

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- [Le Conservatoire numérique](#) communément appelé [le Cnum](#) constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre (www.eclydre.fr).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d'œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978 :

- la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue ([Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - https://cnum.cnam.fr](https://cnum.cnam.fr))
- la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- les reproductions de documents protégés par le droit d'auteur, uniquement consultables dans l'enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

4- Pour obtenir la reproduction numérique d'un document du Cnum en haute définition, contacter [cnum\(at\)cnam.fr](mailto:cnum(at)cnam.fr)

5- L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

6- Les présentes conditions d'utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

Auteur(s)	Conservatoire national des arts et métiers (France)
Titre	Catalogue du musée. Section JB, Horlogerie
Adresse	Paris : Conservatoire national des arts et métiers, 1949
Collation	1 vol. (330 p.) : ill. ; 21 cm
Nombre de vues	334
Cote	CNAM-MUSEE AM5
Sujet(s)	Conservatoire national des arts et métiers (France) Musée des arts et métiers (Paris) -- Catalogue Appareils et instruments scientifiques Horlogerie Temps – Mesure Cadrans solaires Clepsydras Mouvements (horlogerie) Horloges et montres Horloges monumentales Tours d'horloges
Thématique(s)	Histoire du Cnam Machines & instrumentation scientifique
Typologie	Ouvrage
Langue	Français
Date de mise en ligne	21/01/2015
Date de génération du PDF	07/02/2026
Recherche plein texte	Disponible
Notice complète	https://documentation.arts-et-metiers.net/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=5240
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?M6127

Le premier catalogue raisonné des collections du Conservatoire royal des arts et métiers, publié en 1818, a été numérisé dans le Cnum en 2000. En introduction, une notice rédigée par Gérard Joseph Christian (1778-1832), directeur de 1817 à 1831, revenait sur l'origine du Conservatoire et de ses collections. Il présentait ensuite l'ensemble des pièces en distinguant les galeries publiques et les salles particulières. Une seconde série de catalogues en sept volumes sera éditée entre 1851 (1^{ère} éd.) et 1882 (7^e éd.) Cet ensemble reflète l'importance de l'accroissement des collections au fil de ces années, notamment à l'occasion des expositions universelles. La notice historique d'introduction est actualisée à chaque nouvelle parution. La 8^{ème} édition, publiée entre 1905 et 1910, est divisée en six volumes thématiques et illustrés. Cette organisation nouvelle témoigne de l'accroissement considérable de la collection. La notice historique figure pour la dernière fois dans le volume de 1905 qui revient sur l'histoire du Conservatoire et des collections du « Musée industriel ». Le Cnum permet désormais de consulter l'ensemble de ces ouvrages, précieux témoignages de l'histoire du Conservatoire, de son musée et de ses collections.

Une dernière série de catalogues, divisée en vingt-six volumes, a été initiée entre 1942 et 1960. Seuls quatorze volumes ont été publiés et ont pu être numérisés.

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

CATALOGUE DU MUSÉE

SECTION

JB



HORLOGERIE



P A R I S

1 9 4 9

HORLOGERIE

Reproduction interdite

Copyright by CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS
292, rue Saint-Martin, Paris (III^e)

AMS

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

CATALOGUE DU MUSÉE

SECTION

JB

HORLOGERIE



1 9 4 9



TABLE DES MATIÈRES

	Pages
Table des matières	5
Table des gravures	9
Inventeurs	13
Constructeurs	14
Ebénistes	16
Plan d'indexation	17
Préface	19
Introduction	21
 LES APPAREILS DE MESURE DU TEMPS.....	 29
MESURE DU TEMPS par l'ombre des objets.....	JB I 33
Gnomons et méridiennes.....	JB I-1 35
Cadrans solaires.....	JB I-2 39
Cadrans solaires équatoriaux..	JB I-21 41
Anneaux universels ou anneaux astronomiques	JB I-22 47
Cadrans solaires horizontaux..	JB I-23 51
Cadrans solaires verticaux.....	JB I-24 59
Cadrans de hauteur ou alti- métrique	JB I-25 63
Cadrans d'azimut.....	JB I-26 67
Cadrans nocturnes ou nocturlabes	JB I-27 75
Sabliers	JB 2-1 81
Clepsydras	JB 2-2 83
 HORLOGERIE MÉCANIQUE.....	 JB 3 87
Eléments de mécanismes.....	JB 3-I 99
Pendules et balanciers.....	JB 3-II 99
Echappements	JB 3-I2 103

	Pages
Eléments divers..... JB 3-13	123
Horlogerie monumentale..... JB 3-2	126
Régulateurs à pendule battant la seconde ou la demi-seconde. Pendules de cheminée..... JB-3-3	129
Horloges, pendules et régula- teurs de cheminée complets.. JB 3-31	131
Horloge à automate ou mu- sique..... JB 3-32	195
Mouvements isolés..... JB 3-33	199
Mouvement à moteur hydrau- lique JB 3-34	204
Montres JB 3-4	205
Montres compliquées.....	211
Montres antérieures à l'inven- tion du spiral..... JB 3-41	215
Montres complètes à spiral.... JB 3-42-1	217
Mécanismes variés..... JB 3-42-1	227
Compte - secondes et chrono- graphes JB 3-43	231
Mouvements et éléments sépa- rés de montres..... JB 3-44	233
Horloges et montres marines..... JB 3-5	239
Pièces anciennes diverses..... JB 3-51	243
Horloges marines de F. Bei- thoud JB 3-52	253
Chronomètres du XIX ^e siècle... JB 3-53	263
Mécanismes divers..... JB 3-61	265
Sphères célestes..... JB 3-62	269
Pendules à planétaires..... JB 3-63	279
HORLOGERIE ÉLECTRIQUE ET PNEUMATIQUE..... JB 4	281
Horlogerie mécanique utilisant l'électricité pour des fonctions accessoires..... JB 4-1	285
Horlogerie électrique..... JB 4-2	287
Echappements mécaniques..... JB 4-21	287
Echappements électro - mécani- ques JB 4-22	291

	Pages
Pendules à entretien par impulsions électromagnétiques..... JB 3-53	295
Horlogerie pneumatique..... JB 4-3	297
OUTILLAGE ET MACHINES D'HORLOGERIE..... JB 5	299
Etablis, étaux..... JB 5-1	299
Outillage à main..... JB 5-2	301
Outillage pour la fabrication des ressorts spiraux..... JB 5-21	307
Tours et machines dérivées..... JB 5-3	309
Machines à diviser les roues dentées et les pignons JB 5-4	315
Machines à tailler les limes et les fraises.... JB 5-5	321
Outils divers, appareils de mesure ou de démonstration JB 5-6	325
PLAN DU REZ-DE-CHAUSSÉE DU MUSÉE.....	330





TABLE DES GRAVURES

	Pages
1. - Cadran solaire horizontal et vertical (diptyque).	39
2. - Cadran équatorial solaire et lunaire.....	41
3. - Surmoule d'un fragment de cadran solaire phénicien et Cadran solaire conique phénicien.....	8.280 9.426 ¹
4. - Anneau astronomique	47
5. - Anneau astronomique à trois cercles par Helye..	13.593
6. - Cadran horizontal en pierre (xvii ^e siècle).....	907
7. - Cadran solaire horizontal par Benjamin Scott, Londres (vers 1800).....	3.876
8. - Cadran solaire cubique, par E.-C. Stockert, Alle- magne (fin du xviii ^e siècle).....	10.534
9. - Cadran solaire multiple	3.903
10. - Schéma d'un cadran particulier	62
11. - Cadran solaire de hauteur cylindrique.....	63
12. - Anneau solaire.....	64
13. - Cadran solaire multiple, cuivre doré, Allemagne (vers 1580)	65
14. - Cadran de hauteur universel, Hollande (xvii ^e siècle)	8.431
15. - Anneau solaire (xviii ^e siècle)	763
16. - Cadran solaire universel par Charles Bloud (2 ^e moi- tié du xviii ^e siècle)	8.430
17. - Cadran azimutal par d'Hermand (2 ^e moitié du xviii ^e siècle).....	10.870
18. - Cadran aux étoiles.....	7.487
19. - Clepsydre et sablier.....	74
20. - Clepsydre	80
21. - Schéma du principe des systèmes compensateurs de Harrisson et Berthoud.....	84
22. - Schéma d'une sonnerie à chaperon	90
23. - Schéma d'une sonnerie à rateau	95
	96

		Pages
24. - Schéma de l'échappement de Graham	7.145	104
25. - Schéma d'un échappement à chevilles de Le Paute	7.502	105
26. - Schéma de l'échappement libre de Berthoud pour pendules	6.602	106
27. - Schéma de l'échappement à manivelle de Deshays (1854)	6.603	107
28. - Schéma de l'échappement libre à coup perdu pour pendule (1854)	6.606	107
29. - Schéma de l'échappement de R. Robert (1854)...	6.607	108
30. - Schéma de l'échappement à force constante par J-F. Houdin	6.605	109
31. - Schéma de l'échappement à force constante à deux boules de Vérité par J.-F. Houdin.....	6.604	111
32. - Schéma de l'échappement à roue de rencontre....	4.206	114
33. - Schéma de l'échappement libre d'Earnshaw, cons- truit par Théophile Sibon, à Genève en 1844.	12.435	119
34. - Pendule en forme de sphère, par Thuret (1712).	3.661	128
35. - Cartel Louis XV en écaille verte.....	16.344	130
36. - Horloge astronomique de Mathieu Kriegseissen (1726)	7.492	132
37. - Schéma du cadran de l'horloge astronomique de Mathieu Kriegseissen.....		133
38. - Horloge universelle par Fardoil (vers 1730).....	7.498	134
39. - Horloge à crémaillère, par Regnault (1740).....	1.297	136
40. - Pendule de cheminée à quantième signée « Mar- tinet » « London ».....	1.406	137
41. - Pendule mystérieuse, époque Louis XV.....	16.224	138
42. - Régulateur astronomique, par Gallonde.....	7.499	140
43. - Schéma du régulateur astronomique, par Gallonde.		141
44. - Régulateur à équation et quantième perpétuel, par Gudin, (vers 1750).....	4.148	142
45. - Schéma du cadran du régulateur à équation et quantième perpétuel, par Gudin		143
46. - Mécanisme d'équation et de calendrier perpétuel.		144
47. - Régulateur, par Le Paute (1755)	7.500	145
48. - Régulateurs astronomique à compte-secondes par Ferdinant Berthoud (1760).....	1.382	146
49. - Régulateur à équation par Le Paute (1770).....	1.404	148
50. - Régulateur « Au Coq », gaine par Martin Carlin (1780)	4.154	150
51. - Régulateur à quantième et équation, par Robin (1780)	1.400	152
52. - Cadrature du régulateur de Robin.....	1.400	153

	Pages
53. - Pendule à double cadran annulaire, par Le Paute (1770)	6.582 154
54. - Pendule à sujet et calendrier signée « J. Roque au Louvre » (1780).....	10.504 155
55. - Horloge mystérieuse, par Bréguet (1800)	4.158 158
56. - Pendule servant en même temps de métronome, par Bréguet (1800)	1.394 159
57. - Régulateur de cheminée style Empire, par Griebel.	16.857 160
58. - Schéma de l'échappement du régulateur de cheminée, par Griebel.....	16.857 161
59. - Schéma du cadran du régulateur 1/2 secondes à cadran universel, par Antide Janvier.....	10.615 162
60. - Régulateur 1/2 secondes à cadran des marées, par Antide Janvier, signé : « Janvier au Louvre, n° 307 »	10.616 165
61. - Schéma des cadrans du régulateur n° 10.616	166
62. - Régulateur 1/2 secondes par Antide Janvier, signé : « Antide Janvier » (vers 1800).....	17.490 167
63. - Schéma des cadrans du régulateur 1/2 secondes astronomiques, par Antide Janvier (vers 1800) n° 17.490	168
63 bis - Vue du mécanisme des cadrans du régulateur n° 17.490.....	169
64. - Horloge à calendrier et indications astronomiques, par Antide Janvier	10.621 170
65. - Schéma des cadrans de l'horloge n° 10.621.....	171
66. - Schéma de l'échappement libre de la pendule avec mouvement de la lune et du soleil signée : « Paul Garnier » (1877).....	14.551 173
67. - Schéma des cadrans de la pendule n° 14.551.....	174
68. - Pendule par Charles Bertrand (1785).....	10.618 175
69. - Pendule squelette à sonnerie (1817).....	10.627 179
70. - Pendule squelette à poids.....	16.671 180
71. - Grande pendule, par Antide Janvier (1805).....	10.628 184
72. - Pendule à temps décimal et sexagésimal, par P-B. Le Paute.....	14.568 186
73. - Schéma des cadrans de l'horloge à échappement libre, quantième et indications astronomiques, par Aug. Larible (1855).....	8.281 189
74. - Schéma de l'échappement de l'horloge n° 8.281.	190
75. - Horloge hollandaise à automates et jeu d'orgues, style Louis XIV, signée : « Co. Engeringh, à Dordrecht » (1700).....	10.632 196

	Pages	
76. - Horloge avec tympanon et orgue, par Kintzing, à Neuwied (1780).....	4.149	197
77. - Schéma du barillet et de la fusée d'une montre....		208
78 A et B. - Schéma d'un échappement moderne à ancre pour montre.....		206-207
79. - Montre anglaise en argent.....	10.668	218
80. - Montre anglaise en argent.....		219
81. - Montre compliquée de Bréguet ayant appartenu au duc de Choiseul-Praslin (1785).....	16.311	220
82. - Montre en or par Le Masurier (dernier quart du XVIII ^e siècle).....	16.234	222
83. - Montre en argent (1830).....	10.666	223
84. - Montre en or, 18 lignes, fabrication de la Manu- facture impériale de Versailles (vers 1855- 1860)	16.760	224
85. - Horloge marine, par de Rivaz.....	7.495	245
86. - Chronomètre de Pierre Le Roy (1766).....	1.395	246
87. - Schéma du compensateur du chronomètre de Pierre Le Roy.....		248
88. - Schéma du balancier compensateur du chronomètre n° 10.482		249
89. - Chronomètre de marine anglais (fin du XVIII ^e siècle)	10.482	250
90. - Montre marine n° 3 portant sur le mouvement la signature : « Ferdinand Berthoud invenit et fecit ».....	1.388	255
91. - Horloge marine n° 6.....	1.389	256
92. - Echappement de l'horloge marine n° 9 de F. Ber- thoud	8.802	258
93. - Schéma du balancier compensateur de la montre longitude n° 11.057.....		261
94. - Montre à longitude n° 52 (1793).....	11.057	262
95. - Comparateur à pendule conique, par Redier (1859). 12.019	12.019	266
96. - Sphère céleste mue par un mouvement d'horlogerie par Jost Burgi (vers 1580).....	7.490	268
97. - Globe céleste, par Jean Reinhold, Augsbourg (1588)	7.491	274
98. - Schéma de l'horloge électrique de Detouche, syst- ème Robert Houdin.....	6.356	292
99. - Schéma de l'horloge-mère pneumatique, système Bourdon (1885).....	16.411	297

LISTE DES INVENTEURS

AMANT.
BAUSSARD.
Ferdinand BERTHOUD.
Nicolas BION.
Abram Louis BRÉGUET.
Achille BROCCOT.
Jost BURGI.
BUTTERFIELD.
Alfred CORNU.
DESHAYS.
Jean-Baptiste DUTERTRE.
Thomas EARNSHAW.
FARDOIL.
Charles FERY.
FOUCAULT.
FROMENT.
GALILÉE.
George GRAHAM.
C. GRICOLAS.
GUDIN.
John HARRISSON.
R. HOUDIN.
Christian HUYGHENS.
HENNEQUIN.
Antide JANVIER.
KINZING.
Mathieu KRIEGSEISSEN.
Jean-André LE PAUTE.
LEPINE.
Julien LE ROY.
Pierre LE ROY.
Emmanuel LIDIS.
J.H. MAGELLAN.
MILDE.
A. MOYNET.
Claude-Siméon PASSEMANT.
REDIER.
REQUIER.
RIEUSSEC.
de RIVAZ.
Henry ROBERT.
R. ROBERT.
TIFFEREAU.
TURPIN.
A. VÉRITÉ.

LISTE DES CONSTRUCTEURS CITÉS

- | | |
|-------------------------|------------------------------|
| Bachelard. | Gudin. |
| J.-B. Baillon. | Ch. Guillaume. |
| Ballimann. | John Harrisson. |
| Baradelle. | F. Heath. |
| Báudin fils. | Helye. |
| Baussard. | Hermant (d'). |
| Ferdinand Berthoud | A. Hoblison. |
| Charles Bertrand. | F.-F. Houdin. |
| Nicolas Bion. | Houriet. |
| Bisson. | Hulot. |
| Blanchard. | Hulot fils. |
| Charles Bloud. | Aimé Jacob. |
| Bocquet. | Lazare Jacquier. |
| Bompart. | James. |
| Boquillont. | Antide Janvier. |
| G. Borrel. | Japy frères. |
| Bourdier. | Kintzing. |
| Bourdon. | Mathieu Kriegseissen. |
| Abram-Louis Bréguet. | Desclincourt. |
| Brillié. | Detouche. |
| Brosse. | Jacob Droz. |
| Jost Burgi. | Onésime Dumas. |
| Burncker. | Jean-Baptiste Dutertre. |
| Butterfield. | Ecole d'Horlogerie de Paris. |
| Carpanot. | Joshua Emery. |
| Champion. | Engeringh Cs. |
| Pierre du Chesne. | Fardoil. |
| Christophe. | Faure. |
| Armand Clerc. | Féron. |
| Géo Clerke. | Féry. |
| Armand-François Collin. | Fléchet. |
| Collot. | Froment. |
| De la Combe. | Gallonde. |
| Courtois. | Victor Gannerey. |
| Deleuil. | Gaudron. |
| Deschamps. | Georges. |
| Goupy. | Ganderth. |
| Grasl. | Paul Garnier. |
| Griebel. | Paul Garnier père. |

Gauray.
Samuel Gautier.
Benoît Gérard.
Gloisnier.
Lallemand.
Jean Langlois.
Auguste Larible.
Le Faucheur.
Le Lièvre.
Lemaindre.
Jacques Le Maire.
Pierre Le Maire.
Le Paute Père.
Le Paute Jean-André.
Lépine.
Leroy et fils.
Levielle aîné.
David Lesturgeon.
J.-H. Magellan.
Johann Martin.
Martinet.
Baltazar Martinot.
Mathieu.
Menot.
Menant.
Mercklein.
Milde.
Minot.
Mire (de).
Motet.
Claude-Joseph Norel.
Abbé Outhier.
Pannetrat.
Claude-Siméon Passemant.
E. Péraux.
Pettavel.
V.-A. Pierret.
Pixii.

Pons.
Quantin.
Raingo.
H. Redier.
J.-J. Redier.
Revel.
Edouard Regnard.
Regnault.
Régnier.
Jean Reinhold.
Ribeaucourt.
Richardey.
Rieussec.
Rimbaud.
Rivaz (de).
Bernard Robert.
Henry Robert.
Robin.
Robinson.
Roquel.
Roskell.
Rousseau.
G. Sandoz.
Théo Savage.
Benjamin Scott.
Robert Seignior.
Théophile Sibon.
E.-C. Stockert.
Thiout aîné.
Thorpe et fils.
Thuret.
Tofsani Andréa.
Trenta frères.
Van Hooff J. et fils.
Wagner J.
Wagner J., neveu.
Waterbury Watch C°.
Johann Willebrand.

LISTE DES ÉBÉNISTES

BOULLE.

Martin CARLIN.

CHOCQUE.

DUHAMEL.

Nicolas PETIT.

PLAN D'INDEXATION

Le catalogue du Musée du Conservatoire National des Arts et Métiers comporte des volumes distincts qui correspondent chacun à une science ou à une technique bien déterminée.

Chaque volume est désigné par une lettre conformément au tableau ci-dessous :

INSTRUMENTS ET MACHINES A CALCULER.....	A
MÉCANIQUE, ESSAIS DES MATÉRIAUX.....	B
MACHINES MOTRICES ET RÉCEPTRICES.....	C
LOCOMOTION ET TRANSPORTS.....	D
ELECTRICITÉ, MAGNÉTISME.....	E
TÉLÉCOMMUNICATIONS	F
PHYSIQUE	G
PHOTOGRAMMÉTRIE, LEVÉ DES PLANS, GÉODÉSIE..	H
HORLOGERIE, ASTRONOMIE.....	J
POIDS ET MESURES, MÉTROLOGIE.....	K
PHOTOGRAPHIE, CINÉMATOGRAPHIE.....	L
ARTS GRAPHIQUES.....	M
VERRERIE	N
CHIMIE	P
MINES, MÉTALLURGIE.....	R
CÉRAMIQUE	S
INDUSTRIES TEXTILES, TEINTURES ET APPRÊTS..	T
MACHINES ET OUTILLAGES AGRICOLES.....	U
CONSTRUCTIONS ET MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION	V
ÉCONOMIE DOMESTIQUE ET HYGIÈNE.....	X
MATHÉMATIQUES	Y

Chaque volume est divisé en sections et sous-sections qui sont désignées par des nombres, par exemple JB-342-1.

Le premier chiffre 3 indique la section, ici Horlogerie mécanique; le second chiffre 4 la sous-section : Montres complètes; le chiffre 2 qui suit indique que la montre a un balancier à spiral, le dernier chiffre que la montre est complète. Dans chaque sous-section chaque objet est désigné par un numéro d'ordre.

La désignation de chaque modèle comporte le numéro d'ordre, le titre de l'objet, le nom du donateur, la description de l'objet, le numéro d'inventaire, la date d'entrée au Musée sous la forme :

18. *MONTRE EN OR à mouvement squelette — vers 1836.*

Don de M. Audéoud.

Répétition à minutes, échappement à cylindre. Les platines découpées laissent voir les roues.

10667. — E. 1885.

Les tableaux ou dessins qui sont exposés dans le musée sont numérotés sous la forme suivante : 8 t ou 24 T.

Une collection de dessins représentant les principales inventions du XIX^e siècle, donnée par la Commission du Musée Centennial, groupe 10, de l'Exposition Universelle de Paris 1900, est exposé sous le n^o 13397.

Des dessins portant le numéro collectif 13571, placés dans des meubles salle 52, sont communiqués aux personnes qui en reçoivent l'autorisation écrite préalable.

La section d'horlogerie du Musée du Conservatoire National des Arts et Métiers expose des cadrans solaires, des montres, des horloges et des pendules, ainsi que d'anciens outillages d'horlogers.

Nombreuses sont les collections de ce genre conservées pour leur intérêt artistique ou historique ; plus rares sont les collections ayant comme celle du Conservatoire un caractère à la fois artistique et mécanique. Le classement de cette collection en a été rendu assez difficile d'autant plus qu'il n'avait jamais été jusqu'à présent réalisé d'une façon méthodique.

Pour faciliter les recherches, une table par noms d'inventeurs cités dans le volume a été divisée en plusieurs catégories : inventeurs, horlogers constructeurs, fabricants de gaines ou décorateurs, cette dernière catégorie se réduit à fort peu de chose, car l'horloger qui signe une montre ou une pendule, aussi bien du temps de la Renaissance que maintenant, fait orner son œuvre, la fait graver ou émailler par des artisans qui restent inconnus.

La collection d'horlogerie du Musée avait été entièrement mise en caisse en septembre 1939, au début de la dernière guerre, et transportée dans deux châteaux au sud de la Loire; elle en a été ramenée en deux fois, en 1942 et 1945.

Ce séjour en caisses l'avait notablement détériorée, elle a dû être entièrement restaurée et remise en état. Ce travail

difficile a été fait avec beaucoup de soin par M. Auricoste, horloger du Musée.

Le catalogue a été préparé grâce à l'aide de divers collaborateurs, puis M. Prin s'est chargé de la rédaction définitive du chapitre des cadrans solaires, et M. Mesnage, Professeur à l'Institut de Chronométrie de Besançon, de celui de l'horlogerie mécanique. Leur compétence et leur érudition ont permis de rédiger un catalogue destiné à aider les collectionneurs dans leurs recherches, à faciliter l'enseignement dans les écoles d'horlogerie et à servir de guide pour la section d'Horlogerie du Musée.



INTRODUCTION

La mesure du temps, issue du désir de transformer en une grandeur objective et d'usage universel la durée que nous sentons s'écouler en nous et que nous voyons fuir en toutes choses, a pris naissance à une époque reculée par l'observation du mouvement des astres pris comme type de la régularité et de la pérennité. La tradition veut que cette science vienne de Chaldée.

La révolution diurne des étoiles ou, ce qui revient au même, la rotation de la terre, définit le *temps sidéral* : le jour sidéral est l'intervalle qui sépare deux passages supérieurs consécutifs de la même étoile au méridien. Cette notion est simple et directement accessible à l'expérience. C'est elle, au surplus, qui, par l'intermédiaire du *temps moyen* qui est défini un peu plus loin, fournit la base du temps scientifique.

Mais c'est le soleil et non les étoiles qui règle les occupations humaines, et le temps sidéral est toujours resté uniquement affaire d'astronomes. Voici donc un système de mesure du temps étroitement lié au soleil : on divise le *jour* (intervalle du lever au coucher du soleil) en un certain nombre d'heures (« horæ temporales ») et la *nuit* en parties semblables à celles du jour ou différentes. C'était le système des anciens (les 12 « heures » du jour et les 4 « veilles » de la nuit); il en subsiste quelque chose dans l'horaire des offices monastiques (de « prime » à « complies » de 3 en 3 heures pour le jour, et les 4 « nocturnes » des matines); les Japonais ont procédé de la sorte jusqu'à la révolution de 1868. La durée du jour étant variable avec la saison, celle des heures l'est aussi, ce qui a peut-être son charme, mais ne peut plus s'appeler une *mesure* du temps.

En continuant à prendre le soleil pour règle, on a un système plus rationnel en divisant en parties égales (« horæ æquinoctiales ») le *jour solaire vrai*, intervalle de deux passages supérieurs consé-

cutifs du soleil au méridien. Cette définition allait pour ainsi dire de soi quand l'instrument par excellence de mesure du temps était le cadran solaire. Qui ne connaît les devises de cadrans solaires répétant le thème de la vie fuyant comme l'ombre du gnomon, juste mesure et règle inflexible de sa durée?

Seulement la comparaison du mouvement solaire avec le mouvement sidéral et le progrès des horloges mécaniques ont peu à peu montré que la durée du jour solaire n'est pas constante; et que cette fois encore on prétendait mesurer le temps avec un étalon élastique. Nous préciserons un peu plus loin l'étendue de ces irrégularités justement quand nous aurons défini un étalon fixe.

On a possédé celui-ci avec l'invention du *temps moyen*. Puisque le mouvement du soleil n'est pas uniforme, on définit le jour solaire comme l'intervalle des passages au méridien d'un point fictif qui se meut « en moyenne » comme le soleil : on commence par définir un premier mobile parcourant l'écliptique d'un mouvement uniforme avec la même période (année) que le soleil, et qui, par suite, se rencontre avec lui quatre fois par an; le « soleil moyen » est un second mobile qui parcourt l'Équateur avec la même vitesse angulaire que le précédent. Cette notion présentait pour l'usage public des inconvénients d'ordre matériel et d'ordre psychologique. D'abord, la plupart des horloges et des montres avaient besoin d'être sérieusement remises à l'heure chaque jour, et c'est le passage du soleil (du vrai!) au méridien qui en fournissait le moyen. Ensuite ce travail d'abstraction peu intelligible choquait l'esprit populaire : on opposait volontiers l'« heure du soleil », la « bonne heure » à des computations et à ces truquages des savants toujours plus ou moins suspects de sorcellerie. ...Taxer le soleil d'avance ou de retard semblait le comble de l'irrévérence : l'expression encore employée de « temps vrai » pour temps solaire est le reflet de cet état d'esprit. Nous verrons encore celui-ci se manifester de façon assez subtile sur le cadran de ces magnifiques horloges du XVIII^e siècle dont nous parlerons à mainte reprise, qui marquent simultanément le temps solaire et le temps moyen. Le premier est manifestement l'indication principale de l'horloge, ce qu'on lit avec ses somptueuses aiguilles dorées et ciselées, tandis qu'à côté une simple aiguille d'acier toute droite donne le temps moyen à titre d'information pour les esprits compliqués ! Bref, c'est seulement en 1816 que les horloges publiques de Paris

furent réglées sur le temps moyen. Pour nos contemporains, l'heure diffusée par l'horloge parlante est une chose imposée du dehors et subie passivement pour laquelle on n'éprouve plus le besoin de raisons ni de justifications.

Nous rappellerons donc que l'« *équation du temps* » est le nombre de minutes et de secondes qu'il faut ajouter à l'heure solaire pour avoir l'heure moyenne. Elle varie chaque jour, tantôt positive, tantôt négative, autrement dit le soleil est tantôt en retard et tantôt en avance sur le soleil moyen. La variation de l'équation du temps dans le courant de l'année est à très peu près la même d'une année à l'autre. Elle atteint

un maximum de + 14 min. 21 sec. le 11 février,
un minimum de — 3 min. 46 sec. le 15 mai,
un maximum de + 6 min. 23 sec. le 27 juillet,
un minimum de — 16 min. 22 sec. le 3 novembre,

à ces dates la durée du jour solaire est égale à la durée du jour moyen; l'écart entre la durée de ces deux jours est, au contraire, maximum quand l'équation du temps est nulle, c'est-à-dire :

le 15 avril où le jour solaire est plus court de 15 sec.,
le 15 juin où il est plus long de 13 sec.,
le 2 septembre où il est plus court de 19 sec.,
le 25 décembre où il est plus long de 30 sec.

que le jour moyen.

Le temps moyen, comme le temps solaire, est *local*, c'est-à-dire qu'il est différent d'un lieu à l'autre suivant la longitude. Le développement des communications rapides a conduit à l'unification de l'heure dans chaque pays: Pour la France, l'heure légale fut celle du méridien de Paris confirmée par une loi de 1891. Mais déjà on discutait de l'établissement d'un système universel donnant l'heure sur la terre entière, c'est celui des *fuseaux horaires*. Ils sont au nombre de 24, et par suite chacun d'eux embrasse 15° de longitude; dans chaque fuseau l'heure est uniforme, égale à celle du méridien médian. La base du système est le méridien de Greenwich. Un événement est localisé soit par son heure locale (entendez heure de son fuseau), soit par son heure G.M.T. (Greenwich mean time) dit aussi « temps universel ».

L'idée d'un méridien origine universel base de la géographie n'est pas neuve; sans remonter jusqu'à Ptolémée, il faut en faire

l'honneur à Richelieu : voulant que le méridien de base soit indépendant de tout nationalisme pour être plus facilement accepté de tous, il avait décidé de prendre celui de l'Ile de Fer, l'une des Canaries... C'est plus tard l'hégémonie de l'Amirauté britannique qui a imposé le méridien de Greenwich.

L'heure du fuseau a été introduite comme heure légale en France en 1911. Le principe subsiste, malgré l'« heure d'été », qui n'est qu'un procédé ingénieux et efficace pour faire lever à l'heure optima les habitants des villes dont le rythme de vie est de plus en plus éloigné de celui de l'ombre sur le cadran solaire...

Entre la conception que l'on s'est faite du temps et les techniques qui permettent sa fixation et sa conservation, il y a une évolution parallèle avec réactions mutuelles : c'est l'horloge mécanique qui a imposé le temps moyen, et ce sont les exigences de sa conservation qui ont conduit aux horloges modernes indépendantes de la gravité. Pour esquisser cette évolution, nous passerons rapidement, bien qu'il ait duré un grand nombre de siècles, sur l'âge des cadrans solaires secondés par des appareils à écoulement, comme clepsydres et sabliers, pour en arriver tout de suite à l'âge de l'horlogerie mécanique. On peut le faire commencer au XIV^e siècle : les premières machines, très grossières, suivaient le soleil comme elles pouvaient avec des différences atteignant l'heure par jour. Assurément, il n'était pas question avec elles de distinguer temps solaire et temps moyen, ni de chiffrer l'avance ou le retard du soleil. On s'est justement aperçu de ces écarts quand la précision des horloges est devenue meilleure qu'une minute par jour. Les deux systèmes ont alors vécu concurremment. On a gravé sur les cadrans solaires une courbe de correction permettant d'y lire le midi moyen chaque jour de l'année. Inversement, on a fait indiquer l'équation du temps par les horloges mécaniques, moyennant une complication qui consiste essentiellement en une roue faisant un tour en un an et portant une came commandant l'aiguille d'équation.

Le triomphe de l'horlogerie mécanique fut la mesure des longitudes par les garde-temps transportables, dits « chronomètres de marine ». Leur réalisation a demandé environ deux siècles d'efforts, et c'est vers 1770 que les premiers succès importants ont été enregistrés. Aujourd'hui ces chronomètres ont atteint une admirable perfection, mais les transmissions radio ont complètement modifié les données du problème de l'heure exacte en tout lieu, en ame-

nuisant sans cesse le rôle du chronomètre de marine, qui ne sera sans doute bientôt plus conservé que comme relique d'une tradition glorieuse.

La garde du temps est confiée à un certain nombre d'observatoires (20 principaux de par le Monde) qui procèdent à l'émission de *signaux horaires*. Un organisme central, le Bureau International de l'Heure (B.I.H.) fonctionnant à l'Observatoire de Paris, reçoit et compare toutes ces émissions. Tout se passe en quelque sorte comme si les meilleures horloges du monde étaient toutes rassemblées sous les yeux des spécialistes, et les comparaisons multiple auxquelles ils procèdent permettent l'élimination quasi parfaite des erreurs accidentelles.

Ce travail est en réalité très complexe et il est impossible d'en donner une idée exacte en quelques lignes (1). Disons seulement que le B.I.H. reçoit chaque jour et enregistre une quarantaine d'émissions horaires; en les comparant à l'ensemble de ses horloges directrices, il assigne à chacune d'elles une heure corrigée dite « demi-définitive »; chacun des 20 observatoires fait un travail analogue, et le B.I.H. en combinant toutes ces données établit une heure « définitive » qui élimine ou, du moins, qui réduit les erreurs relatives à chaque observatoire. Précisons que la correction à faire à un garde-temps pour avoir l'heure demi-définitive, c'est-à-dire pour l'accorder avec l'ensemble des signaux horaires de la journée est de l'ordre de 0,015 sec., et que le passage à l'heure définitive demande une nouvelle correction dans le même sens ou dans l'autre de l'ordre de 0,02 sec. Il ne s'agit donc plus de l'heure pour les besoins pratiques, aussi est-il sans inconvénient que l'heure demi-définitive soit donnée avec 2 mois de retard et l'heure définitive avec 6 mois de retard.

Ces mesures minutieuses font apparaître dans le temps moyen et dans le temps sidéral tels qu'ils ont été définis des variations systématiques d'un ordre de grandeur incomparablement plus petit que celles signalées pour le temps solaire vrai, mais dont la réalité est aujourd'hui hors de doute. La rotation terrestre n'est pas réellement uniforme, la gravité en un même lieu n'est pas constante. L'un et l'autre sont soumis à une dérive séculaire et à des fluctuations de périodes plus ou moins longues. La rotation terrestre se ralentit en moyenne, de sorte que le jour sidéral est de

(1) Voir l'annuaire du Bureau des longitudes pour 1940.

plus en plus long, d'une très petite fraction de seconde par siècle... Mais il y a des périodes d'accélération qui durent quelques années ou un demi-siècle... La pesanteur a une variation périodique de 29 jours due à la lune, de sorte que les horloges à pendule ont une petite variation de cette période, causée par l'attraction de la lune sur la masse de leur pendule... Il s'agit de phénomènes extrêmement petits encore à la limite de la précision des mesures, pour partie bien interprétés comme le dernier cité, pour partie encore très mystérieux comme les accélérations de la rotation. Cela suffit pour que l'immuabilité et la régularité attribuées aux mouvements célestes paraissent des qualités usurpées. Pour se permettre de parler ainsi il faut avoir mieux et disposer d'instruments plus raffinés, capables de proposer pour étalon de temps un intervalle mieux reproductible et plus invariable. De tels instruments existent : ce sont les horloges à haute fréquence dont l'organe réglant est un diapason ou un bâtonnet de quartz maintenu en vibration par des moyens électriques. Ces horloges jouent un rôle de plus en plus grand et sans doute appelé à devenir prépondérant dans la fixation du temps. Il en existe un certain nombre en France (Observatoire de Paris et de Besançon, Institut de Chronométrie de Besançon, Institut Géographique National, etc...), mais les plus imposantes réalisations d'Europe sont celles du British Post Office et de l'Amirauté Britannique qui comportent chacune 18 horloges à quartz indépendantes.

Calendriers. — Leur complication et leur diversité tient au désir de faire cadrer la division du temps à la fois avec la marche du soleil et des saisons et avec la période de la lune, la première réglant les activités humaines, et surtout l'agriculture, la seconde ayant avant tout un sens religieux. Or, ces périodes ne sont pas commensurables, tous les calendriers sont par suite le résultat de cotes mal taillées, sauf ceux qui sont exclusivement lunaires, ou exclusivement solaires, ou encore complètement arbitraires.

Ainsi le calendrier musulman est purement lunaire : ses mois ont 29 et 30 jours et son année 12 lunaisons. Le calendrier juif est lunaire en principe, mais ramené en concordance avec le soleil par des moyens compliqués (sur 19 années, il y en a 7 — années « embolismiques » — qui comportent 13 mois lunaires). Parmi les derniers, nous citerons l'ingénieux calendrier positiviste d'Au-

guste Comte comportant une année solaire divisée en 13 mois de 28 jours, avec jour de l'An hors cadre.

Regardons d'un peu plus près notre calendrier : il est essentiellement solaire, sa base étant l'*année tropique* (retour du soleil au point équinoxial de printemps réel). Le mois est à l'origine égal à la lunaison qui vaut 29 jours 1/2 et la semaine représente à peu près chacune des phases de la lune. Dans ses traits essentiels, c'est toujours le calendrier mis en vigueur par César, en sa qualité de Grand Pontife, l'An 45 avant notre ère. Sur les conseils d'une commission d'astronomes, il avait refondu l'antique calendrier romain, en lui donnant pour base l'année tropique aussi exactement mesurée qu'on pouvait le faire à l'époque. La concordance lunaire des mois était sacrifiée en les portant à 30 ou 31 jours, de façon à faire une année de 365 jours. La concordance de l'année avec la révolution tropique était assurée par la règle très simple des années bissextiles (1 année sur 4 de 366 jours). Ce compromis ingénieux entre les traditions et les exigences scientifiques n'est pas un des moindres témoignages du génie de César. Le système était si près de la perfection qu'il a suffi d'une retouche effectuée seize siècles plus tard pour que la concordance solaire soit rigoureuse. C'est la réforme du pape Grégoire XIII, en 1582, qui consiste en la suppression de trois années bissextile en 400 ans (les années séculaires qui devraient être bissextiles selon la règle julienne, ne le sont que si le nombre de siècles du millésime est lui-même multiple de 4). Pour compenser le retard accumulé sur le mouvement du soleil depuis le début de l'ère chrétienne, le lendemain du jeudi 4 octobre 1582 s'est appelé vendredi 15 octobre. La réforme s'est étendue plus ou moins vite aux différents pays d'Europe; elle n'était pas encore admise en Russie avant la Révolution d'Octobre. La rançon de l'exactitude astronomique obtenue est la perte de la simplicité du système julien.

Des nombreuses tentatives de réforme du calendrier et de la mesure du temps, la seule qui ait donné lieu à des réalisations horlogères, que l'on peut voir dans la collection, est le *calendrier républicain* avec la *division décimale* du temps. On sait que l'année de 365 jours est divisée en 12 mois de 30 jours, dont les noms bien connus avec leur assonance différente pour les quatre saisons possèdent un incontestable mérite poétique; ils ont dû à Fabre d'Eglantine. Il reste 5 jours hors mois, dits « jours complémentaires » ou d'une façon plus révolutionnaire « sans culottides ».

La division décimale du temps consistait à compter 10 parties pour le jour (de 24 heures) : par suite, les cadrans décimaux comportent 5 divisions principales, divisées chacune en 100 minutes centésimales.

Une complication importante du calendrier est la variation de la date de Pâques, qui règle les fêtes liturgiques et aussi la vie scolaire. Par un curieux souci de se rattacher au calendrier lunaire, sans toutefois se lier au calendrier juif, le Concile de Nicée décida en 325 que la fête de Pâques serait célébrée le dimanche après la pleine lune qui suit le 21 mars. De là résulte que la fête peut tomber du 22 mars au plus tôt au 25 avril au plus tard, et il suffit d'un jour de décalage de la pleine lune pour la déplacer de plus d'un mois. Dans le calendrier julien, la fête de Pâques retombe aux mêmes dates tous les 532 ans : en effet, les jours de la semaine retombent aux mêmes quantités tous les 28 ans (7 fois 4) (cycle solaire) et les pleines lunes retombent aux mêmes dates tous les 19 ans (*cycle lunaire*, ou *nombre d'or*) et $28 \times 19 = 532$. La réforme grégorienne a détruit cette périodicité, d'abord par la modification de la règle des années dissextilles, ensuite par une correction apportée au cycle lunaire dont l'exactitude n'est pas rigoureuse, de sorte qu'il n'y a pratiquement plus de période définie pour la date pascale. Les éléments de son calcul sont toujours le jour de la semaine au premier janvier (*lettre dominicale* donnant de A à G le quantième du premier dimanche de l'année) et l'âge de la lune au premier janvier (*épacte*). L'épacte augmente en principe de 11 unités chaque année, mais l'accroissement peut être de 10, de 12 ou même de 13, avec de grandes complications.



LES APPAREILS DE MESURE DU TEMPS

Les Anciens mesuraient le temps au moyen de gnomons et cadrans solaires qui indiquaient l'heure d'après l'ombre d'un objet projetée sur le sol ou une plaque portant des repères, et au moyen de sabliers et clepsydes basés sur l'égalité de durée d'écoulement d'une même quantité de sable ou d'eau.

Au début de l'ère chrétienne, on connaissait les clepsydes à rouages; le principe de ce genre de transmission de force se trouve exposé dans Aristote, c'est ce qu'il appelait le mouvement des cercles contigus; les clepsydes étaient quelquefois munis d'automates.

Vers le x^e siècle, l'horlogerie mécanique a succédé à l'horlogerie hydraulique si l'on admet que le moine Gerbert (970-1003), devenu pape sous le nom de Sylvestre II, inventa le poids moteur, le balancier et l'échappement.

Dans les « Usages de l'ordre de Cîteaux » (vers 1120) il est indiqué que le sacristain devait régler l'horloge afin qu'elle sonne les matines, mais il n'est pas sûr qu'il s'agisse d'une horloge mécanique, car à cette époque le mot « horlogium » désignait aussi bien tout appareil horaire, cadran solaire, clepsyde ou autre.

En fait, ce n'est qu'au début du xiv^e siècle que l'on trouve trace certaine de grosses horloges mécaniques; à la fin de ce même siècle elles étaient déjà fort répandues.

Il semble que les horloges d'appartement à poids soient plus récentes. L'invention du ressort moteur (fin du xv^e siècle), puis de la fusée (1525) permit de régulariser la marche des petites horloges. Elles furent complétées par des sonneries, des indications astronomiques et astrologiques, dans lesquelles rivalisaient l'art et la science de l'horloger.

Les premières montres datent de la fin du xv^e siècle; de forme ronde ou ovale et fort grosses, elles n'étaient que des horloges de table de dimensions réduites.

Les progrès de l'horlogerie furent dès lors très rapides, principalement en Allemagne et en France. En même temps, les boîtes qui renfermaient ces instruments recevaient une décoration qui en faisaient de véritables œuvres d'art. Un progrès d'une importance considérable fut, en 1657, l'application aux horloges par le Hollandais Huyghens du pendule, dont avait été découvert par Galilée la loi de mouvement à la fin du xvi^e siècle. En 1674, Huyghens appliquait aux montres le ressort spiral déterminant le mouvement alternatif du balancier circulaire qui, jusqu'alors, n'était produit que par sa masse. Ces deux importantes découvertes furent le prélude de nombreux progrès réalisés en horlogerie.

Les pendules d'appartement d'horizontales qu'elles étaient devinrent verticales, et furent enfermées dans des gaines que l'ébénisterie et la ciselure furent appelées à décorer.

Les perfectionnements apportés au mécanisme ont surtout visé les échappements et la compensation pour la température des régulateurs pendule et des balanciers à spiral. En 1748, Pierre Le Roy fit le premier échappement libre. Le premier essai de compensation métallique des pendules est dû à Graham en 1726. Harrison perfectionna l'invention de Graham: ses compatriotes Arnold et Harnshaw construisent la bague bimétallique doublement fendue qui devait rester durant plus de 150 ans l'organe réglant et compensateur des chronomètres. Harrison construit aussi la première montre marine d'un fonctionnement satisfaisant, mais c'est Pierre Le Roy et surtout Ferdinand Berthoud qui donnent à cette branche de l'horlogerie un développement considérable.

Ce fut le 21 brumaire, an III (11 novembre 1793) que la Convention décida la création d'une fabrique nationale d'horlogerie et autorisa Laurent Mégevand à attirer en France les horlogers neuchatelois, d'opinions libérales, victimes du despotisme qui pesait sur eux. La première manufacture nationale fut installée à la maison de Beaupré, à cinq kilomètres de Besançon. Mais bientôt d'autres horlogers suisses vinrent s'établir à Besançon et, indépendamment, fabriquèrent des montres. Laurent Mégevand, en butte à l'hostilité de ses concitoyens, perdit sa fortune et mourut à l'hôpital de Besançon le 7 février 1814, frappé d'une balle autri-

chienne pendant le bombardement de la ville. Il avait doté son pays d'une industrie qui devait prendre un immense essor.

Tous les résultats et perfectionnements obtenus empiriquement en horlogerie pendant le XVIII^e siècle demeurèrent plus d'un siècle inexpliqués; ce sont les travaux de Villarceau, Phillips, Resal et Caspari qui expliquent, corrigent et précisent les lois intuitivement découvertes.

L'étude scientifique de l'élasticité des ressorts et l'application au ressort spiral des lois de la mécanique rationnelle n'ont été faites que par Phillips, en 1861.

Entre temps furent appliquées des corrections nombreuses et diverses provoquées par la comparaison des durées des battements du pendule en différents lieux du globe.

L'horlogerie électrique, dont les premiers essais datent de 1830, se développa grâce aux travaux de Wheatstone, Bain Steinhil, puis Hipp et Bréguet.

L'adoption, bientôt unanime en horlogerie, du pendule suspendu à lame flexible remplaçant la suspension à arête de couteau provoqua d'abord les travaux purement théoriques de Bessel et, tout récemment, une étude expérimentale et critique de M. P. Le Rolland.

Enfin, depuis 1819 s'est révélé le plus grand progrès de la chronométrie de précision; la compensation thermique a cessé d'être nécessairement confiée à un ajustage mécanique d'organes élastiques. La découverte métallurgique des aciers au nickel a abouti au spiral auto-compensateur de M. Guillaume et permet d'entrevoir pour la première fois la possibilité d'obtenir un isochronisme parfait des oscillations d'un balancier désormais massif.



BIBLIOGRAPHIE

Elle est immense et indigeste; le choix suivant très restreint, paraîtra nécessairement arbitraire.

Histoire de l'Horlogerie, par Pierre DUBOIS; Paris, 1849; 1 vol. in-4°.
(Nombreuses affirmations sujettes à caution).

Pendule; Spiral; Diapason, par H. BOUASSE; Delagrave, 1920; 2 vol. in-8°.
(Ouvrage fondamental, malgré de nombreuses erreurs de détail).

L'Horloge astronomique de la cathédrale de Strasbourg, par les Frères UNGERER; Strasbourg, 1922; 1 vol. gd. in-4°.

Depuis 1932 l'Observatoire et l'Institut de Chronométrie de Besançon publient des *Annales de Chronométrie*.
(Tables générales des *Annales de Chronométrie*, Besançon, 1947).

J. GRANIER : *La mesure du temps* (Collection « Que sais-je ? »), 1943.

COUDERT : *Les calendriers* (Collection « Que sais-je ? »), 1946.

Bibliographie Générale de la mesure du temps, par TARDY. Ed. de la France Horlogère, 1947.



LA MESURE DU TEMPS PAR L'OMBRE DES OBJETS

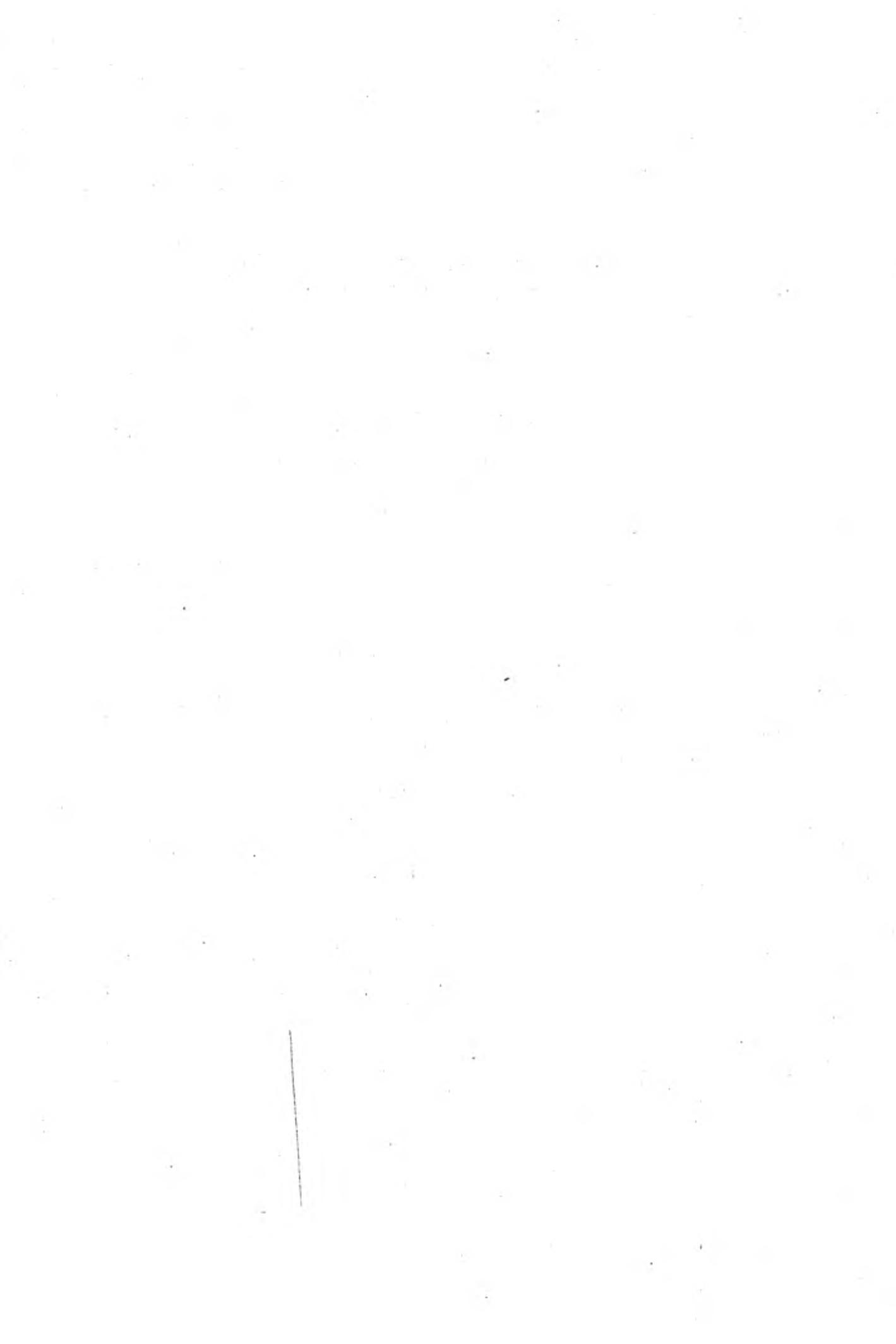
JB 1

La variation continuelle de la longueur d'une ombre produite par un objet quelconque exposé au soleil est certainement l'un des phénomènes qui fut observé par les premiers hommes; ils le mirent bientôt à profit pour établir une première division du jour.

Dans l'Antiquité, les objets dont on observait l'ombre étaient soit une tige, soit une colonne, soit un obélisque. On les désigne sous le nom général de *gnomon*.

Mais le gnomon présente un grand inconvénient pour la division du jour, à cause de la variation continuelle de la déclinaison du soleil. Pour une même heure considérée en des jours différents, la longueur de l'ombre n'est pas la même, non plus que sa direction, sauf à midi.

Ces inconvénients du gnomon ou style vertical disparurent en partie lorsqu'on s'avisa de diriger le style vers le pôle, c'est-à-dire parallèlement à l'axe du monde; dans ces conditions, la longueur de l'ombre change encore avec la saison, mais sa direction est toujours la même pour une même heure solaire vraie tout le long de l'année. Le principe des cadrans solaires se trouva ainsi établi.



GNOMONS ET MÉRIDiennes

JB 1-1

L'invention du gnomon est fort ancienne. Les Chinois prétendent l'avoir inventé déjà du temps de Yao, vingt-quatre siècles avant notre ère; leurs livres rapportent les observations faites avec cet instrument plus de 1.000 ans avant J.-C.

Suivant Hérodote, les Grecs ont connu le gnomon par les Babyloniens. Les Egyptiens s'en servaient, on trouve dans leur pays de nombreux obélisques qui donnaient une ombre très longue.

Pour que les observations faites au gnomon aient une certaine exactitude, il est nécessaire que les dimensions de l'instrument soient assez grandes, mais alors, l'extrémité de l'ombre perd de sa netteté. Cet inconvénient fut d'abord évité en surmontant le gnomon d'une boule; on observait alors le centre de l'ombre de la boule qu'on peut déterminer avec exactitude. Plus tard, les Orientaux surmontèrent le gnomon d'un disque percé d'un trou rond; on observait alors la tache claire que forment au centre de l'ombre du disque les rayons lumineux passant par ce trou. Ce perfectionnement est attribué à un Arabe, Ibn Younis ou Ebn Jounis (fin du x^e siècle).

Ces instruments furent supplantés par les cadrans solaires. On conserva cependant les gnomons pour la détermination du midi, puisque pour cette heure particulière l'ombre du gnomon prend toujours la même direction. L'appareil porte le nom de méridienne.

Une méridienne indique le midi vrai ou midi solaire. Pour pouvoir utiliser l'instrument pour la détermination du midi moyen, on trace sur la surface sur laquelle se projette l'ombre du style la méridienne de temps moyen, courbe en forme de 8 très allongée qui donne pour chaque jour l'écart entre le midi vrai et le midi moyen.

Il est midi moyen lorsque l'ombre de l'extrémité du style se projette sur la méridienne de temps moyen.

On peut admirer à Paris une méridienne de grande dimension tracée sur le sol du transept de l'église Saint-Sulpice, par Langlois en 1743, sur les indications de Le Monnier. La longueur dont on disposait étant insuffisante en hiver, la fin du tracé se trouve portée sur une surface verticale.

1. MERIDIENNE PAR ROBIN.

L'instrument porte l'inscription : « Robin horloger du Roy aux Galeries du Louvre 1789 ».

Un plateau rectangulaire en laiton, muni de trois vis calantes et de deux niveaux, porte une plaque de marbre horizontale et une pièce verticale terminée par un œillette. Sur la plaque de marbre est gravée un faisceau de droites; l'axe du faisceau correspond à midi, les autres droites de 5, 10, 15 et 30 minutes avant et après midi. Trois droites transversales correspondent aux solstices d'hiver et d'été et à l'équinoxe pour le lieu pour lequel l'instrument a été construit; cette dernière construction n'est pas d'ailleurs parfaitement précise. Lorsque le plateau est placé horizontalement, la ligne de midi venant dans le plan du méridien du lieu, les rayons solaires passant par l'œillette donnent sur le marbre une tache lumineuse qui à midi vrai tombe sur l'axe.

894. — E. av. 1814.

2. MERIDIENNE PAR BARADELLE.

L'instrument porte l'inscription : « Baradelle fils à Paris, 1774 ».

Un plateau de cuivre muni de trois vis calantes porte une plaque verticale dans laquelle coulisse un œillette. Sur le plateau est tracée une droite servant de méridienne.

L'instrument convenablement orienté donne le midi vrai. Deux graduations, l'une sur la plaque verticale et l'autre sur la ligne méridienne permettent de mesurer avec précision la hauteur du soleil non seulement au méridien mais à toute heure du jour.

1449. — E. av. 1814.

3. *CANON SOLAIRE ANNONÇANT LE MIDI MOYEN, imaginé par le Colonel Goupy et construit par Deleuil (xix^e siècle).*

Don du Colonel Goupy.

L'instrument comprend un petit canon vertical sur la lumière duquel une lentille fait converger les rayons du soleil.

La lentille est portée par une pièce se déplaçant sur un limbe gradué qui permet de donner à l'axe optique l'inclinaison correspondant à l'élévation du soleil à midi à n'importe quel jour.

Un dispositif permet de tenir compte de l'équation de temps, à cet effet un tableau porté par le bâti indique la « position de l'aiguille sur le cadran des minutes pour chaque jour de l'année).

6993. — E. 1861.

