | 12. <i>Februus</i> , dieu des Morts |

Le premier mois était ainsi consacré au dieu de la guerre, patron suprême des Romains, le dernier au souvenir des morts. Quintilis et Sextilis sont devenus Julius et Augustus (juillet et août), pour honorer la mémoire de Jules César et d'Auguste. Néron et Commode essayèrent de se faire consacrer les deux mois suivants, mais, heureusement pour l'honneur de Rome cette tentative ne réussit pas.

Chaque mois de l'année romaine était divisé, comme nous l'avons déjà dit, par parties inégales : les *calendes*, les *ides* et les *nones*. Les *calendes* en étaient les premiers jours, les *nones* tombaient le 5 ou le 7, selon que le mois avait 30 ou 31 jours, et, dans les deux cas, précédaient de 9 jours les *ides*, qui tombaient alors le 14 ou le 15. Les autres jours se comptaient à reculons, avant les *nones*, avant les *ides*, ou avant les *calendes*. Le calendrier romain, appelé plus ordinairement *fastes*, indiquait, outre les jours des *ides*, des *nones* et des *calendes*, les jours *fastes* dans lesquels on pouvait rendre la justice et les jours *néfastes* où les juges ne pouvaient siéger, ainsi que différents renseignements astronomiques et les jours consacrés à chaque divinité.

Calendrier grégorien. — Ce fut pour réparer le dérangement du calendrier julien, qui s'augmentait chaque année, et pour remettre les équinoxes dans la place qui leur avait été assignée par le concile de Nicée, que le pape Grégoire XIII, d'après l'avis des plus célèbres astronomes du seizième siècle, notamment de Clavius, ordonna par une bulle qu'en l'année 1582 on retrancherait les dix jours d'erreur produits depuis l'époque de la réunion du Concile, par l'excès des onze minutes de l'année julienne sur l'année solaire ou astronomique et que l'on compterait le 15 octobre lorsqu'on ne devait compter que le 5. Et afin de prévenir une semblable erreur à l'avenir, il fut arrêté qu'en quatre cents ans on retrancherait trois bissextiles ; par conséquent les années 1700 et 1800 n'ont

pas été bissextiles et l'an 1900 ne le sera pas non plus, parce que 1600 l'a été.

La forme du calendrier grégorien est d'une exactitude bien suffisante; cependant comme la durée exacte de l'année diffère de $11^m\ 12^s$ de l'année julienne au lieu de $10^m\ 45^s\ 55^t\ 1/2$, cela fait 1 jour en $128^{ans},57$ ou 7 jours en 900 ans; il faudrait ôter 20 jours en 50 siècles au lieu de 27 qu'on ôte réellement. Ainsi, l'an 5200, il faudrait ôter la bissextile, et dans ce cas-là il n'y en aurait pas depuis 4800 jusqu'à 5600.

Les peuples chrétiens, tout en conservant les noms et l'ordre des mois des Romains, ont rejeté leur manière de diviser le mois et de compter les jours. Ils ont adopté le fractionnement israélite en semaines de sept jours, et indiqué chaque jour du mois par son numéro d'ordre; l'Église catholique a ajouté à ce numéro le nom d'un saint auquel le jour est consacré et fixé la plupart des fêtes d'après la date de celle de Pâques, laquelle est mobile, puisqu'elle doit toujours avoir lieu le dimanche qui suit l'équinoxe.

Du temps de Charlemagne on commençait l'année à Noël en France et dans tous les pays soumis à la juridiction du grand empereur, et cette habitude est restée une tradition notamment chez les Saxons, pour qui la fête de Noël, *Christmas* ou *Christkindl*, est une solennité plus importante que le premier de l'an chez nous. C'est à un édit de Charles IX, daté de 1565, que l'on doit de commencer l'année au milieu des frimas, du froid et de la neige, au lieu de la commencer, comme les Romains, au 1^{er} mars, ce qui était bien plus logique.

Cette réforme ne fut adoptée en Angleterre qu'en 1752, et elle donna lieu à une véritable émeute; beaucoup de dames soutinrent qu'elles se trouvaient vieilles, non seulement de onze jours par suite du rétablissement grégorien de la date des équinoxes, mais encore de trois mois, puisque le millésime de l'année fut changé à dater du 1^{er} janvier au lieu de l'être au 25 mars, et elles ne ména-

gèrent pas les promoteurs de la réforme. D'autre part, les ouvriers se révoltèrent avant de comprendre qu'il n'y avait là qu'une apparence, et le peuple occupa lord Chesterfield dans les élections en écrivant sur des drapeaux : *Rendez-nous nos onze jours!* Mais des almanachs anglais les rassurèrent, en donnant des preuves plus ou moins convaincantes que la nature était d'accord avec le nouveau calendrier. Dans tous les cas la fixation du commencement de l'année est non seulement illogique et désagréable, mais elle ajoute encore aux irrégularités du calendrier en changeant le sens des dénominations des mois de l'année. septembre, octobre, novembre et décembre, qui étaient les septième, huitième, neuvième et dixième mois de l'année romaine, sont devenus les neuvième, dixième, onzième et douzième mois de l'année. Ces fausses désignations résultent de ce qu'on a porté le commencement de l'année, de mars où le printemps commence, à janvier où le temps est ordinairement le plus sombre et le plus triste du monde.

Calendrier républicain. — Par un décret de la Convention nationale¹, en date du 5 octobre 1795, un nou-

4.

DÉCRET

Qui fixe l'époque à laquelle doit commencer l'Ère des Français, et ordonne l'exécution d'une pendule et d'un Calendrier, pour être placés dans le lieu des séances de l'Assemblée.

(Du 5 octobre 1795.)

La Convention nationale, après avoir entendu son comité d'instruction publique, décrète ce qui suit :

ARTICLE I. — L'Ère des Français compte de la fondation de la République, qui a eu lieu le 22 septembre 1792 de l'Ère vulgaire, jour où le soleil est arrivé à l'équinoxe vrai d'automne en entrant dans le signe de la Balance à 9 heures 10 minutes 50 secondes du matin, pour l'Observatoire de Paris.

II. — L'Ère vulgaire est abolie pour les usages civils.

III. — Le commencement de chaque année est fixé à minuit, commençant le jour où tombe l'équinoxe vrai d'automne pour l'Observatoire de Paris

veau calendrier fut imaginé en remplacement du calendrier grégorien. Des noms nouveaux furent imposés aux mois et aux jours pour correspondre d'une façon plus exacte avec les indications de la nature, et les mois furent divisés en décades selon le procédé des anciens Égyptiens. Ce calendrier fut maintenu officiellement pendant treize ans, puis son usage fut aboli par un décret de Napoléon I^{er}. Un grand nombre de lois et d'actes publics et privés ayant été datés d'après le calendrier républicain, il paraît utile de donner ici un tableau au moyen duquel chacun de nos lecteurs pourra établir la concordance de ce calendrier avec le calendrier grégorien.

Le sénatus-consulte du 22 fructidor an XII, dû à Napo-

IV. — La première année de la République française a commencé à minuit, 22 septembre 1792, et a fini à minuit, séparant le 21 du 22 septembre 1795.

V. — La deuxième année a commencé le 22 septembre 1795 à minuit, l'équinoxe vrai d'automne étant arrivé, pour l'Observatoire de Paris, à 5 heures 7 minutes 17 secondes du soir.

VI. — Le décret qui fixait le commencement de la seconde année au premier janvier 1795 est rapporté. Tous les actes datés l'an deuxième de la République passés dans le courant du premier janvier au 22 septembre exclusivement, sont regardés comme appartenant à la première année de la République.

VII. — L'année est divisée en douze mois égaux de 30 jours chacun, après lesquels suivent cinq jours pour compléter l'année ordinaire, et qui n'appartiennent à aucun mois : ils sont appelés *les jours complémentaires*.

VIII. — Chaque mois est divisé en trois parties égales, de dix jours chacune et qui sont appelées *Décades*, distinguées entre elles par première, seconde et troisième.

IX. — Les mois, les jours de la décade, les jours complémentaires, sont désignés par les dénominations ordinales, premier, second, troisième, etc., mois de l'année; premier, second, troisième, etc. jour de la décade; premier, second, troisième, etc. jour complémentaire.

X. — En mémoire de la révolution qui, après quatre ans, a conduit la France au gouvernement républicain, la période bissextile de quatre ans est appelée *Franciade*.

Le jour intercalaire qui doit terminer cette période est appelé

MOIS RÉPUBLICAINS	AN II 1793-1791	AN III 1791-1793	AN IV 1793-1796	AN V 1796-1797	AN VI 1797-1798	AN VII 1798-1799	AN VIII 1799-1800	AN IX 1800-1801	AN X 1801-1802	AN XI 1802-1803	AN XII 1803-1804	AN XIII 1804-1805
Vendémiaire 1 ^{er}	22 septembre.	22	22	22	22	22	25 s	25 s	25	25	24	25
Brumaire 1 ^{er}	22 octobre . .	22	23	22	22	22	25	25	25	25	24	25
Frimaire 1 ^{er}	21 novembre.	21	22	21	21	21	22	22	22	22	23	22
Nivôse 1 ^{er}	21 décembre .	21	22	21	21	21	22	22	22	22	23	22
Pluviôse 1 ^{er}	20 janvier. .	20	21	20	20	20	21	21	21	21	21	21
Ventôse 1 ^{er}	19 février. .	19	20	19	19	19	20	20	20	20	21	20
Germinal 1 ^{er}	21 mars. . .	21	21	21	21	21	22	22	22	22	22	23
Floréal 1 ^{er}	20 avril. . .	20	20	20	20	20	21	21	21	21	21	21
Prairial 1 ^{er}	20 mai. . .	20	20	20	20	20	21	21	21	21	21	21
Messidor 1 ^{er}	19 juin. . .	19	19	19	19	19	20	20	20	20	20	20
Thermidor 1 ^{er}	19 juillet. .	19	19	19	19	19	20	20	20	20	21	20
Fructidor 1 ^{er}	18 août. . .	18	18	18	18	18	19	19	19	19	19	19
Jours complémentaires. .	17 septembre.	17 (6)	17	17	17	17	18	18	18	18	18	18

l'éon I^{er}, a donc été la dernière modification apportée au calendrier¹, et l'on s'est habitué depuis cette époque à commencer l'année le premier janvier, malgré les inconvénients de cette date. Nous devons ajouter qu'il serait possible que toutes ces inconséquences fussent supprimées avant longtemps. Un concours, ouvert en 1885 pour la constitution du meilleur calendrier, aussi pratique et simplifié que possible, a donné des résultats inespérés. De tous les points du monde, M. Flammarion, promoteur

le jour de la révolution; ce jour est placé après les cinq jours complémentaires.

XI. — Le jour, de minuit à minuit, est divisé en dix parties chaque partie en dix autres, ainsi de suite jusqu'à la plus petite portion commensurable de la durée.

Cet article ne sera de rigueur, pour les actes publics, qu'à compter du premier mois de la troisième année de la République.

XII. — Le Comité d'instruction publique est chargé de faire imprimer, en différents formats, le nouveau Calendrier avec une instruction simple pour en expliquer les principes et les usages les plus familiers.

XIII. — Le nouveau Calendrier ainsi que l'instruction seront envoyés aux corps administratifs, aux municipalités, aux juges de paix, et à tous les officiers publics, aux instituteurs et professeurs, aux armées et aux sociétés populaires. Le Conseil exécutif provisoire les fera passer aux ministres, consuls et autres agents de France dans les pays étrangers.

XIV. — Tous les actes publics seront datés suivant la nouvelle organisation de l'année.

XV. — Les professeurs, les instituteurs et institutrices, les pères et mères de famille, et tous ceux qui dirigent l'éducation des enfants de la République, s'empresseront de leur expliquer le nouveau Calendrier, conformément à l'instruction qui y est annexée.

XVI. — Tous les quatre ans, ou toutes les *Franciades*, au jour de la révolution, ils en célébreront des jeux républicains en mémoire de la Révolution française.

Sur la proposition d'un membre, la Convention nationale charge le Comité des inspecteurs de la salle de faire exécuter incessamment une pendule et un Calendrier suivant le nouveau mode.

1. Sénatus-consulte sur le rétablissement du Calendrier grégorien.

(Du 22 *Fructidor*.)

NAPOLÉON, par la grâce de Dieu et les Constitutions de la Répu-

de ce concours, a reçu des communications intéressantes à ce sujet¹.

Terminons ce chapitre par quelques mots sur ce qu'on appelle le *calendrier perpétuel et universel* et le *calendrier de Flore*.

blique, Empereur des Français, à tous présents et à venir, salut :

Le Sénat, après avoir entendu les orateurs du Conseil d'Etat, a décrété et Nous ordonnons ce qui suit :

Extrait des Registres du Sénat Conservateur
du 22 Fructidor an XIII.

SÉNATUS-CONSULTE.

Le Sénat Conservateur, réuni au nombre de membres prescrits par l'article 90 de l'acte des Constitutions du 22 frimaire an VIII ;

Vu le projet de Sénatus-Consulte rédigé en la forme prescrite par l'article 57 de l'acte des Constitutions du 16 thermidor an X :

Après avoir entendu, sur les motifs dudit projet, les orateurs du gouvernement, et le rapport de la commission spéciale nommée dans la séance du 15 de ce mois,

Décète ce qui suit :

ART. I. — A partir du 11 nivôse prochain, premier janvier 1806, le Calendrier Grégorien sera mis en usage dans tout l'Empire français.

ART. II. — Le présent Sénatus-Consulte sera transmis par un message à S. M. I.

Les président et secrétaires. *Signé* : FRANÇOIS DE NEUFCHATEAU, *président*, CALAUD, PORCHER, *secrétaires*. Vu et scellé, le Chancelier du Sénat. *Signé* : LAPLACE.

Mandons et ordonnons que les présentes, revêtues des sceaux de l'Etat, insérées au *Bulletin des Lois*, soient adressées aux Cours, aux Tribunaux et aux Autorités administratives pour qu'ils y inscrivent dans leurs registres, les observent et les fassent observer : et notre Grand Juge, ministre de la Justice, est chargé d'en surveiller la publication.

Donné au Palais impérial de Saint-Cloud, le 24 fructidor an XIII, de notre règne le second.

Signé : NAPOLÉON.

1. Un prix de cinq mille francs a même déjà été décerné aux auteurs des meilleurs mémoires sur la réforme du calendrier. — Voy. la *Revue d'astronomie populaire*, année 1887.

Le premier est une sorte de tableau qui fournit les indications générales nécessaires pour construire à volonté et en peu de temps le calendrier d'une année quelconque, et pour résoudre à l'instant même et sans erreur toute difficulté relative à la connaissance des temps. On le construit de plusieurs manières, soit en donnant les dates auxquelles tombe la fête de Pâques, soit en donnant le quantième de chaque jour d'une série d'années.

Le second est un tableau qui indique le nom des fleurs dont l'épanouissement a lieu dans chaque mois de l'année. Le naturaliste Lamarek a construit un semblable *calendrier de Flore* pour le climat de Paris, : il est assez intéressant pour les horticulteurs.

Ce qu'on appelle le *calendrier rustique* est un calendrier qui diffère du précédent en ce qu'il indique l'époque et le temps de l'année où il faut bêcher, sarcler, tailler la vigne, etc. Le meilleur est dû à l'agronome Mathieu de Dombasle.

CHAPITRE III

L'heure universelle

Nous venons de voir de quelle façon on a divisé le jour et la nuit en tranches régulières appelées heures. Cependant ces divisions sont, comme il a été dit plus haut, absolument arbitraires et de pure convention, car l'heure a uniquement pour but de satisfaire aux besoins de la vie : elle n'existe pas dans la réalité. On ne sait pas, à parler vrai, où commence et où finit un jour sur la Terre, où lundi commence et où finit dimanche.

Supposons que nous soyons, aujourd'hui dimanche, à Paris, et qu'une horloge réglée suivant le temps moyen nous indique qu'il est onze heures du matin. Par suite du mouvement de rotation de la Terre sur son axe, tous les pays situés à l'est de Paris ont déjà vu passer le Soleil à leur méridien, tandis que tous ceux situés à l'ouest sont en retard et attendent ce passage.

Quand il est 11 heures à Paris il est 11 h. 15 à Nancy, 11 h. 50 à Gœttingue, midi à Vienne, 1 heure à Sébastopol, 2 heures à Astrakan, 5 heures à Boukhara, 4 heures à Delhi, 5 heures à Islamabad, 6 heures à Saïgon, 7 heures à Shangaï, 8 heures à Yokohama, 9 heures à Sydney, 10 heures à l'île des Pins (Nouvelle-Calédonie), 11 heures à l'île Futuna et minuit aux Sandwich. Là le jour change de nom et devient *lundi*.

Si, au contraire, nous faisons le tour du monde par

L'ouest, nous voyons que, tandis qu'il est 11 heures du matin à Paris, il est 11 heures moins 20 à Rennes, 10 h. 1/2 à Brest. 10 heures au cap Noun, 9 heures aux Açores, 8 heures à Montévidéo, 7 heures à Cayenne, 6 heures à New-York, 5 heures à Panama, 4 heures à Mexico, 5 heures à San Francisco, 2 heures à l'île de Pâques, 1 heure aux îles Carolines et minuit aux Sandwich. Là, nous rencontrons ce méridien où le jour change de nom, et de *minuit samedi* nous sautons sans interruption à *minuit dimanche*.

Ainsi, pendant qu'il est dimanche à Paris, aux antipodes on est à lundi ou à samedi, et, par suite, dimanche paraît ne pas avoir existé pour cette longitude.

Cette bizarrerie résulte de ce que nous sommes sur un globe sphérique, tourbillonnant sur lui-même de telle façon qu'il est toujours midi quelque part, et que l'astre solaire passe sans cesse au méridien d'un lieu quelconque à n'importe quel moment de la durée que ce soit.

En supposant, par exemple, qu'un ballon fut entraîné vers l'ouest précisément avec la vitesse que la Terre met à tourner vers l'est, et qu'il s'élevât à midi précis, il conserverait sans cesse le soleil au méridien et, quoique le voyage pût durer ainsi plusieurs heures, il redescendrait à *midi précis*, — naturellement très loin de son point de départ, puisqu'en supposant Paris pour lieu d'ascension, il faudrait que l'aérostat fût poussé par un vent d'est filant 1100 kilomètres à l'heure, 505 mètres par seconde, pour garder le soleil à midi.

Il en serait de même pour une dépêche télégraphique partant d'un point quelconque du globe et faisant le tour du monde en passant par vingt-quatre bureaux échelonnés d'heure en heure. Elle pourrait ainsi tourner pendant un temps indéfini; partie à midi, elle serait toujours reçue à midi, quoi qu'on fasse.

Il existe donc, sur le sphéroïde terrestre, un lieu où, lorsqu'il est minuit, le jour change de nom. Ce lieu, pour



nous qui comptons les longitudes d'après le méridien de Paris, est situé sur notre 180° degré; c'est-à-dire que là est une ligne imaginaire le long de laquelle le nom du jour est différent pendant vingt-quatre heures, suivant qu'on est à sa droite ou à sa gauche.

On sait que les navigateurs, partant d'Europe à une date quelconque, sont obligés de compter sur leur journal de bord deux fois le même jour, sans quoi, ils reviendraient à leur point de départ avec un jour d'erreur, — d'avance, s'ils sont partis vers l'est, de retard, au contraire, si c'est vers l'ouest. Et la cause de cette erreur serait très-simple. Chaque fois que la distance qui sépare 15° de longitude est franchie, on se trouve en avance ou en retard d'une heure sur l'heure du lieu de départ, si bien qu'au retour l'erreur est de 24 heures entières. Quand on a vu lever le soleil 100 fois, par exemple, les habitants du port de départ l'ont vu lever 99 ou 101 fois. Car si l'on est parti vers l'est, chaque degré franchi donne une avance de 4^m, soit, pour le tour complet du globe, $360 \times 4 = 1440^m$ ou 24 heures. C'est ce fait si simple et si étrange au premier abord qui a fait le sujet d'un roman de Jules Verne, le *Tour du Monde en 80 jours*.

On voit quel inconvénient ce serait, si le 180° méridien, au lieu de couper l'océan Pacifique, où il n'y a guère que des poissons, passait dans un pays civilisé, habité par une population dense et homogène, comme la France ou l'Angleterre. Alors pendant toute la journée, on aurait un jour et une heure différents, selon que l'on serait à droite ou à gauche de cette ligne imaginaire. Ainsi, tandis que Saint-Denis, Vincennes, les quartiers Est de Paris, la Bourse, le Palais de Justice seraient fermés pour observer le repos du dimanche ou fêter une réjouissance quelconque : Mardi-Gras, le 14 juillet, etc., l'autre côté de la ville, l'Opéra, les boulevards, les Halles. Neuilly, Saint-Cloud, seraient en semaine et occupés à

leur tâche journalière. De plus, tandis que l'on compterait six heures du soir au faubourg Poissonnière, les horloges placées au boulevard des Capucines pourraient marquer 4 heures du matin. Ce serait un désordre d'où résulteraient des difficultés de toute sorte.

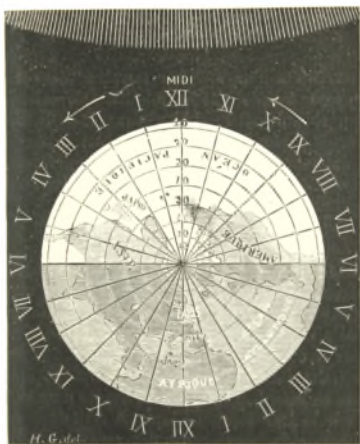


Fig. 5. — Les heures à la surface de la Terre.

Quoique ces faits ne se produisent pas, à cause de la place où passe ce fâcheux méridien, il serait à souhaiter que l'on parvint à avoir au même instant la même heure sur toute la surface de la Terre, à avoir en un mot un méridien unique pour tout le monde. Mais il est douteux qu'on y parvienne, car, avec un amour-propre mal placé, chaque peuple tient à son méridien : les Anglais à celui

de Greenwich, les Allemands à celui de Berlin, les Hollandais à celui de la Haye, les Américains à celui de Washington et les Français à celui de Paris, de telle façon que lorsque deux navires, de nationalité différente, se rencontrent actuellement en pleine mer, tous deux sont dans la nécessité de faire un calcul pour reporter sur leurs cartes personnelles, divisées en degrés à partir de tel ou tel méridien, la longitude donnée par les chronomètres.

L'effet curieux d'un voyageur marchant dans la direction opposée à celle que le Soleil semble suivre dans l'espace, et qui voit avancer chaque jour le moment du lever de l'astre radieux, est l'origine de ce qu'on a appelé la *semaine des trois jeudis*, fait qui fut constaté avec étonnement lors du premier voyage autour du monde accompli par les Portugais.

Les navigateurs, partis vers l'ouest, avaient vu le Soleil sans cesse retarder l'heure de son apparition et se lever une fois de moins que les habitants sédentaires de Lisbonne. Les seconds voyageurs, partis au contraire en se dirigeant vers l'orient, avaient assisté à un lever de soleil de plus que leurs compatriotes lisbonnais, si bien qu'à leur retour, tandis que les uns plaçaient le *jeudi* le *vendredi*, les autres le plaçaient le *mercredi*, étant les premiers en retard, les seconds en avance d'un jour tout entier sur le jour local. La semaine était donc de *trois jeudis*, bien réels pour chacun des voyageurs, ainsi que pour les habitants fixés au même endroit.

Tous les navigateurs qui font un voyage de circumnavigation autour du monde ont pris l'habitude, en passant aux antipodes de leur lieu de départ, de marquer deux fois le même jour sur leurs journaux du bord.

Le règlement des appareils horaires d'après le méridien de chaque lieu présente encore de nombreux autres inconvénients. Ainsi voici un fait qui paraît à première vue extraordinaire et incompréhensible et qui, cependant,

est absolument vrai et naturel. On envoie une dépêche le 1^{er} janvier 1888, de Paris à San Francisco, à cinq heures cinquante minutes du matin, et cette dépêche arrive à son lieu de réception... le 31 décembre 1887, à 10 heures du soir.

Cela n'a rien de surprenant quand on observe que les horloges de San-Francisco, réglées sur le méridien du lieu, retardent de sept heures cinquante minutes sur les horloges de Paris, et que la transmission de la dépêche est à peu près instantanée. Elle arrive donc en réalité *avant d'être partie*, si on se fiant aux heures locales.

De même, un enfant né le 1^{er} janvier à onze heures trois quarts du soir, en 1800, aux Sandwich, et mort une demi-heure après sa naissance, pourrait paraître avoir vécu en deux siècles différents, si on l'avait transporté de l'autre côté du 180^e méridien.

En résumé, on voit donc bien que les jours et les heures tels qu'on les compte actuellement, donnent lieu à beaucoup de résultats plus singuliers et plus bizarres les uns que les autres. Chaque peuple, chaque nation se réglant sur son méridien particulier, a une heure spéciale qui n'est même pas la seule sur toute l'étendue de son territoire. Il n'est pas midi au même moment dans tout Paris; un chronomètre parfaitement réglé à la porte de Vincennes retarde déjà de sept secondes, à la porte Dauphine, sur l'heure d'un autre chronomètre réglé dans ce lieu. L'École polytechnique et l'Observatoire, pourtant bien près l'un de l'autre, diffèrent déjà de trois secondes. En chemin de fer, que l'on aille seulement jusqu'au Havre, une bonne montre y retarde de sept minutes. Cette différence, qui peut aller jusqu'à quarante-deux minutes quarante-trois secondes pour la traversée de la France, de Nancy à Brest, est cause que toutes les gares situées à l'est ou à l'ouest de Paris, sont obligées d'avoir deux horloges, l'une indiquant l'heure locale et l'autre l'heure de Paris, qui est celle du méridien.

Aux États-Unis, où le territoire national a une largeur décuple de celle de notre pays, c'est encore pire. Chaque bourgade un peu importante se règle sur son méridien particulier, de telle façon qu'il y a plus de *soixante-dix heures* différentes en usage dans cet immense périmètre. C'est une complication où il devient presque impossible de se reconnaître.

Ainsi, d'après cette manière de compter les heures, un voyageur qui part d'Angleterre pour aller en Chine, a d'abord l'heure de Londres jusqu'à Calais. Jusqu'à Modane il a l'heure de Paris, qu'il doit alors changer pour adopter celle de Rome. A Brindisi, il prend l'heure de Suez jusqu'à Bombay, où il doit de nouveau la rectifier, sous peine de se trouver en avance de quatre heures et demie sur les horloges locales. Pendant la traversée de la péninsule indienne, il a l'heure de Calcutta, qu'il doit encore modifier en arrivant à Shangaï ou Canton, sous peine de voir son chronomètre varier de huit heures avec les appareils horaires du continent asiatique. Enfin il doit à chaque kilomètre, à chaque pas presque, vérifier et remettre à l'heure du lieu sa malheureuse montre qui ne peut suivre le soleil.

Il serait donc de toute nécessité d'avoir un méridien unique et initial, à la place de tous ces méridiens nationaux, bons tout au plus à apporter la confusion dans les appareils horaires et dans les esprits. Par une convention internationale, on saurait à quel endroit terrestre un jour commence et un jour finit, ce qui n'est absolument pas en ce moment.

Supposons que ce méridien initial soit le fameux 180° degré de longitude à l'est ou à l'ouest du méridien de Paris ou de Greenwich. Pendant vingt-quatre heures consécutives, il sera lundi d'un côté et dimanche de l'autre. Mais il n'y a pas d'inconvénient à cela, puisque cette ligne imaginaire traverse l'Océan et qu'il n'y aura presque personne pour s'apercevoir de ce semblant d'ano-

malie. A partir de cette ligne, on comptera les heures de 0 à 24 tout autour du globe.

Évidemment ce serait une source longtemps renouvelée d'étonnement et même de contradiction, de voir dans certains pays midi, — ou plutôt douze heures, ou pour parler plus correctement, — sonner au milieu de la nuit et cinq heures au moment où le Soleil est au plus haut point de sa course ; mais à cela encore on pourrait porter remède.

L'heure universelle étant adoptée, quand il serait midi au méridien initial, il serait midi pour toute la Terre et ainsi de suite pour toutes les heures du jour qui, comptées de 0 à 24, seraient communes à toutes les longitudes du globe. A côté de cette heure universelle, on pourrait ensuite conserver l'heure locale à laquelle on est habitué¹.

Il y a quelques années, le Président des États-Unis d'Amérique avait provoqué la formation d'une Commission géodésique internationale pour l'unification des longitudes, à laquelle les principales puissances maritimes des deux mondes prirent part. Cette Commission conclut par les résolutions suivantes, votées à l'unanimité :

« La conférence reconnaît, pour certains besoins scientifiques et pour le service intérieur des grandes administrations des voies de communication telles que celles des chemins de fer, lignes de bateaux à vapeur, télégraphes et postes, l'utilité d'adopter une heure universelle à côté des heures locales ou nationales qui continueront nécessai-

1. La suppression de l'heure locale et son remplacement par l'heure d'un méridien initial est presque une utopie. Qu'on se rappelle les difficultés que le système métrique décimal, pourtant si simple, a eu à vaincre pour être d'un usage réel. N'entendons-nous pas encore aujourd'hui des astronomes parler de pouces et de lignes, des agriculteurs d'arpents et de toises, des marchands de sous, de livres et de boisseaux, quoique toutes ces mesures fictives aient été abolies depuis 1793 ? La routine est obstinée et il faudrait bien des siècles pour arriver à ce que l'heure universelle ne fût plus une chimère.

rement à être employées dans la vie civile. Il convient de compter les heures de 0 à 24. »

Pour l'unification des longitudes et l'adoption d'un méridien unique la Commission a adopté le méridien de Greenwich et a pris la décision suivante :

« La conférence propose l'adoption d'une heure universelle pour tous les besoins pour lesquels elle peut être trouvée convenable; cette heure ne devra pas empêcher l'usage de l'heure locale ou d'une autre heure normale qui paraîtrait désirable. Le jour universel devra être un jour solaire moyen. Il devra commencer pour le monde entier à minuit moyen du premier méridien (de Greenwich), coïncidant avec le commencement du jour civil et le changement de date sur ce méridien. »

Malgré tous ces vœux, ces belles résolutions n'ont pu aboutir et l'heure universelle n'est encore adoptée nulle part. D'abord les représentants des différents pays qui ont pris part à la conférence de Washington n'avaient pas pleins pouvoirs de leurs gouvernements pour signer une convention internationale. La conférence n'a donc pas conclu de traité, elle ne s'est même pas terminée par la signature d'un protocole diplomatique; elle s'est bornée, comme la commission de Rome, à faire des propositions aux gouvernements, dont chacun est libre de décider dans quelle mesure il veut en tenir compte, à quelle époque et et pour quels services publics il veut adopter l'heure universelle.

Dans tous les cas, il est difficile maintenant de prévoir et de dire quelle forme pourrait avoir un indicateur horaire dans cinquante ans d'ici. A coup sûr cependant, on aura la division en vingt-quatre heures, et nos petits enfants seront fort étonnés d'apprendre qu'il en a été autrement pendant des milliers d'années. En attendant, M. Osborne, de Dresde, a imaginé un moyen très simple pour tourner les difficultés que nous avons signalées.

Dans ce système la montre ou l'horloge est pourvue

d'un double cadran formé de deux plaques superposées. La plaque supérieure est fixe; seulement, à la place des douze chiffres des heures se trouvent des échancrures qui laissent voir la plaque de dessous. Celle-ci est mobile et porte les chiffres de 1 à 24, en deux séries alternées: 1, 15, 2, 14, 3, 13, 4, etc.; elle est d'ailleurs disposée de telle manière qu'on n'aperçoit à la fois qu'une des séries.

Quand la première série a fonctionné, la plaque inférieure est déplacée par un léger mouvement de rotation qui amène la deuxième série en regard des échancrures. Ce mouvement est obtenu au moyen d'un mécanisme très simple qui fonctionne automatiquement par l'effet du grand ressort. A minuit, le mouvement inverse se produit, et les chiffres 1 à 12 redeviennent visibles.

On peut transformer ainsi, sans beaucoup de frais, paraît-il, une montre ou une horloge dans le nouveau système, et, comme la division du cadran en douze parties a été conservée, on aura toujours la faculté de lire les heures suivant l'ancien usage.

Si, en raison des habitudes actuelles, il n'y a pas urgence à appliquer ce système aux montres de poche, aux pendules d'appartement et aux horloges publiques, il semble qu'on ne devrait pas hésiter à en munir les pendules des observatoires et les chronomètres, puisque ces instruments servent à supputer un temps qui se compte déjà de 0 à 24 heures.

Le Congrès pour l'unification de l'heure avait proposé de compter l'heure astronomique de minuit à minuit, comme le temps civil. On sait qu'elle se compte encore

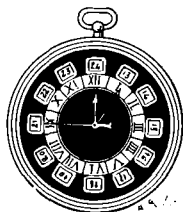


Fig. 6. — Une montre universelle (système Osborne).

actuellement de midi à midi. L'observatoire de Greenwich s'est exécuté au commencement de cette année ; mais personne ne l'a suivi dans cette voie, fort logique cependant. Aujourd'hui même, les différents directeurs d'observatoires, aux États-Unis, consultés à ce sujet, ont en grande majorité réclamé le maintien de l'ancienne méthode. Nous croyons que la transformation se fera tout naturellement quand le temps civil se comptera de 0 à 24. Alors il paraîtra tout à fait bizarre d'avoir, pour désigner la même heure, deux chiffres et deux dates différents, et cela suivant le genre de ses occupations.

Commençons donc par cette nouvelle supputation du temps civil ; M. Osborne nous en donne le moyen pratique ; le temps astronomique se mettra bientôt d'accord avec son fils, sagement, dissident.

CHAPITRE IV

Les appareils de mesure

On a vu que, dès le commencement des temps historiques, les peuples disséminés sur la surface de la Terre cherchèrent un moyen quelconque de diviser le jour et la nuit en périodes régulières, afin de régler plus facilement leurs travaux, leurs repas et les autres actions que nécessitaient les besoins de leur existence. Quand ils se furent rendu compte de la durée du jour, c'est-à-dire du lever au coucher du soleil, ils durent prendre comme points de repère la hauteur du soleil au-dessus de l'horizon et son inclinaison plus ou moins grande vers l'occident. C'est ainsi qu'aujourd'hui encore le sauvage, et même le paysan, reconnaissent sans hésiter le moment de la journée auquel ils font leur observation.

Pour la nuit, les peuples pasteurs habitués à la vie contemplative remarquèrent que, pendant que certaines étoiles apparaissaient à l'horizon oriental, d'autres disparaissaient à l'horizon opposé. De nouvelles observations les initièrent à quelques phénomènes astronomiques dont ils se servirent pour diviser les parties de la nuit comme ils avaient divisé celles du jour.

Habitués que nous sommes à voir le berceau des sciences astronomiques dans les paisibles et fertiles plaines de la vieille Chaldée où abondait le palmier, nous sommes conduits naturellement à penser que le premier *gnomon* (de

ginóskó, voir) fut un palmier, isolé dans un sol nu, sur lequel l'évolution de son ombre se dessinait, sensible et bien accusée. Interminable au commencement et à la fin du jour, cette ombre, tantôt se raccourcissant, tantôt s'allongeant avec des proportions toujours frappantes, non seulement indiquait à midi par son invariable direction le partage de l'apparition solaire quotidienne, mais encore, à de certaines époques, qui coïncidaient avec les plus longues et les plus courtes journées, elle marquait, en s'étendant ou en se retirant à l'excès sur sa ligne, la grande mesure des saisons.

« Le palmier, dit Bernardin de Saint-Pierre, est par excellence le végétal du soleil; c'est un gnomon qui marque les heures et les saisons par son ombre, les mois lunaires par ses feuilles nouvelles. »

Mais si robuste que soit l'arbre, le vent qui passe l'agite, sa hauteur varie, son faite s'incline, sa vie est bornée. Quand l'arbre eut enseigné à l'homme à reconnaître le midi et les saisons par la direction ou la dimension de son ombre, l'homme, pour avoir plus de fixité dans son instrument mesureur, remplaça l'arbre par la pierre : de là ces obélisques que l'on trouve encore çà et là aux « pays du soleil ».

On a voulu voir aussi des gnomons dans les pyramides, mais la forme même de ces monuments semble les rendre impropres aux indications horaires voisines de la méridienne. Toutefois on a constaté généralement une parfaite orientation de leurs faces, qui semblerait révéler que les pyramides avaient aussi un rôle indicateur, au moins quant aux points cardinaux.

Les plus anciens textes font mention des obélisques érigés en Asie et attribués à Sémiramis. On sait qu'ils étaient aussi très nombreux sur la terre d'Égypte. Moïse, dit l'historien Josèphe, substitua aux obélisques dont les Égyptiens faisaient usage pour connaître le midi, des colonnes dont le pied reposait dans une espèce de bateau et

au sommet desquelles était une tête d'homme qui marquait le cours du soleil.

Hérodote et Diogène assurent qu'Anaximandre de Milet, qui vivait 544 ans av. J.-C., fut l'inventeur du *style*, baguette de métal disposée sur une table de marbre à l'aide de laquelle il fit la première *horloge solaire*, marquant les heures, les équinoxes et les solstices. Cet instrument, placé à Lacédémone, y fit l'admiration du peuple. Il est possible qu'Anaximandre soit bien réellement l'inventeur du style, mais il semble évident, malgré cela, que les gnomons existaient bien avant ce mathématicien et que l'on en dut faire usage un peu partout, sans cependant leur donner la forme monumentale.

D'après le *Chou-king*, livre classique des Chinois, on peut voir que ce peuple avait des gnomons plus de deux mille ans avant l'ère chrétienne.

Un certain nombre de gnomons, qui d'ailleurs n'ont pas tous la forme d'une aiguille, ont été érigés à différentes époques et ont gardé une certaine célébrité, due soit à leur taille colossale, soit à leur ornementation. Ainsi, ce fut un grand événement à Rome quand l'empereur Auguste fit amener d'Égypte le magnifique obélisque dit de Sésostris, d'une hauteur de cent dix-sept pieds et dont Manlius profita quelques années après pour faire un gnomon.

Plus tard, vers 1450, le prince tartare Ulugh-Beigh, petit-fils de Tamerlan, se servit à Samarkhand d'un gnomon aussi élevé que la voûte du temple de Sainte-Sophie à Constantinople, soit cent quatre-vingts pieds romains.

Vers 1467, Paul Toscanelli fit exécuter dans la fameuse coupole de la cathédrale de Florence le plus grand gnomon qui existe, car il atteint 92 mètres, 277 pieds de hauteur.

En 1655, Cassini construisit à Bologne dans l'église de Sainte-Pétrone un gnomon parfait, dont la plaque était fixée à la naissance de la voûte de l'édifice, à 27 mè-

tres au-dessus du sol, où une méridienne déclinant de 9 degrés avait été tracée en 1575 par Égguzio Dante. Chaque jour, à midi, un rayon solaire passe à travers l'ouverture de la plaque et vient former sur la méridienne l'image elliptique du soleil.

La méridienne de la grande salle de l'Observatoire de Paris a été tracée par Picard en 1669 ; sa longueur est de 31 mètres et le gnomon a environ 4 mètres de haut. La méridienne de l'église Saint-Sulpice fut entreprise en 1727 par l'horloger Sully, aujourd'hui enterré dans cette église, et elle fut refaite avec autant de soin que de magnificence par M. Mounier en 1745. Le gnomon a 80 pieds de hauteur et a un objectif de 80 pieds de foyer.

Lalande, dans son *Voyage en Italie*, dit que la méridienne des Chartreux de Lyon, aux Thermes de Dioclétien, est la plus ornée que l'on connaisse : elle a deux gnomons, l'un de 75 pieds de haut, l'autre de 62. Cette merveille fut édiflée par Bianchini en 1701.

La petite ville de Tonnerre, quoique sous-préfecture de peu d'importance, est cependant le seul endroit en France et peut-être en Europe où il y ait une grande et belle méridienne avec la courbe du temps moyen. Elle est due à Baudouin de Guémadeuc, ancien maître des requêtes, connu par différents mémoires sur les sciences positives, et à plusieurs mathématiciens célèbres, tels que Ferouillat, Daret et l'astronome Lalande, qui concoururent à son exécution. La courbe du temps moyen qu'on a tracée autour de cette méridienne est une partie importante que l'on ne devrait jamais négliger, car le temps moyen est le seul que puissent suivre, comme nous le verrons plus loin, tous les appareils *mécaniques* de mesure du temps.

N'oublions pas de mentionner, dans cette revue des gnomons célèbres, l'obélisque de Luxor, érigé, sous Louis-Philippe, sur la place de la Concorde à Paris, par les soins de l'architecte Lebas. Seulement, il est à regretter que cette magnifique aiguille ne soit pas accompa-

gnée d'un appendice tracé sur le sol et indiquant ce qu'a dû être sa destination primitive. Les colonnes des places Vendôme et de la Bastille pourraient être utilisées pareillement. Le 8 gigantesque dessiné par leur ombre sur le sol serait pour la population parisienne une leçon permanente d'astronomie.

Il n'existe plus à Paris qu'une seule aiguille, haute de 80 pieds, qui puisse servir encore de gnomon. Elle se trouve près de la Bourse du Commerce, sur l'emplacement de l'ancien hôtel de Nesles, qui devint plus tard l'hôtel de Soissons. Le cadran solaire cylindrique dont elle est ornée avait été composé par le savant Pingré, mais sa complication le rend peu propre à l'usage public. Quant au bâti en fer du sommet, qui a donné sujet à nombre de contes absurdes, ce n'est que la monture d'un observatoire abandonné depuis longtemps.

Le canon du jardin du Palais-Royal, qui depuis de longues années, est une des curiosités de cette promenade et des rentiers des environs, lesquels règlent leur montre sur sa détonation, est aussi une sorte de méridien-gnomon, d'ailleurs fort inexact. Il fut établi en 1781 en même temps que les galeries ajoutées sur le jardin et destinées à augmenter les revenus du duc d'Orléans, son propriétaire. On raconte à ce sujet une anecdote que nous nous permettrons de rappeler ici.

Un jour que le duc, accompagné de Jacques Delille, traversait le jardin où pullulaient une quantité de courtisanes parisiennes, il demanda à son hôte ce qu'il pensait de cette foule empressée. Au même instant, le canon sonna midi et le poète improvisa le quatrain suivant :

Dans ce jardin tout se rencontre,
Excepté l'ombrage et les fleurs ;
Si l'on y dérègle ses mœurs,
Du moins on y règle sa montre....

Ce qui était une grosse erreur, car les montres mises à

L'heure d'après le canon étaient aussi dérégées que les mœurs du lieu. Une montre bien conduite ne doit jamais marcher selon le soleil, mais bien suivant le *temps moyen*, la vitesse de marche d'une bonne horloge mécanique étant inflexiblement régulière, tandis que le soleil tantôt avance et tantôt retarde le moment de son passage au méridien. Ce phénomène bien et dûment constaté, on n'a trouvé rien de mieux que de laisser le soleil en prendre tout à son aise avec la méridienne et d'inventer un soleil fictif, allant toujours invariablement du même train et donnant à l'autre, qui n'en a pas pris grand souci, l'exemple de la plus scrupuleuse ponctualité. On a donc fait au soleil réel l'honneur d'appeler *temps vrai* celui qu'il lui plaît de marquer, en appelant *temps moyen* celui indiqué par l'autre soleil apocryphe qui règle ainsi les horloges de précision. Il existe ainsi deux sortes d'heures, l'une à peu près honoraire, depuis que les astronomes eux-mêmes ont renoncé à en faire usage, quoique ce soit la seule vraie, l'autre, quoique fictive, d'un emploi général, à la satisfaction des horlogers, qui ne sont plus exposés à entendre leurs clients se plaindre que leurs instruments horaires sont en désaccord avec l'astre resplendissant, mais qui, d'autre part, ne peuvent plus mettre sur le compte du soleil les variations de leurs machines imparfaites ou mal réglées¹.

1. Vers la fin du dix-huitième siècle, bien avant l'installation du canon du Palais-Royal, l'architecte Verniquet exécuta, d'après les ordres de M. de Duffon, une horloge analogue que l'on peut voir encore aujourd'hui au labyrinthe du Jardin des Plantes. Au-dessus du kiosque de cuivre élevé en cet endroit, portant en inscription : *Horas non numero nisi serenas*, repose, sur un piédoche, une sphère armillaire à laquelle est suspendu un globe terrestre qui servait alors de marteau et sonnait les heures sur un gong chinois. Ce globe correspondait à un contrepoids, que retenait un fil de crin, au-dessus duquel était une lentille exactement placée dans le sens du méridien, de sorte que, à midi vrai, le fil étant brûlé par les rayons concentrés du soleil, le contrepoids se mettait à descendre et le marteau sphérique frappait sur le gong les douze coups de midi.

Jusque vers 1815, l'usage avait persisté à Paris de régler l'heure officielle sur le temps vrai. On raconte que quand



Fig. 7. — Le canon du Palais-Royal en 1850.

M. de Chabrol, préfet de la Seine, qui était homme de sens et de savoir, fut d'avis d'employer le temps moyen,

il n'en osa rien faire sans être couvert d'un rapport du Bureau des longitudes. Il craignait, dit-on (car tout était prétexte d'émeute et de crainte pour les gouvernants), que les ouvriers ne refusassent d'accepter un midi qui avancerait ou reculerait l'échéance ordinaire des heures de travail. Mais il n'y eut pas la moindre échauffourée; le changement passa inaperçu. Le temps moyen règne toujours depuis.

Une bonne montre ne doit s'accorder avec le temps vrai que quatre fois par an. Comme il peut être intéressant pour un grand nombre de nos lecteurs de connaître la différence qui peut exister entre un indicateur horaire bien réglé et le soleil, le tableau suivant, dressé pour une année (1886), leur servira d'exemple :

Différence entre l'heure civile et l'heure du soleil. Heure que doit marquer une bonne montre au moment du passage du soleil sur la méridienne.

1 ^{er} janvier	midi	4 m.	1 ^{er} juillet	midi	5 m.
15 —	—	10 m.	15 —	—	6 m.
1 ^{er} février	—	14 m.	26 —	—	6 m.
11 —	—	14 m. 1/2	15 août	—	4 m.
1 ^{er} mars	—	12 m.	31 —	—	juste.
15 —	—	9 m.	15 septembre	11 h.	55 m.
1 ^{er} avril	—	4 m.	1 ^{er} octobre	—	49 m.
15 —	—	juste.	15 —	—	46 m.
1 ^{er} mai	11 h.	57 m.	5 novembre	—	45 m.
15 —	—	55 m.	16 —	—	44 m.
1 ^{er} juin	—	57 m.	1 ^{er} décembre	—	49 m.
15 —	midi	juste.	15 —	—	55 m.
			20 —	midi	juste.

Ainsi, comme nous le disions plus haut, la concordance du temps vrai et du temps moyen a lieu quatre fois l'an, le 15 avril, le 15 juin, le 31 août et le 26 décembre.

CHAPITRE V

Les cadrans solaires

La première trace d'horloge solaire que l'on rencontre dans l'histoire ancienne est le cadran solaire d'Achaz, sur lequel Isaïe opéra le miracle que lui demandait Ézéchias, l'an 695 avant Jésus-Christ, et sur lequel l'ombre du soleil rétrograda de dix degrés ainsi qu'Isaïe l'avait prédit. Ce phénomène, miraculeux à cette époque, a été expliqué il y a quelques années par M. Camille Flammarion, qui a installé un semblable cadran, que l'on peut appeler « à rétrogradation », sur la terrasse de son observatoire de Juvisy. Le fait du retard de l'ombre sur le socle n'a rien que de très naturel et dépend seulement de la position du *style*.

Les Juifs tenaient, paraît-il, des Chaldéens l'invention du cadran solaire, que ces peuples, très versés dans les sciences astronomiques, avaient imaginé à une période très reculée et difficile à déterminer exactement. En l'an 570 avant l'ère chrétienne Rome ne possédait encore qu'un seul cadran solaire, celui que Valérius Messala avait apporté de Sicile et qui était absolument semblable, si l'on en croit Pline, à l'horloge solaire que Lucius Papirius Cursor avait fait construire quelque vingt ans auparavant, près du temple Quirinus. Cette invention se propagea rapidement dans toute l'Italie, et c'est en parlant d'un cadran pareil à celui de Messala que Plaute dit dans l'une de ses comédies : « Puissent les dieux perdre celui qui le

premier a apporté cette horloge. Autrefois, la faim était pour moi l'heure la meilleure et la plus véritable qui m'avertissait; mais aujourd'hui je ne puis manger que quand il plaît au soleil; il faut en consulter le cours, toute la ville est pleine d'horloges! » C'est au commencement de la seconde guerre punique que Plaute écrivait ces vers.

Pendant toute l'antiquité et tout le moyen âge on se borna à faire des méridiennes monumentales. Le premier auteur qui ait donné en français des règles pratiques pour tracer les cadrans solaires fut un nommé Élie Vinet, qui vivait au commencement du règne de François I^{er}; cet auteur, dans le style naïf et coloré de l'époque, donne d'excellents principes pour exécuter toutes sortes de cadrans.

Il n'est personne qui n'ait vu quelque'un de ces cadrans solaires sur lesquels l'ombre d'une tige ou *style*, exposée au soleil, indique l'heure du temps *vrai*, sur la surface verticale d'un mur ou sur un socle horizontal. A vrai dire, on peut même construire un cadran solaire sur une surface plane quelconque, verticale, horizontale, inclinée ou même courbe, de telle forme et de telle position qu'on voudra, à condition que le soleil puisse y rayonner pendant au moins une partie de la journée.

Nous ne décrirons pas ici la manière de tracer les cadrans solaires, qui exige l'emploi des mathématiques et nous entraînerait de beaucoup trop en dehors du cadre que nous nous sommes donné. Nous nous bornerons donc à indiquer, de la façon la moins aride qu'il nous sera possible, la disposition que l'on donne le plus généralement à ces instruments.

Les deux parties essentielles de tout cadran solaire sont : une verge de fer, ou *style*, insérée dans le plan du cadran et dont le *sommet* ou l'extrémité supérieure montre les heures par son ombre, et un *plan*, d'une orientation quelconque et sur lequel sont tracées la méridienne et les différentes lignes des heures.

Le style, qui n'est en réalité qu'un gnomon, porte quelquefois à son extrémité une plaque percée d'un trou par lequel passe un rayon de lumière dont l'indication est plus précise. Il est soutenu, suivant une inclinaison que détermine le calcul, par une petite tige appelée *pied du style* et qui est fixée sur le trajet de la ligne sous-style, laquelle n'est pas différente d'ailleurs de la méridienne dans les cadrans horizontaux.

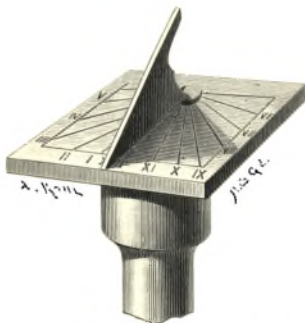


Fig. 8. — Cadran solaire sur plaque horizontale.

Il est aujourd'hui bien simple, avec les appareils horaires que nous possédons, de construire un cadran solaire sans l'aide des mathématiques ni des instruments spéciaux absolument nécessaires aux anciens qui, ne possédant pas d'*étalon* de la mesure du temps, étaient absolument forcés de recourir aux calculs astronomiques pour déterminer la place rigoureuse du style, de la méridienne et des lignes des heures. En inclinant au-dessus d'un plan, d'une horizontalité parfaite, et suivant la direction de l'axe du monde, une tige quelconque, il est très facile,

lorsqu'on a tracé la méridienne du lieu, d'inscrire, en suivant les indications d'une bonne montre, la place recouverte par l'ombre de la barre à chaque moment de la journée.

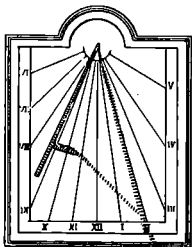


Fig. 9. — Cadran solaire vertical.

Les cadrans sur surfaces verticales d'une orientation quelconque sont un peu plus difficiles à construire, car il faut tenir compte, si l'on veut arriver à l'exactitude, de la déclinaison orientale ou occidentale de ces murs. L'ouvrage du bénédictin Bedos de Celles sur la *Gnomonique* (1770) donne à ce sujet tous les renseignements et calculs possibles, et nous ne saurions mieux faire que de renvoyer le lecteur désireux de connaître les procédés mathématiques qui composent la *gnomonique* à cet excellent livre¹.

1. Voici d'ailleurs brièvement les procédés mathématiques à employer pour établir les cadrans solaires horizontaux. On commence d'abord par tracer une méridienne SM sur un plan parfaitement de niveau, puis on fixe un style sur l'un des points de cette ligne, en ayant soin de l'incliner suivant la direction de l'axe du monde, de telle sorte qu'il fasse avec la méridienne un angle égal à la latitude. Il ne reste plus qu'à tracer les lignes horaires. A cet effet, on prend à partir du style S, sur la méridienne et dans la direction du nord, une longueur arbitraire SM que l'on prolonge d'une longueur MO égale à la perpendiculaire abaissée de M sur le style; ensuite, du point M on trace la ligne PP' perpendiculaire à la méridienne, et du point O, comme centre, on décrit un cercle avec OM pour rayon. Ce cercle étant divisé en 24 parties égales, et les rayons étant prolongés jusqu'à la perpendiculaire PP', on n'aura plus qu'à joindre les points d'intersection avec le pied S du style pour avoir le tracé des lignes horaires. Pour bien comprendre cette construction, il faut remarquer que le cercle OM n'est autre qu'un cadran équatorial auxiliaire que l'on a rabattu de sa position primitive dans la place de l'horizon en le faisant tourner autour de PP'.

Si maintenant on veut tracer un *cadran solaire vertical*, voici

Il existe plusieurs sortes de cadrans solaires : les uns sont dits *polaires* parce que le plan où sont marquées les

comment on devra s'y prendre. Étant donné un mur perpendiculaire à la méridienne et faisant face au sud, on commencera par y fixer un style, de façon à ce qu'il soit dans le plan du méridien, et qu'il

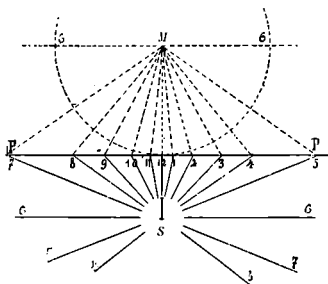


Fig. 10. — Tracé d'un cadran horizontal.

fasse avec l'horizon un angle égal à la latitude du lieu; ensuite, on tracera la ligne de midi sur une verticale menée par le pied O du

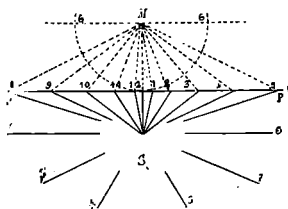


Fig. 11. — Tracé d'un cadran vertical.

style, et l'on suivra la même marche que précédemment pour obtenir les lignes horaires. Toutefois, au lieu de prendre, comme tout à l'heure, OM égal à la perpendiculaire abaissée de M sur le style.

heures est placé parallèlement à l'axe du monde; d'autres sont dits au contraire *équinoxiaux*, parce que leur plan est disposé parallèlement à l'équateur mais ils sont inférieurs aux premiers parce qu'ils ne peuvent servir que dans les six mois de l'année où le soleil est dans la partie supérieure de son orbite, le plan restant dans l'ombre les six autres mois.

On comprend, d'après ce qui précède, que toute horloge solaire donne les indications du temps vrai, puisqu'elle est réglée par le soleil, mais ne peut être utile que quand il brille au ciel. A chaque moment de l'année, au midi vrai, l'ombre du style tombe à un endroit différent de celui de la veille, plus haut ou

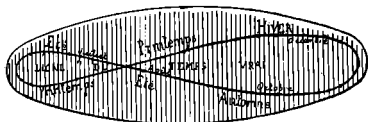


Fig. 12. — Méridienne du temps moyen.

plus bas sur la méridienne, suivant l'éloignement des équinoxes. Or, on est arrivé, depuis la création du temps moyen, à faire marquer aux cadrans solaires le midi moyen, celui même qu'indiquent les chronomètres les mieux réglés, et par une disposition très simple.

La plus usitée consiste à tracer sur le plan d'un cadran solaire fixe à plaque percée, une ligne courbe destinée à faire

c'est-à-dire au côté opposé à la latitude, dans le triangle dont MS est l'hypoténuse, on le prendra égal à l'autre côté OS qui est opposé au complément de la latitude. C'est alors sur le plan vertical qu'on rabat le cadran équatorial.

On dit qu'un cadran solaire est *déclinant*, lorsque la surface verticale sur laquelle on l'établit n'est pas exactement dirigée vers le sud. On construit ce dernier par un rabattement convenable du cadran équatorial qui ramène aux constructions précédentes.

connaître chaque jour l'instant précis auquel il est *midi moyen*. Cette ligne courbe, que l'on nomme la *méridienne du temps moyen*, a la forme d'un 8 allongé, comme on peut le voir sur la figure 12.

Chaque jour, à l'instant du midi moyen, le rayon de soleil qui traverse la plaque percée du style vient tomber sur la courbe; en sorte qu'en observant le moment où ce rayon lumineux vient la traverser, on a le midi moyen tout aussi facilement qu'on a le midi vrai en observant le moment où il traverse la ligne horaire du midi.

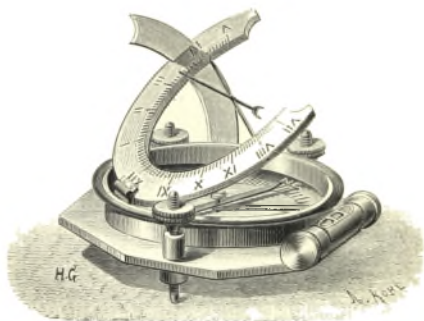
Les horloges solaires sont bien délaissées depuis que l'horlogerie mécanique a fait des progrès si notables, surtout au point de vue de la précision; elles ne sont plus guère qu'un objet de curiosité et presque personne ne perd plus son temps à tracer géométriquement leurs divisions horaires selon la déclinaison du plan, la forme et la hauteur du gnomon, etc. Nous ne mentionnerons donc, en passant, qu'une de leurs applications qui a encore un certain succès maintenant : les *cadrans solaires de poche*.

Dans ce genre d'appareils, le cadran, qui se compose d'un arc de cercle en cuivre soutenant la tige du style et sur lequel sont marquées les divisions horaires, est monté à charnière sur le dessus d'une boussole parfaitement divisée en degrés. Au moyen d'un petit niveau d'eau on place l'ensemble dans une position parfaitement horizontale et, lorsqu'on veut avoir le temps vrai, il suffit d'incliner le cadran parallèlement à l'axe du monde, après s'être assuré toutefois, au moyen de la boussole, de la bonne direction de la méridienne. Ces préliminaires achevés, l'ombre de l'aiguille s'allonge sur les divisions du cercle horaire et indique le temps vrai et l'heure réelle. Le cadran est équinoxial (fig. 15).

Dans ces dernières années on a parlé aussi d'autres dispositions d'horloges solaires :

Les horlogers éloignés des observatoires ont besoin,

pour leurs travaux de réglage, d'un bon cadran solaire. Un horloger, M. Fléchet, a eu l'idée de construire un semblable indicateur, nommé *chronomètre solaire à temps moyen*, qui peut être très utile dans ce cas particulier et qui est tombé aujourd'hui dans le domaine public. Mais pour les amateurs, bien autrement nombreux, pour les propriétaires de campagne qui aiment à consulter le cours du soleil et se contentent d'une pré-



* Fig. 13. — Cadran solaire équinoxial de poche.

cision approximative, cet appareil ne pouvait suffire, aussi un intelligent constructeur a-t-il imaginé un autre instrument, toujours du même genre, plus simple, partant plus parfait, et auquel il a donné le nom de *régulateur solaire* (fig. 14).

Ce régulateur est disposé ainsi qu'il suit :

Sur un pilier, porté par une base quadrangulaire, est monté un support à retour d'équerre, tournant selon un plan vertical et sur un centre de mouvement auquel

aboutit le sommet d'un secteur gradué. Ce secteur donne la mesure des différentes inclinaisons que peut recevoir le support, au bas duquel est fixé le petit tambour muni d'un cadran et d'aiguilles. Cette inclinaison doit toujours répondre à la latitude du lieu, et le secteur, étant amené au point convenable, se fixe par une vis de pression.

Le style et la plaque, sur laquelle est tracée la ligne du midi, sont solidaires.



Fig. 14. — Régulateur solaire.

La plaque pivote entre les deux retours d'équerre ; sur le prolongement du pivot inférieur, qui pénètre à l'intérieur du tambour, est ajusté un pignon qui, par l'intermédiaire d'une minuterie, fait tourner les aiguilles du cadran.

Une boussole, logée dans la base de l'appareil, sert à l'orienter, en tenant compte de la déclinaison. Il est réglé quand le trou du style, la ligne du midi solaire tracée

sur le champ de la plaque, et le midi des aiguilles du cadran, sont bien exactement dans un même plan vertical.

L'instrument étant réglé, il suffira d'incliner le style à droite ou à gauche, de façon à amener le point lumineux sur la ligne du midi, et, comme les aiguilles suivront son mouvement, l'heure se lira sur le cadran.

Pour éviter les *temps perdus*, le style doit avoir été ramené d'abord en arrière, et ensuite être toujours conduit dans le même sens.

On peut régler l'appareil, quand on le transporte, à l'aide d'une bonne montre à secondes trotteuses, ayant été mise à l'heure d'un observatoire d'une bonne méridienne.

L'instruction qui l'accompagne indique les inclinaisons à donner au secteur en correspondance des latitudes.

Ce qui pourra faire le succès, auprès des amateurs, du petit dispositif que nous venons de décrire, c'est qu'à l'encontre du cadran solaire, toujours immuable, celui-là peut facilement changer de place et qu'on y lit l'heure comme on le fait à sa montre.

On peut encore rendre les cadrans solaires plus pratiques et obtenir approximativement l'heure du soleil, sans dérangement par divers moyens plus ou moins ingénieux.

L'électricité fournit plusieurs solutions relativement satisfaisantes. Voici d'ailleurs les principes sur lesquels sont basés ces appareils.

La première solution est l'emploi du sélénium.

Ce métalloïde jouit de la curieuse propriété de devenir plus conducteur de l'électricité lorsqu'il est soumis à la lumière. C'est la base de la radiophonie, ou transmission de la parole par la lumière.

Le rôle du soleil se conçoit aisément :

Imaginons une boîte fermée, obscure, remplie de sélénium; cette boîte sera le socle sur lequel nous construirons très simplement une méridienne : un style orienté,

muni d'une plaque percée de trous, laissera passer un point lumineux d'un rayon de soleil. Au lieu de nous borner à tracer une ligne méridienne sur le socle, nous pratiquerons une fente étroite sur la paroi. Au moment du passage du soleil à midi, le point lumineux, frappant le sélénium à travers la fente, modifiera sa conductibilité.

L'effet électrique se produira. Il reste à utiliser cet effet.

Sans vouloir entrer dans des détails bien connus, souvenons-nous du galvanomètre *différentiel* ou du pont de Wheatstone :

Un courant électrique traversant un fil métallique tend à mettre en croix avec lui une aiguille aimantée parallèle.

Si nous faisons passer un courant de sens contraire, égal d'ailleurs au premier, dans un autre fil parallèle, l'effet de l'un des courants sera détruit par l'autre, et l'aiguille n'aura plus de tendance à se déplacer.

Au lieu d'un fil, sur un cadre enroulons un grand nombre de fois nos fils; nous augmenterons dans de grandes proportions la sensibilité du galvanomètre que nous aurons ainsi construit, et l'aiguille restera à zéro, quelle que soit l'intensité des courants contraires qui traversent ses fils, tant que ces courants auront la même énergie.

Ceci posé, il est évident que si l'un de nos courants traverse une certaine longueur de fil, ou mieux une certaine résistance pour arriver au galvanomètre, et que l'autre courant de sens contraire arrive sans résistance à l'appareil, l'aiguille déviara, parce qu'il y aura nécessairement une différence d'intensité entre le courant qui éprouve une résistance au passage et celui qui arrive directement.

Pour fixer l'idée, prenons des chiffres arbitraires et disons : Deux courants partent de deux piles avec des intensités = 10; l'un se rend à l'appareil galvanométrique en traversant le sélénium de la méridienne, dont la

résistance sera, par rapport au courant, 5, par exemple; l'autre, inverse, arrive directement à l'appareil.

L'intensité du premier sera 10 — 5; celle du second, 10.

L'aiguille déviara donc en vertu de cette différence et nous serons obligé d'intercaler dans le second circuit une résistance égale à celle du sélénium. L'aiguille reviendra alors à zéro et s'y maintiendra jusqu'au moment où le soleil frappant le sélénium, et par suite changeant la résistance et la conductibilité du premier circuit, provoquera le déplacement de l'aiguille. Ce déplacement pourra alors être vu à l'œil nu, ou pourra donner contact et mettre en fonction une sonnerie électrique ou tout autre appareil, au passage du soleil à midi ou à toute autre heure du jour.

La lumière du soleil peut donner une deuxième solution. Tout le monde connaît l'appareil qui porte le nom de *radiomètre* : c'est un petit moulinet horizontal composé de quatre ailettes en aluminium, suspendu dans une sphère de verre où le vide est fait et qui tourne plus ou moins rapidement sous l'influence du soleil. Si l'on a la boîte méridienne que nous décrivions plus haut, on remplace simplement le sélénium par un semblable système de moulinet, on fait le vide et on dispose sous les ailettes un contact isolé; le moulinet communiquant au pôle d'une pile, le fil de retour allant à une sonnerie, quand le soleil frappera les ailettes par la fente méridienne, celle-ci, repoussée, viendra toucher le conducteur interrompu, le circuit sera complété et la sonnerie fonctionnera tant que le soleil traversera la fente méridienne et éclairera le moulinet.

On peut obtenir encore une troisième solution par un emploi judicieux de la chaleur et en faisant chauffer quelques éléments thermo-électriques par le soleil.

On sait que, lorsque deux métaux différents sont reliés par une soudure, si l'on chauffe le point de soudure des deux métaux, on fait naître un courant électrique que

révélera un galvanomètre ordinaire. Pour amplifier l'effet, prenons un plus grand nombre d'éléments thermiques, de soudures, et, dans la boîte méridienne, disposons les soudures sous la fente, mettons un galvanomètre en communication avec les deux métaux, et, au passage du soleil à

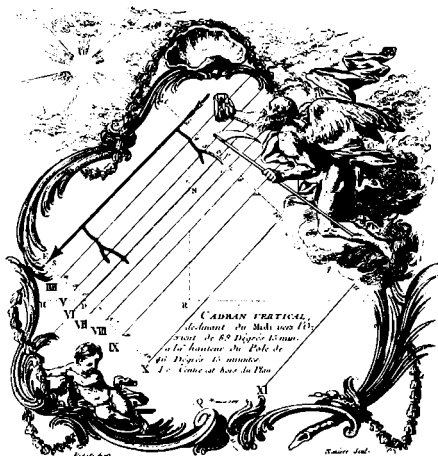


Fig. 15. — Reproduction d'un cadran solaire du xvii^e siècle.

midi, la déviation du galvanomètre se produira. Nous nous en servirons comme dans le premier cas.

Ces trois moyens nous permettent donc d'avoir l'heure du soleil à distance, et nous dispensent de prendre l'heure sur un cadran solaire pour la rapporter à l'établi (opération délicate et incertaine).

Passons maintenant à l'application de ces systèmes à la remise à l'heure automatique des horloges par le soleil. Les remises à l'heure des horloges par l'électricité étant très connues, nous rappellerons seulement la plus simple et la plus ancienne. Au-dessous des balanciers, réglés pour avancer de quelques secondes par jour, on dispose un électro-aimant. Les horloges arrivant à midi plus tôt qu'une horloge type, ferment elles-mêmes le circuit d'une pile traversant l'électro-aimant. Les balanciers s'arrêtent en deçà de la verticale. A midi précis, l'horloge-type régulateur coupe le circuit : les horloges se remettent en marche à l'heure exacte.

Reprenons notre méridienne et le relai galvanométrique pour remplacer l'horloge type. Deux moyens se présentent alors :

1^o Au lieu de pratiquer la fente droite, représentant la ligne méridienne, donnons à cette fente la ligne de la courbe d'équation du temps; mettons un interrupteur dans le circuit, il nous servira quand le soleil sera en retard sur les horloges (Voir l'*Annuaire des longitudes*). Si le soleil veut bien se prêter à ce nouveau rôle en se montrant, et que les appareils soient bien construits, nous aurons résolu une question intéressante, que la télégraphie pourrait résoudre encore plus simplement.

2^o Le deuxième moyen consiste à dévier tous les jours le style sur un cadran divisé, d'une correspondante à l'écart du soleil.

Il est ordinaire qu'on ait dans son domicile un emplacement quelconque, au besoin grenier ou cour, appui de fenêtre, exposé au soleil : quelques mètres de fil, une sonnerie ou un galvanomètre, un peu de réflexion, et chacun peut régler les horloges par le soleil.

Dans tous les cas, cette idée est facile à mettre à exécution, comme on peut le voir, et les horlogers ne pourraient qu'y gagner.

Terminons par quelques mots sur la *montre solaire*, ce rustique instrument, d'un emploi assez général dans les Pyrénées, et qui mérite d'être décrit.

A quelque point de vue qu'on l'étudie, cette montre diffère essentiellement des gnomons et des cadrans dont nous venons de parler. Comme eux, cependant, elle a pour but de déterminer l'heure par l'ombre d'un style exposé au soleil.

Sur un fût vertical en bois, de section hexagonale, sont tracées en ordonnées verticales les lignes des mois de l'année. En abscisses curvilignes sont indiquées les différentes heures de la journée.

Ce tracé, assez difficile et d'une exécution assez compliquée, a pu être simplifié sans nuire aux résultats obtenus. Ainsi la figure ci-contre est la reproduction exacte des lignes que l'on doit tracer pour construire la montre solaire de Paris. Ceux de nos lecteurs qui voudront le prendre comme modèle n'auront qu'à l'appliquer sur une petite colonne et à mettre dans l'entaille du chapiteau une petite lame ou style de 25 millimètres de longueur. La seule recommandation que nous ayons à leur faire, c'est d'avoir soin, au moment de l'observation, de placer la colonne bien verticalement, afin d'éviter les erreurs de lecture que

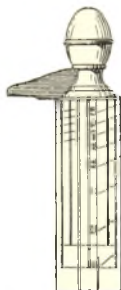


Fig. 16. — Montre solaire.

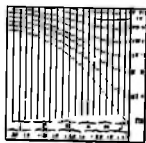


Fig. 17. — Diagramme appliqué sur le fût de la montre solaire.

produirait la longueur anormale de l'ombre du style.

Mais dans tous les cas, tous ces cadrans et toutes ces montres, soumis aux caprices du dieu Soleil, ne vaudront jamais une bonne horloge mécanique ou tout autre indicateur horaire qui n'a pas besoin de lumière pour accuser l'heure courante ; aussi les gnomons et les cadrans solaires ne sont plus guère d'aucun usage.

N'oublions cependant pas que c'est par leur invention que l'homme a commencé sa conquête sur ce temps qu'il divise et mesure aujourd'hui si exactement.



Fig. 18.

CHAPITRE VI

Les clepsydras

Lorsque l'on eut découvert le moyen de mesurer le temps à l'aide des rayons solaires, on ne tarda pas à s'apercevoir de l'insuffisance de cette mesure, qui était nulle pendant la nuit et aussi pendant le jour lorsque le ciel était couvert de nuages. Pour remédier à ces inconvénients, on inventa, après sans doute bien des tentatives infructueuses, le sablier et la clepsydre.

Le sablier, antérieur à la clepsydre, est d'une origine très ancienne. Les peuples de l'Asie le connaissaient longtemps avant notre ère. Winkelmann parle d'un bas-relief antique représentant les noces de Thétis et de Pélée, dans lequel on voit Morphée tenant dans la main gauche une horloge à sable, ressemblant aux sabliers modernes. Sur certaines sculptures datant des Égyptiens, quinze siècles avant Jésus-Christ, on retrouve aussi le dessin du sablier, appareil trop connu pour que nous en donnions la description.

Le sablier, d'un fonctionnement assez défectueux, est cependant encore utilisé de nos jours pour différentes mesures du temps, notamment dans la marine, où on le préfère à tout autre indicateur horaire pour l'expérience du *bateau de loch*, qui donne à tout instant le degré de vitesse atteint par le bâtiment pendant le temps que le sablier met à se vider.

On a fait aussi des *sabliers avertisseurs*, qui peuvent être d'une certaine utilité pour la cuisson des œufs et certaines opérations de chimie. Dans ces sabliers, lorsque le grès a complètement passé d'une sphère dans l'autre, l'appareil bascule, et un petit marteau vient frapper sur un timbre placé sur le socle. C'est assez ingénieux, mais à ces quelques besoins seulement se borne l'emploi du

sablier, autrefois l'attribut du Temps et de la Mort, aujourd'hui relégué au rang des antiquités.



Fig. 49.
Sabler avertisseur.

La clepsydre est également d'une très grande ancienneté; elle était connue chez les Égyptiens, dans la Judée, à Babylone, dans la Chaldée, et enfin chez les Grecs et les Romains, bien avant l'ère chrétienne. Cet appareil, d'après la description qu'en donne Athénée, était d'une extrême simplicité, ne se composant que d'un vase d'argile ou de métal que l'on emplissait d'eau et que l'on suspendait dans une niche disposée à cet effet. A l'extrémité inférieure du vase était un tuyau étroit par le-

quel l'eau s'échappait goutte à goutte et venait tomber dans un récipient sur lequel les divisions des heures étaient marquées. Cette machine, susceptible de perfectionnements, fut d'abord modifiée par Scipion le Nasillard et complétée par le fameux mécanicien Ctésibius, l'an de Rome 660. Cet habile constructeur ajouta à la clepsydre un rouage qui, mû par la pesanteur de l'eau, servait à plusieurs usages : comme à sonner de la trompette, à jeter des pierres, etc., et enfin à marquer les heures, les jours, les mois et même les signes du zodiaque.

Archimède imagina aussi un instrument de ce genre qui devait être mû par l'eau ou la pesanteur, mais on ne sait rien de bien précis à cet égard.

Le roi Sapor possédait aussi une clepsydre monumentale, toute en cristal et assez grande pour laisser un homme s'y asseoir commodément.

Plutarque, dans la *Vie de Dion*, cite une machine hydraulique comparable à celle de Ctésibius.

Jules César dit, en parlant de l'Angleterre, qu'il y a vu en usage des horloges d'eau en assez grand nombre.

Les Jésuites français et espagnols nous ont fait connaître que, longtemps avant l'ère chrétienne, on se servait de la clepsydre pour diviser le jour et la nuit par heures dans toutes les parties de la Chine, au Japon et dans toutes les îles voisines.

Enfin, tous les documents consultés prouvent d'une façon irréfutable l'ancienneté de la clepsydre et son existence 700 ans au moins avant Jésus-Christ, simultanément dans presque tous les pays civilisés connus.

Mais qu'est-ce qu'une clepsydre ?

Imaginons qu'un réservoir contienne de l'eau et qu'un orifice supérieur permette d'évacuer le trop-plein. Si l'on place un tube très étroit à la partie inférieure afin que l'eau ne sorte que goutte à goutte, le niveau de l'eau étant toujours le même et l'écoulement régulier, il sortira du réservoir des quantités égales du liquide pendant des périodes de temps égales.

Pour mesurer un intervalle de temps quelconque au moyen de l'écoulement ainsi obtenu, il n'y a plus qu'à



Fig. 20. — Clepsydre primitive.

recueillir l'eau qui sort du réservoir pendant cet intervalle de temps, et à en déterminer le volume. Mais on évite cet embarras par une disposition de l'appareil qui permet de lui faire donner des indications continues. Il suffit, en effet, que l'eau du réservoir tombe dans un vase de forme cylindrique ou prismatique, et s'y accumule de plus en plus. Le niveau de l'eau montera dans ce vase avec une vitesse uniforme et marquera le temps par la position qu'il occupera, position qui pourra d'ailleurs être aisément déterminée au moyen d'une échelle graduée fixée au vase. Souvent, afin de rendre les indications plus visibles, et aussi pour donner plus d'élégance à l'appareil, on plaçait un flotteur dans le vase où se rend l'eau écoulée; ce flotteur, formé d'un morceau de liège, portait un index qui se trouvait à côté d'une échelle graduée, et venait correspondre successivement aux diverses divisions de cette échelle, à mesure que le liquide le soulevait en s'accumulant dans le vase. C'est ce que montre la figure qui représente une clepsydre de cette espèce.

L'eau, dont l'écoulement sert à mesurer le temps, se rend dans une capacité que l'on n'aperçoit pas, située dans le bas de l'appareil; elle y fait monter progressivement un flotteur, qui supporte les deux petites figures placées de chaque côté de la colonne supérieure; une de ces figures porte une baguette dont l'extrémité aboutit à une échelle tracée sur la colonne, et indique le temps par ses divisions.

Cette clepsydre est celle qui fut imaginée par Ctésibius et qui fut perfectionnée, plusieurs siècles plus tard, par Proclus, Boèce, Cassiodore. D'un usage très répandu en Égypte, on avait coutume de la surmonter dans ce pays d'une figure de singe, tout occupé de la besogne dont nous avons parlé au sujet de la division du jour en douze parties. On donnait même à la clepsydre le nom de cet animal, singularité qui a suggéré à Court de Gébelin, savant rempli de sagacité et de pénétration, l'idée qu'il exprime ainsi qu'il suit :

« Cette prétendue habitude du singe égyptien est un conte à dormir debout. Les clepsydres ne sont qu'une imitation du temps, qui s'écoule comme l'eau d'un fleuve ou d'une clepsydre. Elles furent donc appelées singes ou imitations, copies, lessinges imitant ce qu'ils voient faire. Aussi dans quelques langues orientales le même mot qui signifie *temps* signifie également *singe*. Le vrai singe, qui répand douze fois l'eau dans un jour, n'est autre que la clepsydre elle-même. Il n'est donc pas étonnant que les clepsydres fussent surmontées d'un singe, puisque cet animal en devenait le symbole. »

L'autre disposition également adoptée avait pour objet de faire marquer le temps par une aiguille mobile sur un cadran, comme dans nos horloges actuelles.

A cet effet, le flotteur (fig. 22), auquel l'eau de la clepsydre communique un mouvement ascendant, est attaché à l'extrémité d'une chaîne, qui s'enroule autour d'un cylindre horizontal supportant, à son autre extré-

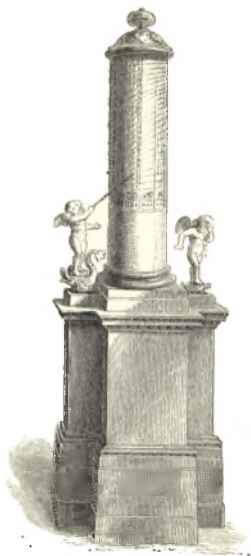


Fig. 21. — Clepsydre de Clésibius.

mité, un contrepoids un peu plus léger que ce flotteur. Le cylindre peut librement tourner sur lui-même; il porte à une de ses extrémités une aiguille qui, le suivant dans ce mouvement, parcourt ainsi toute la cir-

conférence d'un cadran adapté à la face extérieure de l'appareil. Lorsque le flotteur A monte, le contrepoids descend, et la chaîne fait tourner le cylindre ainsi que l'aiguille qui y est fixée; cette aiguille marque le temps par la position qu'elle occupe sur le cadran.

A l'époque où la Grèce était à l'apogée de sa splendeur, l'essor de l'horlogerie hydraulique s'était largement accru; on multipliait les rouages et on variait à l'infini les formes des clepsydres. Bientôt on en fit des objets de luxe.

Du temps de Pompée, les clepsydres étaient comptées à Rome au nombre des meubles nécessaires dans une maison. La mode les adopta : elles eurent leurs fanatiques, s'il est vrai

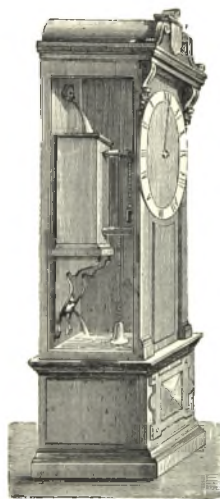


Fig. 22. — Clepsydre perfectionnée.

qu'un enthousiaste nommé Trimalcion, qui possédait une horloge dans sa salle à manger, ordonna qu'on en mettrait une sur son tombeau.

Au commencement du neuvième siècle le calife des Abbassides, Haroun-al-Raschid, envoya à Charlemagne ses

présents d'un grand prix, parmi lesquels était une clepsydre à rouages qui passa pour une merveille et dont Eginhard nous a laissé une pompeuse description. Elle était en airain damasquiné d'or, marquait les heures sur un cadran, et au moment où chacune d'elles venait de



Fig. 25. — Clepsydre envoyée à Charlemagne par le calife Haroun-al-Raschid en l'an 800 (d'après une ancienne porcelaine de Sèvres).

s'accomplir, un nombre égal de petites boules de fer tombaient sur un timbre et le faisaient tinter autant de fois qu'il y avait d'heures marquées par l'aiguille. Alors, douze petites fenêtres s'ouvraient et l'on voyait sortir de chacune un cavalier qui, après diverses évolutions, rentrait à l'intérieur du mécanisme.

Peu de temps après l'introduction en France de cette fameuse horloge, Pacificus, archevêque de Vérone, en exécuta une bien supérieure à toutes celles de ses devanciers : elle marquait, outre les heures, les quantités du mois, les jours de la semaine, les phases de la lune, etc. Mais ce n'était encore qu'une clepsydre perfectionnée; il lui manquait le poids moteur et l'échappement. Ce fut au commencement du dixième siècle que ces deux inventions furent faites, et il semble que ce soit de cette époque que date véritablement l'art de l'horlogerie.

Répétons que les clepsydes sont les seuls instruments dont les anciens se soient servis pour mesurer le temps, dans leurs recherches astronomiques, indépendamment de l'observation des astres eux-mêmes. Ces instruments, dont les indications n'étaient pas susceptibles d'acquiescer une grande précision, sont complètement abandonnés de nos jours. Pendant sept cents ans, à partir du siècle de Pompée, il n'est parlé ni d'inventions nouvelles, ni d'horloges remarquables.

L'un des usages les plus singuliers que l'on fit de la clepsydre du temps de Plin le Jeune, qui déclamait contre la façon précipitée dont on rendait la justice à cette époque, était de mesurer avec son aide les instants pendant lesquels un orateur devait conserver la parole devant les tribunaux.

Un officier spécial était chargé de manœuvrer et de surveiller la clepsydre. Quand elle était sur le point de finir, il avertissait par un coup de baguette le plaideur d'avoir à terminer bientôt son discours. Aussi entendait-on souvent les avocats se plaindre que « l'eau les pressait; que leurs arguments et leur éloquence étaient à la merci de l'eau ».

À la vérité, l'écoulement de l'eau était de droit suspendu pendant la lecture des pièces qui ne faisaient pas réellement partie de la plaidoirie : textes de lois, dépositions de témoins, etc. Puis aussi, d'après ce qui en est revenu jus-

qu'à nous, les préposés aux clepsydras, fonctionnaires subalternes, n'auraient pas toujours été littéralement incorruptibles. Il pouvait leur arriver, soudoyés pour favoriser ou desservir tel ou tel plaideur, de trouver de petits et furtifs moyens d'allonger ou de raccourcir la durée d'une clepsydre, soit en glissant quelque obstacle imperceptible dans le trou d'écoulement, soit en collant quelques boulettes de cire à l'intérieur du vase, pour tenir la place de l'eau au moment du remplissage.

Il fut même un moment où, à Rome surtout, ce genre de corruption ne connut plus de bornes; les injustices se multiplièrent, et un jour, Cicéron ne put obtenir plus d'une demi-heure pour la défense de Rabirius, tandis que les accusateurs de Milon eurent deux heures pour l'attaquer.

On fit aussi quelque temps usage du sablier, pendant la Révolution française, pour obliger les orateurs à plus de concision.

DEUXIÈME PARTIE

L'HORLOGERIE MÉCANIQUE

CHAPITRE I

Les horloges à poids

Il n'est pas de village, de hameau, si infime qu'il soit, qui ne possède à notre époque, au moins un indicateur horaire public. Quelque remarquables même que soient ces horloges, personne ne s'en préoccupe plus et elles sont considérées comme des monuments vulgaires et d'une utilité très restreinte.

Au moyen âge, il n'en était point ainsi ; l'érection d'une horloge dans une ville était un événement considérable, d'autant plus que les mécaniciens qui exécutaient ces horloges les ornaient d'automates dont le mouvement était propre à frapper l'imagination du peuple. Parfois c'étaient les Mages qui, à chaque heure, venaient se prosterner devant la Vierge et son enfant dans sa crèche, ou bien c'étaient Jacquemart et sa femme qui, grotesquement accoutrés et armés l'un et l'autre d'un marteau, frappaient les heures sur la cloche. Toutes ces merveilles impressionnaient les esprits, et lorsque, dans le silence de la nuit, l'horloge, du haut du clocher de l'église ou de la tour du monastère, faisait entendre sa voix métallique, à laquelle on ne prête plus d'attention dans notre siècle positif, les femmes et les enfants tressaillaient d'effroi :

il leur semblait qu'une puissance surnaturelle présidait aux mouvements qui s'accomplissaient dans la machine aux rouages d'airain.

Au commencement du dixième siècle, alors que les ténèbres de la barbarie enveloppaient encore l'Europe, un homme, grand par son talent comme par son caractère, vivait alors en France, près d'Aurillac, où il garda les moutons pendant son enfance. Cet homme, qui s'appelait Gerbert et devint plus tard pape sous le nom de Sylvestre II, était un esprit supérieur, en avance de toutes les façons sur son époque, ainsi que ses écrits nous l'ont prouvé, et qui dut à cette supériorité même d'être attaqué dans son haut savoir par l'implacable médiocrité, avec les armes qui, en ces temps d'ignorance et de superstition, pouvaient faire les plus dangereuses blessures. Or le prétendu démoniaque, pendant son séjour dans un couvent d'Allemagne, dit un historien à qui l'on reproche de n'avoir pas cité la source de cette assertion, aurait construit une horloge admirable marquant les heures par le moyen de « poids » et de roues.

C'est la première mention faite, dans les anciens textes, d'un instrument horaire auquel des poids sont assignés comme principe moteur, car, quoiqu'il paraisse que la fameuse sphère d'Archimède où l'on voyait avec une fidélité parfaite les mouvements du soleil, de la lune et des planètes, fût une horloge mécanique, on ne peut savoir au juste quel était le moteur employé : eau, vent ou pesanteur. Les contemporains d'Archimède paraissent avoir été convaincus que ce moteur était un « esprit enfermé », si l'on en croit toutefois le poète Claudien qui, beaucoup plus tard il est vrai, écrivit la description de cette machine¹.

A vrai dire, on ne sait pas grand'chose de l'époque et

1. Voici ces vers de Claudien, traduits en français par Massi :

Jupiter ayant vu la fragile machine
Qui fait mouvoir les cieux sous une glace fine,



Fig. 24. — Gerbert, pape sous le nom de Sylvestre II.

du nom de celui qui fit les premiers pas en la voie nouvelle. Aucun nom, aucun fait ne peuvent être cités pendant les trois siècles et demi qui suivent la mort de Gerbert, période pendant laquelle maintes tentatives partielles durent être faites et où l'on aimerait à suivre la marche, lente sans doute, d'un art qui tout d'un coup se présente à nous, au milieu du quatorzième siècle, avec des œuvres supposant de longs, de difficiles efforts, dont nous ignorons à peu près complètement l'ordre de succession.

Le rouage de la sonnerie, qui ne fut adapté aux horloges que longtemps après l'invention du poids moteur, était en usage, comme nous le verrons plus loin, dès le commencement du douzième siècle, ce qui rapproche son apparition de l'époque où Gerbert vivait encore. D'ailleurs, le poids moteur et l'échappement n'ont pu être inventés que par un homme possédant de grandes connaissances mécaniques et n'ignorant pas les travaux de ses prédécesseurs : Boèce, Cassiodore, Vitruve. S'il n'existe pas de preuves positives de ce que nous avançons ici, nous persistons cependant à penser et à croire que ces deux inventions sont dues au moins Gerbert et ajoutent un neurone de plus à la couronne scientifique de celui qui fut le pape Sylvestre II.

En 1524, Wallingfort, bénédictin anglais, construisit pour le couvent de Saint-Alban, dont il était abbé, une horloge mécanique à sonnerie et qui marquait, outre les

Dit aux Dieux en riant : Un vieux Syracusan
A tâché d'imiter l'ouvrage de ma main ;
Des décrets éternels, de cet ordre immuable,
Qui régit l'univers par un art admirable,
Archimède prétend contrefaire les lois.
Un esprit qui conduit mille astres à la fois
Enfermé dans le sein d'un nouvel édifice,

.....
Dans ce monde apparent le soleil j'aperçois
Chaque an finir son cours, la lune chaque mois.
Ce mortel, enivré de l'ardeur qui l'inspire,
Les voit avec orgueil soumis à son empire...
Du fils d'Éole en vain ai-je détruit les feux :
Un autre veut encor se comparer aux Dieux !

heures, les quantités du mois, les jours de la semaine, le cours des planètes, les heures des marées, etc. Il est vrai que quelques années auparavant, en 1314, on avait déjà vu, sur le pont de Caen, une horloge sur le timbre de laquelle on avait gravé l'inscription suivante :

Puisque la ville me loge
Sur ce pont pour servir d'orloge,
Je ferai les heures ouïr
Pour le commun peuple réjouir.

Cette horloge sonnante avait été faite par Beaumont, horloger de Caen.

En 1544, Jacques de Dondis, mathématicien et astronome italien, conçut l'idée d'une horloge qu'exécuta un excellent ouvrier de Padoue nommé Antoine, et qui fut placée au sommet de la tour de cette ville. Cette horloge fut longtemps considérée comme la merveille du siècle, à tel point que la désignation de l'œuvre fut décernée, comme titre de noblesse, à l'inventeur dont les descendants continuèrent à s'appeler Dondis de l'Horloge. Philippe de Mézières, contemporain de Jacques de Dondis, a laissé la description de cette horloge dans son écrit *le Songe du vieil Pèlerin*, qui prouve en quelle admiration on tenait à cette époque la merveilleuse machine.

L'ouvrage de Dondis excita partout l'admiration. Tous les princes de l'Europe voulurent posséder de semblables horloges. Des ouvriers de la France et de l'étranger en firent successivement pour un grand nombre de châteaux, d'églises et de monastères.

Parmi les plus belles horloges qui furent faites au quatorzième siècle, on doit citer celle de la cathédrale de Dijon, que Philippe le Hardi enleva à la ville de Courtrai après la bataille de Roosebeke¹. Elle était surmontée de

1. « Le duc de Bourgogne, dit Froissart, fit oster des halles un orologe qui sonnoit les heures, l'un des plus beaux que l'on sceut trouver deçà ni delà la mer: et cettuiz orologe mettre tout par

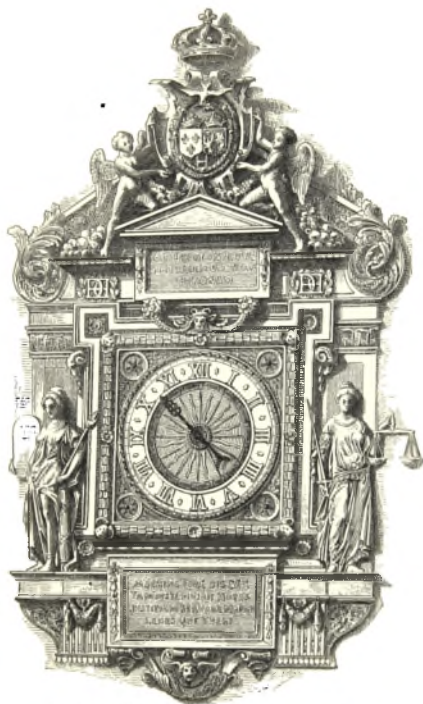


Fig. 25. — Horloge du Palais de Justice de Paris.

deux personnages automates en fer qui frappaient les heures sur la cloche et qui furent nommés *jacquemarts*, du nom de l'horloger Jacques Marck qui imagina, dit-on, de construire ces automates¹.

La première grosse horloge qu'il y eut à Paris fut construite par Henri de Vic, que Charles V fit venir d'Allemagne. Le roi assigna à cet ouvrier dix sols par jour de traitement, et lui donna son logement dans la grosse tour du Palais sur laquelle l'horloge fut placée en 1570. Sous le règne de Charles IX, elle fut ornée de figures de terre cuite exécutées par Germain Pilon. Henri III fit réparer le cadran, y mit les armes de France et de Pologne, et fit écrire en latin : *Qui dedit ante duas, triplicem dabit ille coronam*. Plus tard on y ajouta ces deux vers de Passerat, qui existent encore :

« Machina que bis sex tam juste dividit horas
« Justitiam servare monet legesque lueri². »

Ce fut sans doute sur le modèle de cette horloge que Charles V fit fabriquer celle du château de Montargis, avec un très beau timbre autour duquel est écrit : « *Charles-le-Quint, roi de France, me fit par Jean Jouvance, l'an mil trois cent cinquante et trente* » (1580). L'horloge de Sens est à peu près de la même époque. Le roi paya, de moitié avec la ville, la lanterne où elle fut posée, en 1577, sur la tour même de l'église métropolitaine.

L'horloge de la cathédrale de Metz date de 1591, mais ce ne fut qu'en 1510 qu'elle fut placée dans la tourelle

membres et par pièces sur chars et la cloche aussi. Lequel orologe fut amené et charroïé en la ville de Dijon en Bourgongne, et fut là remis et assis et y sonne les heures, vingt-quatre entre jour et nuit. »

1. D'autres commentateurs, par exemple Ménage, ne s'accordent pas sur l'étymologie du mot *jacquemart* qui, selon l'auteur que nous venons de citer, viendrait de *jacco marchiatus*, jaque de maille, du nom des hommes d'armes qui sonnaient les heures.

2. « La machine qui divise avec tant de justesse les douze heures du jour, apprend à observer la justice et les lois. »

orientale de l'édifice où on la voit encore aujourd'hui. Elle sonne toujours, comme à la première heure de son installation, les heures, les demies et les quarts; elle marque toujours aussi le cours apparent du soleil et les phases de la lune.

On connaît plusieurs autres horloges remarquables du quatorzième siècle, notamment celle du Lund en Suède et celle d'Auxerre.

Dans la première, à chaque fois qu'elle sonnait les heures, deux cavaliers se rencontraient et se donnaient autant de coups qu'il y avait d'heures à sonner; alors une porte s'ouvrait et on voyait la Vierge Marie et son enfant recevant la visite des Mages suivis de leur cortège; les rois se prosternaient et offraient leurs présents, les trompettes sonnaient pendant la cérémonie, puis tout disparaissait pour reparaitre encore à l'heure suivante.

Dans la seconde, qui a subi, depuis le temps où elle a été installée, de nombreuses modifications, il y avait deux cadrans opposés l'un à l'autre et possédant une double aiguille, l'une pour les heures et l'autre pour les phases de la lune.

C'est ainsi que s'ouvrent les annales de l'horlogerie mécanique proprement dite. Il est bien évident qu'à cette histoire manquent les premiers chapitres, dont les faits n'ont pas été conservés jusqu'à nous, et qu'il nous faut borner à examiner chronologiquement les progrès accomplis par la science de l'horlogerie depuis le douzième siècle jusqu'à l'an de grâce où nous vivons.

Rappelons en commençant quelle était la disposition mécanique intérieure de ces horloges merveilleuses du moyen âge.

CHAPITRE II

Mécanismes

« Dans l'horloge non hydraulique, dit Falconnet, au lieu d'eau pour mettre en mouvement les rouages, nous voyons des poids qui suppriment la nécessité d'alimentation du réservoir. »

Des poids : en effet c'est là le principe. Ces poids suspendus à une corde ou à une chaîne enroulée sur l'axe d'une roue, et qui en se déroulant contraignent la roue à tourner, sont un moyen d'application très simple. Mais si l'on dispose de cette façon un appareil, qu'arrivera-t-il? Que le poids tirant sur la corde fera tourner la roue assez lentement, puis plus vite, et enfin avec une rapidité toujours croissante, en vertu de la loi bien connue de la chute des corps. De quel joli train irait alors l'aiguille indicatrice fixée à la roue! Mais nous imaginerons de mettre à cette première roue une espèce de frein dont le frottement en enrayera la vitesse, ou bien nous ferons peser sur elle quelque ressort. Mais aux piètres résultats obtenus, nous reconnaitrons bientôt que le meilleur frein serait une autre roue, dont nous dentierions l'axe en même temps que le contour de la première, et qui serait d'autant moins vite entraînée que les dents de son axe offriraient un plus court levier. Toutefois, trop de vélocité encore. Alors troisième roue; nouveau principe de résistance; et, partant, diminution proportionnelle de vitesse.... Et en ajoutant des roues, c'est-à-dire des résis-

tauces, en absorbant de la force par les frottements, nous arriverons peut-être à faire que la première roue, à l'axe de laquelle nous avons fixé une aiguille, conduira celle-ci devant un cadran marqué de douze chiffres avec la vitesse voulue pour qu'elle en fasse le tour exactement en douze heures.

Mais, en supposant que cet heureux résultat soit obtenu maintenant, qui nous dit que nous en jouirons encore demain, dans une semaine, dans un mois, dans quelques instants même? et avec quelle certitude l'obtenir pour

un autre instrument? Une goutte d'huile par exemple sur un pivot, qui nous semble grincer, et voilà tout aussitôt le jeu de la machine beaucoup plus rapide, puisque nous avons diminué un frottement. Ajouterons-nous une roue? ou attendrons-nous, pour retrouver la justesse, le dessèchement de ce pignon?

Cette situation, tout hypothétique, nul doute qu'elle n'ait été longtemps celle des expérimentateurs, qui, pour substituer à l'eau le poids moteur, n'avaient d'autres ressources

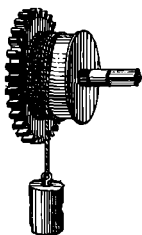


Fig. 26.
Poids moteur.

que le nombre des roues, et cherchaient vainement un mécanisme plus perfectionné.