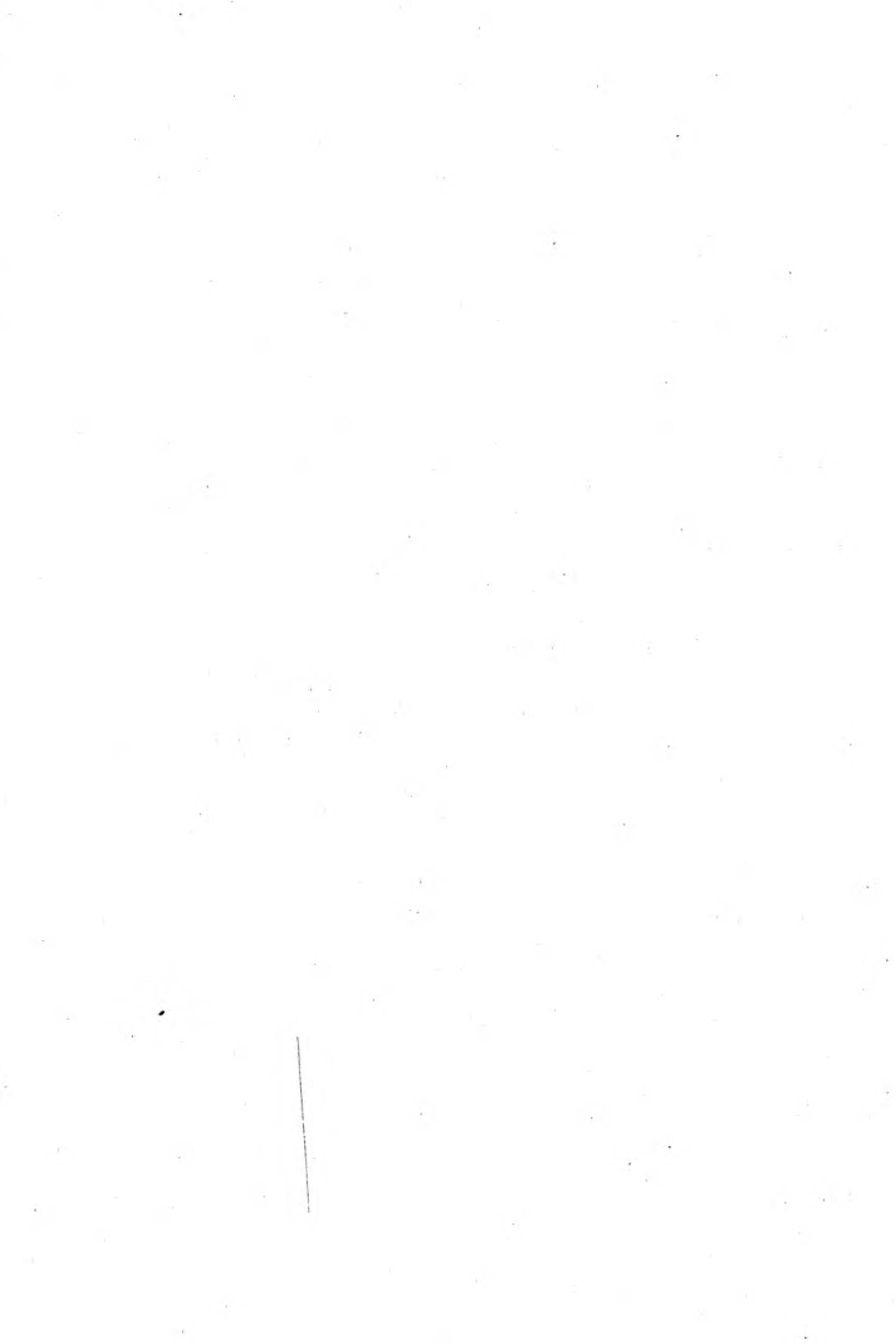
4. *MERIDIENNE INDIQUANT MIDI PAR UNE SONNERIE (xviii^e siècle).*

L'instrument est signé Regnier, à Semur.

L'appareil étant orienté dans le méridien du lieu et l'inclinaison de son axe optique étant réglé suivant l'élévation du soleil, la lentille concentre à midi les rayons solaires sur un fil qui brûle. Ce fil brûlé laisse tomber dans l'intérieur du socle un poids qui débraye un mouvement de sonnerie.

910. — E. av. 1814.





CADRANS SOLAIRES

JB 1-2

Un cadran solaire est un gnomon perfectionné, il comprend : une surface généralement plane sur laquelle se projette l'ombre qu'on appelle la table; une tige rectiligne, parfois fictive, qu'on nomme style; enfin des lignes tracées sur la table et sur lesquelles

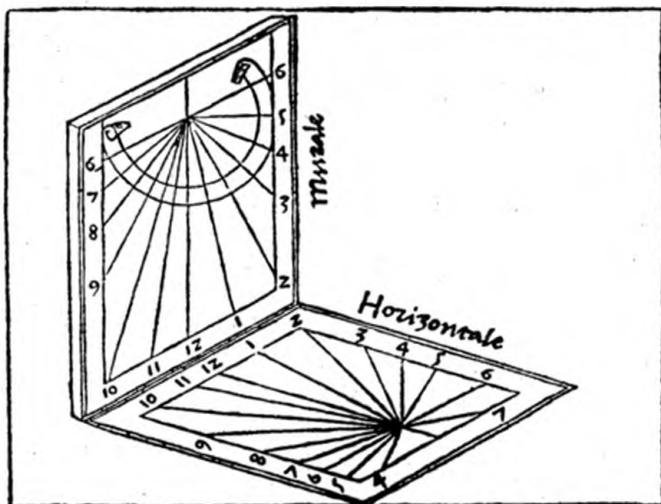


Fig. 1. — Cadran solaire horizontal et vertical (diptyque).
Extrait de Sébastien Munster « Rudimenta Mathematica », 1561.

le soleil marque le temps aux diverses heures du jour; ce sont les lignes horaires.

L'invention du cadran solaire remonte certainement à une époque fort lointaine et peut-être en Chaldée; la seule certitude actuelle réside dans l'existence de cadrans solaires en bois trou-

vés en Égypte, construits vers 1500 avant J.-C. En Grèce, le premier cadran solaire aurait été établi par Anaximandre vers 600 avant J.-C. En Italie, on n'en trouve qu'après la seconde guerre punique, vers 200 avant J.-C., et ce n'est qu'en 164 avant J.-C. que le premier cadran solaire aurait été dressé à Rome. A Athènes, on voit encore de nos jours les traces de cadrans solaires gravés sur les faces de la Tour des Vents un siècle avant J.-C.

Pendant le Moyen Age, les Orientaux construisirent de nombreux cadrans solaires. En Europe, la gnomonique ou art de construire des cadrans solaires eut une vogue à la même époque, mais surtout pendant la Renaissance et le XVII^e siècle et même jusqu'à la fin du XVIII^e siècle.

Un cadran solaire peut être tracé sur n'importe quelle surface et quelle que soit son orientation, ce qui explique la variété considérable des combinaisons possibles qui a mis à l'épreuve la sagacité des chercheurs, principalement au XVI^e siècle.

Lorsque le cadran n'est utilisable que pour une seule latitude il est dit cadran particulier, s'il est utilisable en tous lieux, il est dit cadran universel.



CADRANS SOLAIRES ÉQUATORIAUX

JB 1-21

La table peut être une couronne parallèle au plan de l'Équateur, le style parallèle à l'axe du monde est perpendiculaire à la table. Les lignes horaires font entre elles des angles égaux; celle de midi est l'intersection de la table et du plan vertical passant par le style.

Le soleil étant au-dessus du plan de l'Équateur en été et au-dessous en hiver, le style doit pouvoir être dirigé du centre du cadran soit vers le pôle nord, soit vers le pôle sud.

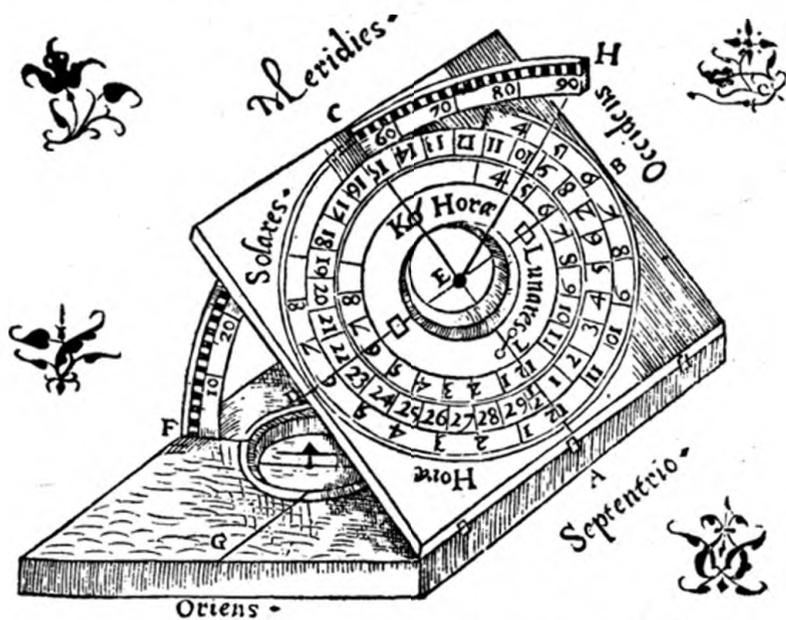


Fig. 2. — Cadran équatorial solaire et lunaire (b).
Extrait de Oronce Fine « De Solaribus Horologiis », 1560.

Les cadrans équatoriaux ont été très répandus autrefois sous la forme de cadrans équatoriaux universels. Ils sont constitués par une table, graduée sur les deux faces, munie d'un style qui la traverse; cette table forme généralement le couvercle d'une boîte renfermant une boussole qui sert à orienter l'instrument; ce couvercle est placé parallèlement au plan de l'équateur au moyen d'un arc de cercle gradué. Pour que l'instrument soit portatif, le style peut se rabattre dans le plan de la table et l'arc de cercle ou limbe sur la boîte.

On peut ranger dans cette catégorie toute une série d'instruments, souvent fort ingénieux, à style réel ou fictif, dont la table est une surface cylindrique ou sphérique.

1. *CADRAN SOLAIRE EQUATORIAL, par Passement (milieu du XVIII^e siècle).*

Un socle en cuivre supporte un grand cercle vertical en laiton figurant le méridien défini par l'axe du monde et la verticale du lieu. Le socle est traversé par une flèche qui sert de style et doit donc être dirigée parallèlement à l'axe du monde, ce qui est réalisé lorsque le grand cercle est dans le plan du méridien.

Sur le méridien est fixé un cercle divisé en vingt-quatre heures qui matérialise l'équateur.

Sur le méridien et l'équateur s'appuie un 3^e cercle figurant l'écliptique.

776. — E. av. 1814.

2. *CADRAN SOLAIRE EQUATORIAL, par Desclincourt (fin du XVII^e siècle).*

Cet instrument en forme de calotte hémisphérique, porte l'inscription : « Ingenio et Labore Joan Fractorensis Desclincourt » (Inventé et exécuté par Jean Desclincourt).

A l'intérieur de l'hémisphère en cuivre doré, d'un diamètre de 340 m/m., est gravé un zodiaque composé de parallèles correspondant aux déclinaisons du soleil de 5° en 5° et traversé par des arcs de méridien correspondant aux heures. Sur le zodiaque sont marqués les signes et les mois divisés en jours.

A la calotte est fixé un style dont la pointe est au centre de la sphère et dont l'ombre portée indique l'heure et

la déclinaison du soleil quand la sphère est convenablement orientée.

Au dos de l'hémisphère est fixée une nervure portant une division de 0 à 90° qui permet de donner à l'instrument l'inclinaison voulue (cet appareil devait se placer sur un pied qui manque).

L'instrument est une imitation du Scaphe des anciens dont l'invention était attribuée à Eratostène (v^e siècle avant J.-C.).

929. — E. av. 1814.

3. HELIADE DE PANNETRAT (xix^e siècle).

Don de M. Pannetrat.

Cet instrument est constitué par un cube contenant deux demi-cylindres creux adossés, dont les axes sont constitués par des fils tendus.

La boîte est mobile autour d'un axe horizontal; un système de leviers faisant office de compas de réduction, permet de connaître l'inclinaison de la boîte sur l'horizon. Cet ensemble est mobile autour d'un axe vertical porté par trois pieds munis de vis calantes; deux niveaux à 90° permettent d'assurer la verticalité de cet axe.

Les deux fils étant placés parallèlement à l'axe du monde, le soleil projettera, suivant l'heure de la journée, avant ou après six heures, l'ombre de l'un des fils sur le cylindre creux dont il forme l'axe. Ce cylindre est garni d'une feuille de papier portant une division de 10 en 10 minutes sur laquelle on lit l'heure.

Un fil horizontal permet de mesurer la déclinaison du soleil.

8278. — E. 1871.

4. CADRAN SOLAIRE EQUATORIAL dit HORLOGE SOLAIRE, par Rimbaud (deuxième moitié du xix^e siècle).

Don de M. Rimbaud.

Une sphère en verre a l'un de ses axes matérialisé par un fil tendu. Le grand cercle perpendiculaire à l'axe est divisé en heures, demies et quarts; ces divisions sont gravées et peintes sur verre dépoli. L'axe est relié à une charnière qui permet de lui donner une inclinaison correspondant à la latitude ou élévation du pôle du lieu. Le fil étant placé parallèlement à l'axe du monde, son ombre portée sur le verre dépoli indique l'heure.

11099. — E. 1888.

5. *CADRAN SOLAIRE EQUATORIAL dit CHRONOMETRE SOLAIRE, par Fléchet (1862).*

Don de l'Académie des Sciences.

Une calotte sphérique, dont le bord porte une division horaire, peut tourner autour d'un axe monté sur un pied articulé.

Sur la calotte reposent deux équerres cintrées; la première porte une lentille mobile autour d'un axe transversal; la seconde est munie d'une plaque argentée sur laquelle est tracée la courbe en huit de l'équation de temps.

L'axe de l'instrument étant rendu parallèle à l'axe du monde, on tourne la calotte de manière à amener l'image donnée du soleil par la lentille sur le point de la courbe en huit correspondant au jour de l'année. On lit l'heure civile, en face de l'index.

7488. — E. 1866.

6. *CADRAN EQUATORIAL, par E. Péraux (xix^e siècle), pour la latitude de Nancy.*

Don de M. E. Péraux.

Dans une plaque de bois verticale en forme de fer à cheval est encastrée une pièce de bois en forme de croissant dont la circonférence est biseautée et porte une division horaire. Le fil qui sert de style, fait avec l'horizon, un angle égal à la latitude et lorsqu'on le place parallèlement à l'axe du monde, son ombre portée sur la circonférence indique l'heure solaire.

Sous le socle est collé un tableau de l'équation du temps.

9724. — E. 1882.

7. *CADRAN SOLAIRE EQUATORIAL UNIVERSEL DE POCHE (début du xviii^e siècle).*

Cet instrument porte au dos du socle l'inscription : « Johann Willebrand in Augspurg » (en cuivre doré et argent).

Ce cadran, en forme d'octogone, contient une boussole à laquelle on peut faire marquer une déclinaison variable. Un pendillon qui sert de fil à plomb, permet de tenir le socle horizontal.

Autour d'une charnière fixée à l'un des côtés du socle, peut tourner un cercle équatorial facilement réglable portant une division horaire. Au centre de ce dernier

se trouve placé le style qui lui est perpendiculaire et peut se rabattre dans son plan.

L'index étant placé sur l'élévation du pôle du lieu où l'on opère (égale à la latitude) et l'appareil étant orienté à l'aide de la boussole, le style se trouve parallèle à l'axe du monde et son ombre portée sur la face interne du cercle équatorial donne l'heure. Toutes les pièces saillantes peuvent se rabattre sur le socle pour faciliter le transport de l'appareil.

4278¹. — E. av. 1849.

8. CADRAN EQUATORIAL UNIVERSEL de poche (vers 1700).

Cet instrument en cuivre doré et argent porte sur son socle l'inscription : « Johann Martin, Augspurg 48 ». Cet instrument est analogue au précédent.

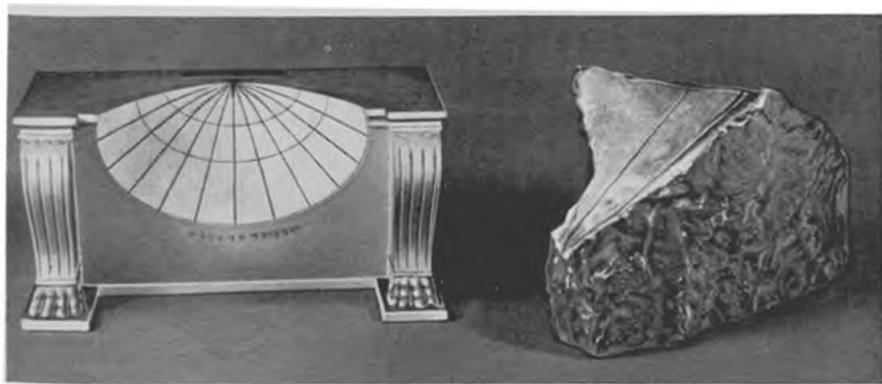


Fig. 3. — Surmoule d'un fragment de cadran solaire phénicien (8280), et cadran solaire conique phénicien (9426¹).

Au dos de l'appareil sont indiquées les latitudes en degrés de 37 villes.

4278². — E. av. 1849.

9. CADRAN EQUATORIAL UNIVERSEL de poche, par L. Gräsl (fin du XVIII^e siècle).

Cet instrument est analogue au précédent, mais de plus petite dimension et de construction beaucoup moins soignée.

4278³. — E. av. 1849.

10. CADRAN UNIVERSEL, par Charles Bloud, à Dieppe (deuxième moitié du XVIII^e siècle) (voir description JB 1, 2, 5).

Don de M. Robillot.

10870. — E. 1886.

11. *SURMOULE D'UN FRAGMENT DE CADRAN SOLAIRE PHENICIEN* (fig. 3).

Don du Colonel Laussedat.

Le fragment a été rapporté en 1860 par la mission de Phénicie, dirigée par Ernest Renan; il fut trouvé dans les fondations de l'une des maisons ruinées qui couvrent le mamelon côté nord du village de Oum-el-Awamid. L'original est au Musée du Louvre.

8280. — E. 1871

12. *CADRAN SOLAIRE CONIQUE PHENICIEN* (fig. 3).

Dans cette restitution la surface du cadran est formée par un segment de cône coupé par deux plans. Le plan supérieur est parallèle à l'horizon et l'autre plan est parallèle à l'équateur.

L'extrémité du style horizontal est l'intersection du méridien, de l'équateur et de l'horizon du cadran.

Le tracé intérieur comprend douze lignes horaires et trois lignes concentriques définissant les solstices et les équinoxes.

Ce cadran divise le jour en douze heures, allant du lever au coucher du soleil, ce sont donc des heures inégales dites heures temporaires, seules en usage dans l'antiquité (voir fig. n° 3).

9426¹. — E. 1880.

AUX RESERVES

1. *MOULE DU CADRAN SOLAIRE CONIQUE PHENICIEN*
n° 9.426¹.

9426². — E. 1880.



ANNEAUX UNIVERSELS ou ANNEAUX ASTRONOMIQUES

JB 1-22

Les anneaux universels souvent aussi appelés anneaux astronomiques ne sont autres que des cadrans solaires de forme particulière, basés sur le même principe que les cadrans solaires équatoriaux avec cette différence que le style est remplacé par un trou

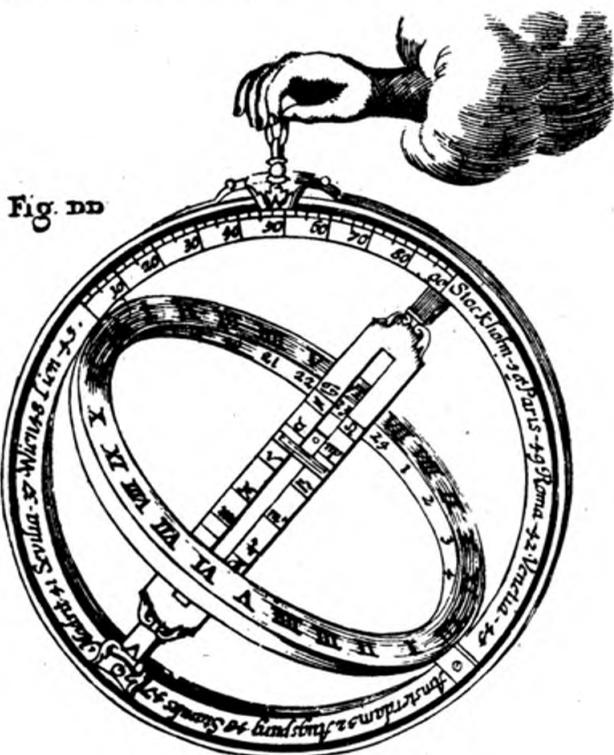


Fig. 22

Fig. 4. — Anneau astronomique.

Extrait de Pierre Stengeli « Gnomonica universalis », 1721.

mobile que l'on déplace suivant les jours de l'année. La boussole devient ainsi inutile.

Ils se composent de deux cercles concentriques, le cercle intérieur ou cercle équatorial peut tourner autour d'un diamètre de manière à venir se placer perpendiculairement au cercle extérieur ou cercle méridien. Le cercle équatorial porte 24 divisions équidistantes correspondant aux heures. Le cercle méridien porte un anneau de suspension pouvant se déplacer le long d'un limbe gradué pour le réglage en latitude. Il porte, en outre, une réglette mobile représentant l'axe de la terre dans laquelle coulisse un curseur pourvu d'un œilleton. La position de cet œilleton sur la réglette se règle chaque jour au moyen de la graduation en mois ou signes du zodiaque tracée sur la réglette.

L'heure est donnée en orientant l'instrument de façon que le rayon solaire passant par l'œilleton tombe sur la face interne du cercle horaire ou équatorial.

1. *CINQ ANNEAUX ASTRONOMIQUES* (XVIII^e siècle).

L'un de 166 millimètres de diamètre, porte l'inscription: « Jean Langlois, élève du sieur Butterfield, aux Armes d'Angleterre à Paris » (première moitié du XVIII^e siècle). Un autre de 260 millimètres de diamètre, est signé de Dollond, à Londres. Une moitié du cercle équatorial a été enlevée ultérieurement à sa fabrication.

Les trois derniers anneaux sont plus petits que les deux premiers et non signés.

3878. — E. av. 1849.

2. *ANNEAU ASTRONOMIQUE* de 100 mm. de diamètre (XVIII^e siècle).

Don de M. Robillot.

40518. — E. 1885.

3. *ANNEAU ASTRONOMIQUE* de 80 mm. de diamètre (XVIII^e siècle).

8429. — E. av. 1872.

4. ANNEAU ASTRONOMIQUE, par F. Heath, London (XVII^e siècle).

Don de M. Charles Marret.

13592. — E. 1903.

5. ANNEAU ASTRONOMIQUE, par Georges, à Paris (milieu du XVIII^e siècle).

1451. — E. 1814.

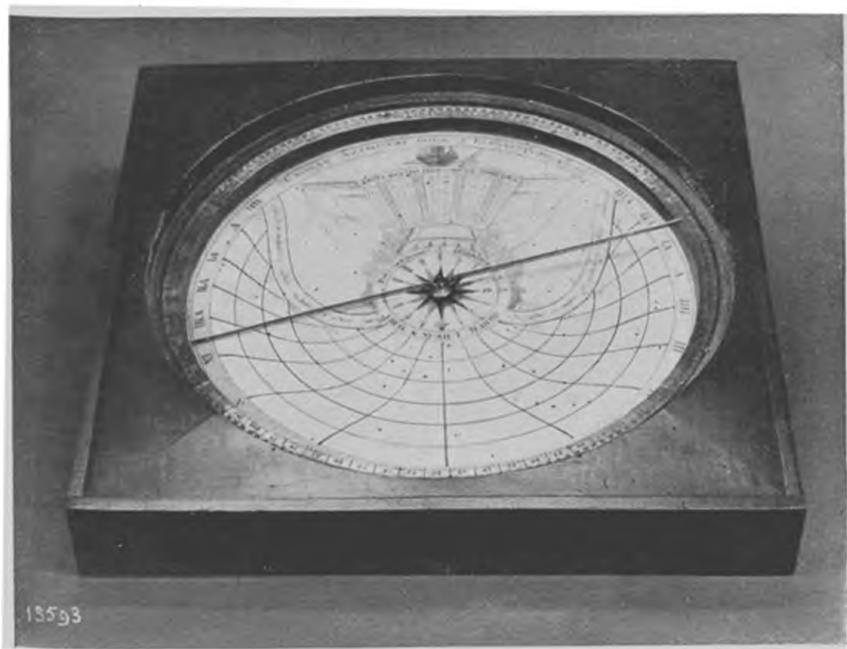


Fig. 5. — Anneau astronomique à trois cercles, par Helye (13593).

6. ANNEAU ASTRONOMIQUE A TROIS CERCLES, par Helye (fig. n^o 5) (XVIII^e siècle).

Don de M. Charles Marret.

Le premier cercle extérieur définit le méridien du lieu et porte le dispositif de suspension. Le deuxième cercle figure l'équateur, il est divisé en heures. Le troisième cercle porte un viseur constitué par deux pinnules diamétralement opposées et se déplaçant devant une division donnant les déclinaisons du soleil pour chaque jour de l'année. L'instrument étant convenablement réglé,

il suffit de faire tourner le cercle intérieur dans le cercle équatorial jusqu'à amener la ligne de visée sur le soleil. On lit alors l'heure sur le cercle horaire ou équatorial. Ce modèle d'anneau peut être utilisé comme instrument équatorial pour de nombreux usages astronomiques. L'instrument est contenu dans un bel écrin frappé de fers dorés à fleurs de lis.

13593. — E. 1903.

7. *CADRAN SOLAIRE MULTIPLE* (XVIII^e siècle) (voir description JB 1, 2, 4, page 33, n^o 3).

3903. — E. 1848.



CADRANS SOLAIRES HORIZONTAUX

JB 1-23

La table étant horizontale, le style parallèle à l'axe de la terre forme avec la table un angle égal à la latitude du lieu d'utilisation ou, ce qui revient au même, à l'élévation du pôle en ce lieu.

Ces cadrans autrefois très répandus étaient généralement assez petits. Le style, sujet à être faussé, était souvent remplacé par

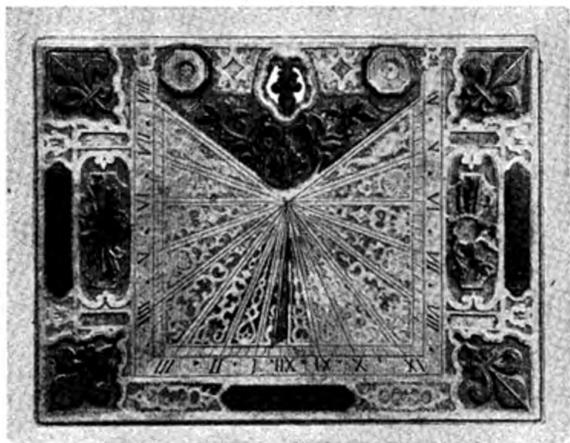


Fig. 6. — Cadran solaire horizontal en pierre
(France, xvii^e siècle) (907).

une plaque métallique à bords rectilignes dirigés suivant l'axe du monde :

Les lignes horaires qui sont les intersections des plans horaires avec la table ne font pas entre elles des angles égaux. Ceux-ci varient suivant les latitudes, ce sont donc des cadrans particuliers.

Les cadrans fixes sont orientés une fois pour toute, les cadrans portatifs sont munis d'une boussole, mais il faut connaître la

JB 1-2

déclinaison magnétique du lieu où l'on opère pour effectuer une orientation convenable.

Un cadran solaire horizontal peut être utilisé pour une autre latitude que celle de sa construction; il devient alors un cadran

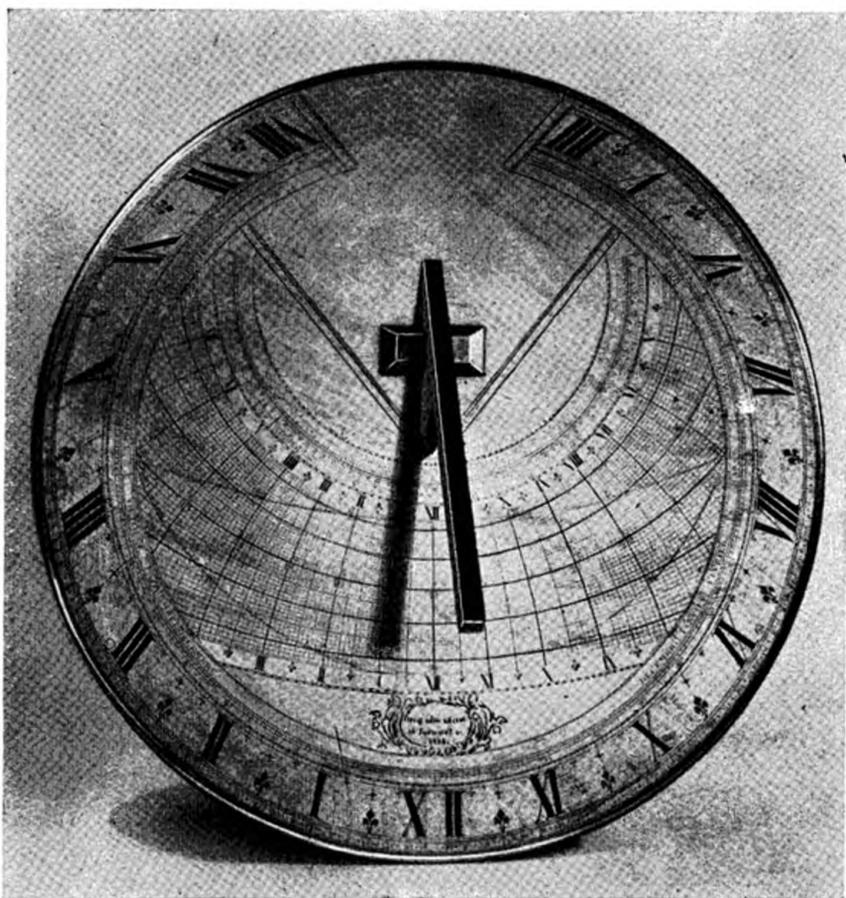


Fig. 7. — Cadran solaire horizontal par Benjamin Scott.
Londres, vers 1800 (3876).

solaire « incliné ». Pour le régler, il suffit d'orienter son style parallèlement à l'axe de la terre, c'est pourquoi certains cadrans horizontaux portent un perpendiculaire avec, en regard, une graduation en degrés de latitude.

1. *CADRAN SOLAIRE HORIZONTAL EN PIERRE* (France, XVII^e siècle) (fig. n^o 6).

La table est constituée par une plaque en pierre décorée de fleurs de lis. Elle porte gravée sur cuivre la devise : « Ex undis emergunt in auras » (Ils s'élèvent des flots dans les cieux).

Le style est constitué par une plaque triangulaire en laiton dont le fond découpé représente le Temps avec sa faux et son tablier.

De chaque côté du cadran se trouvent des plaques de cuivre sur lesquelles sont gravées les heures du lever et du coucher du soleil pour tous les jours de l'année.

907. — E. av. 1814.

2. *CADRAN SOLAIRE HORIZONTAL*, par Benjamin Scott, Londres (vers 1800) (fig. n^o 7).

Cadran particulier comportant en outre du cadran solaire ordinaire une table des hauteurs du soleil. L'équation de temps pour tous les jours de l'année et le passage du soleil dans le zodiaque.

Sur la division horaire se trouvent portés les noms de nombreuses villes du monde indiquant leur différence de longitude par rapport à Londres, ce qui permet de déterminer l'heure correspondante pour chacune de ces villes.

3876. — E. av. 1814.

3. *CADRAN SOLAIRE HORIZONTAL*, de Julien Le Roy, par Jacques Le Maire (première moitié du XVIII^e siècle).

Cet instrument porte l'inscription suivante : « Inventé par Julien Le Roy, ancien Directeur de la Société des Arts. Fait par Jacques Le Maire, de la Sté des Arts, au Génie de Paris. Pour 43 deg. ».

La platine est une plaque en laiton ; elle est munie de 4 vis calantes permettant d'en assurer l'horizontalité ; elle porte un style constitué par une plaque métallique à bords rectilignes, dont l'un indique l'heure de 4 heures à midi, l'autre de midi à 8 heures.

La platine porte, matérialisée par deux pointes, une méridienne qu'on doit amener en coïncidence avec la méridienne horizontale du lieu. A cet effet, le style est percé suivant son axe de cinq trous et sur la platine sont tracés, de part et d'autre du style, des arcs de cercle ayant le centre du cadran pour centre. Les rayons lumineux passant par les trous du style, rencontrent

deux fois par jour la même circonférence, à des heures équidistantes de midi lorsque l'instrument se trouve dans le méridien.

L'instrument construit pour une latitude de 49° peut être utilisé pour d'autres latitudes.

Pour donner à la table l'inclinaison correspondant à une latitude donnée, on se sert du fil à plomb suspendu à l'extrémité du style, dont on amène la pointe en regard de la division convenable d'une échelle des latitudes.

La platine, ou table, porte l'indication des latitudes de 22 villes.

925. — E. av. 1814.

4. *CADRAN SOLAIRE HORIZONTAL, de Julien Le Roy, par Jacques Le Maire (première moitié du XVIII^e siècle).*

Don de M. Robillot.

Cet instrument est analogue au précédent.

10485. — E. 1885.

5. *CADRAN SOLAIRE HORIZONTAL, par J. Le Maire (première moitié du XVIII^e siècle).*

Cet instrument porte l'inscription : « Jacques Le Maire, à Paris, au Génie, pour 48 degrés 51 minute ».

La table est constituée par une plaque carrée en laiton munie de 3 vis calantes ; elles portent une division horaire.

Le style est constitué par un fil tendu entre un trou percé au centre du cadran et un autre trou percé dans une pièce de laiton perpendiculaire à la table, à laquelle on peut suspendre un fil à plomb qui sert à mettre la platine horizontale. Le fil est tendu par un ressort.

5499. — E. 1853.

6. *CADRAN SOLAIRE HORIZONTAL, par Butterfield (vers 1700).*

Cet instrument porte l'inscription : « Butterfield, à Paris pour 48 degrés 51 minutes ».

La table est une plaque carrée en laiton, munie de 4 vis calantes. La division horaire est portée par des cercles concentriques.

Le style est un fil tendu sur une tige verticale comme dans le n° 10.485.

Primitivement il y avait un fil à plomb.

5500. — E. 1853.

7. *CADRAN SOLAIRE HORIZONTAL* (vers 1800), fabriqué à Canton (Chine) par la Compagnie des Indes.

La table est constituée par un anneau en émail blanc sur lequel les heures sont indiquées en caractères chinois. Le style est constitué par un fil tendu entre le centre du cadran et une pièce perpendiculaire au cadran qui peut être rabattue sur lui.

L'instrument est en bronze doré. Quatre vis calantes, garnies de cabochons en émail bleu, permettent au moyen d'un niveau, de mettre l'appareil horizontal. Une boussole sert à orienter l'instrument.

7459. — E. 1866.

8. *CADRAN SOLAIRE HORIZONTAL muni d'un canon méridien*, par Rousseau (vers 1880).

Sur la moitié d'un disque en marbre blanc est tracé un cadran solaire horizontal, avec style en bronze doré.

Sur l'autre moitié se trouve un canon méridien en bronze sur la lumière duquel une lentille concentre les rayons du soleil. Pour que l'axe optique de la lentille passe par le soleil à midi, il faut d'abord orienter l'instrument, puis donner à cet axe l'élévation convenable; cette élévation est indiquée sur un quart de cercle divisé le long duquel peut se déplacer la lentille.

911¹. — E. av. 1814.

9. *CADRAN SOLAIRE HORIZONTAL, muni d'un canon méridien* (vers 1800).

Cet instrument est analogue au précédent.

911². — E. av. 1814.

10. *CADRAN SOLAIRE HORIZONTAL en cuivre, par Menant, à Paris* (première moitié du XVIII^e siècle).

Don de M. Naigeon.

Cet instrument porte l'inscription suivante : « Pour 48 degrés 51 minutes — Menant, à Paris ».

La platine est constituée par une plaque carrée en laiton; le style est une plaque découpée en laiton montée à l'équerre sur la platine. Les heures sont portées sur des cercles concentriques.

924. — E. An IV (av. 1814).

11. CADRAN SOLAIRE MULTIPLE (XVIII^e siècle).

(Voir description JB-I 24, page 33, n^o 3).

3903. — E. 1848.

12. CADRAN SOLAIRE UNIVERSEL, par Charles Bloud, à Dieppe (deuxième moitié du XVII^e siècle).

Don de M. Robillot.

(Voir description JB-I 26, page 39, n^o 8).

10870. — E. 1886.

13. CADRAN SOLAIRE CUBIQUE, par E. C. Stockert, Allemagne (fin du XVIII^e siècle).

(Voir description JB-I 24, page 32, n^o 2).

10534. — E. 1885.

14. CADRAN SOLAIRE MULTIPLE, cuivre doré, Allemagne (vers 1580).

(Voir description JB-I 26, page 37, n^o 1).

8431. — E. av. 1872.

15. CADRAN SOLAIRE HORIZONTAL, avec cadran de hauteur universel et cadran lunaire, par Minot (XVII^e siècle).

(Voir description JB-I 27, page 44, n^o 1).

5483. — E. 1853.

16. CADRAN SOLAIRE HORIZONTAL UNIVERSEL, en argent, par Butterfield, à Paris (vers 1700).

La table a la forme d'un octogone allongé. Elle porte en son centre une boussole, une aiguille en cuivre marque la déclinaison magnétique qui permet d'orienter la ligne de midi dans le plan du méridien.

Le style est formé de deux pièces découpées. L'une, découpée en forme d'oiseau, peut se rabattre sur la table; l'autre, dont l'arête constitue le style proprement dit, peut coulisser dans la première, son arête ayant sur la table un point fixe qui constitue le centre du cadran. Cette partie mobile porte une division telle que la graduation lue en face du bec de l'oiseau indique l'inclinaison du style et son réglage en latitude.

La table porte quatre divisions horaires, chaque division correspond à une latitude différente: 43°, 46°, 49° et 52°, et à une inclinaison correspondante du style.

Au revers de l'instrument figure l'indication des latitudes de 43 villes.

Pour une ville donnée on dispose le style et on observe l'ombre par rapport au cadran dont la latitude se rapproche le plus de celle de la ville en question.

4278¹. — E. av. 1849.

17. *CADRAN SOLAIRE HORIZONTAL UNIVERSEL, par Pierre Le Maire, à Paris (première moitié du XVII^e siècle).*

Cet instrument en argent est semblable à celui de Butterfield.

La déclinaison magnétique est indiquée par une fleur de lis.

4278². — E. av. 1849.

18. *CADRAN SOLAIRE HORIZONTAL UNIVERSEL, par N. Bion, à Paris.*

Don de M. Robillot.

Cet instrument en laiton est semblable à ceux de Butterfield et Le Maire (4278).

40519. — E. 1885.

19. *CADRAN SOLAIRE HORIZONTAL particulier dit cadran flottant (XIX^e siècle).*

Don de M. Cottet.

Une boîte en métal renferme un petit cadran horizontal en carton monté sur une aiguille aimantée gradué en heures et surmonté d'un style. A la boîte et autour de ce cadran est fixé un limbe sur lequel sont indiqués mois par mois les « avances » et retards du soleil sur le temps moyen ».

14458. — E. 1913.

20. *CADRAN SOLAIRE HORIZONTAL particulier dit cadran flottant (XIX^e siècle).*

Cet instrument est analogue au précédent.

21. *CADRAN SOLAIRE HORIZONTAL A BOUSSOLE flottant sur l'eau (XIX^e siècle).*

Don de M. Pupier.

Le cadran est constitué par une plaque de cuivre surmontée d'un style; sur cette plaque sont gravés : les lignes horaires et les arcs des signes du zodiaque, sur la ligne de midi est tracée la courbe en huit de l'équation du temps.

La plaque est fixée sur une plaque de liège à l'intérieur de laquelle est disposée une aiguille aimantée. L'horizontalité de la table est son orientation sont assurés en faisant flotter le cadran sur l'eau contenue dans une boîte en zinc à couvercle de verre.

4877. — E. 1852.

22. *CADRAN SOLAIRE HORIZONTAL particulier dit cadran flottant (XIX^e siècle).*

Don de M. Pupier.

La table, disque de carton, porte les mêmes indications que celle du n^o 4.877 (21).

L'horizontalité est obtenue en plaçant le cadran sur un pivot, l'orientation, au moyen d'une aiguille aimantée située sous la table, comme dans le n^o 14.458 (19).

4878. — E. 1852.



CADRANS SOLAIRES VERTICAUX

JB 1-24

Le cadran solaire vertical le plus simple est celui dont la table est perpendiculaire au plan du méridien, ou si l'on préfère, dont la table regarde le sud.

En dehors de cette orientation le cadran solaire est dit déclinant; s'il regarde le levant ou le couchant, il est dit oriental ou occidental.

Le style doit être parallèle à l'axe de la terre. Il peut être remplacé, soit par un disque percé d'un trou, soit par une tige quelconque. Le point lumineux ou l'ombre projetés sur le cadran par ce disque, ou par l'extrémité de la tige, donnent l'heure.

1. CADRAN SOLAIRE VERTICAL (xviii^e siècle).

Cet instrument porte l'inscription suivante :

« Lex mea sol »

« Le soleil est ma loi ».

Composé de deux demi cadrans solaires indépendants. L'un utilisable de six heures à midi, l'autre de midi à six heures.

Les tables sont constituées par des plaques de marbre noir. Les styles en bronze ont la forme d'une demi fleur de lis.

897. — E. av. 1814.

2. CADRAN SOLAIRE CUBIQUE, par E.-C. Stockert, Allemagne (fin du xviii^e siècle) (fig. n^o 8).

Un socle est muni d'une boussole et porte une tige sur laquelle s'articule un cube portant sur cinq faces, cinq cadrans solaires.

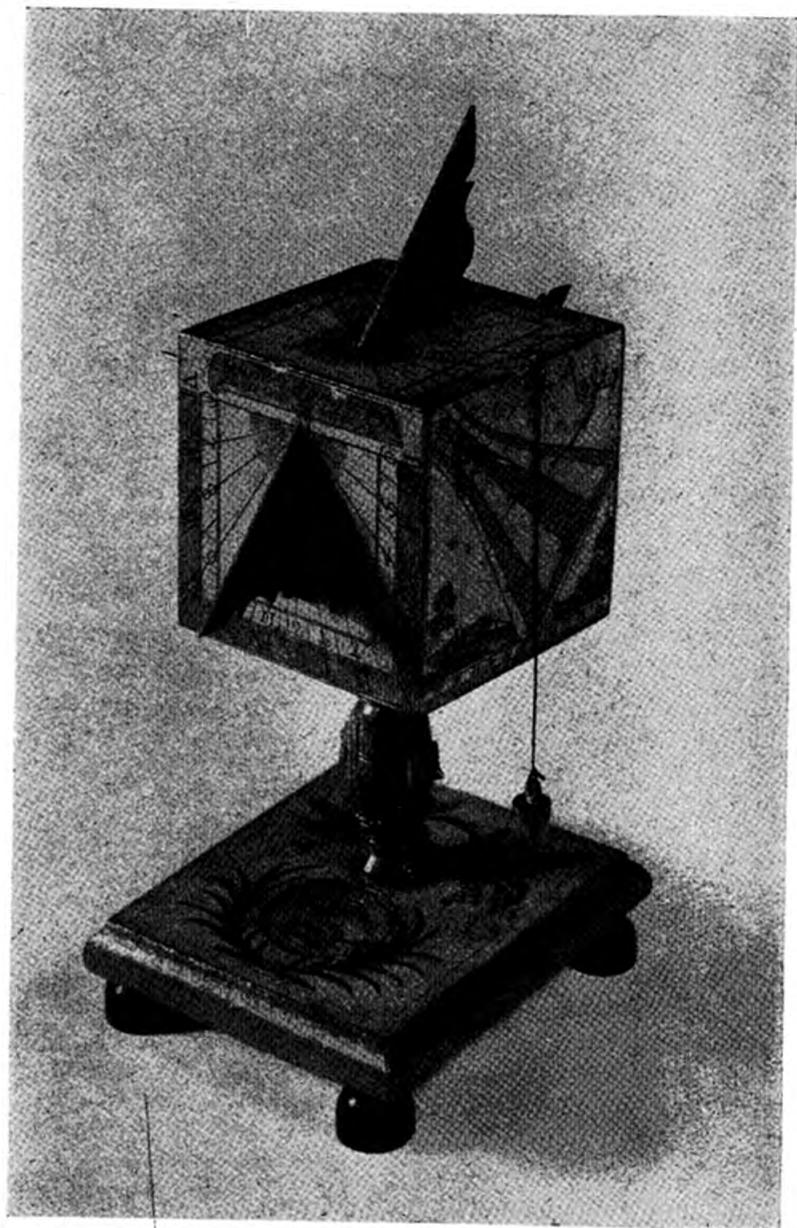


Fig. 8. — Cadran solaire cubique par E.C. Stockert.
Allemagne, fin du xviii^e siècle (10534).

Le cadran du dessus est un cadran horizontal. Ceux des autres faces sont des cadrans verticaux : septentrional, méridional, occidental et oriental.

Les styles des cadrans occidental et oriental sont réduits au point, extrémité de tiges en laiton ; ceux des autres cadrans sont constitués par des plaques découpées en laiton.

L'instrument est construit pour 50° de latitude, on l'oriente à l'aide de la boussole, un fil à plomb permet de s'assurer de sa verticalité.

Sur la surface Est, qui porte le fil à plomb, est tracée une graduation qui permet d'incliner le cube afin d'utiliser l'instrument pour d'autres latitudes. Les cadrans deviennent alors des cadrans inclinés.

10534. — E. 1885.

3. CADRAN SOLAIRE MULTIPLE (xvii^e siècle) (fig. 9).

L'instrument est constitué par un anneau astronomique signé « Blondeau, à Paris ». Au xviii^e siècle il a été modifié en le fixant sur un socle et en y adjoignant cinq cadrans solaires :

- un cadran vertical méridional ;
- un cadran vertical septentrional sur ce cadran sont gravées les armes de France ;
- un cadran vertical déclinant oriental ;
- un cadran vertical déclinant occidental ;
- un cadran horizontal se trouve à la partie supérieure, il est établi pour une latitude de 40° avec indication du passage du soleil dans les signes du zodiaque.

Le socle en marbre est surmonté d'une petite noix de coco sculptée d'une bacchanale.

3903. — E. 1848.

4. FAUX STYLE DE CADRAN SOLAIRE (xviii^e siècle).

Cet instrument était employé par les praticiens du xviii^e siècle pour la construction des cadrans solaires verticaux.

Il se compose d'une tige dont la longueur est réglée en faisant coulisser une partie mobile sur une tige fixe.

La partie fixe, coudée, se termine par une pointe qu'on enfonce dans le mur sur lequel doit être tracé le cadran.

La partie mobile, coudée en sens inverse afin de bien dégager le pied du style, se termine par une plaque percée de deux trous ronds qui donnent des points d'ombre bien définis.

5501. — E. 1853.

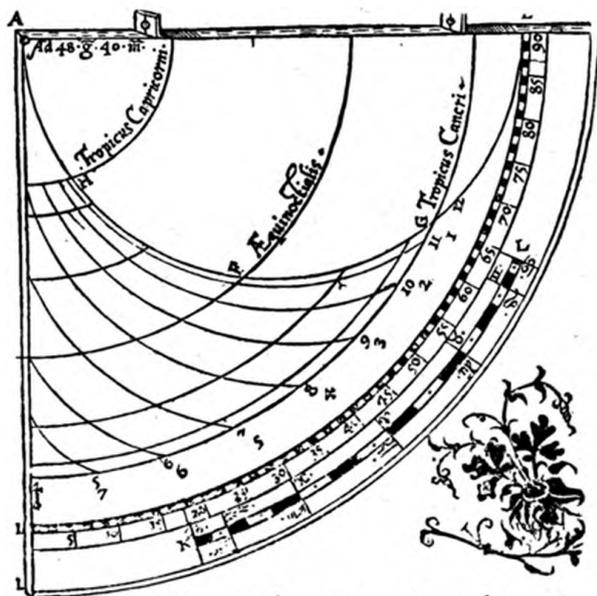


Fig. 9. — Cadran solaire multiple,
xvii^e siècle (3903).

CADRANS DE HAUTEUR OU ALTIMÉTRIQUES

JB 1-25

Dans ces instruments, l'heure est obtenue en partant uniquement de la hauteur du soleil sur l'horizon, ils sont donc entièrement différents des autres cadrans solaires et ne comportent jamais de boussole.



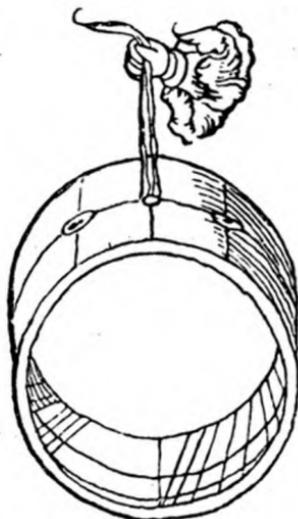
tur singulae eiusdem regulae cum propriis arcibus acci-
dentes intersectiones: aequinoctiales quidem in arcu qui

Fig. 10. — Extrait de Oronce Fine
« De solaribus Horologiis » 1560.

sur le cadran l'heure pour une latitude donnée, ce sont donc des cadrans particuliers.

Les *cadrans de hauteur universels* sont des instruments indiquant l'heure d'après la hauteur du soleil, mais valables pour toutes les latitudes.

A cet effet, le fil à plomb au lieu d'être suspendu en un point fixe comme précédemment, se trouve attaché à un bras articulé.



**Abb. 43. Sonnenring aus Annuli
Astronomici 1558.**

Fig. 12. — Anneau solaire.

Son origine peut être placée sur la position convenable d'une abaque portant l'indication des latitudes et des mois.

Une perle, réglée sur le jour où l'on est, marque l'heure.

Les *cadrans de hauteur cylindriques*, ou montres de berger, portent les hauteurs du soleil pour chaque jour de l'année tracées en heures sur le cylindre. Le style horizontal perpendiculaire à l'axe du cylindre peut pivoter, on le place sur la ligne correspondant au jour où l'on se trouve.

Pour obtenir une indication exacte, il faut poser le cylindre sur une surface bien horizontale ou le suspendre à un fil et orienter

JB 1-2

le style vers le soleil. L'ombre de l'extrémité du style donne l'heure.

L'instrument n'est valable que pour une élévation du pôle déterminée, c'est donc un cadran particulier.

Les *anneaux solaires* sont constitués d'un élément de cylindre suspendu à un anneau, ils portent un trou à travers ligne, le soleil projette un point à l'intérieur de l'anneau en regard d'un tracé d'heures pour chaque époque de l'année.

Cet instrument, peu précis dans sa forme primitive par suite de la confusion du tracé, peut être amélioré par la multiplication des trous et une double division, ou par l'emploi d'un seul trou mobile en regard d'une division zodiacale ou en mois.



CADRANS D'AZIMUT

JB 1-26

Les cadrans d'azimut sont basés sur l'orientation du soleil pour chaque heure au cours de l'année. Ils sont de trois sortes :

1° Les cadrans *azimutaux*, dans lesquels le style vertical est fixe. On observe la position de l'extrémité de son ombre sur les lignes horaires tracées en partant de points établis pour chaque heure et chaque jour de l'année. Ce sont de petits gnomons.

2° Les cadrans *analemmtiques*, dans lesquels le style vertical est mobile. Les heures sont matérialisées par un point. L'intersection du style et du tracé donne l'heure.

On associe souvent un cadran analemmtique à un cadran horizontal. Dans ces conditions, les deux cadrans s'orientent mutuellement, car, sur chacun la marche de l'ombre est assez différente pour que leur accord soit une preuve de l'exactitude de l'observation.

3° Les cadrans magnétiques, tracés au fond de la cuvette d'une boussole. L'instrument étant orienté vers le soleil, l'aiguille de la boussole indique l'heure, soit sur un tracé fixe, soit sur une division mobile réglée au préalable grâce à un calendrier mobile sous l'action d'une came.

Les cadrans magnétiques ne sont exacts que lorsque la déclinaison magnétique est nulle.

1. CADRAN SOLAIRE MULTIPLE, cuivre doré, Allemagne (vers 1580) (fig. n° 13).

Cet instrument en forme de boîte ronde contient à l'intérieur une boussole autour de laquelle sont tracées

les lignes horaires d'un cadran horizontal pour la latitude de 50° . Le style est constitué par un fil maintenu tendu par une branche qui peut se rabattre sur la platine.

Le fond et le couvercle montés à charnières comprennent: 1^o A l'extérieur du fond, un cadran de hauteur ou altimétrique pour 50° . Ce cadran est entouré d'un carré des ombres ou carré géométrique. Il sert à mesurer les hauteurs, profondeurs ou longueurs en se basant sur le rapport des côtés du triangle.

A l'intérieur du fond est gravée une table des heures planétaires de jour et de nuit.



Fig. 13. — Cadran solaire multiple, cuivre doré. Allemagne, vers 1580 (8431).

2^o A l'extérieur du couvercle est figuré un astrolabe dont le tympan porte des lignes horaires indiquant les heures inégales ou temporaires de jour et de nuit.

A l'intérieur du couvercle se trouve un cadran horaire, au centre et sur le pourtour une table de correspondance du zodiaque avec le calendrier.

8431. — E. av. 1872

2. CADRAN DE HAUTEUR UNIVERSEL, Hollande (XVII^e siècle) (fig. n^o 14).

Dans cet instrument le cadran solaire a été curieusement complété par des indications permettant de déter-

miner l'heure par l'observation de certaines étoiles équatoriales indiquées au nombre de douze sur le cadran.

Le dos de l'instrument est constitué par un carré nautique utilisé pour donner la direction à suivre en connaissant les différences des longitudes et des latitudes entre le

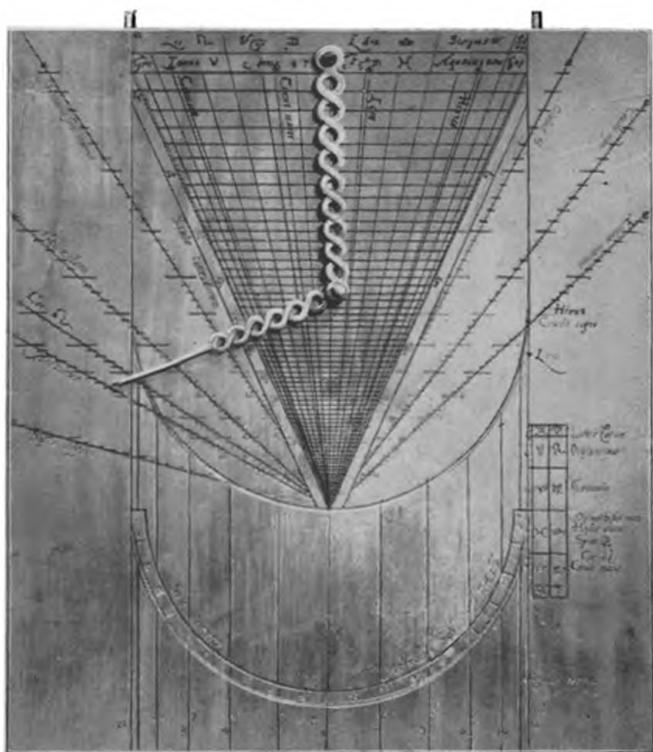


Fig. 14. — Cadrans de hauteur universel.
Hollande, xvii^e siècle (763).

lieu de départ et le lieu d'arrivée. Il manque une alidade pivotant sur le centre.

L'appareil a vraisemblablement été conçu uniquement pour l'usage en mer.

763. — E. 1814.

3. CADRAN DE HAUTEUR UNIVERSEL avec cadran solaire horizontal et cadran lunaire, par Minot (xvii^e siècle).

(Voir description JB-1 27, page 44, n^o 1).

5483. — E. 1853.

4. *CADRAN DE HAUTEUR CYLINDRIQUE* ou montre de berger, par Burucker in Nürnberg (xviii^e siècle).

Don de M. Charles Marret.

13591¹. — E. 1903.

5. *CADRAN DE HAUTEUR CYLINDRIQUE* ou montre de berger (xix^e siècle), de Henry Robert, à Paris, Horloger, rue du Coq St-Honoré, n^o 8.

13591². — E. 1903.



Fig. 15. — Anneau solaire, xviii^e siècle (8430).

6. *CADRAN DE HAUTEUR CYLINDRIQUE* ou montre de berger (xix^e siècle).

Don de M. Pupier.

4876. — E. 1852.

7. *ANNEAU SOLAIRE* (xviii^e siècle) (fig. n^o 15).

L'instrument se compose d'un élément de cylindre suspendu à un anneau. A l'intérieur sont gravés trois cercles parallèles au bord de l'instrument et correspondant aux signes du zodiaque.

A chaque cercle correspond un trou percé dans la paroi et sur chacun des cercles sont marqués les points, que viennent, aux différentes heures et à une même époque,

frapper les rayons solaires passant par le trou correspondant.

Pour diminuer la largeur de l'instrument et rendre le tracé plus clair, le zodiaque est figuré en partie sur l'une des faces et en partie sur l'autre face du cylindre.

8430. — E. av. 1849.

S. CADRAN SOLAIRE UNIVERSEL, par Charles Bloud, à Dieppe (deuxième moitié du XVII^e siècle) (fig. n^o 16).

Don de M. Robillot.



Fig. 16. — Cadransolaire universel
par Charles Bloud, à Dieppe,
deuxième moitié du XVII^e siècle (10870).

Composé de deux feuillets d'ivoire montés sur charnière et s'ouvrant à angle droit, il rassemble quatre cadrans solaires :

L'intérieur formant boussole comprend deux cadrans :

1^o Un cadran horizontal particulier; le style est réalisé par un fil tendu.

2^o Un cadran magnétique; le tracé horaire gravé sur une plaque d'argent placée au fond de la boussole se

règle pour chaque jour de l'année, grâce au disque mobile placé sous la boîte.

A l'intérieur du couvercle, un cadran lunaire permet d'utiliser l'instrument au clair de lune.

Sur le couvercle on utilise deux cadrans universels en se servant comme style d'une petite tige de laiton amovible qui trouve son logement dans une cavité latérale.

1° Un cadran solaire équatorial en disposant la table parallèle à l'équateur grâce à l'index articulé placé à l'intérieur du volet. Le style se trouve alors dirigé vers le pôle.

La lecture de l'heure se fait sur le cercle extérieur divisé en vingt-quatre heures. Ce cadran n'est utilisable que lorsque le soleil est au-dessus de l'équateur, c'est-à-dire du 21 mars au 23 septembre.



Fig. 17. — Cadran azimutal
par d'Hermand, Ingénieur du Roy,
deuxième moitié du xviiième siècle (17487).

2° Un cadran polaire en disposant la table parallèle à l'axe polaire à l'aide de l'index articulé. Le style est alors dirigé vers l'équateur.

L'instrument se trouve ainsi à 180° de sa position première (cadran équatorial), la lecture se fait sur le tracé central.

Il va sans dire qu'avant la lecture le cadran doit être mis dans le méridien en utilisant la boussole.

Ce type de cadran solaire connu aussi sous le nom de cadran diptyque eut une très grande vogue : il fut très répandu, aussi en trouve-t-on encore de nombreux exemplaires.

9. CADRAN AZIMUTAL ou cadran magnétique pour l'élévation de pôle de $48^{\circ} 40'$, par d'Hernand, Ingénieur du Roy (deuxième moitié du XVIII^e siècle) (fig. n^o 17).

Don de l'Académie des Sciences.

Une boîte carrée renferme une aiguille aimantée.

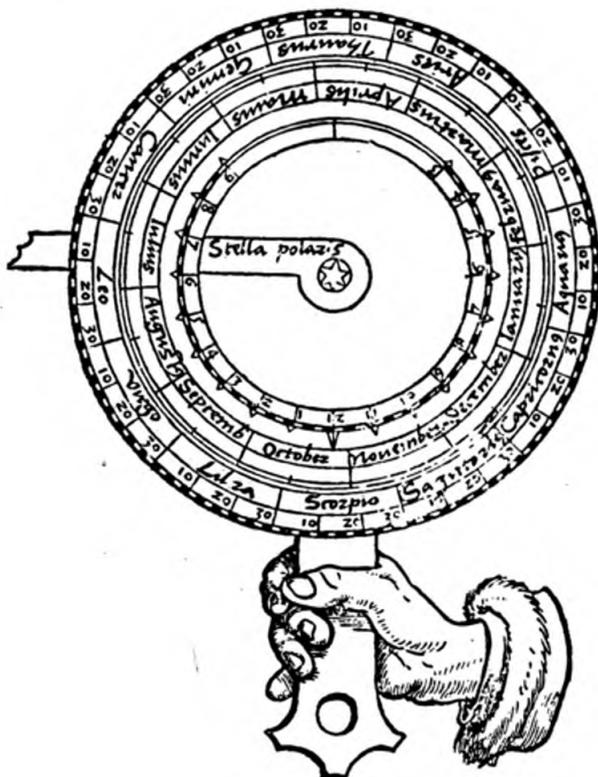
Le fond de la boîte est occupé par un abaque formé de sept arcs de cercles concentriques équidistants correspondant à l'entrée du soleil dans chaque signe. Sur chaque arc de cercle sont portés les points indiquant l'azimut du soleil aux diverses heures. Les points des cercles correspondant à une même heure sont réunis par une courbe horaire.

Pour utiliser l'instrument, on l'oriente de manière que son bord soit dans la direction du soleil; l'heure se lit à l'intersection de l'aiguille aimantée et du cercle correspondant au signe dans lequel se trouve le soleil. Il n'est pas tenu compte de la déclinaison magnétique.

7487. — E. 1866.



De horologiorum descri-



Observatio alia, qua no. turno tempore per Stellam polarem et duas stellas urse maiori,
 que ferè in unam veniunt lineam, deprehenditur noctis hora.
 Caput L. v. l.

Fig. 18. — Cadran aux étoiles.
 Extrait de Sébastien Munster « Rudimenta Mathematica »
 1561.

CADRANS NOCTURNES OU NOCTURLABES

JB 1-27

Les cadrans nocturnes ont pour rôle de montrer les heures de la nuit; ils se divisent en cadrans lunaires et en cadrans aux étoiles.

Les cadrans lunaires montrent l'heure de la nuit par le moyen de l'ombre d'un index éclairé par la lune.

La lune, aux jours de la nouvelle et de la pleine lune, passe au méridien en même temps que le soleil; chaque jour, elle passe au méridien trois quarts d'heure plus tard que le jour précédent. Si donc on observe, sur un cadran solaire, l'ombre donnée par le style à la lumière de la lune, on observe l'heure solaire en ajoutant à l'heure marquée par l'ombre, le nombre d'heures obtenu en multipliant l'âge en jours de la lune par $\frac{3}{4}$; si le produit excède 12, on en retire ce nombre.

Le *cadran lunaire* n'est autre chose qu'un cadran solaire, généralement tracé sur une plaque circulaire mobile sur une autre plaque divisé en 29,5 parties égales. La ligne correspondant aux jours de la nouvelle et de la pleine lune étant disposés parallèlement au méridien, on oriente la ligne de 12 heures en l'amenant en face de la division du cadran fixe correspondant au jour de la lune. L'ombre du style à la lumière de la lune donne l'heure.

Les *cadrans aux étoiles* sont basés sur le mouvement journalier apparent des étoiles autour de la polaire et notamment celui de certaines étoiles circumpolaires, le plus fréquemment α et β de la Grande Ourse, plus rarement la Claire de la Petite Ourse.

Le soleil met une année pour revenir au méridien d'une étoile. Chaque jour le plan méridien du soleil se déplace par rapport

à celui de l'étoile d'une quantité d'environ 1° , soit 4 minutes de temps. Le jour où les deux plans méridiens coïncident, l'angle horaire de l'étoile est le même que celui du soleil.

De ces observations se déduit la construction des cadrans aux étoiles : une plaque souvent prolongée par un manche porte sur des cercles concentriques une graduation en mois et jours et un zodiaque; la division du jour pour lequel l'étoile observée a même ascension droite que le soleil correspondant au milieu du manche; sur ce fond, tourne à frottement doux, une plaque divisée en 24 heures égales, généralement matérialisées par des dents. Sur ces deux pièces tourne une alidade dont le centre commun aux deux pièces est muni d'un orifice.

Pour utiliser l'instrument, on place la dent de minuit sur le jour du mois en cours, on vise la polaire par l'orifice central en tenant l'instrument le manche vers le sol. On tourne l'alidade de façon que son bord vienne raser l'étoile circumpolaire pour laquelle l'instrument est construit. L'heure est donnée par la dent de la roue des heures recouverte par l'alidade.

La dent de minuit est généralement plus grande que les autres, ce qui permet de reconnaître l'heure par simple toucher, en comptant le nombre des dents entre la méridienne et l'alidade.

1. *CADRAN LUNAIRE avec cadran solaire et cadran de hauteur universel, par Minot (XVII^e siècle).*

Cet instrument peut être utilisé comme cadran de hauteur universel, comme cadran solaire horizontal, cadran lunaire horizontal et comme cadran aux étoiles (nocturable).

Il est constitué par une plaque rectangulaire en laiton, munie sur l'un des petits côtés d'un dispositif de suspension renfermant un logement pour une boussole.

Sur l'une des faces est tracé un cadran de hauteur universel, avec pinnules de visées le long du bord supérieur, ainsi qu'un double carré géométrique ou des ombres, gradué en degrés et tangentes.

Sur l'autre face sont portés sur des cercles concentriques et en allant de la périphérie vers le centre, une division

en 24 heures égales (la ligne de 12 heures correspond au grand axe), l'indication de certaines étoiles, un zodiaque divisé en degrés avec indication des signes et des mois correspondants.

Sur ce fond est mobile à frottement doux une plaque circulaire de 60 mm de diamètre environ, munie d'une alidade découpée et gravée en forme de dauphin, cette plaque est divisée en heures équidistantes; la ligne de 12 heures correspond au bord rectiligne de l'alidade. Vers le centre et sur des cercles concentriques sont portés une division en 29,5 jours lunaires et 4 figures représentant les 4 phases de la lune.

Sur ces deux pièces, glisse à frottement doux une plaque circulaire découpée de manière à laisser voir en face d'un index les jours lunaires et dans une ouverture circulaire les phases de la lune. Sur cette plaque est tracé un cadran solaire horizontal.

Les trois pièces sont réunies par un axe muni d'un orifice central.

Pour utiliser l'instrument comme cadran solaire horizontal, on amène l'index de la plaque centrale sur le premier jour lunaire, puis on fait tourner cette plaque et la plaque intermédiaire de manière à amener l'alidade contre un arrêt porté par la plaque de base. La ligne de midi du cadran solaire est alors dirigée suivant le grand axe; on oriente le cadran à l'aide de la boussole et on lit l'heure par l'ombre d'un style disposé au centre.

Pour utiliser l'instrument comme cadran lunaire horizontal, on procède de la même manière, mais en amenant l'index de la plaque centrale en face du jour d'âge de la lune.

Pour utiliser l'instrument comme cadran aux étoiles, on le tient le grand axe perpendiculaire au sol et la boussole vers le bas. On vise la polaire par l'orifice central et on amène l'alidade à raser le bord des étoiles alpha et bêta de la Grande Ourse qui s'alignent très bien avec la polaire. On lit l'heure sur la graduation du cadran intermédiaire en face de la division du zodiaque dans laquelle se trouve le soleil.

5483. — E. 1853.

2. CADRAN AUX ETOILES (xvi^e siècle).

Collection Viviani.

8952. — E. 1878.

JB 1-2

3. *CADRAN SOLAIRE MULTIPLE, cuivre doré, Allemagne (vers 1580).*

(Voir description JB-I 26, page 37).

Cet instrument contient un cadran lunaire.

8431. — E. av. 1872.

4. *CADRAN UNIVERSEL, par Charles Bloud, à Dieppe (deuxième moitié du XVII^e siècle).*

Don de M. Robillot.

(Voir description JB-I 26, page 39, n^o 8).

10870. — E. 1886

5. *CADRAN AUX ETOILES avec astrolabe de Rojas (XVII^e siècle).*

5485. — E. 1853



BIBLIOGRAPHIE — CADRANS SOLAIRES

- ORONCE Fine. — *De solaribus Horologiis et quadrantibus*, Paris 1560.
- MUNSTER Sébastien. — *Rudimenta Mathematica*, Bâle 1561.
- BULLANT Jean. — *Horlogiographie*, Paris 1561.
- CLAVIUS Christophorus. — *Fabrica et usus intrumente ad horologiorum*, Rome 1586.
- VOELLO Joanne. — *De horologüs sciotheucis Fuine*, 1608.
- Salomon de CAUS. — *La pratique et démonstration des horloges solaires*, Paris 1624.
- JEAN François (Père). — *La chronologie divisée en quatre parties*, Rennes 1655.
- MARIE-MAGDELEINE. — *Traité d'Horlogerie*, Paris 1657.
- FIGATELLI Guiseppe-Maria. — *Betta Linea Gnomonica*, Modane 1675.
- RICHER. — *La Gnomonique universelle*, Paris 1701.
- STENGELÜ Peterson. — *Gnomonica universalis*, Francfort 1721.
- RIVARD. — *La Gnomonique ou l'art de faire des cadrans*, Paris 1746.
- BEDOS DE CELLES (dom F.). — *La gnomonique pratique*, Paris 1760.
- GARNIER. — *Gnomonique mise à la portée de tout le monde*, Marseille 1773.
- DE LA PRISE. — *Méthode nouvelle et générale pour tracer facilement des cadrans solaires sur toutes surfaces*, Caen 1781.
- POLONCEAU. — *Petit traité de gnomonique*, Paris 1788.
- RORET. — (Encyclopédie) *Gnomonique*, Paris 1845.
- BIGOURDAN G. — *Gnomonique*, Paris, Gauthier-Villars 1922.
- RONDE Alfred. — *Die Geschichte der Wissenschaftlichen Instrumente*. Leipzig Klinkhardt und Biermann 1923.
- BOURSIER Ch. — *800 devises de cadrans solaires*, Paris, Berger-Levrault, Paris 1936.

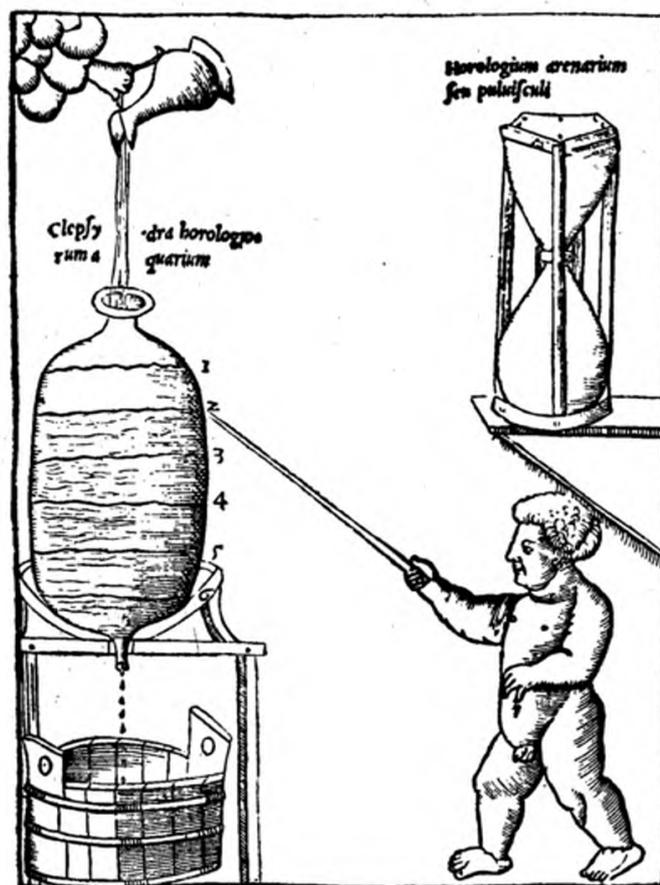


Fig. 19. — Clepsydre et sablier.
Extrait de Sébastien Munster « Rudimenta Mathematica », 1561.

SABLIERS

JB 2-1

Les sabliers sont des appareils, qui à l'origine, étaient formés de deux vases coniques en verre reliés à leurs sommets par une ligature et communiquant entre eux par un petit orifice, percé dans une plaque de cuivre, par lequel coule du sable. Le tout est contenu dans une monture soit en métal, soit en bois, parfois même en carton peint ou garni d'une marqueterie de paille. Au XIX^e siècle les deux vases furent soufflés d'une seule pièce, tels sont les sabliers que l'on trouve encore dans le commerce pour mesurer le temps de cuisson des œufs.

La durée d'écoulement des sabliers anciens était généralement d'un quart d'heure, d'une demi-heure, de trois quarts d'heure ou d'une heure. Quatre de ces sabliers groupés dans une même monture constituaient un procédé simple pour partager l'heure par quarts.

Dans d'autres modèles on arrivait au même résultat, mais avec moins de précision, en construisant l'un des vases avec quatre renflements superposés qui mettaient chacun un quart d'heure à se vider.

Les sabliers étaient connus en France au XIV^e siècle; on peut supposer qu'ils ont été inventés avant cette date, mais rien ne permet de le préciser. Le clergé et les marins en furent les principaux usagers.

1. *SABLIER, par Pixii (fin du XVIII^e siècle).*

Temps de vidage d'un récipient : 1 heure.

2841. — E. 1843.

JB 2-1

2. *SABLIER.*

Temps de vidage d'un récipient : 1 heure.

4326. — E. av. 1849.

3. *SABLIER-COMPTEUR* de M. TIFFEREAU, gradué en 1/2 minute jusqu'à 15 minutes.

Don de M. Tiffereau.

14009. — E. 1906.

4. *HORLOGE A SABLE* (1780).

Don de M. J. Audéoud.

10645. — E. 1885.

A U X R E S E R V E S

1. *TROIS SABLIER-S-COMPTEURS*, système TIFFEREAU.

14009. — E. 1906.



CLEPSYDRES

JB 2-2

La clepsydre est basée sur le même principe que le sablier, mais elle fonctionne par écoulement d'eau. Son origine se perd dans la nuit des temps, le musée du Caire possède une clepsydre construite par le roi Aménophis III, vers 1400 av. J.-C.

Un appareil qui peut être considéré comme un ancêtre de la clepsydre était en usage, il y a fort longtemps, chez les Indiens; un petit bateau dont le fond était percé d'un trou, nageait sur l'eau et s'enfonçait progressivement, la durée de la submersion était une mesure du temps.

Au Siam, des surveillants veillaient au fonctionnement d'appareils analogues.

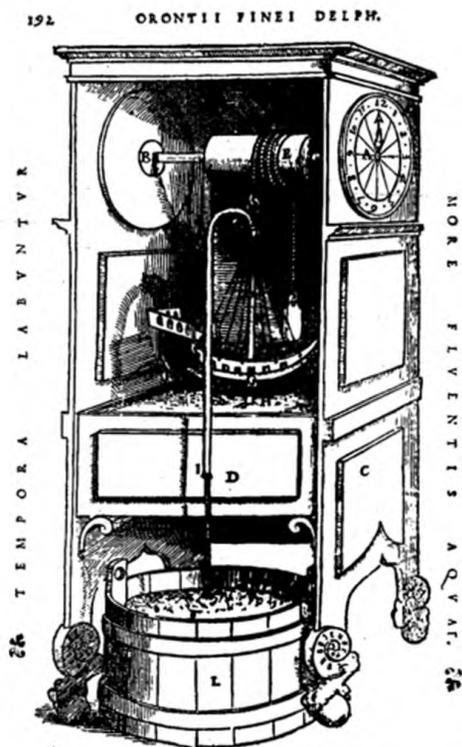
En Chine, la clepsydre était connue plus de dix siècles avant notre ère. Elle comprenait un compartiment supérieur constamment alimenté d'eau qui, par un très petit trou, tombait dans un compartiment inférieur. A côté de ce compartiment, se trouvait une graduation, correspondant aux heures, que l'eau atteignait successivement.

Les Grecs et les Romains utilisaient couramment la clepsydre pour les usages publics; vers l'an 100 av. J.-C., l'une d'elle placée près de l'Agora, donnait l'heure aux Athéniens. A Rome, sous le troisième consulat de Pompée, c'étaient des horloges à eau qui servaient à mesurer dans les débats judiciaires, la durée des discours des avocats.

Les clepsydres, peu à peu, se perfectionnèrent et furent munies d'automates (Chine, Arabie, Turquie); telle était la clepsydre que, selon la tradition, Haroun-al-Rachid, calife abbasside, envoya en 807 à Charlemagne; elle comportait douze portes, toutes les

heures, une des portes s'ouvrait et laissait tomber une bille sur un timbre, la clepsydre sonnait donc les heures.

Plus tard, les clepsydes furent remarquablement perfectionnées : c'étaient de véritables horloges à eau, ayant l'aspect des horloges modernes, munies comme celles-ci, de rouages, de cadrans et d'aiguilles et dont la durée de marche, comparativement à celles des sabliers, était déjà longue.



Secundi libri solarium horologiarum, f. 192.

Fig. 20. — Clepsydre.
Extrait de Oronce Fine
« De solaribus Horologis », 1560.

1. HORLOGE A EAU de Baussard (fin du XVIII^e siècle).

Don de l'Académie des Sciences.

L'eau contenue dans un réservoir est évacuée régulièrement par un siphon flottant. Le siphon descend à mesure

que le niveau s'abaisse; l'extrémité de la branche extérieure indique l'heure sur la graduation verticale placée devant le réservoir.

Le support de l'appareil porte l'indication :

« Horloge nocturne inventée et exécutée par M. Bausard, ancien lieutenant de frégate. Attaché aux classes en l'année 1790 — Destinée à l'Académie Royale des Sciences, 1791 ».

7496. — E. 1866.

2. *CLEPSYDRE A TAMBOUR (vers 1800).*

Cet appareil consiste en un tambour creux, étanche, portant un axe en son centre.

Sur les extrémités de l'axe sont enroulées dans le même sens de fines cordes qui supportent l'appareil et à l'autre bout sont fixées au sommet du bâti. L'intérieur du tambour est divisé, par des cloisons, en compartiments qui ne communiquent entre eux que par une petite ouverture; le tambour contient une certaine quantité d'eau.

Les cordelettes étant enroulées autour de l'axe, la pesanteur fait descendre le tambour, mais l'eau s'écoule lentement d'un compartiment à l'autre, freinant le mouvement. L'appareil est disposé entre deux montants verticaux gradués sur lesquels l'axe indique l'heure.

1301. — E. av. 1814.

3. *CLEPSYDRE A TAMBOUR (vers 1800).*

Don de M. Chappée.

Appareil identique au précédent.

Le tambour est ancien, la carcasse est moderne.

16853. — E. 1935.

4. *HORLOGE A EAU des frères Regnard, de Sens (première moitié du XIX^e siècle).*

Cette horloge est une clepsydre à tambour perfectionnée. Les heures, au lieu d'être marquées par l'axe du tambour sur des montants verticaux, sont indiquées par une aiguille solidaire d'une poulie que le tambour fait tourner en descendant.

Cette aiguille se déplace devant un cadran porté par une caisse en tôle peinte ayant la forme d'une petite horloge.

4207. — E. av. 1849.

BIBLIOGRAPHIE — CLEPSYDRES

VITRUVÉ. — *Architecture ou Art de bien bâtir*. Paris 1547.

MARTINELLI. — *Traité des horloges élémentaires ou de la manière de faire des horloges avec l'eau, la terre, l'air, le feu*. Paris 1694.



HORLOGERIE MÉCANIQUE

JB 3

Malgré leur variété presque infinie en apparence, les appareils horaires peuvent être décomposés en un certain nombre d'éléments ayant des fonctions identiques; réalisés sous des formes diverses ils relèvent tous d'un très petit nombre d'idées directrices.

Le *régulateur* est l'âme de l'horloge : c'est toujours un oscillateur du type harmonique ou pendulaire, dont la qualité idéale est l'*isochronisme*, c'est-à-dire l'indépendance de la période propre vis-à-vis des influences extérieures, en particulier à l'égard des fluctuations d'amplitude. Les régulateurs réels ne possèdent jamais cette qualité d'une manière absolue, mais leur isochronisme augmente à mesure qu'ils se perfectionnent. En fait, le régulateur ne doit pas être considéré isolément, ni ses qualités discutées, sans tenir compte du *mécanisme d'entretien* : celui-ci a pour objet de lui restituer l'énergie constamment dissipée par les inévitables frottements et résistances passives de toutes sortes. Ce mécanisme est le plus souvent un *échappement*, dispositif qui maintient le rouage immobile pendant la plus grande partie du temps en le laissant « échapper » seulement aux instants prescrits par le régulateur. Nous y reviendrons plus loin.

Le *moteur* de l'horloge, tantôt poids, tantôt ressort, tantôt électro-aimant, ou bien encore dispositif actionné par les variations de température, etc., transmet par l'intermédiaire du *rouage*, de l'énergie au régulateur, et le mouvement au système *indicateur*, qui est infiniment variable, depuis une aiguille unique jusqu'à une multitude d'indications horaires et astronomiques.

Avant de préciser les caractères de ces diverses parties, et d'en indiquer les points les plus intéressants, il est utile de situer ces appareils dans leur évolution historique. Tout ce qui, en fait d'horlogerie mécanique, est antérieur au XIV^e siècle, paraît appar-

tenir bien plus à la légende qu'à l'histoire, et de plus, semble-t-il, aucun mécanisme antérieur au xv^e siècle n'est parvenu jusqu'à nous soit en entier, soit sous forme de documents complets. D'après Ungerer, il reste de cette époque quelques pièces de la grosse horloge de Rouen; des éléments de la première horloge de Strasbourg; une partie du mécanisme de la vieille horloge de Bourges. Par contre, du xvi^e siècle, nous avons de nombreux spécimens d'horloges de toutes tailles qui ne sont pas radicalement différentes des réalisations antérieures. Dans ces pièces, les rôles du régulateur et de l'échappement ne sont pas bien séparés, ou pour mieux dire, il n'y a pas de régulateur au sens défini ci-dessus. Ce qui en tient lieu, est un balancier horizontal appelé *foliot*, qui est lancé alternativement à droite et à gauche, mais les oscillations qu'il exécute ont une période dépendant considérablement de leur amplitude, c'est-à-dire de la force motrice et des résistances passives. Elles n'ont donc pas de période propre, en langage actuel on dit qu'elles entrent beaucoup plus dans la classe des oscillations de relaxation que dans celle des oscillations pendulaires.

La précision des horloges primitives était assez grossière, ce qui ne diminue en rien le mérite du ou des inventeurs inconnus qui commencèrent à en construire. Le principe de construction restant le même, leur réalisation s'améliore progressivement. Au xvii^e siècle, Huyghens employant un régulateur pendulaire (1657) pour une horloge, puis un ressort spiral (1675) pour les montres et horloges portatives, coupe en deux l'histoire de l'horlogerie en faisant une véritable révolution. L'horlogerie moderne évolue jusqu'à nos jours en restant conforme au schéma esquissé plus haut.

Le xviii^e siècle apporte une exécution de plus en plus soignée et exacte du rouage et des pièces mécaniques. Il est caractérisé par l'invention d'échappements simples ou raffinés et en particulier de ceux qui sont encore utilisés actuellement et d'une foule d'autres qui ont disparu. Il aboutit à deux réalisations d'une importance capitale : d'une part le *régulateur*, horloge à balancier battant la seconde et gardant le temps dans les stations fixes; d'autre part la *montre marine*, gardant le temps même dans son transport en mer. Cet appareil indispensable à la navigation et à la découverte de la terre, a été le centre des efforts des mécaniciens et des horlogers pendant tout le siècle et dans les dernières années la question avait reçu une solution plus qu'honorable, la plupart des organes du chronomètre moderne ayant été mis au point.

La tâche du XIX^e siècle a consisté à faire entrer l'horlogerie dans l'*âge scientifique*. Les inventions accumulées empiriquement par des générations de grands horlogers ont été décantées, corrigées, complétées par l'application de la mécanique rationnelle, travail qui se poursuit encore de nos jours (1). Il y a plus : mécaniciens et physiciens apportent des progrès d'importance capitale sur des points où toute l'ingéniosité et l'habileté des artistes ne pouvaient rien. Deux exemples suffiront : celui des *courbes terminales* des spiraux, dont le rôle pressenti par certains chronométriers comme Arnold, est expliqué et codifié en 1861 (2) par Phillips, qui découvre des formes perfectionnant l'isochronisme. En modifiant de la sorte un chronomètre muni des raffinements de construction déjà connus, ses erreurs accidentelles tombent environ dans le rapport de 5 à 1, on réalise ainsi un progrès à peu près du même ordre que celui qu'obtint Huygens quand il ajouta un spiral aux montres existantes à son époque.

Le second exemple est celui des *alliages spéciaux*, dont l'initiateur fut Guillaume, vers 1900, et qui font faire en particulier un énorme progrès à la question de la compensation thermique, c'est-à-dire de l'insensibilité des horloges vis-à-vis des variations de température. Ces alliages sont essentiellement l'*invar*, dont le coefficient de dilatation est très petit, qui donne des pendules de longueur invariable, et l'*élinvar*, dont le module élastique est indépendant de la température et qui permet de construire des spiraux autocompensateurs. Aujourd'hui une foule d'alliages très complexes sont issus de ces têtes de file, leur emploi est un des traits caractéristiques de l'horlogerie moderne.

Si on met à part deux sphères astronomiques du XVI^e siècle, qui sont d'ailleurs des merveilles et quelques montres, la collection du Conservatoire des Arts et Métiers ne comporte pas de pièce très ancienne. Elle est surtout riche en régulateurs et en pendules de cheminée de la seconde moitié du XVIII^e siècle et de la première moitié du XIX^e, qui illustrent de façon éclatante la période la plus féconde en inventions de détail.

RÉGULATEUR.

Le dispositif de *suspension* du pendule a une grande importance : la suspension à *couteau* (arête triangulaire reposant

(1) La théorie mathématique complète et rigoureuse du *spiral* est due à M. J. Haag (*Bulletin de la Société Mathématique de France*, 1928 et 1930).

(2) *Annales des Mines*, 1861.

sur un plan en acier durci), et la suspension à *lame flexible* ont été tour à tour essayées. Leur étude a donné lieu à de très nombreux travaux théoriques et expérimentaux (1). Les deux systèmes sont représentés également dans la collection. Dans la construction moderne, la lame flexible a prévalu.

Un autre problème, dont la solution a été le résultat de longs efforts, est celui de la *compensation thermique*. On la demande

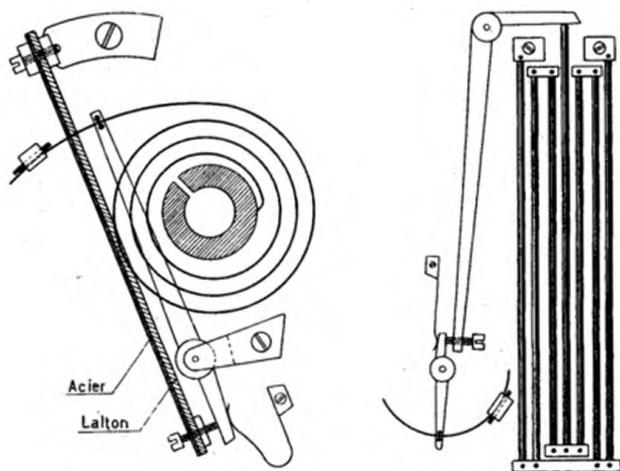


Fig. 21. — Systèmes de compensation thermique de Harrison (à droite) et de Berthoud (à gauche) avec déplacement des goupilles.

généralement à la différence de dilatation de deux métaux agencés de telle sorte que l'allongement de la tige du pendule soit compensé par le relèvement de la lentille. On employait autrefois, soit la tige d'acier et la lentille formée d'un vase plein de mercure (pendule de Graham, Cf. les n^{os} 13.473, 16.758), soit le gril de Harrison (agencement de tiges nombreuses — 5 à 9 — en acier et laiton; Cf. les n^{os} 1.400, 11.147), soit un pendule à 3 tiges (acier et zinc), avec les leviers pour amplifier les déplacements

(1) Parmi les plus modernes il faut citer ceux de M. Le Rolland (*Annales de Physique*, 1922) et l'étude mathématique de M. Haag (*Journal de Mathématiques*, 1935).

(dispositifs de Paul Garnier n° 14.551, ou de Perrelet, n° 14.506, modèles de démonstration n° 4.205). Aujourd'hui la tige est en invar et la lentille en acier.

Dans les systèmes compensateurs de Harrisson et de Berthoud, le gril ou la lame bimétallique commande, par des leviers amplificateurs, le déplacement des goupilles entre lesquelles passe le spiral avec un jeu très faible. La longueur utile du spiral est ainsi fonction de la température (voir fig. 21). Ce dispositif ingénieux est incorrect, ainsi que l'a montré Pierre Le Roy, car en modifiant la partie terminale du spiral on altère l'isochronisme supposé réalisé à la température de réglage. C'est pourquoi la compensation moderne se fait uniquement en agissant sur le balancier.

La compensation du système balancier-spiral est encore plus nécessaire et plus difficile que celle des pendules de gravité : l'élasticité du ressort spiral décroît en effet quand la température s'élève. Un premier système a consisté dans un dispositif allongeant ou raccourcissant la partie active du spiral au moyens de grils bimétalliques (nombreux exemples dans les chronomètres de Berthoud). Ensuite on a cherché la compensation par le balancier, bimétallique et déformable, de telle sorte que la variation de son moment d'inertie compense celle de l'élasticité du spiral. Il existe une variété infinie de balanciers compensateurs, mais la collection du Conservatoire n'en offre que peu d'exemples (Cf. les n° 10.482 et 11.057).

Aujourd'hui l'emploi des nouveaux alliages pour le spiral et pour le balancier a changé la face de la question, la compensation est réalisée pratiquement d'une façon parfaite.

ÉCHAPPEMENTS.

Ce domaine est le triomphe de l'imagination toujours subtile, parfois extravagante, des horlogers. Parmi les maîtres des deux siècles passés, il n'en est pas qui n'ait inventé un ou plusieurs échappements. La collection du Conservatoire est particulièrement riche :

a) en modèles d'échappements dont les uns ont eu effectivement une utilisation pratique plus ou moins étendue, tandis que d'autres restaient des curiosités;

b) en pendules de cheminée présentant les échappements les plus variés et les plus remarquables.

Nous avons donné plus haut la définition des échappements, on peut les répartir en trois classes :

échappements à *recul* ; échappements à *repos* ; échappements *libres*.

Les premiers sont les plus anciens et le type en est la *roue de rencontre* (comme initiation aux échappements, étudier le modèle 4.206), la roue poussée par le moteur agit sur balancier par les *palettes* qu'il porte sur son axe : elle pousse le balancier, mais à chaque changement de sens de l'oscillation elle recule légèrement, et à ce moment elle le freine. Le balancier est ainsi constamment accompagné par le rouage, la durée de ses oscillations est fortement influencée par celui-ci et dépend en particulier de la force motrice.

Dans les échappements à repos, le rouage est *immobile* pendant la plus grande partie de l'oscillation, ce qui est réalisé par le glissement d'une pièce concentrique à l'axe de rotation du balancier sur une roue qui échappe de la surface de repos quand elle se trouve à l'extrémité de la *pièce de repos* et qui, à ce moment donne l'*impulsion* motrice au pendule en agissant sur la « surface d'impulsion ». Le glissement de la roue sur la pièce de repos se fait avec le moins de frottement possible (pièces bien polies et très dures), mais il donne cependant lieu à un freinage, donc à une perturbation du régulateur. Les échappements les plus typiques de cette classe, sont l'*ancree de Graham* pour le pendule, et le *cylindre* pour le balancier circulaire.

Dans la dernière classe enfin, le balancier est *libre*, c'est-à-dire sans contact matériel avec le rouage pendant la plus grande partie de sa course : sur un très petit parcours voisin de sa position d'équilibre, il opère le *dégagement* du rouage précédemment maintenu au repos, et il en reçoit aussitôt après l'*impulsion* motrice, après quoi il continue son oscillation librement. Il faut donc nécessairement une pièce particulière sur laquelle se fait le repos du rouage : dans cette classe, le plus simple, c'est l'*ancree* de l'échappement libre à ancre, universellement adopté aujourd'hui pour les montres.

On peut aussi distinguer les échappements *aller et retour*, où le régulateur reçoit une impulsion par chaque demi-oscillation (tous ceux mentionnés ci-dessus sont de ce genre), et les échappements à *coup perdu*, où il y a une seule impulsion par oscillation complète. Ces derniers ont théoriquement l'avantage de moins perturber le pendule, à condition que l'impulsion ait lieu *exactement* au passage par la position d'équilibre; ils ont pratiquement les inconvénients de ne souffrir aucun dérèglement, d'être d'une réalisation compliquée et difficile et de manquer de sécurité. Il en existe des types extraordinairement nombreux, mais leur seule application actuelle est dans les chronomètres de marine. On a fait des échappements à coup perdu à repos (échappements *duplex*), mais généralement ce sont des échappements libres.

L'échappement transmet au régulateur la force motrice; que celle-ci, ou les résistances passives, viennent à varier, les impulsions transmises changent d'intensité, d'où variation d'amplitude et perturbation de marche, l'isochronisme n'étant jamais rigoureusement réalisé. Un procédé classique pour échapper à ce défaut est le *remontoir d'égalité*, dont l'invention remonte à Huygens et même avant, mais qui n'est appliqué couramment qu'au XVIII^e siècle et dont la collection offre de nombreux exemples. Dans ce système on fait agir sur le pendule une force motrice auxiliaire très constante, par exemple un poids léger, que la force motrice principale a seulement pour mission de remonter périodiquement : dès lors peu importe ses variations pourvu qu'elle reste suffisante pour effectuer ce remontage. Les exemples les plus remarquables de la collection sont : le régulateur de Robin n° 1.400, les pendules n°s 8.827 et 1.398, une pendule de Lepaute n° 8.587.

Un cas particulier de ce mécanisme est l'*échappement à force constante* dans lequel le remontage a lieu après chaque impulsion. A cet effet, il y a une pièce spéciale dite *pulseur*, qui communique l'impulsion au pendule et qui consiste en un levier supportant un poids très faible. Les fonctions qui se succèdent à chaque impulsion sont les suivantes :

- a) dégagement du pulseur, effectué par le pendule;
- b) impulsion, aussitôt après le pendule redevient libre;
- c) dégagement du rouage par le pulseur qui continue sa course;
- d) remontage et raccrochage du pulseur par le rouage, qui fait en même temps avancer les aiguilles.

Avec les nombreuses pièces de détente et d'accrochage nécessaires, on voit que c'est un mécanisme très complexe. Aussi, malgré l'ingéniosité de leur conception et la perfection de leur exécution, ces dispositifs n'offrent que des avantages illusoire. Parmi les plus jolis exemples offerts par la collection, citons les pendules : n° 8.588 par Lepaute, n° 16.817 par Griebel, n° 14.551 par Paul Garnier.

Par contre, le *remontoir électrique*, qui dérive de la même idée, est une des applications les plus intéressantes de l'électricité aux horloges de précision : le moteur est un poids remonté par un moteur électrique (horloges astronomiques Leroy).

COMPLICATIONS.

La simple indication de l'heure a, semble-t-il, paru banale dès le début aux horlogers, et indigne de borner leurs ambitions; aussi voyons-nous les complications apparaître dans les plus anciennes horloges connues.

La première de toutes est la *sonnerie*. Les mécanismes fondamentaux ont été inventés très tôt, sans doute dès le XIV^e ou le XV^e siècle, ils n'ont subi que des modifications superficielles. On distingue aujourd'hui deux types : la *sonnerie à chaperon*, ou à *roue de compte* qui sonne « en passant » et qui est celle de presque toutes les pendules d'appartement et la sonnerie à *limaçon* et *rateau* (fig. 23), qui sonne aussi en passant mais qui se prête bien à être transformée en sonnerie à répétition, c'est-à-dire qui répète à volonté l'heure sonnée précédemment. Il n'est pas possible, ici, d'entrer dans le détail de leur fonctionnement, facile à comprendre quant on voit l'objet, mais difficile à suivre sur une description.

Pour la première on regardera une pendule de cheminée quelconque, ou encore une horloge d'édifice, par exemple celle de Detouche dans le vestibule du Conservatoire, ou encore le n° 9.965. La sonnerie à limaçon (ainsi nommée de la came portée par l'axe des heures qui détermine le nombre de coups sonnés à chaque heure) se rencontre dans toutes les horloges comtoises. Deux excellents spécimens de sonnerie à répétition (heures et quarts) sont offerts par les n°s 10.642 et 10.643.

Un autre ordre de complication consiste dans les indications calendographiques et astronomiques. L'indication du jour de la semaine, du quantième et du mois est fort simple, il ne faut que

un calendrier perpétuel bissextile et séculaire et qu'en outre elle effectue mécaniquement le calcul de la date de Pâques, en tenant compte de toutes les complications qui peuvent se présenter selon les règles grégoriennes.

Un mécanisme de quantième, commode pour les horloges d'assez grandes dimensions, consiste en une roue annuelle, graduée en 365 parties, qui donne directement la date de chaque jour. Ce système a été très employé parce qu'il va de pair avec l'indication de l'équation du temps solaire : celle-ci étant une correction de période annuelle est matérialisée par une came fixée à la roue annuelle : une roulette s'appuyant sur la came commande une aiguille indiquant l'équation. Si on ajoute la rotation de cette

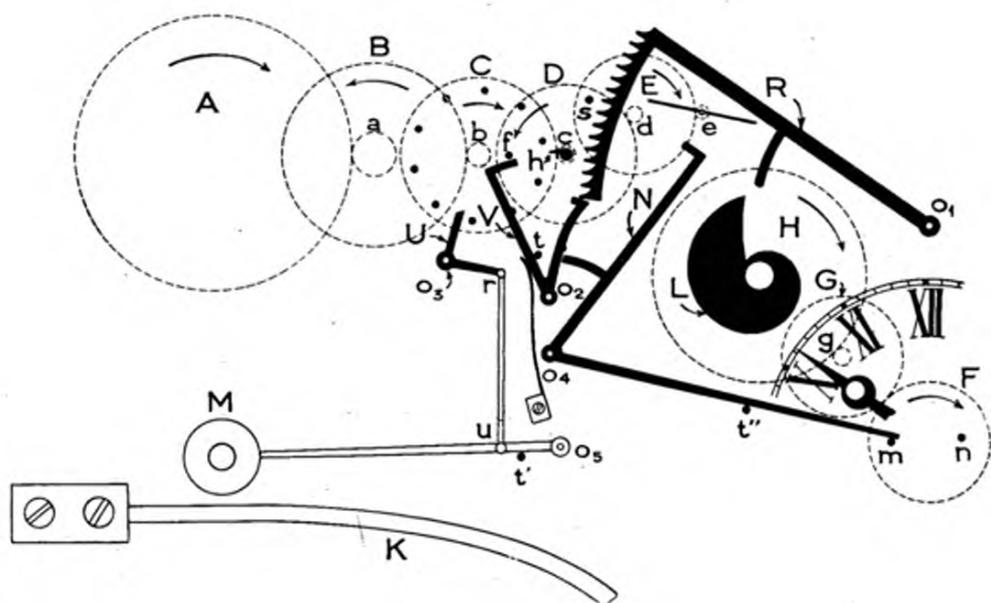


Fig. 23. — Sonnerie à rateau (même remarque que pour la fig. 20).
Même désignation des organes que pour la sonnerie à chaperon, sauf ce qui suit :

- h Levée de rateau ou virgule portée par le pignon c de la roue d'arrêt.
- F Chaussée portant les goupilles de déclenchement m et n des heures et des demies qui sont inégalement distinctes du centre.
- g G Pignon et roue de minuterie.
- H Roue d'heures portant
- L Limaçon (il est représenté avec une seule encoche, en réalité il en comporte 12 de profondeur croissante correspondant aux heures à sonner). C'est la plus profonde qu'on voit, la sonnerie étant prête à fonctionner. Le limaçon est porté par le rouage des heures tandis que le chaperon est entraîné par le rouage de sonnerie, de là vient que le premier peut facilement répéter et que le dernier ne le peut pas.
- R Rateau pivotant autour de O_1 . Il tombe dans l'encoche du limaçon et est remonté d'une dent à chaque coup par la virgule h.
- M Marteau pivoté en O_5 et commandé par l'intermédiaire d'une bielle
- U par levée du marteau (cette disposition est variable suivant les sonneries).
- t t' t'' Butées fixes.

aiguille, par un train épicycloïdal, à la rotation des aiguilles de temps moyen, on a directement l'indication du temps solaire. Cette disposition a été très en faveur à la fin du XVII^e siècle et au début du suivant, quand on attachait au temps solaire une importance particulière.

Quant aux indications astronomiques, rien n'est plus varié. La plus ordinaire est celle des phases de la lune par un disque effectuant une rotation en une ou en deux lunaisons. Les plus remarquables sont celles d'Antide Janvier, qui se distinguent par le petit nombre de rouages et la perfection avec laquelle les durées des révolutions célestes sont représentées : on étudiera en particulier l'horloge n° 17.490.

Nous ne signalerons que pour mémoire les complications « fantaisistes » comme les orgues et les musiques déclanchées par l'horloge, aux heures ou à certains moments de la journée, les automates, etc...



BIBLIOGRAPHIE

THIOUT. — *Traité de l'horlogerie mécanique et pratique*. — Paris 1741
(2 vol. in-4°).

(Les planches en sont remarquables, et celles qui donnent l'*outillage et les machines d'horlogerie* sont particulièrement intéressantes).

Ferdinand BERTHOUD. — *Histoire de la mesure du temps*. — Paris, Didot, 1802 (2 vol. in-4°).

M.-L. MOINET. — *Nouveau traité général d'horlogerie*. — Paris, Dunod 1875 (3 vol. in-8°).

BRITTEN. — *Old clocks and watches, and their makers*.

Nombreuses éditions : 1^{re} édit. Londres 1894 (397 p.).

6^e édit. — 1932 (904 p.).

L. DEFOSSEZ. — *Les savants du XVII^e siècle et la mesure du temps*. — Lausanne (Edit. du *Journal suisse d'horlogerie*) 1946.

(Ouvrage très important, mettant particulièrement en relief l'œuvre de Huygens, et son influence sur le développement de l'horlogerie moderne).



ELÉMENTS DE MÉCANISMES

JB 3-1

PENDULES ET BALANCIERS

JB 3-11

1. *PENDULE DE DEMONSTRATION, par Bréguet.*

Suspension à couteau. La lentille est mobile sur la tige, et une masse mobile est placée au-dessus de la suspension. On peut, et c'est une manipulation instructive, mesurer la durée d'oscillation en fonction de la position de la masse mobile (*Cf. Bouasse Pendule Spiral t. 1, § 43 et suiv.*).

1437. — E. 1814.

2. *PENDULE EN BOIS de Magellan.*

Suspension à ressort; tige d'acier et lentille de cuivre.

4241. — E. 1849.

3. *PENDULE signé « J.-H. de Magellan Ivit. et fieri curavit. Londini ».*

Suspension à ressort; tige de bois; lentille de cuivre.

8370. — E. 1872.

4. *PENDULE COMPENSE A MERCURE ou de Graham.*

Don de M. Redier.

Pendule construit par Rochas.

La compensation est demandée à la différence de dilatation de la tige d'acier qui abaisse le centre d'oscillation et à celle du mercure qui tend à le relever. (*Cf. Bouasse, Op. Cit. § 136*).

Le système est appliqué notamment aux régulateurs n° 13.473 par Redier et n° 16.758 par Robert.

6650. — E. 1857.

5. *PENDULE COMPENSE A GRIL ou de Harrisson.*

La compensation est obtenue en suspendant la lentille à la tige centrale du gril, tandis que les tiges extérieures sont liées à la suspension (ou vice-versa) (Cf. Bouasse Op. Cit. § 133). Ce système très en faveur au XVIII^e siècle (voir par exemple les régulateurs n° 1400 par Robin, n° 1490 par Berthoud, etc.) a pour défauts principaux les déformations inévitables de cet ensemble qui a trop d'articulations, et le fait que les déplacements ont forcément lieu par saccades quel que soit le soin apporté à la construction.

8049. — E. 1869.

6. *PENDULES COMPENSES, par Perrelet (1833).*

En prenant des barres de zinc et d'acier dont la différence de dilatation est grande, et en amplifiant les déplacements par des leviers on peut réduire à 3 le nombre des tiges nécessaires : c'est ce que montrent ces deux modèles dont l'un est une réduction du pendule du régulateur 14.506. Les articulations plus ou moins bien définies du gril de Harrisson sont aussi remplacées par des couteaux. Ces réalisations sont probablement les formes les plus parfaites du balancier bimétallique classique, aujourd'hui disparu au profit des balanciers à tige en invar.

4205. — E. av. 1849.

7. *PENDULE COMPENSE, système de Leroy.*

La tige est formée de trois règles superposées. La tige intermédiaire est en cuivre, les deux autres en acier. L'une des tiges en acier est attachée à la suspension, l'autre porte la lentille. La règle en cuivre en se dilatant remonte la lentille (Cf. Bouasse, Op. Cit. § 135).

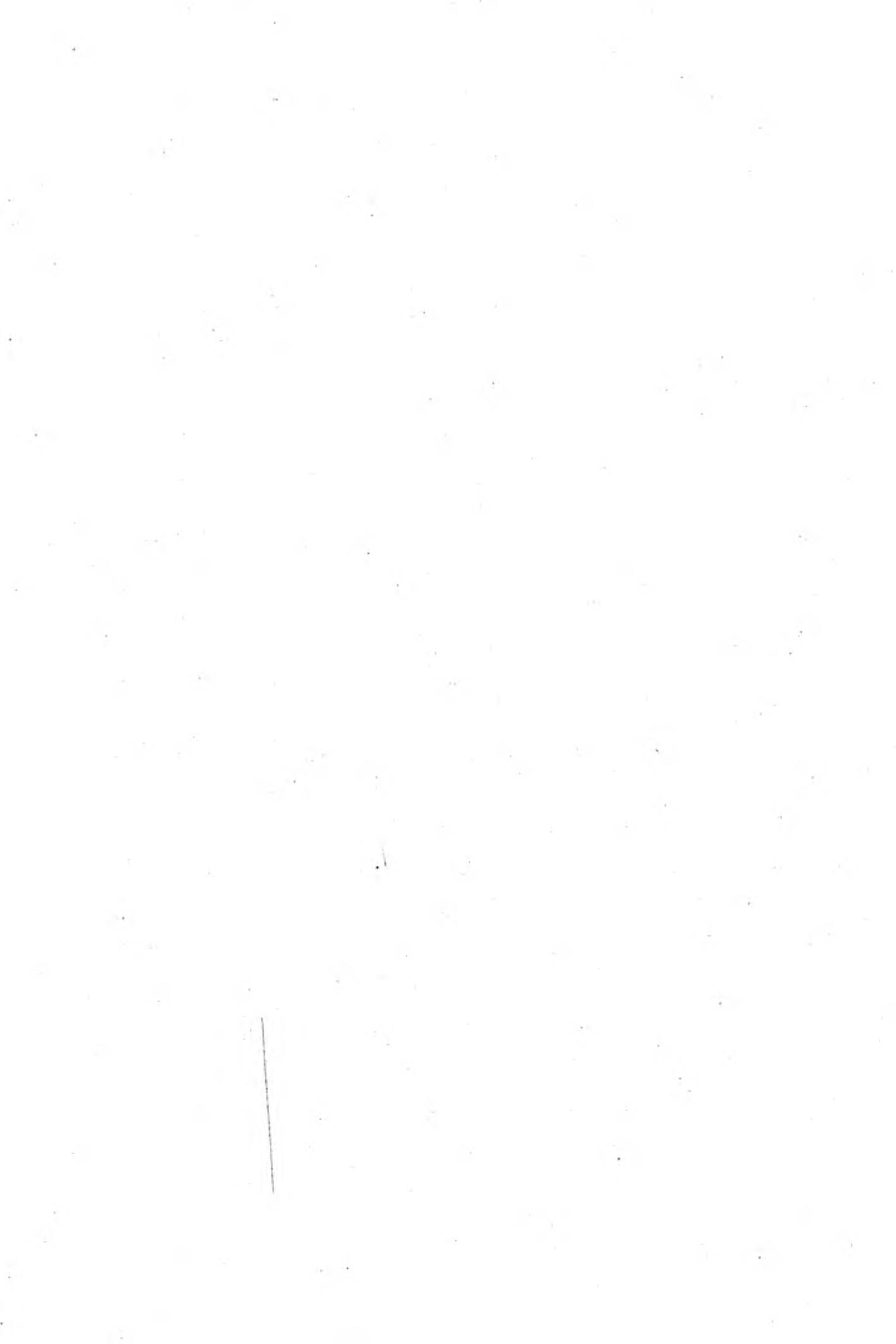
8369. — E. av. 1872.

8. *SUSPENSION COMPENSATRICE, par Wagner neveu (1865).*

La longueur de la lame de suspension est réglée par la dilatation différentielle du support de fer et d'une tige de cuivre. L'idée est aussi de Leroy (Cf. Bouasse Op. Cit. § 135).

7374. — E. 1865.

9. *PENDULE COMPENSE, par Wagner.*
Un gril bimétallique fixe modifie la longueur de la lame de suspension, comme ci-dessus.
8368. — E. av. 1872.
10. *PENDULE COMPENSE, par Sandoz (1869).*
Même système : gril en zinc et cuivre. Parmi les pendules de la collection munies de ce compensateur on notera le n° 8.827 de Robin.
8048. — E. 1669.
11. *BALANCIER CIRCULAIRE avec spirale, par Ferdinand Berthoud (1770).*
Balancier monométallique, avec rouleaux guides pour l'axe.
1306. — E. av. 1814.
12. *BALANCIER CIRCULAIRE avec spirale (1770).*
4131. — E. av. 1849
13. *BALANCIERS pour chronomètres, de Motel.*
Balanciers compensateurs bimétalliques de divers systèmes.
6979. — E. 1861.
14. *BALANCIER de chronomètres, compensé à toutes températures, par Pierret (1855).*
10781. — E. 1866.
15. *COLLECTION DE RESSORTS SPIRAUX pour chronomètres (1850).*
Don de MM. Motel et fils.
Spiraux cylindriques, coniques et sphériques.
6978¹. — E. 1861.
16. *COLLECTION DE RESSORTS SPIRAUX pour montres et chronomètres, par J.-C. Lutz, de Genève (Exposition de 1851).*
6457. — E. 1855.
17. *SYSTEME DE SYNCHRONISATION de M. A. Cornu, construit par M. G. Borrel, en 1896.*
Don de M. Detouche.
7179. — E. 1863.



ECHAPPEMENTS

JB 3-12

ÉCHAPPEMENTS

POUR PENDULES DE GRAVITÉ

JB 3-121

1. *ECHAPPEMENT de Graham, modèle de démonstration par G. Sandoz (1863) (fig. n° 24).*

Ce modèle est excellent pour se rendre compte du fonctionnement du plus simple des échappements aller et retour à repos, qui, apparemment le plus ancien (vers 1715), reste l'un des meilleurs, et est toujours très employé.

On reconnaîtra les parties indiquées dans la théorie générale : surfaces de repos de l'ancre dont les profils sont des arcs de cercle centrés sur l'axe qui glissent sur les pointes des dents de la roue d'échappement, maintenant celle-ci immobile ; surfaces d'impulsion ou inclinés sur lesquelles les dents de la roue viennent presser quand elle tourne. On notera l'inévitable dissymétrie entre les deux bras de l'ancre et dans la disposition des *inclinés*.

On remarquera qu'entre l'instant où une dent abandonne l'incliné et celui où une autre dent atterrit sur la surface de repos il s'écoule un temps très court, mais non nul, pendant lequel la roue tourne librement : c'est la *chute*, qui est rendue nécessaire par les inégalités qu'on ne peut pas entièrement faire disparaître entre les dents de la roue.

Une conséquence de la chute est que l'entretien *allonge* un peu la période du pendule par rapport à celle qu'il a quand on le laisse osciller entièrement libre.

On voit que la roue a tourné d'une dent après une période complète du pendule ; s'il bat la seconde et si la

roue a 30 dents, l'aiguille des secondes est calée directement sur son axe; il en est ainsi pour presque tous les régulateurs.

7145. — E. 1863.

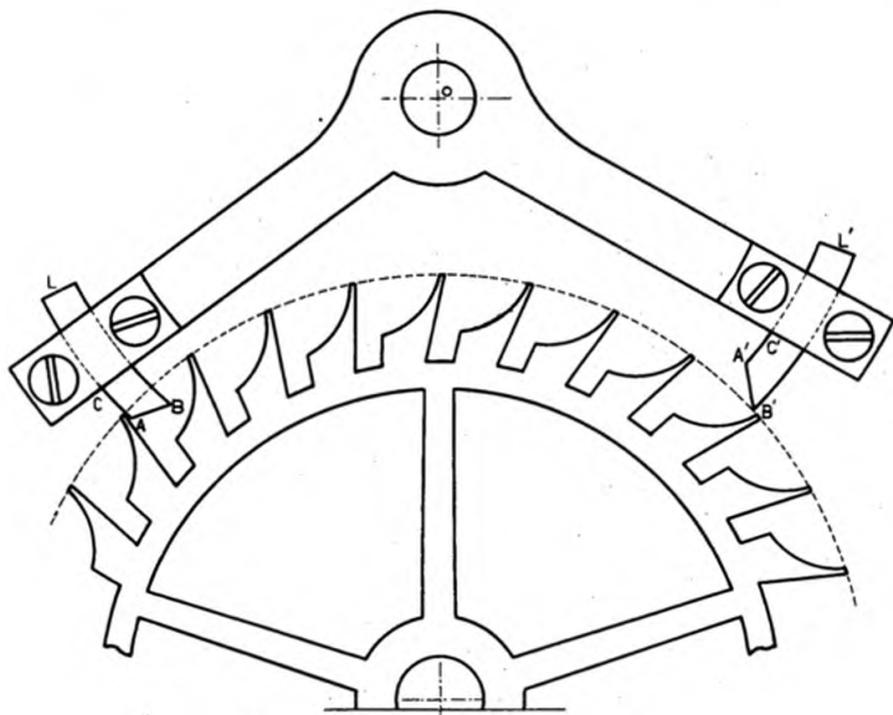


Fig. 24. — Echappement de Graham.

L et L' sont des levées de l'ancre exécutées en acier très dur ou en pierre.

AB A'B' inclinés ou surfaces d'impulsion.

AC A'C' surfaces de repos; ce sont des arcs de cercle concentriques à l'ancre.

2. ECHAPPEMENT A CHEVILLES (1749).

Don de l'Académie des Sciences.

Modèle exécuté par Gallonde. C'est comme le précédent, un échappement à repos aller et retour; on se rendra compte facilement qu'avec des pièces de formes différentes, les fonctions sont exactement les mêmes qu'avec un échappement de Graham. On identifiera les surfaces de repos et d'impulsion, et on verra que les inégalités inévitables de dimensions et de distances des chevilles entraînent encore l'existence nécessaire d'une chute.