D'après le célèbre horloger Ferdinand Berthoud, il est probable que le premier *échappement* qui ait été imaginé consista à faire engrener la dernière roue dentée avec une vis sans fin portant un petit volant dont la disposition permet de régler à peu près la vitesse du mécanisme. Vint ensuite l'invention de l'*encliquetage* (fig. 27), au moyen duquel on peut remonter le poids à sa hauteur primitive sans faire rétrograder tout le système. La figure 28, page 85, montre la première disposition méca-

nique imaginée pour communiquer à une pièce quelconque un mouvement uniforme de rotation. C'est un peu la disposition du tourne-broche ordinaire.

L'*encliquetage*, que nous avons représenté en détail dans le dessin ci-dessous, est encore d'un usage général et indispensable dans tous les appareils d'horlogerie. Il a pour principe une roue qui devient indépendante dans une certaine direction et qui est liée à la roue motrice dans l'autre par le fait de ses dents, qui, coupées en crochet dans un sens, s'échappent en courbe dans l'autre. Au lieu de tourner entièrement sur lui-même, il va et revient continuellement par oscillations et devient le véritable *régulateur* qu'on a appelé depuis *balancier*, nom d'ailleurs bien justifié.

Le moteur de l'horloge construite par Henri de Vie à Paris était aussi un poids attaché à une corde enroulée sur un cylindre. Pendant la descente de ce poids, le cylindre tourne, le mouvement de rotation se transmet par engrenages



Fig. 27. — Encliquetage.

à une dernière roue verticale en forme de couronne, portant des dents dont la face antérieure est perpendiculaire au plan de la roue, en un mot semblable à ce que les horlogers appellent une *roue de rencontre*. C'est sur cette roue qu'agit l'obstacle, qui se compose d'une tige armée de deux palettes et placées à angle droit l'une de l'autre. Quand une palette est repoussée, l'autre s'engage, pour être repoussée à son tour, en arrêtant ainsi à chaque instant le mouvement de la roue, et, avec lui, le déroulement du poids moteur. L'axe vertical des palettes porte à sa partie supérieure une barre appelée *foliot*, chargée de poids, dont l'inertie forme une résistance qui s'oppose au mouvement de la roue, en raison de la grandeur de ces poids et de leur éloignement de l'axe. C'est ce *foliot* qui

est devenu plus tard le *balancier* dont nous venons de parler.

Les chocs successifs produits dans cet échappement, rendus plus sensibles par la construction imparfaite des rouages, et les grandes résistances intérieures, ne permettaient pas d'obtenir avec cette disposition, tout ingénieuse qu'elle était, un haut degré de précision. Toutefois l'horloge à poids ne reçut de changements notables qu'au commencement du seizième siècle, par l'introduction dans son mécanisme d'un élément nouveau, essentiellement propre à conduire à la précision : le pendule.

Ce fut aussi vers la même époque que l'on inventa un système d'échappement plus perfectionné ; mais un long espace de temps s'était écoulé avant l'apparition de ce mécanisme, quelque peu supérieur. En 1560, le célèbre astronome Tycho-Brahé, magnifiquement installé dans son palais scientifique d'Uranienburg, ne parlait des horloges qu'avec une certaine réserve, quoiqu'il en possédât quatre sortant des mains des ouvriers les plus habiles. « La plus grande, disait ce savant, a une roue principale qui ne mesure pas moins de trois pieds (un mètre) de diamètre et porte douze cents dents ; mais je n'ai encore pu compter sur rien de bien précis pour la durée d'un phénomène céleste, car j'ai remarqué que les moindres changements atmosphériques causent des variations dans la marche de ces instruments. L'hiver, pourtant, je les tiens dans des étuves dont la température est toujours égale.... »

Il fallut que Galilée, ce grand génie dont s'honore l'Italie, vint, par sa découverte des lois de l'isochronisme du pendule, donner une nouvelle impulsion à l'art de l'horlogerie, pour que l'esprit des chercheurs se remit sur la voie de l'échappement, qui, de grossier et irrégulier qu'il était, se perfectionna. A partir de l'époque de Huyghens, en 1654, les horloges se composèrent de trois pièces qui ont toujours été conservées depuis : le *moteur* (poids ou res-

sort), le *régulateur* (pendule oscillant) et l'*échappement*.

Le mouvement continu obtenu est ordinairement transmis au dernier rouage, qui doit marcher lentement et uniformément pour que ses révolutions puissent être facilement observées et que la force motrice ne s'épuise pas trop vite. Ces deux conditions peuvent être obtenues par un appareil possédant au premier degré le principe d'uniformité; jusqu'à présent on n'a rien trouvé de mieux que le *pendule* de Galilée ou le *ressort-spiral* de Huyghens, dont les vibrations ont toujours la même durée, quelle que soit leur amplitude. La réunion de ces deux machines, le régulateur et le mouvement, qui se fait par l'échappement, — ainsi nommé probablement parce que la force motrice, alternativement contenue et libérée, s'échappe à intervalles réglés, — constitue l'horloge ou la montre.

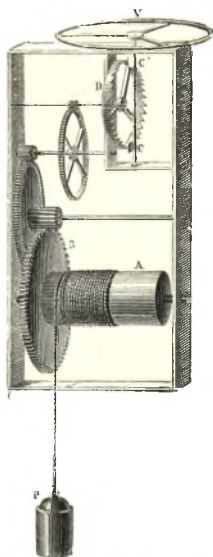


Fig. 28. — Mécanisme d'un tourne-broche (horloge mécanique primitive). (Voy. page 80.)

A cylindre moteur. — B rouage. — D rochet. — C C échappement à foliot. — V balancier. — P poids moteur.

Le mécanisme de l'échappement, quelque varié qu'il puisse être, se réduit toujours à procurer entre le dernier

rouage et le régulateur une action réciproque, en vertu de laquelle, d'une part, le régulateur ralentit ce mobile et rend la force uniforme, tandis que, d'autre part, une aliquote quelconque de la force motrice se transmet au régulateur pour entretenir ses oscillations, qui tôt ou tard cesseraient, par suite de la résistance de l'air et des frottements. On comprend ainsi aisément combien la perfection de l'échappement peut et doit contribuer à celle de l'horloge. Vainement le mouvement et le régulateur seraient parfaits en leur genre, si le mécanisme qui

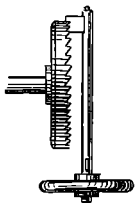


Fig. 29.

Échappement à verge.

les unit est vicieux, son influence ne tardera pas à se faire sentir dans la marche de l'appareil. Aussi est-ce pour cela que l'esprit des horlogers s'est surtout porté sur les perfectionnements de cette partie de leur art. On peut diviser les échappements en plusieurs classes, que nous allons étudier l'une après l'autre.

L'Échappement à verge est le plus ancien de tous ceux qui ont été inventés. Dans ce système, la *roue de rencontre* est posée de telle sorte que son axe coupe perpendiculairement la verge du balancier. Sur cette verge s'élèvent deux petites ailes ou *palettes* qui forment entre elles un angle d'environ 90 degrés. Elles viennent s'engager dans les dents de la roue, dont le nombre est toujours impair, afin que l'axe du balancier, répondant par sa partie supérieure, par exemple, à une de ces dents, il réponde par l'inférieure au point opposé entre deux de ces mêmes dents. Il suit donc de cette construction : 1^o que le balancier ou tout autre modérateur apporte une résistance au rouage qui l'empêche de céder trop rapidement à l'action de la force motrice ; 2^o que les roues (abstraction faite de l'action du rouage), s'échappant plus ou moins vite selon la

masse du régulateur ou du nombre de ses vibrations, on peut toujours déterminer, par là, celles qui portent les aiguilles, et faire un certain nombre de tours dans un temps donné. Enfin, au moyen de cet échappement, lorsque le régulateur a été mis en mouvement par la force motrice, il réagit sur les roues, et les fait rétrograder, proportionnellement à la force qui lui a été communiquée ; d'où il résulte une sorte de compensation, la plus grande force motrice du rouage qui devrait faire avancer le système, étant toujours suivie d'une plus grande réaction du balancier, qui tend toujours à le faire retarder.

Ce système qui fut longtemps employé pour les grosses horloges, et qui fut même assez réduit, comme dimension, pour être appliqué aux montres communes, est maintenant complètement abandonné.

Le premier système d'échappement à ancre est dû au docteur Hook, de Londres. C'est le plus communément employé dans les pendules et les montres actuelles. Il se compose de deux *branches* ou *bras* qui embrassent une partie de la *roue à rochet* et sont suspendus sur l'axe du mouvement du balancier. L'un de ces bras se termine par une courbe dont la convexité est tournée extérieurement, et l'autre, aussi par une courbe dont la concavité est tournée intérieurement. Quand le rochet chasse le premier, le second, situé de l'autre côté de l'axe, est contraint de s'engager dans les dents qui lui sont correspondantes, d'où, étant bientôt chassé, il oblige à son tour l'autre bras de se

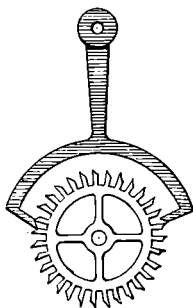


Fig. 50. — Premier échappement à ancre.

représenter à l'action du rochet et ainsi de suite. C'est de cette manière que sont restituées les pertes de mouvement du pendule.

Cet échappement possède plusieurs qualités excellentes : ses courbes sont, à très peu de chose près, des développantes du cercle, et par là elles coupent parfaitement les inégalités de la force motrice, parce que, dans les plus grandes oscillations, la roue de rencontre agit par des leviers plus avantageux. Une autre qualité de cet échappement, c'est que les arcs de vibration du pendule peuvent être fort petits et, par conséquent, absolument isochrones, et la lentille du pendule très pesante. Deux inconvénients considérables diminuent aussi, il est juste de le dire, ces avantages : ce sont les frottements que les dents du rochet occasionnent sur les courbes, et les difficultés de donner à celles-ci l'exactitude requise. Par ces raisons, on lui a même préféré pendant quelque temps l'échappement à deux verges, qui, possédant presque tous les avantages de l'échappement à ancre, n'en a pas les défauts. Mais comme ce système est encore aujourd'hui absolument abandonné, nous n'en donnerons pas la description.

L'échappement à cylindre a été imaginé en Angleterre, vers 1720, par le célèbre horloger Graham. La pièce principale de cet échappement est un *cylindre creux ou écorce cylindrique*, en acier ou quelquefois en pierre dure. Ce cylindre, situé dans le prolongement de l'axe du balancier auquel il appartient, pirouette alternativement dans un sens, puis dans l'autre, à chacune des oscillations de celui-ci. Dans cette écorce cylindrique est pratiquée une grande entaille qui a fait disparaître environ la moitié de sa circonférence antérieure, le cylindre est entaillé ensuite plus profondément par une échancrure, appelée *coche de renversement*, qui est faite de manière à ne laisser que le quart de la circonférence du cylindre plein.

La roue de cet échappement a une forme spéciale. L'intervalle d'une dent à l'autre présente une échancrure

circulaire, et vers l'extrémité de chaque partie saillante s'élève, perpendiculairement au plan de la roue, une petite tige qui porte un prisme triangulaire peu épais, et qui est la pièce active dans le jeu de l'échappement, tantôt par sa pointe, tantôt par

sa face extérieure. Cette roue est disposée, relativement au cylindre, de manière à ce que ces prismes tendent à le traverser par son centre, mais ne puissent passer que par intervalles, autant que certaines positions du cylindre le leur

permettent. Le *repos* a lieu par l'appui d'une dent contre la surface, tantôt intérieure, tantôt extérieure du cylindre.

L'*échappement à cylindre* a été perfectionné par Bréguet, mais comme il devint alors d'une construction très difficile, on ne l'emploie guère que dans les pièces de haute précision.

L'*échappement duplex* fut inventé au milieu du dix-huitième siècle par l'horloger français

Le Roy, qui l'abandonna bientôt pour celui d'une détente à ressort en effet préférable. C'est à tort que les horlogers disent échappement à la *Dupleix* ou de *Dupleix*. On lui a donné le nom de *duplex*, mot latin qui signifie *double*, parce que la roue de cet échappement est double et qu'elle produit un double effet. Il est à *repos* dépendant

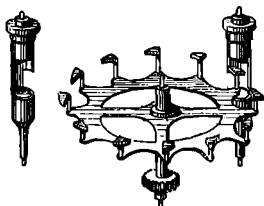


Fig. 31. — Échappement à cylindre de Graham.

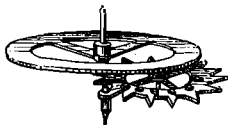


Fig. 32. — Échappement duplex.

avec un léger *recul*, c'est-à-dire que, pendant l'oscillation du balancier, il y a un frottement sur le *repos*, suivi d'un instant de recul dans l'une des oscillations. Il ne se trouve aucune pièce intermédiaire entre la double roue et le système du balancier.

Depuis un demi-siècle, la forme de l'échappement *duplex* a été changée, tout en conservant le principe de départ. L'appareil de renversement a disparu, le *mantonnet* a été remplacé par un *doigt*, la *roue d'échappement*, au lieu d'être double, est maintenant simple, mais pro-

duit un double effet. Les chevilles qu'elle porte perpendiculairement à son plan remplissent les fonctions, que remplissaient, dans l'origine, les dents de la petite roue et le

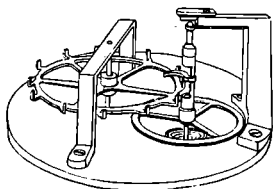


Fig. 55. — Échappement à virgules.

rouleau ou cylindre est maintenant en rubis. Il est encore assez employé, surtout pour les pendules.

L'échappement à *virgules*, qui a joui d'une grande faveur pendant la dernière moitié du dix-huitième siècle et qui est aujourd'hui totalement abandonné et oublié, fut inventé par Beaumarchais, avant que l'auteur du *Barbier de Séville* se fût adonné à la littérature.

La roue de l'échappement à *virgules* est beaucoup plus simple que celle de l'échappement à cylindre. Ses dents sont de petites chevilles prismatiques, perpendiculaires au plan de la roue; c'est contre l'arête aiguë et verticale de ces petits prismes que s'opère le frottement de la *levée* et celui du *repos*. Dans cet échappement les deux *levées* se font par des bras de leviers très inégaux, mais cela ne

paraît pas influencer en pratique, car on a fait, avec ce système, des montres qui marchaient avec une parfaite régularité.

L'horloger Lepaute ayant revendiqué en 1755 l'honneur de l'*échappement à double virgule*, cette contestation fut portée devant l'Académie des Sciences et, l'année suivante, cette assemblée décida, sur le rapport de MM. Camus et Montigny, que M. Caron fils (depuis Beaumarchais) était le seul inventeur de ce système d'échappement.

Nous avons parlé tout à l'heure de l'*échappement à ancre* inventé par le docteur Hook. Graham a inventé, lui aussi, un échappement du même genre, de beaucoup supérieur même, puisqu'il a été adopté par la majorité des constructeurs comme pièce essentielle des chronomètres. Le dessin ci-contre donne l'aspect de l'échappement à ancre tel qu'on le construit à Genève.

L'un des meilleurs échappements propres à appliquer au réglage des garde-temps est bien certainement celui qui est dit d'*Arnold*, quoiqu'il soit dû à Pierre le Roy. Son nom réel est *échappement à détente de ressort*, à cause de la pièce qui le caractérise. Il se compose de trois mobiles : la roue d'échappement, le balancier, dont l'axe porte les pièces nécessaires au dégagement et à la levée, et un levier de détente intermédiaire, muni de deux ressorts et qui produit les repos et dégagements alternatifs. Les dents de la roue d'échappement sont ordinairement à rochet, pour en rendre la construction plus facile. En An-

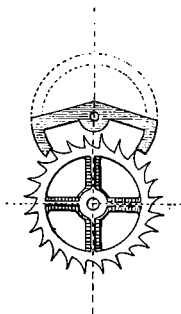


Fig. 54. — Échappement à ancre actuelle.

gleterre, les horlogers les taillent en couronne, ce qui leur donne beaucoup de ressemblance avec la roue de l'échappement à virgule. Enfin, on a donné de nombreuses dispositions à ce mécanisme. Nous citerons celles de Earnshaw, de Bréguet, de Berthoud frères, Motel, Perrelet, Winnerl, etc., etc.

Parmi les autres systèmes d'échappement proposés ou construits depuis le commencement du siècle, nous citerons particulièrement le modèle d'*échappement libre à force constante*, dont le premier type fut imaginé en 1840 et plus tard construit par Tavan, célèbre horloger genevois. Il se compose de trois mobiles : la roue à couronne, le balancier portant une patte d'écrevisse, servant aux dégagements et aux repos alternatifs, et dont l'axe de suspension est fixé suivant la manière ordinaire.

Pour obtenir le but désiré, celui d'une force d'impulsion constante sur le balancier, il suffit d'ajouter à ces trois pièces un quatrième mobile qui substitue sa propre impulsion sur le balancier à celle de la roue, mais il faut qu'il soit construit et placé de telle manière que cette impulsion soit constante, et que la roue n'ait d'autre fonction que d'en renouveler la cause à chaque vibration, sans y influer plus que l'individu qui remonte le poids d'une horloge n'influe sur la marche de cette horloge.

Tels sont les principaux systèmes d'échappement en usage ou qui ont été imaginés depuis Huyghens jusqu'à notre époque. On trouvera plus loin la description de quelques pendules dont le mécanisme est totalement différent et où l'échappement ne ressemble à rien de ce que nous venons de décrire, comme les horloges mystérieuses et la *pendule à boule*; mais ces appareils ne trouveraient pas place ici, et nous ne ferons que les mentionner en passant.

Nous avons dit tout à l'heure que tout indicateur horaire mécanique se composait de trois pièces. La plus im-



Fig. 55. — Galilée dans la cathédrale de Pise.

portante de ces trois pièces, après l'échappement, est le pendule oscillant, dont la découverte est due à Galilée. On raconte que l'illustre savant, qui n'avait alors que vingt ans, étant entré dans la cathédrale de Pise, remarqua qu'une lampe suspendue à la voûte de l'édifice et qui venait d'être allumée, oscillait de droite à gauche et de gauche à droite, dépassant chaque fois la position verticale et tendant sans cesse à y revenir. Son esprit fut, dit-on, illuminé d'une lucur instantanée : il avait reconnu que, quelle que fût la longueur de l'oscillation de la lampe, la durée du parcours et du retour à la verticale était toujours la même. Il en déduisit donc la possibilité de se servir d'un poids suspendu à l'extrémité d'un fil ou d'une tige de longueur voulue pour mesurer le temps, et cet instrument appelé *pendule* fut en effet adopté par les astronomes, qui en conservèrent l'usage pendant de longues années. Mais l'ennui de compter les oscillations qui cessaient ou devenaient trop petites après un court espace de temps, en firent ensuite abandonner l'emploi, jusqu'à ce que Huyghens appliquât aux horloges le même pendule aux horloges mécaniques.



Fig. 36 .
Pendule
oscillant.

Le pendule des horloges se compose ordinairement d'une lentille plate (forme préférable à celle de la sphère pour surmonter la résistance de l'air), suspendue par une tige. La suspension a lieu de deux manières ; soit sur l'arête d'un couteau comme dans les balances, soit par l'intermédiaire d'une lame flexible en acier reposant sur deux triangles que l'on peut rapprocher à volonté à l'aide d'une vis. Ce second dispositif est même le meilleur des deux, car il fournit une nouvelle ressource pour régler exactement la longueur du pendule. La durée de l'oscillation variant avec la longueur du pendule, une horloge se réglera en faisant varier celui-ci, ce qui s'obtient en

remontant ou en descendant soit le point de suspension, soit la lentille sur sa tige à l'aide de vis micrométriques pour les variations minimales. On remonte le pendule quand l'horloge retarde, afin de diminuer le temps de l'oscillation : on opère inversement si elle avance.

Parmi les pièces qui composent une horloge, une des plus importantes est celle qui sert à suspendre le pendule ; elle a sur son mouvement une influence immédiate. Aussi, depuis l'époque où Huyghens appliqua le pendule aux horloges, le mode de suspension a-t-il été toujours un sujet d'étude pour les praticiens et les artistes.

Dès ses premiers essais, Huyghens s'était aperçu que les oscillations du pendule n'étaient pas absolument identiques, de sorte qu'une diminution dans la force motrice, en rendant l'amplitude plus petite, faisait avancer l'horloge. Pour obvier à cet inconvénient, il imagina le *pendule cycloïdal*, qui offre dans la pratique des difficultés que le temps n'est pas parvenu à aplanir, de telle façon qu'on lui a substitué partout le mode de suspension à ressort et à couteau, dont nous venons de donner un aperçu.

Mais, à mesure que l'horlogerie mécanique se vulgarisait, on apercevait des défauts aux admirables pièces dont l'invention avait fait la gloire des savants créateurs. Le pendule lui-même, si bien construit, équilibré et suspendu qu'il fût, n'était pas exempt d'irrégularités, dues aux matières le constituant, car, pour être parfait, il eût fallu que la masse pesante oscillât au bout d'un fil idéal, ce qui était difficile à réaliser. La tige de métal soutenant la lentille était sujette à toutes les variations de la température extérieure, s'allongeant ou s'accourcissant suivant le degré de chaleur de l'air, et modifiant ainsi perpétuellement la durée et l'amplitude des oscillations et le mouvement des aiguilles. On essaya donc de faire la tige du pendule en sapin verni et bien séché, substance qui ne varie pas d'une manière appréciable,

puis on en revint aux métaux et on imagina les *compensateurs* et les *grils*.

Les allongements des baguettes métalliques, d'après leur coefficient de dilatation, sont, par degré, dans les métaux usuels :

Acier trempé	1/87 000
Cuivre jaune	1/53 300
Zinc	4/54 000

On voit donc qu'en composant la tige d'un pendule de métaux inégalement dilatables, comme l'acier et le zinc, par exemple, on peut obtenir un régulateur invariable, les deux métaux s'allongeant en sens inverse et maintenant toujours rigoureusement la longueur du pendule.

On se sert quelquefois du cuivre jaune dans ces constructions, mais cet alliage étant insuffisant dans une association simple avec l'acier, on multiplie le nombre des tringles et le *compensateur* prend la forme d'un cadre, ainsi que l'indique la figure ci-contre (fig. 57). De cette façon, les tiges de cuivre étant en nombre double ou triple de celui des tringles d'acier, la compensation est assurée, — après quelques tâtonnements toutefois pour assurer le poids et la grandeur de la lentille.

Le célèbre horloger anglais, Graham, fut le premier qui proposa un système de compensation pour les pendules. Son invention consistait à se servir d'une tige solide



Fig. 57.
Pendule-
compensateur
à gril.



Fig. 58.
Pendule-
compensateur de
Graham.

et d'un tube de verre contenant du mercure pour former la lentille. Si l'allongement de la tige, produit par l'élévation de température, tend à abaisser le centre d'oscillation, la dilatation plus considérable du mercure le force à se relever. Ce système est aussi simple qu'ingénieux. Malheureusement il n'est pas encore parfait.

Mais arrêtons ici cette longue description des systèmes d'échappement, régulateurs et autres mécanismes compliqués, car il pourrait bien nous attirer la leçon que l'on donna un jour à un savant horloger, Ferdinand Berthoud, qui exposait comme nous venons de le faire la théorie de l'échappement devant un nombreux public accouru pour entendre sa voix autorisée. Fatigué des démonstrations techniques du professeur, un auditeur rédigea le quatrain suivant, qu'il passa à son voisin avant de sortir :

Berthoud, quand de l'échappement
Tu nous traces la théorie,
Heureux qui peut adroitement
S'échapper de l'Académie.

Le voisin, excédé lui aussi, lut le quatrain et s'empressa de profiter du conseil. La désertion gagna ainsi de proche en proche et il ne resta dans la salle que le président, les secrétaires et le malheureux professeur, que leur grandeur attachait à leurs fauteuils.

Craignant donc qu'un semblable accueil ne soit réservé à nos démonstrations techniques, forcément un peu arides, nous entreprendrons de suite l'étude d'une autre partie de l'horlogerie.

CHAPITRE III

Sonneries

« Quand les horloges ont été inventées, a dit Ferdinand Berthoud dont nous venons de raconter la mésaventure, l'on s'est d'abord trouvé heureux d'apprécier les intervalles égaux de la vie ; mais cela n'a pas encore suffi, on a désiré entendre pendant la nuit la suite des heures ; et il a fallu même se débarrasser pendant le jour du soin de regarder le cadran : l'homme occupé ou distrait a voulu être averti par le son, et il a inventé la sonnerie. »

La première idée d'une sorte de sonnerie ajoutée aux instruments horaires est très ancienne. Athénée l'attribuait à Platon, qui vivait 400 ans avant Jésus-Christ, et aurait inventé une horloge ou clepsydre nocturne, qui faisait jouer des flûtes pour annoncer les heures qu'on ne pouvait voir sur le cadran. La clepsydre de Clésibius avait aussi une sorte de sonnerie ; il en était de même, avons-nous dit, de celle du Chinois Y-Hang et de celle d'Aroun-al-Raschid. Toutefois les anciens ne semblent pas avoir poussé l'ingéniosité jusqu'à faire que l'horloge indiquât par autant de coups l'ordre numérique des heures ; de telle sorte que la sonnerie de ces horloges était assez inutile, puisqu'elle se bornait à annoncer qu'une heure venait de s'accomplir, sans faire savoir quelle était cette heure.

La première sonnerie dont on ait conservé la description bien exacte est celle de la grande horloge du Palais, dont

nous avons déjà décrit le mécanisme d'échappement. Sa disposition était simple, mais fort ingénieusement combinée, et il ne paraît pas que, depuis qu'il a été inventé, on ait fait de notables changements à cette partie des horloges. Elle consiste à placer sur la roue des heures une came ou un excentrique qui n'est qu'une pièce de métal taillée en forme de spirale et dont l'effet est tel que le travail d'élévation du levier qui supporte le marteau se produit dépendamment des heures. Sur un rebord crénelé de la roue que commande un second poids, différent de celui de l'horloge, traîne une palette qui, lorsqu'il y a déclin, met en liberté une sorte de bascule agissant par échappement sur le marteau qu'elle soulève et laisse retomber. Le marteau frappe des coups successifs tant que la palette traînant sur la roue ne rencontre pas un nouveau cran qui enraye le mouvement. Tout se réduit donc, une fois ce premier système établi, à tailler, sur la roue dite de *compte*, des espaces de trainement de la palette proportionnels au nombre de coups que la sonnerie doit frapper.

On connaît aussi les sonneries dites à *chaperon* et à *râteau*, du nom des pièces qui les actionnent. Dans le premier de ces deux systèmes, la grande roue de compte, dite *chaperon* (fig. 59), mue par le rouage et le poids moteur spécial de la sonnerie, fait sa révolution en 12 heures. Le bord du chaperon est partagé en 78 divisions et il porte de profondes entailles de 1 à 12. Un bras de la détente s'étend jusqu'au chaperon et se termine par une dent qui peut pénétrer dans les entailles. Lorsque le premier coup d'une heure quelconque sonne et que la roue à chevilles fait une révolution, le *chaperon* tourne aussi; la dent sortie de l'entaille vient reposer sur son bord jusqu'à ce qu'une autre entaille se présente pour qu'elle y tombe; la profondeur des entailles est telle que la détente est assez éloignée pour écarter les points d'arrêt du passage de la cheville après chaque révolution, et ils demeurent ainsi

jusqu'à ce que l'horloge ait sonné le nombre de coups voulus par la rotation de la roue dont les chevilles agissent sur le marteau. On voit que le chaperon serait un véritable cadran horaire si les heures étaient marquées près des entailles, puisque le nombre indiqué par la partie supérieure du chaperon répond toujours au dernier nombre que l'horloge a sonné.

Dans la *sonnerie à râteau*, la disposition est telle que l'on peut faire répéter à une horloge la sonnerie de toute heure aussi souvent qu'on le veut ou l'arrêter à volonté. Alors, la roue de compte du système précédent est remplacée par une portion de roue appelée *râteau*, possédant 15 à 14 dents taillées en rochet. Un rayon de ce fragment de roue est muni de chevilles, et sur une étoile qui tourne en 12 heures se trouve fixé un *limacon* ayant 12 gradins situés à des distances inégales du centre, sur lesquels s'appuie cette cheville, de manière que, lorsque l'aiguille des heures indique par exemple 5, la cheville puisse rencontrer le cinquième gradin du limacon, par suite à une profondeur telle que le *râteau* puisse retomber de l'épaisseur de 5 dents. Le *râteau* est retenu par un cliquet fixé sur un axe et en un point où son action est combinée avec celle d'un ressort placé à la partie inférieure.

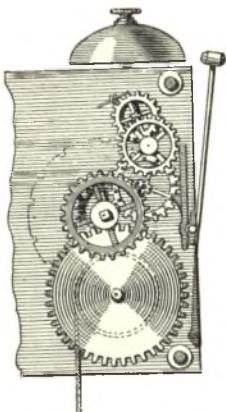


Fig. 39. — Sonnerie à chaperon ;
vue du mécanisme intérieur.

rière. Le bras du cliquet est prolongé et repose sur une détente dont le bras, faisant saillie en arrière, est placé de manière que, lorsque la détente est poussée, la cheville de la troisième roue du mécanisme de la sonnerie peut franchir le point d'arrêt. Mais lorsqu'elle est au repos, elle arrête la cheville et, par conséquent, le mécanisme. Lorsque l'horloge donne l'avertissement, la cheville de la roue horaire lève le cliquet, qui laisse le rateau retomber aussi loin que le permet le limacon.

Ces trois systèmes de sonnerie sont, nous le répétons, les plus employés.

Il existe cependant, dans la vie civile, des cas où la succession d'un grand nombre de coups serait plutôt gênante qu'utile, comme dans les tribunaux par exemple. Il suffit d'annoncer, par une seule vibration du timbre, que l'heure est écoulée et d'appeler l'attention sur ce fait sans désigner autrement l'heure, et on peut arriver à ce but par plusieurs moyens.

D'abord sans aucun mécanisme, en mettant simplement une cheville à la roue qui fait sa révolution dans une heure et en disposant convenablement la queue d'un marteau pouvant frapper sur le timbre.

Ou bien, en adoptant une disposition plus convenable, et en plaçant sur la roue des heures une came, un excentrique taillé en forme de spirale, comme il est indiqué sur le dessin ci-contre (fig. 40). L'effet de cette came est tel que le travail d'élévation du levier se trouve produit pendant l'heure entière, au lieu d'être obtenu brusquement, mais avec beaucoup de frottement le long du contour de la came.

Parmi les horloges qui frappaient autant de coups sur un timbre qu'il y avait d'heures écoulées, on cite surtout, aux débuts de cette partie de l'horlogerie, les modèles construits par Pacificus en 846, par Dondis de Padoue et par Henri de Vic pour le Palais de justice. Au milieu du moyen âge, non content de faire sonner un seul coup pour chaque heure, on multiplia les sonneries; les hor-

loges annoncèrent les quarts d'heure par un coup de cloche, les demies par deux coups, les trois quarts par trois coups frappés sur des cloches de timbres différents, enfin l'heure, sonnée sur la plus grosse, était précédée de quatre coups annonçant les quatre quarts. Il y avait donc *quatre cloches ou clochettes*, et ce fut là probablement la naissance du *carillon*, qui devint l'accessoire obligé de toutes les horloges monumentales de l'époque.

Les premiers appareils de ce genre furent construits, d'après les documents du temps, en Belgique, à Alost, et de là ils se répandirent dans les pays circonvoisins. Est-ce bien l'horloger Jacquemart ou Jacques Marck qui construisit ces carillons qui prirent et conservèrent son nom, ou bien n'est-ce qu'un vague souvenir des hommes d'armes qui annonçaient autrefois les heures en frappant sur des cloches, d'où le nom de *jaquemarts* primitivement donné à ces mécanismes? En vérité on ne sait trop, et la question est difficile à trancher. Ce qu'il y a de certain, c'est que, pendant très longtemps, les heures furent sonnées, redoublées et carillonnées par des personnages automatiques mouvants, parlants ou chantants; nous le verrons tout à l'heure en traitant des merveilleuses horloges de Lyon et de Strasbourg.

Le mot *carillon* est tiré du bas latin *quadrilino*, quaternaire, parce que les premiers étaient exécutés sur quatre cloches formant un accord parfait. Jusqu'au neuvième siècle, nous les trouvons composés ainsi.

Les progrès du carillon proprement dit marchant latéralement avec ceux de l'horlogerie, on en était venu à supprimer la manière de frapper les cloches simplement



Fig. 40. — Sonnerie à un coup.

à l'aide de marteaux à main ou de ficelles tirant sur des battants, à se servir du clavier, sur lequel on frappait à l'aide des pieds et des poings et dont chaque touche communiquait à la cloche correspondante par une série de leviers dont le dernier actionnait le battant. Aux claviers on adjoignit bientôt des cylindres piqués comme dans les orgues de Barbarie, les chevilles de ces cylindres soulevant elles-mêmes les leviers, tirant sur les battants des cloches et remplissant alors l'office de l'artiste. Avec ces cylindres mus par des rouages spéciaux qu'on déclenchait à la main ou que l'on faisait déclencher par l'horloge du clocher, les carillons entrèrent absolument dans le domaine de l'horlogerie.

L'horloge de Hang, astronome chinois (huitième siècle), représentant le mouvement du Soleil, de la Lune et des planètes, etc., avait deux styles ou aiguilles marquant jour et nuit le *ké* (centième partie du jour). A chaque fois que l'aiguille était sur cette division, on voyait paraître une petite statue en bois qui donnait un coup de marteau sur un timbre, puis soudain disparaissait; quand le style était sur l'heure, une autre statue venait remplir l'office de la première.

L'horloge de Liège possédait un jeu de carillon se composant de quatre cloches dont les marteaux étaient tenus par des figurines représentant des enfants. Enfin, parmi les autres horloges à sonneries remarquables, nous citerons celles de Nuremberg, d'Augsbourg, de Bâle et Medina del Campo.

Pendant que s'accomplissent pour l'horlogerie ces progrès successifs, le premier carillon à clavier fait son apparition : c'est celui d'Alost en 1487. Depuis ce temps, ces instruments aériens ont été en grande vogue dans le nord de la France, en Belgique et en Hollande; beaucoup d'horloges compliquées comportaient un carillon, comme nous venons de le voir. Plus tard enfin, vers les seizième et dix-septième siècles, on établit des mouvements d'hor-

logerie spéciaux pour mouvoir les cylindres piqués dont nous avons parlé déjà, cylindres qui, pour pouvoir jouer



Fig. 41. — Clavier de l'ancien carillon de Saint-Germain-l'Auxerrois.

plusieurs airs et soulever de lourds marteaux, atteignaient parfois des dimensions considérables (1 mètre à 2 mètres de diamètre); aussi ne trouve-t-on cet instrument que dans les églises ou les grands monuments publics.

Les cloches sonnaient donc, soit au moyen du cylindre, soit à l'aide du clavier. La mise en jeu des carillons de ce genre par le clavier exigeait une grande dépense de force; non seulement les pieds et les bras étaient en action continuelle, mais quelques marteaux ou battants étaient durs à mouvoir, bien que les plus lourds fussent tirés par les pédales, et les mains devaient aussi frapper vigoureusement sur les larges chevilles de bois constituant le clavier supérieur; aussi l'artiste était-il obligé de protéger ses poings avec des gants en cuir épais. Ces chevilles étaient suffisamment éloignées les unes des autres, afin qu'on ne pût les confondre.

Parmi les plus célèbres carillons du dix-septième et du dix-huitième siècle, il faut mentionner celui d'Anvers (40 cloches), de Bruges (48), de Malines (44), de Gand (48), de Tournai (42), de Louvain (55), de Dunkerque, etc.

Des artistes carillonneurs, comme Pothof, par exemple, surent tirer parti des qualités de cet instrument spécial et en corriger les défauts; ils arrivaient ainsi à exécuter de la véritable musique. On cite, entre autres, Mathias Van der Gheyn, de la célèbre famille des Van der Gheyn, établis facteurs d'orgues et de carillons à Louvain, au dix-huitième siècle, dont les compositions fuguées sont intéressantes et ont été publiées.

Citons encore, comme carillons à cylindre, seulement déclenchés par une horloge, celui de la Samaritaine sur le Pont-Neuf, qui jouait plusieurs airs. Construit sous Louis XIV, il disparut lors de la démolition du bâtiment, vers 1815.

On se servit longtemps des carillons à clavier et à cylindre mus automatiquement par un rouage; on trouve de ces vieilles machines sous leur forme primitive, dont quelques-unes servent même encore, principalement dans les beffrois des villes des Flandres, où elles réjouissent les habitants de leurs éclatantes harmonies les jours de grande fête.

Une autre application des sonneries à l'horlogerie est

celle qui a conduit à l'invention des réveille-matin, ou plus communément *réveils*.

Ce n'est pas risquer une supposition bien hardie que de donner un monastère comme lieu d'origine au *réveil*,



Fig. 42. — Bâtiment de l'ancienne Samaritaine, sur le Pont-Neuf, renfermant une grande horloge à carillon.

puisque nous avons vu de combien de préoccupations était la source, dans le monde claustral, le simple fait d'appeler en temps voulu les moines aux offices. Il va de soi que, du jour où l'on sut construire des horloges à marche prolongée, les maisons religieuses de quelque importance

durent songer à s'en munir, car ces instruments étaient pour elles d'une constante utilité. Dès lors, le moine observant les étoiles, attendant le chant du coq ou récitant des psaumes mesurés, put être relevé de ses attentives ou machinales fonctions; mais encore fallut-il que l'avertisseur en titre, bien qu'autorisé à prendre quelque repos en attendant que l'heure sonnât, ne manquât pas d'entendre la sonnerie pour cause de sommeil trop profond. De là à l'idée d'imaginer le réveil à sonnerie continue, il n'y a qu'un pas pour un observateur judicieux, et qui aurait eu l'idée d'adapter à la roue de l'aiguille une autre roue, percée d'autant de trous distants les uns des autres qu'il y a d'heures marquées sur le cadran. Il est bien évident, en effet, qu'une cheville placée dans l'un de ces trous ne reviendrait, comme l'aiguille, à son point de départ qu'après douze heures révolues. Si donc, à minuit, on place une cheville à quatre ou six trous en arrière du point où est alors l'aiguille, cette cheville passera à ce point à quatre ou six heures du matin. Si, maintenant à ce point on établit un loquet un déclie que la cheville soulèverait en passant, on peut faire remonter la lige d'un marteau retombant un coup sur un timbre, une fois la cheville passée, ou bien décliqueter une roue sur le cylindre de laquelle peut être enroulée la corde d'un poids qui, en descendant fait aller et venir, par le moyen d'une roue dentée, le manche d'un marteau sur ledit timbre.

Ainsi combiné, le réveille-matin n'a plus subi de grandes modifications. On a remplacé dans certaines occasions les poids moteurs de la sonnerie et du mécanisme horaire par des ressorts, mais le système de réveil n'a pas changé; c'est à peine si l'on a perfectionné les pièces et les rouages qui le composent.

Une fois descendu au bout de sa ficelle, le poids s'arrête et la sonnerie cesse de tinter. Alors le dormeur que le carillon a d'abord réveillé, peut retomber dans son assou-

pisement, sans crainte d'être rappelé à ses devoirs par un nouvel appel. C'est pour remédier à cela que le *réveille-matin électrique* a été imaginé. Il est très simple à disposer et très ingénieux ; aussi le décrirons-nous en passant.

On a une sonnerie électrique ordinaire à trembleur mue par un élément de pile Leclanché. Le circuit qui va d'une borne de la pile à l'autre en traversant l'électro-aimant de la sonnerie, passe à travers le métal du mouvement de l'horloge. Pour qu'il se ferme et que la sonnerie



Fig. 45. — Réveille-matin électrique.

tinte, il faut que l'aiguille indicatrice des heures vienne à toucher un point déterminé du cadran où se trouve une plaque métallique, montée sur une tige mobile.

Le fonctionnement du *réveil électrique* se comprend ainsi très facilement. Supposons qu'on veuille qu'il fonctionne au moment où l'aiguille des heures arrivera sur 5 heures. On glisse la plaque métallique sur le chiffre 5 et l'on peut dormir sur ses deux oreilles. Au moment où l'aiguille touchera la plaque, c'est-à-dire à 5 heures précises, le circuit se trouvera fermé à travers la pendule et la sonnerie entrera en action, pour ne s'arrêter qu'au moment où le contact entre l'aiguille et la plaque cessera, à

moins qu'on ne se lève et qu'on ne repousse soi-même la plaque. C'est là d'ailleurs le but de l'appareil, car si la paresse ou la fatigue sont plus fortes que la volonté, il faut se résigner à entendre pendant plus d'un quart d'heure le tapage étourdissant du timbre, et il est à peu près impossible de se rendormir avec un bruit semblable.

Il n'est pas besoin, à l'habitant des campagnes, de mécaniques si compliquées pour savoir quel est le moment de la journée où il se trouve. Le chant des oiseaux l'avertit de l'heure à des intervalles réguliers; ou bien lorsqu'il a commencé son dur labeur champêtre, il peut consulter les fleurs, qui forment, pour les connaisseurs, une ravissante horloge de Flore, indiquant par leurs parfums et leurs mouvements les différentes heures du jour.

Parmi les oiseaux qui, assure-t-on, chantent régulièrement à des heures déterminées et qui forment ainsi des horloges ornithologiques, on cite :

- Le rossignol, qui chante de minuit à 1 heure du matin;
- Le pinson, qui chante de 1 heure 1/2 à 2 heures du matin;
- La fauvette à tête noire, qui chante de 2 heures à 2 heures 1/2 du matin;
- La caille, qui chante de 2 heures 1/2 à 3 heures du matin;
- La fauvette à ventre rouge, qui chante de 3 heures à 3 heures 1/2 du matin;
- Le coq, qui chante à minuit et à 4 heures du matin;
- Le merle, qui chante de 3 heures 1/2 à 4 heures du matin;
- La mésange à tête noire, qui chante de 4 heures 1/2 à 5 heures du matin;
- Le moineau, qui chante de 5 heures à 5 h. 1/2 du matin.

Parmi les fleurs s'ouvrant à des heures déterminées de la journée, on a remarqué celles :

- De la laitue qui s'ouvrent à 6 heures du matin;
- Du nénufar, qui s'ouvrent à 7 heures du matin;
- Du mouron des champs, qui s'ouvrent à 8 heures du matin;
- Du souci, qui s'ouvrent à 9 heures du matin;
- De la ficoïde napolitaine, qui s'ouvrent à 10 heures du matin;
- De l'ornithogale qui s'ouvrent à 11 heures du matin;
- De la glaciale, qui s'ouvrent à midi;
- De l'œillet prolifère, qui s'ouvrent à 1 heure du soir;

Du crépin rouge, qui s'ouvrent à 2 heures du soir;
Du barkansie, qui s'ouvrent à 3 heures du soir;
De l'alysson, qui s'ouvrent à 4 heures du soir;
De la belle-de-nuit, qui s'ouvrent à 5 heures du soir;
Du géranium livide, qui s'ouvrent à 6 heures du soir;
De l'hémérocale jaune, qui s'ouvrent à 7 heures du soir;
Du fœoïde nocturne, qui s'ouvrent à 8 heures du soir;
Du pyctage du Mexique, qui s'ouvrent à 9 heures du soir;

Voilà pour l'horloge de Flore. Les Chinois lui préfèrent, dit-on, la pupille de leur chat, qui leur sert de cadran horaire sans s'en douter, et jugent, par simple inspection de la dilatation de cette pupille, de l'heure qu'il est, sinon de la nuit, mais tout au moins de l'aurore au crépuscule. Chacun sait, en effet, que la pupille des races félines se contracte au jour et se dilate dans les ténèbres, en suivant avec tant de régularité les heures de la journée qu'un regard exercé les devine à ce seul signe. Le matin, la pupille est ovale, après avoir été ronde toute la nuit; du matin à midi, elle rétrécit son diamètre jusqu'à devenir un simple trait vertical; et de midi au soir, elle reprend sensiblement sa forme ovale.

Nous ne parlerons pas des volatiles, dressés aussi en Chine pour annoncer les heures en chantant une fois pour la première, deux fois pour la seconde et ainsi de suite, et qui, de cette façon, deviennent de véritables *pendules à plumes*; ni, non plus, de leurs poissons, non moins intelligents et qui, ne pouvant chanter, se contentent de sauter hors de l'eau à des espaces réguliers, en servant ainsi à leurs maîtres d'*horloges nautiques*. Ce ne sont là que des contes. Il n'en est pas moins réel que, soit par un moyen, soit par un autre, les peuples qui n'ont pas d'horloges mécaniques, parviennent à connaître plus ou moins exactement l'heure, d'après l'examen des phénomènes naturels qui se produisent régulièrement chaque jour au même moment, par l'inspection du ciel ou l'examen des fleurs.

CHAPITRE IV

Les horloges monumentales au moyen âge

En tête des grandes horloges monumentales on peut placer celle de la cathédrale de Strasbourg, la plus belle et, à juste titre, la plus célèbre de toutes les horloges astronomiques construites depuis six siècles. C'est une véritable merveille comme précision, architecture et mécanisme.

A vrai dire, la cathédrale de Strasbourg a eu deux horloges : la première, dont la cage était en bois, était placée vis-à-vis de celle qui existe aujourd'hui. On y voit encore, dans la muraille, les restes de la pierre qui la soutenait. Elle fut construite en 1552 et terminée en 1554. Elle était divisée en trois parties. La première, commençant par le bas, représentait le calendrier, qui faisait un tour en un an. On voyait dans la partie du milieu un astrolabe qui marquait les mouvements du Soleil et de la Lune, les heures et les demi-heures. La partie la plus élevée renfermait l'image de la Vierge, devant laquelle les trois mages s'inclinaient lorsque l'horloge était près de sonner.

Cette horloge, quoique réparée en 1599, tombait en ruine, lorsque les directeurs de la fabrique résolurent, en 1547, d'en faire construire une nouvelle, qui est celle que nous connaissons encore aujourd'hui.

Trois célèbres mathématiciens, Herlin, Brükener et Heer, furent chargés de dresser les plans de cette horloge et de présider à sa construction ; mais les circonstances

furent telles que le travail, quoique déjà avancé, fut interrompu en 1562. Il ne fut repris qu'en 1570 par Conrad Dasypodius, professeur de mathématiques à l'Université de Strasbourg, et qui dressa un nouveau plan basé sur les plus vraies théories astronomiques et mécaniques. Ce plan, agréé par les plus célèbres savants du temps, commença à être mis à exécution l'année suivante. La partie mécanique fut confiée aux deux frères Isaac et Josias Habrecht, du canton de Schaffhouse, qui avaient acquis dans toute l'Allemagne une réputation méritée, la partie décorative au peintre Tobie Stimmer, et Dasypodius se réserva la haute direction avec son ami David Wolekstein qu'il s'était associé. Le 24 juin 1574, l'horloge était terminée.

Voici, d'après l'horloger Dubois¹, la description complète de la merveilleuse machine de Strasbourg :

« L'horloge de Strasbourg est entourée de deux balustrades, dont l'une est en bois et l'autre en fer. Elle est divisée en trois étages. Sur le premier, est un globe astronomique porté sur le dos d'un pélican. Ce globe, qui a trois pieds de diamètre, pèse cent livres. Il tourne toutes les vingt-quatre heures. Il représente le lever et le coucher du Soleil et de la Lune, ainsi que le cours et le mouvement des astres, qui tous font leurs révolutions astronomiques par le moyen des ressorts et rouages cachés dans le pélican. Dasypodius, qui avait construit cette pièce pour son usage personnel, la considérait comme la meilleure partie de tout son travail. Vis-à-vis de ce globe, se trouve un tableau rond, haut de dix pieds, qui est divisé en trois parties. La plus grande, ayant neuf pieds de diamètre, contient un calendrier perpétuel, marquant les mois, les semaines et les jours. Apollon et Diane, debout sur des piédestaux, sont placés de chaque côté du calendrier. Apollon, qui désigne le soleil, marque chaque jour de l'année avec une flèche qu'il tient en main. Diane, qui re-

1. *Histoire de l'horlogerie*

présente la lune; marque le jour où se termine la moitié de l'année. Cette première partie du tableau rond tourne de gauche à droite, fait son mouvement de rotation une fois par an et marque chaque jour de l'année par les noms des saints, comme ils sont écrits dans le calendrier. La seconde partie du tableau, dont le diamètre est de huit pieds, a son mouvement de droite à gauche, et ne fait qu'un tour en cent ans, c'est-à-dire qu'elle était divisée en cent parties égales, dont chacune devait marquer l'année courante (de 1575 à 1675). Elle indiquait aussi l'année de la création du monde, les équinoxes, les heures et les minutes, les dates de la Quinquagésime, de Pâques et de l'Avent, les concurrents, la lettre dominicale, les bissextes, etc. Toute cette partie avait été calculée selon le calendrier Julien. La troisième partie du rond, qui est la plus petite, est placée au centre et n'a aucun mouvement. Elle représente la carte d'Allemagne, et principalement le cours du Rhin et le plan de Strasbourg; on y lit aussi les noms de ceux qui ont construit l'horloge. Aux quatre coins de ce tableau sont les quatre Saisons, figurées par les quatre âges de l'homme.