Cet échappement a été inventé par l'horloger français Amant, probablement vers 1730 et a reçu sa forme défini-

tive par Lepaute en 1753 (qui a, en particulier, modifié le dessin de façon à réduire la chute au minimum) qui l'a systématiquement employé. Il semble que les régulateurs du XVIII^e siècle se partagent à peu près par moitié entre l'échappement de Graham et celui de Le Paute. Le modèle est une réalisation quelque peu aberrante où l'ancre est remplacée par une pièce unique de forme compliquée, liée à la tige du pendule.

7502. — E. 1866.

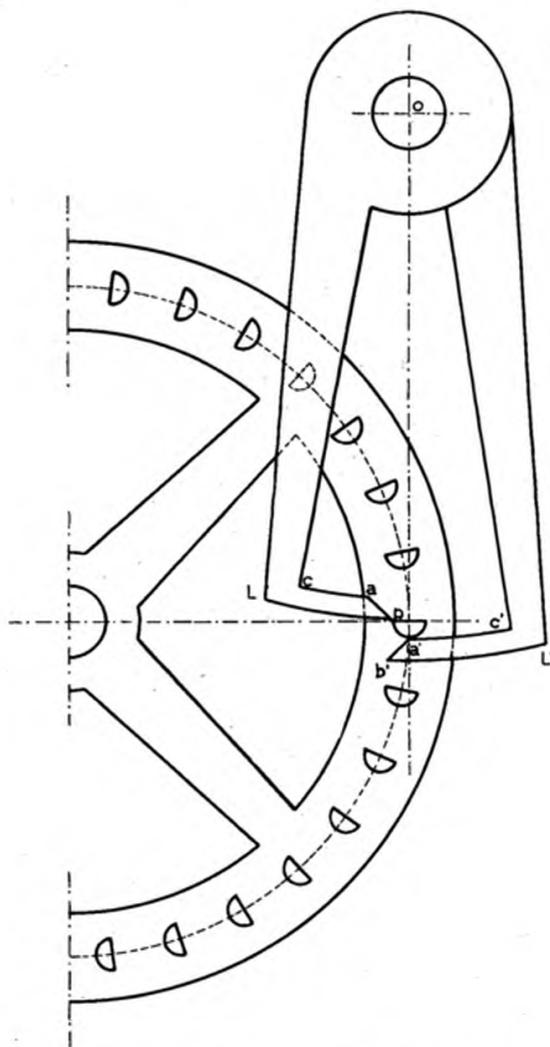


Fig. 25. — Echappement à chevilles de Le Paute.

On retrouve en *ab*, *a'b''* les surfaces d'impulsion; en *ac*, *a'c''* les surfaces de repos. La forme des chevilles en demi-cylindre permet de réduire la chute au très petit jeu inévitable dans la construction.

3. ECHAPPEMENT LIBRE de Berthoud, pour pendules (fig. 23).

Don de C. Detouche et Houdin.

Modèle exécuté par J.-F. Houdin, dans l'atelier de Detouche, vers 1850.

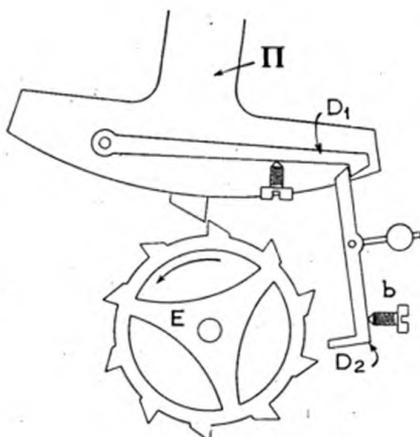


Fig. 26. — Echappement libre de Berthoud (6602).

- D₁ Détente de dégagement.
 D₂ Levier d'accrochage de la roue, avec son contrepois.
 E Roue d'échappement.
 π Pendule.

C'est un des types les plus simples d'échappement libre à coup perdu pour pendule. Il comporte le minimum de pièces intermédiaires.

Le schéma (fig. 26) explique clairement le fonctionnement : quand le pendule va vers la gauche, la détente qu'il porte dégage le levier d'accrochage sur lequel se fait le repos du rouage, et la roue donne une impulsion au pendule. Au retour de celui-ci la détente est légèrement soulevée par le levier d'accrochage qui n'est pas dégagé. On voit que le pendule reçoit une impulsion motrice dans un sens, tandis que dans l'autre, non seulement il n'en reçoit pas, mais il doit vain-

cre une résistance, à la vérité fort petite. Ce caractère est commun à tous les échappements à coup perdu.

Inventé par Berthoud vers 1760, cet échappement a été appliqué par lui à un certain nombre d'horloges. Cependant, autant les échappements libres ont fait faire de progrès aux chronomètres, autant ils se sont montrés décevants pour les horloges à pendule.

6602. — E. 1855.

4. ECHAPPEMENT A MANIVELLE de Deshays (1854) (fig. 27).

Don de C. Detouche.

Modèle exécuté par J.-F. Houdin dans les ateliers de Detouche.

C'est un échappement à repos aller et retour, dont les schémas font suffisamment comprendre le fonctionne-

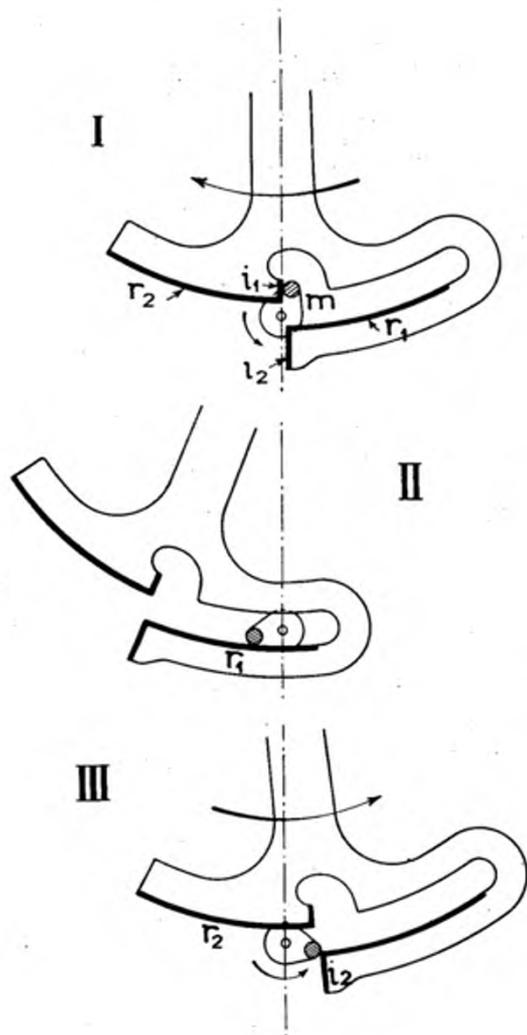


Fig. 27. — Echappement à manivelle de Deshayes (6603).

- I Pendule à la position d'équilibre allant vers la gauche.
 II Pendule voisin de l'élongation maxima.
 III Pendule ayant légèrement dépassé la position d'équilibre allant vers la droite.
 i₁ Face d'impulsion 1.
 r₁ Repos 1.
 r₂ Repos.
 m Manivelle.
 i₂ Face impulsion 2.

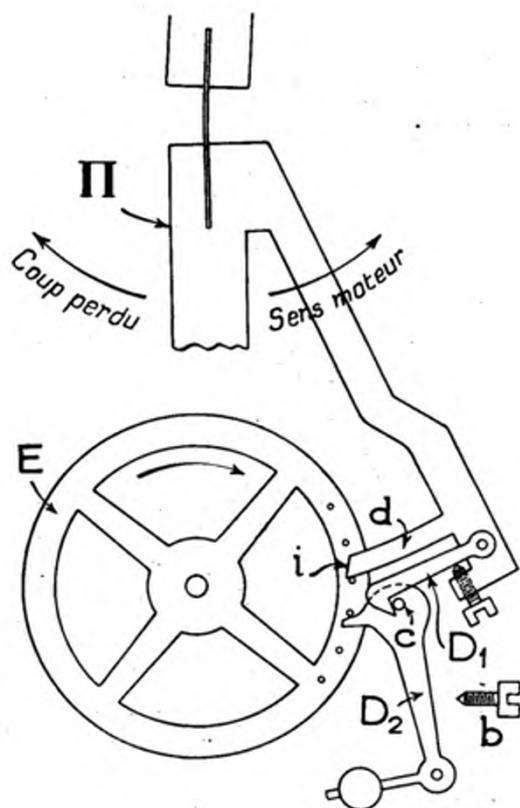


Fig. 28. — Echappement libre à coup perdu (6606).

- c Cheville de dégagement.
 b Butée.
 d Doigt d'impulsion.
 D₁ Détente de dégagement.
 D₂ Levier d'accrochage et son contrepoids.
 i Incliné d'impulsion.
 E Roue d'échappement à 60 chevilles.
 τ Pendule.
 → Sens moteur.
 ← Coup perdu.

ment. La roue d'échappement est remplacée par la manivelle qui fait un tour entier par période complète du pendule : les secondes successives indiquées par l'horloge peuvent être plus facilement identiques entre elles qu'avec une roue comportant un grand nombre de dents. Malgré cet avantage théorique et sans doute en raison de la difficulté de travail de la pièce principale (rectification et polissage des surfaces de repos), cet échappement n'a pas été employé.

6603. — E. 1855.

5. *ECHAPPEMENT LIBRE A COUP PERDU pour pendule* (1854)
(fig. 28).

Don de J.-F. Houdin.

Modèle exécuté par J.-F. Houdin dans les ateliers de Detouche.

Il est de principe identique à celui de l'échappement de Berthoud (6607), il a le même nombre de pièces possédant les mêmes fonctions ; les formes et les dispositions étant différentes. Il est prévu pour avoir une roue d'échappement de 60 chevilles destinée à porter l'aiguille des secondes directement sur son axe.

6606. — E. 1855.

6. *ECHAPPEMENT de R. Robert*
(1854) (fig. 29).

Don de Détouche et Houdin.

Modèle exécuté par J.-F. Houdin dans les ateliers de Detouche.

C'est un échappement à repos à coup perdu. Le pendule porte une cheville d'impulsion et deux repos en acier. Sur ces repos viennent prendre appui deux rouleaux fixés à des doigts qui prolongent les extrémités de la lamelle volant ; à cause du grand bras

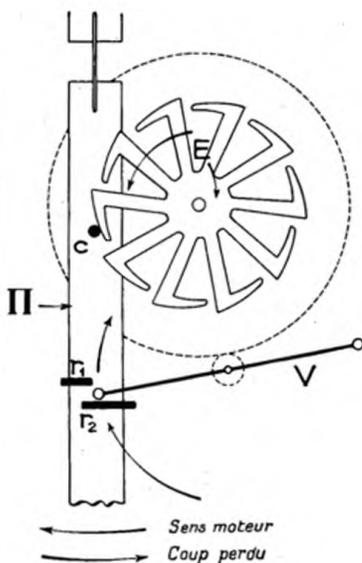


Fig. 29. — Echappement de R. Robert (6607).

- C Cheville d'impulsion.
- r_2 Repos 2.
- r_1 Repos 1.
- V Lamelle volant.
- E Roue d'échappement.
- π Pendule.
- \rightarrow Sens moteur.
- \leftarrow Coup perdu.

de levier, la pression est très faible et le pendule reste « presque libre ». Le fonctionnement est facile à comprendre : pendant le coup perdu (pendule vers la droite) le rouleau qui glissait sous le repos 2 passe seulement sous le repos 1 et la rotation correspondante du

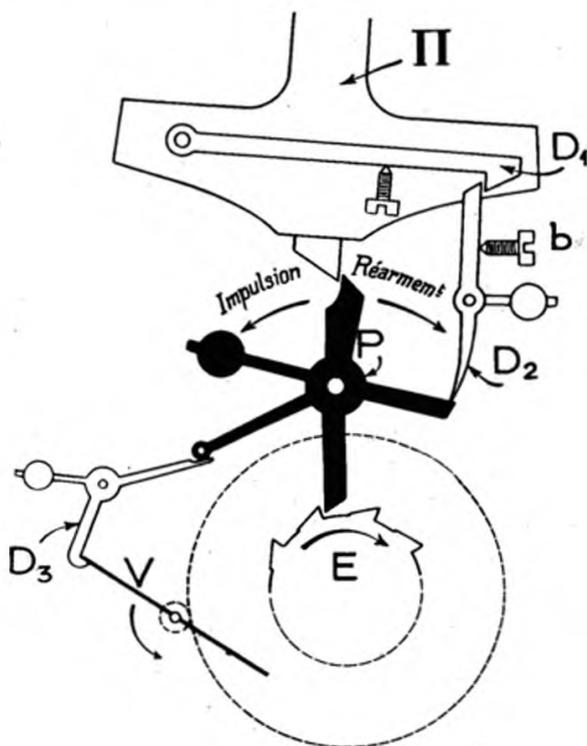


Fig. 30. — Echappement à force constante (6605).

- D_1 Détente de dégagement.
- D_2 Levier intermédiaire de dégagement et d'accrochage du pulseur.
- D_3 Levier d'accrochage du volant.
- E Roue d'échappement.
- P Pulseur et son contrepoids.
- V Lamelle volant.
- π Pendule.
- ← Impulsion.
- Réarmement.

rouage est négligeable ; quand le pendule revient vers la gauche, le rouleau échappe du repos 1 qui est plus court (c'est l'instant représenté sur le schéma) et la lamelle fait librement 1/2 tour jusqu'à ce que le second rouleau soit arrêté sous le repos 2. En même temps, la roue d'échappement donne une impulsion.

Ce mécanisme est curieux, mais il est inutilement compliqué; il ne semble pas qu'il ait jamais été employé.

6607. — E. 1855.

7. *ECHAPPEMENT A FORCE CONSTANTE*, par J.-F. Houdin (fig. 30).

Don de Houdin.

On peut le considérer comme dérivé de l'échappement Berthoud dans lequel l'impulsion au lieu d'être donnée au pendule par la roue d'échappement, l'est par une pièce intermédiaire, le *pulseur* (il est représenté en noir plein). La force motrice du pulseur est le déséquilibre produit par son contrepoids; elle ne dépend pas du reste du mécanisme.

Le pulseur P a 4 bras correspondant aux 4 fonctions qu'il produit ou qu'il subit, on les retrouve avec des formes variées dans tous les systèmes à force constante :

Le bras supérieur (Cf. schéma) donne l'impulsion au pendule; celui de droite sert à l'accrochage; il est dégagé par le levier intermédiaire D₂ commandé lui-même par la détente D, que porte le pendule (cette pièce intermédiaire n'est pas indispensable; voir par exemple l'échappement à force constante de la pendule n° 16857).

Le bras inférieur est celui par lequel le pulseur est remonté par la roue d'échappement.

Le bras de gauche sert (ici encore avec une pièce intermédiaire) à l'accrochage du rouage qui se fait par une lamelle volant. Le volant exerçant une pression très petite donne un dégagement très doux et, une fois dégagé, freine un peu le mouvement du rouage qui reste assez brutal (écouter le choc très sec auquel donne lieu le remontage et raccrochage du pulseur dans tous les mécanismes de ce genre).

L'échappement à force constante est donc un mécanisme d'une excessive complication et d'un mauvais rendement mécanique. Les applications en sont restées très rares, limitées à des pièces de grand luxe ayant plutôt le caractère de curiosités.

Celui dont le modèle est présenté ici a été appliqué par F. Houdin à quelques pendules (Cf. *Histoire de l'Horlogerie* de Pierre Dubois, p. 381, gravure d'une de ces pièces, Exposition de 1849).

6605. — E. 1855.

8. ECHAPPEMENT A FORCE CONSTANTE à deux boules de Vérité (fig. 31).

Don de Détouche et Houdin.

Modèle exécuté par J.-F. Houdin dans les ateliers de Détouche.

Il y a autant de variantes que de pièces réalisées dans

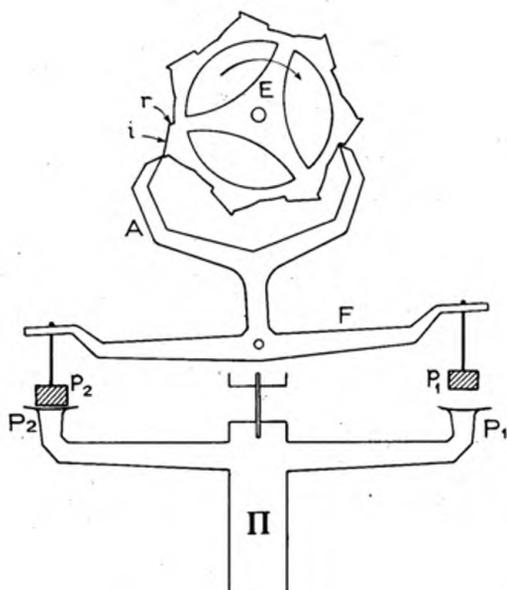


Fig 31. — Echappement à force constante à deux boules de Vérité (6604).

- A Ancre.
- E Roue d'échappement.
- F Fléau.
- i Incliné d'impulsion.
- p' Poids moteur.
- P Plateau.
- r Surface de repos.
- π Pendule.

les échappements de Vérité dont le premier spécimen a été présenté par l'illustre horloger de Beauvais, en 1839. L'échappement de Vérité est à force constante, à impulsion à l'aller et au retour. Les impulsions sont données par les poids suspendus au fléau qui viennent chacun à leur tour reposer sur les plateaux portés par le pendule; ce sont donc des impulsions très faibles mais de durée relativement longue.

Le fonctionnement est approximativement le suivant : le pendule marche par exemple vers la gauche ; le poids de droite repose sur le plateau le fil étant détendu.

Ensuite le fil se tend, le poids abandonne le plateau et le pendule est libre.

En arrivant en fin de course, il soulève légèrement le poids gauche, ce qui provoque le dégagement de la roue d'échappement (il y a à ce moment une impulsion retardatrice et exercée en fin de course : c'est le point faible du mécanisme). La roue d'échappement soulève alors le fléau de droite et le poids de gauche vient reposer sur le plateau du pendule qui redescend. En même temps, la roue d'échappement vient au repos sur l'ancre.

On trouvera une autre version de l'échappement Vérité dans Bouasse (Op. cit. t. II, § 32). Voir aussi l'échappement électrique de J. Fournier, n° 6918.

6604. — E. 1855.



ÉCHAPPEMENTS POUR BALANCIERS CIRCULAIRES

JB 3-122

1. MODELE DE MOUVEMENT D'HORLOGERIE AVEC ECHAPPEMENTS INTERCHANGEABLES, par Perrelet (1833).

Ce modèle à grande échelle comporte un barillet avec ressort moteur et un rouage dont le *porte-échappement* (comprenant la roue d'échappement avec son pignon, les pièces intermédiaires s'il y en a et le balancier) est amovible : il y en a 5, représentant les principaux types en usage dans les montres :

1. *Echappement à ancre* : ce système qui est actuellement le plus important, étant employé presque exclusivement dans les montres de qualité moyenne et supérieure, est aussi le plus mal représenté dans la collection de modèles qui date en moyenne d'une époque trop ancienne. C'est un échappement libre aller et retour. Il y a plusieurs formes de réalisation ; celle qui est représentée ici est l'*échappement à ancre anglais* ou à *dents pointues*, très employé jusqu'en 1900 environ, abandonné aujourd'hui.

Comme le nom l'indique, la roue d'échappement a des dents pointues et les levées ou surfaces d'impulsion sont portées par les becs de l'*ancree*. Cette pièce, qui est intermédiaire entre la roue d'échappement et le balancier, assure le repos du rouage et son dégagement ; elle transmet l'impulsion au balancier par l'intermédiaire de ses cornes et de la *cheville* portée par le *grand plateau* fixé sur l'axe du balancier. Un dispositif auxiliaire d'une grande simplicité (le *dard* porté par l'*ancree* et une entaille du *petit plateau*) prévient le « renversement », c'est-à-dire l'impulsion à contre-sens et l'arrêt consécutif du balancier en cas de position incorrecte de l'*ancree* au repos. C'est cette multiplicité de fonctions assurées par une pièce simple qui fait la supériorité de l'échappe-

ment à ancre et a rendu caducs beaucoup de dispositifs admirables mais compliqués.

Dans la construction moderne, on préfère l'échappement à levées partagées où les surfaces d'impulsion sont portées partie par les dents de la roue d'échappement, partie par les becs de l'ancre qui sont en rubis.

Celui-ci à son tour est susceptible d'une grande variété de tracés.

En mettant les surfaces d'impulsion sur les dents de la roue et en réduisant les becs de l'ancre à de simples che-

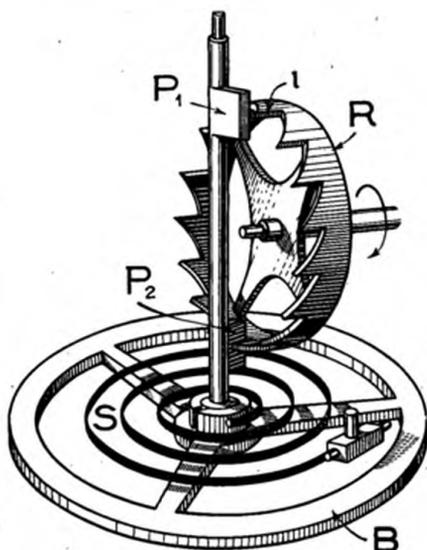


Fig. 32. — Echappement à roue de rencontre.

villes, on a l'échappement en usage dans les réveils et généralement dans l'horlogerie à bon marché.

2. *Echappement à roue de rencontre* (fig. 32) : l'arbre du balancier porte deux palettes P_1 , P_2 dont les plans forment un dièdre de 100° environ qui sont poussées alternativement par les dents de la roue de rencontre R. Le balancier n'est libre à aucun moment ; au contraire, la roue recule pendant une fraction de la période.

Dans le modèle, il n'y a pas de spiral avec ce balancier, mais le même mécanisme fonctionne normalement avec un spiral ; l'adjonction de celui-ci est précisément le perfectionnement capital apporté aux montres par Huygens.

3. *Echappement à cylindre*: inventé par Graham en 1725; c'est le type des échappements à repos pour balanciers circulaires; il sera décrit à propos du modèle 12436.

4. *Echappement duplex*: attribué à Pierre Le Roy. Il est à repos et à coup perdu, et sera décrit à propos des modèles 5030 et 31.

5. *Echappement à détente*: échappement libre à coup perdu dont le fonctionnement sera expliqué à propos du modèle 12435.

4206. — E. av. 1849.

2. *ECHAPPEMENT A ROUES DE RENCONTRE DE BERROLA.*

18549. — E. av. 1814.

3. *MODELE D'ECHAPPEMENT A ROUE DE RENCONTRE.*

1292. — E. 1807.

4. *MODELE D'ECHAPPEMENT A CYLINDRE (1844) par Th. Sibon.*

Don de Mlle Sibon.

La pièce de repos est le *cylindre entaillé* que le balancier porte sur son axe: les surfaces de repos (nécessairement coaxiales au balancier pour permettre le glissement sans résistance du cylindre sur la roue d'échappement mobile) sont les surfaces interne et externe du cylindre. Les surfaces d'impulsion sont les *lèvres des entailles* sur lesquelles glissent l'incliné des dents de la roue d'échappement quand elle tourne. Ces dents ont la forme de marteaux portés chacun par un pied normal au plan de la roue, ce qui donne à celle-ci un aspect immédiatement reconnaissable.

12436. — E. 1893.

5. *MODELE DE CYLINDRE D'ECHAPPEMENT.*

Don de M. Courtois.

Ce modèle à grande échelle, construit par M. Courtois, permet de voir distinctement les différentes parties d'un échappement à cylindre.

41459. — E. 1888.

6. *ECHAPPEMENT A VIRGULE SIMPLE, exécuté par Pons.*

Don du baron Séguier, en 1852.

Echappement à repos aller et retour, inventé probablement par Lépine dans la seconde moitié du XVIII^e siècle.

Employé souvent jusque vers 1800, abandonné depuis, principalement à cause de la difficulté de construction. Le principe est identique à celui de l'échappement à cylindre, mais la pièce de repos et d'impulsions s'appelle, à cause de sa forme, « virgule ». Comme toujours, les surfaces de repos sont les portions de cylindres axés sur le pivot, les surfaces d'impulsion sont les surfaces de raccordement; elles sont inégales, il y a une grande et une petite levée. La roue d'échappement porte simplement des chevilles perpendiculaires à son plan (cette « simplicité » est illusoire, car une telle roue est difficile à construire).

5032. — E. 1852.

7. *ECHAPPEMENT A VIRGULE INTERIEURE.*

Don du baron Séguier, en 1852.

Variante du précédent dit « à virgule intérieure ». La virgule est plus « enroulée » que dans le modèle précédent, ce qui permet de plus grandes amplitudes du balancier... au prix de complications supplémentaires d'exécution.

5038. — E. 1852.

8. *ECHAPPEMENT A REPOS, par de Ribeaucourt.*

Il existe un nombre considérable de ces échappements imaginés à l'imitation du cylindre de Graham, qui est le prototype (et sans doute le meilleur) du genre. On en trouve des planches entières dans le traité de Thiout (1742) qui sont en majeure partie reproduites dans celui de Moinet (1875).

Dans l'exemple actuel, la pièce de repos et d'impulsion est le cylindre porté par l'axe du balancier, il y a une surface d'impulsion plane unique, et une double roue d'échappement, une dent de l'une puis une dent de l'autre agissant tour à tour sur la face d'impulsion.

1293. — E. 1807.

9. *ECHAPPEMENT A REPOS, par Paul Garnier (1807-1830).*

Don des fils de Paul Garnier.

La pièce de repos et d'impulsion est un disque incomplet en rubis placé sur l'axe du balancier, et la roue d'échappement est double. Les surfaces de repos sont les faces planes du disque (et par suite l'effort s'exerce longitudinalement sur l'axe du balancier, ce qui est théori-

quement préférable pour les paliers), et la surface d'impulsion est sur la tranche du disque.

P. Garnier a construit avec cet échappement des *pendulettes de voyage* (G. Moinet, t. VI, p. 371).

Cet échappement est à rapprocher de celui de Sully (1724) que l'on trouvera dans Moinet (planche XXVI).

10549. — E. 1885.

10. ECHAPPEMENT DUPLEX exécuté par Pons.

Don du baron Séguier.

Echappement à repos et à coup perdu.

Il comporte deux roues d'échappement sur le même axe, d'où son nom. La grande roue (à chevilles) sert au repos du rouage, la plus petite (à dents pointues) donne l'impulsion. Dans la plupart des applications, une seule roue portait les deux espèces de dents.

La pièce de repos est le *rouleau*, cylindre coaxial au balancier creusé d'une entaille suivant une génératrice. Tandis que le rouage est immobile, les chevilles de la roue glissent sur le rouleau; quand l'entaille se présente sous une cheville, dans un sens du mouvement du balancier, il y a arc-boutement (et une très légère oscillation des roues), tandis que dans l'autre sens la cheville échappe et les roues tournent.

L'axe du balancier porte en outre un doigt d'impulsion sur lequel vient appuyer une dent de la roue d'impulsion quand elle échappe.

Ce mécanisme qui remonte au XVIII^e siècle a été employé longtemps. Il permettait en particulier de réaliser avec un balancier à 2 oscillations par seconde des montres à trotteuse centrale battant la seconde, beaucoup plus simplement qu'avec le mécanisme à secondes indépendantes. Dans les pièces soignées, le rouleau est en rubis ou en saphir. Sujet à s'arrêter ou à « prendre le galop » suivant les chocs reçus, il est complètement abandonné.

5030. — E. 1852.

11. ECHAPPEMENT DUPLEX exécuté par Pons.

Don du baron Séguier.

Il diffère du précédent par la disposition du doigt et des dents d'impulsion. Celles-ci sont doubles, d'où le nom d'« échappement duplex à deux levées ».

5031. — E. 1852.

12. *ECHAPPEMENT LIBRE*, signé : « Ferdinand Berthoud, Paris, 1754 ».

Les échappements libres de Berthoud sont nombreux et compliqués ; il semble avoir fait des essais continuels sans s'arrêter à une construction bien définie.

Dans ce modèle, il y a deux leviers ou détentes intermédiaires entre la roue d'échappement et le balancier. Celui-ci porte deux doigts avec chacun une cheville : le plus court sert à *dégager* le rouage en soulevant le levier qui porte sur son autre bras le *repos* en pierre sur lequel s'appuie une dent de la roue d'échappement. La roue en tournant donne une impulsion à un second levier ou bras d'impulsion qui à son tour la communique au doigt d'impulsion porté par le balancier.

L'extrémité du levier de dégagement est articulée et maintenue par un léger ressort : le dégagement a donc lieu pour un sens de marche du balancier, tandis qu'au retour le ressort fléchit sans que le levier soit déplacé. Les deux détentes sont maintenues à leur place par de très fins ressorts (situés sous la platine).

On peut juger du nombre de pièces et de la complexité du mécanisme.

1305. — E. av. 1814.

13. *ECHAPPEMENT LIBRE*, par Berthoud.

Ici une dent de la roue d'échappement agit directement sur l'entaille du plateau porté par le balancier. Sur le même plateau est fixée la pièce de dégagement qui est une détente à ressort. La pièce de repos est une autre détente à ressort.

Dans un sens du mouvement du balancier, la détente de dégagement soulève la détente de repos et la roue en tournant donne une impulsion ; au retour du balancier, la détente de dégagement cède et celle de repos n'est pas soulevée.

1307. — E. av. 1814.

14. *ECHAPPEMENT LIBRE D'EARNSHAW*, construit par Théophile Sibon, à Genève, en 1844 (fig. 33).

Don de Mlle Sibon.

Ce modèle est très clair, il représente, aux détails de réalisation près, celui qui est employé dans les chronomètres de marine, le seul encore en usage des innombrables échappements libres à coup perdu.

On reconnaît sur l'axe qui porte le balancier (celui-ci est placé en dessous), le plateau entaillé qui porte la

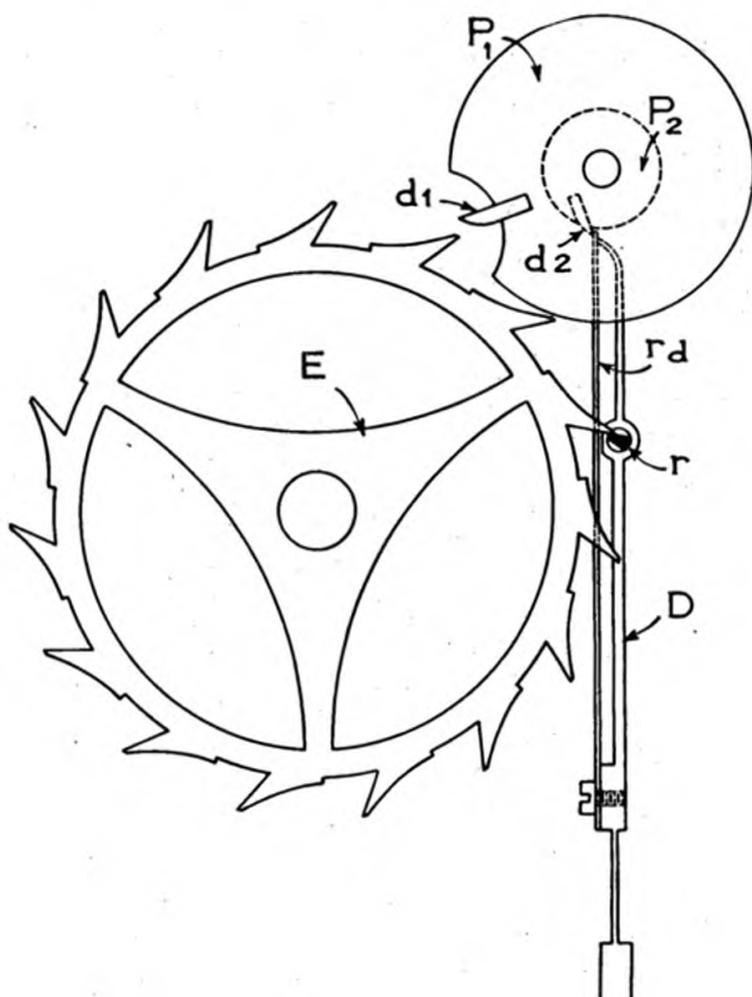


Fig. 33. — Echappement à détente pour chronomètre de marine.

- d_1 Levée d'impulsion en pierre.
 d_2 Doigt de dégagement également en pierre.
 E Roue d'échappement.
 D Détente. - r Son repos en pierre. - rd Ressort de la détente.

levée d'impulsion en pierre; le même axe porte le *doigt de dégagement*.

La pièce de repos est une détente portant un bec sur lequel s'appuie une dent de la roue d'échappement. La détente porte un petit ressort, qui est l'âme du système.

Dans un sens, le doigt du balancier dégage la détente et la roue donne une impulsion; dans le sens opposé le doigt fait seulement fléchir le petit ressort et le reste du mécanisme ne bouge pas.

Le nombre de pièces du mécanisme est réduit au minimum compatible avec ses fonctions : inversé vers 1780, ce système n'a pas été sensiblement perfectionné depuis.

12435. — E. 1893.

15. *MODELE D'ECHAPPEMENT LIBRE, par Pons.*

Don du baron Séguier.

Cet échappement peut être considéré comme dérivé du précédent avec la complication suivante : le repos du rouage ne se fait pas directement sur la roue d'échappement, mais sur une lamelle volant reliée à celle-là par roue dentée et pignon. La lamelle repose sur une détente à ressort fonctionnant comme dans l'échappement Earnshaw. Elle fait un demi-tour quand elle est déagée, corrélativement la roue d'échappement donne une impulsion au balancier en avançant d'une dent.

5034. — E. 1852.

16. *MODELE D'ECHAPPEMENT LIBRE.*

Echappement à détente et à coup perdu sur lequel on s'exercera à reconnaître les pièces et les fonctions, qui sont les mêmes que dans tous les autres échappements libres.

5033. — E. 1852.

17. *ECHAPPEMENT DUPLEX LIBRE A RESSORT, par Pons.*

Don du baron Séguier.

Ce système obtenu en compliquant l'échappement duplex ne présente aucun intérêt pratique, mais montre comment on peut transformer un échappement à repos en échappement libre. Les organes sont les mêmes que dans l'échappement duplex typique, mais la *pièce de repos* n'est plus un rouleau porté par l'axe du balancier, c'est un levier pivoté à 3 bras (un de repos, un de dégagement, le troisième supportant le ressort d'appui) et le balancier porte un doigt, qui dans un sens, dégage ce levier.

Il y a, en outre, une particularité dans la roue et les levées d'impulsion : chaque dent de cette roue est triple,

et la levée du balancier est également triple ; quand les dents et les levées sont en prise, elles constituent en somme une petite portion d'engrenage.

5035. — E. 1852.

18. *ECHAPPEMENT A FORCE CONSTANTE, par Pons.*

Dans les échappements à force constante pour balanciers circulaires, l'impulsion est donnée par un *pulseur* remonté à chaque coup par le rouage principal. La force du pulseur lui est donnée par un ressort droit ou spiral. Comme il n'y a rien de moins constant qu'un ressort, l'avantage présenté par ces échappements est complètement illusoire, et ces mécanismes compliqués sont de pures curiosités.

L'exemple présenté est à action aller et retour et le pulseur a la forme d'un levier coudé à angle droit : par une de ses branches il donne l'impulsion aux deux levées portées par le plateau du balancier ; par l'autre branche il reçoit l'action de la manivelle de remontage. Celle-ci est portée par l'axe d'une lamelle volant qui est au repos sur une détente et est dégagée par un doigt que porte le balancier.

5036. — E. 1852.

19. *ECHAPPEMENT A FORCE CONSTANTE COMPLEXE, par Pons.*

Don du baron Séguier, en 1852.

Ce modèle présente à peu près le maximum de complication offert par cette classe de mécanismes. Cependant, les organes principaux et leurs fonctions se laissent facilement reconnaître à la lumière de la théorie générale donnée dans l'introduction.

La pièce essentielle est le *pulseur* levier à 4 bras, dont un double, qui porte un ressort spiral chargé de lui donner la force « constante ». Le bras double (en forme d'ancre) sert au dégagement du pulseur (il y a une pièce intermédiaire entre le balancier et lui) ; le bras suivant (en tournant dans le sens des aiguilles d'une montre) est le doigt d'impulsion qui agit sur la levée du balancier. Puis vient le doigt de dégagement du rouage qui arrête ou dégage la lamelle volant ; le dernier est le bras de remontage du pulseur sur lequel vient agir une cheville de la roue d'échappement dès que la lamelle volant a été dégagée.

L'échappement est à coup perdu, le pulseur étant dégagé dans un sens et non dans l'autre.

5037. — E. 1852.

20. *ECHAPPEMENT LIBRE A FORCE CONSTANTE*, par Paul Garnier (1834).

Le principe et les fonctions sont identiques à ceux qui ont déjà été exposés, mais la disposition des organes est particulièrement complexe et difficile à démêler.

10910. — E. 1887.

21. *ECHAPPEMENT NON ACHEVE*.

Don du baron Séguier.

5039. — E. 1852.



ÉLÉMENTS DIVERS

JB 3-13

1. HORLOGE DE GALILÉE, reconstitution par Boquillon.

Don de Boquillon et Wagner.

L'horloge de Galilée est connue par une correspondance entre Huygens et l'archiviste du grand-duc de Toscane : l'idée en serait venue à Galilée peu avant sa mort et l'objet aurait été construit par son fils.

Il reste un croquis du système d'entretien du pendule assez explicite pour qu'on ait pu tenter la reconstitution.

Ce système est en somme un échappement libre à coup perdu ; le pendule parvenu à l'extrémité de sa course d'un côté dégage un rochet qui se met à tourner, et une branche d'une roue en étoile vient donner une impulsion au pendule au moment où il repart. Cette impulsion donnée en fin de course perturbe nécessairement beaucoup la marche du pendule et lui fait ressentir au maximum toutes les inégalités de la force motrice ; c'est donc déplorable au point de vue chronométrique.

L'horloge de Galilée a disparu sans postérité et elle ne peut pas valablement être opposée à celle de Huygens en tant qu'antériorité de l'invention des horloges à pendule.

6456. — E. 1855.

2. MODELE DE QUANTIEME PERPETUEL, système Brocot.

Don de M. Charles Réquier.

Appareil de démonstration destiné à être mis en mouvement à la main.

Le point difficile des quantièmes perpétuels est le passage de l'aiguille des quantièmes à la fin des mois de

moins de 31 jours. Dans cet instrument l'organe principal est une came placée sur l'axe portant l'aiguille centrale qui fait un tour en un an ; cette came comporte 12 secteurs dont 5 sont en creux et correspondent aux 5 mois plus courts ; l'un d'eux correspondant à février est plus profond. Aux époques correspondantes, le bec d'un levier tombe dans le creux et par une transformation de mouvement dont nous ne donnons pas le détail, un autre levier vient pousser une cheville plantée dans la roue des quantième qui fait un saut double (mois de 30 jours) ou quadruple (février).

L'inscription automatique des années bissextiles se fait comme suit : la came annuelle commande, par une roue et un pignon, une autre petite came, qui fait un tour en 4 ans, à chaque quatrième passage du creux le plus profond, elle vient s'interposer sur le chemin du levier qui descend moins bas et détermine ainsi un saut triple (mois de 29 jours) de la roue à rochet du quantième.

13269. — E. 1900.

3. MODELE DE QUANTIEME PERPETUEL, système Requier.

Dans ce modèle, la roue des mois avance par sauts d'un douzième de tour, commandée à la fin de chaque mois par la roue des quantième. Pour les mois de 30 jours, la mise en route de la roue des mois, réagit sur celle des quantième et la fait avancer d'un cran surnuméraire, passant ainsi du 30 au 1 ; pour le mois de février cette réaction donne une avance de trois crans supplémentaires. Mais le dispositif « février » comporte une étoile à 4 branches qui, à chaque tour de la roue des mois, c'est-à-dire chaque année, rencontre une butée fixe et avance d'un cran : de la sorte, chaque quatrième année le dispositif « février » est modifié et donne une avance de 2 crans surnuméraires à la roue des quantième.

4. APPAREIL A PENDULES SYMPATHIQUES (xviii^e siècle).

Don de l'Académie des Sciences.

Les phénomènes de *couplage*, c'est-à-dire d'échange d'énergie entre deux corps oscillants, faciles à mettre en équation aujourd'hui, grâce aux équations de Lagrange, paraissaient très mystérieux au xviii^e siècle, et d'ailleurs encore au siècle dernier (Cf. les expériences de Savart ; voir Bouasse Op. cit. vol. III, chap. XIII). L'appareil présenté, construit probablement pour observer la synchronisation des pendules, comporte deux

mouvements complets avec échappements à roue de ren-
contre montés sur un bâti commun.

7503. — E. 1866.

5. *ECHANTILLONS DE RUBIS SYNTHETIQUES.*

Don de la Société Française des Pierres d'Horlogerie.

18716-18717. — E. 1947.

6. *MODELE D'ATELIER D'HORLOGERIE.*

Force motrice par une machine à vapeur, transmission à poulies et une série de machines-outils en réduction (pièces, laminoir, machines à diviser, raboteuse, perceuse, balancier, tours), machines d'établis (tour à polir, fraiseuse, tour à burin fixe, tours divers), outillage manuel (établis et tabourets).

16227. — E. 1921.

AUX RESERVES

1. *MECANISME D'EQUATION ET QUANTIEMES avec son cadran.*

3879. — E. av. 1849.

2. *DEUX ANCIENS ROUAGES composés d'une plaque, de 2 roues, de 2 pignons et de 2 poulies.*

4130. — E. av. 1849.

3. *ARBRES LISSES avec leurs poulies.*

1337. — E. 1814

4. *CAGE DE PENDULE avec piliers montés à vis, exécutés à l'Ecole d'apprentissage d'horlogerie de Paris.*

17244. — E. 1885.

5. *BARILLET DE PENDULE, avec son arbre en acier, exécuté à l'Ecole d'apprentissage d'horlogerie de Paris.*

17245. — E. 1885.

6. *ESSAI DE REGULATEUR sans roue d'engrenage (1790).*

10623. — E. 1885.

HORLOGERIE MONUMENTALE

JB 3-2

1. HORLOGE MONUMENTALE, par C. Detouche (1863).

Don de M. Detouche.

Horloge, placée dans le vestibule du Musée, qui actionne le cadran de la façade et la sonnerie.

Le mécanisme se divise en trois parties : au milieu le mouvement horaire, à droite la sonnerie des heures, à gauche celle des quarts.

Le balancier bat la seconde ; il est à trois tiges et compensation à leviers (*Cf.* le modèle 4205). Echappement Graham avec levées en pierre. Remontoir d'égalité fonctionnant toutes les 10 secondes : le poids moteur agissant sur la roue d'échappement n'est que le déséquilibre du harnais épicycloïdal dont on voit un pignon rouler sur le pignon de la roue d'échappement. Il est remonté par le poids principal, au moyen d'une vis sans fin qui porte le petit régulateur à ailettes d'axe vertical.

La roue d'échappement actionne une aiguille des secondes. On voit, par devant, entraînée par un pignon conique, le départ de la tringlerie qui conduit les aiguilles du cadran extérieur.

Celle-ci a 55 mètres de longueur et se compose de tiges creuses en fer, assemblées par des pièces de dilatation, reposant à leurs extrémités par des tampons en acier poli sur des galets de cuivre.

Les sonneries sont à chaperon, et constituent un spécimen de « grande sonnerie automatique ».

La sonnerie des quarts comporte deux chaperons : le postérieur est en action pendant le jour (à partir de huit heures) ; il sonne le quart, la demie, les trois quarts, puis les quatre quarts, et à ce moment (au moyen d'une came qui suit l'encoche) il déclanche la sonnerie de l'heure. Le chaperon antérieur qui entre en fonction à

20 heures, porte la came de déclanchement de l'heure après chaque quart. Ainsi, pendant la nuit, après chaque quart, l'horloge répète l'heure écoulée.

La sonnerie des heures comporte cinq chaperons dont le développement circonférentiel total correspond au nombre total de coups à frapper en 24 heures. Ce nombre, en effet, est trop grand à cause de la répétition de nuit pour pouvoir être compté au moyen d'un seul chaperon. Une came déplace la détente d'un mouvement de translation pour la mettre successivement en face des cinq chaperons.

On a fait des essais de synchronisation électrique de cette horloge, qui se manifestent par l'aimant fixé au balancier et par les bobines placées en dessous.

71792. — E. 1863.

2. *HORLOGE D'EDIFICE*, par Stanislas Fournier, à la Nouvelle-Orléans (1864).

Balancier à gril, échappement de Graham.

Sonnerie des heures et des quarts commandée par un chaperon unique et frappés sur 3 cloches.

Un autre rouage visible dans le socle est un distributeur de contacts électriques, pour actionner une sonnerie à distance. Il est déclanché par la sonnerie de l'horloge et envoie aux quarts et aux heures des impulsions comptées par un chaperon unique. Comme il n'y a qu'un seul circuit électrique, cette sonnerie doit frapper les quarts et les heures sur la même cloche. Pour distinguer les coups, des quarts se succèdent à une cadence différente de ceux des heures. A cet effet, le régulateur à ailettes prend deux positions différentes, le passage de l'une à l'autre est commandé par une rampe du chaperon.

9964. — E. 1867.

3. *HORLOGE D'EDIFICE*, par Stanislas Fournier (1864).

Même construction que le n° 964, sauf l'adjonction d'un remontoir d'égalité. Il n'y a pas de distributeur de contacts électriques.

9965. — E. 1867.

4. *SONNERIE DE CLOCHER avec son manipulateur, exécutée par Stanislas Fournier.*

Don de M. S. Fournier.

8793. — E. 1876.

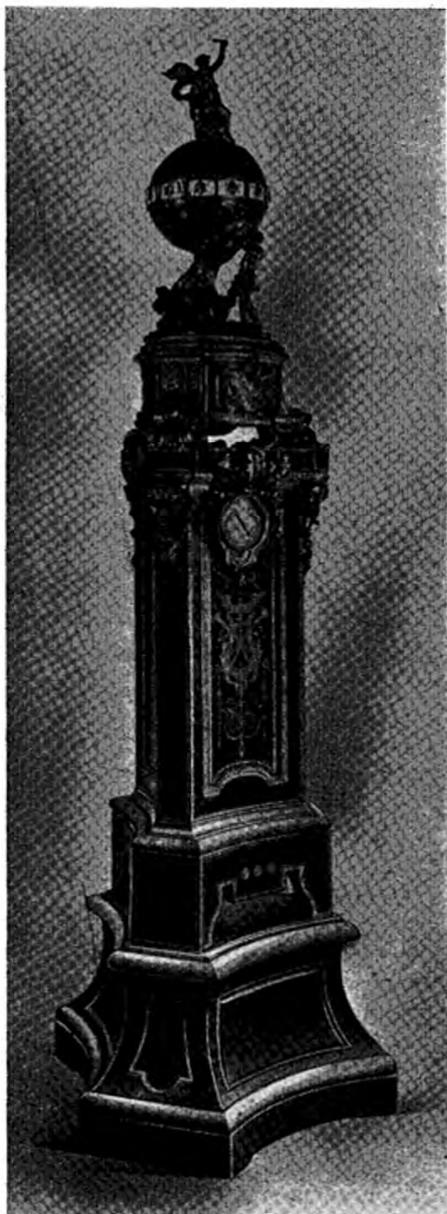


Fig. 34. — Pendule en forme de sphère céleste,
par Thuret, 1712 (3651).

RÉGULATEURS
A PENDULE BATTANT LA SECONDE
OU LA DEMIE-SECONDE
PENDULES DE CHEMINÉE
JB 3-3

Cette section, l'une des principales richesses du Musée du Conservatoire des Arts et Métiers, permet une étude approfondie de la naissance et du développement de l'horloge de précision, depuis le début du XVIII^e siècle, jusqu'au 3^e quart du XIX^e.

Pour la présenter, on a suivi d'une manière générale l'ordre chronologique, sans distinguer les pièces suivant leurs dimensions ou suivant la longueur du pendule. Cet ordre, cependant, n'est pas absolu et comporte de fréquents retours en arrière, car on a cherché avant tout à suivre l'évolution naturelle de la technique, et à grouper ensemble les pièces qui procèdent d'une idée commune.

Subdivision de la section :

331 : *horloges pendules et régulateurs complets ;*

332 : *horloges à automates ou musique ;*

333 : *mouvements isolés.*





Fig. 35. — Cartel Louis XV (16344)

HORLOGES, PENDULES
ET
RÉGULATEURS DE CHEMINÉE COMPLETS
JB 3-3

1. *PENDULE EN FORME DE SPHERE*, par Thuret (1712) (fig. 34, page 128).

Pièce de caractère essentiellement décoratif : sur une gaine attribuée à Boulle (et restaurée par M. Lesage en 1882) qui contenait autrefois un hygromètre, sont posés des Atlas qui supportent une sphère céleste, surmontée d'une statue en bronze représentant la muse Uranie.

Le mécanisme est logé dans la sphère : les heures sont indiquées par des cartouches émaillés noir sur blanc portés par la zone équatoriale de la sphère qui est mobile : l'heure se lit en face d'un soleil de bronze doré (il n'y a pas d'indication de minutes). Dans des guichets circulaires pratiqués dans la sphère au-dessous de la zone des heures, on lit l'âge et la phase de la lune.

Le moteur est un ressort ; l'organe réglant un petit pendule entretenu par un échappement à ancre à recul.

La sphère est émaillée blanc et rehaussée d'étoiles d'or.

3651. — E. av. 1849.

2. *CARTEL REGENCE*.

Don de Mlle Ducaslin.

Incrustée de laiton doré, signé Chocque.

14162. — E. 1908.

3. *CARTEL LOUIS XV, en écaille verte* (fig. 35).

Cartel en écaille verte avec motifs en bronze doré.

16344. — E. 1924.

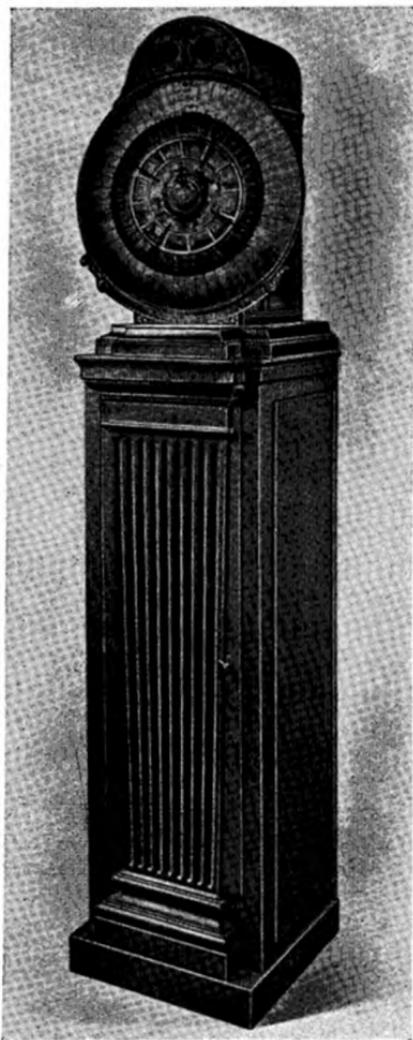


Fig. 36. — Horloge astronomique
de Mathieu Kriegseissen, 1726 (7492).

4. HORLOGE ASTRONOMIQUE, de Mathieu Kriegseissen (1726)
(fig. 36 et 37).

Don de l'Académie des Sciences.

Cette horloge porte l'inscription : « Approuvée par Messieurs de l'Académie Royale des Sciences à Paris, le 10 juillet 1726. »

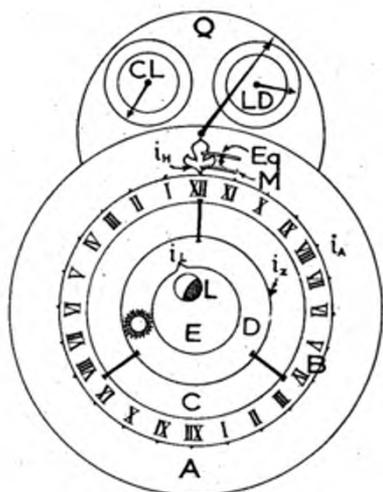


Fig. 37. — Horloge astronomique
de Mathieu Kriegseissen (1726).

- A Couronne fixe portant les noms des lieux.
- B Couronne mobile.
- C Couronne mobile portant les mois et les signes du zodiaque.
- D Couronne mobile liée à la couronne B.
- ☉ Soleil porté par la couronne D servant à lire le mois sur la couronne C.
- L Guichet indiquant la figure de la lune.
- iL Figure donnant l'âge de la lune sur la couronne D graduée en 23 jours.
- iH Index donnant l'heure à Paris.
- CL Epacte et cycle lunaire.
- LD Lettre dominicale et cycle solaire.
- Q Quantième.
- Eq Aiguille de l'équation du temps.
- M Graduation en 60 minutes (1/24 tour).
- E Disque central.

Instrument de conception originale et plein de détails intéressants ; exécution encore assez primitive.

Pendule non compensé ; poids moteur avec remontoir à corde sans fin ; échappement à ancre à recul.

Le cadran à disques et couronnes concentriques (fig. 37) qui tournent à des vitesses différentes et indiquent les périodes longues (mois lunaire et année) par différence de leurs rotations, est intéressant, mais n'est pas une

invention de l'auteur. On trouve la même disposition sur le cadran astronomique de l'horloge de Hampton-Court Palace en Angleterre, qui remonte au xvi^e siècle. Le disque central E fait un tour en un jour lunaire; la double couronne B et D en un jour moyen, la couronne C en un jour sidéral. Le schéma joint indique les lectures à faire sur les différentes couronnes.

Le mécanisme de la partie supérieure est assez curieux : il comporte une roue horizontale annuelle, qui commande par un système compliqué de bielles et de coulisses l'aiguille des quantités qui revient brusquement au chiffre 1 à la fin de chaque mois. La roue annuelle porte une came d'équation du temps solaire, son axe commande par une vis sans fin les aiguilles des deux petits cadrans des éléments du comput pascal.

7492. — E. 1866

5. HORLOGE UNIVERSELLE, par Pierre Fardoil (vers 1710).

Don de l'Académie des Sciences.

Permet de trouver l'heure en tout lieu : un des deux est fixe, l'autre est décalable suivant la longitude des lieux. Au-dessous est gravée une table des longitudes des principales villes du monde.

Le mouvement est à deux balanciers circulaires, qui, par l'intermédiaire de cliquets actionnés par des secteurs dentés (pirouettes) font échapper la même roue à rochet. Ce genre d'échappement a été assez en vogue vers 1730; on en trouve de nombreux dessins dans le traité de Thiout (1741).

(Cf. aussi le compteur à 2 pendules de J.-B. Dutertre, n^o 7-493).

7497. — E. 1866.

6. HORLOGE UNIVERSELLE, par Pierre Fardoil (vers 1710) (fig. 38).

Don des fils de Paul Garnier.

Porte l'inscription : « Mouvement de soleil universel depuis la ligne jusqu'au pôle, en 4 colonnes ».

Le cadran abaque permet de calculer l'heure en tout lieu, d'après la lecture de l'index, qui se déplace verticalement dans une rainure, entraîné par un système à filin commandé par l'aiguille du cadran supérieur.

Le régulateur est un pendule avec un échappement à ancre. Le moteur est un poids avec remontoir à corde sans fin. Ce mouvement pourrait avoir été refait ou même fait par Levielle, vers 1865.

7498. — E. 1866.

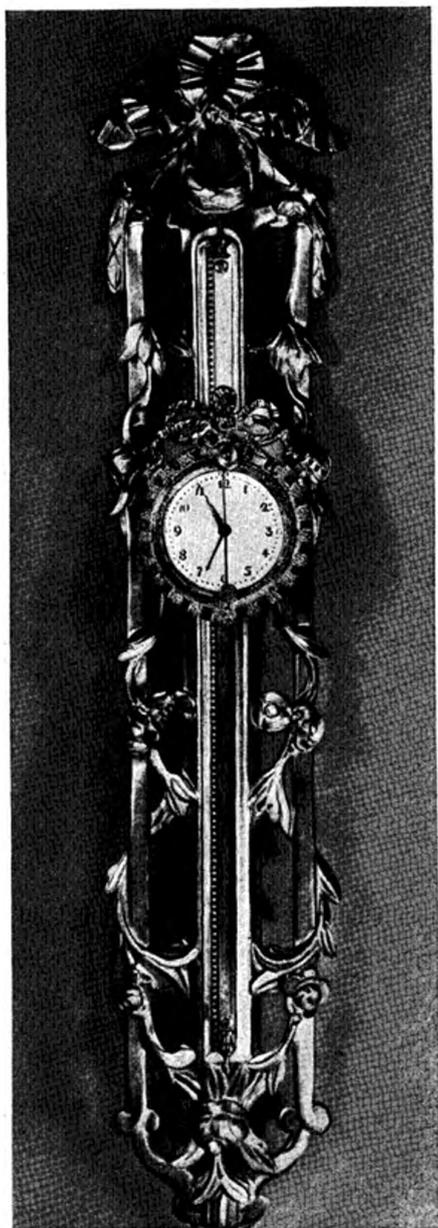


Fig. 39. — Horloge à crémaillère
par Regnault, 1740 (1297).

7. *HORLOGE A CREMAILLERE, par Regnault (1740) (fig. 39).*

Le mouvement tout entier sert de poids moteur : il roule par un de ses pignons sur une crémaillère verticale, sa descente dure environ 24 heures.

La crémaillère est fixée sur une applique en bois doré de style Louis XV qui s'accroche au mur.

1297. — E. av. 1814.

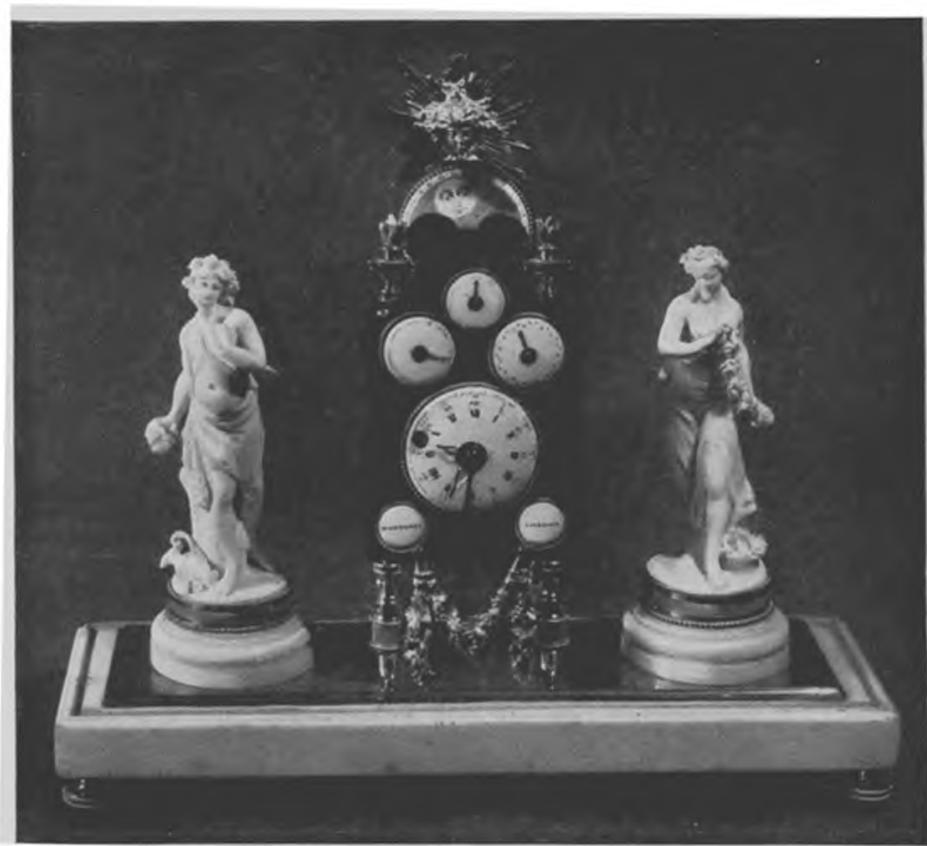


Fig. 40. — Pendule de cheminée à quantième par Martinet, 1700 (1406).

8. *PENDULE DE CHEMINEE A QUANTIEME, par Martinet, à Londres. Signature « Martinet », « London », dans deux cartouches émaillés (1700) (fig. 40).*

Sur une série de cadrans, la pendule indique en même temps que l'heure et la minute, le mois, le jour de la semaine, la saison, le quantième, enfin la phase et l'âge de la lune.

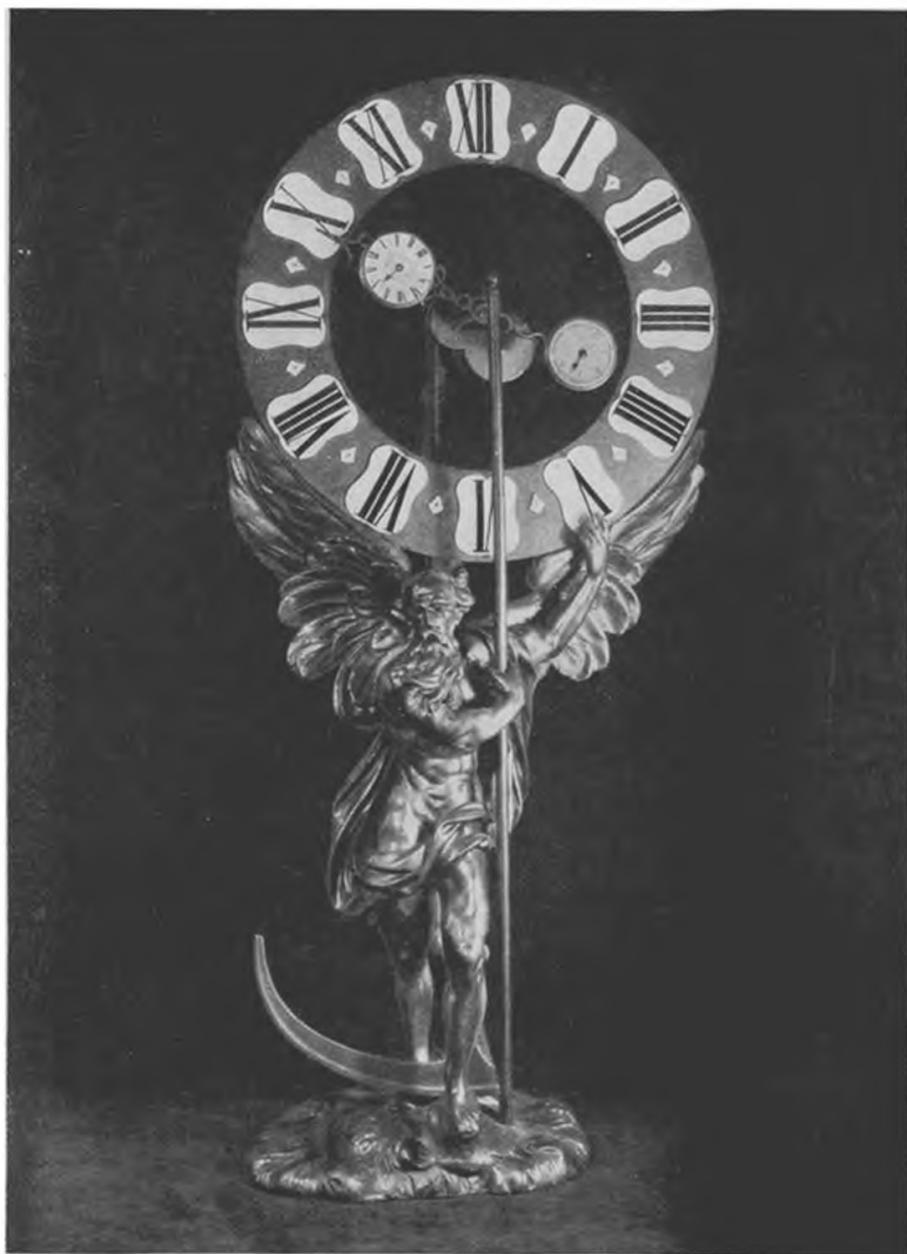


Fig. 41. — Pendule mystérieuse, époque Louis XV (1624).

Pendule non compensé, suspension à fil de soie, échappement à ancre à recul, sonnerie à chaperon.

Si la date n'était pas formellement indiquée, on attribuerait cette pièce au style Louis XVI.

1406. — E. 1805.

9. *HORLOGE A PLAN INCLINE* (1750).

Don de M. Jules Audéoud.

Le mécanisme tout entier sert encore de poids moteur : la boîte roule sur le plan incliné et porte une denture intérieure qui attaque un pignon du mouvement. Celui-ci est convenablement lesté de sorte que lui-même et le cadran restent constamment verticaux.

10640. — E. 1885.

10. *PENDULE ANGLAISE, signée « Thorpe and Son ». Fin du XVIII^e siècle.*

Pendule à demi-seconde, échappement à ancre demi-recul, ressort moteur et fusée.

18987. — E. av. 1930.

11. *PENDULE MYSTERIEUSE, époque Louis XV* (fig. 41).

Don de M. Georges Kohn.

La classe des pendules mystérieuses comporte toutes celles dont le mouvement offre quelque chose d'apparemment paradoxal, et en particulier celles où le mécanisme d'entraînement des aiguilles est dissimulé. Celle-ci est parmi les plus simples.

Le sujet principal est la statue figurant Le Temps sous l'aspect traditionnel d'un vieillard vigoureux, ailé, portant une faux. Le cadran annulaire est porté sur les ailes : il est parcouru par une grande aiguille des heures, qui porte elle-même deux petits cadrans, l'un des heures, l'autre des jours de la semaine.

Le mécanisme est dissimulé dans un tambour excentré placé à l'arrière de l'axe de l'aiguille : il roule sur une roue dentée fixe et entraîne dans son mouvement l'axe creux et l'aiguille. Chacun des petits tambours fixés à celle-ci contient un pignon lesté qui reste constamment vertical, et sur lequel roule la roue conduisant son aiguille. Suivant le nombre de dents, elle fait un tour en 12 heures ou un tour en une semaine.

16224. — E. 1920.

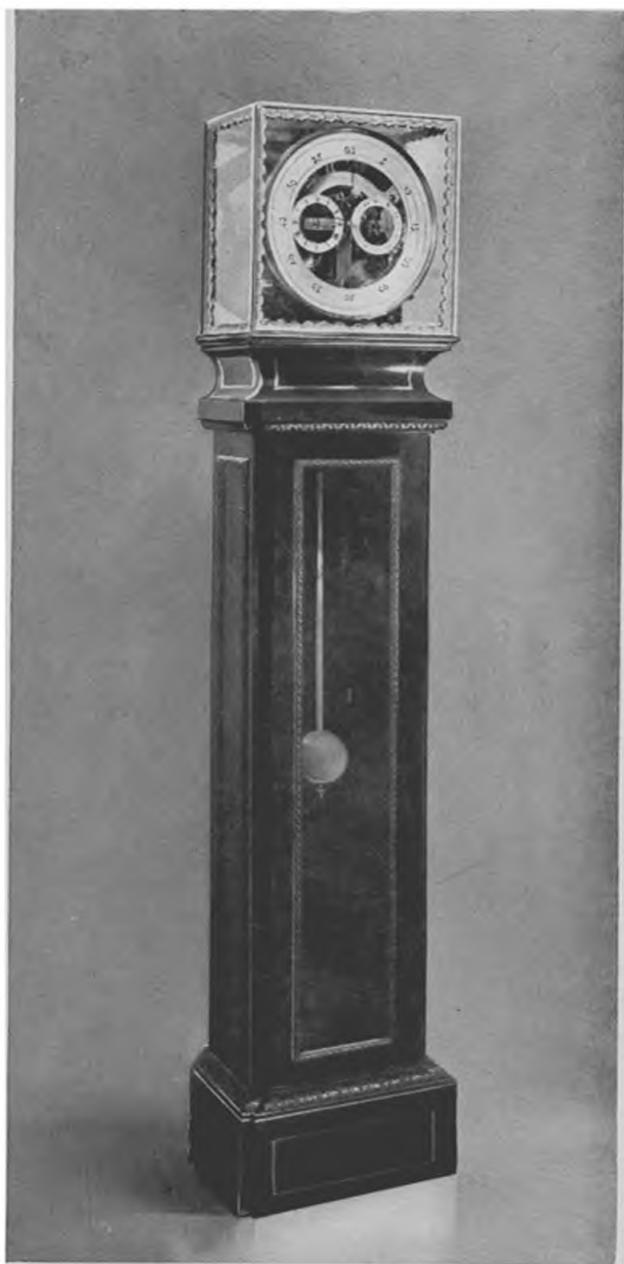


Fig. 42. — Régulateur astronomique
par Gallonde (7490).

12. PENDULE MYSTERIEUSE.

Don de M. Hans.

Le mouvement d'horlogerie fait osciller imperceptiblement la base de la statuette, ce qui entretient le mouvement du pendule qu'elle tient à la main.

18664. — E. 1946.

13. REGULATEUR ASTRONOMIQUE, par Gallonde (fig. 42 et 43).

Don de l'Académie des Sciences en 1866.

Appareil de conception intéressante et d'une belle exécution. Pendule non compensé; échappement à chevilles. Les indications données sont, avec l'heure, le quantième annuel et l'équation du temps solaire : la façon de les lire est indiquée sur le schéma des cadrans.

La force motrice comporte une sorte de remontoir d'égalité assez particulier : il y a deux ressorts puissants dans deux barillets qui commandent directement la sonnerie et la couronne des quantième. En outre, la son-

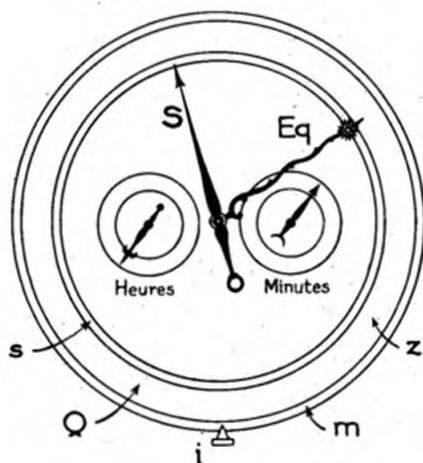


Fig. 43. — Régulateur astronomique par Gallonde (7490).

Eq Aiguille terminée par un petit soleil donne l'équation du temps en minutes sur la graduation des secondes.

M Minutes.

H Heures.

m Graduation en mois et jours.

I Index fixe.

Q Couronne mobile annuelle.

s Graduation en secondes.

S Aiguille des secondes.

z Signes du Zodiaque.

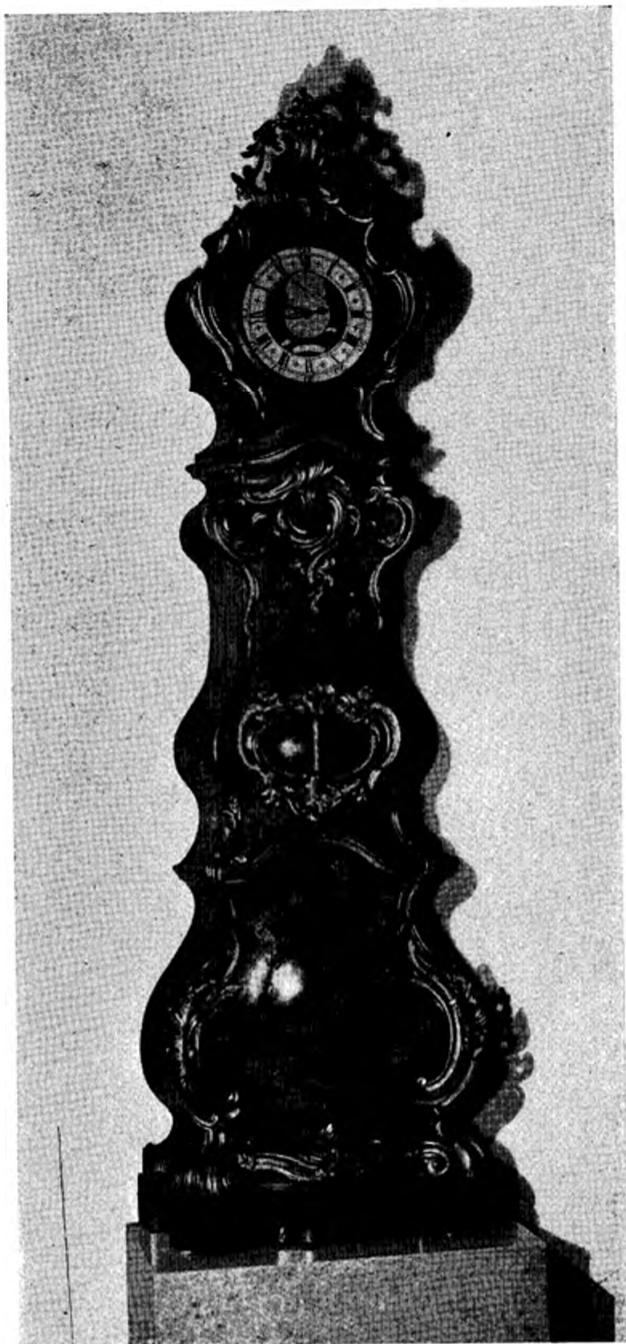


Fig. 44. — Régulateur à équation et quantième perpétuel par Gudin (4148).

nerie en fonctionnant, remonte le poids qui sert de moteur pour le pendule.

On remarquera aussi les *rouleaux*, sur lesquels reposent les axes des mobiles rapides, ainsi que les *pignons à rouleaux*. Ce mode de construction qui est une préfiguration des roulements de la mécanique moderne a été employé par divers horlogers du XVIII^e siècle : Sully, Berthoud (voir ses horloges marines), il semble remonter au moins quand à l'idée, à Huygens lui-même.

La date de construction n'est pas exactement connue, on peut la placer peu après 1740.

7499. — E. 1866.

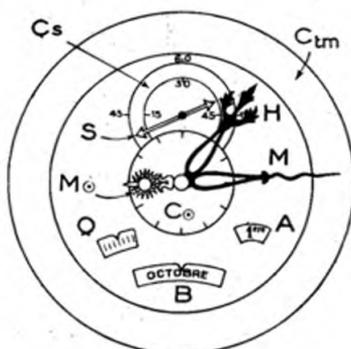


Fig. 45. — Cadrature du régulateur de Gudin (4118).

- A Guichet de l'année (1^{re}, 2^e, 3^e ou bissextile).
- B Guichet du mois.
- Q Guichet du quantième.
- Co Cadran mobile du temps solaire vrai.
- C_{tm} Heures et minutes de temps moyen.
- Cs Double graduation des secondes.
- H Aiguille des heures.
- S Aiguille des secondes à deux pointes.
- M Aiguilles des minutes, branche acier b'eul.
- Mo Aiguille des minutes, branche dorée.

14. *REGULATEUR A EQUATION ET QUANTIEME PERPETUEL, par Gudin (vers 1750) (fig. 44, 45 et 46).*

Pièce de très grand luxe, dans une gaine en marqueterie signée du maître ébéniste Duhamel. Cette gaine avec appliques de bronze doré est d'un style rococo très accusé où peuvent se déclarer quelques influences hispaniques.

Ce régulateur indique le temps moyen et le temps solaire, ainsi que le quantième perpétuel et bissextile. Le schéma donne la disposition des cadrans et des guichets où se font les lectures. On remarque que la même aiguille, bleue d'un côté, dorée de l'autre, donne les

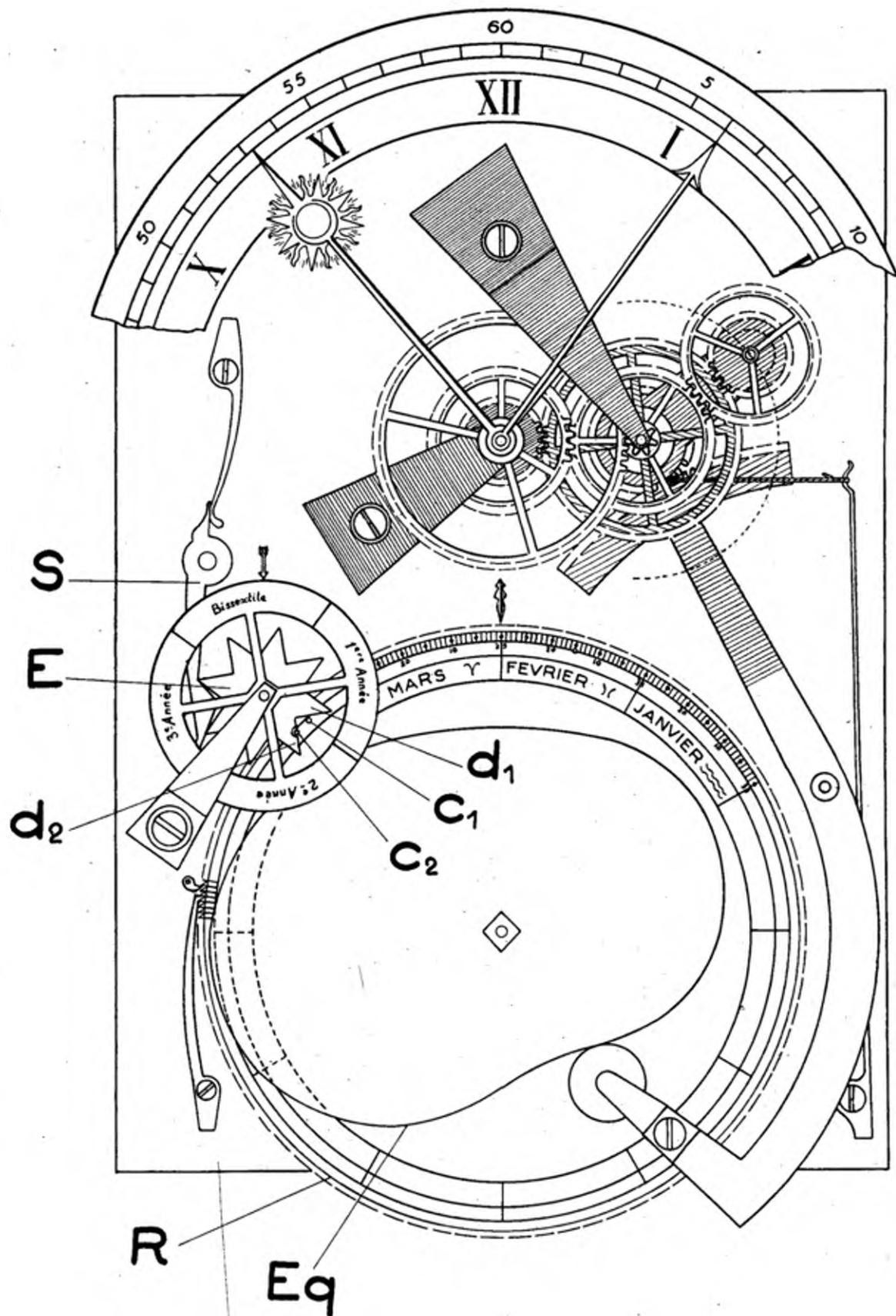


Fig. 46. — Mécanisme d'équation et de calendrier perpétuel
(tiré du traité de Moinet).

Le mécanisme d'équation est un type classique, il diffère un peu de celui qui est réalisé dans le régulateur de Gudin, mais le calendrier est précisément celui du dit régulateur.

Le 28 février d'une année ordinaire, la cheville c_1 entre en prise avec une dent de l'étoile E, que son sautoir S vient à son tour pousser : de cette façon, par l'intermédiaire de la cheville c_2 la roue annuelle R avance de deux dents et on passe du 28 février au 1^{er} mars. Quand vient l'année bissextile (position figurée sur le dessin), la dent d_2 de l'étoile est entaillée, la deuxième fonction ne se produit pas et le calendrier s'arrête sur le 29 février.

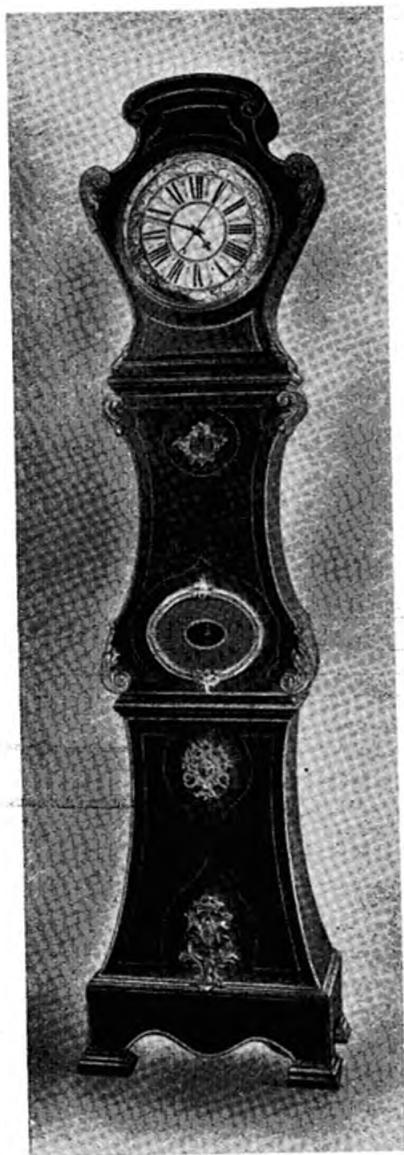


Fig. 47. — Régulateur de Le Paute, 1755 (7500).

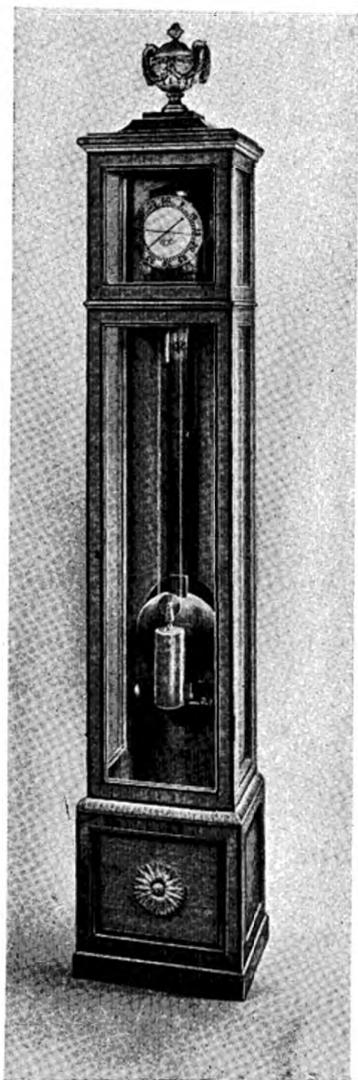


Fig. 48. — Régulateur astronomique à compte secondes,
par Ferdinand Berthoud, 1760 (1382).

minutes de temps solaire et moyen grâce à l'artifice du petit cadran central décalable. Celui-ci est commandé directement par la came d'équation. La roue annuelle porte un cadran avec une division en jours et une autre en mois, qui sont visibles sous les guichets correspondants.

Le mécanisme des années bissextiles comporte une étoile à 8 branches, dont l'axe porte un cadran sous le petit guichet de droite. Tous les ans, le 28 février, la roue annuelle fait avancer l'étoile, qui à son tour poussée par son ressort sautoir, lui fait franchir deux dents coup sur coup (passage en un jour du 28 février au 1^{er} mars). Une année sur quatre on rencontre une branche de l'étoile, de sorte que la roue annuelle n'avance que d'une dent (séparant donc le 28 et le 29 février).

Pendule non compensé; échappement Graham; poids moteur; sonnerie à ressort moteur sonnante les heures et les demies.

4148. — E. av. 1849.

15. *REGULATEUR, par Le Paute (1755) (fig. 47).*

Don de l'Académie des Sciences.

Pendule non compensé, suspension à ressort; échappement à chevilles.

Gaîne en bois noir et bronze doré de style Louis XV; cadran de bronze coulé et doré avec cartouches émaillés. Signé: « Le Paute, Horloger du Roy, au Luxembourg, 1775 ».

7500. — E. 1866.

16. *REGULATEUR ASTRONOMIQUE A COMPTE SECONDES, par Ferdinand Berthoud (1760) (fig. 48).*

Pendule à suspension à couteau, composé de 3 tiges, l'une est en laiton et les 2 autres en acier; échappement genre Graham; poids moteur, la démultiplication étant telle qu'il marche une année entière sans remontage.

Le cadran porte les aiguille des secondes et des minutes, les heures sont visibles dans un guichet, au-dessous du centre du cadran (cette cadrature est affectonnée par Berthoud, voir ses montres marines).

Le compte secondes est un dispositif un peu analogue au mouvement de secondes indépendantes des montres du même nom: c'est un rouage complet, avec son poids moteur, qui est commandé par la pièce d'échappement du régulateur. Un petit marteau frappe un coup sur un timbre à chaque seconde de façon à aider l'astronome à



Fig. 49. — Régulateur à équation par Le Paute,
gaîne par Nicolas Petit, 1770 (1404).

saisir la seconde exacte auquel un astre passe devant un fil de réticule. Ce mécanisme est déclenché à volonté en tirant sur un cordon.

La gaine, en marqueterie, surmontée d'une urne de bronze doré, est très simple. Son style est Louis XVI. La pièce est marquée : « Berthoud n° 98 au Roi », ce qui est un numéro d'inventaire d'un établissement de l'Etat.

4382. — E. 1807.

17. *REGULATEUR A SONNERIE, QUANTIEME ET EQUATION, par Ferdinand Berthoud (1760).*

Pendule compensé à gril, suspension à couteau; échappement Graham; poids moteur. Sonnerie heures et demies; équation et quantième annuel lisible dans le guichet du cadran, avec le mécanisme habituel. Suivant l'usage, l'aiguille d'acier bleui indique le temps moyen, l'aiguille dorée le temps solaire.

Gaine surmontée d'une boule et d'une pyramide recouvertes d'une feuille de laiton doré.

4490. — E. 1814.

18. *REGULATEUR A QUANTIEME ET EQUATION, par Ferdinand Berthoud (1775).*

Don de M. Audéoud.

40614. — E. 1885.

19. *REGULATEUR A EQUATION, par Le Paute, gaine par Nicolas Petit (Paris 1770) (fig. 49).*

Magnifique pièce de style Louis XVI, presque de la même classe que le régulateur au coq : les parties de bronze doré, guirlandes de laurier et motif supérieur de feuilles et fleurs de tournesol, sont traitées admirablement.

Le mécanisme est très simple : pendule compensé à gril, échappement à chevilles; poids moteur. Il y a deux aiguilles des minutes, celle en acier bleui donne les minutes de temps moyen, celle dorée avec un soleil, les minutes de temps solaire vrai. Le décalage des deux aiguilles est commandé par une came annuelle et un dispositif d'engrenages épicycloïdaux.

1404. — E. 1805.

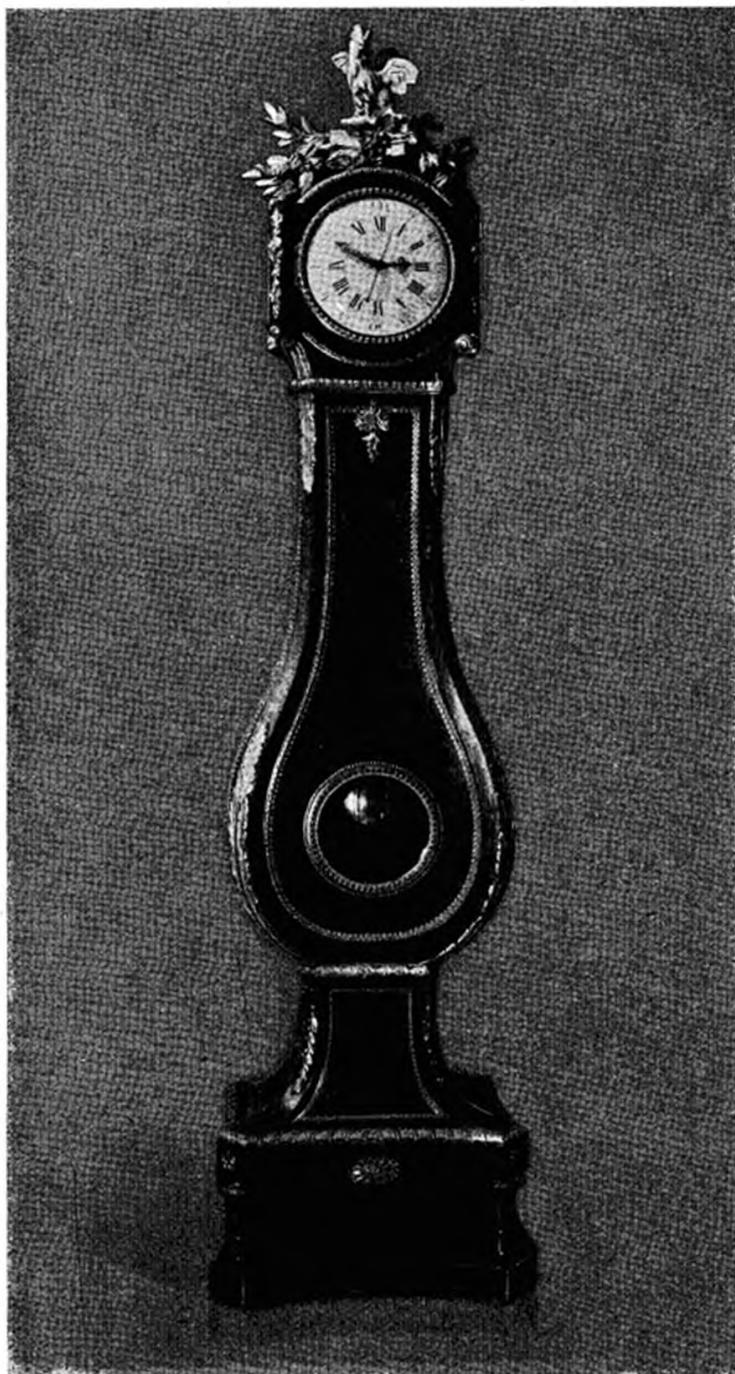


Fig. 50. — Régulateur dit « Au Coq »,
gaine de Martin Carlin, 1780 (4154).

20. *REGULATEUR dit AU COQ, gaine par Martin Carlin (Paris 1780)*
(fig. 50).

Pièce d'ébénisterie admirable, marquetée en forme de lyre, un des chefs-d'œuvre du style Louis XVI sous sa forme fleurie; provient du palais de Versailles.

On doit admirer également la composition alliant dans une proportion exquise le luxe avec la grâce, la perfection de la marqueterie à petits losanges, la beauté des bronzes, en particulier du grand motif supérieur du coq chantant. Le coq a probablement sa signification habituelle en horlogerie: il est pris pour le réveil matin par excellence et l'annonciateur du soleil.

Mécanisme sans particularité; l'attention du constructeur ne s'est pas portée sur lui: pendule non compensé, échappement Graham; sonnerie des heures. Aiguille des secondes.

4154. — E. av. 1849.

21. *SOCLE EN PALISSANDRE pour l'horloge n° 4.154, par M. Durier.*

8828. — E. 1877.

22. *REGULATEUR A QUANTIEME ET EQUATION, par Robin*
(1780) (fig. 51 et 52).

Pièce de premier ordre. On est frappé d'abord par la beauté du cadran peint sur émail par Coteau, où se déplacent 5 aiguilles concentriques donnant le temps vrai et le temps moyen: trotteuse, minute moyenne, minute solaire, heure et quantième.

Pendule compensé à gril formé de 9 tiges d'acier et de laiton, et comportant un thermomètre (levier amplificateur des déplacements des tiges); échappement à chevilles compliqué par des levées oscillantes; remontoir d'égalité inventé par l'auteur. C'est un minuscule poids moteur faisant partie d'un remontoir à corde sans fin d'Huygens qui actionne la minuterie et l'échappement et qui est remonté environ toutes les minutes par les poids principaux (ceux-ci descendent dans la partie postérieure du meuble et ne sont pas visibles). Le remontage est déclenché par un levier sur lequel vient peser le petit poids. C'est le plus simple des remontoirs d'égalité, mais le moins efficace parce qu'il doit fournir la force motrice non seulement au pendule mais aussi aux aiguilles; il ne peut donc pas échapper aux résistances passives accidentelles qui se produiraient dans la minuterie.

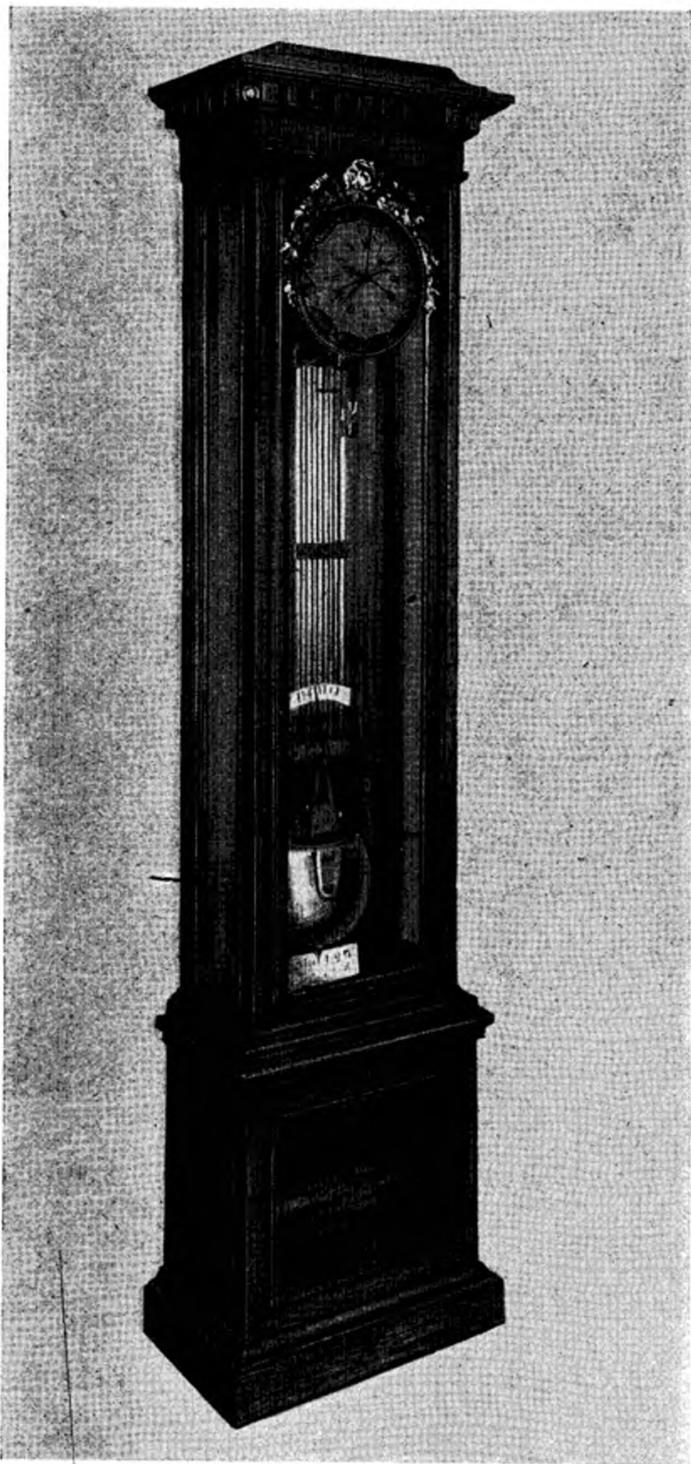


Fig. 51. — Régulateur à quantième et équation
par Robin, 1780 (1400).

Mécanisme d'équation avec roue et came annuelles qui porte l'aiguille du quantième.

L'inscription sur la platine dit « Pendule à secondes d'une nouvelle dimension, par Robin ».

1400. — E. 1805.

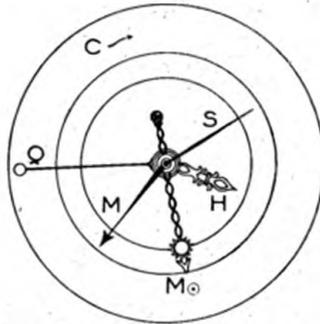


Fig. 52. — Cadrature du régulateur de Robin (1400).

- C Calendrier quantième, mois et signes du Zodiaque (peintures sur émail).
- Q Aiguilles des quantième (acier bleu et soleil doré).
- M Aiguille des minutes de temps moyen (acier bleu).
- M⊙ Aiguille des minutes de temps solaire (doré avec soleil).
- H Aiguille des heures (dorée).
- S Aiguille des secondes (acier bleu).

23. *PENDULE A DOUBLE CADRAN ANNULAIRE*, par Le Paute (1770) (fig. 53).

Pièce provenant du Cabinet du Roi au Palais de Versailles, d'un luxe et d'une beauté extraordinaire.

La composition en marbre blanc et bronze doré symbolise la mer et la navigation. Ce motif se retrouve à Lyon en un bas-relief décoratif dû à Wermare et situé place du Palais-du-Commerce.

Sur un socle de bronze ciselé et doré, porté par quatre crabes, repose le bloc de marbre qui représente la proue d'une frégate, dont on voit sur les côtés les bouches des canons de bronze; dans la proue est sculptée une tête de dauphin.

Deux figures sculptées dans le bloc de marbre et reposant sur une coquille soutiennent la proue : à gauche, un triton, à droite une sirène qui laisse échapper d'une conque les fruits de la mer, en bronze ciselé; les nageoires des doubles queues d'écaillés qui terminent les

figures sont également en bronze. De part et d'autre sont représentés des attributs du commerce et de la navigation.

C'est à la partie supérieure de la proue qu'apparaissent deux cadrans annulaires superposés, indiquant les heures et les minutes; la guirlande de bronze qui couronne la proue porte l'aiguille fixe.

Dans cette composition magnifique, on peut autant admirer la perfection de la statuaire que la finesse inouïe de



Fig. 53. — Pendule dorée de Le Paule, 1770 (6582).

la ciselure des bronzes qui rehaussent discrètement l'ensemble de marbre blanc.

Cette pendule, qui symbolise le Rhône et la Saône, commémore les expéditions maritimes de la fin du XVIII^e siècle. Elle décorait le cabinet du roi à la veille de la Révolution.

Le cadran se compose de deux anneaux mobiles, l'un pour les heures et l'autre pour les minutes, lectures devant un repère fixe.

Pendule 1/2 seconde, échappement à chevilles, sonnerie heures et demies.

6582. — E. 1855.



Fig. 54. — Pendule signée « Roque au Louvre », 1780 (10504).

24. *PENDULE A SUJET ET CALENDRIER, signée « Roque, au Louvre »* (1780) (fig. 54).

Pièce de tout premier ordre par la beauté des bronzes, provenant du Palais de Versailles.

Pendule à suspension à fil de soie ; échappement à roue de rencontre sonnerie heures et demies. Calendrier circulaire annuel gradué en mois, quantième et signes du Zodiaque.

Le socle, en bronze ciselé et doré, est porté par six pieds ; il est orné de feuilles de laurier et d'un bas-relief sur lequel une femme assise, entourée d'enfants, symbolise le commerce. Le cadran, en émail blanc, avec chiffres arabes noirs, est entouré d'un rameau de laurier et repose sur un faisceau de drapeaux réunis par une dépouille de lion.

A droite, Mars est assis sur un canon et des faisceaux. A gauche, la France, debout, tient une couronne de laurier dans la main droite et montre de la main gauche, sur le cadran annulaire supérieur, les mois et les signes du Zodiaque, peints en camaïeu brun sur émail blanc. Le cadran annulaire est pris dans la panse d'un vase dont les anses figurent des cornes d'abondance.

La composition, d'un style libre et décoratif, est mise en valeur par la perfection de la sculpture, la finesse de la ciselure et la variété des ors mats ou brunis ; elle témoigne du souci traditionnel de l'accord entre l'art et le mécanisme, par son adaptation au cadran annulaire supérieur.

On notera l'adaptation intime du sujet décoratif et des fonctions horaires, en complet contraste avec les pendules à sujets faites plus tard dans lesquelles la composition est surajoutée sans aucun rapport avec l'horloge et apparaît par suite comme dénuée de raison d'être.

10504. — E. av. 1849.

25. *REGULATEUR A COMPTE SECONDES ET QUANTIEME, par Bréguet* (1800).

Legs de J. Audéoud en 1885.

Pendule compensé à gril, suspension à couteau ; échappement à chevilles ; poids moteur à corde sans fin.

Quantième mensuel à 31 divisions avec aiguille centrale entraînée chaque jour par la minuterie.

Dispositif de compte-secondes, c'est-à-dire petit rouage

indépendant sonnant à chaque seconde, arrêté et mis en route à volonté (Cf. le n° 1382).

Gaîne en ébène.

10613. — E. 1885.

26. *HORLOGE MYSTERIEUSE*, par Bréguet (1800) (fig. 55).

Pendule battant la seconde apparemment libre contenant tout le mécanisme dans la lentille.

Celui-ci comprend 4 ressorts moteurs enfermés dans 4 barillets qui attaquent symétriquement le même pignon central. Le rouage a pour régulateur un pendillon partiellement équilibré qui bat la seconde malgré ses petites dimensions. Il commande sur une face les aiguilles de l'heure avec seconde centrale et sur l'autre une aiguille de quantième mensuel. On remonte tous les mois en enlevant le cadran postérieur.

Le pendule principal est mis en mouvement par résonance (la période qui s'établit n'est pas nécessairement égale à sa période propre; réglage par tâtonnements). Il est compensé par les 3 bilames placés bout à bout qui composent sa tige.

4158. — E. 1805.

27. *PENDULE SERVANT EN MEME TEMPS DE METRONOME*, par Bréguet (1800) (fig. 56).

Très curieux spécimen des complications souvent injustifiées où se complaisait Bréguet : cette pièce qui ne rend que les services d'une pendulette et d'un métronome a dû coûter une fortune.

Fonctionnement comme horloge : pendule 1/2 seconde (remarquer son système de compensation par deux bilames portant des boules de cuivre); suspension à couteau; échappement à chevilles; ressort moteur avec fusée.

La petite aiguille du cadran supérieur est à zéro. Les deux aiguilles ajourées indiquent l'heure à la façon habituelle, la troisième aiguille est inutilisée.

Fonctionnement comme métronome : peut se faire de deux manières. On peut d'abord conserver le pendule régulateur et passer la petite aiguille du cadran supérieur du zéro sur une des divisions 1, 2 ou 4. La trotteuse du cadran principal bat alors la mesure : avec l'index sur 1, elle donne un temps pour deux oscillations, sur 2 un

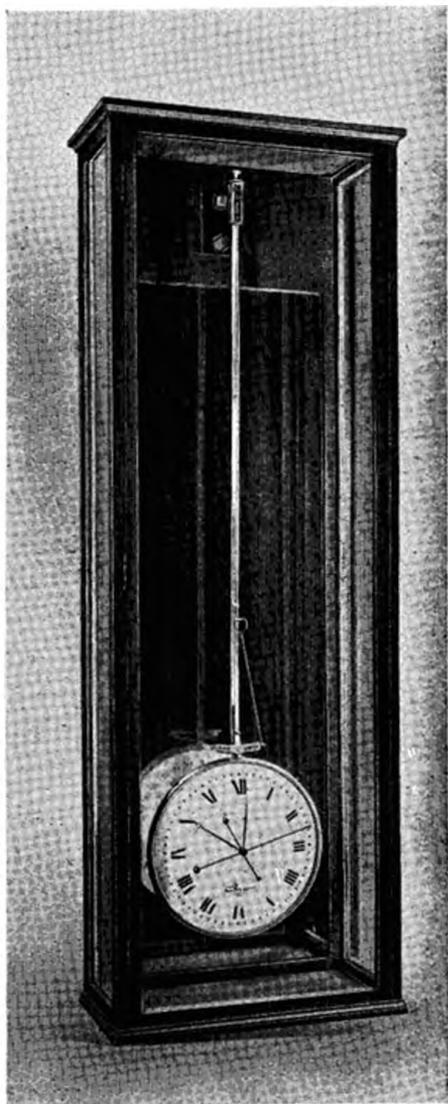


Fig. 55. — Horloge mystérieuse
de Bréguet, 1800 (4158).

temps par oscillation, sur 4 deux temps par oscillation. En même temps le métronome sonne sur chaque premier temps de la mesure (c'est-à-dire chaque 1, 2, 3 ou 4 temps) au moyen du bouton de réglage placé sous le cadran principal. Le coup peut être à volonté frappé sur



Fig. 56. — Pendule servant en même temps de métronome par Breguet, 1800 (1394).

un timbre ou sur une claquette de bois. Le métronome a son propre barillet moteur avec fusée.

Dans le mode d'emploi précédent, la cadence reste imposée par le pendule régulateur. On peut faire autrement : le support du pendule est porté par un bras pivoté en arrière à gauche de la platine postérieure ; par suite, on peut dégager le pendule de la fourchette et mettre hors fonction. On le remplace alors par le poids au bout d'une

chaînette qui est normalement accroché à droite sur une pièce de repos. En tournant une des aiguilles du cadran supérieur, on enroule cette chaînette, ce qui donne un pendule de longueur variable et un métronome dont on ajuste la cadence à sa guise.

1394. — E. 1814.

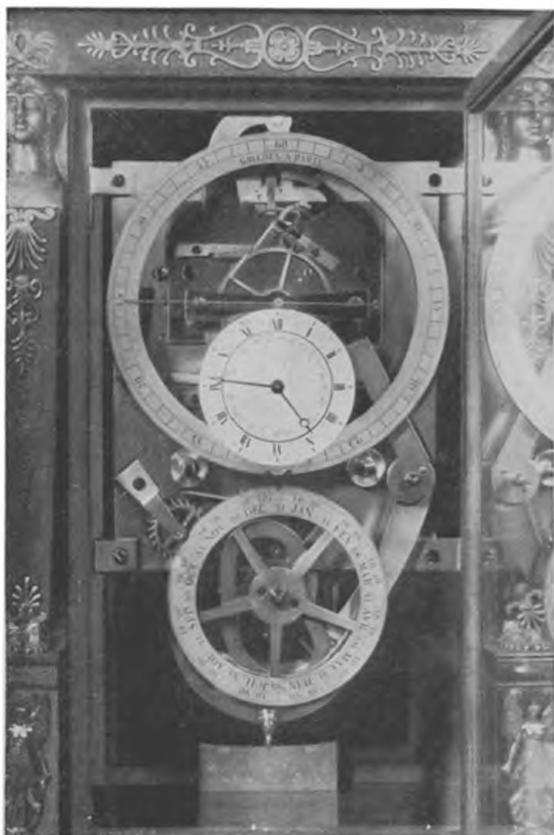


Fig. 57. — Pendule Empire par Griebel (16857).

28. *REGULATEUR DE CHEMINEE*, style Empire, par Griebel (fig. 57 et 58).

Don de Mme Léon Arnoult en 1935.

Remarquable spécimen du style décoratif Empire (acajou et bronzes dorés) et magnifique pièce d'horlogerie.

Pendule compensé à grill et suspension à couteau. Echappement à force constante, bien visible derrière le cadran (représenté schématiquement par la fig. 58). La roue d'échappement porte 60 chevilles et l'aiguille des secondes est directement sur son arbre.

Le quantième annuel (mais non bissextile) est composé d'une roue graduée en mois et jours qui donne la date

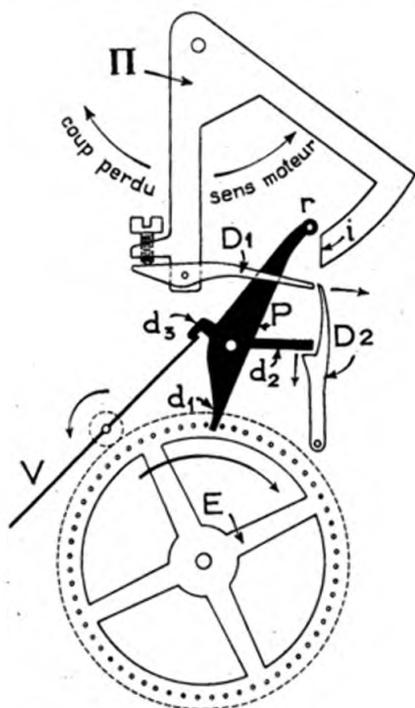


Fig. 58. — Echappement de la pendule de Griebel (16857).

- | | | | |
|-------|--|---------------|--|
| d_1 | Bras de remontage. | r | Rouleau d'impulsion (dans le coup perdu le pendule passe devant le pulseur). |
| d_2 | Doigt de repos. | V | Lamelle volant. |
| d_3 | Doigt d'accrochage du volant. | π | Pièce liée au pendule. |
| D_1 | Détente de dégagement du pulseur. | P | Pulseur. |
| D_2 | Levier d'accrochage du pulseur. | \leftarrow | Coup perdu. |
| E | Roue d'échappement à 60 chevilles portant l'aiguille des secondes. | \rightarrow | Sens moteur. |
| i | Incliné recevant l'impulsion. | | |

dans un guichet, elle est mûe par un rochet commandé par le barillet de sonnerie.

L'indication du temps solaire vrai est donnée de la façon suivante : la roue annuelle porte une courbe d'équation qui, par l'intermédiaire d'une roulette d'un levier et d'un rateau, décale le centre du cadran des heures et minutes. Ainsi la même aiguille des minutes indique le temps

tois et l'un des premiers de tous les temps. Ses mécanismes se distinguent par la simplicité des moyens employés, eu égard à la complexité et à la perfection des fonctions réalisées : ses combinaisons de rouages en particulier représentent les rapports des mouvements célestes avec une approximation extraordinairement serrée et un minimum de roues. Au point de vue matériel, l'exécution de ses pièces est magnifique, mais leur aspect est généralement d'une grande sévérité.

Cette pièce est à ressort moteur; pendule compensé à gril; échappement Graham.

Le cadran supérieur donne les secondes par la trotteuse centrale; les minutes (temps moyen) par l'aiguille d'acier bleui; les minutes (temps solaire vrai) par l'aiguille soleil dorée. Le centre du cadran gradué en deux fois XII heures est mobile : un index en fleur de lys lié à ce cadran donne l'heure sur la couronne extérieure. La couronne intermédiaire porte un choix de noms de lieux sur toute la terre, avec une graduation en longitude de 0 à 180° dans chaque sens (à partir de Paris) : la graduation du cadran central permet de lire l'heure en tout lieu.

Le cadran inférieur est celui du calendrier : il y a une aiguille annuelle qui décrit le cadran gradué en signes du Zodiaque mois et jours et une aiguille marquant le quantième à 30 jours. Mais le système de calendrier est celui des Egyptiens qui est formellement identique au calendrier républicain : 12 mois de 30 jours (désignés par leur rang, en langue copte) et 5 jours ajoutés ou « épagomènes ». L'emploi de ce calendrier ferait penser que cette pièce est contemporaine de l'expédition d'Egypte qui donnait une grande actualité à tout ce qui se rapportait à ce pays. La dernière aiguille indique l'heure dans le système décimal.

10615. — E. 1885.

30. *REGULATEUR DEMI-SECONDE A CADRAN DES MAREES*, par Antide Janvier, signé « Janvier, au Louvre n° 307 » (1789) (fig. 60 et 61).

Don de M. Audéoud.

Le cabinet et la disposition générale du mouvement et le balancier sont identiques à ceux du régulateur qui porte le n° 306. Peut-être les deux pièces étaient-elles des tinées à faire pendant.

Le cadran inférieur de cette pièce est un calendrier complet : la graduation extérieure donne l'heure et le jour

de la semaine (l'aiguille fait un tour par semaine, elle permet la lecture à 1/2 heure près environ — graduation en heures chiffrées VI, XII, XVIII, XXIV); puis vient l'indication du mois (aiguille faisant un tour par an), puis celle du quantième (aiguille faisant un tour par mois), enfin l'âge et la phase de la lune.

On notera que la lune au lieu d'être représentée conventionnellement par un visage grossièrement dessiné, l'est par une carte séléniographique sommaire, mais correcte, où l'on reconnaît parfaitement les principales mers et la montagne de Tycho.

Le cadran supérieur donne les heures de haute mer en différents lieux. La partie centrale du cadran, qui porte l'inscription « heure de la haute mer », est mobile et fait un tour en 14 3/4 jours : il donne simultanément l'heure des deux hautes mers de chaque jour dans tous les ports dont les noms figurent sur la couronne fixe.

Mais ces indications ne sont qu'approximatives, et une indication précise valable pour un port (suivant le réglage de l'horloge) est donnée par les deux grandes aiguilles. En effet, si la marée retarde en gros de 3/4 d'heure chaque jour, c'est-à-dire se retrouve à la même heure tous les 15 jours environ, comme l'indique le cadran central, la variation de l'heure de la haute mer est en fait plus compliquée. Pour un port donné, elle est donnée par une formule telle que :

$$H = p + E + k \cdot \text{Arctg} \frac{\sin \alpha}{A + \cos \alpha}$$

où p est l'heure de passage de la lune au méridien;

E une constante pour un port donné;

α la différence des ascensions droites de la lune et du soleil;

k un facteur dépendant des unités employées;

A une fonction de la déclinaison et de la distance de la lune et du soleil.