« Chaque côté du second étage a pour ornement un lion, dont l'un tient les armes de la ville, et l'autre celles des directeurs de la fabrique. Sur la gauche de cet étage est posée la tourelle qui renferme les poids et les principaux rouages de l'horloge. Au-dessus de l'astrolabe et au-dessous de l'entablement du troisième étage est un cadran qui marque le cours et le quantième de la lune. Ses phases y sont marquées au moyen d'un nuage, d'un côté duquel cet astre s'élève et montre successivement son croissant, son premier quartier et son plein, puis, rentrant sous l'autre côté du nuage, fait voir également sa décroissance successive.

« Au troisième étage est une roue, sur laquelle sont attachés quatre jacquemarts représentant les quatre âges de l'homme, et qui en tournant frappent les quarts d'heure sur

des cymbales. Plus haut est un nouvel entablement où se trouve la cloche des heures, près de laquelle sont Jésus-Christ et la Mort qui, s'approchant à chaque quart

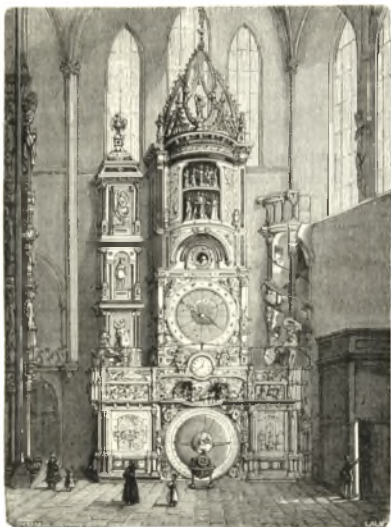


Fig. 44. — Première horloge de Strasbourg, construite par Dasypodius et les frères Habrecht.

d'heure, est repoussée par le Sauveur; mais, l'heure étant venue, la Mort s'avance pour la sonner, et, cette fois, Jésus-Christ lui permet d'arriver à son but, afin de montrer à tous que la mort doit tôt ou tard arriver.

« Au-dessus du troisième étage est le dôme de l'horloge, dans lequel est un carillon qui joue quelques airs de can-
tiques anciens. Ce carillon est de l'invention de David
Wolckstein.

« La tourelle qui est sur la gauche, et qui renferme les
poids et les contrepoids de l'horloge, est ornée des pein-
tures de Tobie Stimmer. Au-dessus de cette tourelle est
un coq automate, qui était celui de l'ancienne horloge de
1554 et qui a été conservé dans la nouvelle. Ce coq, après
le carillon, déploie avec bruit ses ailes, allonge le
cou et fait entendre son *cocorico* retentissant. Au-dessus
de cet automate est peinte la figure d'Uranie, qui préside
aux mathématiques. Plus bas est représenté le colosse
dont il est parlé dans le septième chapitre de Daniel et
qui désigne les quatre monarchies. Dans la partie la plus
inférieure est le portrait de Copernic, qui fut fait par
Stimmer d'après l'original que le Dr Tidemann Gysse
envoya de Dantzic à Dasypodius. Sur la gauche de la
tourelle, vis-à-vis le chœur de l'église, sont les trois
Parques : Lachésis tenant la quenouille, Clotho filant et
Atropos coupant le fil de la vie. Sur la droite, du côté du
portail est l'escalier de pierre fait en limaçon par lequel
on monte à l'horloge. »

Le mathématicien Dasypodius survécut vingt-sept ans à
la construction de son horloge. Chanoine de Saint-Thomas
depuis 1562, il était custos et doyen de cette église lors-
qu'il mourut, le 26 avril 1601. Isaac Ilabrecht, son princi-
pal collaborateur, mourut à Strasbourg en 1620, à l'âge de
76 ans. Au-dessus de son portrait, qui fut gravé en 1602,
on lit un distique latin à la louange de ce célèbre hor-
loger.

Plusieurs historiens, notamment Dumont et Angelo
Rocca, disent que l'on attribuait la construction de l'hor-
loge de Strasbourg à Nicolas Copernic, qui vivait vers le
milieu du seizième siècle, et ils ajoutent qu'après que cet
habile mathématicien eut mis la dernière main à son

œuvre, les échevins et consuls de la ville lui firent crever les yeux pour lui ôter la possibilité d'exécuter un semblable chef-d'œuvre autre part.

Ces faits sont dénués de tout fondement, et il est probable que Copernic n'a même jamais vu l'horloge de Strasbourg. C'est mettre une cruauté bien gratuite au compte des magistrats de cette ville que de les accuser de lui avoir fait crever les yeux. Il faut oublier cette absurde légende, ainsi que toutes celles qui ont été imaginées et propagées sur les constructeurs de cette fameuse machine.

Après l'horloge de Strasbourg vient en première ligne celle qui fut montée à Lyon, en 1598, par Nicolas Lippys, de Bâle. Moins compliquée que l'horloge de Dasypodius, elle était mieux exécutée. En 1660, elle fut réparée et augmentée par Neurisson, habile horloger lyonnais; depuis elle a encore été revue par Joseph Mourier, également horloger lyonnais, qui l'a entièrement remise en état. Dumont a donné la description suivante de l'horloge de Lyon :

« La première chose que l'on remarque dans cette horloge est un grand astrolabe dans lequel les mouvements des cieux sont si bien représentés que l'on y peut reconnaître distinctement et exactement le cours des astres et l'état du ciel à chaque heure du jour. Le Soleil y paraît sur le zodiaque dans le degré du signe où il doit être, et marque journellement son lever et son coucher, la longueur des jours et des nuits, et même la durée des crépuscules avec une exactitude surprenante. La Lune, qui n'est jamais éclairée que du côté qui regarde le Soleil, marque par là, aussi bien que par l'aiguille, son âge, son accroissement et décroissement insensible et enfin sa plénitude.

« Une grande alidade qui traverse tout cet astrolabe représente le premier mobile (dans le système du monde de Ptolémée), donne le mouvement du Soleil dans l'écliptique; et, marquant de ses extrémités les 24 heures du jour, indique en même temps le mois et le jour courants, aussi bien que

le degré du signe que le Soleil parcourt ce jour-là. Mais ce qu'il y a de plus admirable, c'est que, pendant que cette alidade achève en 24 heures son mouvement d'orient en occident, tout le système et chacune de ses parties conserve ses mouvements, et toutes les révolutions particulières s'achèvent chacune en son temps, sans désordre ni confusion.

« La plupart des étoiles fixes sont placées tout à l'entour, de sorte qu'on peut voir à toute heure celles qui sont dessus et dessous l'horizon. Au dessus de cet astrolabe, il y a un calendrier pour 66 ans qui marque le nombre d'or, l'épacte, la lettre dominicale, les fêtes mobiles; et le tout change dans un moment, le dernier jour de l'année, à minuit. Il s'y trouve également un almanach perpétuel qui marque les jours des mois, les ides, les nones, les calendes, la fête du jour, l'office que l'on doit lire dans l'église et le cycle des épactes. Enfin, cette horloge est un vrai microcosme.

« Il est vrai qu'une partie de tout cela se voit à l'horloge de Strasbourg, et qu'il y a de plus des figures qui sonnent les heures en passant par une petite galerie; mais en revanche on trouve en celle-ci des mouvements tout particuliers et qu'on ne rencontre dans aucune autre horloge du monde.

« Aussitôt que le coq a chanté, les anges qui sont dans la frise du haut entonnent l'hymne de saint Jean-Baptiste *Ut queant laxis*, en sonnant de petites cloches qui sont disposées exprès, ce qu'ils font avec une justesse de son qui charme l'oreille. Les jours de la semaine sont représentés par des figures humaines placées dans des niches où elles se succèdent régulièrement à minuit. La première figure, qui représente le dimanche, est un Christ ressuscité; la seconde est une Mort, la troisième est saint Jean-Baptiste et ainsi de suite pour les sept jours de la semaine, qui portent les noms de *Feria*, *secunda*, *tertia*, comme dans l'Eglise romaine.



Fig. 45. — Horloge monumentale de Lyon construite
par Lippyus en 1508.

« Au côté droit de l'horloge il y a un cadran pour les heures et les minutes, mais sa forme étant tout à fait ovale, il faut que l'aiguille indicatrice s'allonge et s'accourcisse de cinq pouces à chaque bout, et cela deux fois par heure, ce qui jette dans l'admiration tous ceux qui se donnent la peine d'en examiner le mouvement. »

A Lyon comme à Strasbourg on fit courir la fable absurde que Lippyus avait été mis à mort après avoir terminé son chef-d'œuvre. Il n'est pas besoin de réfuter encore cette erreur : on ne brûlait plus, au seizième siècle, que ceux qui passaient pour sorciers, et quoi qu'en disent encore aujourd'hui d'ignorants cicerones lyonnais, Lippyus, loin d'avoir été mis à mort, a au contraire été récompensé comme il le méritait : au lieu de le faire punir injustement, on le combla d'honneurs, et la ville lui fit une pension jusqu'à sa mort.

Le quinzième siècle produisit de grandes choses en horlogerie, notamment sous Louis XII. Alors, par la puissante volonté de Georges d'Amboise, tous les beaux-arts se réveillaient en France, comme ils s'étaient réveillés en Italie à la voix de Jules II et des Médicis. En 1401, la cathédrale de Séville s'enrichit d'une magnifique horloge à sonnerie. En 1404, Lazare, Servien d'origine, en construisit une pareille pour Moscou. Celle de la ville de Lubeck fut faite en 1405 : elle était décorée des figures des douze apôtres. On doit citer aussi la célèbre horloge que J. Galéas Visconti fit construire pour la ville de Pavie, et surtout celle de Saint-Marc de Venise, exécutée en 1495 et qui est un véritable monument, où chaque heure fait apparaître un grand nombre de paysages bibliques. Deux géants de bronze sonnent les heures sur une cloche énorme. C'est l'un deux qui, au seizième siècle, cassa la tête d'un coup de son marteau à un imprudent sacristain qui s'était approché trop près des terribles automates pour en considérer le jeu.

On montrait autrefois à Nuremberg (centre primitif des

horloges en bois) une horloge en argent sur laquelle, à chaque heure, deux troupes de soldats, fantassins et cavaliers, exécutaient plusieurs mouvements et faisaient feu l'une contre l'autre. A Berne, des ours de bois, habillés en soldats du seizième siècle, sortent d'une petite tour voisine du cadran de l'horloge publique, saluent la foule à chaque coup de l'heure et rentrent ensuite dans leur logette. Un automate grand comme nature, couvert d'une armure, sonne les heures, pendant qu'un coq, perché au-dessus de l'horloge, chante en battant des ailes.

En 1589, Isaac Habrecht, le collaborateur de Dasypodius dans l'édification de l'horloge de Strasbourg, construisit pour le pape Sixte-Quint une horloge qui, logée dans une tour de bois sculpté, ajoutait à ses indications horaires, astronomiques et chronologiques, toute une figuration de personnages paraissant et disparaissant au moment où sonnaient les heures.

En 1671 fut construite à Londres l'horloge de Saint-Dunstan, où deux nègres frappent les heures.

Mais dans la plupart des villes, ce sont des jaquemarts, tantôt seuls, tantôt accompagnés de leur femme et de leurs enfants, qui font cette besogne.

En 1762, vivait à Lurgan, ville d'Irlande, un horloger du nom de Miller, qui avait construit une horloge où les heures étaient annoncées, d'une voix claire et très intelligible, par un vieillard qui sortait d'un pavillon placé au-dessus du cadran. Personne ne lui en offrant le prix qu'il demandait, l'artiste brisa son œuvre dans un moment de dépit.

Vers la même époque, Magniac, horloger de Londres, construisit, pour être envoyée en présent à l'empereur de Chine, une horloge où, à chaque heure, des oiseaux battaient des ailes et des soldats faisaient la manœuvre. Presque en même temps, un nommé Bridge exposa un appareil composé de douze cents pièces, donnant l'heure et reproduisant tous les détails du système planétaire.

En 1696, Burdeau, horloger français, composa une hor-

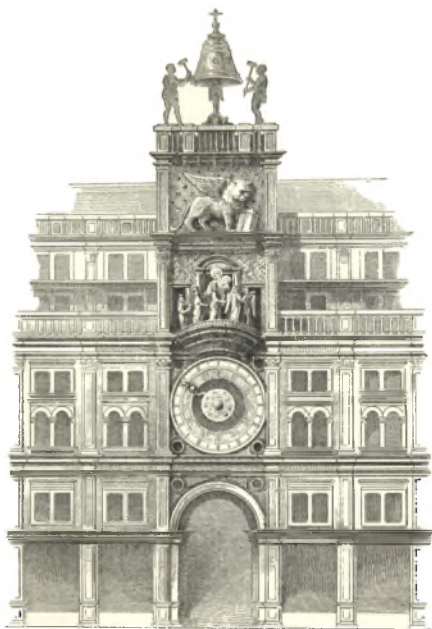


Fig. 46. — Grande horloge à automates sur la place de Saint-Marc de Venise.

loge automatique à la gloire de Louis XIV. Assis sur un

trône, le Roi-Soleil était entouré de la foule respectueuse des électeurs d'Allemagne, des princes, des ducs étrangers, qui sonnaient les quarts, et des rois de l'Europe qui sonnaient les heures. Guillaume III d'Angleterre, dont la fière attitude avait plus d'une fois blessé l'orgueil du dieu de Versailles, était là d'une souplesse toute particulière, et s'inclinait plus bas que tous les autres pour saluer le souverain français. Malheureusement, un jour que le public était admis à visiter cette merveilleuse courtoisie mécanique, il arriva qu'un ressort se détendant brusquement, renversa de son trône Louis XIV et le jeta aux pieds de Guillaume III. On crut, à la cour, que cette *catastrophe* avait été calculée par Burdeau, et le malheureux horloger alla réfléchir, dit-on, à la Bastille sur le danger de ne pas régler mieux le jeu de ses automates.

Nous reviendrons plus tard sur les horloges monumentales, telles que celles de Westminster et de Chicago, qui appartiennent à la deuxième période de l'horlogerie. Du seizième au dix-huitième siècle, on ne retrouve plus de grands travaux en horlogerie, surtout en France, où les horlogers se bornaient à copier les ouvrages de leurs devanciers. Cependant il est juste de dire que, quelques années avant la mort du cardinal de Richelieu, des artistes recommandables firent de louables efforts pour créer une ère nouvelle. Ils inventèrent des outils pour la construction des pièces qui composent les rouages des horloges grosses ou petites, et améliorèrent ainsi la partie purement mécanique de l'art de l'horlogerie. Mais la forme extérieure, l'élégance et la pureté du dessin, l'originalité et la vigueur de la ciselure et de la gravure, dégénérèrent rapidement. Les grosses horloges perdirent elles-mêmes de leur prestige; on les fit sans automates; les vieux jacquemarts tombèrent en discrédit, leurs bras de fer, rouillés par le temps, se levaient en criant pour frapper les heures. Ces vétérans de l'horlogerie ancienne semblaient prévoir la fin de leur règne.



Fig. 47. — Charles-Quint & Saint-Just.

Ainsi, comme on vient de le voir, l'horlogerie mécanique naquit au moyen âge : elle était admirable à la Renaissance, mais si les quatorzième et seizième siècles furent fertiles en grands horlogers, il faut avant tout en rendre hommage aux puissants protecteurs qui ne se lassèrent pas d'encourager les maîtres de l'art, soit en applaudissant à leurs succès, soit en leur aplanissant le chemin des honneurs et de la fortune. Parmi ces protecteurs éclairés de la science des Jean Jouvence et des Henri de Vic, c'est un devoir de citer Charles V, Philippe le Hardi, Louis XII, Georges d'Amboise, Maximilien I^{er}, Galéas Visconti, François I^{er}, Charles-Quint, Henri VIII d'Angleterre, Henri II, Henri III, Charles IX et Henri IV.

Charles-Quint, le grand empereur « sur les États de qui le soleil ne se couchait pas » fit plus que de s'intéresser à l'horlogerie ; il aima cette science. On prétend en effet qu'après avoir déposé volontairement sa couronne impériale pour se retirer dans une profonde retraite, il trouva une distraction dans son goût pour les arts mécaniques. Il engagea un célèbre mathématicien de cette époque, Jannellus Turianus, à venir habiter avec lui près du couvent de Saint-Just, et, là, ces deux hommes si célèbres à divers titres s'occupèrent à composer des pièces mécaniques fort curieuses, et dont les effets surprenants émerveillèrent les religieux du monastère. Turianus et son illustre émule auraient construit ainsi des horloges portatives, des réveille-matin et de grosses montres à quantièmes, fort compliquées. Charles-Quint se fût trouvé heureux, s'il eût pu parvenir à les régler simultanément ; mais, quelles que fussent les peines qu'il se donnait, il gémissait de voir chacune de ces horloges varier plus ou moins et sonner midi à des moments différents, ce qui lui faisait dire qu'il avait été bien fou de vouloir soumettre aux mêmes lois les nations, alors qu'il lui avait été démontré que le pouvoir humain n'allait pas jusqu'à faire régner l'entente entre des machines. Le vainqueur de

François I^{er} et le plus profond politique du seizième siècle tentait en effet l'impossible. On faisait à son époque des pièces d'horlogerie merveilleusement travaillées ; mais il n'était donné à personne de les faire marcher sans perturbations. Galilée ne vivait pas encore, et Huyghens n'avait pas encore appliqué le pendule aux horloges.

CHAPITRE V

Les horloges à ressorts

Quand on eut obtenu l'heure, non seulement indiquée, mais sonnée publiquement, quand l'horloge se chargea de carillonner l'instant du réveil à l'oreille des dormeurs, on voulut avoir l'heure marquée et sonnée à domicile : d'habiles artisans firent alors les horloges de chambre, et bientôt cela parut insuffisant. Comme on ne garde pas toujours la maison ou la chambre, on se demanda pourquoi l'on n'emporterait pas avec soi l'instrument montrant et sonnant l'heure, et des ouvriers d'une adresse plus subtile encore firent l'horloge de poche, c'est-à-dire la montre.

Mais à quelle époque l'horloge primitive, quittant ses formes massives, descendit-elle du sommet des édifices publics pour donner l'heure chez les particuliers? Là, encore une fois, on ne trouve aucune réponse et on ignore le nom de l'horloger qui a construit le premier instrument horaire portatif.

Une anecdote datant de l'époque de Louis XI, c'est-à-dire du quinzième siècle, rapportée par un vieil écrivain français, Antoine Duverdier, qui avait vu ce fait consigné dans des écrits contemporains de ce prince, jette un peu de lumière sur la première apparition de l'horloge portative et permet de penser qu'elle date du milieu du quinzième siècle. Voici cette anecdote :

« Le roi Louis XI, de lugubre mémoire, était pourtant à ses heures un fort jovial et fort libéral compère. Un

jour, certain baron, qui avait perdu au jeu jusqu'à ses hardes, se trouvant avec beaucoup d'autres courtisans dans la chambre du roi, mit dans sa manche une horloge garnie d'or massif, qui était sur une petite table en un coin de la chambre. Bientôt après, comme il était encore parmi tous ces gentilshommes, l'horloge, par malheur, se mit à sonner. Je laisse à penser si alors le baron fut ébahi. Il en devint tout rouge de confusion; et, quoiqu'il tint le bras serré tant qu'il pût, l'horloge ne laissait pas de sonner clairement les heures; de sorte qu'à ce *tin, tin, tin*, les assistants se regardaient l'un l'autre aux pieds et aux mains : et le roi, qui d'aventure avait vu le baron mettre la main sur l'horloge, ne se put empêcher de rire extraordinairement, tant de la nouveauté du cas que de l'étonnement de tous les gentilshommes présents, qui au commencement ne savaient comprendre d'où venait le son. Enfin, M. le baron, déjà à demi convaincu du larcin par le changement de couleur, se mit à genoux devant le roi, auquel il dit : « Sire, les aiguillons de la force du jeu sont si puissants, qu'ils m'ont poussé à commettre un acte déshonnête, pour lequel je vous demande grâce. » Et comme il allait poursuivre, le roi lui coupant la parole : « Levez-vous, lui dit-il, le passe-temps (divertissement) que vous nous avez donné surpasse tellement le dommage que vous nous avez fait, que l'horloge est vôtre, je vous la donne. »

D'après cette anecdote, on peut voir qu'à cette époque l'horloge aurait atteint déjà des proportions assez réduites pour être dissimulée dans une manche d'habit ou de robe. Du fait que, logée ainsi et serrée sous le bras, elle continue à marcher et peut encore sonner, on en peut conclure qu'elle n'avait pas de poids pour moteurs. Selon toute évidence, ceux-ci avaient été dès lors remplacés probablement par des ressorts qui, bandés, entraînaient les rouages en se débandant. C'est une importante transformation utile à constater.

De l'horloge portative à la montre de poche, le chemin n'est pas bien grand, et l'on n'eut qu'à réduire de plus en plus les dimensions des pièces pour en arriver aux *œufs de Nuremberg* d'abord, et ensuite aux montres proprement dites, et plus tard, aux chronomètres. Dans le présent chapitre nous étudierons plus spécialement les horloges ayant pour moteur un ressort d'acier roulé en spirale, et comme régulateur le *pendule*, imaginé, comme nous l'avons dit, par Galilée et appliqué aux cadraus horaires par Huyghens, ce qui leur a fait donner le nom général de *pendules*.

D'abord, qu'est-ce que c'est que ce fameux ressort, le seul genre de moteur qui puisse remplir les conditions de durée nécessaire pour les appareils d'horlogerie portatifs et peu volumineux?



Fig. 48. — Ressort déroulé.

C'est une simple lame d'acier, longue et mince, convenablement trempée et qui a été travaillée de manière à s'enrouler d'elle-même en spirale, c'est-à-dire *trempée en paquet* et recuite sous cette forme.

Supposons que l'extrémité extérieure du ressort étant attachée à un point fixe, son autre extrémité soit liée à un axe susceptible de tourner sur lui-même. Lorsqu'on fera tourner cet axe dans un sens convenable, il entrainera avec lui l'extrémité intérieure du ressort, les spires se serreront de plus en plus autour de lui, accumulant ainsi la force mécanique dépensée à les serrer. Si l'on abandonne ensuite l'axe à lui-même, le ressort, qui tend à reprendre sa forme primitive, imprimera un mouvement de rotation à un cylindre dans lequel on l'aura renfermé. Il faut évidemment qu'un rochet adapté à l'arbre du mi-

lieu, ne lui permette de tourner que dans le sens de l'enroulement des spires du remontage, et l'empêche de se dérouler par le centre, après cette opération, effectuée avec une clef à tête ou à poignée entrant dans le carré qui termine l'axe. Il faut en outre que l'extrémité extérieure soit assemblée avec le *barillet*, cylindre qu'il met en mouvement et qui constitue le point de départ de tout mouvement d'horlogerie qui n'est pas susceptible d'être mû par un poids.

Comme on le voit, le ressort n'est pas à proprement parler un moteur, mais bien un *accumulateur* qui permet d'emmagasiner une force mécanique que l'on peut dépenser ensuite à volonté. Dans les premiers instants où il commence à se dérouler, la force qu'il développe est *maximum*, puis elle décroît et devient nulle quand la lame a repris sa forme ordinaire.

La loi de variation d'action du ressort qui se déroule est complexe, mais il est bien évident qu'elle doit avoir des limites assez écartées pour un ressort de même épaisseur dans toute son étendue, forme qu'on lui donne naturellement au laminoir pour amener l'acier à la faible épaisseur qu'il doit conserver (de 1 à 3 dixièmes de millimètre, que ces ressorts ont en général). On a remédié à ce défaut par l'invention de la *fusée*, dont nous empruntons la définition à Berthoud, qui n'a pas craint de l'appeler l'une des plus belles inventions de l'esprit humain :

« La fusée est une sorte de petit cône tronqué portant une rainure hélicoïdale allant de la base élargie au sommet rétréci. Cette rainure sert à recevoir une petite chaîne qui est attachée au barillet dans lequel est enfermé le ressort. Lorsqu'on remonte l'horloge, la chaîne qui entoure le barillet s'enroule autour de la fusée et le ressort se bande. Lorsque, livré à lui-même, le ressort commence à se débander, il agit avec sa plus grande force sur le plus petit diamètre de la fusée, qui, par les dents de son pour-

tour, communique le mouvement aux rouages. Mais, à mesure que le mouvement, en se déroulant, perd de sa force, le diamètre de la fusée allant en augmentant, le ressort agissant sur un levier de plus en plus grand, a moins d'efforts à faire. De telle sorte que, l'effort et la résistance se trouvant sans cesse proportionnels, les rouages reçoivent une impulsion toujours égale. »

Cette simple, mais très remarquable disposition fut pendant des siècles l'âme des horloges portatives. Et quand on voulut s'apercevoir que la fusée tenait trop de place dans la montre, ce fut à son principe même qu'on demanda le moyen de la remplacer. Alors, au lieu d'adjoindre au



Fig. 49. — Ressort moteur et sa fusée.

tambour contenant le ressort ce cône tronqué qui en graduait les effets, on gradua la largeur ou l'épaisseur du ressort, en le laissant plus fort à sa partie intérieure que dans celles de ses spires qui se déroulaient les premières. Il y eut ainsi beaucoup moins changement que substitution; et quoique disparue, la fusée ne fut pas oubliée.

Quand l'horlogerie eut en même temps à sa disposition le poids et le ressort pour moteurs, l'échappement et la fusée pour organes correcteurs du mouvement, il sembla qu'elle n'eût plus rien à attendre de l'ingéniosité humaine. Et cependant elle était loin d'atteindre à la précision à laquelle elle est parvenue depuis. Il fallut que

Galilée et Huyghens vinssent la doter du pendule pour rendre les horloges absolument invariables. Cette heureuse découverte date de l'année 1657.

Le mouvement complet d'une *pendule* ordinaire est ici représenté tel qu'il est en réalité, mais, pour le mieux analyser, nous emprunterons au *Traité d'horlogerie* de Moinet la figure dans laquelle les pièces sont placées

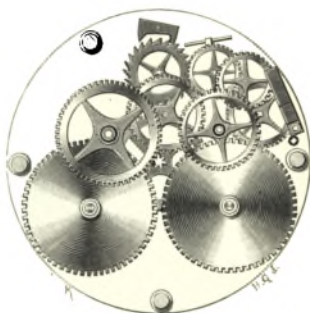


Fig. 50. — Mécanisme d'une pendule. *

en ligne droite, le mouvement étant en quelque sorte déroulé. Il se compose essentiellement :

1° Du *barillet*, renfermant le ressort moteur enroulé, portant 80 dents; ce barillet engrène directement et sans *fusée* avec le pignon de 12 monté sur l'arbre de la roue du temps de 75 dents. Le ressort est remonté à l'aide d'une clef qui se monte sur son axe, et son détournement est rendu impossible par l'effet d'un rochet monté à carré sur l'arbre et maintenu par un cliquet fixé par un ressort;

2° Des roues dentées qui constituent la *minuterie* et qui se composent : du pignon de 8 qui engrène avec la roue

de temps de 75, et qui est montée sur la roue des minutes de 84 dents, dont un pivot prolongé et arrivant au-dessus du cadran, est muni, au dehors de la platine, d'une roue dite de chaussée de 55, rivée à un canon qui se prolonge vers l'extrémité du pivot. Cette roue engrène avec une autre de même diamètre, dont l'axe est porté par un pont, et cet axe est également celui d'un pignon de 7 qui mène, de roue de *canon* ou d'heure de 84 dents, laquelle roule librement sur la chaussée; le canon prolongé de cette roue reçoit l'aiguille des heures placée ainsi au-dessous de l'aiguille des minutes et à fleur du cadran. Il est bien clair, sans établir le calcul de la minuterie, toujours à peu près le même dans tous les appareils d'horlogerie, que les roues égales 55,55 faisant nécessairement un tour dans le même temps, le pignon de 7 ne sera passer en un tour que 7 dents de la roue des heures de 84 dents ou un douzième de son nombre, soit une heure, pendant que

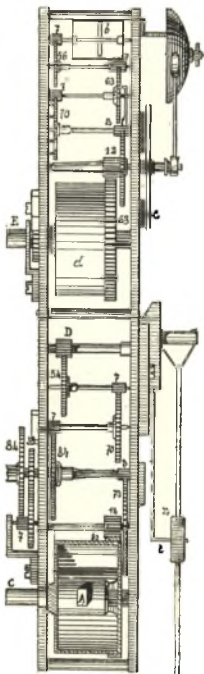


Fig. 51. — Mécanisme d'horlogerie déroulé.

A, crochet du ressort; b, ailettes régulatrices; C, rouages de la sonnerie; d, barillet; D, dernier mobile du mouvement; E, axe du ressort moteur; f, pendule; z, fourchette.

l'aiguille des minutes aura fait un tour complet, soit 60 minutes;

5° De l'échappement, à ancre, à verge ou à cylindre avec son pendule, que nous décrirons plus loin;

4° Du mécanisme de sonnerie, dans lequel la situation des mobiles a beaucoup d'analogie avec celle du mécanisme des heures. Un barillet se déroulant lentement est le moteur et un volant à ailettes mû rapidement, le régulateur. La denture du barillet engrène avec le pignon de 12 de la roue de 65, dite *première de sonnerie*; celle-ci mène le pignon de 8 de la roue de 70, située près du bord de la platine et dite *de chevilles*, parce qu'elle en porte 10, également espacées et rivées sur le plat et au milieu de son limbe; ces chevilles agissent sur un petit bras porté par un arbre destiné à frapper sur le timbre du marteau.

La roue de cheville 70 mène un pignon de 7 de la roue de 65, qui est dite d'arrêt parce qu'elle porte une cheville pour arrêter le rouage, après le dernier coup de chaque heure. Cette roue 65 engrène avec le pignon suivant, de 7, de la roue 56, qui porte le dernier pignon de 7 monté sur l'arbre d'un volant à ailettes. La roue 56, dite *de volant*, porte sur son plat une cheville qui est momentanément arrêtée par la détente de la minuterie mise en mouvement par celle-ci; une saillie méplate appartenant à la détente traverse la platine. Cette détente est placée sur la grande platine au-dessous du cadran; l'arrêt ou *couteau* est supporté par les parties pleines et élevées du chaperon pendant que la pendule sonne, pour que le bout de détente laisse passer la cheville de la roue d'arrêt 65, qui fait un tour par coup de marteau jusqu'à ce qu'une entaille du chaperon permette au couteau de s'y enfoncer et d'arrêter la roue 65, à la fin du nombre de coups de marteau convenable pour chaque heure; pour chaque demi-heure, le couteau n'est soulevé qu'un instant par la détente de minuterie, et, ayant laissé passer une fois la cheville d'arrêt, il re-

tombe dans la même entaille qu'on a faite assez large à cet effet.

Telle est, en détail, la construction de toutes les pen-



Fig. 52. — Pendule du siècle de Louis XIV.

dules dont on se sert aujourd'hui, tant au point de vue du mécanisme de sonnerie que de la direction des aiguilles. Quoique les systèmes d'échappement varient de l'une à

l'autre, la disposition mécanique est toujours à peu près la même.

Sous les règnes de Louis XIII, Louis XIV, Louis XV et Louis XVI, l'enjolivement de l'extérieur des pendules prit un grand essor et des styles spéciaux furent créés. En Angleterre, la décoration de ces cadrans prit une haute expression artistique, que les artistes français ne purent que difficilement égaler. Les pendules Louis XIV et Louis XVI dont nous donnons des dessins ne parviennent pas encore à lutter comme élégance artistique contre les produits anglais de cette époque.

Nous citerons en passant quelques *pendules* curieuses par leur disposition.

L'une des plus rares, qui appartient à la collection de M. Garnier, l'horloger bien connu, est dite *Boule de Venise* quoiqu'elle soit d'origine française. Marchant par son propre poids et disposée pour être suspendue, elle peut parfaitement être placée dans un bateau de plaisance ou dans une gondole. Elle se compose de deux calottes hémisphériques en cuivre doré, fixées sur une membrure intérieure et laissant entre elles un espace vide dans lequel tourne librement un cercle en argent, disposition analogue à celle des pendules à cercle tournant.

Ce cercle porte, gravées sur sa surface, les heures, ainsi que des divisions correspondant aux quarts d'heure; l'aiguille indicatrice est remplacée par l'extrémité de l'aile d'un ange fixé en relief sur la surface extérieure de la calotte inférieure, en dessous de laquelle débordé une tige qui fait un tour en une heure et porte une aiguille qui se présente devant un petit cadran divisé en quatre parties qui correspondent aux quarts d'heure. Cette aiguille sert en même temps pour la mise à l'heure du cercle.

Le rouage, monté dans une cage, entre deux platines, ne présente rien de bien extraordinaire. Il se compose d'une fusée et d'une série de roues et de pignons comme à l'ordinaire. Ce qu'il y a seulement de particulier dans

la disposition de la fusée, c'est qu'elle fait en même temps barillet et qu'elle renferme un ressort qui se bande au fur et à mesure que, sollicitée par son propre poids,

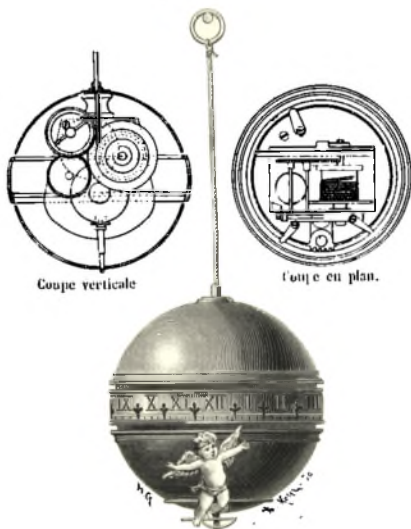


Fig. 53. — Boule de Venise avec son mécanisme.

la boule descend : le remontage est ainsi automatique.

L'échappement est à verge. Le balancier est en fer et à deux barrettes, et la roue d'échappement assez grande, comme dans toutes les pendules dont les échappements ont été faits avant la découverte du *spiral*, et dans les-

quelles la masse seule du balancier sert de régulateur. Cette curieuse horloge, qui ne porte aucun nom d'auteur, paraît dater du milieu du dix-septième siècle.

Le bénédictin dom Jacques Alexandre a laissé la description complète des seize curieuses horloges à ressorts que possédait un savant amateur d'horlogerie, M. de Servière, qui imagina lui-même plusieurs modèles de pendules semblables, mettant en action les principes les plus curieux de la physique et de la mécanique. Mais nous ne reproduirons pas cette description, dom Jacques tout le premier ayant oublié de nous apprendre quels étaient les mécanismes de ces indicateurs horaires.

CHAPITRE VI

Les montres

Nous avons vu, dans le chapitre précédent, les horloges à ressorts succéder aux lourdes et encombrantes horloges à poids. C'est en suivant la marche ascendante des progrès de l'horlogerie que l'on peut déterminer approximativement l'époque où apparurent les premiers instruments horaires *de poche* ou *montres*, mais sans savoir encore au juste quel fut l'artiste qui eut, le premier, le mérite de réduire assez le volume des pièces mécaniques et rouages pour faire un appareil portable.

Dès le commencement du seizième siècle, il est question des *Œufs de Nuremberg*, qui ne sont autre chose que des montres de fabrication allemande, devant leur nom à la forme qu'elles affectaient, et qui furent construites, du moins pour ce qui est des premiers types, par l'horloger Peters Hèle.

Ayant étudié, comme nous l'avons fait, l'horlogerie au seizième siècle et pouvant apprécier l'habileté des horlogers de cette époque, nous ne devons pas considérer comme extraordinaire et invraisemblable qu'en 1542, il ait été offert au duc d'Urbino une montre à sonnerie enchâssée dans une bague. On est certain, du reste, qu'en 1575, Parker, archevêque de Cantorbéry, offrit à son frère Richard, évêque d'Ely, une canne en bois des Indes, ayant une montre incrustée dans la pomme. Le roi Henri VIII possédait aussi à cette époque une très petite montre qui

marchait huit jours sans avoir besoin d'être remontée.

La plupart des montres qui nous restent des règnes de François I^{er} et de Henri II sont, par exemple, en forme de tête de mort ou de cercueil : bizarrerie qui était dans l'esprit d'une époque où l'on mêlait communément les idées du plaisir et de la fragilité humaine. On conserve en Angleterre une de ces montres lugubrement symboliques, qui fut, paraît-il, emportée de France par Marie Stuart, lorsque, veuve de François II, cette princesse, qui devait finir décapitée, se rendit dans son royaume d'Écosse. Sous Charles IX et Henri III, on trouve des montres de tous les modèles et de toutes les grandeurs : il y en a de plates, de rondes, en forme de poires, de coquille, de gland, et quelques-unes sont si petites qu'elles servent de chaton à des bagues. Plus tard vinrent les montres dites *d'abbesse*, dont le mouvement occupait le milieu d'une croix, pour que les religieuses de haut rang pussent les porter sur la poitrine. On raconte que lorsque les Prussiens entrèrent à Dresde, en 1757, ils trouvèrent dans la garde-robe du comte de Brull, premier ministre de Saxe, un habit et une montre pour chaque jour de l'année. Ce prodige-là du moins n'en portait qu'une à la fois, mais un moment vint où il fut de suprême élégance d'en porter deux, une dans chaque gousset, — usage sur lequel, dit-on, enchérissent aujourd'hui certains Chinois, qui, passionnés pour ces mécaniques européennes, en mettent dans leurs diverses poches autant qu'ils en peuvent acheter.

Nous devons dire que le mouvement de ces premières montres était fort irrégulier, par suite de l'insuffisance du mécanisme. Le barillet se déroulait fort inégalement et actionnait avec une puissance variable la *fusée* à laquelle il était réuni par une corde en boyau ; le balancier fonctionnait plus ou moins bien, ainsi que l'échappement, enfin c'était loin d'être parfait.

Lorsque Huyghens eut imaginé de doter l'horlogerie du pendule oscillant et réglant uniformément le déroulement

du ressort, on crut tout d'abord que les horloges de poche n'auraient rien à gagner avec ce régulateur qui avait besoin, pour pouvoir marcher, d'être maintenu dans une verticalité absolue ; mais c'était là une grosse erreur que Huyghens se chargea de dissiper.

Le régulateur des montres et des chronomètres fut composé par ce savant, au moyen de deux pièces qu'il appela le *spiral* et le *balancier*, et qui n'empruntaient absolument rien à la théorie du pendule, régi par la loi de la gravité et de chute des corps. Cette invention lui fut sans doute suggérée par la corde tordue qui supportait le balancier des vieilles horloges. Le spiral étant un ressort d'acier roulé, comme son nom l'indique, en spirale, et d'une élasticité parfaite, si l'extrémité extérieure étant fixe, on bande l'extrémité intérieure, celle du centre, d'une certaine quantité ; aussitôt que l'effort cessera, le ressort reviendra à sa première position, puis la dépassera par une extension égale à la compression, comme le fait une lame élastique que l'on fait vibrer.



Fig. 54. — Ressort spiral et balancier.

Mais si l'on abandonnait le spiral à lui-même, ses oscillations seraient beaucoup trop promptes ; c'est pour les ralentir qu'on introduit dans le système une masse à mouvoir par le spiral. Cette masse consiste en un balancier, une roue, faisant l'effet de volant, dont la masse principale, disposée à la circonférence, tient au centre par trois ou quatre bras. Ce balancier doit être centré avec le plus grand soin ; autrement, la force centrifuge et dans la position verticale de la montre, la gravité, viendraient augmenter ou diminuer la force de rotation du spiral en agissant comme force accélératrice ou retardatrice ; toute régularité serait alors détruite.

Pour que l'action du ressort spiral soit bien régulière, il faut qu'il agisse tout entier et, pour cela, que sa cour-

bure soit régulière et que l'inflexion du métal soit bien la même en chaque point. Si la place ne manque pas, comme dans les chronomètres par exemple, le ressort se fait en hélice avec une hauteur proportionnée à la résistance; dans une montre, les spires s'enroulent dans le même plan pour tenir moins de volume.

La fusée, appareil régulateur du débit de la force motrice enmagasinée dans le grand ressort, était un inconvénient énorme pour les montres, à cause de sa hauteur; aussi, malgré ce que sa disposition offre d'ingénieux, n'est-elle plus beaucoup employée dans les constructions modernes, où l'on veut surtout arriver à faire des montres très plates et peu volumineuses. Heureusement le système d'échappement à repos offre déjà de certaines ressources pour en arriver à ce but : supprimer la fusée.



Fig. 55.
Raquette
pour modifier la
rapidité des oscillations
du spiral.

Il est à observer qu'en adaptant directement au barillet la première roue, on supprime les frottements et les résistances propres à la fusée, ce qui permet d'employer un ressort plus mince, plus long, dont on n'utilise qu'un moindre déroulement; mais surtout on fait disparaître les causes de ruptures fréquentes de la chaîne et même du ressort plus épais et, par suite, sujet à se briser plus facilement.

Les montres sont toutes pourvues de l'*encliquetage*, qui permet de les remonter et de bander les ressorts sans pour cela en arrêter le fonctionnement. Le système est absolument le même, mais en plus petit, que celui qui est appliqué aux horloges et que nous avons décrit au chapitre II, page 81. Nous n'y reviendrons pas.

Comme nous l'avons vu, les montres et les petites horloges portatives étaient merveilleusement belles à l'époque de la Renaissance; mais elles laissaient beaucoup à désirer en ce qui regardait le mécanisme intérieur. Au dix-septième siècle, sous le règne si brillant de Louis XIV, si elles

perdirent quelque chose de leur élégance artistique, elles gagnèrent considérablement au point de vue scientifique.

Les montres qui se faisaient à cette époque eurent la forme d'une boule aplatie. Elles étaient en or, en argent ou en cuivre. Celles en or étaient couvertes de peintures sur émail; les cadrans, en or également le plus souvent, ou en argent, étaient gravés avec soin, les heures se déta-



Fig. 56. — Montre du ^{xvii}^e siècle ($\frac{1}{4}$ grandeur).

chaient en relief sur un fond uni ou ciselé. Les peintures intérieures ou extérieures de ces montres étaient presque toujours des sujets pieux que les artistes empruntaient aux tableaux des grands maîtres du temps.

Les montres en argent, destinées aux personnes de la haute bourgeoisie, étaient unies ou gravées; aussi les décorait-on de figures sculptées en relief. Quant aux montres en cuivre, elles étaient fort épaisses et d'une rotondité

presque parfaite. Elles étaient naturellement les plus répandues dans le commerce d'alors. Il se faisait encore alors, particulièrement pour les monastères, des montres en forme de croix latine et dont quelquefois les boîtes étaient en cristal uni ou taillé à facettes.

Nous ferons remarquer en passant que toutes ces montres ne possédaient encore qu'une seule aiguille qui indiquait les heures; on remontait le ressort au moyen d'une clef à carré qui s'adaptait sur l'extrémité de l'axe du barillet. Quelques-unes étaient munies de sonneries, mais c'était le très petit nombre.

Les montres ne présentent rien de remarquable de Louis XIV à Napoléon, soit au point de vue de la forme extérieure et de l'ornementation, soit au point de vue du mécanisme intérieur. Après que Huyghens les eut dotées de leur merveilleux régulateur, on n'essaya plus de changer que le système d'échappement, toujours défectueux ou, pour mieux dire, jamais absolument parfait. C'est ainsi que fut successivement imaginé l'échappement à ancre par le docteur Hooke, l'échappement à cylindre par Graham, l'échappement à virgule par Beaumarchais, comme nous l'avons vu d'ailleurs en détail dans un précédent chapitre.

C'est au dix-huitième siècle que l'on a inventé les pendules et les montres à équation, c'est-à-dire qui indiquent, en outre du temps moyen marqué par tous les appareils horaires à marche régulière, les variations du soleil ou la différence de son retour au méridien. Le premier appareil de ce genre connu est la pendule qui appartenait à Philippe II, roi d'Espagne, et marquait le temps vrai et le temps moyen avec deux aiguilles.

Mais les meilleures montres et pendules à équation qui aient été construites sont celles qui furent exécutées par Ferdinand Berthoud sur les principes adoptés par Julien le Roy, au siècle dernier. On a poussé plus loin, il est vrai, la précision, et Le Bon a construit une pendule qui

donnait les heures, minutes et secondes du temps vrai, et les heures et minutes du temps moyen, mais c'était au moyen de cadrans spéciaux qu'il était parvenu à ce résultat, vraiment merveilleux.

On a imaginé une dernière espèce d'équation, dont une aiguille marque les minutes du temps moyen, et une autre la différence ou le nombre de minutes dont le temps



Fig. 57. — Montre du xvii^e siècle.

vrai en diffère, mais celle-là aussi a été modifiée à plusieurs reprises.

En suivant pas à pas le développement de l'horlogerie en France, on la voit se perfectionner de siècle en siècle. Sous Louis XV, Voltaire, qui s'était retiré à Ferney, y encourageait la construction des montres et des horloges. Plus heureux que Charles-Quint, il trouvait que ses différentes constructions horlogères donnaient l'heure avec une grande précision. « Je n'aurais rien à désirer, disait-il, si mes ouvriers, calvinistes et catholiques, s'accordaient aussi bien entre eux que les frères instruments qu'ils me fabriquent. »

Ce fut sous Louis XIV que l'on commença à faire des montres plates (relativement aux précédentes). Lépine se distingua particulièrement dans ce genre de travail, mais cet habile horloger, s'il vivait encore aujourd'hui, serait effrayé en voyant nos montres microscopiques, et il dirait, non sans quelque raison : « De telles montres ne peuvent pas donner l'heure avec exactitude ; ce sont des bijoux de fantaisie que la postérité ne connaîtra pas, car ils ne vivront pas l'espace d'un demi-siècle. »

Les Anglais ne sacrifient pas à la mode quand il s'agit d'un instrument propre à mesurer le temps. Ils ont su conserver à leurs montres de poche une épaisseur et une solidité qui sont d'un grand avantage.

Sous le Directoire, l'usage était de porter deux montres suspendues aux breloques du gilet. Un poète, à qui une dame demandait la raison de cette singulière mode, y répondit par le quatrain suivant :

L'une avance, l'autre retarde ;
Quand près de vous je dois venir,
A la première je regarde ;
A l'autre quand je dois sortir.

Les montres à répétition datent de 1676. Les premières furent construites par le célèbre horloger Tompion sur les plans de Barlow. Elles avaient un bouton ou poussoir de chaque côté de la boîte : par l'un on faisait répéter l'heure et par l'autre les quarts.

La montre à répétition de Quare, autre horloger anglais, n'avait qu'un seul bouton, placé à côté du pendant ; elle fut trouvée préférable à celle de Tompion par le roi Jacques II et son conseil, et adoptée par suite de sa plus grande simplicité.

Dès les premiers temps où les pendules et les montres à répétition furent connues, divers horlogers anglais et français s'empressèrent d'imiter ces machines ; d'autres, plus habiles, en construisirent dans lesquelles ils firent des

changements plus ou moins heureux ; mais tous conservèrent les pièces principales : ce sont toujours des limaçons et des râteaux qui déterminent le nombre d'heures et de quarts à frapper. Un peu plus tard, on fit, mais avec moins de succès, des répétitions qui sonnaient les demi-quarts et même les minutes.

Depuis Louis XIV, la construction des appareils à répétition a fait de grands progrès, surtout au point de vue de

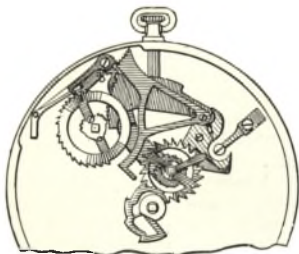


Fig. 58. — Mécanisme d'une montre à répétition (d'après Quare).

la précision des pièces, dont on a suffisamment pu diminuer les dimensions pour les réduire au volume d'une grosse montre de poche. En outre de la sonnerie, certaines montres possèdent différents cadrans où l'on peut voir le quantième et le jour de la semaine, l'âge de la lune, l'heure du lever et du coucher du soleil, etc. Mais il est juste de dire que ces délicates machines sont, par suite de leur grande complication d'organes, sujettes à se déranger fréquemment. De plus, leur prix est assez élevé.

Parmi les montres les plus curieuses qui aient été construites et que l'on a pu voir dans diverses expositions, on peut citer celle qui était à Londres en 1851, et dont le

diamètre était de 0^m,007. A l'Exposition de Vienne on a vu une montre dont toutes les pièces, jusqu'aux plus petites vis, étaient, aussi bien que la boîte, tout en cristal de roche. Cette œuvre de patience, due à un Français, élève de Bréguet, avait pris trente années de travail à cet artiste.

On peut juger de la prodigieuse délicatesse des organes de semblables appareils, quand on saura surtout qu'un kilogramme d'acier, qui, brut, vaut à peine trente centimes, arrive à valoir cinq cent mille francs, après avoir été travaillé par l'horloger.

En effet, une roue de cylindre, toute montée, pour une petite montre de col, est payée environ cinq francs à l'ouvrier. Ces roues sont si légères, quoique fort ouvragées, qu'un cent pèsent environ *un gramme*. Dans un kilo il y en a donc cent mille, soit, à cinq francs pièce, cinq cent mille francs !

L'horlogerie, industrie relativement nouvelle aux États-Unis, y devient de jour en jour plus florissante. Il y a trente ans, on n'y fabriquait encore que de grossières horloges en bois ; aujourd'hui, on fabrique les montres à la machine. La plus importante des manufactures de montres est la *Waltham Watch Company*, qui occupe 900 ouvriers et produit 425 mouvements de montres par jour. L'*Elgin*, qui vient ensuite, produit quotidiennement 500 mouvements ! Il n'est pas vrai que les Américains soient tributaires de la Suisse pour plusieurs parties du mécanisme des montres. Bien au contraire ils fabriquent toutes les pièces à la machine et règlent l'appareil presque sans le regarder. Lorsqu'une montre est remise au régleur, le contremaître délivre le spiral correspondant et la montre se trouve réglée.

M. Favre-Perret, qui a visité dans tous ses détails l'usine de Waltham, donne les renseignements suivants :

« Voici, dit-il, ce que j'ai vu. J'ai demandé au directeur de la Waltham une montre de la cinquième qualité. On

a ouvert devant moi un grand coffre; j'ai pris au hasard une montre et l'ai mise à ma chaîne.

« Le directeur m'ayant prié de lui laisser cette montre deux ou trois jours pour qu'on pût vérifier sa marche : « Au contraire, lui dis-je, je tiens à la conserver telle qu'elle est, pour avoir une idée exacte de votre fabrication. » A Paris, je mis ma montre à l'heure sur un régulateur du boulevard et, le sixième jour, je constatai qu'elle avait varié de 52 secondes. Et elle vaut 75 francs (mouvement sans boîte).

« En arrivant au Locle, je fis voir cette montre à un de nos premiers régleurs, qui me demanda l'autorisation de la démonter. Je voulus d'abord l'observer, et voici les résultats que je constatai :

« Pendue, variation diurne 1 seconde et demie. Variations dans diverses positions, de 4 à 8 secondes. Après l'avoir ainsi observée, je la remis au régleur, qui la démontra. Au bout de quelques jours, il revint et me dit textuellement :

« Je suis renversé, le résultat est incroyable! On ne trouverait pas une pareille montre dans cinquante mille de notre fabrique. »

Comme cette appréciation, avec preuves à l'appui, de la perfection des produits d'horlogerie de fabrication américaine vient d'un homme tout à fait compétent et non d'un amateur enthousiaste, elle peut se passer de commentaires.

La fabrication mécanique des montres tend d'ailleurs à se répandre, et à prendre une large extension. On parle déjà d'une usine allemande, où les rouages et les principales pièces composant une montre sont taillés à la machine, et l'on peut craindre que, d'ici peu, cette première manufacture européenne ne soit plus seule, et que la majeure partie des mécanismes d'horlogerie soit fabriquée, non manuellement, mais automatiquement, à l'aide de machines perfectionnées.

Avant de terminer ce chapitre, nous dirons quelques

mots d'une curieuse montre qui fut exposée au Comité de Worcestershire en 1884, et qui prouve les progrès de l'industrie métallurgique et tout particulièrement ceux réalisés par la tôlerie de fer.

Cette montre est toute en fer : rouages, échappement, boîte, etc., sauf les ressorts. Cette curiosité sidérurgique est de faire voir que le fer est susceptible de se prêter à tous les travaux, aussi bien les plus minutieux que les plus robustes.

Évidemment, il est certain qu'une semblable montre est une véritable curiosité, surtout à cause de ses petites dimensions. Sans cela, d'ailleurs, elle n'aurait rien de remarquable, si l'on veut bien se rappeler surtout que les rouages des premières horloges mécaniques, plus ou moins grossières, étaient également tous en fer. M. Saunier, qui rapporte le fait, dit lui-même, qu'il possède aussi un appareil horaire (sans doute une sorte d'*œuf de Nuremberg*) dont toutes les pièces sont en fer. Mais cela n'a rien d'étonnant. En 1504, date gravée sur cette montre, l'acier n'était pas aussi commun qu'à présent.

Sait-on quelle est la force motrice développée par une montre en pleine fonction ? C'est bien peu de chose, comme on va le voir :

« Il est facile de calculer, dit *la Nature*, la puissance moyenne probable dépensée pour actionner une montre ordinaire, en partant des chiffres connus sur l'énergie emmagasinée dans les ressorts bandés. On sait que 1 kilogramme de ressorts peut restituer au maximum 20 kilogrammètres. Le ressort moteur d'une montre ordinaire pèse environ 2 grammes; la quantité totale du travail disponible dans un ressort entièrement bandé est donc de :

$$20 \times 0,002 = 0,04 \text{ kilogrammètre.}$$

« Une montre pouvant marcher quarante heures avant d'être remontée, elle dépense par heure en moyenne : $\frac{0,04}{40} = 0,001$ kilogrammètre. La puissance du moteur

qui actionne une montre est donc de 0,000,000,28 kilogrammètre par seconde ou de 0,000,000,0047 cheval-vapeur.

« Une machine produisant un cheval-vapeur suffirait ainsi pour entretenir le mouvement de 270 millions de montres. Ce chiffre, fantastique en apparence, mais cependant très voisin de la réalité, peut être considéré comme la dernière expression de la division du travail mécanique. »

CHAPITRE VII

Chronomètres et montres.

Le dictionnaire de la langue française, au mot *chronomètre* (formé de *chronos*, temps, et *metron*, mesure), dit : « Nom générique des instruments qui servent à mesurer le temps. Particulièrement, montre très exacte qu'on emploie pour des observations scientifiques¹. »

D'après cette définition, la montre à longitude, l'horloge de clocher, l'horloge en bois, la pendule, etc., enfin toute montre quelconque, sont autant de chronomètres. Il n'en est rien, en réalité, et cette définition, dont profitent certains horlogers peu délicats qui écoulent sous cette dénomination élastique des produits de basse fabrication, est absolument fausse. Quelle que soit l'étymologie du mot *chronomètre*, il ne doit être appliqué aujourd'hui qu'aux instruments de précision répondant aux exigences de la science, et qui, par leur composition et leur exécution, satisfont aux conditions d'exactitude demandées à des instruments parfaits.

Le premier emploi du mot de *chronomètre* fut fait par l'horloger anglais Graham, qui donna ce nom à une petite pendule portative marquant les tierces. J.-J. Rousseau, dans son *Dictionnaire de musique*, s'en servit pour désigner l'appareil à battre la mesure qui fut appelé plus tard

1. Le dictionnaire de Littré dit simplement : « Sorte de montre « plus parfaite que les autres montres ».

métrologue par Maelzel. Ce fut seulement après que le mot *chronomètre* fut définitivement adopté pour dénommer les machines horaires destinées aux savants, aux astronomes, aux marins, et qui étaient primitivement désignées sous le nom d'*horloges marines* ou de *garde-temps* (*time's keeper*).

Actuellement, il y a deux sortes de chronomètres : le *chronomètre de bord* ou montre marine à suspension, et le *chronomètre de poche*, qui n'est autre que le précédent, réduit aux dimensions d'une forte montre.

Le chronomètre de poche ressemble donc à une grosse montre ; mais une montre quelconque, fût-elle absolument de précision, n'est véritablement un chronomètre que si elle possède les pièces essentielles qui constituent ces instruments ; si sa marche est d'une régularité à peu près parfaite et si, soumise à des épreuves rigoureuses de réglage, elle n'a donné comme écart de variation que quelques dixièmes de seconde en vingt-quatre heures.

Cette détermination de la valeur du mot *chronomètre* bien comprise, nous entrerons dans l'histoire de cet appareil, avant d'en arriver à sa description technique.

C'est au célèbre horloger anglais Harrison que l'on doit les premières horloges et montres marines. Dès 1726 il était arrivé à corriger la dilatation des verges des pendules de telle façon qu'une horloge qu'il construisit vers cette époque ne variait pas d'une seconde en un mois. Ce fut vers le même temps qu'il fit une horloge destinée à éprouver le mouvement des vaisseaux, et qui supporta cette épreuve sans perdre de sa régularité.

On lisait dans la *Connaissance des temps* de 1767 : « Il est de la dernière importance, pour le bien du commerce maritime et pour le salut des hommes qui s'y consacrent, de pouvoir trouver en pleine mer le degré de longitude où l'on est. Ce problème se réduit à savoir quelle heure il est sur le vaisseau et quelle heure il est au même instant au point de départ (Brest par exemple). Il n'est pas difficile de trouver l'heure qu'il est sur un vaisseau

en observant la hauteur du soleil ou d'une étoile; la difficulté se réduit donc à trouver, en tout temps, l'heure qu'il est à Brest.

Philippe III, qui monta sur le trône d'Espagne en 1598, convaincu de l'importance des longitudes en mer, promit une récompense de cent mille écus en faveur de celui qui en ferait la découverte. Les États de Hollande imitèrent bientôt l'exemple de ce prince et proposèrent un prix de trente mille florins pour cet objet. Les Anglais, à cette époque les premiers navigateurs de la terre, ne pouvaient se désintéresser de cette question, et, en 1714, le parlement d'Angleterre nomma un comité pour l'examen des longitudes en mer. Newton, Clarke et Whiston faisaient partie de ce comité, et, en tête des méthodes proposées par le grand géomètre, était la connaissance exacte du temps. Le résultat des conférences fut qu'il convenait de passer un *bill* pour l'encouragement d'une recherche si importante; il fut présenté par le général Stanhope Walpole, depuis comte d'Oxford, et le docteur Clarke, assistés par M. Whiston. Il passa à l'unanimité¹.

I. Voici la traduction de cet acte, datant de la douzième année du règne de la reine Anne d'Angleterre :

« D'autant qu'il est bien connu à tous ceux qui entendent la navigation que rien n'y manque tant et n'est autant désiré sur mer que la découverte de la longitude, pour la sûreté et l'expédition des voyages, la conservation des vaisseaux et la vie des hommes; et comme, suivant d'habiles mathématiciens et navigateurs, plusieurs méthodes ont été déjà trouvées vraies dans la théorie, quoique difficiles dans la pratique, dont quelques-unes pouvaient être perfectionnées; et d'autant qu'une telle découverte serait d'un avantage particulier au commerce de la Grande-Bretagne et ferait honneur à ce royaume; mais qu'outre la grande difficulté de la chose, soit faute de quelque récompense publique proposée pour un ouvrage si utile et si avantageux, soit faute d'argent pour faire les épreuves nécessaires, les inventions jusqu'ici proposées n'ont pas été assez perfectionnées : pour ces causes soit ordonné par l'autorité de la reine et des seigneurs spirituels et temporels assemblés en parlement, que les personnes ci-après nommées soient instituées commissaires perpétuels pour examiner, essayer et juger de toute invention ou proposition qui leur pourra être faite pour la découverte des longitudes

Ce fut par suite de ce statut que l'horloger Sully, soutenu d'ailleurs par la puissante protection du régent de

en mer, savoir : Le grand amiral de la Grande-Bretagne ou le premier commissaire de l'Amirauté; — l'orateur de la Chambre des Communes; — le premier commissaire du commerce; — les trois amiraux de l'escadre rouge, blanche et bleue; — le président de la Société Royale; — l'astronome de l'Observatoire royal de Greenwich; les trois professeurs de mathématiques, Faviolen, Lucasien et Plumien, d'Oxford et de Cambridge.

« Soit ordonné, par l'autorité susdite, qu'un nombre de ces commissaires, qui ne sera pas moindre de cinq, aura plein pouvoir d'ouïr et recevoir toutes propositions qui leur seront faites pour la découverte des longitudes en mer; et lorsque lesdits commissaires seront satisfaits au point de juger que la découverte est digne qu'on en fasse l'expérience, ils le certifieront sous leur signature, aux commissaires de la marine, avec le nom de l'auteur et la somme qu'ils jugent devoir être avancée pour faire les expériences proposées, laquelle somme, pourvu qu'elle n'exécède pas deux mille livres sterling, le trésorier de la marine est requis, par l'autorité du présent acte, de payer à vue de pareils certificats, ratifiés par les commissaires de la marine.

« Il est, de plus, ordonné par la même autorité, qu'après telle expérience faite, les commissaires nommés par cet acte ou la pluralité d'eux déclareront et détermineront jusqu'où la chose expérimentée a été praticable et jusqu'à quel degré de justesse.

« Et pour suffisamment encourager ceux qui pourront tenter utilement la découverte des longitudes, la personne qui aura réussi ou ses ayants cause auront droit aux récompenses suivantes, savoir :

« A la somme de dix mille livres sterling (250 000 francs), si la méthode trouvée sert pour déterminer la longitude à un degré près d'un grand cercle, ou à 60 milles géographiques près.

« A la somme de quinze mille livres sterling si cette méthode sert pour déterminer la longitude à 40 milles géographiques près.

« Et à la somme de vingt mille livres sterling, si elle sert pour déterminer la longitude à 90 milles (50 kilomètres près).

« La moitié de chacune de ces sommes respectives sera payée aussitôt que la pluralité des commissaires ci-dessus conviendra que la méthode trouvée s'étend à la sûreté des vaisseaux à 80 milles des côtes où sont ordinairement les endroits les plus dangereux, et l'autre moitié lorsqu'un navire aura, par l'ordre des commissaires, fait un voyage depuis quelque port de la Grande-Bretagne jusqu'à quelque port de l'Amérique, au choix desdits commissaires, sans s'être écarté de la longitude au delà des limites ci-dessus prescrites.

« Il est de plus ordonné, par la même autorité, que si l'invention ou la méthode ne répond point, dans l'expérience, aux conditions

France, composa une horloge marine en 1726; mais ce fut Harrison qui mérita la récompense promise dans l'acte de la reine Anne. Toutefois la machine de l'artiste anglais n'était pas parfaite : il était réservé aux horlogers français de la perfectionner d'une manière notable.

Ce fut en 1756, après l'exécution de l'horloge dont nous avons parlé, que Harrison crut pouvoir s'adresser aux commissaires des longitudes. Il fut favorablement accueilli et reçut l'année suivante des secours propres à le mettre en état de suivre ses vues et de construire une seconde machine, dont le résultat fut qu'elle était très susceptible de donner la longitude dans les limites exigées par l'acte du parlement.

Harrison continua de travailler et, en 1741, il exécuta une troisième horloge, plus petite et qui parut supérieure aux deux premières, après l'examen qu'en firent les commissaires. Elle n'occupait pas plus d'un pied carré avec tous ses accessoires. Ce ne fut qu'en 1761, vingt ans plus tard, que l'épreuve en fut faite, conformément à l'acte du parlement. Harrison le fils fut désigné, à la demande de son père, pour faire le voyage de la Jamaïque avec l'appareil. Ce fut une longue suite de succès pour le chronomètre, au moyen duquel Harrison annonça avec la plus grande précision toutes les îles que le vaisseau *le Deptford* rencontra sur sa route. A l'arrivée à Port-Royal, on constata que, pendant ce voyage de 81 jours sous des latitudes très diverses, la machine horaire n'avait varié que de 5 secondes.

Harrison fut de retour, avec tous les certificats constatant les résultats obtenus, à Portsmouth, 161 jours après son départ; mais le bureau des longitudes ne fut pas

ci-dessus et qu'elle se trouve pourtant dans le jugement des commissaires, de quelque utilité considérable au public; que, même en ce cas, l'auteur de cette invention ou méthode aura titre à telle moindre somme que ci-dessus qui lui sera adjugée par lesdits commissaires suivant le mérite ou l'utilité de son invention. »

encore satisfait et n'avança à Harrison le père qu'une somme de 61 000 francs comme acompte de la récompense promise, lui promettant le surplus si un second voyage avait encore un plein succès. De plus, un acte du Parlement, datant de 1762, exigea que l'inventeur expliquât aux commissaires le mécanisme de sa machine, et on invita, pour assister à cette explication, plusieurs représentants de la science française, notamment Camus, Ferdinand Berthoud et l'astronome de Lalande. Le 9 mai 1765, ces savants purent voir les trois montres à longitudes de Harrison.

Le second voyage prescrit par le Parlement fut exécuté la même année par le fils Harrison, qui partit le 18 septembre pour la Barbade. Ce second voyage ne laissa plus de doute sur le droit de Harrison à la récompense promise, car la longitude de la Barbade avait été déterminée en deçà même des limites prescrites par l'acte, et le grand horloger reçut en 1765 les 246 000 francs auxquels il avait bien droit. En effet, il avait consacré sa vie entière à la création de cet objet si utile à l'Angleterre, et il avait soixante-quinze ans quand il toucha le prix de ses longs travaux.

Harrison publia les principes de sa montre dans un mémoire qu'il écrivit lui-même, et qui parut à Londres en 1767. Ce grand artiste, qui était arrivé à son but à force de ténacité et d'énergie (il était d'abord menuisier et s'amusait à faire des montres en bois), mourut le 24 mars 1776, à l'âge de quatre-vingt-deux ans.

En France, la construction des montres marines et des chronomètres se perfectionna entre les mains de Pierre Le Roy et de Berthoud. Aujourd'hui un bon chronomètre doit se composer des organes suivants, qui lui donnent les éléments de régularité de marche nécessaires :

- 1° Balancier-compensateur ;
- 2° Spiral isochrone (ressort réglant) ;
- 3° Échappement libre à détente ;

4° Force motrice se distribuant avec régularité et entre des limites d'écart telles que l'isochronisme du spiral n'en puisse être affecté ;

5° Exécution des organes mobiles : rouages, etc., assez parfaite pour assurer leur bon fonctionnement et l'intégrité de leur état présent pendant une certaine durée de temps.

Le balancier-compensateur est un volant, muni, à des parties choisies de sa circonférence, de masses de métaux inégalement dilatables et qui ont pour but de conserver audit volant une longueur toujours égale. Il a été imaginé par Harrison.



Fig. 59. — Balancier-compensateur de chronomètre.

Tous les chronomètres battent la seconde. Le jour, ou la période de vingt-quatre heures qui s'étend d'un midi au midi suivant, est donc divisé en 86 400 parties. On juge quelle doit être la perfection d'un semblable instrument qui, si les oscillations du balancier étaient

altérées seulement d'un dixième, varierait de plus d'une minute à la fin de la journée, tandis que c'est à peine s'ils varient d'une seconde en plusieurs mois ! Ces appareils sont de véritables merveilles ; cependant il est évident que les chronomètres qui ont le pendule comme régulateur sont encore supérieurs à ceux en forme de montre, qui ont le spiral et le balancier de Huyghens.

De nos jours, MM. Callier, Dumas, Pierret, sont les constructeurs de chronomètres les plus renommés. La marine leur doit d'être munie d'appareils horaires aussi parfaits qu'il est possible à l'homme d'en créer, et qui font que les longitudes en mer ne sont plus un souci du navigateur, confiant avec juste raison dans les horloges marines perfectionnées qui, après six mois de voyage, lui donnent encore, presque sans erreur, l'heure du lieu de départ du navire.

Originellement, et jusqu'en 1852, un seul artiste, sous le titre d'horloger de la marine, avait le monopole de la fourniture et de l'entretien des chronomètres nécessaires au service de la flotte. Ces instruments étaient acquis de gré à gré, à un prix supérieur à celui du commerce, sans autre garantie que la confiance qu'inspiraient l'habileté et la probité de l'artiste : cette faveur accordée à un horloger dont la réputation était faite, à l'exclusion d'autres moins connus ou jugés moins habiles, constituait un monopole injuste, onéreux à l'État et nuisible aux



Fig. 60. — Mécanisme intérieur d'un chronomètre.

intérêts de la navigation, en ce qu'il enlevait tout mobile d'émulation pour le perfectionnement des chronomètres.

Une pétition pour obtenir qu'un concours fût ouvert pour la fourniture des chronomètres à la marine de l'État fut présenté en 1852 à la Chambre par Arago et, sous sa puissante recommandation, passa sans difficulté. Mais le mode de concours ayant présenté divers inconvénients, dut être modifié en 1855, 1855 et 1859. A cette époque, le concours était perpétuellement ouvert à l'Observatoire, mais la durée de l'épreuve que devaient subir les chrono-

mètres restait toujours fixée à une année, et le prix d'achat restait de 2400 francs.

Ce système de concours perpétuel pour l'achat des chronomètres par le département de la marine a fourni, du 1^{er} janvier 1840 au 1^{er} janvier 1851, 99 chronomètres, soit, en moyenne, 9 chronomètres par an; il a donné lieu à quatre primes de 1000 francs, qui furent décernées à Motel, Bréguet et Winnerl. Ce mode d'achat était un très grand progrès sur les achats faits sur commande à un horloger arbitrairement choisi; il provoque l'émulation, la concurrence et, par suite, des progrès incessants dans la construction des instruments. La marine lui doit d'excellents chronomètres, tels que ceux de Jacob, Gannery et Winnerl, dont l'exécution est réellement supérieure.

Aujourd'hui, les concours sont encore modifiés par une loi promulguée en 1885, et ils n'ont plus lieu que deux fois par an. Cette loi a été généralement acceptée par tous les grands horlogers français actuels avec satisfaction, et ses résultats ont été assez satisfaisants.

Nous donnons d'ailleurs ci-dessous¹ le texte entier de cette loi, en vigueur depuis quatre ans et qui fixe tous les détails des concours chronométriques.

1. RÈGLEMENT DES CONCOURS DES CHRONOMÈTRES.

ARTICLE 1^{er}. — Les chronomètres construits et réglés en France par les artistes de nationalité française sont seuls admis aux concours du Dépôt de la marine.

ART. 2. — Tout chronomètre présenté au concours doit porter, gravés sur le cadran et sur la platine inférieure, le nom du constructeur et un numéro d'ordre.

ART. 3. — La durée de chaque concours est fixée à cinq ans. Il y a deux concours par an. Le premier commence le 1^{er} septembre et finit le 31 janvier; le second commence le 1^{er} janvier et finit le 31 mai.

ART. 4. — Les chronomètres soumis au concours sont comparés tous les jours (excepté les dimanches et fêtes) à une pendule réglée sur le temps moyen par des observations astronomiques. La durée du concours est divisée en périodes de cinq ou six jours, pour chacune

Depuis une dizaine d'années peu de perfectionnements ont été apportés à la construction des chronomètres. Le

desquelles on détermine la marche moyenne de chaque chronomètre. Ce sont ces marches moyennes qui entrent dans le calcul du nombre déterminant le classement du chronomètre.

ART. 5. — Chaque chronomètre est soumis pendant la durée du concours :

A une épreuve d'isochronisme;

A deux épreuves à la température de 30°;

A deux épreuves dans la glace fondante.

La durée de chaque épreuve est de cinq ou six jours.

Les épreuves aux températures artificielles sont séparées par un intervalle de dix jours au moins.

ART. 6. — Pendant l'épreuve d'isochronisme, le ressort moteur est désarmé de moitié. L'écart entre la marche du chronomètre pendant cette période et celle des marches de la période précédente ou de la période suivante, qui en diffère le plus, donne le nombre I.

ART. 7. — L'écart entre la marche à 30° et celle des marches de la période précédente ou de la période suivante, qui en diffère le plus, donne pour chaque épreuve un nombre C.

ART. 8. — L'écart entre la marche dans la glace fondante et celle des marches de la période précédente ou de la période suivante, qui en diffère le plus, donne pour chaque épreuve un nombre F.

ART. 9. — Dans le calcul des marches moyennes, il n'est pas tenu compte de la marche du chronomètre pendant le jour qui suit l'entrée dans les températures artificielles ou la sortie.

ART. 10. — L'écart entre la plus grande et la plus petite marche à la température ambiante donne un nombre A.

ART. 11. — On calcule : 1° les différences entre les marches successives à la température ambiante; 2° les différences entre les marches à la température ambiante qui précèdent et qui suivent immédiatement soit l'épreuve d'isochronisme, soit les épreuves aux températures artificielles : on prend la moitié de ces dernières.

Le plus grand de tous les nombres ainsi obtenus est désigné par D.

ART. 12. — Le nombre N, qui détermine le classement du chronomètre, est obtenu en ajoutant en valeur absolue :

Le nombre A (écart des marches extrêmes à la température ambiante);

Le nombre D (écart des marches successives);

La moitié du nombre I (écart aux petites amplitudes).

Le plus grand des nombres C ou $\frac{1}{2}$ F (écarts aux températures extrêmes).

ART. 13. — Sont renvoyés avant la fin des épreuves et ne sont pas classés :

balancier-compensateur est toujours composé de deux cercles superposés, en métaux inégalement dilatables et

1° Les chronomètres pour lesquels le nombre A est plus grand que 2" 5 ou le nombre B est plus grand que 1 seconde ;

2° Les chronomètres pour lesquels C est plus grand que 2" 5 ou F plus grand que 3" 5 ;

3° Les chronomètres pour lesquels le nombre I dépasse 3 secondes ;

4° Les chronomètres dont la marche en 24 heures, à la température ambiante, aura changé de plus de 2 secondes du jour au lendemain. Il n'est pas tenu compte dans ce calcul du jour qui suit la sortie des étuves.

Art. 14. — Les chronomètres nécessaires au service de la Marine nationale sont acquis à la suite de chaque concours, en suivant l'ordre de classement.

Les chronomètres pour lesquels le nombre N ne dépasse pas 5 secondes sont payés 2000 francs.

Les chronomètres pour lesquels N est plus grand que 5 secondes et ne dépasse pas 6 secondes sont payés 1800 francs.

Art. 15. — Parmi les chronomètres reçus dans le cours d'une même année, celui qui aura obtenu le premier rang recevra une prime de 1200 francs, pourvu que le nombre N qui a servi à le classer ne dépasse pas 4 secondes. Mention en sera faite au *Journal officiel* de la République française.

Art. 16. — Les chronomètres dont le nombre de classement sera plus grand que six secondes ne pourront être présentés de nouveau au concours qu'après un délai de trois mois.

Art. 17. — Les chronomètres qui auront obtenu un nombre de classement ne dépassant pas six secondes et qui n'auront pas été acquis, pourront rester au concours suivant. — Une bonification de 0" 25 leur sera attribuée dans le calcul du nombre N pour le nouveau classement, à condition qu'ils ne soient pas sortis du Dépôt. Une bonification de 0" 5 sera accordée dans les mêmes conditions aux chronomètres dont le nombre de classement n'aura pas dépassé 5 secondes. Les marches du mois de janvier entreront en compte dans chacun des deux classements, pour les chronomètres qui suivront les deux concours d'une même année. Pour ces chronomètres, l'expérience d'isochronisme ne sera pas renouvelée et on adoptera le chiffre obtenu au concours précédent.

Art. 18. — Les articles 1, 2, 3, 4 et 5 du règlement du 17 septembre 1857 sont abrogés.

Art. 19. — Le présent règlement sera exécutoire à partir du 1^{er} septembre 1882.

Paris, le 6 juin 1882.

Le Ministre de la Marine et des Colonies,

Signé : JAURÉGUIBERRY.

dont celui qui se dilate le plus et qui porte les masses régulatrices est placé à l'extérieur, et le ressort spiral est toujours disposé verticalement.

Il est à constater que les chronomètres français sont toujours supérieurs aux instruments analogues construits à l'étranger, — surtout au double point de vue de la justesse et de l'inaltérabilité.

TROISIÈME PARTIE

L'HORLOGERIE MODERNE

CHAPITRE I

L'horlogerie électrique

Qui d'entre nous n'a été surpris d'entendre, à midi, toutes les horloges de la ville tinter l'une après l'autre, de telle façon que midi met un quart d'heure ou une demi-heure à sonner? Qui n'a pu regretter de voir, pendant une promenade sur nos boulevards ou dans nos grandes rues, les pendules des commerçants, des gares de chemins de fer, des kiosques de petites voitures, différer toutes plus ou moins notablement et marquer des heures toutes fantaisistes? On ne peut s'empêcher de penser qu'il faut que l'art de la chronométrie soit encore bien dans l'enfance, pour qu'il y ait presque impossibilité de donner à deux instruments horaires une marche absolument identique et concordante.

Évidemment l'horlogerie, qui a fait d'immenses progrès depuis Haroun-al-Raschid, n'en est pas encore au *sum-mum* de la perfection; il lui reste beaucoup de chemin à parcourir pour parvenir à être absolument sûre et faire de la mécanique sa vassale. Le jour où une montre marquera le temps que l'électricité met à franchir un kilomètre, alors la chronométrie sera bien près du sommet. Mais combien reste-t-il à faire pour en arriver là?

Nous avons assisté, dans les précédents chapitres, à l'éclosion et à l'enfantelement de cette science si difficile : nous avons vu les clepsydres détrôner l'antique gnomon et être remplacées à leur tour par de primitifs engins mécaniques faisant tourner une aiguille sur un large cadran. Puis, les procédés se perfectionnant, la main-d'œuvre s'affinant, nous avons vu les horloges à ressorts succéder aux horloges à poids, les montres aux horloges, et enfin les chronomètres, dont la marche ne varie que de quelques fractions de seconde en une année, aux montres à échappements de tous systèmes. Nous allons passer en revue maintenant tout ce que la période moderne, de 1850 à aujourd'hui, a créé et imaginé d'intéressant dans cet ordre d'idées si fécond : la mécanique appliquée à l'art de la division du temps.

Au premier rang des solutions proposées pour l'unification de l'heure, nous placerons le système *électrique*.

L'idée d'appliquer l'électricité, dont la vitesse de transport est presque instantanée et qui est susceptible de produire une foule d'effets variés : mouvement, lumière, chaleur, etc., au réglage et à la mise en marche d'horloges, est en effet très ingénieuse, et, quoiqu'elle ne soit pas encore arrivée à l'apogée de la perfection, elle n'en a pas moins permis d'accomplir une foule d'applications de la plus grande utilité. Il est évident que son champ d'action est cependant limité au réglage des cadrans fixes et des pendules, et que jamais, par exemple, on ne pourra faire de *montre électrique portable*. Mais, malgré cela, l'électricité peut être d'un excellent emploi et d'une utilité incontestable dans une foule de cas différents.

Comme il y a trois moyens principaux d'application, nous diviserons cette étude en trois chapitres : le fonctionnement de cadrans placés à distance, par l'intermédiaire d'une horloge-type régulatrice ; la remise à l'heure par l'électricité, système très-simple et fort employé à l'étranger, notamment en Italie, et enfin les *pendules électriques*,

possédant pour moteur une pile électrique au lieu de poids ou de ressorts, et pour régulateur un électro-aimant.

On pourrait dire que le premier de ces moyens dérive de la télégraphie électrique. En effet, lorsque l'on fait fonctionner un appareil Morse par exemple, à chaque fois que la main de l'opérateur envoie le courant dans le fil en appuyant sur le manipulateur, le récepteur du poste d'arrivée fonctionne, et l'électro-aimant attire à lui l'armature de la molette imprimeuse. Il en est de même dans une horloge électrique, seulement une pendule régulatrice remplace la main de l'employé. C'est donc, comme on voit, à peu près le même mécanisme que celui employé dans la télégraphie.

L'horloge-type, qui doit distribuer l'heure à tous les cadrans placés dans le circuit électrique, est ordinairement construite ainsi qu'il suit :

Sur un de ses axes est placée une roue avec des alternatives de bois et de métal, et sur cette roue repose un ressort métallique. Si l'on conçoit que la partie métallique de la roue soit en rapport avec un pôle de la pile et que le ressort communique avec l'autre pôle de cette pile, on se rend compte que dans le mouvement de rotation de la roue, le courant est interrompu à chaque dent de bois, et rétabli à chaque dent métallique. Par suite, à chacune de ces dents le circuit se trouvera fermé, le courant passera dans le fil, et tous les électro-aimants des cadrans récepteurs fonctionneront et feront avancer les aiguilles.

Les horloges réceptrices ont la même forme et possèdent un mécanisme identique à celui des appareils horaires mécaniques ordinaires, sauf qu'elles ne possèdent pas de pendule oscillant régulateur. Cette pièce, si importante dans les horloges ordinaires, est remplacée par un levier mù par l'électro-aimant. A l'extrémité de ce levier sont deux petites pièces d'acier, sur lesquelles reposent alternativement les dents de la roue d'échappement. Ainsi le levier laisse échapper, à chaque mouvement qu'il fait, une

dent. Ce mouvement, communiqué par des engrenages convenables à l'aiguille, peut indiquer une seconde ou une minute, ou même une fraction quelconque de temps, à la volonté du constructeur.

Au début de l'horlogerie électrique, la roue à dents conductrices et isolantes, alternativement, n'existait pas. La distribution de l'électricité dans le fil à intervalles égaux et pendant des périodes rigoureusement concordantes, se faisait simplement par le jeu du pendule qui venait toucher, à chacune de ses oscillations, une borne métallique, rétablissant ainsi le courant et fermant le circuit à chaque mouvement. Un dispositif très-simple évitait les pertes d'électricité par dérivation du courant dans les pièces métalliques du récepteur.

La première horloge électrique basée sur le principe que nous venons d'énumérer qui fut imaginée est due, paraît-il, au physicien allemand Steinheil, qui eut le mérite d'avoir établi et fait fonctionner la première ligne télégraphique de l'Ancien Continent. En 1840, Wheatstone et Bain firent également connaître, chacun de leur côté, en Angleterre, une semblable horloge, et la communication du premier de ces deux savants fut accompagnée de la remise d'un appareil à la Société Royale de Londres¹.

L'invention de Wheatstone fit grand bruit en Angleterre et elle s'y propagea rapidement. Un grand nombre d'usines et de manufactures s'en munirent, et ce fut ensuite que l'*horloge électro-télégraphique* pénétra sur le continent.

En France, M. Bréguet installa peu de temps après,

1. Le recueil de la Société donne, dans les termes suivants, la description de l'appareil de Wheatstone :

« Chacun des appareils présentés se compose d'un cadran, avec ses aiguilles des heures, des minutes et des secondes, et de l'ensemble de roues par lequel, dans les horloges, l'aiguille des secondes communique le mouvement aux aiguilles des minutes et des heures. Un petit électro-aimant est destiné à rendre libre une roue d'une construction toute spéciale, placée sur l'arbre de l'aiguille à secondes, de telle sorte qu'à chaque fois que le magnétisme temporaire est

pour la ville de Lyon, un réseau d'horloges électriques réglées par une excellente pendule mécanique placée à la Préfecture. Les cadrans distribués dans la ville sont placés sur les lanternes des candélabres à gaz et le mécanisme, invisible de l'extérieur, est monté dans cette lanterne même. Ce mécanisme se compose de deux électro-aimants dont les pôles de noms contraires se trouvent opposés l'un à l'autre. Entre ces deux électros se trouve l'armature de fer doux, tour à tour attirée par l'un ou l'autre de telle façon que lorsque le courant change de direction, une pièce, située près de la circonférence du cadran, bascule et entraîne avec elle une tige terminée par une fourchette où pénètre une goupille fixée sur l'axe d'un cliquet double. Chaque cliquet agit l'un après l'autre, mais de telle façon que celui qui ne travaille pas amène un arrêt dans l'une des dents de la roue à rochet montée sur l'axe de l'aiguille des secondes et l'empêche ainsi d'avancer de plus d'une dent. Le rochet ayant soixante dents, le courant lui est envoyé à chaque minute et chaque fois dans un sens différent, et par conséquent l'aiguille des minutes parcourt le cadran entier en une heure. La marche de ce mécanisme est satisfaisante (voy. la fig. 62).

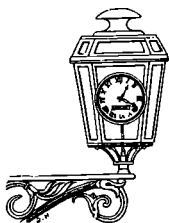


Fig. 61. — Candélabre Bréguet (vue extérieure).

produit ou détruit, cette roue, et par conséquent l'aiguille des secondes, avance de la soixantième partie d'une révolution entière. Il est évident, dès lors, que si l'on parvient à établir et à rompre un courant électrique dans des circonstances telles que l'ensemble d'une cessation et d'une reprise dure une seconde, ce qu'il est possible d'obtenir au moyen du *régulateur* ou horloge parfaite dont on veut multiplier les indications, l'appareil-cadran ci-dessus, quoique dépourvu de toute force régulatrice constante, remplira pleinement à son tour l'office de régulateur parfait. »

En 1859, M. Bréguet établit dix pendules de ce système à Paris, au poste central des télégraphes. Vers la même époque, M. Paul Garnier, autre horloger parisien, imaginait d'autres modèles d'horloges électriques toujours

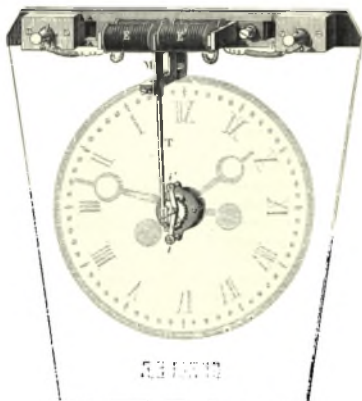


Fig. 62. — Mécanisme du cadran électrique de Bréguet.

M, armature de l'électro-aimant. — T, levier de transmission.
— I, P, lîges de l'encliquetage.

basées sur le même principe. En 1867, M. Collin, successeur de M. Wagner, exposait un énorme cadran mû par une horloge-type ; enfin M. Vérité, horloger, inventeur de la *pile à ballon*, modification de la pile Daniell, installait de son côté trente-deux cadrans au grand séminaire de Beauvais.

Dans cet établissement exceptionnel, l'électricité est l'humble servante de l'horlogerie et elle sert à porter dans toutes les parties du bâtiment les indications du temps écoulé. Elle fait fonctionner un calendrier perpétuel dans le cabinet de l'économe et un comput marquant les phases de la lune, dans la tour du clocher. Le matin, l'électricité actionne le battant d'une énorme cloche qui annonce le réveil de la communauté et elle réveille chez lui le surveillant une demi-heure avant le lever général ; à midi, elle sonne l'heure du déjeuner, le moment où les récréations doivent prendre fin ; enfin une minute avant chaque exercice, une sonnerie tinte dans le bureau du réglementaire et le prévient, afin d'assurer ainsi l'exactitude du personnel aux leçons et aux exercices déterminés. Une horloge-type, parfaitement construite et réglée, sonnant les heures, les demies et les quarts, est le seul moteur de tous les autres appareils, cadrans et sonneries, et c'est certainement là l'application la plus importante et la plus ingénieuse de ce système d'indication par l'électricité.

CHAPITRE II

Les pendules électriques

On peut considérer les appareils que nous venons de décrire comme appartenant à la première partie de l'histoire de l'horlogerie électrique. En effet, dix années ne s'étaient pas écoulées que l'on songeait déjà à supprimer complètement l'horloge régulatrice par où l'on avait commencé et à faire une *pendule électrique* se réglant d'elle-même par une force électro-magnétique quelconque et pouvant distribuer ensuite l'heure à toute la série de cadrans placés dans le circuit.

Cette idée était assez juste, — très féconde dans tous les cas, — car il était évident que si par hasard l'horloge régulatrice venait à s'arrêter, par suite d'un accident quelconque survenu au mécanisme, tous les autres cadrans de la ville devaient s'arrêter aussi, puisqu'ils en dépendaient, et jeter ainsi une perturbation considérable dans les affaires. On chercha donc directement un indicateur horaire *électrique*, en supprimant les rouages compliqués, causes de toutes les irrégularités de marche des pendules ordinaires. Voici où l'on est arrivé.

On essaya d'abord d'actionner directement le balancier par un électro-aimant fonctionnant par le courant d'une pile, mais on ne parvint à rien de bon, la force fournie par la pile étant très irrégulière elle-même. Pendant longtemps on chercha infructueusement dans cette voie absolument vicieuse, et ce ne fut que longtemps après que l'on

s'avisa d'intéresser un ressort entre l'électro-aimant et le pendule, dans le but d'avoir constamment une force régulière. Ce fut M. Liais, physicien français, qui le premier eut cette idée ingénieuse de faire tendre par l'électro-aimant un ressort à boudin qui, en se détendant toujours de la même quantité, poussait le balancier. Ainsi, l'électricité ne servant qu'à tendre un ressort n'était plus employée que comme un moteur dont les variations d'intensité demeurent sans influence sur la marche de l'appareil. Malheureusement, c'était alors le ressort qui était cause des irrégularités, par suite de sa dilatation ou de sa contraction sous l'influence des variations de la température.

On eut alors l'idée de remplacer le ressort par un petit poids de cuivre, tombant toujours de la même hauteur et imprimant, par l'effet de sa chute, l'impulsion au pendule. Comme le poids tombe constamment de la même hauteur, l'impulsion reçue est donc toujours rigoureusement la même et les oscillations du pendule toujours régulières. Dans les modèles de pendules électriques basés sur ce principe, le balancier allant de gauche à droite vient établir la communication avec un courant qui, amené par un simple fil métallique, de la pile à la minuterie, fait avancer d'une dent une première roue à l'aide d'un levier Lagarousse et

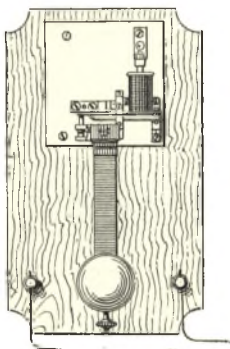


Fig. 65 — Régulateur de Froment.

d'un électro-aimant. Ce même courant relève une boule placée à gauche par un petit électro-aimant, et cette boule, relombant aussitôt que le courant cesse, restitue

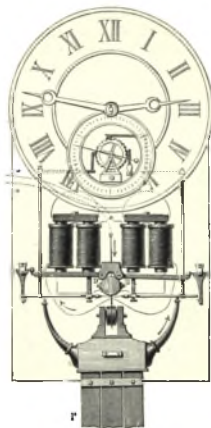


Fig. 64. — Pendule électrique.
Dispositif de M. Robert-Houdin.

au pendule la force qu'il a pu perdre dans la première partie de son oscillation, par suite des différentes petites résistances qu'il a à vaincre. Les frottements, si nuisibles dans les pendules simplement mécaniques, sont ainsi évités, et l'on a un appareil horaire réduit à sa plus simple expression.

Malgré cela, ce système présente de nombreux défauts : il dépense beaucoup d'électricité, le contact durant un temps considérable ; lorsque les deux électros sont dans le circuit, la rupture de l'aimantation du fer doux agit par influence et plusieurs

dents du rouage peuvent passer ; l'extra-courant produit des étincelles qui oxydent les contacts et les détériorent rapidement, qu'ils soient ou non platinés ; enfin, si la pile n'est pas constante, l'attraction de la palette est plus ou moins rapide et le poids n'agit pas avec une force constante sur le balancier.

L'idée d'employer le balancier même comme émetteur de courant est venue ensuite et a été appliquée sous toutes les formes. Tantôt la lentille est en fer doux et passe devant un électro-aimant, tantôt cette lentille est constituée elle-même par un électro en présence, à des moments déterminés, d'une masse de fer doux; enfin il arrive parfois que le système est plus compliqué ou plus élégant. La figure suivante montre le mode d'entretien du mouve-

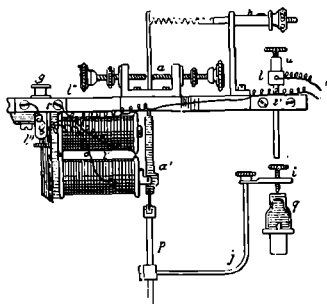


Fig. 65. — Dispositif de l'horloge Jolly.

ment qu'un autre moyen, très ingénieux, permet d'obtenir : le déplacement du centre de suspension, idée due à M. Joly, de Ligneville.

Sur l'une des branches d'un électro l'' est fixée une pièce qui sert de support et de charnière à une palette de fer doux a' , mobile en a .

Au-dessous de ce point, la palette est prolongée par une lame de suspension ordinaire, à laquelle est fixé le balancier P .

Ce balancier porte un appendice recourbé à angle

droit et terminé par une vis à pointe de platine *l*. Audessous de cette vis est un godel *q* contenant du mercure.

Si nous écartons le pendule vers la gauche, nous voyons que la pointe de platine viendra toucher au mercure, en même temps que la palette *a* sera éloignée au maximum de l'électro-aimant.

Le courant de la pile entre par l'électro, le traverse, aboutit à la palette, gagne le balancier et la vis *l*, le mercure contenu dans le vase *q*, et de ce vase va rejoindre l'autre pôle de la pile.

Le circuit est fermé, la palette *a'* est attirée par l'électro devenu actif, la lame de suspension se tend et sollicite le pendule à revenir sur lui-même pour recommencer une nouvelle oscillation. Le contact cesse bientôt entre la pointe d'un électro-aimant en présence, à des moments déterminés, d'une masse en fer doux, etc. Parfois le système est plus compliqué et disposé avec plus d'élégance; rarement ces modèles ont bien fonctionné.

Cependant lorsque le balancier est long et que le contact est susceptible d'être réglé comme durée, lorsque d'ailleurs une bonne construction et une bonne combinaison sont réunies, les résultats obtenus sont à peu près satisfaisants.

Tel est le cas du modèle présenté par M. Joly, horloger à Ligueil. Nous ne le citons pas comme absolument parfait, nous nous bornons à constater.

La durée de contact peut être limitée à l'aide de la vis *l'*; le pendule étant à secondes, le courant est fermé très peu de temps. De plus, une disposition ingénieuse permet, en faisant usage de deux piles, de les faire travailler régulièrement l'une après l'autre. Le rouage est conduit, soit par le pendule à l'aide d'un cliquet, soit par un électro-aimant spécial. Dans les deux cas, un commutateur est fixé sur l'axe de la roue d'heures et met tour à tour une pile en repos et une en travail, ce qui facilite la dépolarisation. On a pu aussi réduire dans de notables



Fig 67. — Pendule électrique de Hipp (vue extérieure).

proportions la dépense d'électricité par une prise de courant plus régulière.

On a surtout remarqué, en fait de pendules électriques exhibées par leurs constructeurs à l'Exposition de 1867, les modèles de M. Hypp, le célèbre horloger suisse. En voici la description :

Ce système, réduit à sa plus grande simplicité, consiste en une lame de ressort *r*, fixée horizontalement par une de ses extrémités et placée un peu au-dessous du balancier.

L'autre extrémité du ressort vient buter au repos sur une vis de réglage *V*; en fonction, elle vient toucher la vis isolée *V'*.

Le balancier porte, au-dessous de la lentille, une petite pièce mobile sur pivots, appelée *traîneur*. A chaque oscillation du balancier, cette pièce frotte légèrement sur les bords d'une pièce en saillie, fixée sur le ressort, un peu au delà de la verticale.

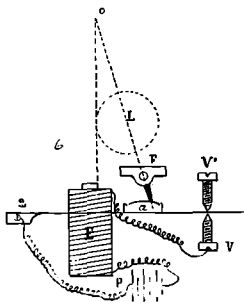


Fig. 66. — Dispositif de Hypp.

Cette saillie est munie de deux crans.

Ecartons le balancier de la verticale de 10 degrés par exemple. Le traîneur reste d'abord en retard, retenu par la saillie, puis glisse sur cette pièce et devient de nouveau libre lorsque les deux crans de la saillie sont dépassés par le mouvement de 10 degrés du balancier.

Aucun effet électrique n'a eu lieu, et il en sera de même si le balancier continue à décrire d'autres oscillations d'une égale amplitude.

Mais, si l'angle parcouru devient moindre que 10 degrés, l'examen de la figure montre que le traîneur n'abandonne plus la saillie; à la vibration de retour, il y aura arc-boutement, le ressort *r*, étant très flexible, cédera sous l'effort du balancier et, en s'abaissant, viendra toucher la vis isolée *V*.

Ce mouvement va être utilisé pour restituer au balancier la force absorbée par les divers frottements et dont le résultat a été la diminution d'amplitude des oscillations.

A cet effet, sur le balancier est fixée une palette en fer doux *F*, et, dans le voisinage, sur la verticale, un électro-aimant *E*.

Le courant de la pile arrive à la lame de ressort *r*, traverse cette lame abaissée, gagne la vis *V*, entre dans l'électro *E* et revient à la pile.

Le circuit étant complet, l'électro-aimant devient actif.

Il attire la palette *F*, fixée sur le balancier. L'arc-boutement cesse aussitôt, le ressort abandonne la vis *V*, le courant est rompu et le balancier continue librement son oscillation.

Si l'action de l'électro a été suffisamment énergique, l'amplitude des oscillations suivantes sera assez grande pour que le passage du traîneur sur la saillie reste sans effet. Lorsque les oscillations deviendront plus petites, un nouvel effet électrique se produira.

Un système de rochet et cliquets conduits par le balancier fait avancer la minuterie.

En réglant le jeu du mécanisme et l'intensité du courant, la différence d'amplitude des oscillations peut être réduite à moins de deux degrés, et le nombre des émissions de courant à un passage par minute. En outre, la durée du passage de courant est très courte, d'où il résulte que le travail de la pile est excessivement faible, comparé au travail des systèmes précédents, qui ne peuvent fonctionner qu'avec des éléments constants, tandis que le système Hypp peut fonctionner avec des éléments Leclanché.



Fig. 68. — Le « Time's ball » ou *boule du temps*, à New-York.

A l'Exposition d'électricité de 1881, on remarquait plusieurs pendules offrant quelque ressemblance avec le modèle de Hypp.

Ces systèmes étaient très curieux. Comme dans la pendule de Hypp, les émissions de courant étaient intermittentes; mais au lieu d'être déterminées par l'amplitude des oscillations du balancier, l'auteur, qui avait sans doute sacrifié la précision à l'originalité, empruntait à la résistance de l'air le mode d'entretien du mouvement, et il donnait de son modèle l'explication suivante : « Dans le système dit *Papillonome*, le balancier reçoit l'impulsion électrique chaque fois que son oscillation et, par suite, sa vitesse, diminuent au-dessous d'une certaine limite. L'organe régulateur de l'action du courant est un papillon léger, monté sur une tige secondaire oscillant elle-même librement sur le balancier et agissant sur les contacts électriques par suite du mouvement différentiel que lui communiquent l'oscillation du balancier et la résistance de l'air. »

Nous laissons le lecteur apprécier le mérite de cette disposition; les pendules exposées étaient élégamment construites et fonctionnaient bien; cependant il nous semble que l'introduction en horlogerie d'un coefficient aussi variable que l'air est tout au moins inutile.