Cette formule montre la complication du problème de la représentation mécanique de ce mouvement. Il a été résolu par Janvier avec son habituelle élégance : si on prend une valeur moyenne pour la fonction A , le terme en α reprend les mêmes valeurs pour des valeurs de α distantes de 180°, et a par suite une période bimensuelle; la quantité p comporte une variation linéaire d'environ 3/4 d'heure par jour et une correction de période mensuelle. Cette correction et le terme en α peuvent donc être matérialisés par une came faisant un tour en un mois lunaire. C'est cette came qui entraîne la grande aiguille par l'intermédiaire d'une roulette et d'un râteau : celle-

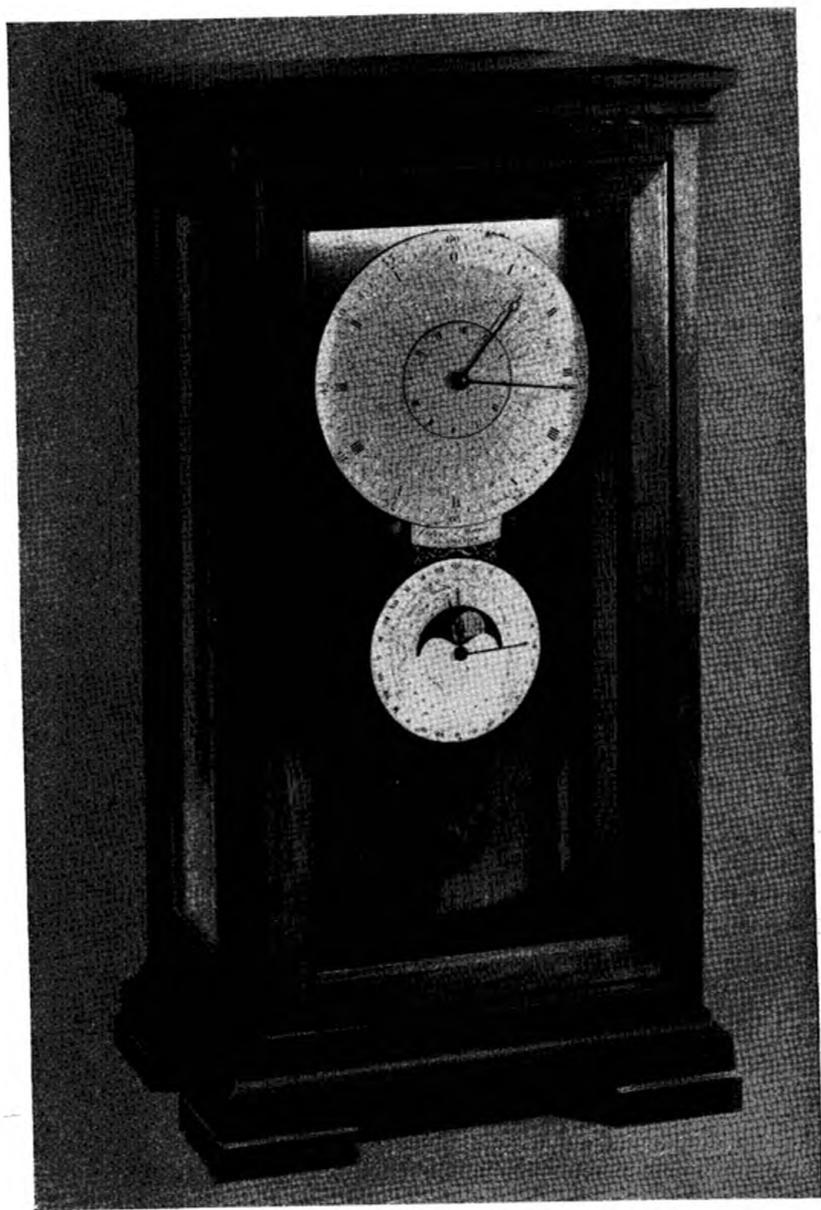


Fig. 60. — Régulateur demi-seconde à cadran des marées
par Antide Janvier, 1789 (10616).

ci a donc un mouvement très compliqué et paradoxal en apparence, avec des stationnements et des rétrogradations. Elle reprend la même position en marchant dans le même sens au bout de 29 jours 1/2. En définitive, la petite aiguille du cadran supérieur qui se meut

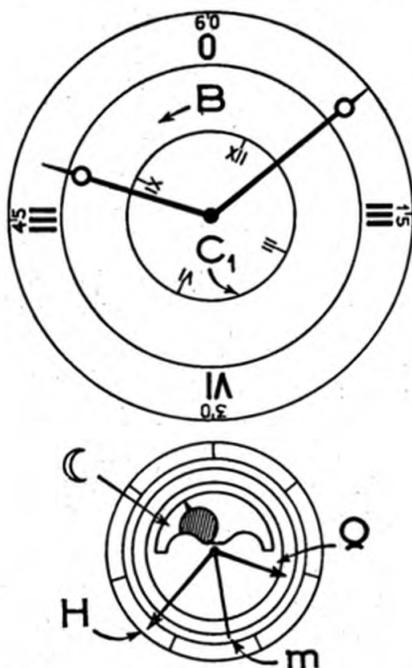


Fig. 61. — Cadran du régulateur demi-seconde à cadran des marées, de Janvier (10616).

- | | |
|---|---|
| C ₁ Cadran mobile indiquant l'heure de la haute mer. | Q Quantième. |
| B Noms des lieux sur la couronne fixe. | m Indication du mois. |
| C Age et phase de la Lune. | H Indication de l'heure et des jours de la semaine (graduation en heures, chiffres VI, XII, XVIII, XXIV). |

dans le sens rétrograde donne la partie entière de l'heure de marée et la grande aiguille les minutes à ajouter ou à retrancher.

10616. — E. 1885.

31. *REGULATEUR DEMI-SECONDE ASTRONOMIQUE AVEC PLANETAIRE*, par Antide Janvier, signé « Antide Janvier (vers 1800), Palais de l'Institut », sans date. Restauré par Paul Garnier en 1863 (fig. 62, 63 et 63 bis).

Don de Mme Barrée.

Pendule compensé à gril, échappement Graham, double poids moteur agissant sur un même treuil (un seul poids



Fig. 62. — Régulateur demi-seconde astronomique avec planétaire, par Antide Janvier (17490).

suffit pour le mouvement, mais les deux sont nécessaires pour entraîner le planétaire).

Le cadran supérieur donne heure, minute et seconde. Le cadran inférieur est un spécimen de la cadrature astronomique inventée par Janvier pour donner le maximum d'indications avec le moins possible d'organes. La couronne extérieure graduée en 2 fois XII heures est fixe ;

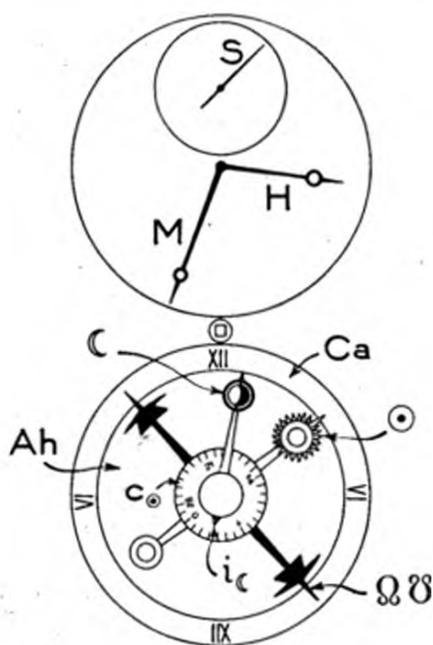


Fig. 63. — Cadrature du régulateur demi-seconde de Janvier (17490).

- | | | | |
|----|---|-----|---|
| H | Heures. | Ω ♂ | Aiguille indiquant la position des nœuds ascendant et descendant de l'orbite lunaire. |
| S | Secondes. | i ☾ | Index de l'aiguille lunaire où on lit l'âge de la lune. |
| M | Minutes. | c ☉ | Cadran solidaire de l'aiguille solaire et gradué en jours de la lune. |
| Ca | Cadran astronomique : couronne fixe de deux fois XII heures. | ☾ | Aiguille lunaire avec la lune tournant sur elle-même. |
| Ah | Cadran mobile en temps sidéral donnant les angles horaires et gradué en 365 jours avec indication du signe du Zodiaque. | ☉ | Aiguille solaire. |

le plateau intérieur gradué en 365 jours et signes du Zodiaque fait un tour en un jour sidéral. L'aiguille solaire fait un tour en un jour moyen, elle porte le petit cadran gradué en jours de la lune (0 à 29) : par unité elle parcourt le plateau en un an. L'aiguille lunaire portant la lune qui tourne sur elle-même en présentant sa face blanche au soleil, ce qui indique sa phase, fait un tour en un jour lunaire et parcourt le plateau en un mois tropique. L'angle qu'elle forme avec l'aiguille solaire

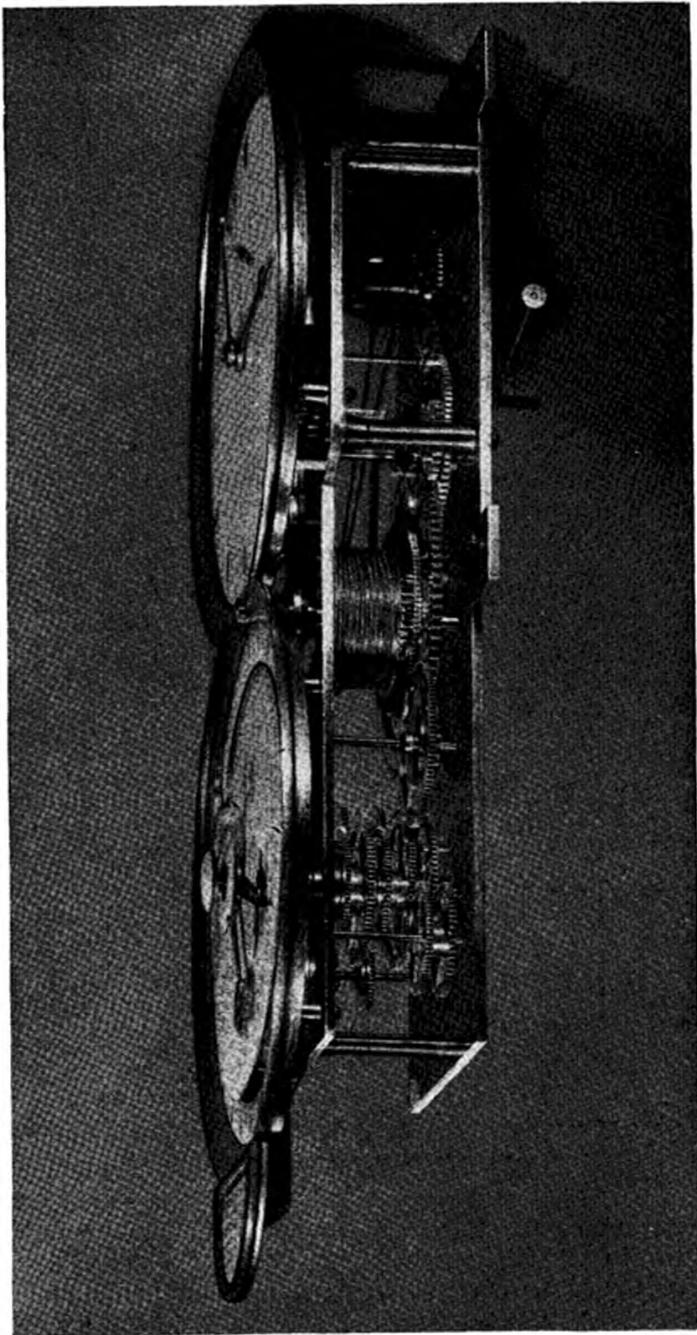


Fig. 63 bis. — Mouvement du régulateur demi-seconde astronomique de Janvier (17490).

(et qu'on lit sur le petit cadran porté par celle-ci) donne l'âge de la lune. Sa période est le mois synodique. La troisième aiguille terminée par un double index de forme particulière indique la position des nœuds ascendant et descendant de l'orbite lunaire.

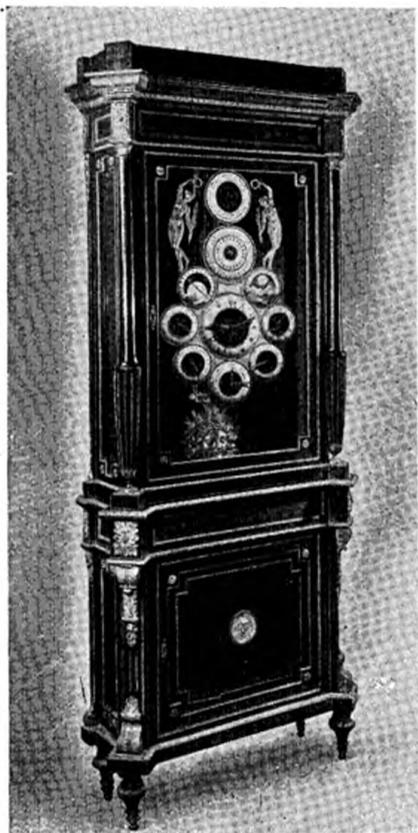


Fig. 64. — Horloge à calendrier et indications astronomiques par Antide Janvier (10621).

Lorsque un nœud de l'orbite se trouve au même endroit qu'une conjonction, il y a éclipse de soleil, et si c'est à l'endroit d'une opposition il y a éclipse de lune : dans ce cas les index triangulaires tombent sous l'aiguille solaire qui est ajourée à ses deux extrémités, et la fraction de l'index qui apparaît dans l'anneau permet de juger de la grandeur de l'éclipse.

Le planétaire comporte le soleil central, les planètes inférieures (Mercure et Vénus), la Terre et la Lune.

17490. — E. 1938.

32. *HORLOGE A CALENDRIER ET INDICATIONS ASTRONOMIQUES*, par Antide Janvier (fig. 64 et 65).

Don de M. Audéoud.

Cette pièce a été considérablement restaurée et dénaturée. La caisse en acajou de style Empire, assez orné, con-

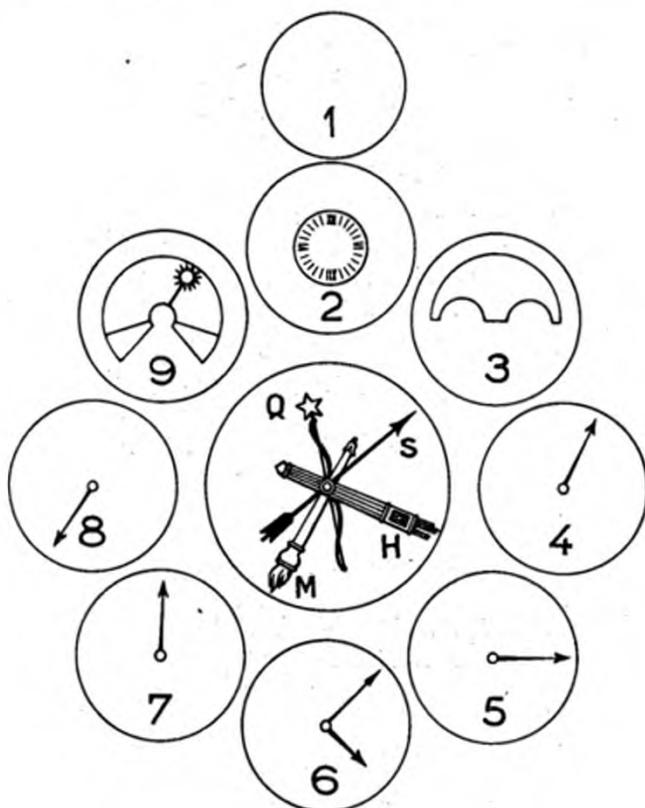


Fig. 65. — Cadrature de l'horloge de Janvier (10621).

- 1 Calendrier perpétuel système Brocot, ajouté après 1875.
- 2 Cadran de temps universel centre mobile et couronne fixe portant les noms du lieu.
- 3 Age et phase de la Lune.
- 4 Indication du mois.
- 5 Indication du jour de la semaine.
- 6 2 aiguilles (actuellement séparées du mécanisme) indiquent les jours complémentaires du calendrier républicain.
- 7 Indication du quantième à 30 jours.
- 8 Indication du mois.
- 9 Volets mobiles cachant le Soleil pendant la nuit.
- A Cadran central : heure, minute, seconde et quantième à 31 jours.

traste avec la manière habituelle de Janvier, qui est d'une extrême sobriété. L'horloge donne de nombreuses indications sur des cadrans multiples, suivant le schéma indiqué (fig. 65).

Il y avait primitivement, un calendrier julien et un calendrier républicain. A celui-ci correspond le cadran latéral gauche en bas, indiquant le quantième jusqu'à 30; les mois républicains devaient être indiqués sur le cadran au-dessus; ils ont été remplacés par l'indication des mois ordinaires faisant double emploi avec le cadran placé symétriquement.

Le cadran inférieur indiquait les années communes et bissextiles et les jours complémentaires (« sans culotides ») du calendrier républicain, actuellement ces aiguilles ne sont pas entraînées par le mécanisme, ce qui indique à quel point celui-ci a été altéré, à moins que l'horloge n'ait jamais été terminée.

Le cadran supérieur comporte un calendrier perpétuel de Brocot qui a été ajouté après la restauration de l'horloge en 1875.

Cette horloge a été restaurée en 1947 par Auricoste.

10621. — E. 1885.

33. HORLOGE ASTRONOMIQUE CONSTRUITE EN PIECES
« MECANO ».

16861. — E. 1933.

34. REGULATEUR ASTRONOMIQUE A DEMI-SECONDE A COM-
PENSATEUR, par Berthoud (1760).

1501. — E. av. 1814.

35. PENDULE AVEC MOUVEMENT DE LA LUNE ET DU SOLEIL
A ECHAPPEMENT LIBRE, signée « Paul Garnier, élève de
Janvier » (1827) (fig. 66 et 67).

Don de M. Paul Garnier en 1917.

Pièce très remarquable, exécutée par Paul Garnier père de 1824 à 1827 et présentée par lui à l'exposition de 1827 où elle a obtenu une médaille d'argent. Il a voulu y rendre hommage à son maître Antide Janvier, en y incorporant des éléments dus à ce dernier (cadrature à lune et à soleil) avec des inventions personnelles, dont la plus remarquable est l'échappement.

indique aussi la longueur des jours et des nuits. L'aiguille des heures portant un soleil, disparaît pendant la nuit derrière le secteur inférieur : les deux volets mobiles qui le bordent, sont complètement masqués au solstice d'été, ils sont complètement déployés au solstice d'hiver. Au-dessous il y a un cadran astronomique de

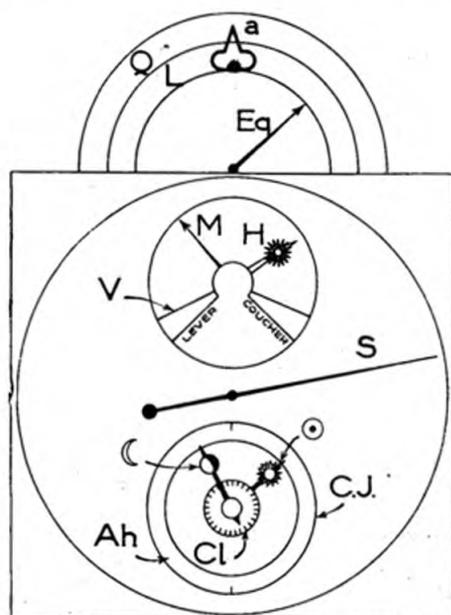


Fig. 67. — Cadrature de la pendule de Paul Garnier (14551).

- | | | | |
|----|---|----|---|
| a | Index double fixe. | CJ | Cadrature astronomique de Janvier simplifiée. |
| Q | Mois et quantième. | ☉ | Aiguille solaire. |
| L | Longitude du soleil. | ☾ | Aiguille lunaire. |
| Eq | Equation du temps. | Cl | Cadran et index donnant l'âge de la lune. |
| H | Aiguille des heures. | Ah | Angle horaire de la lune et du soleil. |
| V | Volets mobiles indiquant les heures de lever et de coucher du soleil. | ☾ | Aiguille lunaire. |
| S | Aiguille des secondes. | M | Aiguille des minutes. |

Janvier (Cf. l'horloge n° 17490) qui indique les angles horaires de la lune et du soleil moyens, l'âge et la phase de la lune.

A la partie supérieure, enfin, sont rassemblés les indications qui dérivent de la roue annuelle. Celle-ci, graduée en mois et quantième, est visible à l'extérieur. Elle porte des courbes de correction dont l'une donne l'équation du temps solaire, l'autre la longitude du soleil vrai.



Fig. 68. — Pendule par Charles Bertrand,
Horloger de l'Académie royale des Sciences (10618).

36. *PENDULE*, par Charles Bertrand (1785). *Signature accompagnée du titre « Hger de l'Académie Rle des Sciences »* (fig. 68).

Don de M. Audéoud.

Pièce très remarquable par la conception, et d'une magnifique exécution, tant mécanique qu'artistique.

La décoration, pratiquement réduite aux 4 colonnes de bronze doré et ciselé, surmontées de pommes de pin et de sphères terrestre et céleste, qui portent le mouvement, est très sobre et d'excellent style Louis XVI. Le cadran et les platines découpées laissant le mouvement entièrement au jour, annonce les pendules « squelettes », qui seront au XIX^e siècle, le terme exagéré d'une évolution vers la simplicité.

La force motrice est tirée d'un ressort contenu dans un volumineux barillet : ce ressort actionne directement la sonnerie qui est à chaperon et, pendant que l'horloge sonne, remonte le poids cylindrique visible dans la partie gauche de la cage, qui agit seul sur le mouvement (Cf. la même disposition dans le régulateur de Gallonde, 7499).

Le régulateur est un balancier circulaire avec spiral dont le mouvement est entretenu par un échappement à chevilles semblable à celui d'un pendule par l'intermédiaire d'une fourchette et d'une manivelle portée par l'axe du balancier. Le réglage de l'avance et du retard se fait par une raquette qui modifie la longueur du spiral (visible en bas et à droite). Certaines dispositions du balancier et des pièces voisines apparemment sans fonction aujourd'hui, sont peut-être les restes d'une compensation thermique supprimée lors d'une réparation de la pendule.

Le cadran, dont on admirera les aiguilles, donne la seconde au centre, et les deux petits cadrans inférieurs qui laissent voir des étoiles ajourées d'un très joli travail, indiquent le jour de la semaine et le quantième.

10618. — E. 1885.

37. *PENDULE A REMONTOIR D'EGALITE*, attribuée à Robin (1785).

Régulateur 1/2 seconde, sans sonnerie, où la tendance vers la réduction des platines est encore plus accentuée que dans la précédente : tous les axes sont alignés dans un plan vertical et les platines réduites à deux bandes étroites.

Pendule $1/2$ seconde, dont la compensation est assurée par variation de longueur de la *lame de suspension* : cette lame qui est très longue (environ 5 cm) passe dans une fourche fixe et est accrochée au système compensateur à gril ; sa longueur utile est donc fonction de la température. Un réglage très fin de la période du pendule est obtenu en déplaçant avec une vis micrométrique tout le système compensateur. La tête de cette vis porte un index qui se déplace sur le petit cadran horizontal supérieur.

Echappement à coup perdu, dérivé de l'échappement à chevilles par la complication dite du « bec brisé » : l'ancre de l'échappement à chevilles porte deux becs dont l'un, normalement constitué, donne l'impulsion et sert au repos pendant une demi-oscillation, tandis que l'autre, qui est articulé, sert de repos, mais ne donne pas d'impulsion. La vogue des échappements à coup perdu avec des pendules $1/2$ seconde, s'explique par le désir d'avoir une aiguille sautant à chaque seconde comme dans les grands régulateurs.

La force motrice est un ressort qui est utilisé à remonter un léger poids qui agit seul sur l'échappement : c'est le remontoir système Robin : par une vis sans fin réversible, le barillet tend à faire tourner la roue en croix de Malte (visible sur le côté droit, elle est ajourée et très légère) qui est arrêtée contre un levier basculant par une cheville. Lorsque le poids moteur descend, il libère le levier, qui dégage la roue en croix ; le rouage moteur remonte le poids et la roue en croix revient à l'arrêt quand elle a fait un $1/2$ tour. Le remontoir agit toutes les 12 ou 13 secondes.

8827. — E. 1877.

38. *PENDULE A REMONTOIR D'EGALITE*, par Bourbier (1800).

Pièce d'une belle exécution : éléments décoratifs encore Louis XVI, platines ajourées et cadran évidé.

Pendule $1/2$ seconde à gril compensateur, échappement à chevilles à bec brisé ; remontoir d'égalité système Robin, avec lamelle volante et levier d'arrêt fonctionnant comme dans la pendule précédente (8827). Sonnerie des heures et des demies ; c'est le barillet de la sonnerie qui entraîne les aiguilles du calendrier en faisant avancer les étoiles tous les jours à minuit.

Toutes les indications sont données sur le même cadran par 5 aiguilles concentriques : secondes, minutes et heures par une paire d'aiguilles dorées ; jour de la semaine par la longue aiguille dorée à 2 pointes (elle

fait un tour en 14 jours, et marque le jour d'un côté par son nom, de l'autre par son symbole planétaire); quantième par l'aiguille d'acier.

1398. — E. av. 1814

39. *PENDULE, par Deschamps (1825).*

Don de J. Audéoud.

Belle pièce appartenant à la même famille que les précédentes : platines et cadrans ajourés, mécanisme aussi apparent que possible.

Pendule 1/2 seconde à gril, avec suspension à couteau (le plan sur lequel repose le couteau est mobile autour d'un axe horizontal perpendiculaire à l'arête, ce qui permet un fonctionnement correct même si l'aplomb n'est pas parfait). Echappement à chevilles; sonnerie heures et demies.

Il y a sur le cadran 5 aiguilles concentriques : secondes, minutes et heures par des aiguilles dorées, jour de la semaine et quantième par des aiguilles d'acier bleui. A la partie supérieure, indication de la figure et de l'âge de la lune. Les mouvements du calendrier sont commandés par une roue à cheville qui fait un tour par jour, et dépend du rouage de sonnerie.

10624. — E. 1885.

40. *PENDULE SQUELETTE A SONNERIE (1817) (fig. 69).*

Don de J. Audéoud en 1885.

Les platines se réduisent à deux barres verticales le long desquelles tous les arbres sont alignés.

Pendule compensé à gril et suspension à ressort; échappement à chevilles. Il y a deux poids moteurs placés symétriquement, dont les cordes sont enroulées sur un treuil commun.

La sonnerie est un travail assez curieux : elle a des pièces anormalement petites et délicates, mais ne diffère en rien dans son principe des sonneries à chaperon ordinaires. Son moteur est le petit barillet à ressort visible derrière la platine avant. Le marteau est mobile dans un plan horizontal, et le timbre qui manque aujourd'hui était sous le pilier inférieur des platines.

10627. — E. 1885.

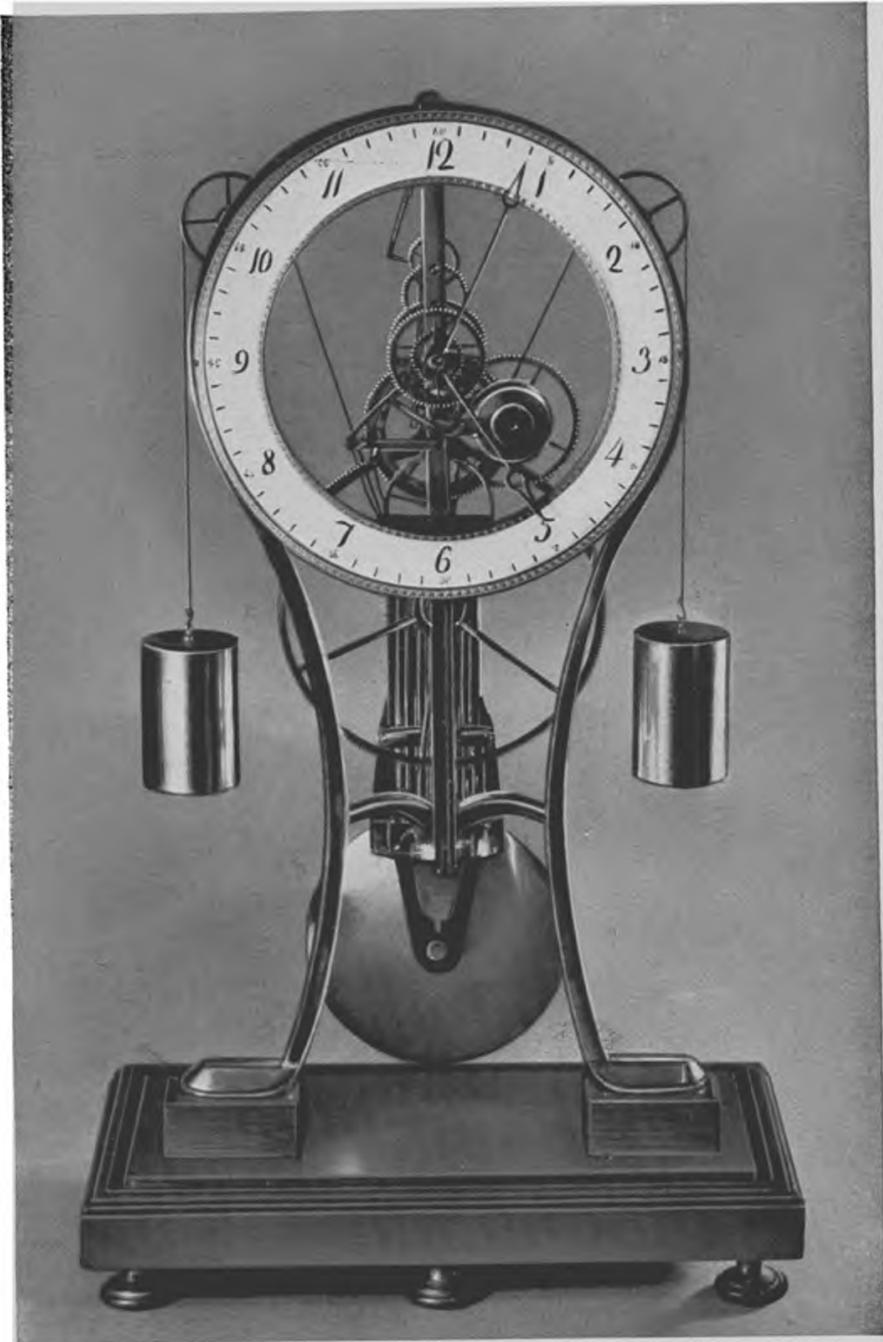


Fig. 69. — Pendule squelette à sonnerie, 1817 (10627).

41. *PENDULE SQUELETTE A POIDS* (fig. 70).

Don de Mme Coffard.

Dans cette pièce et la suivante, terme extrême de l'évolution, il n'y a plus de platine du tout : le mouvement est monté sur une plaque de glace gravée qui sert à la

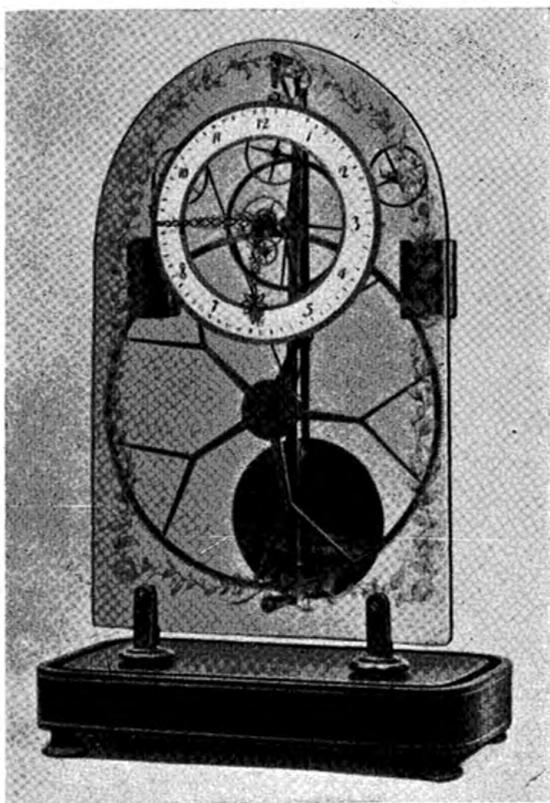


Fig. 70. — Pendule squelette à poids (16671).

fois de support, de platine et de cadran. Les axes sont alignés, une réglette de laiton sert de platine postérieure.

Pendule à tige d'acier, suspension à couteau; échappement à chevilles; double poids moteur agissant sur un treuil unique.

Le rouage comporte un petit nombre de roues, d'un diamètre et d'un nombre de dents usités seulement dans

les pièces de ce type. La roue d'échappement a 72 chevilles et porte un pignon de 6 ailes; celui-ci engrène avec la roue des minutes qui est de grande dimension et a 276 dents. Son arbre porte un pignon de 12 ailes qui est entraîné par la grande roue de 320 dents (faisant un tour en 26 heures 40 minutes) qui est directement en prise avec le treuil.

16671. — E. 1927.

42. *PENDULE SQUELETTE A RESSORT* (1815).

Don de M. Audéoud.

Même conception et même rouage : la force motrice est celle d'un ressort de barillet placé au centre sur l'arbre de la grande roue.

10631. — E. 1885

43. *REGULATEUR DEMI-SECONDE AVEC REMONTOIR D'EGALITE*, par Michel Le Paute (1819), signé « Michel Le Paute, Horloger du Roi invent et fecit à Paris, 9181 » (date à l'envers).

Don de M. P.-M. Le Paute.

Très belle pièce à mécanisme apparent, porté sur 4 colonnes carrées en bois.

Pendule 1/2 seconde compensé à gril, suspension à couteau; échappement à ancre inversée, avec remontoir d'égalité. Celui-ci comporte un levier pivotant qui porte une roue dentée en prise d'un côté avec un pignon du rouage, de l'autre avec le pignon d'échappement. Quand le rouage est immobile, elle roule sur le premier pignon entraînant l'échappement : la force motrice est alors le poids du petit levier qui descend. Dans ce mouvement il vient dégager le volant du rouage, dont le pignon remonte la roue dentée et le levier. Il s'immobilise alors à nouveau et le cycle recommence (on a vu un remontoir d'égalité analogue dans l'horloge monumentale de Detouche).

Il n'y a pas de sonnerie.

8587. — E. 1873.

44. *REGULATEUR DEMI-SECONDE AVEC ECHAPPEMENT A FORCE CONSTANTE*, par M. Le Paute (1831), signé « Le Paute père invent et fecit à Paris 1381 + $\frac{12}{7}$ »

Don de M. P.-M. Le Paute.

Autre très belle pièce de conception analogue à la pré-

cédente, quoique plus compliquée, partie sur des colonnes de bronze à patine verte.

Pendule compensé à gril avec thermomètre, suspension à couteau; échappement à coup perdu à force constante complexe. Le balancier dégage le pulseur qui lui donne une impulsion par l'intermédiaire d'une roue d'échappement. Le pulseur, en fin de course, dégage une autre roue d'échappement qui le remonte. L'aiguille des secondes saute donc à chaque seconde comme dans les régulateurs à balancier d'un mètre.

Sonnerie heures et quarts à double coup.

8588. — E. 1873.

45. *HORLOGE CONSTRUITE par Brosse, à Bordeaux (terminée par Paul Garnier).*

Don de M. Paul Garnier.

Balancier en forme de tore suspendu à un ruban d'acier; échappement à force constante très compliqué: le pulseur est un petit levier qui agit sur la roulette liée au pendule; les fonctions de dégagement et d'accrochage sont faites par des pièces très petites et très compliquées. Les ailettes placées sur l'axe vertical servent à donner de la douceur au mouvement d'échappement. La compensation thermique est assurée par les rubans métalliques visibles à droite et à gauche; ils agissent sur le point d'attache du pendule et remontent simultanément l'échappement, de sorte qu'il n'y a pas de déplacement relatif entre les deux.

Outre l'heure, l'horloge indique les jours, quantièmes et mois.

10377. — E. 1884.

46. *PENDULE A ECHAPPEMENT LIBRE, par Brosse (1834).*

Soce et cadre en marbre rouge supportant le pendule qui est à mercure et placé au-dessus du mouvement.

Echappement libre à coup perdu agissant à la partie inférieure du pendule (c'est la façon la plus rationnelle de placer un tel échappement).

Double poids moteur agissant sur le même treuil.

6372. — E. 1855.

47. *PENDULE A ECHAPPEMENT LIBRE, par Brosse (1840), signée*
« Brosse, à Bordeaux ».

Les œuvres de cet horloger sont d'une très belle exécution, mais il semble souvent, comme ici, rechercher la complication pour elle-même et affectionner la bizarrerie.

La force motrice est tirée de la pièce en forme de lyre ou de diapason renversé : les extrémités de ses branches tirent par des chaînettes une double fusée calée sur le premier arbre du mouvement. Le remontage est à secret et fort compliqué : il faut tirer à soi à plusieurs reprises le bouton placé à la partie antérieure du socle. On agit ainsi sur un tambour portant un filin qui remonte les fusées (il y a une foule de complications : arrêteur, ressort auxiliaire donnant la force motrice pendant le remontage, etc.).

Le pendule non compensé est entretenu par un échappement libre à détente et à coup perdu analogue en son principe à celui de Berthoud.

Le cadran est mobile et tourne devant une aiguille fixe (que l'on peut décaler pour corriger l'état de la pendule), il y a même un cadran mobile des secondes.

6373. — E. 1840.

48. *REGULATEUR, par Brosse (1816), signature sur le cadran : « Inventé et fait en MDCCCXVI par Brosse ».*

Don de M. Brosse fils.

Au lieu d'un pendule de la forme conventionnelle, le régulateur est une pièce à trois branches terminées par des boules, dont l'une est placée au-dessus du centre de rotation, de sorte qu'il bat la seconde malgré ses dimensions restreintes. Suspension à couteau reposant sur une colonne au-dessus de la gaine. Echappement libre très complexe et difficile à faire fonctionner.

La gaine ne contient que les poids. En dehors de l'heure les indications sont celles des jours de la semaine, quantité et mois.

6210. — E. 1855.

49. *PENDULE A EQUATION, par Champion.*

Don de M. J. Audéoud en 1885.

Ebenisterie à colonnes, de style Louis-Philippe.

Pendule compensé à gril; échappement à chevilles; sonnerie heures et demies.

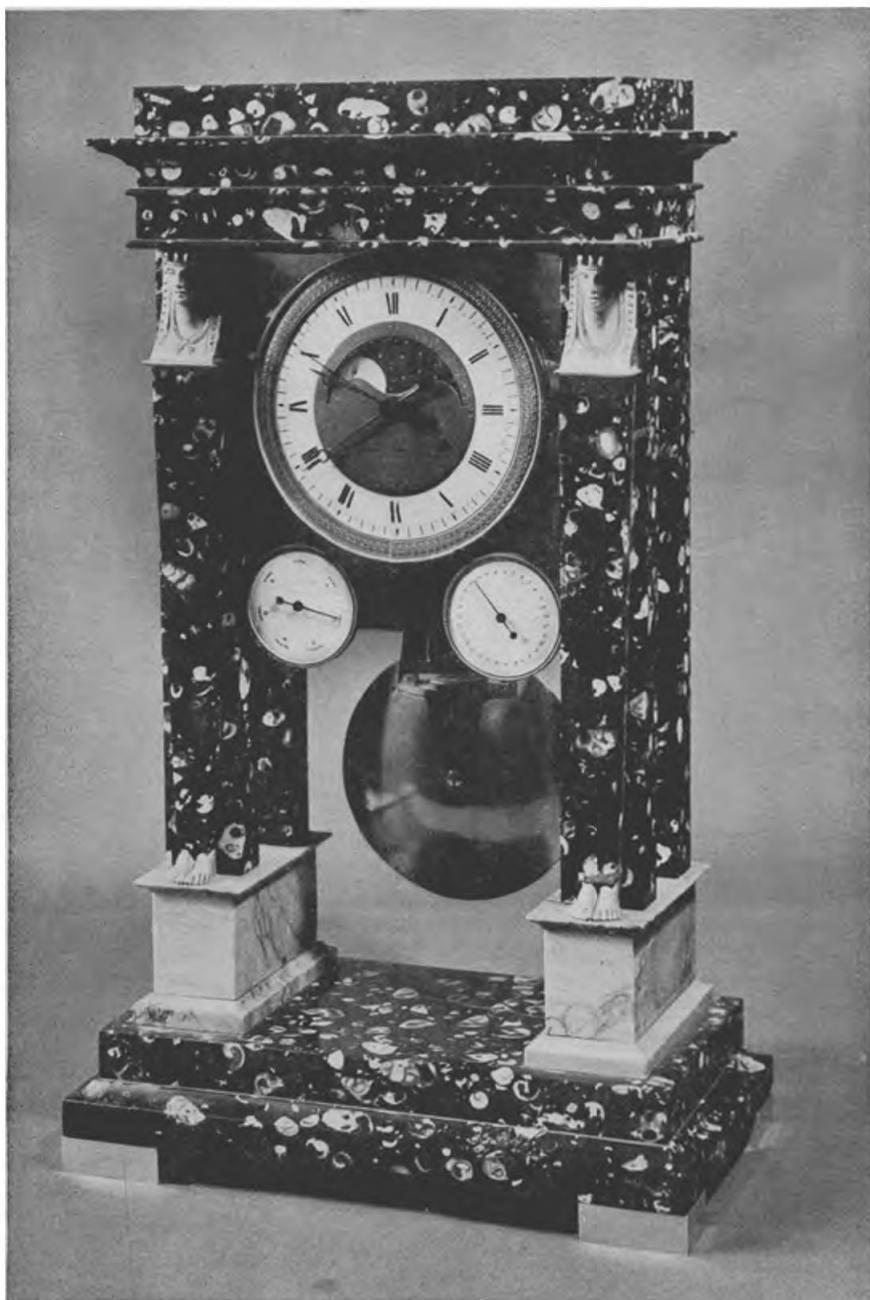


Fig. 71. — Pendule par Antide Janvier, 1805 (10628).

Le système de quantième annuel et d'équation est du type classique; il est entraîné par la roue du barillet de sonnerie par l'intermédiaire d'une roue à étoile et sautoir.

La roue annuelle, graduée en mois et jours, défile devant un index fixe. Elle porte la courbe d'équation qui par l'intermédiaire d'une roulette d'un levier et d'un rateau commande l'aiguille du temps solaire (c'est l'aiguille bleue).

10630. — E. 1885.

50. *PENDULE*, par *Antide Janvier* (1805) (fig. 71).

Don de M. J. Audéoud en 1885.

Cabinet en marbre de deux couleurs, avec motifs en bronze de style égyptisant.

Pendule compensé à gril; suspension à ressort; échappement Graham; sonnerie heures et demies. Le barillet de la sonnerie commande par l'intermédiaire de leviers et de roues à rochet le déplacement du calendrier. Celui-ci comporte les indications du jour, de la semaine et du quantième; ainsi que de la figure et de l'âge de la lune, à la manière habituelle.

10628. — E. 1885.

51. *PENDULE A TEMPS DECIMAL ET SEXAGESIMAL*, par *J.-B. Le Paute* (fig. 72).

Don de M. Tresca.

Pièce de très belle exécution dans une gaine d'acajou vitré.

Pendule compensé à gril; suspension à couteau; échappement à chevilles. Sonnerie heures et quarts; elle répète l'heure après la demie.

Le cadran porte de l'extérieur à l'intérieur, une division en 2 fois 12 heures, subdivisées par 5 minutes sexagésimales; une division en 10 heures décimales, subdivisées par 10 minutes centésimales; enfin une division en 30 jours du mois républicain.

Il y a deux aiguilles pour le temps décimal; une seule pour l'heure sexagésimale; une (toute droite) pour le quantième.

14568. — E. 1919.



Fig. 72. — Pendule à temps décimal et sexagésimal
par P.-B. Le Paute (14568).

52. *PENDULE SQUELETTE A QUANTIEME.*

Don de M. Perrigaud.

Mouvement squelette à ressort moteur, placé entre deux platines de glace épaisse. Le tout est placé dans une cage acajou et bronze doré.

Indication du jour de la semaine et du quantième.

14549. — E. 1917.

53. *HORLOGE HORIZONTALE A PENDULE, par Mathieu (1820).*

Don de M. Rivière.

Le mouvement installé sur un bâti horizontal est une réduction du dispositif généralement adopté pour les horloges d'édifice.

14527. — E. 1914.

54. *PENDULE A PLANETAIRE, par V. Pierret (1840).*

Don de M. V. Pierret.

Le planétaire, ajouté à une pendule borne, en marbre, est une sphère armillaire avec le soleil au centre, avec l'ensemble terre-lune tournant autour.

8334. — E. 1872.

55. *PENDULE A REMONTOIR D'EGALITE, par Deschamps (1825).*

Don de M. J. Audéoud en 1885.

Ebénisterie à colonnes avec appliques de bronze doré, typique du style Restauration.

Pendule compensé à gril, suspension à couteau. L'échappement est placé dans le socle, au-dessous du pendule : sa fourchette agit sur la tige qui prolonge la lentille et pénètre dans la fente du socle. Le remontoir d'égalité comporte le poids léger placé à l'extrémité d'un levier que l'on voit à la partie antérieure du socle : il est remonté environ toutes les demi-minutes par le ressort moteur.

10629. — E. 1885.

56. *PENDULE DE CHEMINEE à échappement à force constante.*

Don de M. Bosio.

Pendule sans sonnerie à seconde centrale.

7381. — E. 1865.

57. *PENDULE 400 JOURS, système C. Grivolos, à suspension « in-var » compensée.*

Don de M. Grivolos.

14415. — E. 1912.

58. *PETITE PENDULE DE JANVIER (1800).*

Don de M. J. Audéoud.

10625. — E. 1885.

59. *COMPTEUR ASTRONOMIQUE, battant la demi-seconde et sonnant la seconde (accessoire de la lunette méridienne de Roëmer).*

Don de la famille Bréguet.

12317. — E. 1892.

60. *PENDULE A CALENDRIER, par Brocot (1839).*

Legs de M. Bocquillon.

Cette pièce qui a été présentée à l'exposition de 1839 contient plusieurs inventions de l'auteur.

C'est d'abord la suspension de pendule, qui est faite par une lame flexible de longueur ajustable : c'est ce qui sert à régler la marche de la pendule. Presque toutes les pendules « de Paris » construites après 1850 possèdent la suspension à la Brocot, remplaçant l'ancienne suspension à fil de soie.

L'échappement est aussi une invention de Brocot : il dérive de l'échappement de Graham, mais il y a un seul rouleau lié au pendule, qui laisse alternativement échapper deux roues, au lieu des deux palettes qui laissent échapper la même roue. On peut ajuster la longueur du bras qui porte le rouleau et ainsi donner un recul variable, ce qui, paraît-il, permet d'assurer l'isochronisme. Cependant cette complication n'a pas eu de postérité.

Enfin, le calendrier perpétuel et bissextile est aussi de Brocot ; il fonctionne à quelques détails près comme le modèle de démonstration n° 13269. L'aiguille centrale indique l'équation du temps solaire (graduation intérieure), les heures de lever (graduation rouge) et de coucher (graduation noire) du soleil.

Enfin le rouage et la sonnerie, mus par des barilletts à ressort, possèdent des indicateurs de remontages (petits

cadrons extérieurs de chaque côté du corps de l'horloge). Un axe fileté tourne avec le barillet, il porte un écrou qui tourne avec l'arbre de barillet : ainsi l'écrou avance au moment du remontage et recule pendant le désarmage du ressort : sa position est transmise par fil et poulies à l'aiguille indicatrice d'armage.

7883. — E. 1867.

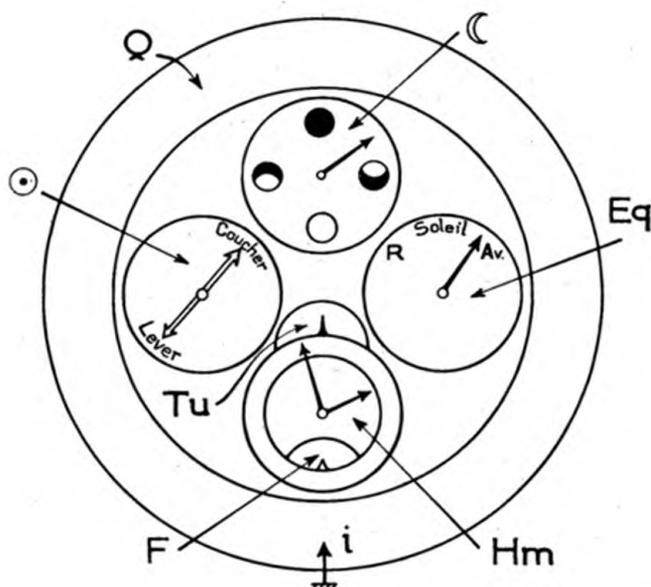


Fig. 73. — Cadrature de l'horloge à quantième et indications astronomiques (8281).

- | | | | |
|----|--|----|---|
| ☾ | Phases de la lune. | I | Index fixe. |
| Eq | Equation du temps. | HM | Temps universel (on lit en face de l'index le lieu où il est midi pour l'heure indiquée à Paris). |
| Q | Couronne mobile du mois et quantième. | ☉ | Lever et coucher du soleil (aiguille unique à 2 pointes). |
| F | Jour de la semaine devant un index fixe. | | |

61. *HORLOGE A QUANTIEME ET INDICATIONS ASTRONOMIQUES*, par Aug. Larible (1855) (fig. 73 et 74).

Don de M. Larible en 1871.

Pièce très intéressante présentée par son auteur à l'Exposition Universelle de 1855.

L'échappement, inventé par l'auteur, est un exemple intéressant d'*échappement libre* pour pendule. Les impulsions sont données comme dans un échappement à che-

viles, mais les chevilles ne reposent pas sur les bras de l'ancre, la roue d'échappement porte sur sa périphérie une série de *dents de repos* qui s'appuient sur une face du levier d'accrochage. Celui-ci est dégagé avant chaque impulsion par un *doigt de dégagement* porté par l'ancre.

L'ensemble des cadrans est schématisé (fig. 73) et donne les indications suivantes : heure, « temps universel »

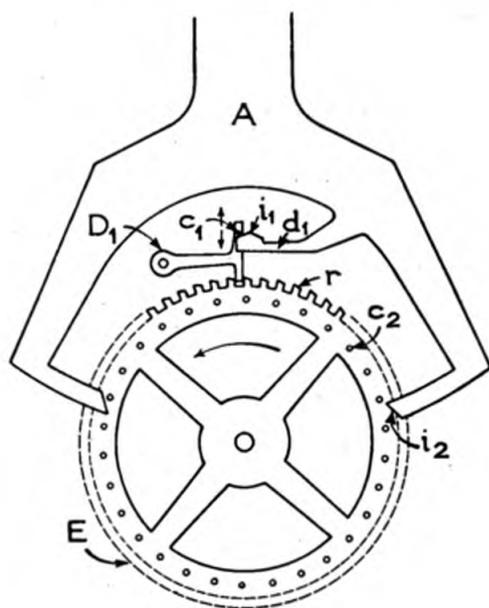


Fig. 74. — Echappement de l'horloge à quantième et indications astronomiques (8281).

A	Ancre.	i_1	Incliné de dégagement.
d_1	Doigt de dégagement (figuré trop court).	i_2	Incliné d'impulsion de l'ancre.
D_1	Levier d'accrochage et son pivot.	E	Roue d'échappement.
c_1	Cheville de dégagement.	r	Dents de repos.
		c_2	Chevilles d'impulsion.

c'est-à-dire l'heure en tout lieu, jour de la semaine, équation du temps solaire, phase et âge de la lune, lever et coucher du soleil, quantième annuel. Celui-ci est donné par la grande couronne qui possède, un moteur spécial (ressort dans un barillet) déclenché tous les jours par la minuterie. La couronne annuelle porte les cames, qui, par le moyen de rateaux et de pignons commandent les aiguilles du lever et coucher du soleil et de l'équation du temps.

62. *HORLOGE ANCIENNE*, par James Gray, d'Edimbourg (1750).

4156. — E. av. 1849.

63. *PETIT CARILLON à 7 timbres* (1789).

Don de M. J. Audéoud.

10646. — E. 1885.

64. *SPHERE MOUVANTE et servant d'horloge, construite par M. Redier.*

Don de M. Rédier.

10466. — E. 1885.

65. *REGULATEUR, signé « Levielle aîné, horloger du Conservatoire, à Paris (1836).*

Don de la famille Levielle.

Pendule compensé à gril à 9 tiges, échappement à chevilles. Le poids moteur est logé dans le double fond de la gaîne; remontage par clef.

11147. — E. 1888.

66. *REGULATEUR, signé « Perrelet et fils, horlogers mécaniciens du Roy, à Paris, 1842 ».*

Don de M. L. Perrelet.

Pendule à compensation par leviers; suspension à ressort; échappement Graham. Le remontage se fait par tractions successives sur la chaînette, qui est enroulée sur un tambour à ressort lié par un encliquetage au treuil du poids moteur.

Perrelet père était premier ouvrier chez Bréguet.

14506. — E. 1914.

67. *REGULATEUR, signé « Robert, boulevard St-Denis, 19 ».*

Don de Mme Thu.

Pendule compensé à mercure, de construction assez particulière; échappement Graham; poids moteur dissimulé dans le double fond de la gaîne.

16758. — E. 1932.

68. *REGULATEUR, par Redier, à Paris (vers 1860).*

Don de Mme Vve Guignon.

Caisse en acajou avec baguettes de laiton et appliques de bronze d'un luxe exceptionnel dans l'horlogerie moderne.

Pendule compensé à mercure; échappement Graham; double poids moteur agissant sur le même treuil.

13473. — E. 1902.

69. *REGULATEUR MARCHANT UN AN, par Aimé Jacob (vers 1800).*

Pendule à tige de sapin, échappement Graham; poids moteur très lourd, suspendu à un mouflage.

On a ajouté un dispositif de synchronisation électrique système Foucault.

4155. — E. av. 1849.

AUX RESERVES

1. *PENDULE SQUELETTE SUR GLACE, époque Directoire.*

14510. — E. 1914.

2. *PENDULE, marbre noir avec globe terrestre, de Delamarche.*

13572. — E. 1883.

3. *HORLOGE ET SECONDES, marchant 400 jours sans être remon-
tée, par Y. Thomas (1874).*

8687. — E. 1874.

4. *HORLOGE DE GERARD, de Liège.*

7881. — E. 1867.

5. *PENDULES à bon marché.*

7884. — E. 1877

6. *PENDULE DE WHITE* (1800).
1381. — E. av. 1814.
7. *MOUVEMENT DE PENDULE, à sonnerie d'heure et de demie, par Henri Robert.*
6316. — E. 1885.
8. *HORLOGE à air, de M. Dardenne.*
9168. — E. 1878.
9. *REGULATEUR de pendule d'horloge, avec 4 bobines de résistance et culasse d'électro-aimant.*
8821. — E. 1876.

BIBLIOGRAPHIE

La Pendule Française. Documentation recueillie auprès de nos pendu-
liers par P. TARDY, 1948. (4 fascicules in-14°.)

HORLOGES A AUTOMATES OU MÉCANIQUES

JB 3-32

1. *HORLOGE HOLLANDAISE, A AUTOMATES ET JEU D'ORGUES, style Louis XIV, signée : « Cs. Engeringh, à Dordrecht » (1700) (fig. 75).*

Léguée par J. Audéoud.

Le cadran n'occupe qu'une faible partie du devant qui représente un paysage animé par de nombreux personnages et motifs : rémouleur, scieur de long, défilé de promeneurs, moulin à vent. Tous les automates sont animés par un même filin passant sur une série de poulies de renvoi. Les mouvements alternatifs (bras du scieur) sont produits à partir de la rotation d'une poulie, par un système bielle manivelle.

L'orgue est commandé par un cylindre à piquots, et peut jouer huit airs différents par déplacement axial du cylindre. Il y a deux barillets à ressorts avec fusée : un pour le mouvement et un pour l'orgue.

Cette pendule est décrite dans le livre : *Le monde des automates* de MM. Chapuis et Gélis, tome I, p. 265. Ces auteurs font descendre l'époque de cette pendule jusqu'au dernier quart du XVIII^e siècle. On peut noter, en effet, une certaine analogie de la commande de l'orgue et de son soufflet, avec ceux de l'horloge de Kintzing (n^o 4149).

10632. — E. 1885.

2. *PENDULE AVEC ORGUE, de style et d'époque Louis XVI.*

Don de M. J. Audéoud.

La pendule qui n'a rien d'extraordinaire, déclanche à l'heure le jeu de l'orgue. Celui-ci enfermé dans une



Fig 75. — Horloge hollandaise à automates et jeu d'orgues
signée : « Cs. Engeringh, à Dordrecht », 1700 (10632).

caisse de marqueterie et de bronze doré (1790) est remarquable par son exécution et sa musicalité.

10633. — E. 1885.

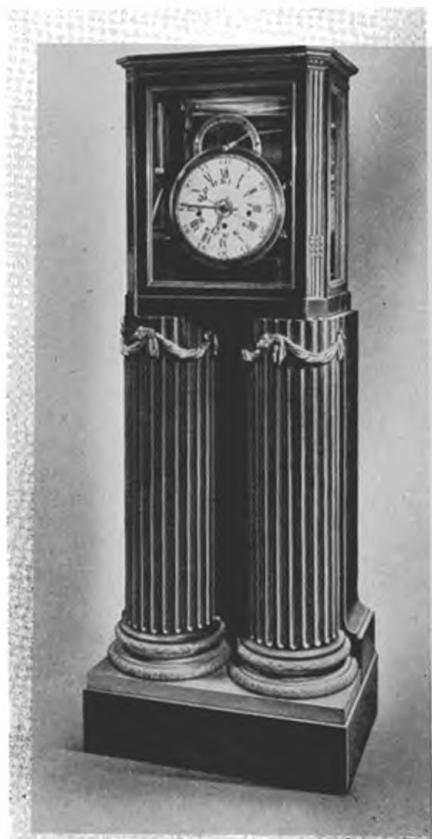


Fig. 76. — Horloge avec tympanon et orgue,
par Kintzing, 1780 (4149).

3. *HORLOGE AVEC TYMPANON ET ORGUE*, par Kintzing, à
Neuwied (1780) (fig. 76).

Pendule battant la seconde, non compensé, suspension à fil, échappement à chevilles. Quatre aiguilles concentriques d'un fort beau travail indiquent la seconde, la minute, l'heure et le quantième. Sonnerie à rateau sonnant les heures, à répétition (une manette d'arrêt placée au bord du cadran permet d'empêcher le fonctionnement de la sonnerie pendant la nuit).

Avant la sonnerie de l'heure, la musique est déclanchée : elle comporte un jeu de tuyaux de flûtes, et un tympanon (1), (ou plutôt un clavecin, puisqu'il y a un marteau par corde).

Le jeu est commandé par un cylindre à piquots, qui peut jouer 4 airs différents par déplacement axial (il y a trois cylindres de rechange). La musique peut être à volonté répétée ou mise au silence. Il y a trois poids moteurs (mouvement, sonnerie, musique). Remarquer la gaine en acajou, figurant deux demi-colonnes à cannelures.

Kintzing est également l'auteur de l'automate « la joueuse de Tympanon ».

4149. — E. av. 1849.

4. *PENDULE AVEC JEU DE FLUTES ET CARILLON, signée : J. Van Hoof et Fils, à Anvers (1790).*

Don de M. J. Audéoud.

Mouvement squelette; pendule non compensé avec échappement Graham, ressort moteur; sonnerie à chaperon à deux timbres qui répète chaque heure, jour de la semaine, quantième et mois, phase de la lune et heure en divers lieux.

La minuterie déclanche le carillon qui comporte dix clochettes avec chacune deux marteaux commandés par un cylindre de cuivre à piquots mû par un ressort avec fusée.

Le barillet de sonnerie déclanche le jeu de flûtes semblable aux mêmes instruments de cette époque et qui porte la signature : « Roque, à Paris ». Il est commandé aussi par un barillet avec fusée. On peut donc penser que cette pendule provient de l'association de plusieurs mécanismes primitivement indépendants. Elle a d'ailleurs souffert et on y rencontre en plusieurs endroits des pièces actuellement sans fonction (notamment le régulateur à ailettes de droite).

10619. — E. 1885.

(1) Le tympanon est l'équivalent incorrect de « cembalo », instrument original de provenance hongroise d'où par addition d'un clavier dérive le clavecin.

MOUVEMENTS ISOLÉS

JB 3-33

1. *MOUVEMENT DE PENDULE* du xviii^e siècle, par Théodore de Mire, à Paris (1690).

Legs de M. J. Audéoud en 1885.

Un barillet unique commande à la fois le rouage et la sonnerie. Pendule à suspension par fil de soie; le fil peut être enroulé plus ou moins sur un axe qui porte un index se déplaçant sur un petit cadran pour régler l'avance ou le retard. Echappement à roue de rencontre.

Sonnerie à chaperon, offrant la disposition presque uniforme dans toutes les pendules anciennes : axe du marteau vertical sur un bord du mouvement; timbre placé au-dessus.

Travail très soigné et luxueux : on remarquera en particulier les pièces de la sonnerie en acier découpé et ciselé qui sont d'une facture exquise.

10644. — E. 1885.

2. *ANCIEN MOUVEMENT DE REGULATEUR A POIDS*, par Pierre du Chesne, à Paris (1715).

Legs de M. J. Audéoud en 1885.

Un poids unique avec remontoir à corde sans fin, actionnait à la fois le mouvement et la sonnerie.

Pendule cycloïdal selon Huygens : la lame de suspension très longue et souple, s'appuie sur des guides en forme d'arc de cycloïde (ce qui réalise rigoureusement l'isochronisme, au moins en théorie). Echappement à ancre à recul.

Sonnerie à chaperon, avec leviers en acier ajourés, présentant la même disposition que dans la pièce ci-dessus.

10647. — E. 1885.

3. *MOUVEMENT DE REGULATEUR, par Gallonde (1740).*

Legs de M. J. Audéoud en 1885.

Mouvement sans sonnerie, avec échappement à cheville. Poids moteur (il reste la poulie à gorge garnie de pointes pour empêcher le glissement de la corde sans fin). Suivant l'habitude de cet horloger, les axes des mobiles les plus rapides sont montés sur des rouleaux.

10650. — E. 1885.

4. *MOUVEMENT D'HORLOGE A RESSORT, par Le Faucheur, à Paris (1760).*

Legs de M. J. Audéoud en 1885.

Echappement à recul à deux leviers (Cf. le n° 7498). Sonnerie heures et quarts à rateau et limaçon.

10648. — E. 1885.

5. *MOUVEMENT DE PENDULE A REPETITION, par Ferdinand Berthoud (1760).*

Legs de M. J. Audéoud en 1885.

Modèle particulièrement bien adapté à l'étude de la sonnerie à répétition à tirage. Sonnerie à limaçon et rateau, avec un second limaçon pour les quarts.

Le rouage de répétition comporte un barillet à ressort que l'on arme en tirant le cordon. Il se désarme en sonnante les heures avec un seul marteau et les quarts à double coup.

10642. — E. 1885.

6. *MOUVEMENT DE PENDULE A REPETITION, par Benoît Gérard.*

Don de M. J. Audéoud.

Même mécanisme que le précédent.

10643. — E. 1885.

7. *MOUVEMENT DE PENDULE SUIVANT LE SYSTEME DECIMAL ET LE SYSTEME DUODECIMAL (1795).*

1299. — E. av. 1814.

8. *MOUVEMENT D'HORLOGE A POIDS* (1720).

Don de M. Durier en 1893.

Pendule à suspension par fil de soie; échappement à ancre à recul. Cadran en bronze fondu avec heures sur des cartouches émaillés.

Sonnerie à rateau et limaçon.

Bon type de mouvement d'horloge fabriqué pendant tout le XVIII^e siècle.

12400. — E. 1893.

9. *MOUVEMENT DE PENDULE, par Lépine* (1780).

Legs de M. J. Audéoud.

Pièce de très belle exécution, avec un mécanisme intéressant : la force motrice est tirée tout entière du très volumineux barillet qu'on aperçoit entre les platines inférieures. Il actionne directement la sonnerie à chaperon et en même temps que l'heure sonne, il remonte un petit ressort qui donne la force au mouvement.

On peut remarquer que si l'on consent à une complication de ce genre, la solution de Bertrand (n^o 10618), qui consiste à faire remonter un poids par le barillet de sonnerie, est plus rationnelle, car elle assure au mouvement une force bien plus constante.

10626. — E. 1885.

10. *MOUVEMENT DE PENDULE* (1785).

Legs de M. J. Audéoud en 1885.

Même principe que le précédent : il y a deux ressorts avec barillets attaquant le même pignon pour commander la sonnerie à chaperon. L'une des roues de la sonnerie remonte le petit ressort qui actionne le mouvement.

10649. — E. 1885.

11. *DEUX MOUVEMENTS D'HORLOGE à calendrier, exécutés par V. Pierret* (1854).

Don de M. V. Pierret.

8335. — E. 1872.

12. *MOUVEMENT DE PENDULE ANGLAISE A VEILLEUSE ET A SONNERIE.* La signature est sur la fausse platine à décoration gravée qui recouvre la platine arrière du mouvement (usage anglais) : « Robert Seignior, Exchange Alley London » (1740).

Don de l'Académie des Sciences.

Pour avoir l'heure la nuit, on a construit pendant tout le XVIII^e siècle, des pendules possédant un cadran mobile avec chiffres découpés à jour, derrière lequel on disposait une veilleuse à huile : la présente pièce est un exemple particulièrement perfectionné de ce type. Elle permet de lire à la fois les heures et les quarts.

Dans l'état actuel, elle ne marque plus que les quarts ; le cadran percé de deux guichets diamétralement opposés fait un tour en deux heures et par suite, chaque heure, un guichet vient en face des chiffres découpés : I, II, III, IV, etc. Il y avait probablement un autre cadran qui laissait apparaître successivement les chiffres des douze heures dans les guichets.

Elle comporte, en outre, une sonnerie des heures à chaperon et une sonnerie des quarts qui sont frappés sur trois timbres. La roue des minutes déclanche la sonnerie des quarts qui déclanche à son tour celle des heures. La force motrice est fournie par trois barillets à ressort munis chacun d'une fusée, pour le mouvement et les deux sonneries.

8231. — E. 1866.

13. *MOUVEMENT DE PENDULE A VEILLEUSE, époque Louis XV* (1670).

Don de M. J. Audéoud.

Un cadran découpé tourne en douze heures et sa partie supérieure qui est en face d'une ouverture ménagée dans la platine permet de lire l'heure en face d'un index découpé.

Pendule à suspension par fil de soie avec arcs de cycloïde ; échappement à roue de rencontre.

10641. — E. 1885.

14. *MOUVEMENT DE PENDULE CONTROLEUSE DE RONDE.* Construction anglaise du XVIII^e siècle.

Don de l'Académie des Sciences.

Mouvement avec fusée à corde, balancier circulaire et spiral. Il déroule une bande de papier sur laquelle le

veilleur marque l'heure en piquant avec une pointe
d'acier commandée par une poignée.

8067. — E. 1866.

AUX RESERVES

1. *MOUVEMENT D'HORLOGE à échappement à rouleau et sonnerie
à rateau.*

8364. — E. 1872.

2. *COLLECTION DE 10 MOUVEMENTS D'HORLOGE, par
MM. Japy Frères.*

8366. — E. av. 1872.

3. *MOUVEMENT D'HORLOGE.*

8365. — E. 1872



MOUVEMENT A MOTEUR HYDRAULIQUE

JB 3-34

1. *HORLOGE DE PERRAULT, marchant par le moyen de l'eau.*

Inventée vers 1666, cette horloge constitue un essai d'utilisation de la force motrice de l'eau pour actionner les rouages. Une dérivation du courant d'eau régularise également le mouvement du balancier grâce à un dispositif de bascule.

299. — E. av. 1814.



MONTRES

JB 3-4

Ce qui a été dit de l'horlogerie mécanique s'applique à la montre, dont le mécanisme ne fait appel à aucun principe particulier.

L'apparition de la montre se situe au début du xvi^e siècle en Allemagne ou à la fin du xv^e siècle en France, mais des documents précis manquent et il n'est pas prudent d'accepter les affirmations des auteurs, plus souvent guidés par un patriotisme sentimental que par le souci de l'exactitude historique. Nous laisserons entièrement de côté les premières montres, rarissimes et dont au surplus il n'y a pas de représentant au Conservatoire, pour résumer les caractères des principaux types à partir du début du xvii^e siècle.

Le mécanisme des montres est moins variable que celui des horloges du moins quant à sa structure générale, parce que tout y est subordonné à l'économie de la place disponible. Le premier type que nous envisagerons est celui qui prévaut de 1580 à 1675 environ (n^o 1283, 1284, 14409, époque Louis XIII) : le mouvement est compris entre deux *platines*; la force motrice, fournie par un ressort dans un barillet, avec une fusée pour régulariser la force; la fusée liée au barillet par une corde à boyau; il y a un échappement à roue de rencontre et le balancier annulaire n'est qu'un foliot dénué de période propre.

Le second type prend naissance avec l'invention du spiral par Huygens, en 1675, mais au début il ne se distingue du précédent justement que par l'adjonction du spiral, opération qui a été facilement effectuée sur la plupart des montres existant à l'époque.

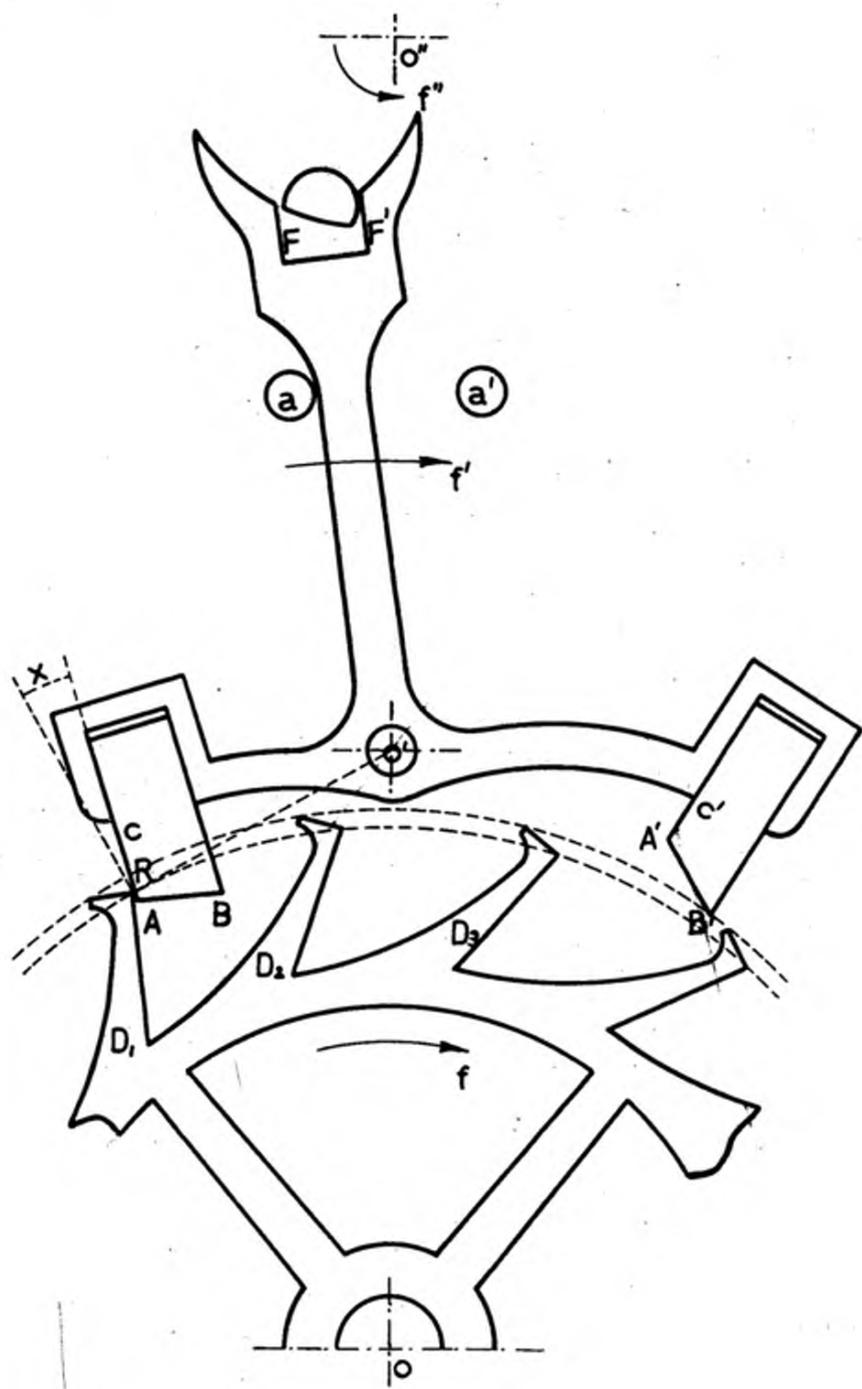


Fig. 78 A.

Echappement moderne à ancre pour montre.

Le balancier a son centre en O'' , il n'est pas figuré. Le dessin A représente l'échappement au moment où va se produire le dégagement : l'ancre poussée par le balancier va se mettre en mouvement suivant la flèche f' et laisser échapper la dent D_1 qui repose en R sur le levée en rubis. L'angle x dit de *tirage*

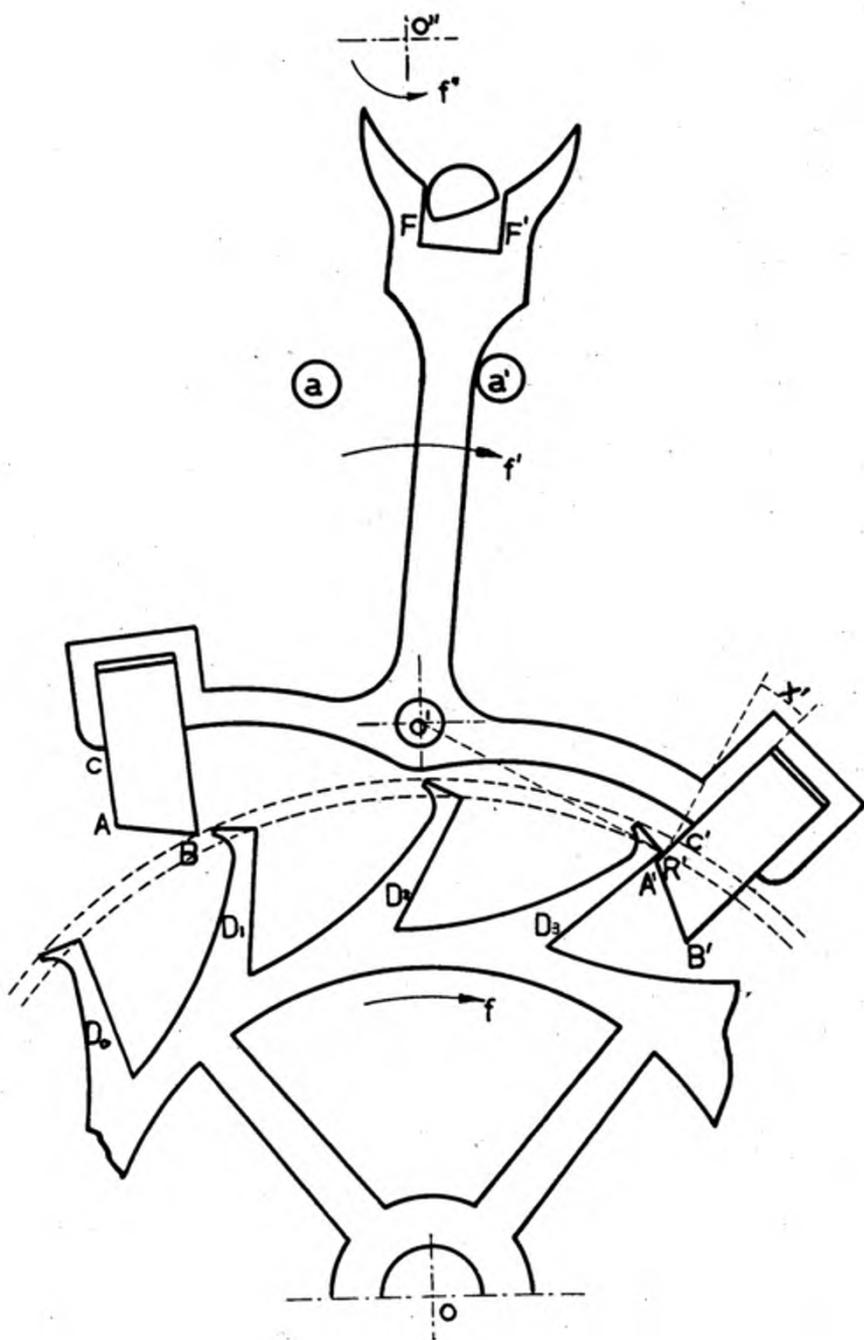


Fig. 78 B.

assure la sécurité du repos à l'égard des chocs. Le dessin B représente l'échappement après l'impulsion, au moment où il s'immobilise de nouveau : l'impulsion donnée par la dent D_1 sur la face AB a été transmise au balancier par la corne F de l'ancre. La roue d'échappement a tourné ; la dent D_3 est venue au repos en R' . Le balancier s'apprête à continuer librement son oscillation suivant la flèche f'' : à son retour en sens inverse, les mêmes fonctions se reproduiront.

Le type de mouvement ainsi mis au point montre une remarquable uniformité et une évolution lente restreinte aux détails pendant deux siècles. La corde de la fusée est remplacée progressivement par une chaînette et le mouvement se fait de moins en moins épais. Un de leurs traits les plus marquants est la forme et la disposition du *coq*. Cette pièce surmonte la platine postérieure et porte une des extrémités de l'axe du balancier et le recouvre entièrement. C'est donc surtout une protection du balancier qui empêche qu'on l'arrête ou qu'on le fausse quand on ouvre la montre pour la remonter. Le *coq* prend naissance en même temps que le foliot annulaire et dès le début on songe à en tirer

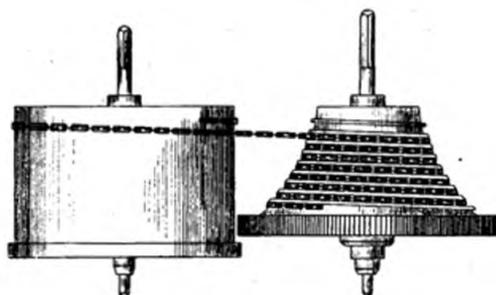


Fig. 77. — Schéma du barillet et de la fusée.

Le couple moteur, régularisé par la fusée, est transmis au rouage par la denture qu'elle porte à sa partie inférieure. Cet ensemble moteur, presque toujours utilisé dans les anciennes montres, l'est encore aujourd'hui dans les chronomètres de marine.

parti pour la décoration. Au *xvi*^e siècle prédomine un décor floral réaliste d'un goût sûr et luxuriant principalement tiré du fraisier. A cette époque il est fixé à la platine par un pied, le reste étant en porte à faux. La construction anglaise reste très longtemps fidèle à ce principe : l'embase qui assujettit le *coq* sur la platine est très large, pour assurer une assise solide et décorée comme le reste; dans un très grand nombre de *coqs* anglais la partie rétrécie entre l'embase et le disque figure un masque. Dans la construction française et hollandaise, dès le *xvii*^e siècle, le *coq* est fixé par deux pieds et devient quasi circulaire. Son importance augmente à mesure qu'on augmente le rayon du balancier avec l'idée intuitive et assez juste qu'on augmentait par là son pouvoir réglant. Le *coq* arrive ainsi à occuper la plus grande partie de la platine et sur cette large surface s'étale la somptueuse ornement-

tation du style Louis XIV. Le coq est souvent en argent, les piliers plus rarement. Certains coqs étrangers ont la même forme mais ne sont pas ciselés à jour; ils ont seulement une décoration gravée avec une fenêtre plus ou moins grande qui permet de voir le va et vient du balancier. Avec le temps, le coq suit l'évolution des arts décoratifs : il est successivement Louis XV et Louis XVI. Au XIX^e siècle il n'est plus qu'une copie des types antérieurs et se fige dans un faux Louis XV en attendant de disparaître lorsque le balancier trouve à se loger entre les platines.

Ce type de montre, avec échappement à roue de rencontre, mouvement logé entre deux platines et surmonté d'un coq a duré jusqu'au second tiers du siècle dernier, construite de façon « semi industrielle », c'est-à-dire manuellement, mais avec division du travail et avec une extrême routine.

Cependant, dès la fin du XVIII^e siècle, Lépine avait imaginé de diviser l'une des platines en plusieurs *ponts*, ce qui facilite le montage; en même temps, suivi par tous les grands horlogers, il abandonne l'échappement à roue de rencontre et place le balancier sous un pont (qui porte encore quelquefois abusivement le nom de coq).

La plupart des échappements avaient été inventés dans le courant du XVIII^e siècle : l'échappement à cylindre par Graham, en 1728, l'échappement à ancre par Mudge, en 1754, l'échappement duplex par Le Roy, l'échappement à virgule par Lépine vers 1750, l'échappement à double virgule par Beaumarchais, en 1754, etc...

Beaucoup sont restés des curiosités sans application pratique, d'autres sont restés longtemps sans emploi avant de connaître une vogue universelle.

On peut parler d'un âge de la montre à cylindre qui débute vers 1840 pour finir vers 1900, non qu'on ne fasse plus de telles montres, mais depuis cette époque elles tendent à disparaître et sont de moins bonne qualité.

Nous sommes, par suite, dans l'âge de la montre à ancre, qui est toujours dans la phase ascendante de son évolution.

Le remontoir sans clef est inventé sous diverses formes par Philippe, en 1842 et par Le Coultre en 1846. Il se répand d'abord

lentement, puis de plus en plus généralement. Il n'y a pas longtemps qu'on ne fabrique plus de montres à clef, et on en trouverait peut-être encore à vendre chez des horlogers de petites villes.

L'aspect le plus intéressant de l'évolution du mouvement de montre dans le dernier demi-siècle, n'est pas dans sa structure mais dans son mode de fabrication : le machinisme s'est développé pour aboutir à l'automatisme qui, avec l'extrême spécialisation est un des caractères dominants des machines modernes, caractères qui sont l'un et l'autre poussés au plus haut degré par les machines d'horlogerie.



MONTRES COMPLIQUÉES

Toutes les complications dont nous avons vu le principe au sujet de l'horlogerie mécanique, ont été appliquées aux montres, et cela dès une époque très ancienne, malgré ou peut-être à cause des difficultés extraordinaires que les maîtres horlogers ont dû vaincre pour loger les mécanismes dans leurs boîtes minuscules.

Les montres à sonnerie au passage et à réveil se trouvent dès le xvi^e siècle. La sonnerie à répétition inventée en Angleterre à la fin du xvii^e siècle, se répand au siècle suivant, à tel point que la plupart des montres soignées sont munies de ce perfectionnement. La sonnerie est du type à limaçon, elle est déclanchée à volonté par l'enfoncement du pendant qui a pour effet de bander son ressort particulier. La plus grande partie du mécanisme est logée entre la platine supérieure et le cadran, et on peut facilement l'étudier en enlevant celui-ci. Il y a un, deux ou trois marteaux qui frappent sur des gongs d'acier en forme de tiges enroulées le long de la périphérie du mouvement. Parfois il n'y a pas de gong et le marteau frappe les coups sur la boîte : la répétition est alors dite « au toc ».

Les montres à indications astronomiques: phase de la lune et quantième, ont été construites depuis les origines de la montre jusqu'à nos jours.

Parmi les auteurs de montres compliquées, une place à part doit être réservée à Abram-Louis Bréguet qui a produit les chefs-d'œuvre incontestés du genre. Une très belle pièce, qui peut en être prise pour type, est la montre du duc de Choiseul-Praslin (n^o 16311) qui donne le quantième perpétuel avec l'âge de la lune, l'équation du temps solaire et comporte un thermomètre à bilame, adjonction très à la mode chez Bréguet. On connaît des montres de Bréguet encore beaucoup plus complexes (la « Marie-Antoi-

nette » comporte, outre toutes les complications précédentes, la sonnerie à répétition à minutes, la seconde indépendante déclanchée à volonté et le remontage automatique).

Les principales complications en usage dans les montres modernes sont le *remontage automatique* et le *chronographe* avec ses diverses variétés.

Pour assurer automatiquement le remontage de la montre, on utilise l'inertie d'une masse, pivotée excentriquement par rapport à son centre de gravité, qui agit sur le barillet du ressort moteur par un système de leviers et de cliquets. Les secousses subies par la montre dans la poche ou au bras de son propriétaire font aller et venir la masse et celle-ci, dans un sens, remonte le ressort, tandis que dans l'autre les cliquets la laissent revenir. Ce mécanisme est délicat, il faut y adjoindre en particulier un dispositif évitant la fatigue du ressort quand il est déjà remonté à fond; prévoir un remontage de secours, penser à la mise à l'heure qui ne se fait pas comme dans les montres ordinaires. Il fut inventé dès le XVIII^e siècle, non par Bréguet comme on le dit souvent, mais par l'horloger suisse Abraham-Louis Perrelet, vers 1770. Celui-ci vendit ses montres à Bréguet, qui en fit, pour sa part, un certain nombre avec le luxe d'exécution qui est sa marque propre.

On en fit au début du XIX^e siècle (voir les n^{os} 10659 et 10660) puis le système fut abandonné; essayé à nouveau à diverses reprises, avec plus ou moins de succès depuis le début du siècle pour les montres-bracelet, il est actuellement construit en grande série par plusieurs importantes marques suisses et de nombreux techniciens y voient la montre de l'avenir.

Un chronographe comporte une aiguille trotteuse que l'on peut mettre en route, arrêter ou ramener à zéro à volonté. La trotteuse fait généralement un tour par minute, elle marque les 1/5 de seconde, elle est accompagnée d'une aiguille totalisatrice de minutes (compteur de minutes) et parfois d'un compteur d'heures. Le chronographe moderne tire son origine d'une part, de la montre dite « à secondes indépendantes » et du « *chronographe* » de Rieussec.

Dans la montre à secondes indépendantes, à une montre complète est associé un second rouage avec ressort moteur, qui est

déclanché chaque seconde par le pignon d'échappement du premier rouage. L'aiguille ainsi commandée, avance par sauts d'une seconde comme celle des régulateurs; ce type de montre a eu autrefois la faveur des médecins. L'aiguille sauteuse peut être arrêtée et remise en route, mais non ramenée à volonté à zéro. Le chronographe de Rieussec est ce qu'on appelle aujourd'hui un *compte secondes*, il ne marque pas l'heure, son aiguille trotteuse marche constamment et aux instants que l'on veut pointer, elle dépose sur le cadran une petite goutte d'encre; après usage, on ouvre le verre et on essuie le cadran. Conformément à son nom cet instrument « écrit ». Le mécanisme de remise de ou des aiguilles à zéro comporte sur l'axe de l'aiguille une came en forme de cœur, sur laquelle vient frapper un levier appelé marteau : quelle que soit la position du cœur au moment où le marteau vient le frapper, il tourne et vient occuper la seule position d'équilibre possible : celle où l'aiguille est au zéro. La mise en route de l'aiguille se fait en amenant brusquement une roue dentée, entraînée en permanence par le rouage de montre en prise, avec une roue semblable montée sur l'axe de l'aiguille. Pour l'arrêter il faut désolidariser ces deux roues et immédiatement après freiner la trotteuse, double fonction assez délicate à réaliser. Toutes ces opérations se font successivement par la manœuvre du même poussoir.

Le chronographe se prête à mainte complication dont la plus importante est celle de l'aiguille *dédoublante et rattrapante* : il y a deux aiguilles trotteuses qui normalement cheminent ensemble, si exactement confondues qu'on n'en voit qu'une; mais l'une d'elles peut à volonté s'arrêter pour laisser le temps de faire une lecture, puis rattraper la première quasi instantanément.

B I B L I O G R A P H I E

- L. DEFOSSEZ: Les savants du XVII^e siècle et la mesure du temps (Edition du *Journal Suisse d'horlogerie et de bijouterie*, Lausanne 1946).
- P. MESNAGE: Esquisse d'une histoire de la montre (*Annales de Franche-Comté*, 1947).

MONTRES ANTÉRIEURES A L'INVENTION DU SPIRAL

JB 3-41

Cette première période de l'histoire de la montre, n'est que faiblement représentée au Conservatoire par trois *mouvements* paraissant d'époque Louis XIII. Les boîtes ont trop souvent disparu, sans doute à cause de leur valeur marchande : la matière (or, émaux, cristal de roche, pierreries, etc...) et le travail (gravure, ciselure, peinture d'émail, etc...) en étaient également précieux.

1. *MOUVEMENT DE MONTRE* (diamètre 27 mm) signé : *Lemaindre Blois* (xvi^e siècle).

Echappement à roue de rencontre; fusée à corde; foliot annulaire. L'horlogerie blésoise a été particulièrement brillante pendant tout le xvi^e et le début du xvii^e siècle.

1283. — E. av. 1814.

2. *MOUVEMENT DE MONTRE carré*, signé : « *Balthazar Martinot, Paris* », célèbre horloger du xvii^e siècle.

Mêmes caractéristiques techniques que le n^o 1283.

1284. — E. av. 1814.

3. *MOUVEMENT DE MONTRE, signé : « G. Quantin, à Paris »*

Don de M. Teste.

Mêmes caractéristiques techniques que le n° 1283.

Il est impossible de préciser si le cadran d'émail est de la même époque que le mouvement.

14409. — E. 1912.

4. *MONTRE A FUSEE, par Thomé.*

Don de Mme Anthony.

17839. — E. 1942.



MONTRES COMPLÈTES

JB 3-42-1

Quelques pièces de la fin du XVII^e siècle ou du début du XVIII^e.

1. MONTRE EN ARGENT, style et époque Louis XIV, signée :
« Gaudron, à Paris ».

Don de « La Gerbe d'Or ».

Echappement à roue de rencontre; fusée à chaîne (ces caractères ne sont pas répétés chaque fois). Noter la grandeur du balancier; beau coq. Il y a une seule aiguille indiquant les heures. L'aiguille des minutes telle qu'elle est disposée aujourd'hui, a été inventée en Angleterre vers 1690.

18700. — E. 1947.

2. MONTRE DITE « GRANDE TOQUANTE », signée : « Gaudron, à Paris » (1710).

Don de M. J. Audéoud.

Le coq est encore de style Louis XIV, mais la présence d'une cadrature à deux aiguilles la situe au début du XVIII^e siècle.

A noter que les montres ont souvent été refaites en partie et modernisée, de sorte que le mouvement, dans son ensemble, peut être très antérieur au cadran par exemple.

10672. — E. 1885.

3. MONTRE A REVEIL EN ARGENT, signée : « Lazare Jacquier, à Genève » (fin du XVII^e ou début du XVIII^e siècle).

La mise à l'heure du réveil se fait en tournant le centre du cadran.

L'exécution d'une montre à réveil était un des travaux exigés des candidats à la maîtrise.

6895. — E. 1860.

Intéressante série de montres anglaises du XVIII^e siècle.

L'horlogerie anglaise était particulièrement florissante.

Les horlogers anglais de cette époque ont fait un grand nombre d'inventions relatives à l'horlogerie.

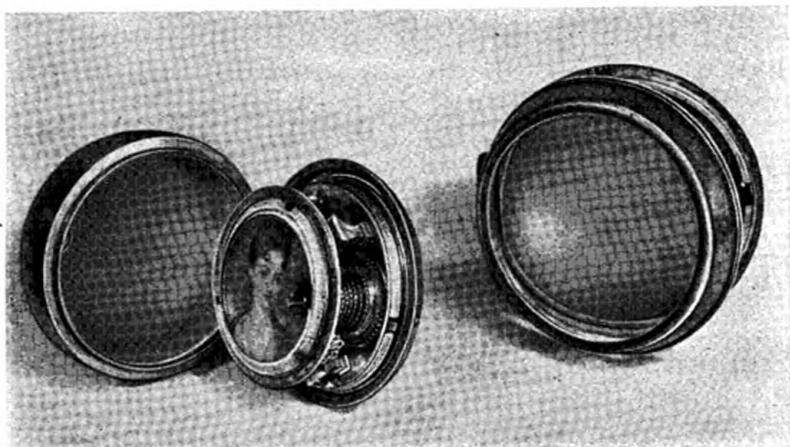


Fig. 79. — Montre anglaise en argent signée David Lestourgeon, London, 1575 (10668).

4. *MONTRE ANGLAISE EN ARGENT* (fig. 79), signée : « David Lestourgeon, London 1575 » (ce chiffre est un numéro).

Don de M. J. Audéoud.

Double boîte. Le coq est remplacé par une plaque portant un portrait peint en miniature. Le cadran est à guichets : les heures se lisent dans le guichet inférieur ; les indications des guichets latéraux ne sont pas claires (peut-être les jours de la semaine dans celui de gauche ?) l'aiguille donne les minutes ; le balancier est apparent sous soixante minutes.

La double boîte est caractéristique de toute la production du temps ; il y a souvent, en outre, un couvercle (appelé calotte) qui enferme le mouvement pour mieux le protéger de la poussière.

10668. — E. 1885.

5. *MONTRE ANGLAISE EN ARGENT* (1760), signée : « J. n° James London 753 ».

1976. — E. 1819.

6. *MONTRE ANGLAISE EN ARGENT* (1760), ornée au dos d'un portrait ciselé en bas-relief, signée : « Geo Clerke, London », (fig. 80).

1977. — E. 1819.

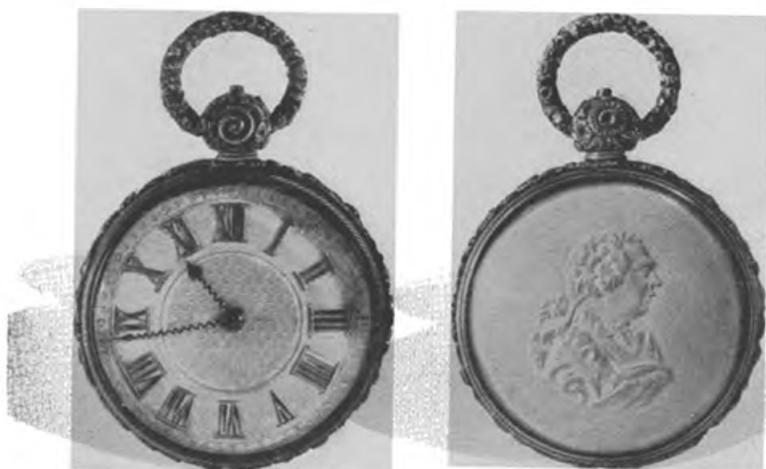


Fig. 80. — Montre anglaise en argent, 1760, signée « Geo Clerke, London » (1977).

7. *MONTRE ANGLAISE EN ARGENT* (1770), signée : « A. Hollison, London ».

1979. — E. 1819.

8. *MONTRE ANGLAISE EN ARGENT* (1760), signée : « Tho Savage, London 52189 ».

Au contraire de toutes les précédentes, cette montre n'a pas l'échappement à roue de rencontre, mais celui à cylindre de rubis.

1975. — E. 1819.

9. *MONTRE ANGLAISE EN OR*, signée : « Tho Savage, London ».

Il y a ici un échappement Duplex (1780). Noter en outre le contre-pivot de balancier en diamant.

1978. — E. 1819.



Fig. 81. — Montre de Bréguet ayant appartenu au duc de Choiseul-Praslin (16311).

*Quelques pièces de grand luxe et de la grande époque.*10. *MONTRE EN ARGENT DE ROBIN (1780).*

Don de M. J. Audéoud.

Répétition des heures et des quarts; échappement à ancre inventé. Le balancier est encore monométallique; il y a un spiral cylindrique en hélice très aplatie. Les montres à ancre dont les échappements sont tous différents, sont rarissimes jusqu'à la fin du XVIII^e siècle.

10665. — E. 1885

11. *MONTRE DE ROBIN, à graduation décimale (1794).*

Boîtier d'argent très épais dans son écrin original en peau de serpent. Mouvement de chronomètre avec balancier bimétallique et échappement à détente.

6801. — E. 1855.

12. *MONTRE COMPLIQUEE DE BREGUET, ayant appartenu au duc de Choiseul-Praslin (1785) (fig. 81).*

Don de Sir David Lionel Salomons.

Montre double face, boîte d'or gravée, répétition à dix minutes au toc et minutes sur timbre, d'un côté cadran émail blanc avec calendrier perpétuel, équation et secondes indépendantes, de l'autre côté, grand cadran en or très finement ciselé comportant phases de lune, les carrés du remontage et mise à l'heure, un carré pour marche et arrêt des secondes, avance et retard, vite ou lent, pour la répétition et développement du ressort. Le carré dans le bas et à gauche sert au remontage, le carré supérieur à gauche, pour la mise à l'heure. Le carré inférieur à droite, sert à mettre en marche et à arrêter l'aiguille des secondes indépendantes. Le carré supérieur porte une vis pour assujettir le cadran d'or: ce carré est plus gros afin d'éviter toute erreur. Le bouton placé sur le devant sert à arrêter la montre. Le calendrier se règle à l'aide d'un carré porté par le cadre de devant.

16344. — E. 1924.

13. *DESSINS ORIGINAUX de la montre du duc de Praslin.*

Don de M. Gélis.

16344. — E. 1924.

14. *MONTRE EN OR, par Lemasurier (dernier quart du XVIII^e siècle)*
(fig. 82).

Echappement à ancre avec roue à chevilles (ces échappements composites sont très nombreux à la fin du XVIII^e siècle; ils représentent les tâtonnements vers la forme définitive de l'échappement à ancre et à ce titre sont très intéressants). Répétition au toc (c'est-à-dire que le marteau frappe sur la boîte).

16234. — E. 1921.

15. *CHRONOMETRE MUSICAL, en forme de montre (1720).*

1288. — E. 1814.

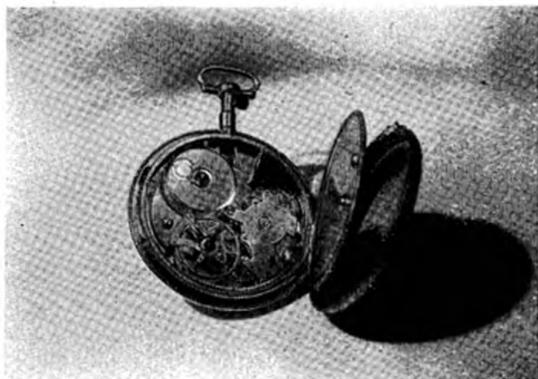


Fig. 82. — Montre en or par Lemasurier,
dernier quart du XVIII^e siècle (16234).

16. *MONTRE DE CARROSSE, signée : « J.-B. Baillon » (1751).*

Legs de M. J. Audéoud.

C'est l'ancêtre de la pendulette de voyage : elle comporte un réveil et sonne les heures et les quarts, avec répétition à tirage.

10671. — E. 1885.

Pièces du XIX^e siècle.

17. *MONTRE EN ARGENT, signée : « F. Berthoud, à Paris » (1820).*

Don de M. Clair.

Mouvement à roue de rencontre; poinçon au vieillard.

10801. — E. 1886.

18. *MONTRE EN ARGENT* (1830) (fig. 83).

Don de M. J. Audéoud.

Le cadran, peint sur émail, représente Apollon et Daphné. Mouvement à roue de rencontre. Le petit cadran à gauche du cadran principal indique le quantième.

10666. — E. 1885.



Fig. 83. — Montre en argent, 1830 (10666).

19. *MONTRE EN ARGENT, à double face.*

Don de M. J. Audéoud.

La boîte poinçonnée au type Minerve n'est pas antérieure à 1840. Il se peut que le mouvement remonte à l'époque révolutionnaire : il est à roue de rencontre et comporte deux quantièmes, l'un suivant le calendrier ordinaire, l'autre suivant le calendrier républicain (1795).

10669. — E. 1885.

20. *MONTRE EN OR, à mouvement squelette (vers 1836).*

Don de M. J. Audéoud.

Répétition à minutes; échappement à cylindre. Les platines découpées laissent voir les roues.

10667. — E. 1885.



Fig. 84. — Montre en or de la Manufacture impériale de Versailles, 1855-1860 (16760).

21. *MONTRE EN OR, 18 lignes, fabrication de la Manufacture impériale de Versailles (vers 1855-1860) (fig. 84).*

Legs de Mme Thu.

Répétition des heures et des quarts; échappement Duplex; remontoir au pendent. Les montres sans clef étaient encore exceptionnelles à l'époque.

16760. — E. 1932.

22. *MONTRE EN OR, avec calendrier à guichets.*

Don de Mme Pierret.

Construite par V. Pierret en 1870. Echappement à ancre.

8336. — E. 1872.

23. *MONTRE EN OR, avec remontoir au pendent.*

Don de Mme Vve Tissède.

Echappement à ancre, par Lejaille (1870).

12040. — E. 1890.

AUX RESERVES

1. *CONTROLEUR DE RONDE DE NUIT, de Wagner neveu.*
7571. — E. 1866
2. *CONTROLEUR DE RONDES, par MM. Trenta Frères.*
11501. — E. 1889.
3. *CONTROLEUR DE RONDES, par MM. Collin.*
10793. — E. 1886.



MÉCANISMES VARIÉS

JB 3-42-2

1. *MONTRE EN NICKEL* (1875).

Don de M. J. Audéoud.

Remontoir au pendant, platines découpées à la presse;
essai de fabrication à très bon marché.

10670. — E. 1885.

2. *MONTRE de fabrication américaine.*

Don de M. Weedus.

Waterbury Watch Cy, 1878. Autre tentative de fabrication horlogère simplifiée et à très bon marché.

9620. — E. 1881.

3. *MONTRE EN ARGENT, à graduation décimale.*

Construite et donnée par M. de la Combe.

9526. — E. 1881.

4. *MONTRE EN ARGENT, à graduation décimale et duodécimale.*

Même provenance.

9527. — E. 1881.

5. *DEUX MONTRES dites « boussole solaire », avec mode d'emploi.*

Don de M. Lainé.

14018. — E. 1907.

6. *BOITE EXTERIEURE pour montre, permettant de l'utiliser comme boussole; Hennequin inventeur (1893).*

17022. — E.

7. *MONTRE A CADRAN UNIVERSEL, dite « Chronocosmopolite »; Turpin inventeur (Exposition de 1900).*

14423. — E. 1912.

8. *MECANISME DE REVEIL-MATIN, s'adaptant à une montre qui est chargée du déclenchement de la sonnerie.*

Don de Mme Anthony.

Travail du XVIII^e siècle portant l'indication : « Galerie de Valois au Palais Royal » et attribuée à Julien Le Roy.

17844. — E. 1942.

9. *PENDULETTE à cadran d'argent guilloché et signé : « Paynes » (1780), faite avec un mouvement de montre à répétition.*

Don de M. J. Audéoud.

10673. — E. 1885.

10. *MECANISME D'EQUATION AVEC THERMOMETRE REAUMUR, dans une boîte d'argent et or (1825).*

La grande aiguille indique l'époque de l'année et celle que l'on déplace à la main par le pendant qui porte un soleil donne la valeur correspondante de l'équation du temps solaire.

Le mécanisme compte un thermomètre Réaumur.

16300. — E. 1924.

11. *HORLOGE PORTATIVE à échappement à ancre, avec effet modifié de la fourchette, de M. V. Pierret (1870).*

Don de M. V. Pierret.

8337. — E. 1872.

12. *PENDULE DE VOYAGE, mouvement à fusée et à échappement à détente, marquée : « Robert ». Ecrin cuir rouge.*

Don de Mme Thu.

16759. — E. 1932.

AUX RESERVES

1. *COLLECTION DE CALIBRES OU TRACÉS DE MONTRES.*

4146. — E. av. 1849.

2. *MECANISME DE REVEIL-MATIN.*

Don de Mme Anthony.

S'adapte à une montre qui est chargée du déclanchement et de la sonnerie, signé : « Henri Robert » (XIX^e siècle).

17846. — E. 1942.

3. *MECANISME DE REVEIL-MATIN, de Henri Robert.*

Don de M. Hervé de Kergolay.

Identique au précédent.

17489. — E. 1938.

4. *MEMOIRE ARTIFICIELLE.*

4132. — E. av. 1849.





COMPTE-SECONDES ET CHRONOGRAPHES

JB 3-43

1. *COMPTE SECONDES à goutte d'encre, par Rieussec (1820).*

Don de la famille Bréguet.

L'aiguille contient une petite réserve d'encre, et on en fait tomber une petite goutte sur le cadran en pressant sur le poussoir. On lit ensuite l'instant considéré. Cet instrument est l'ancêtre de nos *chronographes* dont il porte le nom (avec plus de raison car il *écrit*, tandis que les « *chronographes* » actuels laissent lire les instants par arrêt de leur trotteuse mais n'écrivent pas).

12319. — E. 1892.

2. *COMPTE SECONDES à sonnerie, par Bréguet (1820).*

Don de la famille Bréguet.

12318. — E. 1892.

3. *COMPTE SECONDES à goutte d'encre, par Bréguet fils (1820).*

Comporte un compteur de minutes et un compteur d'heures sur la seconde face. Lunettes en or guilloché. On y retrouve la facture de Bréguet.

2623. — E. 1840.

4. *COMPTE SECONDES à goutte d'encre, par Robert (1832).*

2634. — E. 1840.

5. *COMPTE SECONDES à goutte d'encre, marque : « Bréguet neveu et Cie » (1820).*

3569. — E. 1849.

6. COMPTE SECONDES.

Don de M. Rédier en 1857.

6651. — E. 1857

7. COMPTE SECONDES en argent, par Richardey, à Besançon.

Mouvement à cylindre; 4 rubis.

7195-7196. — E. 1863.

8. COMPTEUR A COÏNCIDENCE, par Redier (1860).

Destiné à la comparaison des horloges à seconde : c'est un mouvement à aiguille sauteuse à secondes (seconde indépendante), dont le balancier exécute dix battements à la seconde. L'instant du déclenchement de l'aiguille sauteuse peut donc être réglé au $1/10$ de seconde; on l'amène successivement en coïncidence avec les deux horloges à comparer (Cf. l'appareil à *Pendule conique* pour le même usage).

9072. — E. 1878.

9. COMPTEUR A CADRAN et mouvement de pendule (1775).

1300. — E. av. 1814.

AUX RESERVES

1. COMPTEUR à mouvement de pendule (1735).

1277. — E. av. 1814.

2. COMPTEUR OU VALET ASTRONOMIQUE, battant la demi-seconde et sonnant la seconde, par Berthoud (1775).

1383. — E. 1807.

MOUVEMENTS DE MONTRES
ET ÉLÉMENTS SÉPARÉS

JB 3-44

1. NEUF MOUVEMENTS DE MONTRES, à roue de rencontre.

Don de M. J. Audéoud.

Age et provenance divers; la plupart sont des montres anglaises, reconnaissables à la forme du coq (Cf. Introduction).

10664. — E. 1885.

2. DOUZE MOUVEMENTS DE MONTRES, à roue de rencontre.

Don de M. J. Audéoud.

Provenances diverses, la plupart françaises.

10663. — E. 1885.

3. MOUVEMENT DE MONTRE, à roue de rencontre, par Baudin fils.

Don de Mme Anthony.

17842. — E. 1942.

4. MOUVEMENT DE MONTRE, à roue de rencontre, par Bisson.

Don de Mme Anthony.

17835. — E. 1942.

5. MOUVEMENT DE MONTRE A REVEIL, exécuté par Levasseur (1700).

Don de M. J. Audéoud.

10658. — E. 1885.

6. *MOUVEMENT DE MONTRE à roue de rencontre (époque révolutionnaire), avec division décimale, quantième et calendrier républicain, par Féron.*

Pièce très intéressante.

1263. — E. av. 1814.

7. *MOUVEMENT INCOMPLET, signé : « Robert, à Paris » (1815).*

Don de M. J. Audéoud.

Echappement à cylindre : la roue d'échappement d'une dimension exceptionnelle est protégée par un coq ciselé.

10662. — E. 1885.

8. *MOUVEMENT DE MONTRE ANGLAISE, signée : « Roskell, à Liverpool » (début du XIX^e siècle).*

Don de Mme Anthony.

Echappement à ancre.

17836. — E. 1942.

9. *MOUVEMENT DE MONTRE ANGLAISE, signé : « Robinson, à Liverpool » (même époque).*

Don de Mme Anthony.

Echappement à ancre et fusée.

17838. — E. 1942.

10. *MOUVEMENT DE MONTRE A REPETITION, par Lallemand (1790).*

Don de M. J. Audéoud.

Echappement à cylindre ; compensateur à bilame.

10657. — E. 1885.

11. *MOUVEMENT DE MONTRE A REPETITION, par Revel (1820).*

Don de M. J. Audéoud.

Echappement à cylindre.

10656. — E. 1885.

12. *MOUVEMENT DE MONTRE A REPETITION.*

Don de Mme Anthony.

Echappement à cylindre.

17840. — E. 1942.

13. *MOUVEMENT DE MONTRE A REPETITION, échappement Duplex, quadrature de Frisard.*

Don de Mme Anthony.

17843. — E. 1942.

14. *MOUVEMENT DE MONTRE A REPETITION, par Blanchard, Paris.*

1285. — E. av. 1814

15. *MOUVEMENT DE MONTRE A REPETITION, par Sandoz, à Besançon.*

1287. — E. av. 1814.

16. *MOUVEMENT DE MONTRE A REPETITION ET MUSIQUE.*

Don de M. J. Audéoud.

Musique à plateau; échappement à cylindre; signée :
« Claude-Joseph Norel, horloger au Chalet » (1815).

10654. — E. 1885.

17. *MOUVEMENT DE MONTRE avec sonnerie et musique à plateau (1815).*

Don de M. J. Audéoud.

10651. — E. 1885.

18. *MOUVEMENT DE MONTRE A REPETITION, avec musique à cylindre (1820).*

Legs de M. J. Audéoud.

10652. — E. 1885.

19. *MOUVEMENT DE MONTRE à remontage automatique, à masse oscillante (1770).*

Don de M. J. Audéoud.

Echappement à cylindre.

10659. — E. 1885.

20. *MOUVEMENT DE MONTRE à remontage automatique, à masse oscillante, exécutée par Bachelard.*

Don de M. J. Audéoud.
Echappement à cylindre.

10660. — E. 1885.

21. *MOUVEMENT DE MONTRE dite « à seconde fixe », inventé par Paul Garnier (1834).*

Don de MM. les fils de Paul Garnier.

11194. — E. 1888.

22. *MOUVEMENT DE MONTRE avec échappement à chevilles (1820).*

Don de M. J. Audéoud.

10661. — E. 1885.

23. *MOUVEMENT DE MONTRE dite « Ménomètre », par T. Sibon (1844).*

Don de Mlle Sibon.
Cadran d'argent.

12437. — E. 1893.

24. *MEME MOUVEMENT, avec cadran d'émail.*

Don de Mlle Sibon.

Ces mouvements comportent un barillet démesuré avec un balancier minuscule (échappement à cylindre); ils devaient fonctionner un mois sans remontage et pour compenser la variation du couple moteur, au lieu de mettre une fusée on a prévu une action continue sur la raquette de réglage commandée par le ressort à mesure qu'il se déroule.

12438. — E. 1893.

25. *MOUVEMENTS DE MONTRE de la Maison Japy, à Beaucourt.*

1286. — E. av. 1814.

Ebauches et pièces diverses de la Maison Japy antérieures à 1872.

8367. — E. av. 1872.

26. *MOUVEMENT DE CONSTRUCTION AMERICAINE* (Bartlett Mass).

Don de Mme Anthony.

Echappement à ancre sans pierre (genre du système Roskopf actuel); exemple de fabrication bon marché.

17845. — E. 1942.

27. *MOUVEMENT DE MONTRE PLATE SANS CLEF.*

Don de Mme Anthony.

Echappement à cylindre. Le remontage se fait par une boucle portée par le barillet. C'est un des nombreux essais sans lendemain de remontage sans clef.

17847. — E. 1942.

28. *EBAUCHES MONTEES SUR PIED ET MOUVEMENTS exécutés par l'Ecole d'apprentissage d'Horlogers de Paris.*

Don du Conseil d'Administration de l'Ecole des Horlogers.

17020-17023. — E. 1885.

29. *MOUVEMENT DE MONTRE, échappement à cylindre, répétition sur timbre* (1820).

Don de M. J. Audéoud.

10655. — E. 1885.

30. *ELEMENT DE MOUVEMENT DE MONTRE, par Bompert.*

Don de Mme Anthony.

17841. — E. 1942.

31. *CADRAN DE MONTRE ANCIEN.*

Don de Mme Anthony.

17837. — E. 1942.

JB 34

32. *ELEMENTS DE REVEIL, de Henry Robert, avec graduations de 0 à 11.*

Don de Mme Anthony.

17846. — E. 1942.

33. *CHRONOMETRE SANS CADRAN.*

1436. — E. 1814.

AUX RESERVES

1. *MOUVEMENT DE MONTRE à remontoir, monté sur pied, exécuté à l'Ecole d'Apprentissage d'Horlogerie de Paris.*

Don de l'Ecole d'Apprentissage d'Horlogerie.

17023. — E. 1885



HORLOGES MARINES

JB 3-5

La détermination de la longitude par le transport de l'heure était une question d'importance fondamentale pour la navigation et la connaissance de la terre. L'idée est presque aussi ancienne que l'invention des montres et horloges transportables; elle serait dûe à l'astronome flamand Gemma Frisius; mais pour en faire une réalité pratique il était nécessaire que ces horloges fissent d'immenses progrès et il a fallu plus de deux siècles d'efforts pour arriver à une solution satisfaisante.

Les premières tentatives sérieuses sont celles de Huygens. A peine a-t-il inventé l'horloge à pendule qu'il se préoccupe de la rendre utilisable sur les navires; il fait de multiples essais de 1660 à sa mort, en 1698, au moyen de pendules cycloïdaux et de balanciers de forme très variées ayant la pesanteur pour couple de rappel. Il considérait en effet que l'influence de la température sur les balanciers munis de spiraux constituait une difficulté insurmontable.

C'est pourtant du balancier à spirale que devait venir la solution. Elle a été cherchée avec acharnement pendant tout le XVIII^e siècle par de nombreux horlogers.

Les travaux de Harrison, en Angleterre, s'étendent sur plus de cinquante ans (de 1726 à 1773) et aboutissent après de nombreux essais et la réalisation de plusieurs pièces fort curieuses, à la construction d'une *montre marine* n'ayant que le volume d'un petit chronomètre actuel qui reçoit le prix proposé par le Parlement britannique dès 1714, pour la solution du problème des longitudes.

En Angleterre aussi, Arnold et Earnshaw, profitant des travaux de leurs devanciers, arrivent dans les dernières années du siècle à des instruments très voisins des chronomètres modernes (on en jugera par un instrument qui n'est pas de ces maîtres, mais qui en est probablement inspiré (n° 10482).

En France, les travaux de Pierre Le Roy sont antérieurs : il avait inventé un échappement libre dès 1748; son chronomètre, datant de 1766, une des pièces les plus remarquables de la collection du Conservatoire (n° 1395), est un instrument des plus intéressants et des plus originaux, mais il ne semble pas avoir eu de postérité directe.

Les recherches de Ferdinand Berthoud s'étendent de 1760 à 1795 environ. Il est particulièrement intéressant de les suivre en détail au Conservatoire, qui possède la série à peu près complète des modèles successivement construits par lui et le journal manuscrit où il consigne jour par jour ses idées, ses tâtonnements et ses observations. Exécutant remarquable, mais qui ne semble guère encombré d'idées théoriques, Berthoud commence (comme l'avait fait Harrisson), par des machines étranges et inutilisables, qui lui montrent surtout ce qu'il ne faut pas faire. Puis il entreprend des petites séries d'horloges dont toutes les parties sont méthodiquement essayées et modifiées (force motrice à poids ou à ressort, échappements, compensation, etc.). La suite de ces horloges marche d'un mouvement régulier vers la diminution du volume et la simplification du mécanisme. Les dernières productions exposées (1795), sont déjà des chronomètres modernes par beaucoup de traits.

Il est temps de fixer leurs caractéristiques principales. La première est la constance de la force motrice, au moyen du ressort et de la fusée. Supprimée partout ailleurs, celle-ci s'est montrée en définitive indispensable dans le chronomètre de marine où elle est toujours employée. Par contre, les complications, comme le remontoir d'égalité et les échappements à force constante (essayées par Harrisson et Berthoud) ont disparu.

L'échappement est libre et à coup perdu. C'est pour le chronomètre que tous les échappements libres ont été inventés; celui d'Arnold, avec des variantes d'exécution infinies, s'est finalement imposé; c'est un des plus simples.