Dans un autre modèle encore plus original et appelé *Astéronome*, « le courant agit sur le balancier à intervalles fixes convenablement calculés pour lui donner l'impulsion qui lui permet de continuer son mouvement tant que la pile fonctionne. Cette action est obtenue au moyen d'une *toile spéciale* employée en combinaison convenable avec les rouages du mouvement ».

Mais ici nous nous arrêtons, car nous entrons dans le domaine de la haute fantaisie chronométrique; on pourrait remplir des volumes à décrire les moyens proposés en horlogerie électrique.

Mentionnons cependant encore, avant de terminer ce

chapitre, une application de l'électricité à la mesure du temps qui ne peut manquer d'intéresser nos lecteurs.

Cette application est celle qu'on en a faite dans les ports au décrochage des *boules du temps* (time's ball) qui indiquent le midi moyen à une grande distance à la ronde. Le Time's ball qui se trouve au-dessus de l'hôtel de l'Union des télégraphes à New-York (fig. 68, p. 181) est mis en action par un courant électrique qu'envoie une pendule électrique régulatrice, placée à l'Observatoire de Washington, à 260 kilomètres de distance. Cette boule, qui, de loin, a l'apparence solide, se compose de douze rayons verticaux en feuilles de cuivre, dont la moitié supérieure forme un demi-cercle. La tour sur laquelle est élevé le Time's ball mesure 95 mètres au-dessus du niveau de la mer, et le bâti métallique qui le supporte n'a pas moins de 9 mètres d'élévation. Lors de sa chute, la « boule du temps » franchit un espace de 8 mètres et vient tomber sur des tiges de fer dans lesquelles s'emboîtent les tubes fixés à sa base. Chaque jour on fixe la boule à l'extrémité supérieure de son support par le moyen d'un levier que déclenche un électro-aimant lorsqu'a lieu la transmission du courant, à l'heure fixée par l'horloge régulatrice. Le diamètre de cette boule permet de l'apercevoir à plusieurs milles à la ronde et, par suite, de donner le midi réel de Washington à tous les habitants de New-York, beaucoup mieux que ne pourrait le faire un canon comme celui que nous possédons au Palais-Royal, et dont la plus grande utilité est de mettre le désaccord entre de malheureux indicateurs horaires mécaniques, qui, hélas! n'en ont certes pas besoin.

CHAPITRE III

La remise à l'heure par l'électricité

Nous venons de voir combien il serait utile, et facile même, d'installer dans une grande ville tout un réseau pour la distribution de l'heure, soit par l'intermédiaire d'une pendule-type mécanique, soit par tout autre moyen. Nous allons examiner maintenant un autre moyen d'utiliser l'électricité sans craindre de dérangements, en remettant simplement à l'heure, à un moment de la journée fixé, tous les cadrans désheures d'un réseau électrique.

Parmi les projets de distribution de l'heure dans tout Paris, les plus sérieux qui aient été proposés sont ceux de M. Paul Garnier et de M. Bréguet.

Le premier de ces deux horlogers proposait d'installer la pile motrice et la pendule régulatrice à l'Observatoire. Un fil allait de là à l'Hôtel de ville en touchant au Val-de-Grâce, à l'église Saint-Jacques du Haut-Pas, à la mairie du VI^e arrondissement, au lycée Louis-le-Grand, à la Sorbonne et au Palais de Justice, puis, comme dans les télégraphes, la terre servait de *fil de retour*. Une modification fut apportée (par la Commission qu'avait nommée le préfet de la Seine pour l'examen de ce projet) à la place que devait occuper l'horloge centrale. Il fut résolu qu'on la placerait dans la vieille tour Saint-Jacques la Boucherie, au centre de Paris. Quatre énormes cadrans, illuminés le soir, devaient être placés au sommet de cette tour, à 56 mètres de hauteur, pour être vus de tous les quartiers

environnants. De l'horloge et de la pile placées dans l'édifice partait le fil qui, traversant sous Paris et passant dans les égouts rôta à côté avec les conducteurs de la lumière et de l'eau, allait porter le mouvement à tous les cadrans-récepteurs placés sur les mouvements, puis revenait ensuite à l'autre pôle de la pile.

Mais, avec ce système, il pouvait arriver que, par suite de la rupture d'un seul fil souterrain, toute la ville se trouvât privée de l'heure. Cette crainte suggéra à M. Bréguet l'idée de diviser plutôt la ville en plusieurs rayons ou circuits électriques et de placer une horloge type dans chacune des mairies urbaines. De cette façon l'heure est uniforme partout et si, ce qui peut arriver, il se produit quelques dérangements, on peut y porter facilement remède et il n'y a qu'un quartier qui se trouve lésé et privé de l'heure, au lieu de la ville entière.

Depuis 1852, année où ces excellents projets furent soumis à l'approbation de la préfecture de la Seine, jusqu'au jour où nous écrivons, on n'en a plus entendu parler, et il n'y a aucunement été donné suite. Il a fallu que les horloges pneumatiques fussent inventées pour que Paris fût doté d'un système encore imparfait de distribution de l'heure.

Mais revenons à notre sujet, que nous avons un instant abandonné, et disons quelques mots des principaux systèmes de remise à l'heure par l'électricité qui ont été imaginés.

On s'est demandé en effet, il y a même déjà quelque temps, si l'on ne pouvait pas parvenir, d'une façon simple et rationnelle, à l'unification de l'heure, en remettant l'aiguille des minutes à une place déterminée et à un moment choisi dans la journée, en obtenant ainsi une concordance de mouvements satisfaisante et en employant les mouvements d'horlogerie que le commerce fournit par milliers à très bas prix.

C'est dans ce sens qu'a été résolue plus tard la question

de l'unification de l'heure dans plusieurs villes, et le problème ainsi posé a donné carrière au génie inventif des horlogers, qui ont produit plusieurs systèmes, très intéressants et très bien combinés, de la remise à l'heure par l'électricité. Dès l'année 1845 on en a construit d'excellents, notamment celui de M. Fenon, qui fonctionne chez M. Garnier et que nous allons décrire :

Le système de M. Fenon a été combiné pour s'appliquer aux horloges à échappement à chevilles, et il présente sur plusieurs autres modèles l'avantage de fournir la remise à l'heure sans qu'il soit besoin de donner aux horloges une avance quelconque, ce qui revient à dire qu'il peut corriger les retards aussi bien que les avances.

Pour obtenir ce résultat, M. Fenon rend la roue d'échappement mobile sur son axe, dans le sens longitudinal, sans pour cela cesser d'être sollicitée à se mouvoir, ce que l'on obtient aisément au moyen d'une nervure adaptée longitudinalement sur cet axe. L'électro-aimant de la remise à l'heure réagit sur cette roue d'échappement au moment où il devient actif, et la dégage de l'ancre qui en règle tous les mouvements, et comme cette roue est munie, du côté opposé aux chevilles, du bouton correspondant exactement à la position de l'aiguille des minutes sur l'heure, celle-ci se trouve ramenée immédiatement à cette position, qu'elle conserve jusqu'à ce que l'horloge régulatrice ait coupé le courant qui actionne l'électro-aimant précédent, c'est-à-dire jusqu'à ce que l'aiguille des minutes de cette horloge soit arrivée elle-même à l'heure. La fermeture du courant se produit toujours 50 secondes avant l'heure, de sorte que si l'horloge à régler est en avance ou en retard de 10 secondes, par exemple, le dégagement de la roue d'échappement et, par suite, sa remise à l'heure, se manifestera 20 secondes ou 40 secondes avant l'heure, mais l'aiguille ne reprendra sa marche qu'au moment même où l'aiguille des minutes de l'horloge régulatrice aura dépassé l'heure. S'il n'y a ni avance ni

retard, l'arrêt de l'horloge à régler dure simplement 50 secondes. Comme on le voit, ce système est très simple, très rationnel et peut donner d'excellents résultats.

M. Bréguet a imaginé aussi un ingénieux système de remise à l'heure par l'électricité; en voici le détail :

Il existe, au point de départ du circuit, un régulateur qui n'établit le courant qu'une seule fois ou deux au plus en 24 heures, pendant 8 à 10 secondes seulement, afin de bien donner aux pièces mécaniques le temps de se mettre en jeu et de remplir leurs fonctions. Dans le circuit sont placées des pendules auxquelles on a ajouté le mécanisme, dont la figure 69 donne une idée suffisante et qui a pour organe principal un électro-aimant.

Au moyen du dispositif de M. Bréguet, on peut remettre instantanément à l'heure la plus mauvaise horloge possible, dont les variations seraient de huit à dix minutes par jour. L'effet électrique n'ayant lieu qu'une ou deux fois par jour et pendant un temps très court, on conçoit que le mécanisme ne doit jamais être dérangé par les causes atmosphériques, et que, d'ailleurs, si un accident arrivait ou si la pile venait à faire brusquement défaut, cela serait sans nul inconvénient, puisque l'horloge doit être assez bonne pour ne pas varier sensiblement d'un jour à l'autre. On peut donc donner avec ce système, ce qui est impossible avec le précédent, l'heure à toutes les distances sans craindre d'erreur.

Mais le plus simple de tous les dispositifs de remise à l'heure est encore sans contredit celui imaginé par M. Borrel, horloger successeur de Wagner. Dans ce système, la roue d'échappement est à chevilles et a le même fonctionnement que toutes les pièces du même genre. Elle porte seulement sur son contour extérieur deux chevilles dont nous verrons tout à l'heure l'utilité. La pendule réceptrice est réglée avec environ 6" d'avance par heure. Quand le centre horaire envoie le courant, l'électro-aimant devient actif et attire à lui un bras de levier, toute

la tête descend; la première cheville vient buter dessus et produit l'arrêt de la roue d'échappement. Quant au pendule, il continue ses oscillations *à vide*, c'est-à-dire sans contact avec le mécanisme de l'horloge.

Aussitôt que l'appareil du centre horaire cesse d'émettre le courant, le bras du levier se détache de l'électro-aimant et l'horloge à régler étant remise à l'heure, reprend sa marche.

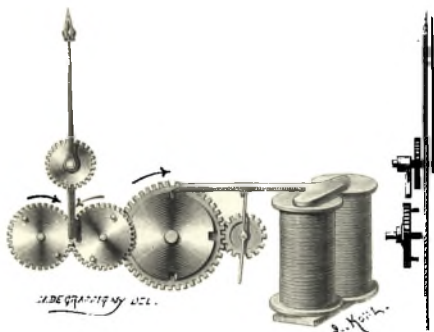


Fig. 69. — Remise à l'heure électrique de Bréguet.

Cette disposition simplifie notablement les appareils; mais elle limite, il faut le dire, l'étendue de la correction à un demi-tour de la roue d'échappement, soit en général à 30". Aussi est-il nécessaire, afin de ne pas laisser l'horloge galoper à l'avance et d'assurer la correction progressive d'une avance exceptionnelle, de mettre sur le champ de la roue d'échappement, en arrière de la goupille normale, une ou deux goupilles de sûreté, sur lesquelles l'arrêt puisse se faire si la première a dépassé

le levier au moment où il s'abaisse. La cheville normale ne vient naturellement buter que quand l'aiguille du cadran arrive à la 60^e seconde. Si, par suite d'une légère différence, le levier laissait passer la cheville sans faire l'arrêt, cet arrêt aurait lieu forcément sur la cheville suivante et l'erreur peu importante qui pourrait en résulter serait corrigée.

Au moyen de commutateurs spéciaux, imaginés par M. Borrel et que l'appareil du centre horaire met en action au mouvement opportun, il est possible, avec ce système, d'utiliser les lignes télégraphiques existantes, pour le circuit de remise à l'heure. Pendant 50" à chaque heure, le service télégraphique est interrompu par le jeu de ce commutateur à deux directions; la remise à l'heure s'opère et le centre horaire remet ensuite automatiquement en ligne les appareils de transmission.

Nous terminerons cette énumération des principaux systèmes de remise à l'heure par la description d'un type de pendule à rouages très curieux, remonté périodiquement par l'électricité et attribué par M. de Liman à M. Destouche.

Dans cette pendule, l'échappement est à coup perdu; une aiguille placée au centre et sur l'axe de la roue d'échappement indique la seconde, le pendule étant à demi-seconde. Le plan incliné du bras d'échappement donne l'impulsion au pendule, et, à chaque double vibration, le bras vient, en accrochant une goupille, dégager la roue d'échappement arrêtée par une pièce à contrepoids. Toutes les dix secondes, la roue de remontoir est descendue jusqu'au point de rencontre des deux leviers. Un ressort, communiquant avec un des pôles de la pile motrice, est alors dégagé automatiquement et vient rencontrer un second ressort représentant le second pôle. Le circuit se trouve alors fermé, l'armature de l'électro-aimant est attirée et agit sur un levier articulé qui se soulève et monte jusqu'à ce que le ressort antagoniste se trouve rembrayé par un

crochet. Le courant est alors de nouveau interrompu, l'armature n'étant plus attirée se relève, le levier articulé retombe et tout se replace ainsi pour atteindre le remontage suivant.

Cette pendule est simple, de forme gracieuse; les fonctions de l'électro sont bien comprises; l'idée d'employer un très petit mouvement de la palette et de l'amplifier à l'aide de leviers est bonne; l'horloger qui l'a conçue a bien tenu compte des règles de la mécanique. Malheureusement un seul contact venant à manquer cause l'arrêt de la pendule et la pile reste fermée en court circuit.

En nous reportant à vingt ans plus tôt, cette pendule a certainement son mérite; l'inconvénient que nous lui reprochons a persisté longtemps après dans d'autres modèles et a découragé bien des inventeurs.

Pour éviter cet écueil, M. Hennequin, de Beauvais, a imaginé une disposition qui permet d'assurer le remontage suffisant d'un ressort moteur au cas où plusieurs contacts pourraient manquer.

Les contacts sont d'ailleurs plus sûrs que dans les modèles ordinaires; M. Hennequin s'est proposé de parer à l'incertitude du contact, même au cas où 120 contacts consécutifs pourraient manquer. Son modèle peut fonctionner pendant deux heures sans que l'électricité agisse, ce qui permet de changer la pile, réparer la ligne, déplacer la pendule, etc.

Après un intervalle de temps quelconque, inférieur à deux heures, si la pile vient à agir, soit qu'elle ait été interrompue accidentellement ou même qu'elle se soit polarisée, le premier effet de l'électro-aimant est de commencer le remontage, et ce remontage s'opère jusqu'au bout, sans discontinuer, par une série de mouvements consécutifs et rapides de l'armature de fer doux. Le travail de la pile est au maximum douze minutes par jour : l'usure est à peu près nulle.

C'est même là un grand avantage, car l'écueil le plus

redoutable, en horlogerie électrique, est bien certainement la polarisation rapide et l'inconstance des piles chimiques généralement employées. La Bunsen, la plus énergique des piles connues, est absolument impropre au service de la télégraphie et de l'horlogerie, aussi bien que les piles thermo-électriques ou que les *piles sèches*, beaucoup trop faibles pour accomplir un travail quelque peu important.

On ne peut guère conseiller, pour de semblables applications, que la pile Daniell à sulfate de cuivre, modifiée par M. Vérité, ou encore la pile Callaud. La pile au bichromate de potasse se polarise malheureusement trop vite, sans quoi ce serait le meilleur émetteur de courant à employer, au point de vue de la commodité et de la propreté. Peut-être pourrait-on se servir avec succès des accumulateurs, qui débitent un courant toujours égal et constant jusqu'à leur entière décharge? Dans tous les cas, nous renvoyons ici le lecteur aux ouvrages de l'un de nous sur l'électricité, et notamment au livre *l'Ingénieur électricien*, où l'on trouvera tous les renseignements désirables sur ce sujet.

CHAPITRE IV

Horlogerie pneumatique

Les horloges pneumatiques ont paru pour la première fois, en France, à l'Exposition universelle de 1878. Elles constituent un progrès intéressant et une solution, tout aussi satisfaisante que par l'électricité, de la distribution de l'heure et de son unification.

Le principe de ces horloges est très-simple, comme on va pouvoir juger. Il repose sur un emploi judicieux de l'air comprimé et peut s'énoncer de la façon suivante :

« Une colonne d'air enfermée dans un tube à une pression donnée, si elle vient à recevoir une pression ou un effort quelconque, transmet immédiatement cet effort dans toutes ses parties et jusqu'aux surfaces les plus éloignées. »

Le système adopté par la ville de Paris et dont la concession pour la fourniture de l'heure dans les lieux publics et à l'intérieur des habitations a été accordée à une compagnie pour une durée de cinquante ans, est celui de MM. Popp et Resch. Ce système avait reçu, bien avant son apparition dans la capitale, la sanction de l'expérience, par l'installation à Vienne (Autriche) de tout un système de distribution horaire important.

Les horloges publiques placées le long des boulevards de Paris, à l'angle des grandes voies de communication, sont posées sur la colonne de support d'un candélabre à gaz à trois becs, formant un ensemble assez artistique et

assez élégant. Elles indiquent l'heure avec une précision qui ne s'est pas encore démentie. Ces gros cadrans bleus, qui attirent tous les regards, éveillent un sentiment de curiosité, un *pourquoi*, un *comment*, que nous allons satisfaire.

Le système des horloges pneumatiques consiste en une nouvelle construction de mouvements d'horloges réglés et remontés simultanément au moyen de l'air comprimé. Le système horaire opérant, soit par un moteur central unique, soit par plusieurs, suivant l'étendue de la ville, résout le problème de l'heure unitaire répétée sur tous les appareils, quelle que soit la distance du point central.

Par le moyen d'une faible canalisation de tubes en fer ou en plomb, d'un diamètre variant de 0^m,005 à 0^m,027, l'horloge normale centrale envoie, au moyen de l'air comprimé, l'impulsion aux horloges sur la voie publique, et dans les établissements privés, de la même façon que les compagnies des eaux et du gaz distribuent l'eau et la lumière.

Les influences atmosphériques ne peuvent occasionner aucune irrégularité, le système étant combiné en double exemplaire, de façon que si la partie en activité venait à éprouver un accident quelconque, le fait même de son arrêt *communiquerait immédiatement son mouvement* à l'autre partie dite de réserve. Le véhicule de l'heure est simplement l'air comprimé, circulant dans des tubes métalliques correspondant à chaque horloge.

La mode de distribution est donc analogue à celui du gaz.

MM. Popp et Resch ont installé, en dehors de Paris, à Romainville, non loin de la rue Saint-Fargeau, une usine à vapeur qui injecte de l'air dans un réservoir à haute pression, au moyen de pompes foulantes à double effet. Un moteur à gaz est toujours prêt à suppléer, en cas d'accident, au moteur à vapeur. Enfin, pour parer autant que possible à toutes les éventualités qui pourraient se produire, les pompes sont en double, de telle façon que,

le cas échéant, elles peuvent se substituer les unes aux autres, sans que le mécanisme distributeur ait à en souffrir. De fait, depuis bientôt dix ans que les horloges pneumatiques sont posées, il n'est pas arrivé deux fois que la distribution ait été entravée pendant un laps de temps appréciable.

Les réservoirs à haute pression sont en communication indirecte avec un autre réservoir, dit distributeur, dans lequel la pression nécessaire est obtenue automatiquement par une ingénieuse combinaison de l'inventeur du système.

C'est au moyen d'une horloge normale directrice que le fonctionnement de toutes les horloges placées sur le réseau de canalisation s'effectue. Cette horloge se divise, comme on peut le voir sur la gravure (fig. 71), en deux parties composées de mouvements distincts : un mouvement d'horlogerie, d'abord, conforme à celui des régulateurs à balancier, avec contrepoids, et ensuite un mouvement spécial pour l'ouverture et la fermeture d'un tiroir équilibré.



Fig. 70. — Candélabre avec horloge pneumatique.

Ces deux mouvements distincts sont cependant liés entre eux, de telle sorte que le mécanisme du tiroir ne fonctionne qu'autant que celui d'horlogerie le lui permet, et ce mouvement de déclenchement a pour but d'envoyer, toutes les minutes, dans le réseau de canalisation et par l'intermédiaire du tiroir, le volume d'air nécessaire à la marche normale de toutes les pendules et horloges placées sur le parcours du réseau.

L'appareil est enfermé dans une boîte à tiroirs avec trois orifices, et mis en communication avec le réseau. Il est surmonté de trois robinets à trois voies, permettant de suppléer manuellement, le cas échéant, à la marche des horloges. Cette ingénieuse disposition permet ainsi, l'horloge régulatrice ne fonctionnant pas, pour une cause ou pour une autre, de remplacer sa détente automatique par la main de l'homme.

L'horloge normale directrice se remonte automatiquement. Les mouvements des horloges sont construits de la façon la plus simple et en même temps la plus ingénieuse. A chaque minute, la pression atmosphérique fait avancer la roue d'une dent, et l'aiguille, par conséquent, d'une minute. En outre, dans l'usine centrale, tous les appareils sont munis de touches électriques qui signaleraient immédiatement le point où le fonctionnement aurait cessé. Tout paraît donc ingénieusement combiné, et la pratique des horloges pneumatiques s'étend à toutes les villes importantes.

La distance pour la distribution n'est pas limitée, pas plus d'ailleurs que le nombre des récepteurs horaires, et même les fuites d'air dans les tuyaux ne pourraient aucunement altérer la marche des horloges, dont le mécanisme est, par suite de sa simplicité, peu sujet à dérangements et à réparations.

Actuellement, la conduite d'air comprimé qui part de l'usine Saint-Fargeau pour aboutir à la rue Sainte-Aune, où est situé le siège social de la Société d'exploitation, alimente

près de trois mille indicateurs horaires, publics et particuliers. De plus, elle fournit la force motrice nécessaire aux petits industriels du quartier de Belleville et de la rue Ober-

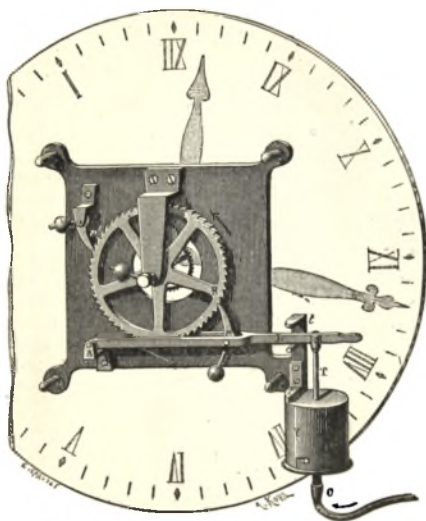


Fig. 71. — Mécanisme d'une horloge pneumatique.

B, engrenage à 60 dents. — T, tige motrice du soufflet. — C, tube d'amenée de l'air comprimé. — L, butoir. — V, boîte du soufflet.

kampfen agissant sur les pistons de moteurs à air comprimé, d'une construction spéciale et posés à domicile par la Société. Enfin, d'importantes maisons de commerce, cafés, etc.

désirant avoir la lumière électrique, mais ne pouvant installer, pour la mise en marche des dynamos, des moteurs à gaz ou à vapeur dans leurs sous-sols, ont adopté la distribution de la force motrice par le procédé de M. Popp, et ils obtiennent ainsi la force motrice la plus idéale qu'on puisse rêver : propre, silencieuse, puissante et nullement dangereuse.

Ainsi aujourd'hui l'usine centrale dépense près de deux cents chevaux-vapeur de force motrice, puissance qui est envoyée dans Paris par l'unique conduite de 0,08 de diamètre qui aboutit à la rue Sainte-Anne. Et sur cette énorme production, diminuée évidemment d'au moins 50 pour 0/0 à l'arrivée par suite des frottements, fuites, etc., c'est à peine si toutes les horloges réunies prennent quatre ou cinq chevaux. Le reste est absorbé par les moteurs industriels placés sur le chemin souterrain du tuyau.

Les horloges pneumatiques, simples et pratiques, sont un grand pas de fait pour l'unification de l'heure, et il est à souhaiter que leur emploi se répande de plus en plus partout, pour l'usage public aussi bien que pour les besoins particuliers, car elles sont évidemment supérieures aux horloges mécaniques au point de vue de la justesse des indications et de leur marche forcément toujours constante.

CHAPITRE V

Les chefs-d'œuvre de l'horlogerie moderne.

Depuis l'année 1564, pendant laquelle la première horloge mécanique fut placée à Paris par le mécanicien allemand Henri de Vic, on saisit facilement, d'après ce qui précède, les immenses progrès de la construction des machines horaires. Nous avons passé en revue les horloges monumentales à automates et les pendules curieuses qui furent imaginées jusqu'au commencement du dix-neuvième siècle; nous étudierons maintenant les pièces d'horlogerie les plus curieuses, inventées dans la période moderne.

Nous avons dit que la fameuse horloge que l'on admire encore dans la cathédrale de Strasbourg et qui présente un si grand luxe d'automates, avait été construite, sur les plans du professeur Pied-Velu (en latin *Dasyppodius*), par les frères Habrecht. Mais nous devons ajouter ici que cette merveille dont la marche s'arrêta en 1750, plus de deux cent ans après avoir été installée, fut réparée et remise en état, en 1858, par l'horloger Schwilgué. Par un hasard providentiel, elle n'a aucunement souffert du bombardement de la ville en 1870, et depuis 1842 elle fonctionne parfaitement bien.

Un grand nombre de pièces mécaniques et automatiques nouvelles ont été ajoutées à l'horloge de Strasbourg par Schwilgué. D'abord, les tableaux et cadrans indiquant la marche des planètes dans le ciel, la précession des équi-

noxes, etc., ont été refaits d'une manière beaucoup plus scientifique. Le fameux pélican avec son globe, l'astro-labe et divers cadrans ont disparu, pour laisser place à une sphère indiquant le mouvement du ciel, les phases de la lune, les saisons, d'après le système de Copernic, le seul vrai d'ailleurs, et à un magnifique cadran marquant les heures, les minutes et les secondes.

Parmi les personnages automates qui frappent les heures ou apparaissent quand la cloche sonne, on remarque les apôtres qui défilent devant le Christ à chaque heure, marchent, saluent et rentrent dans l'intérieur du mécanisme, tandis que la Mort frappe, au moyen d'un fémur, les heures sur un crâne dénudé, et que le coq imaginé par Habrecht, et qui est la seule pièce qui ait été conservée par Schwitgué dans la nouvelle horloge, bat des ailes et allonge le cou en lançant son cri éclatant.

En outre de ces pièces curieuses, on voit à l'extérieur de l'horloge un comput ecclésiastique, un calendrier perpétuel avec l'indication des fêtes mobiles, un planétaire présentant le tableau des révolutions moyennes de chacune des planètes visibles, les équations solaires et lunaires, le temps apparent et le temps sidéral, etc., etc. Comme on peut en juger par cette énumération, l'horloge actuelle de la cathédrale de Strasbourg est un véritable chef-d'œuvre de mécanique qui laisse bien loin derrière lui le travail d'Habrecht et de Dasypodius.

Parmi les plus grosses horloges construites au dix-neuvième siècle, on doit citer en première ligne l'horloge exécutée par M. Dent sur les plans de M. Dennison, célèbre mécanicien anglais, pour orner la façade du palais de Westminster.

Cette horloge a quatre cadrans, dont le diamètre est de vingt-deux pieds. Le mouvement peut fonctionner pendant huit jours et demi. A chaque minute, la grande aiguille parcourt plus d'un pied. Le balancier a dix-neuf pieds de longueur, les roues sont en fonte. La cloche d'heures a

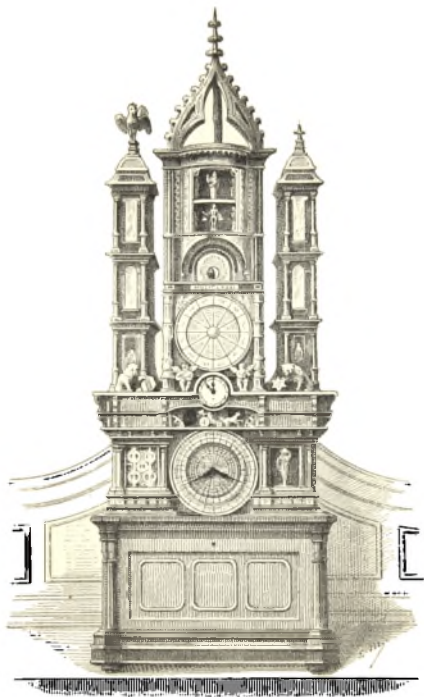


Fig. 72. — Copie de l'horloge de Strasbourg, par Lorenz, jeune ou-
vrier mécanicien alsacien qui la contruisit de mêmnoire et l'exposa
à Paris en 1880.

deux pieds de haut et cinq pieds de diamètre ; elle pèse quatorze tonnes et le marteau plus de cent livres. Il faut deux heures pour remonter les poids de la sonnerie seule. Le mécanisme moteur des aiguilles est à remontoir d'égalité. Enfin, un système d'éclairage très complet permet, la nuit, de voir l'heure à une grande distance.

Dans l'horloge de la municipalité du Havre, le surveillant de cet éclairage est supprimé et ses fonctions sont

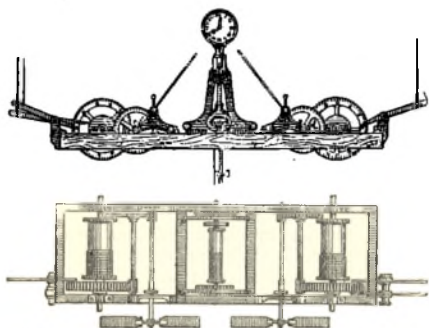


Fig. 73. — Mécanisme d'une horloge monumentale, avec plan.

remplies par l'horloge elle-même. La durée de l'éclairage devant égaler celle de la nuit, elle est par suite variable et plus longue en hiver qu'en été. On a donc disposé le bec de gaz de telle façon qu'il ne peut être jamais complètement fermé : c'est l'horloge même qui, par une courbe tracée suivant les moments du lever et du coucher du soleil, pour la position géographique du Havre, manœuvre le robinet, l'ouvre complètement quand la nuit arrive et le ferme assez pour réduire le bec de gaz à l'état de veilleuse quand le jour reparait.

On cite aussi quelques horloges américaines monstrueuses et compliquées, particulièrement celles de Chicago et de New-York.

La première, établie au centre de la « Reine des lacs », pèse dix tonnes, non compris la cloche-timbre qui, seule, pèse douze mille kilogrammes. Elle a été érigée en 1884 dans la tour de la Chambre du commerce. Les métaux employés dans sa construction sont le fer, l'acier et le bronze.

Le balancier seul de cette horloge colossale pèse 540 kilogrammes. Il y a trois mouvements auxquels l'horloge de Westminster a servi de modèle : le mouvement de marche, le mouvement de sonnerie et le mouvement des aiguilles. Ces mouvements sont indépendants, montés séparément côte à côte et actionnés par un système de poids spéciaux représentant ensemble 1600 kilogrammes. Le marteau de la cloche devait d'abord peser 55 kilogrammes, mais un battant breveté n'en pesant que 55 a été adopté depuis.

Les mouvements sont placés au-dessous des cadrans, lesquels mesurent 5^m,25 de diamètre; la cloche est suspendue à 75 mètres au-dessus du sol.

L'horloge de New-York, suivant ce que nous rapporte la *Revue professionnelle des horlogers*, est placée, à ce qu'il paraît, dans le *Ruppiner Hall*. Elle sort de l'ordinaire par son volume, son poids, son mécanisme et les indications qu'elle peut fournir. Elle est due à un horloger nommé Christian Martin.

Cette machine, complète, occupe un espace de 5 mètres cubes et demi et pèse 700 kilogrammes; elle renferme 265 roues sans compter les pignons, et elle est actionnée par un balancier et douze poids, le premier ayant une chute de 1^m,50 tous les huit jours et le douzième devant être remonté une fois tous les deux mille ans (!).

Cette pièce, déjà si américaine d'après ce qui précède, peut enregistrer, dit son auteur, le temps pendant *dir*

mille ans, après lesquels le mécanisme devra être changé. Elle donne les secondes, les minutes, les heures, les jours, les semaines, les mois et les années normales et bissextiles. Elle munit 128 figures ou personnages allégoriques de deux pieds (0^m,60) de hauteur, représentant, aux moments et aux époques convenables, les quatre âges de la vie, les douze apôtres bénis par le Christ toutes les douze heures, un dormeur, les sept dieux païens, les quatre saisons, les signes du zodiaque, etc., etc.

Quatre fois par jour, une boîte à musique de douze grands airs est mise en mouvement par un automate habillé en *pifferaro*; les phases de la Lune, les mouvements de la Terre et des astres sont rendus visibles par le moyen de sphères tournantes, et enfin, un coq placé au plus haut point de la machine, comme dans la cathédrale de Strasbourg, chante toutes les six heures d'une façon quasi naturelle.

Cette curieuse machine est encore dépassée, sous un certain rapport, par une autre horloge des États-Unis, et qui représente à chaque heure le procès du fameux Guiteau qui, on se le rappelle, assassina le président Garfield en 1881. Les scènes de cette cause célèbre se déroulent une à une sous les yeux du spectateur, assistant ainsi à toute l'affaire, dont la conclusion est la pendaison de l'assassin. Cette scène, exécutée toutes les heures par des personnages mécaniques mus par l'horloge, dure *cinquante minutes*, chaque fois. Cette horloge ne doit pas tarder à rendre son propriétaire fou ou épileptique, si celui-ci a le malheur de la placer bien en vue dans son appartement.

Dans un autre genre d'idées, au dix-neuvième siècle on a construit des *pendules* d'une forme absolument originale, et telle que la *boule de Venise* que nous avons décrite et la *pendule-vasque* de la reine Marie-Antoinette, qui toutes deux datent du dix-huitième siècle, ne peuvent en donner une suffisante idée.

Citons : la pendule en forme de *marteau-pilon*, dont le balancier est constitué par le marteau; la *locomotive*, le *moulin* dont les ailes, animées d'un mouvement de rotation assez vif, sont commandées par le mécanisme d'échappement; le *phare*, la *machine à vapeur verticale*, dont la bielle glisse en faisant tourner le volant et qui porte, en guise d'appareils de sûreté, un cadran horaire d'un côté

et barométrique de l'autre; la *pendule-ballon*, etc. L'imagination des artistes est féconde en ce genre d'applications et, dernièrement, on a pu voir une nouvelle curiosité créée dans le même ordre d'idées.



Fig. 74. — Pendule-phare.

Cette nouveauté consiste en un tambourin sur la peau duquel sont gravées les heures, représentées par de jolies fleurs sur lesquelles glissent de l'une à l'autre, en guise d'aiguilles, deux abeilles parfaitement imitées; une grosse et une petite, la première marquant les heures et la seconde les minutes. Ces deux gracieux insectes qui n'ont aucune communication visible avec le mouvement, sont simplement entraînés dans leur

course circulaire par deux aimants placés directement au-dessous d'eux derrière la peau du tambourin, ce qui donne l'illusion de deux abeilles naturelles butinant sur les fleurs.

Une disposition également assez curieuse de pendule est celle que représente la figure 76, page 208. A l'axe qui soutient le parapluie est attachée, par l'intermédiaire d'un fil, une petite boule de métal. La tige qui soutient ce

fil tourne horizontalement, de telle façon qu'à chaque demi-tour, le fil vient toucher une des deux colonnes placées à droite et à gauche et s'enroule dessus, successivement dans les deux sens, puis s'échappe pour en faire autant à l'autre colonne. Cet échappement est, paraît-il, assez régulier. Dans tous les cas, il est ingénieux et amusant à regarder.

On a vu dernièrement à Liverpool une pendule qui



Fig. 75 — Horloge mystérieuse dite *tambourin*.

a un cadran spécial montrant le temps que dure une partie d'échecs, dont elle enregistre les coups et indique à chaque joueur le moment où son tour est venu. Un index marque le délai conventionnel maximum entre chaque coup et un timbre annonce que ce délai est expiré. Cette pendule extraordinaire a encore d'autres emplois ingénieux dérivant du même principe.

Les montres sans *clef*, dont nous n'avons pas parlé

au chapitre des montres, sont de création absolument moderne. Les premiers types en furent imaginés par Bréguet, mais la disposition mécanique en était trop compliquée, et leur prix était élevé. Divers inventeurs, notamment MM. Audemars, Dent et Nicole, ont étudié cette question et l'ont fait progresser. Mais la *montre sans clef* ou plus généralement *montre à remontoir*, la plus em-



Fig. 76. — Pendule à échappement à boule.

ployée actuellement, est d'une disposition mécanique due à un horloger genevois, M. Adrien Philippe.

Dans ce système, la clef est remplacée par un engrenage d'angle dont l'axe traverse le pendent de la montre pour sortir au dehors, où il est muni d'une petite molette. Cet engrenage communique un mouvement de rotation au barillet dont le ressort est ainsi bandé. Pour la remise à l'heure, un bouton-poussoir est placé à gauche du pendent. En appuyant sur ce bouton, le pignon n'engrène

plus avec les roues de commande du barillet, mais bien avec le mécanisme des aiguilles, lesquelles peuvent tourner ainsi tout autour du cadran en faisant tourner la petite molette placée dans l'anneau.

De cette façon, pourtant bien simple, la clef est supprimée, et, par le même mécanisme non encombrant on peut remonter le ressort moteur et remettre les aiguilles sur le chiffre voulu, sans ouvrir la boîte et sans aucunement toucher au mécanisme.

On donne aussi le nom de *remontoir* à une disposition

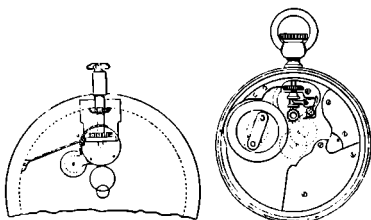


Fig. 77. — Montre sans clef, disposition Bréguet. Fig. 78. — Montre à remontoir de Philippe.

très ancienne, dont l'idée première remonte à Huyghens, qui aurait pour but de *remonter* les pièces d'une horloge les unes par les autres.

Un remontoir (qui n'a rien ici de commun avec la disposition des montres portant ce nom) est un mécanisme par lequel on cherche à mettre les parties importantes d'un appareil d'horlogerie, surtout le régulateur dont dépend la régularité de la marche, à l'abri de la variation de la force motrice, tant par suite des variations de puissance du moteur lui-même que des résistances passives qu'il rencontre le mouvement des différentes pièces. Il consiste en général, en un petit poids ou en un

ressort qui agit directement sur les derniers mobiles; et, comme l'action de ce moteur très-faible ne peut être que de peu de durée, il est remonté périodiquement par une course limitée du moteur principal, de telle sorte qu'il n'y ait pas d'interruption.

Il est évidemment bien difficile, quelque disposition qu'on imagine, de rendre certaines parties d'un appareil insensibles aux pressions et aux forces qui s'exercent sur les autres parties avec lesquelles elles sont momentanément mises en communication. Ce moyen n'a pas encore été découvert et appliqué en pratique, et c'est bien plutôt dans la perfection du travail des pièces nécessaires qu'il faut chercher la solution. C'est au fini de l'œuvre qu'il faut demander de rendre les résistances passives constantes, aussi bien que la force motrice; aussi faut-il surtout chercher à éviter, autant que possible, les chocs, les pressions considérables dans des pièces mues rapidement, d'où résultent les usures et altérations de surface.

En somme, les remontoirs sont peu employés aujourd'hui. Presque complètement abandonnés dans les constructions légères et petites, ce n'est guère que pour de grosses horloges, dans lesquelles des forces assez considérables sont en jeu, qu'on peut mettre régulièrement ce principe à profit.

Plusieurs solutions ingénieuses ont été cependant proposées par divers savants que ne rebutait pas la difficulté du problème. Citons le remontoir d'égalité à ressort de l'astronome anglais Airy et le modèle de M. Boussard pour les pendules de voyage (fig. 79). Mais, nous le répétons, les inconvénients résultant de la complication du mécanisme sont tels qu'il n'y a pas à songer à appliquer, avec quelque chance de succès, un remontoir à une montre ou une pendule portative. Théoriquement, les systèmes proposés sont parfaits, c'est-à-dire que l'action du moteur principal sur l'échappement et le régulateur disparaît complètement, mais en pratique l'analyse détaillée ne tarderai

pas à démontrer de notables variations dans le débit de la force motrice. Alors, à quoi bon compliquer inutilement le mécanisme ?

Nous ne devons pas omettre ici les fameuses *horloges mystérieuses* qui ont tant intrigué le public il y a quelques années. Il est évident que, dans ces dispositifs, le mécanisme existe, mais qu'il paraît invisible à première vue ; sans cela, en effet, il n'y aurait pas d'horloge proprement dite ni d'appareil susceptible de mesurer le temps dans des conditions approximatives de justesse.

Dans plusieurs systèmes d'horloges mystérieuses, on emploie deux glaces accolées, qu'on ne peut distinguer d'une glace unique, entourées d'une bordure de cuivre formant coulisse. Le mouvement d'horlogerie caché dans le socle de la pendule, donne un mouvement oscillatoire, à chaque minute ordinairement, à la glace postérieure, la glace antérieure qui porte le cadran et les aiguilles étant

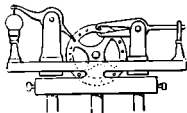


Fig. 79. — Mécanisme d'un remontoir.

fixe. En faisant porter à la première glace une dent de cliquet agissant sur une petite roue placée sur l'axe de l'aiguille des minutes, on a une horloge qui marche sans aucun mécanisme apparent.

La plus jolie disposition de ce genre, fondée sur une théorie assez délicate, est celle de la pendule mystérieuse de M. Henri Robert fils. Cette pendule se suspend en l'air à l'aide de cordons, et est formée d'une glace non encadrée portant les deux aiguilles et sur laquelle les chiffres des heures sont tracés.

Les deux aiguilles portent, comme l'indique la gravure (fig. 80), un large bouton de métal, faisant contrepoids à la flèche de l'aiguille ; elles vont d'elles-mêmes se placer à l'heure réelle et parcourent le cadran en indiquant sans

cesse l'heure et la minute sans mécanisme moteur apparent.

Le secret de la marche consiste dans un rouage de montre de petites dimensions placé dans le bouton et qui a pour fonction de faire déplacer une pièce lourde en platine qui circule ainsi dans la boîte du contrepoids et y



Fig. 80. — Pendule mystérieuse Robert.

prend des positions diverses. Ce poids, se combinant avec celui de l'aiguille elle-même, lui fait prendre toutes les inclinaisons qui sont nécessaires pour qu'elle parcoure régulièrement le cadran pendant le temps convenable.

M. Robert a surmonté avec succès, dans cette difficile construction, les obstacles à la mise en pratique de ce principe, dont l'idée est ancienne, mais dont l'exécution n'avait pu jusqu'alors être réalisée avec justesse et avantage. Par divers soins spéciaux, par l'emploi de l'aluminium pour les parties qui doivent être légères

et du platine pour le contrepoids lourd sous un petit volume, il est parvenu à surmonter tous ces écueils de la pratique et a amené la fabrication de ces pendules à un prix qui les rend accessibles au public.

Les dernières années qui viennent de s'écouler ont vu



Fig. 81. — Pendule mystérieuse de Henri Cunge.

apparaître aussi quelques modèles fort curieux de pendules mystérieuses et dont les aiguilles marchent sans mécanisme apparent. La disposition imaginée par M. Rosset en 1880 est assez remarquable. La pendule a la forme d'une statue supportant à bras tendu un pendule compensateur à gril, dont la lentille est assez volumineuse, et qui porte à sa partie supérieure un cadran en cristal.

On devine à première vue que le mécanisme est dissimulé dans la lentille du pendule, mais la transmission du mouvement est invisible. Elle s'opère cependant, au moyen d'un fil métallique qui correspond avec l'aiguille des heures, et d'une minuterie ordinaire, d'une finesse microscopique, qui fait avancer la grande aiguille sur le cadran.

La pendule de M. Henri Lunge, qui se trouvait à l'Exposition des Arts et Sciences en 1886, est totalement différente de celles qui l'ont précédée. Elle se compose de deux globes de cristal superposés et maintenus par une colonne. Ces globes portent, gravés à leur équateur, les chiffres horaires, et une statuette servant de style indique à tout moment l'heure et la minute exactes sur les deux sphères qui tournent sur elles-mêmes, la plus grosse en soixante minutes, et la plus petite, placée à la partie supérieure, en douze heures.

A ce modèle, le mécanisme, d'une grande finesse, se trouve dissimulé dans le pied circulaire, et une minuterie de petite dimension, cachée dans le pivot supérieur de la boule des minutes, transmet le mouvement de rotation à la sphère des heures, laquelle tourne très lentement sur son axe (deux tours en vingt-quatre heures).

Nous terminerons sur cette description la revue des appareils horaires, grands et petits, et curieux à connaître, imaginés depuis un demi-siècle, en rappelant seulement les noms des grands horlogers qui ont donné à l'art chronométrique une si vigoureuse poussée en avant, et qui s'appelaient : Bréguet, Motel, Perrelet, Lepaute, Wagner, Houdin, et se nomment de nos jours : Garnier, Redier, Benoît, Claudius Saunier, Robert et Collin.

CHAPITRE VI

L'art en horlogerie

L'horlogerie peut être deux fois artistique.

Artistique d'abord par la parfaite exécution des organes mécaniques entrant dans la composition du mouvement, et ensuite par la forme et l'ornementation de l'enveloppe qui entoure ce mouvement et le préserve des chocs et de la poussière.

Nous avons vu se développer peu à peu l'art de l'horlogerie proprement dit, de l'ouvrier qui taille les dents des rouages, qui monte les pivots et les roulants, trempe les ressorts, règle les oscillations du balancier, construit et vérifie le mécanisme entier, enfin fabrique les horloges, les pendules et les montres. Nous avons suivi pas à pas les perfectionnements de cette industrie, à la fois artistique et scientifique : à la grossière horloge à roue de rencontre succèdent les pendules à ressorts, puis les montres et, en dernier lieu, les chronomètres, dernier mot de l'horlogerie moderne. Nous avons admiré les mécanismes compliqués, actionnant, toujours par le jeu d'une horloge régulatrice, de nombreux mobiles représentant les mouvements des cieux, ou des automates ingénieux, ou des calendriers pour une longue période de temps. Nous allons examiner maintenant les progrès accomplis dans la forme extérieure des horloges et dans les ornementsations dont on les a embellies.

Avant l'invention des horloges mécaniques proprement

dites, l'imagination des artistes s'était déjà donné carrière en couvrant de dessins et d'ornements les aiguilles gnomoniques et les sabliers. Les obélisques d'Auguste et des Chartreux dont nous avons parlé sont enjolivés de sculptures et d'inscriptions. Les sabliers étaient également ornés de ciselures de grand prix, ainsi que les documents parvenus jusqu'à nous nous l'ont appris. Mais il n'y avait aucune règle, aucun style : c'étaient des rinceaux, des volutes, des fleurons entremêlés; l'effet était cependant agréable à l'œil.

La fameuse clepsydre envoyée par le calife des Abassides à Charlemagne, au neuvième siècle, était une merveille d'ornementation. Elle était en airain damasquiné d'or; les chiffres du cadran étaient ciselés en cuivre et les aiguilles étaient de métal précieux. Les autres clepsydres étaient également très travaillées; les figures qui versaient l'eau étaient suffisamment bien exécutées et les indications des cadrans étaient souvent gravées ou incrustées en mosaïque. Les modèles de Clésibius en sont une preuve.

Comme on a pu le voir dans les précédents chapitres, les premières horloges purement mécaniques qui furent construites au douzième siècle étaient très grossières comme construction, et l'aspect de l'enveloppe indiquait bien ce que valait le mécanisme intérieur. Ce ne fut qu'un siècle plus tard que l'apparence des horloges devint un peu plus agréable. L'horloge que Charles V fit construire en 1570 par Henri de Vic était ornée de peintures assez réussies. Plus tard, sous le règne de Charles IX, on y adjoignit des figures en terre cuite dues au talent de Germain Pilon, et sous Henri III on y unit les armes de France et de Pologne.

Les premières horloges à poids et à contrepoids destinées à donner l'heure dans les appartements et qui apparurent en France et en Allemagne au commencement du quatorzième siècle, furent d'abord un objet de curiosité

que leur prix exorbitant rendait seulement accessible aux grands seigneurs et aux riches citadins. Plus tard elles devinrent plus communes, et alors elles ornèrent les cellules des moines, les cabinets de travail des savants et les salons de la bourgeoisie. Ces horloges se suspendaient ordinairement contre les murs des appartements, et particulièrement dans les dortoirs et chambres à coucher. On les plaçait aussi sur des piédestaux en bois sculpté, lesquels étaient vides intérieurement pour laisser libre passage aux plombs ou poids. Dans l'inventaire de Charles V il est fait mention d'une de ces horloges dont toutes les pièces étaient en argent ciselé. Ce chef-d'œuvre d'art

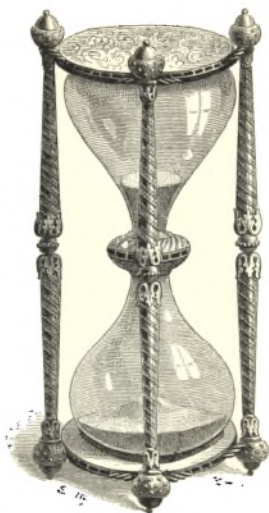


Fig. 82. — Sablier artistique du xm^e siècle.

et de mécanique avait appartenu à Philippe le Bel, qui l'avait acquis d'un habile ouvrier allemand.

Déjà sous le règne de Louis XI les horloges avaient notablement diminué de poids et de volume, comme nous l'avons déjà rappelé. Carovagius et divers ouvriers de cette

époque en construisaient à sonnerie, à quantième et à réveille-matin. La forme que les artistes du quinzième siècle donnèrent à leurs ouvrages fut des plus élégantes : ils étaient sculptés et gravés avec un art parfait. On cite comme faisant partie du cabinet de M. de Bruges un chef-d'œuvre d'horlogerie portative de cette époque. Cet appareil est en fer damasquiné et le cadran représente divers sujets pieux gravés et reproduits avec un art admirable. Quelques autres modèles non moins artistiques ont été conservés jusqu'à nous et on en trouve dans plusieurs musées de l'Europe et dans des collections particulières.

Avec les années, la construction horlogère s'améliorait et les indicateurs horaires, munis du ressort moteur, devenaient de plus en plus petits. Pancirole assure que, de son temps, vers la fin du quinzième siècle, on faisait déjà des montres qui n'étaient pas plus grosses qu'une amande. Myrmécides et Carovagius étaient d'habiles ouvriers en ce genre d'ouvrages. Ce dernier exécuta même, dit-on, pour André Alciat un réveille-matin d'une incomparable beauté ; ce réveil sonnait l'heure marquée et, du même coup, battait le fusil et allumait une bougie. Certes il y a encore loin de là au mécanisme dont les journaux américains nous ont entretenus il y a peu de temps et qui, non content d'allumer la bougie, met en marche un réchaud sur lequel chauffe du café préparé à l'avance, tire le bonnet de coton du dormeur récalcitrant (si celui-ci n'a pas de bonnet, il lui tire probablement les cheveux) et finalement, si tous ces moyens n'ont pas suffi, déclenche un appareil qui redresse le lit et pose celui qui s'y trouve couché, debout sur le parquet. Évidemment, le réveil d'Alciat en est l'embryon.

Sous Charles IX et Henri III, beaucoup d'horlogers, en France et dans quelques autres parties de l'Europe, acquirent une réputation justement méritée. La plupart des artistes de cette époque possédaient une grande somme



Fig. 85. — Horloge en fer forgé et damasquiné du xvi^e siècle.

de connaissances scientifiques : la chimie, la mécanique, l'astronomie, les mathématiques leur étaient familières. On voit à Vienne, dans le *Künstkammer* à Berlin, à l'Escurial en Espagne et dans diverses collections, des horloges qui accusent un savoir éminent et un sens artistique



Fig. 81. — La tête monstrueuse ou *Haus d'Inna*.

fort développé chez leurs auteurs, inspirés sans doute par les chefs-d'œuvre de la Renaissance. Les boîtes d'horloges ont les formes les plus gracieuses, les plus ornementales. Elles sont enrichies de sculptures fouillées, de ciselures, de bas-reliefs et de figures. On suit déjà des styles distincts : la feuille d'acanthé se mêle aux chapiteaux, et l'ordre dorique donne aux colonnes et aux pié-

destaux un aspect réellement artistique; c'est l'époque de Henri III, que l'on imite encore de nos jours.

Les grosses horloges, au seizième siècle, n'étaient pas moins belles ni moins compliquées que les petites; on cite celle que Henri II fit construire pour son château d'Anet, et dont le cadran était en cuivre doré et incrusté. Chaque fois que l'heure allait sonner, un cerf aux abois sortait de l'intérieur de l'horloge et s'élançait, poursuivi par une meute de chiens; bientôt la meute et le cerf s'arrêtaient, et celui-ci, par un mécanisme ingénieux, sonnait l'heure avec ses pieds.

C'est vers la même époque que fut construite la fameuse horloge dite de *Jean d'Iéna*, dont l'auteur est demeuré inconnu, et qui existe encore. Au-dessus de son cadran est une tête de bronze, d'une laideur remarquable, dont la bouche s'ouvre dès que l'heure va sonner; alors une statuette représentant un vieux pèlerin, lui présente une pomme d'or attachée au bout d'une baguette; mais, au moment où la pomme est près d'être avalée, le pèlerin la retire précipitamment. Ainsi le pauvre *Hans von Jena* (Jean d'Iéna), comme on l'appelle, est condamné depuis trois siècles au sort de Tantale. A gauche de cette tête est un ange chantant (ce sont les armes de la ville). Cet ange tient un livre d'une main et le lève vers ses yeux chaque fois que l'heure sonne; de l'autre main il agite une clochette. Cette horloge, qu'on appelle communément la *Tête monstrueuse* ou *Hans von Jena*, est souvent citée par les écrivains allemands, qui prétendent que la figure qui en fait le principal ornement représente les traits d'un bouffon du prince Ernest, électeur de Saxe, lequel bouffon Klaus fut acheté 8000 riedalers (52 000 francs), somme énorme pour l'époque, après la mort de son maître.

Nous avons dit qu'au dix-septième siècle, sous le règne grandiose de Louis XIV, si les horloges avaient perdu de leur élégance de formes, elles avaient énormément gagné au point de vue scientifique. A cette époque, les montres



Fig. 85. — Horloge ciselée du xvi^e siècle.

étaient de métaux précieux, or ou argent, couvertes d'incrustations, de filigranes, de peintures sur émail, et les horloges d'appartement n'étaient pas moins riches. Mais aux formes élégantes et variées de la Renaissance avaient succédé des formes lourdes, mal proportionnées; les ornements en cuivre dont elles étaient revêtues n'étaient ni bien dessinés ni bien ciselés. Il faut cependant faire une exception en faveur des horloges dites en marqueterie : celles que faisaient les frères Boule étaient fort belles et artistement travaillées. Ces sortes d'indicateurs horaires, surtout ceux dits à la *Religieuse*, sont encore aujourd'hui très recherchés par les connaisseurs. Ils ont été inventés, dit Pierre Dubois, dans sa belle *Histoire de l'horlogerie* à laquelle nous empruntons ces renseignements, en Angleterre, sous Charles I^{er}, c'est-à-dire vers 1650 environ, et ils vinrent ensuite en France où la mode les adopta.

Ce qui fit du règne de Louis XIV une époque glorieuse pour l'histoire de l'horlogerie, ce ne fut pas la création d'un style d'ornementation nouveau, mais bien, comme nous l'avons dit, l'application par Huyghens du pendule régulateur, dont le principe avait été découvert un siècle auparavant par Galilée, à tous les appareils mécaniques de mesure du temps. La publication du livre où ce savant expliquait toutes ses ingénieuses inventions que nous avons décrites à leur place, causa une légitime émotion dans tout le monde savant, et le roi-soleil lui-même ne dédaigna pas d'accepter la dédicace de l'ouvrage du savant hollandais.

Sous Louis XVI, le style et la forme des pendules, changeant, constituèrent un style nouveau. Elles furent ornées de sujets ciselés se détachant en relief, le cadran était en émail, les chiffres entourés de guirlandes de fleurs peintes. Les montres, de leur côté, devenaient de plus en plus plates; les boîtes en étaient enrichies de petites pierres précieuses, quelquefois même de diamants. Lorsque Voltaire avait un atelier d'horlogers à Ferney, il faisait fabriquer

des montres enjolivées d'un médaillon peint sur émail et représentant, soit un buste de femme, soit un sujet pastoral : ces modèles sont encore assez recherchés actuellement par les amateurs de curiosités. Les pendules, au commencement du règne de Louis XV, différaient peu de celles du temps de Louis XIV, longtemps en grande faveur auprès du public. La marqueterie, encore très à la mode alors, se conserva jusqu'au milieu du dix-huitième siècle, époque où ce genre d'ornement fut remplacé par des peintures assez communes et où on donna le nom de *cartels* à de petits modèles qui se plaçaient ordinairement dans les salons de réception.

Ce fut aussi sous Louis XV qu'apparurent les pendules de cheminée qui furent appelées plus tard *rocailles* ; elles durent cette dénomination aux ornements dont on les surchargeait ; ceux-ci étaient un mélange, en cuivre doré, de feuillages et de fruits, de fleurs et de guirlandes en porcelaine peinte, etc. ; enfin, dans leur ensemble, ces pendules ressemblaient à ce que l'on appelle communément en effet une *rocaille*. Les pendules dites *placards* sont aussi de la même époque ; on les plaçait dans les salles à manger et dans les alcôves : celles qui avaient cette dernière destination étaient à tirage ou à répétition, souvent à réveille-matin.

Sous Louis XVI et jusqu'à la Révolution, l'horlogerie fit peu de progrès au point de vue de l'ornementation extérieure. Une nouvelle forme fut donnée aux pendules et l'on en connaît plusieurs vraiment artistiques. Les deux plus célèbres sont celles dites : *pendule-vasque de Marie-Antoinette* et le groupe des *Trois Grâces* de Falconet.

Dans la première de ces pendules, le mouvement est invisible et caché dans un piédestal en marbre sculpté supportant un vase magnifique, en porcelaine ornée de rinceaux en cuivre. Un serpent est enroulé autour du vase et dresse sa tête verticalement jusqu'aux deux tiers de la hauteur de la vasque, où se trouve une bande mobile



Fig. 80. — Huyghens présentant son livre sur l'horlogerie à Louis XIV.

qui porte les chiffres des heures. Il sert d'aiguille fixe, tandis que c'est la bande qui sert de cadran et tourne lentement autour de lui en vingt-quatre heures.

La seconde se compose d'un vase, de même construction que le premier, supporté sur un fût de colonne, entouré



Fig. 87. — Pendule-vasque de Marie-Antoinette.



Fig. 88. — Pendule dite les « Trois Grâces », par Falconet.

par trois Grâces, dont l'une, de son doigt tendu, indique l'heure sur le vase par le même procédé que précédemment. Les statues, la colonne et le vase sont placés sur un socle orné de bas-reliefs représentant des enfants jouant ensemble.

Depuis la Révolution jusqu'à nos jours, l'art chronomé-

trique est resté, il faut l'avouer, à peu près stationnaire, par suite de la liberté donnée à tous de vendre montres ou pendules sans y rien connaître, et de frauder sans scrupule. Pour l'ornementation extérieure, on en est revenu aux anciens styles, et il n'existe aucun mode particulier à notre époque, que rien jusqu'à présent ne caractérise en ameublement.

Parmi les horlogers contemporains qui ont fait avancer l'art chronométrique citons de nouveau Lepaute, Froment, mort en 1865, Dorrel, Collin, successeur de Wagner, Brocot et Ratel, qui maintiennent à son rang l'horlogerie française.

Au nombre des beaux travaux modernes accomplis en horlogerie, on peut placer en première ligne l'horloge monumentale de l'Hôtel de Ville de Paris, dont l'entourage est d'un aspect des plus artistiques, et qui lutte presque avec le cadran du Palais de Justice dont nous avons parlé.

À droite et à gauche du cadran de cette horloge se trouvent deux groupes composés d'hommes et d'enfants, symbolisant les Arts, la Science, le Commerce et l'Industrie; puis un homme et une femme couchés et appuyés sur des urnes et qui paraissent devoir représenter la Seine et la Marne. Au-dessus du cadran se trouve une statue de la Ville de Paris assise; et enfin, sur le fronton, deux femmes, la Prudence et la Vigilance, placées de chaque côté du blason de la ville de Paris.

Si l'on examine attentivement cette partie du vaste édifice, on se plaît à reconnaître que toutes ces statues, tous ces groupes sont fort beaux, et que l'ensemble a de l'ampleur et ne manque pas d'un certain charme. Les poses sont bien étudiées, et, sauf la Ville de Paris, qui paraît gênée et ne pourrait se lever à cause de la corniche qui l'écrase, les autres motifs sont bien à leur place et concourent à former un tout harmonieux.

Entouré par ces onze hommes, femmes et enfants décrits plus haut, se trouve le cadran de l'horloge. Il paraît

bien petit. On est tout de suite frappé de l'exiguïté de la place qu'il occupe dans cet ensemble, dans ce pavillon, qui est bien réellement le pavillon de l'Horloge, et l'on se demande si, dans la conception primitive, c'était bien un cadran qui devait se trouver là, pour avoir donné au

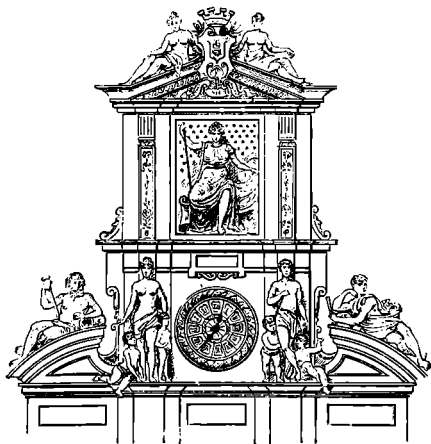


Fig. 89. — Horloge monumentale de l'Hôtel de Ville de Paris.

motif principal de si petites dimensions, et en avoir fait presque un accessoire, tandis que l'on donnait tant d'importance à l'encadrement.

Il n'en est pas de même à la tour de l'Horloge du Palais de Justice, chef-d'œuvre de goût et de décoration; comme on y voit bien que le cadran qui sert à donner l'heure a

été tout d'abord le motif principal ! comme tout est bien à sa place ! comme tout se tient et comme les proportions sont bonnes !

Il n'y avait cependant qu'à s'inspirer de ce modèle et des cadrans des maisons de villes du seizième siècle, existant en Suisse et en Belgique, et dans lesquelles les habiles architectes de cette époque ont tiré le meilleur parti décoratif de l'horloge.

À notre époque, de remarquables efforts sont tentés pour atténuer le froid de la pierre, en employant dans la construction le marbre, le bronze ou la faïence : c'était une occasion unique de faire dans cette partie centrale une décoration polychrome, qu'on a cherchée évidemment en plaçant des hommes d'armes, étincelants d'or, sur la toiture. Cet emploi de la couleur eût été certainement là bien mieux à sa place, et aurait agréablement attiré le regard en rompant un peu la monotonie de la façade.

Nous aurions aimé qu'on fit pour notre bel Hôtel de Ville une de ces horloges avec indications astronomiques, un peu enfantines peut-être pour les rigides savants, mais toujours agréables et amusantes, et dont les villes sont fières, comme à Strasbourg ou à Berne.

Le souvenir de la façade du Boccador n'aurait pas gêné, car c'est dans cette partie du monument que l'on a apporté le plus de changements. Il est donc à regretter que les architectes modernes accusent un tel dédain pour l'horlogerie, d'abord parce qu'ils se privent ainsi de motifs de décoration heureux, et ensuite parce que la partie mécanique intérieure est d'autant plus soignée que l'enveloppe est belle. Il ne faut pas cesser de le répéter : l'art appliqué à l'horlogerie doit contribuer à ramener la belle et bonne exécution des pièces, laquelle tend à disparaître de jour en jour.

Jetons maintenant un coup d'œil, avant de terminer ce chapitre, sur l'état actuel de l'art chronométrique en France.

Avant 1789, les horlogers étaient réunis en corporation, et des règlements sévères régissaient le fonctionnement de la communauté. Exécutées par des artistes tels que Julien le Roy, Berthoud, Sully, les pièces chronométriques françaises avaient acquis une réputation universelle qui éclipsait celle de tous les autres constructeurs étrangers. Mais lorsque la liberté du commerce eut été proclamée sans limites, des industriels éhontés s'établirent horlogers sans rien connaître à l'art qu'ils avaient la prétention d'exercer; ils achetèrent en Suisse ou en Angleterre des mouvements à bas prix et les écoulèrent sous le nom des grands horlogers, dont les protestations furent impuissantes. Ne recevant plus que des instruments vulgaires pour un prix très élevé, l'étranger cessa de se fournir en France d'appareils horaires; la vogue revint à l'Angleterre et à la Suisse, et comme, depuis cette époque, les fraudes n'ont fait que se multiplier sous toutes les formes imaginables, l'horlogerie française est tombée à un rang inférieur parmi les productions industrielles. On ne peut plus guère aujourd'hui avoir confiance dans les revendeurs horlogers, qui du reste, comme le fait remarquer si justement M. Anquetin, un horloger dans la vraie acception du mot, celui-là, ne se connaissent aucunement en l'art qu'ils prétendent exercer. Ils vendent des pendules en marbre, en bronze ou en albâtre, des montres à cadrans enrichis de pierres microscopiques, des *demi-chronomètres*! et même des chronomètres tout entiers, d'un aspect magnifique, mais dont le mouvement est souvent des plus médiocres. Il y a des gens qui ont pour industrie de fabriquer des imitations de pendules anciennes qu'ils vendent à l'Hôtel des Commissaires-priseurs comme provenant d'une vente mobilière. Or, le mouvement de ces pseudo-horloges est seulement une apparence; souvent il n'y a pas d'échappement ou les rouages n'engrènent pas entre eux, si bien qu'il est totalement impossible de faire rien marcher. On ne saurait trop s'élever

contre ces spéculations, qui font le plus grand tort à l'horlogerie.

Nous avons vu qu'en Amérique on fabrique les mouvements de montres à la machine et par quantités considérables. En Allemagne et en Suisse, la main-d'œuvre étant très peu élevée, les industriels étrangers inondent de leurs produits bon marché tous les pays où nous écoulions autrefois les nôtres, et ils luttent même, en France, avec nous.

Mais on ne peut s'empêcher de constater avec tristesse que cette déplorable situation est amplement justifiée par la manière dont procèdent ceux des horlogers français qui restent ancrés opiniâtrément dans une détestable routine. Dans les pays qui nous environnent, les horlogers s'imposent de lourds sacrifices pour soutenir, par exemple, les efforts de journaux professionnels qui répandent au loin, avec une foule de renseignements utiles aux praticiens, les découvertes faites par les savants et dont peuvent profiter leurs lecteurs spéciaux.

Il est donc malheureusement trop certain que, dans un avenir plus ou moins prochain, et si les horlogers français ne comprennent pas assez bien leurs intérêts, presque tous les instruments horaires nous viendront de l'étranger. Ce serait une leçon dure, mais peut-être nécessaire pour nous amener à comprendre l'utilité de se tenir au courant des renseignements nécessaires pour perfectionner notre outillage, et suivre avec sollicitude les découvertes et les inventions accomplies chaque jour dans tous les pays du monde. Il est juste toutefois de noter qu'une certaine partie de nos horlogers français se dévoue au relèvement de leur industrie et qu'ils obtiennent des résultats sérieux. Mais qu'est-ce que leur dévouement comparé à l'apathie générale et que peuvent faire dix hommes de bonne volonté en présence de dix mille indifférents! Nous devons citer MM. Benoist, le fondateur-directeur de l'École nationale de l'horlogerie, Saunier, l'auteur du grand Traité d'horlogerie et directeur depuis trente-quatre

ans de la *Revue chronométrique*. Rodanet, le directeur de l'École d'horlogerie de Paris, Redier, Garnier, Diette, Anquetin, etc., à qui l'horlogerie doit de la reconnaissance à tant de titres divers.

En France nous avons tous les éléments, toutes les ardeurs pour faire beau, pour faire grand ; notre étoile peut pâlir un instant, mais pour se réveiller plus brillante. — Courage ! Ne nous oublions pas dans une trompeuse sécurité, ne nous fions plus à notre ancienne renommée de premiers horlogers du monde ; l'étranger guette, prêt à profiter de toutes nos fautes, de notre routine et à nous enlever la possibilité pouvoir de nous vendre, même chez nous, les produits de notre fabrication. Nous erions donc alerte aux constructeurs et aux artistes français : il est grand temps de sortir de l'apathie et de l'indifférence.

QUATRIÈME PARTIE

LA MÉCANIQUE DE PRÉCISION

CHAPITRE I

Les automates

Parmi les nombreux appareils qui, sans appartenir d'une façon absolue à l'Horlogerie, en dérivent plus ou moins directement par suite de la forme ou de la disposition des pièces mécaniques qui les composent, on doit citer en première ligne les automates.

Les *automates* sont ces figures artificielles qui, sans mécanisme apparent, reproduisent, avec une vérité qui approche souvent de la nature, les mouvements propres à l'être animé qu'ils représentent. Ainsi, les personnages mouvants qui décorent les horloges monumentales de Strasbourg et de Lyon que nous avons décrites, sont des *automates* dont certains sont assez compliqués pour reproduire les sons de la voix humaine. Automates aussi ces oiseaux en bois qui, perchés sur le sommet des horloges à poids, accompagnent la sonnerie du timbre de leur cri monotone : *coucou, coucou*, qui a même fait donner ce nom à ce genre d'appareils.

Au moyen âge, et jusqu'à la fin du dix-huitième siècle, l'esprit inventif des mécaniciens et des horlogers s'était porté sur la construction de ces automates, parlants, chantants et mouvants. Alors ces pièces merveilleuses

excitaient l'admiration et l'enthousiasme des esprits naïfs et enclins au merveilleux, et il leur semblait que ce fût, comme dans la fameuse sphère d'Archimède, un « esprit enfermé » qui était le principal moteur de ces ingénieuses machines.

Aujourd'hui, dans notre siècle pratique et positif par excellence, où le temps est parcimonieusement mesuré par d'innombrables cadrans plus ou moins exacts, la construction des automates a été presque totalement délaissée pour des travaux plus utiles et, quand un barnum exhibe un personnage automatique merveilleux, joueur d'échecs ou musicien, on peut être certain que, neuf fois sur dix, la mécanique n'entre que comme *trompe-l'œil* dans cette construction et que c'est ce qu'on peut appeler un automate pour rire, comme nous en donnerons plus loin quelques exemples.

Les automates les plus célèbres, et à juste titre, sont ceux qui furent imaginés et construits par Vaucanson au siècle dernier. A tout seigneur tout honneur : nous commencerons donc par la description de ces appareils, restés les chefs-d'œuvre du genre.

Vaucanson, on se le rappelle, naquit en 1709 à Grenoble en Dauphiné. Dès sa plus tendre enfance il montra le goût le plus vif, le penchant le plus instinctif vers les mathématiques et surtout vers la mécanique. On raconte qu'il étudia, à travers une porte vitrée, pendant de longues visites que sa mère faisait assez souvent à la supérieure d'un couvent, le fonctionnement d'une horloge à poids et qu'il parvint à en construire une semblable, presque sans outils, avec quelques morceaux de planches et deux ou trois roues d'engrenage.

Au fur et à mesure qu'il avançait dans la vie, Vaucanson se perfectionnait dans la connaissance des arts mécaniques, et il construisit ses merveilleux automates, qui n'ont jamais été égalés depuis cette époque, comme résultats et mécanisme intérieur. Il imagina ainsi un *Joueur*

de flûte, un Tambourinaire, le Joueur d'échecs et ses fameux Canards, mangeant, digérant et coassant, ni plus ni moins que leurs congénères naturels.



Fig. 90. — Joueur de flûte automate de Vaucanson.



Fig. 91. — Le Tambourinaire automate de Vaucanson.

Le Joueur de flûte était un personnage de grandeur naturelle, vêtu selon la mode du temps, debout et légèrement appuyé sur une espèce de fût de colonne. Il pouvait jouer avec une facilité remarquable une douzaine d'airs diffé-

rents. Pour arriver à ce résultat, un jeu de poids manœuvrait un soufflet contenu dans l'intérieur de l'automate et amenait l'air, par un tuyau invisible, à la flûte, où il agissait de la façon ordinaire sur le biseau de l'ouverture. Pour obtenir les modulations et, par suite, un air complet, les doigts de l'automate étaient mobiles et bouchaient hermétiquement au repos les trous de la flûte. Ils se soulevaient et se replaçaient en suivant la traction de fils de fer et de cordes, tendus et détendus par le jeu d'une sorte de cylindre denté. .

Le Joueur de tambourin était très remarquable. Grand comme nature et habillé comme l'étaient les tambourinaires de l'époque, il porte un grand tambourin suspendu devant lui et sur lequel il frappe avec une baguette qu'il tient de la main droite, tandis que la main gauche maintient un flageolet sur lequel il peut jouer jusqu'à une vingtaine d'airs différents. Le mécanisme intérieur, analogue à celui qui faisait mouvoir le Joueur de flûte, était plus extraordinaire encore, à cause de sa plus grande complication et du déploiement considérable de force motrice nécessaire par le jeu continu du soufflet. Sous certains rapports, le Tambourinaire mécanique de Vaucanson était supérieur aux meilleurs tambourinaires humains, à cause de la pureté des sons émis, de la facilité avec laquelle il abordait les trilles les plus difficiles et les passages les plus épineux des variations. Il eût épuisé, au concours, les plus vigoureux joueurs de tambourin du temps, et les eût forcés à demander grâce, après les avoir battus par sa réelle supériorité comme exécutant infatigable.

Après son *Joueur de tambourin*, Vaucanson fit ses deux *canards*, qui sont, pour les connaisseurs, un sujet d'admiration. Ils exécutent tous les mouvements qui les rapprochent de la nature, d'après les principes les plus ingénieux de la mécanique. Le mouvement du cou, des ailes, des pattes, est absolument calqué sur la nature, et les pièces et leviers de métal qui font agir

toutes les parties de la machine sont la véritable reproduction des différentes pièces de la charpente osseuse des palmipèdes.

Les *canards* de Vaucanson avalaient sans difficulté — avec gloutonnerie, pourrait-on dire, — le grain placé devant eux, le digéraient et le rendaient, par l'autre extrémité, sous une forme tout à fait différente. Pour parvenir à ce résultat, cause d'étonnement, le savant mécanicien

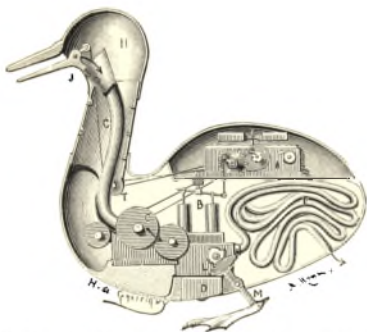


Fig. 92. — Intérieur du « canard digérant » de Vaucanson.

A, mouvement d'horlogerie. — B, pompe. — C, meule pour broyer le grain. — F, tube des intestins. — I, bec. — H, tête. — M, pattes.

avait dû installer, dans l'endroit représentant l'estomac desdits oiseaux, une sorte de laboratoire, où le grain, d'abord broyé par une roue dentée, subissait une action chimique qui le décortiquait et en faisait une espèce de pâte évacuée ensuite après avoir traversé un long tube plusieurs fois replié sur lui-même et représentant les intestins.

Qui sait aujourd'hui ce que sont devenus ces chefs-d'œuvre de mécanique?

Vaucanson construisit encore d'autres automates, mais moins remarquables que ceux que nous venons de décrire. Lors de la représentation de *Cléopâtre*, tragédie de Marmontel, il fit un aspic qui semblait vivant et qu'on voyait ramper, siffler, et finalement percer le sein de la reine. La pièce n'eut aucun succès et, comme quelqu'un demandait à l'illustre mécanicien ce qu'il en pensait, on prétend que Vaucanson répondit simplement : « Oh! je suis de l'avis de l'aspic, je siffle comme lui! »

En 1746, Vaucanson fut nommé membre de l'Académie des Sciences, mais avec beaucoup de peine. Quelques savants lui reprochaient de ne pas être *géomètre*.

« Mais, dit-il, on veut un géomètre : je vais leur en fabriquer un! »

Parmi les plus fameux constructeurs d'automates, après Vaucanson, on peut citer particulièrement l'horloger allemand Jean Muller, plus connu sous le surnom de *Regiomontanus*, et Jacquet-Droz, manufacturier du canton de Neuchâtel.

Le premier construisit, disent les anciennes chroniques, des merveilles mécaniques. Il imagina un aigle automate qui s'élança dans les airs et vola pendant l'espace de plus de trois cents pas à la rencontre de l'empereur d'Allemagne Frédéric, qui rentrait en grande pompe dans ses États. Peu après, il exhiba une araignée de cuivre imitant la nature à s'y méprendre, et de la grosseur d'une araignée ordinaire. Quand on mettait cette araignée sur une table, elle courait comme si elle eût été vivante. On juge de la prodigieuse petitesse dont devaient être les ressorts moteurs d'une semblable machine!

Jacquet-Droz s'illustra aussi de son siècle par ses conceptions étonnantes, mettant en jeu les principes les plus délicats de la mécanique. Un jour, il présenta au roi d'Espagne une horloge où l'on voyait un berger, un chien et

une corbeille remplie de pommes. Dès que l'heure sonnait, le berger jouait de la flûte et le chien gambadait gaiement autour de lui. Le roi était émerveillé de ce surprenant mécanisme.

« Ce n'est pas tout, dit l'habile artiste; que Votre Majesté essaye de prendre une de ces pommes. »

Le roi étendit la main vers la corbeille.

Aussitôt le chien automate se tourna vers lui en aboyant si fort que tous les autres chiens du palais, qui l'entendirent, se mirent à aboyer à l'unisson.

« Ce n'est pas encore tout, ajouta Jacquet-Droz; Votre Majesté veut-elle bien demander à ce chien quelle heure il est? »

— *Qué hora es?* demanda le roi.

— Ah! sire, reprit l'horloger, cette bonne bête faite en Suisse ne comprend pas l'espagnol. Je n'ai pu, jusqu'ici, lui enseigner que le français.

— Alors, quelle heure est-il? reprit le roi, dont la curiosité était vivement excitée.

— Trois heures moins un quart, répondit distinctement le chien.

— C'est le diable! s'écria avec épouvante un grand seigneur d'Espagne qui assistait à cette exhibition.

La tradition ajoute qu'en effet Jacquet-Droz fut un moment accusé de sorcellerie.

Nous avons assisté dernièrement à l'exhibition à Paris d'un autre appareil automatique ayant la forme d'un énorme Turc, vêtu du légendaire costume et assis, les jambes repliées sous lui, sur une caisse quadrangulaire munie de roulettes.

On apportait sur la scène cet automate, et le barnum, ouvrant les vantaux de la caisse, remontait ostensiblement et avec un bruit d'engrenages formidable le ressort d'un mouvement d'horlogerie dont les rouages semblaient occuper tout l'intérieur. Puis, un « amateur » quelconque se présentait et une partie d'échecs commençait entre le

Turc et ledit amateur. Tout en poussant ses figures sur le damier, l'automate roulait des yeux terribles et tirait d'énormes bouffées d'un narghilé déposé à ses pieds. Souvent l'amateur perdait et, la partie terminée, on rentrait l'automate, — avec le jeune homme qui était dissimulé dans son énorme pause, et qui, invisible, les jambes cachées derrière le mouvement d'horlogerie, lequel paraissait considérable par une illusion d'optique et n'était rien autre chose qu'un simulacre, dirigeait les mouvements des bras du poussah et exécutait les coups de maître qu'un cerveau humain était seul capable de concevoir.

Tout le secret résidait donc dans la construction du personnage, lequel était disposé de telle façon qu'une personne fluette pût se dissimuler dans sa cavité. Mais l'illusion n'en subsistait pas moins dans l'esprit des spectateurs et de l'amateur d'échecs, se trouvant parfois inférieur à l'intelligence d'une machine. Le constructeur d'*Az-Rah*, en homme ingénieux, avait préféré se fier à l'intelligence humaine plutôt qu'au jeu plus ou moins parfait d'une machine compliquée. Une anecdote dit qu'un mauvais plaisant, voulant s'assurer de la présence d'une personne dissimulée dans l'automate, se mit à crier : *au feu!* en pleine représentation. On vit alors l'automate faire des mouvements et des contorsions étranges pour s'échapper, et il fallut le transporter, — pour le calmer, dit l'histoire, — derrière un rideau, ce qui permit « au moteur » de l'automate de reprendre ses esprits.

Tel n'était pas, paraît-il, le secret de l'automate joueur d'échecs du baron de Kempelen, avec lequel Napoléon I^{er} fit une partie en 1809 à Schoenbrunn, et sur lequel on ne possède pas de documents bien précis.

Mais cette idée n'était pas neuve et longtemps auparavant déjà on avait eu l'idée de substituer à une machine une personne invisible, pour faire jouer, suivant des ordres donnés à haute voix, une épinette ordinaire. Ce fait

eut lieu sous Louis XIV ; l'épinette mystérieuse qui avait fait son apparition à la foire de Saint-Germain et dont tout le monde parlait, fut apportée à Paris où son inven-



Fig. 95. — Automate joueur d'échecs, à Paris en 1877.

teur, un nommé Raisin, la fit fonctionner devant le roi. Celui-ci ordonna qu'on ouvrit la caisse de l'instrument, et on en vit sortir un jeune enfant, beau comme le jour, et qui fut choyé par toute la cour.

On cite aussi parmi les automates célèbres ceux construits par Léonard de Vinci, les « têtes parlantes » de l'abbé Mical et l'*androïde* d'Albert le Grand, qui ouvrait en saluant à ceux qui venaient frapper à sa porte. Mais aujourd'hui la construction des automates n'a plus que de rares adeptes, ces sortes de machines étant très coûteuses et n'intéressant que peu de temps, jusqu'à ce que la curiosité soit satisfaite. Il existe encore quelques artistes, en Suisse, qui fabriquent de petits automates, mais ils sont rares.

CHAPITRE II

Les boîtes à musique

Les premières « boîtes à musique » qui furent inventées, il y a un siècle à peine, constituèrent ce qu'on appela des *serinettes*. C'étaient de véritables petites orgues, — à anches libres, naturellement, — possédant sommier, soufflet et clavier, et que l'on mettait en mouvement au moyen d'une manivelle. Avec un cylindre denté soulevant les soupapes ou appuyant sur les touches, on parvenait à faire jouer à cet instrument primitif différents airs. Le son des anches étant en parfaite harmonie avec le timbre de voix des oiseaux que l'on désire éduquer, on peut s'en servir pour l'instruction des serins et autres chantres ailés. L'invention des boîtes à musique est venue après celle de la serinette.

Les boîtes à musique se composent de trois organes essentiels : un mouvement d'horlogerie, un cylindre ou rouleau, et un peigne.

Le mouvement d'horlogerie est à ressort et se remonte soit avec une clef, soit à l'aide d'un levier. Il n'a d'autre but que de mettre en marche le cylindre dont les chevilles ou picots, représentant chacun les différentes notes de l'air à exécuter, font vibrer à tour de rôle les dents du peigne. Ce cylindre est généralement en laiton, et tourne sur son axe avec une vitesse très régulière, que l'on règle d'avance au moyen d'un volant à ailettes ou de tout autre régulateur.

La notation musicale du cylindre se fait de la manière suivante : on prend un papier quadrillé mesurant exactement sa surface, puis on marque chaque note au point d'intersection des lignes horizontales avec leurs perpendiculaires. Les intervalles qui séparent les lignes horizontales équivalent à une fraction de mesure ou, si l'on préfère, au temps qui, par exemple, doit s'écouler entre deux doubles-croches, deux croches, une noire, etc. Ces lignes sont parallèles à l'axe du cylindre; quant aux perpendiculaires, leur écartement est calculé de façon que chacune d'elles corresponde aux diverses dents du peigne.

Supposons qu'on ait à noter successivement sur la ligne du *mi*, *mi double-croche*, *mi croche* et *mi noire*. Une première ligne parallèle étant prise comme ligne de départ, on inscrira à son point d'intersection avec la perpendiculaire qui correspond au *mi* du peigne, le *mi double-croche*. Le *mi croche* se notera sur le point d'intersection placé immédiatement au-dessus, puisque l'intervalle qui les sépare représente la valeur de la double-croche; enfin le *mi noire* sera inscrit deux lignes plus haut, vu que la croche vaut deux doubles-croches. En un mot, on doit, avant de pointer une note, tenir compte de la valeur de celle qui la précède, afin de laisser entre elles la distance représentant la valeur de la première.

L'air que l'on désire faire exécuter par l'instrument une fois pointé, on colle le papier avec soin sur le rouleau, puis, à l'aide d'un foret, on perce autant de trous qu'il y a de points notés. On enlève ensuite le guide et, après avoir chassé dans chaque trou une petite cheville conique, que l'on fixe avec du mastic de fontainier, on enroule autour du cylindre une longue bande de papier que l'on fait traverser par les picots au moyen d'une brosse, jusqu'à ce qu'on ait atteint la hauteur que ceux-ci doivent avoir. On les égalise alors au tour de manière à ce qu'ils agissent tous également sur les dents du peigne.

Le peigne ou clavier consistait autrefois en un certain

nombre de petites pièces d'acier, à trois ou quatre dents, qu'on reliait à vis sur un même axe; mais, depuis 1796, époque où un ouvrier du nom de Faivre perfectionna la fabrication des boîtes à musique, le peigne se fait avec une lame d'acier dans laquelle on découpe un certain nombre de dents effilées du bout. Chaque dent représente une note différente; plus la note est grave, plus est longue et forte la dent du peigne qui doit la produire. Les dents qui donnent les notes basses sont chargées en dessous, près de leur extrémité effilée, d'un petit pelot en plomb qui diminue le nombre de leurs vibrations et rend, par suite, leur son plus grave. La charge que supportent les dents du peigne doit donc être d'autant plus faible que les notes qu'elles représentent sont plus aiguës. Dans la partie médiane, chaque pelot supporte une petite barbe de laiton ou de plume qui empêche la dent de vibrer outre mesure; enfin, dans la partie haute, on supprime la charge de plomb et l'on colle la barbe de plume avec un peu de gomme laque.

Le cylindre des boîtes à musique à orchestre porte, en plus des chevilles, un certain nombre de *ponts* disposés de manière à ne pas faire vibrer les dents du peigne, mais à agir à certains moments, soit sur une sourdine qui, en détruisant la sonorité du peigne, lui fait émettre des sons analogues à ceux de la guitare ou de la mandoline, soit sur des leviers qui font sonner des timbres, jouer des tambourins, des cymbales, frapper des castagnettes, etc. Certains de ces instruments possèdent également une série de soufflets, mus par le cylindre et qui, en faisant vibrer des lames élastiques (anches vibrantes libres), imitent assez bien la flûte et même la voix humaine.

Dans les boîtes à musique où le rouleau ne porte qu'un seul air, celui-ci est toujours fixe sur son axe; dans celles où, au contraire, il peut en exécuter plusieurs (18 au maximum), le cylindre se déplace à chaque air nouveau.

Ce déplacement est automatique ou s'obtient, comme dans les orgues à manivelle de Barbarie, en tirant ou en poussant le rouleau.

Lorsque le changement d'air est automatique, l'une des faces latérales du cylindre est munie d'un plan incliné circulaire qui fait corps avec une roue dentée mobile sur son axe, et frotte contre une brosse fixée après le rouleau. Le nombre des dents de la roue est égal à celui des airs que comporte le cylindre. Sur le massif de la boîte se trouve un doigt mobile dont on peut paralyser l'action lorsqu'on veut faire répéter à l'instrument l'air qu'il vient de jouer et qui a pour effet, à chaque tour du cylindre, de déplacer d'une dent la roue et son plan incliné. Ce mouvement pousse le rouleau sans entraver sa marche et fait qu'il présente dès lors au peigne une nouvelle série de chevilles et de picots. A l'opposite du plan incliné, sur l'axe même du cylindre, est un ressort à boudin qui tend sans cesse à rapprocher le rouleau du plan incliné, lequel est disposé de telle sorte qu'arrivé à sa plus grande hauteur, il puisse redescendre et ramener le cylindre à son point de départ.

Dans les boîtes à musique bien construites, un levier spécial agit directement sur le plan incliné et permet de faire jouer à l'instrument tel air que l'on désire.

L'industrie de ce genre d'appareils est très répandue en Suisse particulièrement, où elle occupe plusieurs centaines d'ouvriers, parmi lesquels se trouvent de véritables artistes. La fabrication de ces instruments exige du reste une grande habileté lorsqu'on veut atteindre la perfection. Aussi, à côté des boîtes à musique de peu de valeur en existe-t-il qui se vendent plusieurs milliers de francs. Les plus communes sont à manivelle et constituent un des jouets les plus enviés par les enfants. Quelquefois même on dissimule ces instruments dans divers objets, tels que carafes, tabatières, pendules, caves à liqueurs, boîtes à bonbons, porte-cigares, etc.

Le mécanisme des boîtes à musique est à peu de chose près le même que celui des *orgues de Barberi* (par corruption, orgues de *Barbarie*), appelées aussi *serinettes* et *turlutaines* dans certains pays. Mais là le ressort ou le levier moteur est remplacé par une manivelle qui fait tourner le cylindre piqué et jouer la soufflerie qui envoie l'air dans les tuyaux.

On a construit également, sans pitié pour les oreilles délicates, des pianos à cylindre et des orgues mécaniques



Fig. 94. — Boîte à musique de Genève,

que des Italiens traînent dans les rues, montés sur de petites charrettes, et dont ils se servent pour meurtrir de leurs accords inhumains même les tympans habitués aux bruits les plus discords. Là le génie des inventeurs a fait évidemment fausse route, car on peut bien dire que ces appareils à moudre des airs ne nous donnent qu'une caricature de la musique qu'ils exécutent impitoyablement.

Après avoir rendu à César ce qui lui appartient et à M. de Vaulabelle ces quelques détails sur le mécanisme des boîtes à musique¹, nous dirons quelques mots des

1. *Magasin pittoresque*, année 1885.

innombrables appareils qui empruntent à l'horlogerie quelques-unes de ses pièces pour leur fonctionnement.

Un mécanisme d'horlogerie qui se trouve dans toutes les cuisines, c'est bien certainement le *tournebroche automatique* à ressort, qui commence cependant à être remplacé, dans les intérieurs luxueux, par un moteur plus scientifique (voyez page 5).

Dans le tournebroche ordinaire, l'échappement n'existe pas, ou plutôt il est remplacé par le balancier, organe rudimentaire des premières horloges mécaniques, et qui frappe violemment l'air de ses larges palettes. Un certain nombre de rouages détermine la vitesse de rotation de la broche qui supporte la pièce à rôtir, et ils sont mis en mouvement par la force d'un barillet dans lequel est enfermé un puissant ressort que l'on bande pour mettre l'appareil en marche.

Il existe un grand nombre de jouets mécaniques qui possèdent pour moteur un ressort enfermé dans un barillet. Citons le chemin de fer mécanique, le bateau à hélice, le poisson nageur, le sonneur, l'hélicoptère, etc.

Dans un autre genre d'idées, les mécanismes d'horlogerie ont été appliqués, par exemple, à l'éclairage.

En effet, ce qui a fait la gloire de Carcel, c'est l'invention de sa lampe mécanique, dans laquelle une petite pompe à pistons, mue par un mouvement d'horlogerie, fait monter l'huile jusqu'à la mèche. Dans la lampe à modérateur de Franchot, le mouvement d'horlogerie et la pompe sont supprimés et remplacés par un puissant ressort à boudin dont l'élasticité fait appuyer sur la couche d'huile un plateau, et par suite la force à s'élever jusqu'à la mèche par un tuyau disposé à cet effet; ce perfectionnement est relativement récent.

Les photographes se servent assez communément pour éclairer, pendant la nuit ou dans un endroit obscur, l'objet qu'ils veulent reproduire, de *lampes au magnésium*. Le fil de métal enroulé sur lui-même passe entre

deux rouleaux de bois et arrive au foyer d'un réflecteur où on l'allume et où il produit un éblouissant faisceau de lumière très photogénique. Là encore, les ressorts interviennent; ils actionnent les rouleaux en sens inverse et font avancer, avec une vitesse parfaitement calculée, le fil de métal au fur et à mesure de sa combustion.

Aujourd'hui, par suite de la découverte d'un nouveau procédé de fabrication économique du magnésium au moyen de l'électrolyse, le prix de ce métal est tombé, de



Fig. 95. — Phonographe à mouvement d'horlogerie.

450 francs le kilogramme, à 150 francs à peine. Il est probable que l'éclairage par ce système va prendre une certaine extension. Une maison prussienne l'a si bien compris qu'elle a même résolu de décerner deux prix, dont le premier est de 100 marks, pour la meilleure lampe automatique à brûler le magnésium, qui lui sera présentée dans le délai de deux ans.

Le phonographe a aussi quelques rapports avec l'horlogerie. Dans le but de faire tourner avec une vitesse toujours égale le cylindre sur lequel on a enroulé la feuille

d'étain réceptrice de la parole, ce qui est important pour l'impression des sons et leur reproduction, on a muni l'appareil d'un mouvement d'horlogerie qui fait tourner le cylindre avec une vitesse constamment uniforme. De cette façon, on obtient des résultats de beaucoup supérieurs à ceux donnés par le phonographe dont la manivelle est mue à la main.

On voit, dans certains intérieurs, des tableaux peints à l'huile, représentant presque toujours la campagne, un village avec son église dans le clocher de laquelle on remarque un cadran d'horloge donnant l'heure d'une façon régulière. Ces productions nous viennent d'Allemagne principalement, et on en voit quelquefois de très compliquées. Alors, le tableau représente inmanquablement un port de mer avec un viaduc sur une rivière, le clocher et son cadran, et l'inévitable ballon dans un coin. Quand on a remonté le grand ressort de la pendule, les vagues de papier se soulèvent, grandissent et s'affaissent en faisant épouvantablement rouler et languer les petits bateaux de carton placés sur cette mer en miniature. Sur le viaduc passe un train de chemin de fer, excessivement omnibus, et qui pénètre dans un tunnel où il disparaît. Au premier plan, à côté de la cascade en verre tors, un cerf en bois et aux abois s'enluit, poursuivi par une meute de chiens qui ne l'atteignent jamais, et par une brillante compagnie de cavaliers qui « se hâtent lentement » pour employer l'expression de La Fontaine.

Le métronome de Maelzel rentre dans la même catégorie d'appareils utilisant à un degré quelconque un principe mécanique d'horlogerie. Inventé en 1784 par Abraham Bréguet, c'est toujours le même qui sert à nos musiciens contemporains.

C'est dans le *Dictionnaire* de Jean-Jacques Rousseau que l'on trouve la première description d'un appareil automatique pour battre la mesure. Sous l'inspiration d'un amateur nommé Davaux, Bréguet réalisa cet appareil qu'il

nomma *chronomètre musical*. Peu de temps après, il était débaptisé et appelé *plexichronomètre* (mot à mot, *battement de la mesure du temps*).

Ces appareils primitifs furent remplacés avantageusement, un peu plus tard, par le véritable *métronome*, dont l'invention est due à Maelzel. Tout le monde connaît cet instrument dont le mécanisme est renfermé dans une



Fig. 96. — Tableau-horloge à musique et à mouvements.

boîte en forme de pyramide quadrangulaire et qui porte une tige avec un poids mobile, tenant lieu de balancier retourné et qui, par ses oscillations bruyantes et régulières, marque intelligiblement une mesure quelconque, selon qu'il a été réglé.

Disons également en passant deux mots des *odomètres*.

Les odomètres sont des appareils, d'invention fort ancienne, car ils sont antérieurs à l'ère chrétienne, et

Vitruve en a donné une description très détaillée que nous abrègerons en quelques lignes.

Une des roues d'un carrosse est munie d'une dent qui vient frapper une lanterne à fuseaux, et la fait tourner d'un cran toutes les fois que la roue a fait un tour entier. Cette lanterne est armée à son tour d'une came qui frappe sur les fuseaux d'une seconde lanterne lorsque la première a fini sa révolution. Le mouvement est ainsi transmis à un tambour qui laisse tomber un caillou dans un vase d'airain à des distances déterminées : le nombre de cailloux recueillis à la fin de la journée au fond du vase indique l'espace parcouru.

Malgré les deux lanternes qui représentent les organes principaux de ce mécanisme, nous doutons fort que ceux qui employaient ce *compteur* y vissent bien clair dans leurs calculs.

Depuis cette époque reculée, l'*odomètre* a été réinventé plusieurs fois, et le sera probablement encore, car la grande difficulté est d'établir la communication du compteur avec les roues de la voiture, en supprimant les causes de rupture et d'irrégularité créées par les oscillations du véhicule. MM. Bertrand et Adenet, capitaines du génie, avaient imaginé le système de transmission suivant.

Un fil est posé librement avec un aussi faible jeu que possible dans une gaine flexible (une spire de fil d'acier très-serré), fixée d'une part au compteur, de l'autre à l'essieu. La gaine est plus ou moins flottante, suivant les mouvements de la partie suspendue de la voiture, mais le fil central, qui conserve toujours la même longueur, transmet au compteur kilométrique le mouvement des roues. Quand les roues de l'avant-train tournent, l'une d'elles, dont le moyeu forme excentrique, transmet à chaque tour un mouvement de va-et-vient à un verrou fixé sur l'essieu. Ce verrou est lié par une partie filetée au fil que contient la gaine : ce fil participe au mouvement alternatif du ver-

rou, et à chaque tour de roue il fait avancer d'une dent un rochet de l'horloge kilométrique.

Le compteur de MM. Bertrand et Adenet, destiné à être fixé derrière le siège du cocher des voitures de place, présente au voyageur une face portant :

1° Un cadran d'horloge ordinaire A qui marque l'heure ;

2° Un cadran du kilomètre B dont les aiguilles reçoivent le mouvement des roues de la voiture ;

3° Une ouverture rectangulaire E où se placent les chiffres qui indiquent le prix à payer au cocher, chiffres gravés sur deux disques marquant, l'un C, les centimes, l'autre D, les francs ; ces disques reçoivent leur mouvement de rouage des heures, quand ils sont mis en communication avec lui ;

4° Une autre ouverture F laissant voir les inscriptions qui correspondent à des tarifs particuliers.

L'autre face du compteur présente :

1° Un cadran totalisateur T dont les chiffres extérieurs indiquent les francs, et les chiffres intérieurs les centimes ;

2° Un cadran L indiquant le nombre de fois que la voiture a franchi la barrière ;

3° Un cadran indicateur K du nombre des voyageurs pour la journée ;

4° Un cadran H indiquant le nombre d'heures pendant lequel la voiture est restée vide ;

5° Un cadran V indiquant le nombre de kilomètres parcourus par la voiture à vide.

Lorsque la voiture est disponible, le compteur porte à sa partie supérieure un drapeau M sur lequel est écrit le

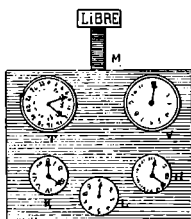


Fig. 97. — Odomètre Adenet et Bertrand.

mot *laine* : lorsque la voiture est louée, le drapeau est abaissé, et par cette situation il fait engrener les rouages qui mettent en mouvement les cadrans indicateurs.

Bien que de l'avis de M. Eugène Flachet, savant dont la compétence ne saurait être contestée, ce système ait réalisé les conditions essentielles d'un compteur, son application ne s'est pas généralisée.

Les odomètres sont des appareils qui ont pour but d'indiquer le nombre de *pas* faits dans une période de temps quelconque. Les plus ordinaires ont la forme d'une montre. Par la trépidation du corps à chaque pas, le méca-

nisme assez sensible enregistre ce déplacement et met en mouvement une sorte de minuterie qui marque sur un cadran le nombre de pas accompli. Connaissant approximativement la longueur de chaque pas (qui varie il est vrai avec les personnes, mais dans des limites assez restreintes), on a par un simple calcul la longueur du chemin parcouru. Cela peut être utile dans certaines occasions, assez rares il faut croire, car l'*odomètre* n'a eu qu'un succès assez médiocre.

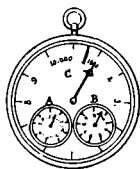


Fig. 98. — Podomètre.

A, cadran des dizaines. —
B, cadran des centaines.
— C, cadran des milliers.

Le *podomètre* est une invention plus moderne qui paraît n'avoir pas plus de valeur que son aîné, — au point de vue de l'exactitude rigoureuse, bien entendu. Le *podomètre* n'est pas une montre kilométrique, ainsi qu'on l'a improprement désigné, car il indique plutôt le nombre de pas faits dans un temps donné que la distance parcourue. Cet instrument est porté dans une position verticale, soit dans la poche du gilet, soit suspendu à une boutonnière ; il cesse de fonctionner lorsque l'anneau n'est plus en haut.

« Le mécanisme est très simple. Un petit marteau P est disposé horizontalement et fixé librement à l'extrémité du manche.

Va-t-on vite, le petit marteau bat le pas avec rapidité; va-t-on doucement, le marteau se soulève lentement. Autant de coups de balancier, autant de dents qui passent; par suite, autant de pas enregistrés.

L'instrument ne donne donc évidemment que le nombre de pas, et non en réalité la distance; mais si le pas est régulier, on en peut déduire la distance assez exactement. Une petite vis de rappel permet de régler le fonctionnement de cette montre.

Une fois l'instrument accroché, on ne peut plus faire un pas sans qu'il soit noté; impossible d'aller d'un bout à l'autre de sa chambre sans que le podomètre enregistre le déplacement. On ne saurait croire ce que l'on fait de pas oubliés par jour. Beaucoup de personnes, sans y prendre garde, parcourent ainsi des kilomètres dans leur appartement. Jamais l'instrument ne se remonte; il est toujours prêt à fonctionner. On marche vite, il va vite; la vitesse se ralentit, il va plus doucement.

Le podomètre n'offre pas seulement un intérêt de curiosité. Pour les officiers et les ingénieurs, il donne un moyen, sinon exact, du moins approximatif, de déterminer les distances; il permet de constater les variations de vitesse d'une troupe en marche. Si l'on y joint un petit baromètre de poche donnant les différences du niveau, il devient facile de faire avec cet instrument des relevés de reconnaissance, des vues cavalières, des levés de terrain rapides.

En somme, ainsi qu'on peut en juger par ce qui précède, très-ingénieux l'un et l'autre en théorie, l'*odomètre* et le *podomètre* ne donnent à la pratique qu'une approximation incertaine dans l'évaluation des distances parcourues.

CHAPITRE III

Les planétaires et les horloges astronomiques.

Comme on a pu le voir dans les précédents chapitres, les horloges monumentales possédaient presque toutes des cadrans qui indiquaient la marche des planètes dans le ciel.

Jusqu'à ce que le système du monde de Copernic, le seul réel et rationnel, fût définitivement adopté, les mouvements de ces cadrans, dans lesquels le Soleil tournait autour de la Terre, étaient excessivement compliqués pour arriver à donner aux sept astres mobiles alors connus un mouvement se rapprochant de la réalité. Tels étaient les mécanismes des cadrans astronomiques de Strasbourg, de Lyon, etc.

On voit encore actuellement à la Bibliothèque Sainte-Geneviève, dans la salle des manuscrits, une fort belle horloge astronomique de ce genre, imaginée par le mathématicien Oronce Finée, qui vivait sous les règnes de François I^{er} et de Henri II. Cette horloge, qui a la forme d'un prisme pentagonal, est supportée par un pilier cylindrique d'un mètre de haut et orné de cinq figures de Chimères. Chaque coin du prisme est encastré dans une colonne d'ordre corinthien avec son chapiteau, et ces colonnes réunies supportent un petit dôme qui renferme la sonnerie et le mouvement de l'horloge.

Chaque face du pentagone porte deux cadrans, ou orbes, qui indiquent les mouvements des planètes dans le ciel.

Malheureusement, le principe de cette horloge est absolument faux et, malgré les cent roues d'engrenage contenues dans le prisme, les indications ne peuvent qu'être fausses. Ce n'en est pas moins une curiosité de ce que l'horlogerie mécanique pouvait déjà faire sous la Révolution.

En suivant l'ordre chronologique, après l'horloge astronomique d'Oronce Finée, nous trouvons le *planétaire automate* indiqué par Christian Huyghens vers la fin du dix-septième siècle, et dont on trouve la description dans un écrit posthume qui a été traduit en français par Antide Janvier vers 1765.

Ce planétaire se compose d'une boîte octogone en bois de deux pieds de diamètre et six pieds de profondeur. Sur la face antérieure on voit une platine en cuivre doré, couverte d'une glace transparente, et sur laquelle sont tracés les orbes des planètes, suivant le système de Copernic et les lois de Képler. Ces orbites sont coupées jusque dans l'intérieur, de sorte que les petites broches qui se meuvent dans les rainures et traversent la platine portent des demi-globes, représentant les planètes



Fig. 90. — Planétaire d'Oronce Finée.

et exécutant leurs mouvements sur sa surface. Saturne entraîne avec lui *cinq* satellites, Jupiter quatre et la Terre un seul, la Lune. Ces satellites sont placés sur les mêmes orbites que leurs planètes et le système tout entier évolue avec tant d'exactitude et de précision autour du Soleil immobile, qu'il suit, non seulement le temps périodique, mais jusqu'aux irrégularités des révolutions annuelles de chaque planète. La Lune fait un tour autour de la Terre en une période de vingt-huit jours et demi, mais tous les autres satellites sont fixes pour ne pas compliquer la machine (voy. la fig. 100, ci-contre).

Dans la partie inférieure de la platine sont deux ouvertures peu distantes l'une de l'autre, entre les orbites de Saturne et de Jupiter; elles ont deux pouces de long et six lignes de large. Dans l'ouverture supérieure on voit le quantième du mois; dans l'autre, l'année courante. Ils tournent comme le reste par l'effort d'un ressort moteur avec leurs cercles respectifs, dont l'un est divisé en 565 parties égales, qui représentent les jours et les années. Le mouvement est imprimé à toute la machine par une horloge renfermée dans l'intérieur et qui marque les heures et les minutes par une ouverture demi-circulaire pratiquée dans la partie supérieure, entre les orbites de Jupiter et de Mars. Chaque heure, passant successivement, indique en même temps les minutes par son passage.

La machine et les boules représentant les planètes peuvent se mouvoir à la main quand on veut montrer quelle position les planètes auront dans le ciel à une époque quelconque. De plus, au moyen d'une manivelle, on peut faire rétrograder toutes les planètes ensemble sur leurs orbites, de manière à voir les positions qu'elles ont occupées pendant un siècle auparavant. Ensuite, on ramène avec la plus grande facilité le jour courant à la hauteur de l'ouverture.

L'horloge astronomique de Huyghens était une conception magnifique pour l'époque à laquelle elle se produisit.

Malheureusement, si Huyghens était le meilleur astronome de son temps, il n'avait que des connaissances imparfaites en horlogerie et il s'occupait peu de ses œuvres. Aussi lui reproche-t-on la construction défectueuse de ce planétaire dont l'exécution était beaucoup trop compliquée, et dont un grand nombre de pièces délicates auraient pu être au moins remplacées par d'autres plus

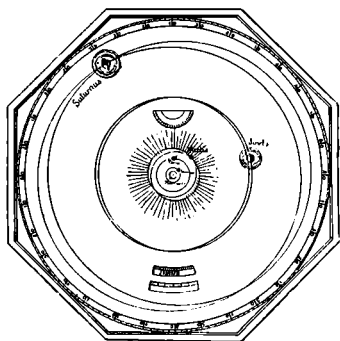


Fig. 100. — Planétaire de Huyghens, face supérieure.

simples. Cette légère critique n'empêche cependant pas de reconnaître le plus grand mérite à ce premier essai sérieux de construction astronomique.

On cite aussi, comme horloge astronomique intéressante, la *sphère de Passemant*, la plus importante de toutes celles qui furent construites sous Louis XV et qu'on peut voir, encore aujourd'hui, au château de Versailles.

« Dans cette pièce vraiment curieuse, dit Dubois dans son *Histoire de l'Horlogerie*, les révolutions des corps cé-

lestes, leur lieu dans le zodiaque, leurs stations et rétrogradations apparentes, le lever et le coucher du Soleil pour tous les pays du monde, se trouvent marqués; les jours y croissent et décroissent, la Terre y a son mouvement de parallélisme, la Lune ses différentes phases; les éclipses y sont rigoureusement marquées. Le nombre de l'année représenté dans cette machine change tous les ans, et les changements sont disposés pour *dir mille années!* Tous ces phénomènes s'exécutent dans la sphère au moyen de soixante roues et d'autant de pignons dont peu sont dans son intérieur, ce qui la rend à la fois plus dégagée, plus solide et lui donne un aspect plus agréable à la vue.

« De plus, cette horloge marque le temps vrai et le temps moyen, par une équation simple et nouvelle, de l'invention de l'auteur. Elle donne le jour de la semaine, le nom et le quantième du mois, que ce mois ait trente ou trente et un ou même vingt-sept ou vingt-huit jours comme février dans les années bissextiles. Le pendule bat les secondes, qui sont marquées par une aiguille concentrique. Dans cette machine, Passemant a utilisé deux inventions de Julien le Roy. Par la première, la pendule sonne l'heure, les quarts, et les répète à volonté; par la seconde, il compense l'effet du froid et du chaud sur son régulateur; et sa construction, semblable à celle de Julien le Roy quant au principe, en est d'ailleurs fort différente : tout le mécanisme est caché dans la lentille. »

Quoi qu'il en soit, malgré sa complication, la machine de Passemant est de beaucoup supérieure à tous les appareils similaires qui apparurent vers la même époque, notamment aux sphères mouvantes du savant Pigeon d'Osangio. La partie matérielle de l'œuvre de Passemant, si digne d'occuper une place honorable dans l'histoire de l'horlogerie, fut exécutée par Dauthiau, horloger du roi Louis XV, qui passa douze années à terminer ce travail, dans l'exécution duquel il fit preuve d'une adresse et

d'une intelligence peu communes. Le roi fut si content de cet ouvrage qu'il voulut, non seulement que l'auteur en reçût le prix, mais encore qu'il y fût ajouté une pension, récompense d'autant plus flatteuse pour Passeman que Louis XV passait, parmi les savants de l'époque, pour avoir des connaissances assez étendues en astronomie et en mécanique.

Antide Janvier construisit, lui aussi, mais plus tard, en 1790, une sphère mouvante assez compliquée, au moyen de laquelle il était facile de savoir immédiatement l'heure qu'il était, sur une longitude quelconque du globe. Cette machine, que Louis XVI désirait acheter, fut portée aux Tuileries pour lui être présentée, et ce fut là qu'il arriva à l'inventeur une disgrâce dont l'on croit indiquer la cause dans l'anecdote suivante :

Quelques instants avant que le roi entrât dans la pièce où se tenait Janvier avec son horloge, la reine Marie-Antoinette passa et voulut voir la nouvelle invention. M. de Brézé la conduisit alors près de l'artiste, qui s'empessa de lui expliquer son ouvrage. La princesse écouta avec attention, puis demanda comment on voyait l'heure.

Janvier lui fit d'abord remarquer le nom de la ville de Paris sur la carte, et observer ensuite que le méridien qui le traversait descendait sur l'échelle des longitudes mobiles à la minute actuelle : « Supposons maintenant, madame, dit-il, que vous veuillez connaître l'heure qu'il est dans un autre lieu, à Metz, par exemple.... » A ce mot, la reine, qui s'était baissée pour voir de plus près le cadran géographique, se relève vivement, fait un pas en arrière en jetant un regard foudroyant à l'artiste stupéfait, et passe avec ses deux enfants et M. de Brézé qui la suit.

Janvier reste interdit, mais à l'instant il se rappelle le voyage de Metz où le roi devait se retirer en sortant de Versailles, voyage dont le projet n'avait pu être mis à exécution, et il ne douta pas que la reine n'eût pris l'in-

dication faite au hasard de la ville de Metz pour une allusion mordante.

Parmi les œuvres du même genre exécutées dans la période moderne, on doit citer en première ligne le grand planétaire astronomique imaginé et construit à Londres par l'astronome italien Perini.

Ce planétaire, le plus grand qui ait jamais été édifié, a la forme d'un kiosque de trois mètres de hauteur, et dont le toit, de profil circulaire, est soutenu par douze piliers. On pénètre dans ce kiosque en se baissant, et lorsqu'on lève les yeux à la voûte, on aperçoit un ciel bleu foncé, parsemé d'étoiles, au-dessous duquel voguent, suspendues à des fils presque invisibles, neuf sphères, dont la plus grosse, lumineuse et placée au centre, représente le Soleil. Les huit autres, à peu près à l'échelle, sont les planètes du système solaire, suivant des orbites elliptiques tracées dans la voûte du planétaire et tournant sur elles-mêmes par l'effet d'un mécanisme intérieur. Le ressort moteur une fois bandé, toutes ces sphères se mettent en marche avec le silence majestueux qui caractérise tous les grands mouvements de la nature; le Soleil tourne sur son axe; les planètes tournent autour de lui dans leurs diverses périodes et pivotent en même temps sur elles-mêmes pour produire la succession des jours et des nuits; enfin les satellites gravitent en cadence autour de chaque globe auquel ils sont soumis.

Cette merveille de mécanique et d'horlogerie a coûté à M. Perini sept ans de travail ininterrompu, jour et nuit, et plus de 700 livres sterling (17 500 francs). La petite sphère, de quelques centimètres de diamètre, qui représente la Terre, lui a coûté à elle seule plus de 40 livres (1000 francs).

Le mécanisme de ce planétaire, est, paraît-il, moins compliqué qu'on le pourrait croire et il peut s'exécuter de toutes grandeurs. La communication du mouvement par les engrenages s'opère sans bruit et les sphères peuvent



Fig. 101. — Grand planétaire du professeur Perini.

être mises en mouvement, d'une façon lente ou rapide, au gré de l'expérimentateur.

Passant maintenant aux pendules astronomiques plus modestes et de dimensions plus restreintes que le grand planétaire, on peut particulièrement citer la pendule si ingénieuse qui a été combinée par M. Mouret et s'est répandue dans tous les établissements d'instruction.

Sur le dessus d'une pendule ordinaire, avec socle en marbre ou en métal, se trouve un globe terrestre incliné sur son axe comme l'est en réalité la Terre dans l'espace, et tournant sur lui-même en vingt-quatre heures. Chaque longitude à l'équateur de ce globe porte l'heure qu'il est tout le long de ce degré, de telle façon qu'en jetant un simple coup d'œil sur le globe, on voit immédiatement l'heure qu'il est à un point quelconque de la Terre, tandis qu'il est telle autre heure à Paris.



Fig. 102. — Pendule cosmographique de M. Mouret.

Comme on n'a pu représenter, dans cet appareil, le Soleil, qui, à l'échelle à laquelle se trouve la sphère, aurait deux mètres de diamètre et serait placé à trois cent cinquante mètres, un mécanisme spécial fait varier l'inclinaison de l'axe, de telle façon que les saisons sont parfaitement indiquées et qu'on reconnaît au premier coup d'œil à quelle distance on est des équinoxes ou des

solstices, rien que par l'inclinaison du globe et ses positions-relativement au Soleil.

Le sphéroïde et la pendule avec le mécanisme très-simple qui la conduit sont placés sous verre, à l'abri de la poussière, et la marche de tout le système est très satisfaisante.

On vend aussi, chez certains marchands d'objets instructifs ou de fournitures scolaires, des *systèmes solaires*, dans lesquels, en tournant une manivelle, on fait pivoter le Soleil, la Terre et les planètes sur leur axe dans leurs périodes respectives, puis les satellites autour des planètes et les planètes autour du Soleil, centre moteur de toute la machine. Ces ingénieux appareils de démonstration aident à saisir tous les mouvements des astres, d'une façon très-heureuse; leur seul défaut est dans la complication des rouages nécessaires, lorsque, par un unique mouvement de rotation donné à un axe, on veut obtenir une quinzaine de mouvements circulaires différentiels.

Évidemment, quand on met l'appareil en marche, les astres (dont les proportions ne sont nullement conservées), ont des vitesses différentes, mais relatives à toutes celles des astres du planétaire, et non comparables, à quelque échelle que ce soit, aux astres du ciel, car il est bien évident que, si l'on voulait conserver les proportions, tout paraîtrait, quoique en pleine marche, dans un repos absolu.

CHAPITRE IV

Les enregistreurs.

Il est deux classes d'appareils qui doivent à l'horlogerie leurs principes de construction : ce sont les appareils électriques et les *météorographes* ou enregistreurs.

Voici quelques détails sur les types principaux de ces deux classes d'instruments, dérivés, nous le répétons, de l'horlogerie, et qui forment aujourd'hui des industries spéciales.

Parmi les appareils électriques, nous mentionnerons principalement les télégraphes qui furent construits, d'abord par des horlogers, comme Abraham Bréguet, avant de l'être par des électriciens spéciaux.

Le télégraphe Bréguet, fort différent de celui de Morse, désigne les lettres de l'alphabet par une aiguille se mouvant sur un cadran. Il n'est plus guère employé aujourd'hui, car on lui reproche surtout de ne laisser subsister aucune trace de la dépêche reçue et on lui préfère le système Morse ou Hughes. Il se compose de deux appareils, le manipulateur ou expéditeur et le récepteur.

Le manipulateur se compose d'un cadran de laiton moulé sur une planche de bois quelconque de forme carrée; ce cadran porte, gravés, les lettres et les chiffres disposés comme dans le récepteur. A chaque lettre correspond une échancrure, à la circonférence du cadran. Une manivelle fixée au centre peut parcourir toute la circon-

férence de ce cadran; elle porte à sa surface intérieure une dent qui peut entrer dans les échancrures, et sert à bien assurer sa position, en face des différentes lettres ou des chiffres marqués sur le cadran. Un levier permet d'envoyer le courant de la pile motrice dans la ligne et d'actionner à volonté la sonnerie ou l'appareil récepteur. Ce levier s'appelle *commutateur*.

Le récepteur est un cadran portant les vingt-cinq lettres de l'alphabet et une croix, ce qui fait vingt-six signaux. Au repos, l'aiguille doit être toujours sur la croix, cette position est celle d'où l'on part et à laquelle on doit toujours revenir après la réception de la dépêche. Dans la transmission, et sous l'influence d'un mécanisme électro-magnétique très simple l'aiguille parcourt rapidement le cadran, de gauche à droite, sans jamais rétrograder, fait un temps d'arrêt sur chacune des lettres composant les mots de la dépêche, et sur la croix à la fin de chaque mot pour le séparer nettement du suivant. L'employé, en suivant de l'œil les mouvements de l'aiguille, et son arrêt sur chacune des lettres, arrive, après un exercice de quelques jours, à lire très rapidement les lettres et les mots qui lui sont transmis par le manipulateur.

Aujourd'hui on emploie beaucoup le *télégraphe imprimant*, imaginé par M. Hughes et construit en France par MM. Digney frères.

Dans ce télégraphe, le manipulateur est remplacé par une série de touches de piano qui représentent chacune une lettre de l'alphabet ou un chiffre. Le récepteur est un mécanisme assez compliqué qui manœuvre une série de poinçons imprimant en bleu sur une mince bande de papier qui se déroule continuellement, les lettres que le manipulateur a envoyées. Le moteur est un poids de 50 kilogrammes qui descend à mesure du travail de l'appareil. A l'Administration centrale des télégraphes, à Paris, comme les télégraphes Hughes sont dirigés par des

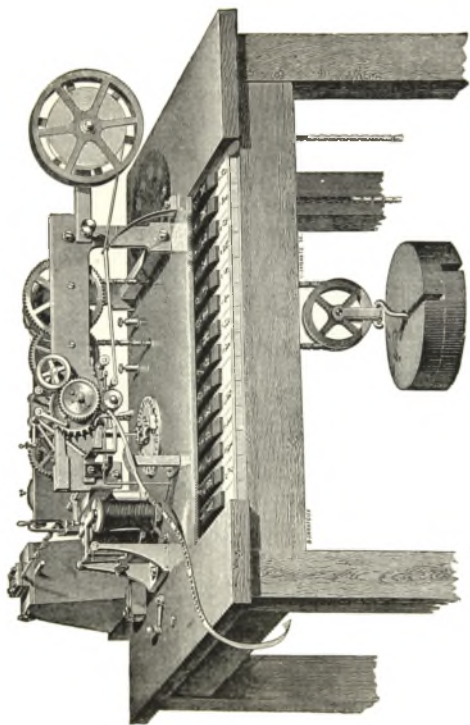


Fig. 105. — Appareil télégraphique imprimeur de Hughes.

dames, une petite turbine hydraulique Humblot¹ remonte ce poids, une fois qu'il est arrivé à la fin de sa course.

Le récepteur du télégraphe Morse est le seul système qui emploie un mouvement d'horlogerie pour sa mise en marche. C'est un appareil excellent et que l'on trouve encore partout à l'heure actuelle.

La bande de papier sur laquelle s'impriment les si-

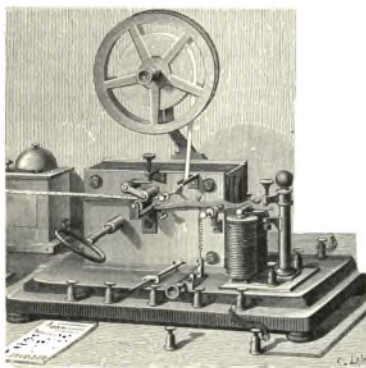


Fig. 104. — Récepteur télégraphique Morse-Dréguet.

gnaux du système Morse (points et traits), passe entre deux rouleaux mus par un mouvement d'horlogerie à ressort qui la fait avancer régulièrement. Un électro-aimant reçoit le courant envoyé par le manipulateur et attire un levier qui soutient une molette recouverte d'encre grasse. Cette molette touche le papier à chaque attraction

¹ Voyez la description de cette turbine dans le livre DES MOTEURS, page 53. — *Bibliothèque des Merveilles*, 1881.

et y imprime en traits bleus une série de points et de traits, suivant que l'attraction a été plus ou moins brusque ou plus ou moins longue.

Mais l'appareil télégraphique le plus merveilleux est bien certainement le *pantélégraphe Caselli*, qui reproduit absolument tout ce qui lui est confié à cent lieues de distance : écriture ou dessin.

En réalité, c'est au physicien anglais Bain que l'on doit le premier télégraphe *autographique*, c'est-à-dire reproduisant le fac-similé d'une écriture ou d'un dessin quelconque. Le principe de l'appareil était le suivant : à chacune des stations, un plateau métallique tourne sous l'influence d'un mouvement d'horlogerie qui, en même temps, communique un mouvement de va-et-vient à un style, lequel appuie sur le plateau. Les oscillations des styles aux deux stations doivent être absolument *isochrones*, c'est-à-dire d'une amplitude parfaitement égale dans leurs oscillations respectives. Le plateau qui reçoit le fac-similé est revêtu d'une feuille de papier imprégnée de ferrocyanure de potassium, et la pointe mobile trace sur ce papier une série de hachures bleues parallèles aux arêtes du cylindre. La dépêche à transmettre s'écrit avec une encre isolante sur du papier d'étain que l'on applique sur un cylindre. Toutes les fois que le style porte sur un trait à l'encre, le courant est interrompu, et le style à la station opposée, cesse de marquer sur le papier. Le fac-similé est donc reproduit en blanc sur un fond de hachures bleues.

Dans la pratique, cet appareil de M. Bain ne donna aucun résultat satisfaisant, par suite de la difficulté de réaliser le synchronisme des deux plateaux. L'honneur de réussir dans cette voie difficile était réservé à l'abbé Caselli, professeur de physique à l'Université de Florence, lequel construisit, avec l'aide du célèbre mécanicien Froment, son pantélégraphe, qui reproduit nettement un original quelconque, si embrouillé qu'il soit, à une grande

distance, grâce à deux pendules à oscillations parfaitement isochrones et portant la pointe traçante à leur extrémité. Le papier est le même que celui de M. Bain pour l'original de la dépêche. A la réception le papier est simplement préparé au prussiate de potasse. Ce télégraphe, installé entre Paris et Marseille, jouit d'une faveur bien méritée et il est surtout employé par les commerçants pour l'envoi de leurs commandes en chiffres ou de leurs ordres de Bourse, aucune erreur n'étant possible et à craindre avec cette transmission mécanique de la dépêche.

L'électricité a encore recours à l'horlogerie pour le maintien de la lumière électrique par l'arc voltaïque.

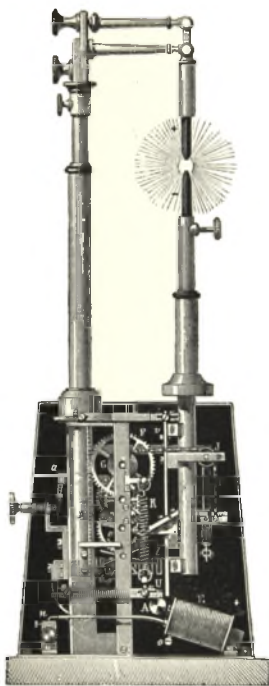


Fig. 105. — Régulateur électrique Serrin.

La majeure partie des lampes et régulateurs possèdent un mécanisme d'horlogerie pour régler l'avancement des charbons au fur et à mesure de leur combustion. Ainsi, dans les systèmes Foucault, Serrin, etc., le réglage électro-magnétique est toujours combiné avec un système d'horlogerie qui fait *défiler* constamment, par le moyen d'un rouage, les crémaillères qui supportent les charbons, ou sert de moyen antagoniste à l'effort électro-magnétique d'un aimant.

Les inventeurs ont souvent employé des mécanismes d'horlogerie pour enregistrer automatiquement, soit le bruit, soit le mouvement d'appareils de toute sorte. Parmi un grand nombre d'inventions de ce genre, nous n'en citerons que deux assez intéressantes.

La première est ce que son créateur, M. Roncalli, a appelé le *mélographe* et qui est destiné à enregistrer les improvisations musicales sur le piano ou l'orgue. L'appareil se compose, en principe, d'un peigne à dents métalliques, immobiles et rapprochées et en rapport, chaque dent par un fil spécial, avec une pile voltaïque de plusieurs éléments. Chaque fois que le musicien appuie sur une touche de l'instrument, le circuit électrique se trouve fermé, une dent du peigne est traversée par le courant qui décompose un produit chimique étendu sur la bande de papier servant à l'enregistrement, et une trace distincte se trouve apposée sur ce papier. Aussitôt la touche relevée, le circuit est coupé et l'impression cesse. Un mécanisme d'horlogerie produit le déroulement continu de la bande de papier, comme dans l'appareil télégraphique Morse. Mais on doit dire que l'on a encore fait mieux pour l'enregistrement de la musique. M. Carpentier, successeur du célèbre électricien Ruhmkorff, a imaginé un appareil du même genre, beaucoup plus perfectionné, et qui a été l'objet d'un intéressant rapport à l'Académie des sciences.

La seconde invention dont nous voulons parler est le *profilographe* de M. Dumoulin, dont le but est de relever

mécaniquement le profil d'un terrain quelconque. Cet appareil consiste essentiellement dans un chariot muni d'une tige verticale transmettant à un mécanisme spécial qui les enregistre sur une bande de papier continue, les moindres variations en hauteur de la route parcourue par le chariot. Mais il est probable que cet instrument compliqué n'a pas eu plus de succès que le mélographe Roucally, car ses applications en ont été jusqu'ici très restreintes.

Dans la seconde classe d'appareils empruntant à l'horlogerie quelques-uns de ses principes, nous examinerons principalement parmi les meilleurs instruments enregistrant automatiquement les variations d'état du temps, les météorographes modernes.

Les plus employés dans les observatoires et stations météorologiques sont les anémométrographes et les baromètres enregistreurs.

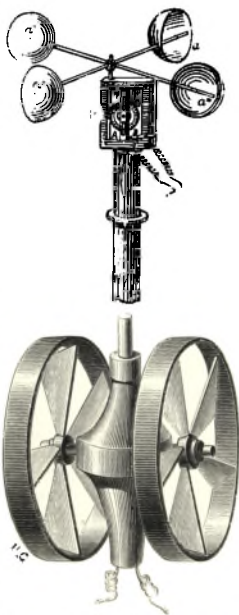


Fig. 406. — Anémomètre enregistreur système Robinson.

Les anémomètres ou pantanémores sont des espèces de moulins à vent horizontaux et ils servent à indiquer, par le nombre de tours qu'ils font dans une seconde, la vitesse du courant. Ils ont la forme de demi-sphères creuses placées, l'ouverture en dedans, au bout d'un bras en métal. Il y en a ordinairement quatre ou six, fixées à égale distance d'un axe vertical. On leur adjoint quelquefois des espèces de roues-hélices verticales pour indiquer la direction du vent. Au moyen d'un compteur mécanique de tours, ou par l'intermédiaire de l'électricité, comme dans l'anémométrographe de M. du Moncel, un appareil indique à chaque instant la vitesse du vent qui meut le croisillon et les sphères du moulin.

La vitesse du vent est mesurée au moyen du compteur P, qui se trouve au-dessous du moulinet. La figure 106 (p. 279) indique le détail de ce compteur.

L'axe AB du moulinet porte une vis tangente qui engrène avec une roue dentée C portant deux cents dents; chaque fois que le moulinet fait un tour entier, la roue avance d'une dent; d'où il suit qu'un tour entier de la roue correspond à deux cents tours du moulinet. De plus, à la surface de la roue dentée C se trouve une petite goupille de platine rivée en saillie, et qui vient, à chaque révolution complète de cette roue, rencontrer un ressort fixé à la boîte du compteur et duquel part un fil métallique qui se rend à l'un des électro-aimants de l'enregistreur.

Au-dessous du compteur P de la vitesse, et sur un arbre horizontal sont fixés deux grandes roues à ailes A et A' dont les rayons sont formés de petites palettes inclinées, maintenues dans un plan vertical, disposition qui permet à ces roues de prendre un mouvement de rotation sous l'action du plus faible courant d'air. L'arbre horizontal de ces roues porte, en outre, un pignon *p* engrenant avec la couronne dentée, laquelle est complètement fixe.

Il résulte de cette disposition que, lorsque les roues se mettent à tourner, le pignon *p* tourne aussi, mais, en

vertu de la réaction qu'il reçoit des dents de la couronne, il se déplace, et les roues prennent alors un mouvement de translation autour de l'axe vertical *a*, jusqu'à ce que le plan de leurs ailes soit devenu parallèle à la direction du vent.

A l'axe *a*, qui tourne également dans la crapaudine *c*, sont fixés deux ressorts disposés en forme de fourchette et qui, entraînés dans le mouvement de rotation de l'axe *a*, frottent successivement sur les quatre secteurs isolés d'une plaque circulaire et métallique.

A chacun de ces secteurs N, S, E, O (fig. 108), complètement isolés les uns des autres, vient aboutir un fil conducteur qui communique avec l'enregistreur et la pile, tandis que l'autre pôle de la pile est en communication constante avec le disque circulaire par l'intermédiaire de l'axe *a*.

Les pièces principales de l'enregistreur sont une horloge, un cylindre et une série d'électro-aimants.

L'arbre de l'horloge, sur lequel s'enroule la corde du poids moteur, est relié au moyen d'un manchon avec ce cylindre qui accomplit une révolution complète en vingt-quatre heures.

Une vis de pression permet de rendre le cylindre indépendant de l'horloge quand cela est nécessaire. Chaque jour, à la même heure, on fixe sur ce cylindre une feuille de papier

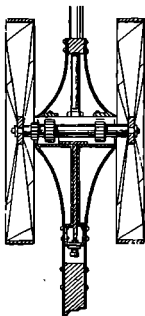


Fig. 107. — Coupe du système directeur de l'anémométophale.

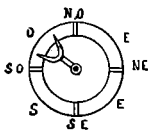


Fig. 108. — Secteurs isolés.

recouverte d'une couche de blanc de zinc, de telle sorte que toute pointe de cuivre mise en contact avec ce papier y laisse une trace noire parfaitement visible.

Pour les baromètres enregistreurs, les meilleurs sont sans contredit ceux de MM. Guichard, Redier, Richard frères et Tatin. Ils sont tous *anéroïdes*, c'est-à-dire sans mercure et fondés sur la dilatation d'un cylindre métallique très mince suivant les variations de poids de l'atmosphère. Ordinairement, ce cylindre est monté sur un axe vertical et porte un long levier qui supporte à son extrémité un crayon qui trace sur un cylindre divisé les diffé-

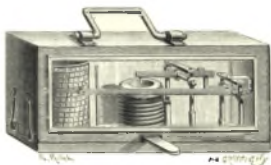


Fig. 109. — Baromètre enregistreur Richard.

rences de pression produites à tel ou tel moment de la journée. Un mouvement d'horlogerie meut le cylindre entouré de la feuille, de façon à lui faire accomplir un tour sur lui-même en vingt-quatre heures, période après laquelle on est forcé de la changer. Bréguet a fait un enregistreur mu par une pendule et qui marchait pendant huit jours consécutifs et sans arrêt.

Les baromètres enregistreurs sont de la plus grande utilité pour les observations météorologiques précises, les ascensions scientifiques en ballon, où il est alors impossible de tromper sur la hauteur atteinte, pour les excursions en pays de montagne. Enfin c'est une amplification très appréciée du baromètre ordinaire.

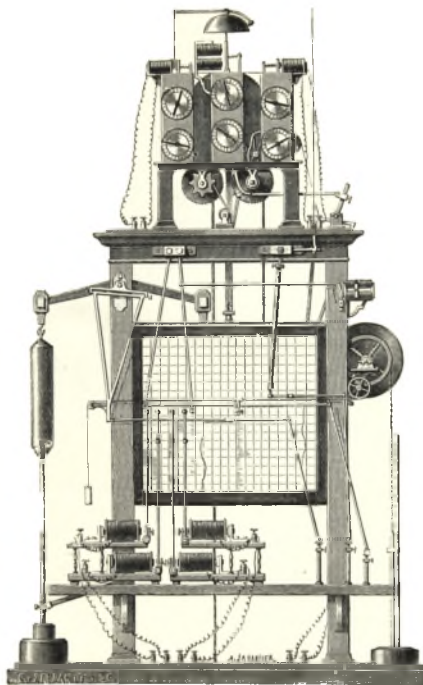


Fig. 110. — Météorographe Secchi.

Le thermométrographe est basé sur un principe analogue. Les meilleurs sont dus à MM. Grosclaude et Bierret.

M. Marié-Davy, directeur de l'Observatoire de Montsouris, a également imaginé un appareil enregistreur très utile : le pluviométrographe. On sait ce qu'est le pluviomètre ordinaire : un vase de capacité calculée et qui permet de connaître la quantité d'eau tombée pendant une pluie. Le pluviométrographe, plus ingénieux, indique à quel moment de la journée cette pluie est tombée et



Fig. 111. — Anémomètre enregistreur portable.

sous quelle forme : pluie fine, pluie d'orage, pluie continue, etc. Tous les observatoires météorologiques en sont pourvus.

Le Révérend Père Secchi, savant astronome et météorologiste italien, décédé il y a quelques années, avait combiné un météorographe complet, mû par une horloge bien réglée et comprenant les diagrammes fournis par la marche des baromètres comparatifs, des thermomètres et du pantanémomètre. C'était une véritable merveille.

Ce n'est, croyons-nous fermement, que par la diffusion

des appareils enregistreurs que l'on arrivera à mettre la météorologie, la science de la prévision du temps, au rang des sciences exactes. En effet, les météorologistes ne peuvent être sans cesse aux aguets pour examiner, au moment le plus imprévu, un phénomène quelconque. C'est diminuer les difficultés d'une science déjà suffisamment ardue et incomplète, ainsi que la fatigue des observateurs, que d'employer dans la plus large mesure les appareils enregistreurs. Or, c'est encore à l'horlogerie que l'on est redevable de ce progrès.

Une application fort intéressante de l'horlogerie est celle qui en a été faite aux appareils astronomiques. On sait, en effet que, plus le grossissement de l'appareil optique est considérable, plus aussi l'astre observé sort vite du champ de la lunette, qu'il faut sans cesse déplacer si l'on veut suivre l'astre dans sa marche dans le ciel et combattre l'effet de la rotation de la Terre sur son axe. Il existe donc deux mouvements dont il faut tenir compte si l'on veut observer une planète d'une façon continue.

Tous les instruments optiques de quelque importance des observatoires sont donc montés *équatorialement* pour combattre ces effets, et l'on a demandé à l'horlogerie le moyen de faire tourner le tube de la lunette ou du télescope en sens inverse du mouvement de la Terre et de suivre en même temps un corps céleste dans sa route ascensionnelle.

L'instrument étant parfaitement équilibré sur son axe transversal, une pendule suffit pour le faire pivoter sur lui-même suivant deux cercles perpendiculaires l'un à l'autre, et la transmission s'opère ordinairement par deux engrenages en acier. Un dispositif spécial, dit *d'avance et recul*, permet d'augmenter à volonté, et pendant quelques instants, le mouvement de la lunette, ou de retarder celle-ci pendant la marche de la pendule.

C'est un mécanisme de précision, mais de taille peu supérieure à celui d'une pendule ordinaire, qui met

ainsi les grandes lunettes équatoriales et le grand télescope de l'Observatoire de Paris, aussi bien que les instruments de moindre puissance des Observatoires de Nice, Washington, Mont-Lick, Cordoba et Juvisy. De l'alliance de

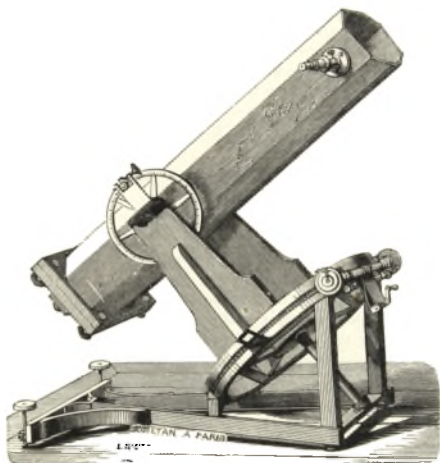


Fig. 112. — Équatorial Secrétan.

l'horlogerie avec l'astronomie, autre science toute d'études minutieuses, est résultée cette merveille de précision : l'équatorial, sans lequel aucune des grandes découvertes astronomiques dont s'honore le dix-neuvième siècle n'aurait pu se produire. On doit citer parmi les plus savants constructeurs français d'appareils de ce genre MM. Secrétan

tan, successeur de Lerebours, Bardou, et Bréguet, mort récemment pour les mouvements d'horlogerie.

Nous voici arrivés aux dernières pages de ce livre. Nous avons passé en revue toute l'histoire de l'horlogerie, cet art si utile à l'humanité, et nous avons vu ce qu'elle a fait de merveilles, en associant la science et l'art décoratif à l'industrie.

Nous l'avons prise à ses débuts obscurs, lorsque l'arbre était le seul indicateur horaire; liée d'abord d'une façon étroite à l'astronomie, nous l'en voyons sortir peu à peu pour entrer dans le domaine fécond de la mécanique dont elle ne s'est plus séparée.

Après un enfantement laborieux, se basant toujours sur les grands mouvements accomplis dans les cieux, elle sort des limbes, et au gnomon primitif succèdent la clepsydre et le sablier. Le calendrier est inventé; on divise le jour en heures, on imagine les années solaires, on découvre l'épacte, le nombre d'or, et pas à pas, l'horlogerie proprement dite se perfectionne. Elle se développe et grandit malgré mille vicissitudes, à travers tous les âges et tous les peuples. Aux horloges à poids monumentales succèdent les horloges à ressorts. Galilée fait la découverte de l'isochronisme du pendule, et la pendule puis la montre sont inventées. Le chronomètre, cet étalon qui ne varie que de quelques fractions de seconde en plusieurs années de marche, apparaît.

Dès lors l'horlogerie a pris tout son essor et sur elle viennent se grouper une foule d'industries lui empruntant ses principes ou ses procédés.

Certes, nous ne voulons pas dire que cet art en soit arrivé à son apogée et ne peut plus maintenant que décroître. Il reste encore beaucoup à faire pour en arriver, par exemple, à l'unification de l'heure sur toute la Terre, et bien téméraire serait celui qui voudrait assigner un terme à la marche incessante du progrès et dire ce

que seront les indicateurs horaires dans un siècle d'ici. Notre étude est maintenant terminée; nous espérons avoir atteint, autant qu'il nous a été possible, notre but, qui était de montrer ce que c'est que l'horlogerie et ce qu'elle a produit. Nous souhaitons avoir réussi à intéresser nos lecteurs aux merveilles de cette science, base de tant d'autres..

Ceux qui la cultivent doivent vouloir faire mieux encore; l'histoire de l'horlogerie est un grand enseignement à ce point de vue, et son développement lent mais continu donne un exemple remarquable de patience et de persévérance. Que notre devise soit donc toujours celle des chercheurs qui nous ont devancés sur le chemin du travail et du progrès : En avant!

TABLE DES GRAVURES

1. La Terre dans l'espace.	5
2. Jour solaire et jour sidéral.	6
3. Courbe annuelle de la Terre.	9
4. Cadran d'une montre décimale.	11
5. Les heures à la surface de la Terre.	27
6. Montre universelle.	33
7. Canon du Palais-Royal.	41
8. Cadran solaire horizontal.	45
9. Cadran solaire vertical.	46
10. Tracé d'un cadran horizontal.	47
11. Tracé d'un cadran vertical.	47
12. Méridienne du temps moyen.	48
13. Cadran solaire équinoxial de poche.	50
14. Régulateur solaire.	51
15. Reproduction d'un cadran solaire du dix-huitième siècle.	54
16. Montre solaire.	57
17. Diagramme de la montre solaire.	57
18. Cul-de-lampe d'après la <i>Gnomonique</i> de Bedos de Celles.	58
19. Sablier avertisseur.	60
20. Clepsydre primitive.	61
21. Clepsydre de Ctésibius.	63
22. Clepsydre perfectionnée.	64
23. Clepsydre envoyée par Aroun-al-Raschid à Charlemagne.	65
24. Gerbert, pape sous le nom de Sylvestre II.	71
25. Horloge du Palais de Justice de Paris.	75
26. Poids moteur.	80
27. Encliquetage.	81
28. Mécanisme d'un tournebroche.	85
29. Échappement à verge.	84
30. Premier échappement à ancre.	85
31. Échappement à cylindre de Graham.	87

32. Échappement Duplex.	87
33. Échappement à virgule.	88
34. Échappement à ancre actuel.	89
35. Galilée dans la cathédrale de Pise.	91
36. Pendule oscillant.	95
37. Pendule-compensateur à grill.	95
38. Pendule-compensateur de Graham.	95
39. Sonnerie à chaperon.	99
40. Sonnerie à un coup.	101
41. Carillon de Saint-Germain-l'Auxerrois.	105
42. Dôitiment de l'ancienne Samaritaine.	105
43. Réveille-matin électrique.	107
44. Première horloge monumentale de Strashourg.	115
45. Horloge monumentale de Lyon.	117
46. Grande horloge à automates de Saint-Marc de Venise.	121
47. Charles-Quint à Saint-Juste.	125
48. Ressort déroulé.	129
49. Ressort moteur avec sa fusée.	131
50. Mécanisme d'une pendule.	135
51. Le même, déroulé pour en indiquer le fonctionnement.	134
52. Pendule du siècle de Louis XIV.	155
53. Doule de Venise avec son mécanisme.	157
54. Ressort spiral et son balancier.	141
55. Raquette.	142
56. Montre du dix-septième siècle.	145
57. Autre montre de la même époque.	145
58. Mécanisme d'une montre à répétition.	147
59. Balancier-compensateur de chronomètre.	158
60. Mécanisme intérieur d'un chronomètre.	159
61. Candélabre Bréguet, vue extérieure.	169
62. Mécanisme du cadran Bréguet.	170
63. Régulateur de Froment.	175
64. Pendule électrique de Robert-Houdin.	174
65. Dispositif de l'horloge électrique Jolly.	175
66. Pendule électrique de Hypp (vue extérieure).	177
67. Dispositif de Hypp.	179
68. Le Time's hall (boule du temps) de New-York.	181
69. Remise à l'heure électrique de Bréguet.	189
70. Candélabre avec horloge pneumatique.	195
71. Mécanisme d'une horloge pneumatique.	199
72. Copie de l'horloge de Strashourg par le jeune Lorenz.	201
73. Mécanisme d'une grosse horloge.	205
74. Pendule-phare.	206
75. Horloge mystérieuse en forme de tambourin.	207
76. Pendule dite à échappement à boule.	208
78. Montre sans clef, disposition Bréguet.	209
77. Montre sans clef, système Philippe.	209

79. Remontoir d'égalité de M. Boussard.	211
80. Pendule mystérieuse de M. Henri Robert.	212
81. Pendule mystérieuse de M. Henri Gunge.	213
82. Sablier artistique du treizième siècle.	217
83. Horloge en fer damasquiné du seizième siècle.	219
84. La tête monstrueuse, ou <i>Hans d'Iéna</i>	221
85. Horloge ciselée du seizième siècle.	223
86. Huyghens présentant son livre sur l'horlogerie à Louis XIV.	227
87. Pendule-vasque de Marié-Antoinette.	229
88. Les Trois Grâces de Falconet.	229
89. Horloge monumentale de l'Hôtel de Ville de Paris.	231
90. Le Joueur de flûte automate de Vaucanson.	239
91. Le Tambourinaire automate de Vaucanson.	256
92. Intérieur du canard automate de Vaucanson.	241
93. Az-Itah, automate jouant aux échecs.	245
94. Boîte à musique.	251
95. Phonographe à mouvement d'horlogerie.	253
96. Tableau à musique.	256
97. Odomètre Adenet et Bertrand.	257
98. Podomètre.	258
99. Planétaire d'Oronce Finée.	261
100. Planétaire de Huyghens.	263
101. Grand planétaire du professeur Perini.	267
102. Pendule cosmographique Mouret.	269
103. Appareil télégraphique imprimeur de Hughes.	273
104. Récepteur télégraphique Morse-Dréguet.	275
105. Régulateur électrique Serrin.	277
106. Anémomètre enregistreur	279
107. Coupe du système directeur de l'anémomètre.	281
108. Secteurs isolés.	281
109. Baromètre enregistreur Richard.	282
110. Météorographe Sccechi.	285
111. Anémomètre enregistreur de voyage.	285
112. Equatorial Secrétan.	287

TABLE DES MATIÈRES

PREMIÈRE PARTIE

LA MESURE DU TEMPS

CHAPITRE I	Qu'est-ce que le temps?	1
— II	Les calendriers.	13
— III	L'heure universelle.	24
— IV	Les appareils de mesure. Les gnomons.	55
— V	Les cadrans solaires.	43
— VI	Sablier et clepsydre.	59

DEUXIÈME PARTIE

L'HORLOGERIE MÉCANIQUE

CHAPITRE I	Les horloges à poids.	69
— II	Mécanismes	79
— III	Sonneries.	97
— IV	Les horloges monumentales.	110
— V	Les montres.	127
— VI	Les chronomètres.	152

TROISIÈME PARTIE

L'HORLOGERIE MODERNE

CHAPITRE I	L'horlogerie électrique.	165
— II	Les pendules électriques.	172
— III	Remise à l'heure par l'électricité.	185