Usage des rubis et des pierres dures. Le polissage et le perçage des rubis, inventé en 1704 par le Suisse Fatio est resté pendant tout le XVIII^e siècle un monopole anglais.

Harrisson en fait un large usage : rubis percés pour les pivots, palettes de rubis pour l'échappement (qui, chose singulière, est encore à roue de rencontre dans ses fameuses pièces n^{os} 4 et 5). Berthoud s'en procurait quoique difficilement : il les réservait pour l'échappement qui est souvent chez lui à cylindre de rubis. Le Roy en était privé, ce qui semble la cause essentielle de certains échecs subis par des montres de sa construction (la « petite ronde » qui n'existe plus). Aujourd'hui les rubis ont pénétré toute l'horlogerie, à telle enseigne que le nombre de rubis n'est en aucune manière un critère de la qualité d'une montre, car il y a rubis et rubis... Dans les chronomètres leur nombre et le soin de leur exécution est supérieur et ils ont conservé l'exclusivité du contre-pivot en diamant.

Le balancier compensateur avec spiral cylindrique, et muni de *courbes terminales*, est une des deux ou trois inventions capitales du XIX^e siècle en horlogerie (Phillips, 1861). Essayons de montrer en quoi cela consiste. Le spiral du chronomètre a la forme d'une hélice, d'un côté il s'attache au coq (piton), de l'autre au balancier (virole); si le début et la fin du spiral sont simplement des portions de la même hélice, il présente des défauts d'isochronisme importants; si on donne à ces parties des formes satisfaisant à une certaine condition analytique, le défaut d'isochronisme est non pas supprimé (on démontre que ce résultat est irréalisable) mais amené à un ordre infinitésimal supérieur, c'est-à-dire qu'il devient très petit par rapport à la valeur qu'il avait précédemment. La même condition imposée aux courbes terminales réduit l'influence de toutes les perturbations qui peuvent être infligées au spiral. Le même principe est appliqué au spiral des montres de qualité avec le même succès : on peut facilement se rendre compte si une montre possède ce perfectionnement en observant le spiral en marche, il doit se dilater et se contracter *concentriquement* (le spiral ainsi modifié pour les montres est dit « spiral Bréguet »).

Aujourd'hui, le chronomètre de marine a atteint un degré de perfection qu'il semble à peine possible de surpasser.

B I B L I O G R A P H I E

Ferdinand BERTHOUD. — *Traité des horloges marines* (1773). (Description et apologie de ses premières pièces).

Ferdinand BERTHOUD. — *Traité des montres à longitude*; avec les suppléments : 1792, 1797 et 1807.

Lt-Com^e R.T. GOULD. — *The Marine Chronometer. Its History and Development*. J.D. Potter édit., Londres 1925.

P. DITISHEIM, R. LALLIER, L. REVERCHON, Cdt VIVIELLE : *Pierre Le Roy et la chronométrie*. Edit. Tardy, Paris 1940.



PIÈCES ANCIENNES DIVERSES

JB 3-51

1. *HORLOGE HORIZONTALE A FOLIOT* (xvii^e siècle).

Don de l'Académie des Sciences.

Seule la disposition à cadran horizontal et le volume et la présence d'une aiguille de secondes, indiquent que cette pièce a pu être construite pour l'usage sur un vaisseau. Il n'était pas question de réglage ni de mesure des longitudes.

Au demeurant cette pièce est d'une belle exécution et représente bien le mécanisme primitif antérieur aux régulateurs pendulaires.

7494. — E. 1866.

2. *HORLOGE A DEUX BALANCIERS POUR LA MARINE*, par *Jean-Baptiste Dutertre* (1728).

Don de l'Académie des Sciences.

L'emploi de deux pendules pour éliminer les perturbations était une vieille idée ayant cours partout au xviii^e siècle; on la verra reprise par Berthoud dans ses machines 1 et 2.

Les deux pendules qui portent des secteurs dentés engageant l'un avec l'autre, doivent laisser échapper la même roue à rochet au moyen des palettes qu'ils portent sur leur axe.

Quant à juger de la valeur du système, on ne peut mieux faire que de reproduire la phrase de Thiout (1742) écrite à son sujet : « L'auteur a prétendu que l'usage de cet échappement pourroit être fort juste dans un vaisseau. »

7493. — E. 1866.

3. *HORLOGE A BALANCIER CIRCULAIRE HORIZONTAL, par de Rivaz (vers 1750).*

Pour obtenir une horloge à balancier circulaire fonctionnant également bien dans toutes les positions, robuste et indifférente aux secousses, de Rivaz a eu l'idée de fixer son balancier au milieu d'une lame d'acier tendue entre deux supports. On a ainsi une suspension élastique et solide et la torsion de la lame fournit le couple de rappel. Restent évidemment les questions d'isochronisme et de compensation, pour ne citer que deux problèmes capitaux.

Cette pièce tout en fer, d'exécution assez rustique, donne l'impression d'être un essai. Elle a pour moteur un ressort de barillet avec fusée; l'échappement est à roue de rencontre. Les palettes de l'échappement sont sur un axe lié au balancier par une légère fourchette qui s'engage entre deux goupilles de la serge. On a probablement voulu laisser au balancier un certain jeu dans son plan, pour encaïsser les secousses sans dommages; en fait la fourchette sort des goupilles avec une trop grande facilité.

1296. — E. av. 1814.

4. *HORLOGE A BALANCIER CIRCULAIRE VERTICAL, par de Rivaz (1750).*

Autre version du modèle précédent : la lame de suspension est horizontale et par suite le balancier tourne dans un plan vertical.

1298. — E. av. 1814.

5. *HORLOGE MARINE, par de Rivaz (entre 1749 et 1752) (fig. 85).*

Don de l'Académie des Sciences.

Horloge à folliot et à équation.

Le principe du balancier suspendu par une lame de torsion a été appliqué à la construction d'une pièce très belle et très soignée, comportant un remontoir d'égalité fort ingénieux et un mécanisme d'équation.

Le rouage moteur principal qui comporte un très gros barillet, n'agit pas directement sur l'axe de la roue d'échappement, mais il a pour fonction de bander un petit ressort spiral, dont une extrémité est fixée à cet axe et qui sert de moteur à l'échappement. Chaque fois que la roue de rencontre a tourné d'un quart de tour,

une entaille creusée dans son axe laisse échapper une branche d'une étoile en fil d'acier et le rouage principal tourne, remontant le petit ressort jusqu'à ce que la branche suivante de l'étoile vienne à l'arrêt dans l'entaille de l'axe qui lui correspond. L'axe porte donc quatre entailles décalées d'un quart de tour l'une par rapport à l'autre.

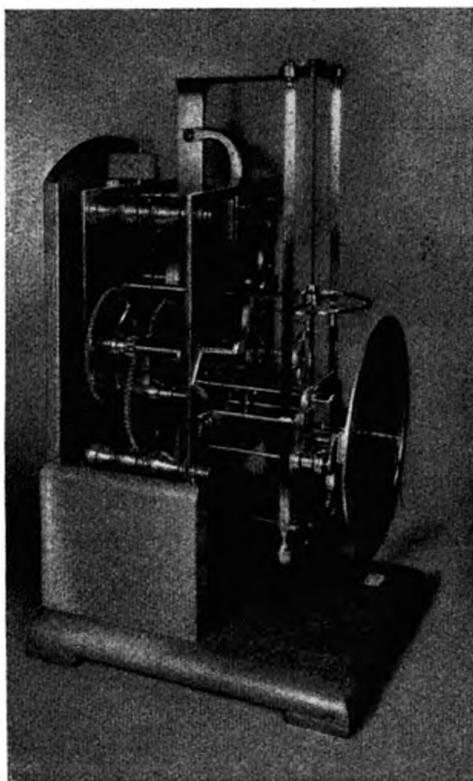


Fig. 85. — Horloge marine par de Rivaz, 1749-1752 (7495).

La lame de torsion portant le balancier est tendue entre un support fixe et un support réglable. Dans celui-ci, une lame bimétallique acier-laiton, semble constituer un essai de compensation.

La minuterie entraîne deux aiguilles, heures et minutes et une roue annuelle avec courbe de l'équation du temps solaire qui déplace un anneau gradué en minutes concentrique au cadran sur lequel on lit les minutes de temps solaire.

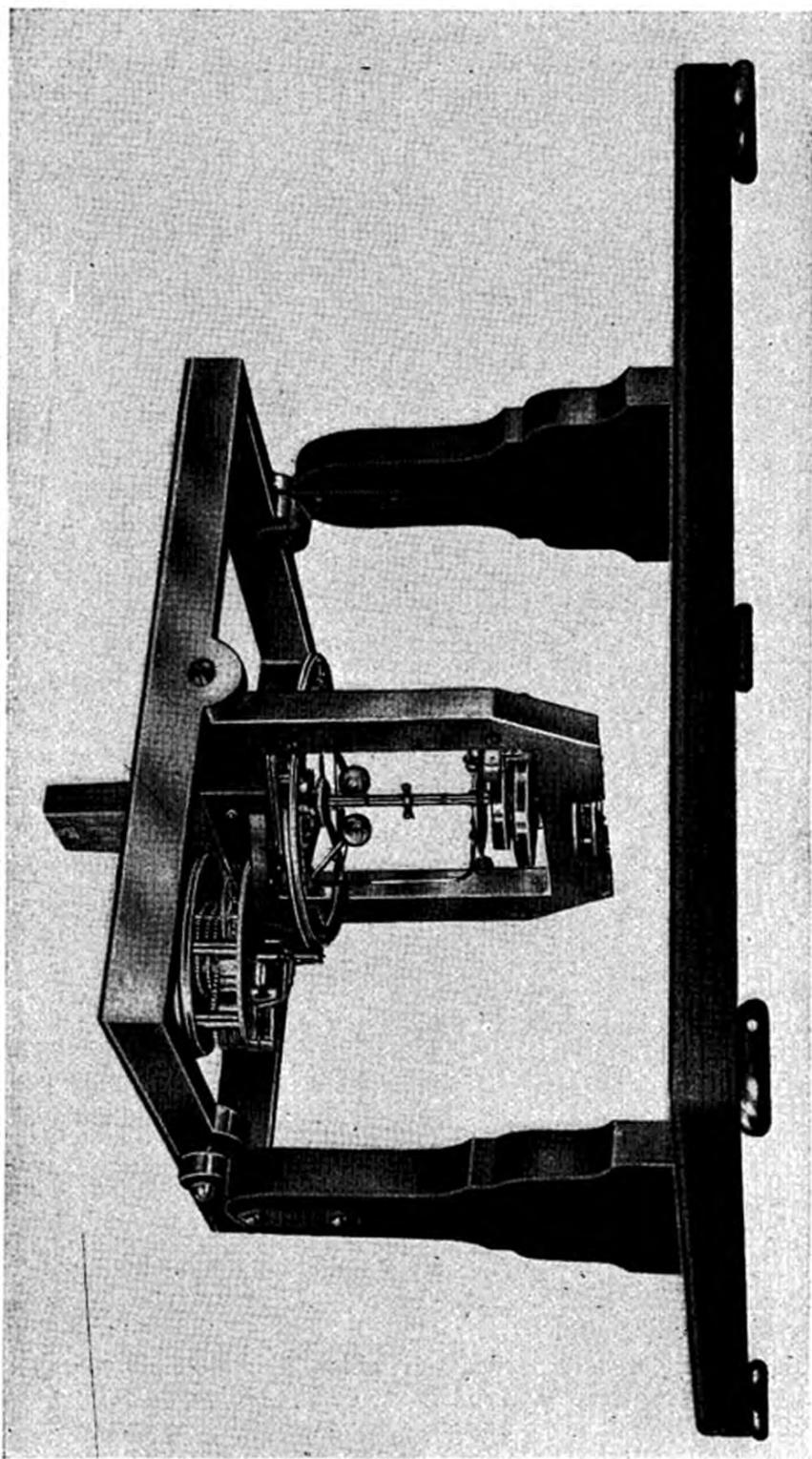


Fig. 86. — Chronomètre de Pierre Le Roy, 1766 (1395).

Sur une inscription du socle on lit : « Pendule de M. de Rivaz, éprouvée en mer par M. de Langle, donnée à l'Académie des Sciences par M. Duchesne et par M. l'abbé de Rivaz au mois de septembre 1790 ».

Cette horloge contient plus d'une idée intéressante, mais elle était dès sa conception surclassée largement par celle de Pierre Le Roy.

7495. — E. 1866.

6. CHRONOMETRE DE PIERRE LE ROY (1766) (fig. 86 et 87).

Une des pièces capitales de la collection, chef-d'œuvre de Pierre Le Roy (1717-1785), fils de Julien Le Roy (1686-1759), membre le plus remarquable d'une illustre famille d'horloger qui s'est perpétuée jusqu'à nos jours.

Pierre Le Roy apparaît comme un des plus instruits des grands horlogers de son temps, un des plus proches de l'ingénieur moderne qui calcule avant d'exécuter et s'appuie sur des principes scientifiques de préférence à l'empirisme. La marche de la pensée de Pierre Le Roy peut être suivie grâce à ses mémoires et plis déposés à l'Académie des Sciences. En 1748, c'est un projet d'*échappement libre* qui semble bien être le premier et par suite constituer l'invention de ce perfectionnement capital ; en 1754, un projet de montre marine est déposé ; il est réalisé puis modifié et la pièce construite est présentée au roi Louis XV, le 5 août 1766. C'est le chronomètre exposé.

Elle a été éprouvée à la mer dans trois voyages successifs : le premier, en 1767, s'est borné à la mer du Nord ; mais le second (1768), dont la relation par Jean Dominique Cassini parut en 1770, conduisit la frégate « L'Enjouée » jusqu'à Terre-Neuve, avec retour par les côtes d'Afrique ; le troisième (1771-1772) avec la frégate « La Flore », a été un périple atlantique par Madère, la Martinique, Terre-Neuve et l'Islande. Il y avait deux exemplaires du chronomètre, mais dans le dernier voyage un accident mit l'un d'eux hors d'usage (il semble avoir disparu) et endommagea l'autre.

Dans ce dernier voyage il avait été examiné en concurrence avec l'horloge marine n° 8 de Berthoud. La rivalité entre Le Roy et Berthoud, qui durait en fait depuis les origines de leurs travaux sur les montres marines, s'exaspéra alors, et fut l'occasion de violentes polémiques à la suite desquelles, à partir de 1773, Le Roy dont la santé était ébranlée, se retira à la campagne et abandonna bientôt complètement ses recherches et la construction des montres marines.

Comme conséquence regrettable de ces événements, les chronomètres de la fin du XVIII^e siècle et postérieurs, bien que s'étant perfectionnés dans la voie tracée par Pierre Le Roy, ne dérivent pas directement du sien. Les dispositifs très ingénieux qu'il contient ont dû être réinventés d'une autre manière et aucun d'entre eux n'est plus employé aujourd'hui.

Ces éléments qui donnaient à l'instrument une avance considérable sur son temps sont les suivants :

isochronisme assuré par le spiral ;
compensation assurée par le balancier ;
échappement libre.

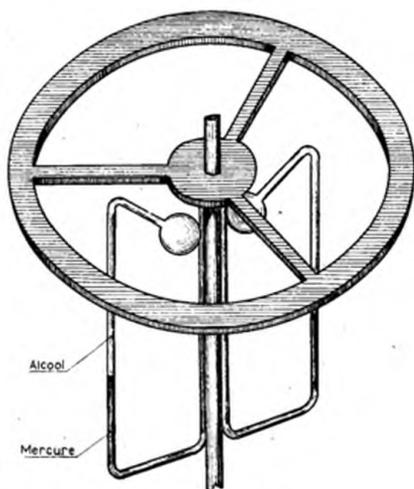


Fig. 87. — Balancier à compensation thermique du chronomètre de Pierre Le Roy (1395).

Il y a deux spiraux enroulés en sens inverse (idée à rapprocher du double balancier essayé par Berthoud et bien d'autres, mais plus fondée en théorie). Chacun d'eux a un nombre entier de tours plus un quart : cette disposition connue sous le nom de règle du point d'attache » ou « de Pierre Le Roy », améliore l'isochronisme sans toutefois en constituer la condition nécessaire et suffisante comme le croyait l'auteur.

Le point d'attache du spiral étant bien déterminé, Le Roy considérait comme vicieux le mode de compensation thermique de Berthoud et de Harrisson qui consiste justement à déplacer ce point suivant la température. Aussi s'efforce-t-il de réaliser la compensation en modi-

fiant le moment d'inertie du balancier. En cela encore il est un initiateur, quoique son système ne soit plus utilisé. Il consiste en deux thermomètres à alcool et mercure fixés au balancier et disposés de façon que le mercure soit refoulé vers l'axe quand la température s'élève. L'échappement, enfin, est extrêmement ingénieux et nouveau à l'époque, mais lui aussi est resté une réalisation isolée (il est difficile à voir et se trouve sous la platine inférieure, au-dessous du cadran). Le balancier porte *sur la serge*, le système de dégagement consistant en deux goupilles agissant chacune à son tour, le dispositif prévenant le renversement, qui consiste en deux rampes inclinées faisant suite aux goupilles de dégage-

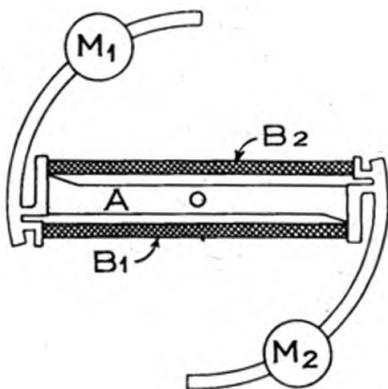


Fig. 88. — Balancier compensateur bimétallique du chronomètre de marine anglais (10482).

ment et enfin la palette d'impulsion. La roue d'échappement se réduit à une étoile à 6 branches très fines. Enfin, la pièce de repos est une sorte d'ancre de forme complexe avec deux bras de repos et deux bras de dégagement. En oscillant dans un sens, le balancier dégage et fait avancer l'étoile d'une branche sans recevoir d'impulsion et dans l'autre sens, les mêmes opérations se produisent à un instant tel que la palette d'impulsion soit frappée par la branche libérée de l'étoile.

Le balancier bat la demi-seconde; il y a trois aiguilles avec des centres distincts, l'aiguille des heures tournant à gauche. Le moteur est un ressort de barillet sans fusée (il paraît que la diminution des amplitudes n'était que de 10 % environ après 24 heures).

Le balancier est suspendu à un fil de clavecin et l'axe guidé par des rouleaux, mode de construction courant

à l'époque. On remarque l'absence complète de pierres dures dans la construction : à l'époque, les rubis polis et percés étaient un monopole anglais.

L'appareil était placé primitivement dans une boîte dont la disposition n'est pas connue, l'énorme cadre suspendu à la cardan où il est actuellement placé est d'une époque postérieure.

1395. — E. av. 1814.

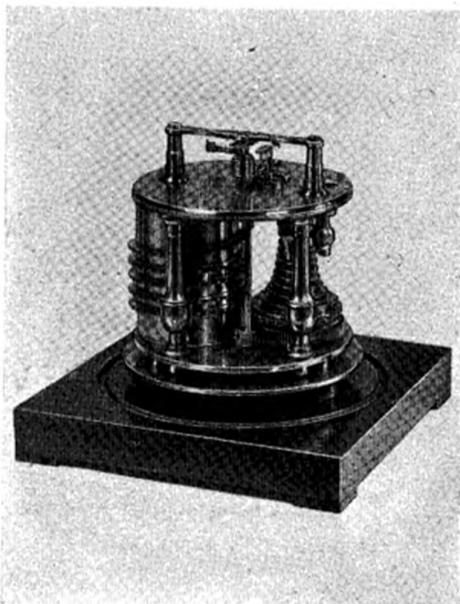


Fig. 89. — Chronomètre de marine anglais, fin du xviii^e siècle (10482).

7. CHRONOMETRE DE MARINE ANGLAIS (fin du xviii^e siècle)
(fig. 88 et 89).

Don de M. Robillot.

Auteur et date précise non connus.

Principaux caractères :

Taille considérable du barillet contenant le ressort moteur avec fusée. Cette particularité tient sans doute à l'emploi d'un échappement à force constante dont le rendement est toujours mauvais.

Echappement à force constante avec pulseur à ressort, très compliqué et comportant de nombreuses pièces.

Balancier compensateur bimétallique intéressant : le bras unique du balancier se comporte comme un gril à trois tiges ; l'élévation de température a pour effet, par la différence d'allongement des tiges de laiton B, Br et du bras d'acier, A, de rapprocher les masses M, Mr, de l'axe. Par suite le moment d'inertie diminue et compense la diminution du module élastique du spiral.

Celui-ci est cylindrique et naturellement dépourvu de courbes terminales.

10482. — E. 1885.

8. PARTIE DE MONTRE MARINE de Joshua Emery (1780).

1294. — E. av. 1814.



HORLOGES MARINES de Ferdinand BERTHOUD

JB 3-52

1. HORLOGE MARINE n° 1, signée : « Ferdinand Berthoud, inventit et fecit 1760 ».

Cette énorme machine contenue dans un coffre en fer avec une suspension à la cardan destinée à être vissée au plafond d'une chambre du vaisseau, n'a jamais, semble-t-il, fonctionné à la mer.

Conformément à une idée en faveur au XVIII^e siècle, il y a deux balanciers oscillant en sens inverse, reliés l'un à l'autre par une roue dentée. On admettait que toute perturbation qui tendrait à accélérer un balancier tendrait par là même à ralentir l'autre et qu'il se produirait une compensation : l'idée n'était pas neuve (Cf. le compteur de Duterre, 1728) et a été appliquée plus tard (par A. Janvier à un régulateur, par Bréguet à plusieurs montres). Mais avec le dispositif actuel des deux balanciers, liés par engrenage avec un échappement commun, l'avantage était tout à fait illusoire. Dans les montres de Bréguet, les deux balanciers ont leur force motrice et leur échappement séparés, ils ne sont liés que par le couplage s'exerçant par l'intermédiaire de leur support commun ; il s'ensuit une compensation plus réelle des perturbations.

Les balanciers ont 32,4 cm (12") de diamètre et battent la seconde ; les spiraux sont plats, en acier, leur compensation thermique est assurée par un gril de barreaux d'acier et de laiton qui, par l'intermédiaire d'un levier amplificateur, déplacent une raquette et font varier ainsi la longueur utile du spiral : ce mode de compensation sera employé très longtemps par Berthoud ; il avait été inventé par Harrison. L'échappement est à ancre, mais non libre. L'organe moteur est un barillet à ressort avec fusée et fonctionne 24 heures. Il est prévu un mécanisme

qui assure la continuité du couple moteur pendant le remontage.

1386. — E. av. 1814.

2. *HORLOGE MARINE n° 2, signée : « Ferdinand Berthoud invenit et fecit, à Paris 1763 » sur le cadran d'argent.*

Cette machine, commencée avant même que la première fût terminée, apparaît comme une réduction de celle-ci, à l'effet de la rendre maniable. Son coffret, pour utilisation sur un navire, si elle en a possédé un, n'existe plus. Aux dimensions près elle ressemble fort à la première; Berthoud y avait même essayé des complications supplémentaires. Il y a toujours deux balanciers liés par engrenage et un échappement unique (sorte d'ancre à recul, où l'ancre est dissociée en deux leviers distincts). Les axes des balanciers sont, comme dans l'horloge n° 1, suspendus et non pivotés et ils reposent légèrement entre six rouleaux (qui sont des roues à axe pivoté, de diamètre assez grand), particularité de construction que Berthoud conservera très longtemps. La compensation est comme dans l'horloge n° 1.

Pour régulariser le couple moteur, Berthoud avait construit un remontoir d'égalité fort compliqué, qu'il a lui-même enlevé, car il se montrait plus nuisible qu'utile. L'organe moteur est un barillet avec fusée.

1387. — E. av. 1814.

3. *MONTRE MARINE n° 3, portant sur le mouvement, la signature : « Ferdinand Berthoud invenit et fecit 1763 » (fig. 90).*

Cette pièce représente une tentative dans une direction toute opposée à celle qui a été suivie pour les horloges 1 et 2, celle de la simplicité et de la réduction du volume. Elle a en effet l'aspect et la taille d'une grosse montre, en tout point analogue aux « montres de carrosses ». Le cadran d'émail porte concentriquement les aiguilles des heures, minutes et secondes. L'organe moteur est naturellement un barillet à ressort avec fusée.

Il y a un balancier unique, pivoté, avec des rouleaux pour diminuer les frottements et soutenir les pivots très fins.

L'échappement libre est d'un type particulier à Berthoud (Cf. le modèle n° 1305). Le système de compensation est à bilame : il est plus récent que la pièce qui comportait primitivement un compensateur à gril comme les autres. Avant que le ressort moteur soit tout à fait détendu, un bras commandé par la fusée vient arrêter le balancier.

Cette pièce a été terminée en novembre 1763, essayée à la mer à Brest en 1764; emportée en Californie par l'abbé Chappe d'Auteroches en 1768, dans une expédition pour observer un passage de Vénus; utilisée en 1771 par le chevalier de Chabert pour des travaux de cartographie.

Elle a subi diverses modifications depuis la construction (échappement, compensation, etc.).

1388. — E. av. 1814.



Fig. 90. — Montre de marine N° 3
de F. Berthoud, 1763 (1388).

4. *HORLOGE MARINE n° 4, signée sur le cadran d'argent « N° 4 inventée et faite par Ferdinand Berthoud ».*

Elle date de 1765.

Par rapport aux précédentes, elle comporte de nombreux changements et aussi par rapport à la description qui en est faite dans le « traité des horloges marines » (1773).

D'abord on a renoncé définitivement au double balancier; le balancier est toujours suspendu par un fil et guidé par des rouleaux; ensuite l'organe moteur est maintenant un poids qui descend, guidé par des galets

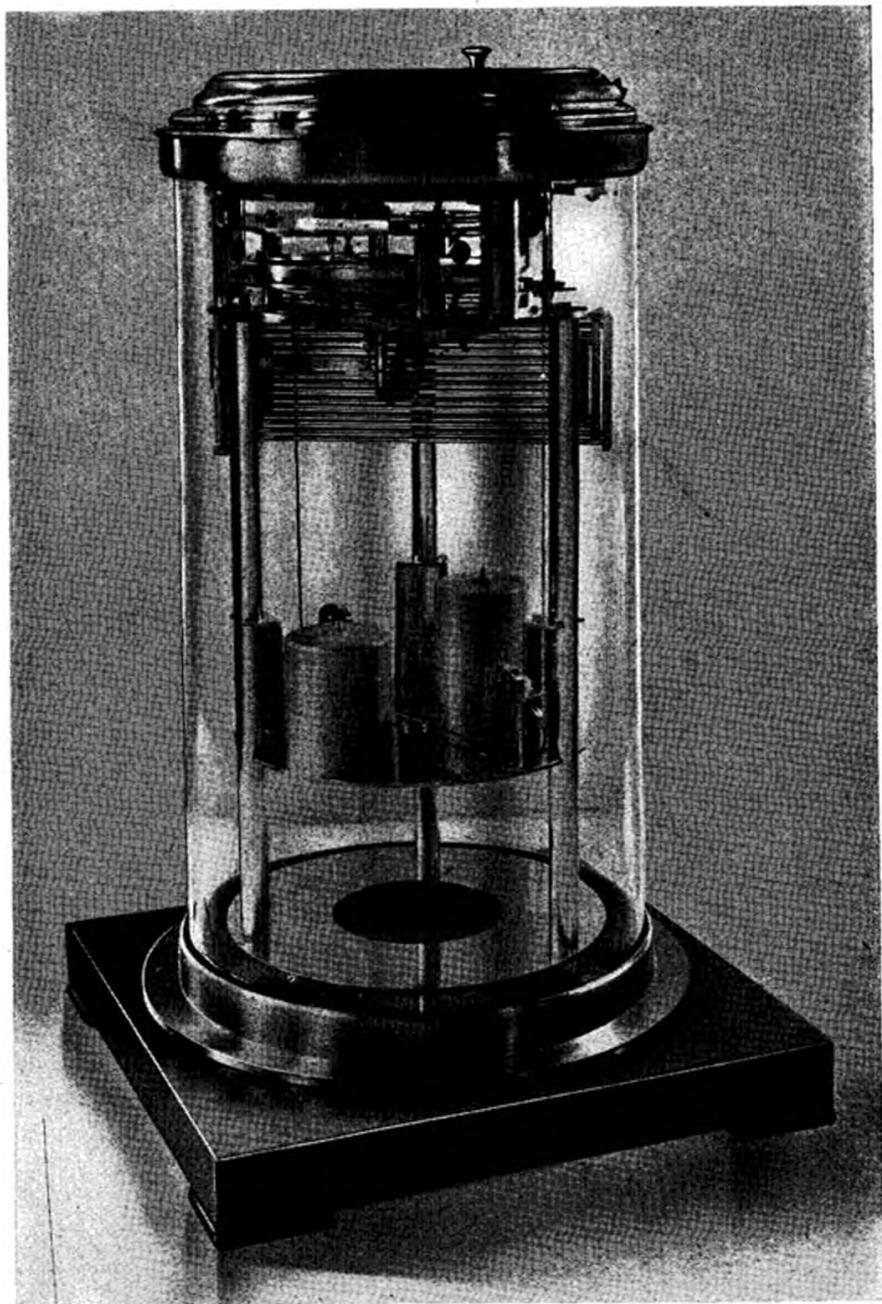


Fig. 91. — Horloge marine N° 6
de F. Berthoud, 1767 (1389¹).

le long des colonnes qui supportent le mouvement. Par ce moyen, Berthoud obtenait une force constante sans fusée, mais au prix d'un encombrement considérable. Il construira un assez grand nombre d'horloges de ce type et finira par revenir au ressort moteur avec fusée.

L'échappement est ici à cylindre de rubis (type particulier à Berthoud). Au lieu d'être disposé directement sur l'axe du balancier, le cylindre est sur un axe lié à celui-là par engrenages, de telle sorte que les amplitudes du balancier sont supérieures à celles du cylindre : ce dispositif (dont l'idée remonte à Huygens) s'appelle une pirouette.

Compensation à gril comme d'habitude.

165. — E. 1808.

5. HORLOGES MARINES n^{os} 6 et 8 (1767) (fig. 91).

Ces deux horloges sont très analogues et du même type que le n^o 4. Elles ont été faites pour la marine royale et essayées en mer par MM. de Fleurieu et Pingré en 1768 et 1769. Elles sont à poids avec échappement à cylindre de rubis (sans pirouette), compensateur à gril.

L'horloge n^o 8 diffère de l'autre par diverses améliorations de détail et notamment par la disposition des cadrans.

A partir de cette pièce, Berthoud a simplifié la minuterie en plaçant directement chaque aiguille sur le mobile correspondant du mouvement : les heures sont indiquées dans un guichet par un cadran mobile porté par le treuil où s'enroule la corde du poids ; les minutes et les secondes par des aiguilles sur deux petits cadrans.

L'épreuve de ces horloges a consisté en une navigation de plus d'un an dans des conditions très dures d'agitation et de changements de température. Le « Journal » de Fleurieu donne avec le plus grand détail les résultats observés, et les tient pour remarquables. Nous apprenons que la marche diurne de ces horloges était de quelques secondes : de 5,6 à 25,1 sec. pour le n^o 6, de l'ordre de 18 sec. pour l'autre. Celle-ci, après retouche, en 1771, donne des marches journalières de 0 à 4,7 sec. dans un sens ou l'autre. C'est ce qu'on peut attendre aujourd'hui d'une très bonne montre bracelet. L'écart moyen de la marche diurne d'un chronomètre de marine actuel est de l'ordre de 0,1 sec. et le chronomètre le meilleur, observé à Neuchâtel en 1946, a pour écart moyen 0,048 sec.

1389¹⁻². — E. av. 1814

6. HORLOGE MARINE n° 9 (1771) (fig. 92).

Toujours du même type, c'est-à-dire à poids. Elle ne diffère des précédentes que par ses dimensions un peu

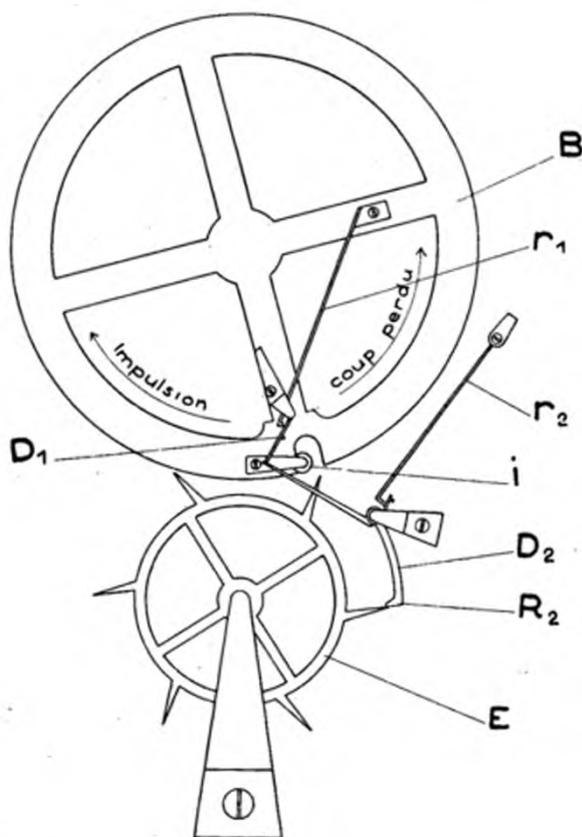


Fig. 92

Echappement libre de Berthoud
pour son horloge marine n° 9.

(d'après un dessin de son *Histoire de la mesure
du temps.*)

Quand le balancier B va dans le sens « impulsion », le petit levier D_1 appuie sur la détente D_2 qui dégage la roue d'échappement E auparavant appuyée sur le bec de repos R. Une dent de la roue vient frapper le rouleau d'impulsion i (il doit être en pierre). Au retour du balancier, le levier D_1 pivote et s'efface sans provoquer l'échappement.

(r_1, r_2 : ressorts des détentes.)

supérieures et par son échappement, qui est un échappement libre compliqué.

7. *HORLOGE MARINE n° 11, portant l'inscription : « N° 11 par Ferdinand Berthoud ».* Elle est de 1775.

Du même type que les précédentes : disposition des cadrans comme dans les n° 8 et 9 ; poids moteur ; échappement libre ; compensation à gril.

L'horloge est conservée dans son boîtier original, en laiton lesté de plomb et posée sur son support à la cardan.

1466. — E. 1808.

8. *HORLOGE MARINE n° 20, portant l'inscription : « H.M. n° 20 inventée et exécutée par Ferdinand Berthoud 1775 ».*

Du même type que les précédentes, mais actuellement placée dans un cylindre de verre.

Berthoud a exécuté une série d'horloges de ce type pour la marine royale espagnole.

1392. — E. av. 1814.

9. *MONTRE MARINE n° 2, portant l'inscription : « MM. N° 2 inventée et exécutée par Ferdinand Berthoud 1775 ».*

A partir de ce moment il est un peu plus difficile de suivre chronologiquement la production de Berthoud, qui recommence plusieurs séries à la fois au n° 1.

Ces « montres marines » ne diffèrent des horloges précédentes que par le remplacement du système moteur à poids par un ressort de barillet avec fusée, ce qui diminue leur encombrement tout en conservant une constance bien suffisante de la force motrice.

Cette modification était très justifiée, car l'amélioration des performances chronométriques de ces pièces était à rechercher du côté du balancier et du spiral et non dans une plus grande constance de la force motrice (Cf. l'inutilité déjà reconnue du remontoir d'égalité).

La cadrature comporte trois cadrans avec aiguilles pour les heures, les minutes et les secondes.

Echappement libre ; compensation à gril.

1393¹. — E. av. 1814.

10. *MONTRE MARINE n° 3 (1775).*

Semblable au n° 2. Elle a conservé son boîtier en laiton lesté par une masse de plomb ; sa suspension à la cardan et le coffret de transport en bois, avec une glace dans le couvercle.

Cette montre a été utilisée par Borja en 1776.

1393². — E. av. 1814.

11. *MONTRE MARINE* n° 4 (1776).

Semblable aux n°s 2 et 3

1393³. — E. av. 1814.

12. *MONTRE MARINE* n° 7 (1777).

Outre la signature rédigée comme dans les autres pièces de la série, elle porte son numéro d'inventaire : « n° 120 au Roi ».

La cadrature comporte l'indication des heures dans un guichet, par un cadran mobile porté par l'arbre de la fusée.

La principale particularité est la disparition des *rouleaux guides* de l'axe du balancier (qui n'ont jamais dû être bien utiles).

Echappement libre; compensation à gril.

1390¹. — E. av. 1814.

13. *MONTRE MARINE* n° 1 (1777).

Cette pièce constitue le n° 1 d'une nouvelle série, dans laquelle Berthoud cherchait à obtenir des chronomètres maniables, transportables aussi bien en voiture qu'à la mer.

Le mouvement est une réduction de celui des montres décrites ci-dessus (2 barillets en tandem; fusée; balancier avec rouleaux; échappement libre; compensation initialement à gril, aujourd'hui à bilame).

Le cadran est en émail avec trois aiguilles concentriques et porte l'inscription : « A Ast. M. inventée et faite par Ferdinand Berthoud n° 1 » et une inscription sur la platine inférieure précise : « Ferdinand Berthoud inv. finie en 1777 ». Il se peut qu'elle ait été commencée beaucoup plus tôt et que, au lieu de continuer dans ce calibre, Berthoud ait construit alors la série des montres marines n° 2 à 7.

Cette montre a servi en 1780 et 1781 dans l'escadre du chevalier de Ternay et en 1784 dans la campagne de St-Domingue sous les ordres du Comte de Chastenay-Puységur.

1393⁴. — E. av. 1814.

14. *HORLOGE A LONGITUDE* n° XXIII.

La série des « horloges à longitude » semble continuer directement celle des « montres marines » auxquelles

elles ressemblent beaucoup. Elles comportent toujours un ressort moteur avec fusée, un échappement libre et une compensation par la variation de longueur utile du spiral. Pour la cadrature, Berthoud emploie indifféremment l'indication des heures par une aiguille ou par un cadran mobile visible dans un guichet. Le diamètre des platines est un peu variable suivant les pièces, les plus récentes étant les plus petites.

1393⁵. — E. av. 1814.

15. HORLOGE A LONGITUDE n° XXIV (1782).

Commencée en 1780, terminée en 1782; embarquée avec la précédente sur un vaisseau commandé par le Comte de Rosily, en 1784.

1391². — E. av. 1814.

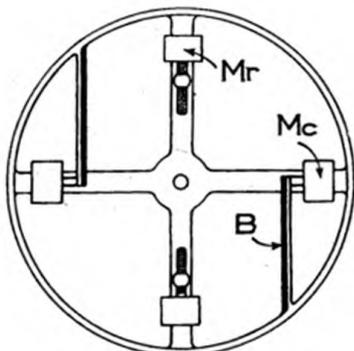


Fig. 93

Balanciers de la montre à longitude n° 52, 1793 (11057).

16. HORLOGE A LONGITUDE n° XXVI.

1391¹. — E. av. 1814.

17. HORLOGE A LONGITUDE n° XXXII.

Format réduit au diamètre de 10 cm voisin de celui adopté aujourd'hui pour les chronomètres. On voit apparaître la *bilame compensatrice* remplaçant le gril : au lieu d'un système de tiges de laiton et d'acier, on dispose deux lames minces de ces métaux, rivées l'une sur l'autre, la différence de dilatation ayant pour effet de courber la lame composite. L'avantage est dans une plus grande fidélité; le gril offrant, soit du jeu, si les tiges sont montées trop libres, soit du coïncement si elles sont trop serrées. Comme on l'a déjà remarqué, Berthoud a

adapté ce compensateur à plusieurs de ses pièces plus anciennes.

1390². — E. av. 1814

18. *MONTRE A LONGITUDE* n° 52 (1793), (fig. 93, p. 261, et fig. 94).

Cette pièce est déjà par beaucoup de traits, un chronomètre moderne : par ses dimensions d'abord ; par l'échappement à détente ; par la suppression du fil de suspension de l'axe de balancier qui pivote dans des rubis percés et sur des contre-pivots en rubis ; par le balancier

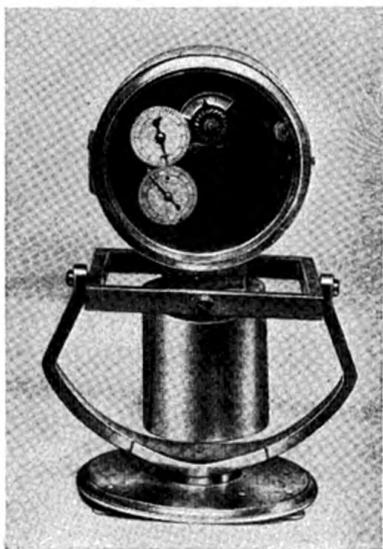


Fig. 94

Montre à longitude n° 52, 1793 (11057).

compensateur enfin. Celui-ci porte quatre masses mobiles : deux masses de réglage montées sur des vis Mr, et deux masses de compensation Mc portées par des bilames B qui les rapprochent de l'axe quand la température s'élève.

Voulant aller plus loin dans la recherche de la simplicité, Berthoud a cru pouvoir supprimer la fusée ; mais l'expérience n'a pas ratifié ce mode de construction.

Fonctionnant en principe en position verticale, comme l'indique le système de suspension, cette pièce était destinée aux bateaux de commerce.

11057. — E. 1887

CHRONOMÈTRES DU XIX^e SIÈCLE

JB 3-53

1. *CHRONOMETRE DE VOYAGE*, par Pons (1830).

Belle pièce, dans un coffret en acajou; aiguilles d'acier concentriques sur cadran d'argent. Spiral cylindrique en bronze, balancier de chronomètre, échappement à détente.

Il diffère des chronomètres de marine, en ce qu'il est prévu pour marcher cadran vertical, tandis que ceux-ci doivent avoir le cadran horizontal. Le pivotage du balancier est prévu en conséquence.

6859. — E. 1858.

2. *CHRONOMETRE DE MARINE d'ARNOLD*, par Brosse, marqué : « 20 Brosse n° 4 » (1840).

Aiguilles concentriques sur cadran d'argent. Spiral cylindrique, échappement à détente. Noter l'absence de fusée.

6374. — E. 1855.

3. *CHRONOMETRE DE MARINE*, par Henri Robert (1845).

Le spiral cylindrique a déjà une *courbe intérieure* (il peut avoir été modifié depuis la construction); échappement à détente; pas de fusée.

6315. — E. 1855.

4. *CHRONOMETRE DE MARINE A SUSPENSION n° 20*, par *Onésime Dumas* (1850).

Don du constructeur.

Balancier bimétallique à quatre bras; spiral conique sans courbes terminales; fusée portant le n° 20.

6731. — E. 1858.

5. *COMPTEUR DE MARINE, modèle du Service Hydrographique, par Leroy et fils (1875).*

C'est un chronomètre de format réduit, instrument qui n'est plus en usage.

14562. — E. 14562.

6. *CHRONOMETRES ET COMPTEURS DE MARINE.*

Don de M. Leroy.

Chronomètre Bréguet n° 847 et compteur Bréguet n° 914.

— Victor Gannery n° 13 et compteur Victor Gannery.

— n° 36 par H. Motel, n° 161 B par A. Jacob, n° 2180 par L. Berthoud, n° 58 par O. Dumas.

17767. — E.

7. *SUSPENSION D'HORLOGE MARINE.*

4129. — E. av. 1849.

8. *CHRONOMETRES DE MARINE ou à suspension n° 335, de Winnerl (Joseph-Thadæus) (1850).*

11058. — E. 1887.

9. *CHRONOMETRE A SUSPENSION n° 267, de Jean-François-Henri Motel.*

Don de M. Motel fils.

6977. — E. 1861.

10. *CHRONOMETRE DE MARINE, par Perrelet et fils.*

Don de M. L. Perrelet.

14507. — E. 1914



MÉCANISMES DIVERS

JB 3-61

1. *COMPTEUR A PENDULE CONIQUE* (1794)

Faisant un tour complet en une *seconde centésimale*.

3887. — E. av. 1849.

2. *HORLOGE A PENDULE CONIQUE*, par Balliman (1855).

Don de M. Balliman.

6917. — E. 1860.

3. *COMPARATEUR A PENDULE CONIQUE*, par Redier (1859)
(fig. 95).

Cet instrument est un *comparateur chronométrique* destiné à mesurer par la méthode des coïncidences la fraction de seconde entre les battements de deux horloges astronomique (Cf. n° 9072 S/Son 343), cet instrument est satisfaisant parce que le pendule conique entraîne une aiguille d'un mouvement *uniforme et continu* (dans l'horlogerie moderne c'est à des moteurs synchrones qu'on demande ce service).

Il y a trois rouages indépendants : le premier entretient le mouvement continu du pendule conique qui fait un tour complet en deux secondes. Le 2° rouage, semblable à celui d'une montre à secondes indépendantes, comporte un fouet libéré par une étoile à chaque demi-tour du pendule conique. La manivelle, visible sur le côté droit, permet de faire tourner ce rouage et par suite de faire varier de façon continue l'instant de déclenchement du fouet : les rotations sont repérées sur le cadran latéral de gauche gradué en 1/100 sec. Le troisième rouage est commandé par le second et conduit les aiguilles du

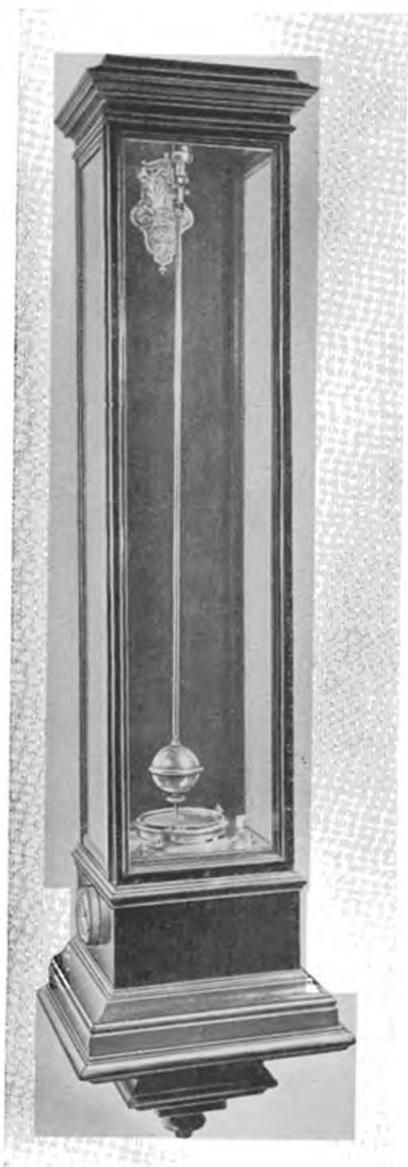


Fig. 95. — Comparateur à pendule conique
par Rédier, 1859 (12019).

cadran antérieur : il a simplement pour but de permettre des lectures commodes sur un cadran fixe.

La manœuvre de l'instrument consiste donc à amener successivement les aiguilles du cadran antérieur en coïncidence avec les deux horloges à comparer ; la différence des lectures de l'aiguille latérale donne l'écart en $1/100$ sec.

Le 3^e rouage peut être muni d'un contact électrique envoyant une impulsion à chaque seconde pour les comparaisons à distance.

Cet appareil est décrit en détail dans un « Mémoire sur le pendule conique » par Redier (1860).

12019. — E. 1890.

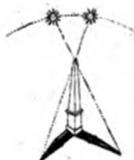




Fig. 96. — Sphère célesté de Jost Burgi, 1580 environ (7490).

SPHÈRES CÉLESTES

JB 3-62

1. SPHERE CELESTE mue par un mouvement d'horlogerie, par Jost Burgi (vers 1580) (fig. 6).

Don de l'Académie des Sciences.

Chef-d'œuvre de mécanique d'horlogerie et de ciselure de la Renaissance allemande. On lit sur la tranche du cercle horizontal l'inscription suivante :

« Hoc opus artificis caelavit destra periti qui Juste Burgi
« nomen et omen habet. Postquam Cætorum Guilhelmus
« tempora Princeps dissona stellarum sedibus esse videt,
« en observatis gradibus graduum que minutis, rectius
« hic propriis collocat astra locis; hinc justa horarum
« mensura, hinc motus olimpi, hinc lunæ et solis meta
« lies que patent. » (1).

Elle nous apprend le nom de l'auteur Juste (ou Jost) Burgi et l'éloge assez vague et emphatique qu'elle fait des travaux astronomiques du landgrave Guillaume IV de Hesse, la date postérieurement au début de la collaboration entre l'horloger et le prince qui se situe en 1579. D'autre part, le cadran des lettres dominicales, dont il sera question en son lieu, commence en 1580.

Burgi (1552-1632), né à Liechtensteig (Suisse), doit être compté au nombre des plus grands horlogers, à la fois par l'étendue des connaissances, les dons d'invention et le talent d'exécution; il est aussi un des mieux connus de son temps dans ses ouvrages et dans sa vie. Il tra-

(1) « Cette œuvre d'art fut ciselée par la main de l'homme habile qui porta le nom bien mérité de *Juste Burgi*. (Jeu de mots sur *nomen* et *omen*.) Après la découverte par le prince Guillaume de Hesse que les positions des étoiles étaient en désaccord avec les heures (indiquées par les horloges — phrase obscure), ayant fait des observations des degrés et des minutes d'arc, il indiqua des positions plus exactes pour les astres. Par suite, une juste mesure des heures, le mouvement de la voûte céleste, les bornes de la course de la lune et du soleil, et les jours sont indiqués. »

vailla principalement pour le landgrave Guillaume IV (1532-1592), puis après la mort de celui-ci, pour son successeur et pour l'empereur Rodolphe II (1552-1612) et fut particulièrement apprécié de Képlar et de Tycho Brahé. Ses plus belles œuvres sont conservées à Cassel, à Gotha et à Vienne, mais la pièce du Conservatoire est un excellent spécimen de cette production. Un livre posthume et rarissime indique que Burgi avait pour son usage inventé les logarithmes à peu près en même temps que Neper et indépendamment de lui. On lui a fait aussi, mais à tort, honneur de l'invention du pendule.

Le globe que nous avons sous les yeux est à la fois une horloge à usage civil et une représentation mouvante de la sphère céleste. Le plateau, qui porte l'inscription, figure l'horizon du lieu et par suite le chapiteau et la petite sphère étoilée qui coiffent l'ouvrage, sont au zénith. Quand on a orienté l'appareil avec la boussole contenue dans le socle, le pôle céleste est correctement dirigé. Pour en faire une description systématique nous envisagerons successivement :

- 1° le mécanisme ;
- 2° les indications horaires ;
- 3° les indications astronomiques ;
- 4° le calendrier perpétuel.

Mécanisme.

Logé dans la sphère avec pour axe celui des pôles, il comprend un rouage de mouvement et un rouage de sonnerie disposés entre 3 platines réunies par des piliers ; les principaux mobiles ont des pignons à lanterne ; les deux rouages, qui ont chacun une fusée, se remontent avec la même clef agissant sur un carré porté par l'axe polaire, que l'on peut embrayer à volonté sur un barillet ou sur l'autre. Il y a plusieurs dispositifs de réglage, en particulier celui de l'avance et du retard, sur la platine supérieure, ils ne sont donc accessibles que si on démonte au moins partiellement la sphère. Ce mouvement a été modernisé depuis sa construction car les fusées sont munies de chaînettes et le balancier d'un spiral. Cette modification a d'ailleurs été apportée à partir de 1680 à toutes les pièces d'horlogerie qui en étaient jugées dignes.

Indications horaires.

Il y a d'abord les deux tambours supérieurs au-dessus du chapiteau qui tournent devant des index fixes : l'un est divisé en 12 heures, l'autre en 6 subdivisées de

5 en 5 minutes. Un autre cadran divisé en deux fois 12 heures et en 60 minutes avec deux aiguilles est placé sur le pôle Nord de la sphère céleste. L'horloge sonne les heures et les quarts.

L'axe de l'aiguille des heures du cadran, porte un pignon qui attaque un limbe à denture extérieure dissimulé dans le cercle méridien qui soutient l'axe polaire. Ce limbe entraîne d'une part, un rouage logé dans le chapiteau qui conduit les deux cadrans supérieurs, d'autre part, un second limbe denté intérieurement, qui tourne dans le cercle horizontal et commande le calendrier.

Indications astronomiques.

La sphère céleste porte les principales étoiles et les constellations, l'équateur divisé en 360° , l'écliptique divisé suivant les 12 signes du zodiaque en secteurs de 30° chacun, et les 12 grands cercles correspondant passant par les pôles de l'écliptique, en outre les colures, les tropiques et les cercles polaires. L'écliptique divise matériellement la sphère en deux moitiés et dans la rainure qui les sépare, passe le bras qui portait l'*index solaire* lié à un anneau placé à l'intérieur entre deux hémisphères (ce bras manque aujourd'hui). La sphère représente la position instantanée de la voûte céleste et du soleil. Le repérage d'une étoile peut se faire à tout moment en coordonnées horizontales : le cercle horizon porte une graduation en deux fois 180° divisés en $1/4$ de degré et sur un quart de cercle fixe on peut lire les angles de site.

La sphère fait un tour en un jour sidéral, tandis que l'*index solaire* marche dans le même sens et fait une révolution en un jour moyen : de cette façon, relativement à la sphère, il parcourt l'écliptique en un an (365 jours $1/4$). Ces mouvements sont réalisés de la façon suivante : l'anneau glissant dans le plan de l'écliptique est entraîné par l'axe des heures au moyen d'un bras en demi-cercle. Pour assurer ce mouvement, bien que les deux hémisphères soient solidaires l'un de l'autre et que la rainure où passait l'*index solaire* soit ininterrompue, il a fallu ajouter des complications dans le détail desquelles on ne peut pas entrer. La transformation jour moyen, jour sidéral, est assurée par un train épicycloïdal lié à la sphère dont le premier mobile roule sur une denture fixe portée par une platine du mouvement d'horlogerie, tandis que le dernier pignon est en prise avec une denture de l'anneau glissant.

Mais ce schéma est encore insuffisant ; si l'artiste s'était borné là, il n'aurait donné que la position du soleil fictif à marche uniforme (ne pas le confondre avec le soleil

« moyen » qui parcourt l'équateur). Burgi a perfectionné la représentation de la position du soleil de la façon suivante : le mouvement diurne de l'anneau glissant est réellement uniforme, mais l'index lui-même dépendait d'un train d'engrenages qui constitue un « épicycle » et par suite est tantôt en avance tantôt en retard sur l'anneau du soleil moyen. La position du soleil sur la sphère céleste est donc presque correcte.

Calendrier.

Logé dans le plateau horizontal, il présente des particularités remarquables. Le limbe denté dont il a été question, porte une couronne divisée en 365 jours avec indication du mois, du quantième et des principales fêtes de saints ; cette couronne avance d'un mouvement continu et on lit la date en face d'un index qui est la langue du petit lézard. Les années bissextiles sont indiquées automatiquement par un déplacement de cet index. Le lézard, en effet, n'est pas solidaire du socle : il est susceptible par rapport à lui, d'un déplacement dont l'amplitude est d'une division journalière. A cet effet, le lézard est fixé sur un levier pivotant rappelé par un ressort et poussé par une rampe en limaçon : il rétrograde insensiblement d'une division en 4 fois 365 jours, ensuite par la chute du levier sur la came il avance brusquement d'un parcours égal. De la sorte, il rattrape la couronne et le 28 février est indiqué deux jours de suite. Le rouage qui commande le lézard déplace aussi l'aiguille et la partie centrale du petit cadran visible à gauche. Il indique les éléments du comput suivant le calendrier julien (la pièce est un peu antérieure à la réformé grégorienne) : c'est-à-dire, de dehors en dedans : le cycle solaire (un numéro de 1 à 28), puis les lettres dominicales (en face de 1 on lit CB correspondant à une année bissextile qui est 1580), enfin le nombre d'or de 1 à 19.

Ces éléments permettent le calcul de la date de Pâques ; lorsque celle-ci est connue on peut ajuster, à la main, la couronne des fêtes mobiles : celle-ci, placée à l'extérieur et au-dessus de la couronne des jours, porte sur un cercle continu les symboles des jours de la semaine, et sur des languettes les fêtes dépendant du cycle pascal (désignées par le premier mot de l'Introït).

Sur Jost Burgi, cf. *Les savants du XVII^e siècle et la mesure du temps*, par L. Defossez, chap. II.

On verra dans ce chapitre la reproduction d'une sphère presque identique à celle-ci : elle en diffère par l'absence du chapiteau et la disposition différente des cadrans supérieurs. Elle se trouvait au musée grand-ducal de Gotha.

2. *GLOBE CELESTE*, par *Jean Reinhold*, *Augsbourg* (1588) (fig. 97).

Pièce des plus remarquables, offrant beaucoup d'analogies avec celle de Burgi, appartenant à la même école. Dans un cartouche gravé sur l'hémisphère austral on lit l'inscription suivante :

« Globus stellifer motu luminarium automataque Johan
« Reinholdi suma cura et diligentia acomodatam et
« recenter elaborum. Ausgustae 1588 » (1).

Elle donne le lieu et la date de la construction, mais on ne sait rien de Johan Reinhold.

Comme dans la sphère de Burgi, le cercle horizontal figure l'horizon du lieu et porte le calendrier. Entre les pieds se trouve un globe terrestre et la plaque de base porte des cadrans solaires et une boussole. Pour la description nous suivrons le même ordre, c'est-à-dire :

- 1° mécanisme ;
- 2° indications horaires ;
- 3° indications astronomiques ;
- 4° calendrier ;
- 5° globe terrestre ;
- 6° cadrans solaires.

Mécanisme.

Logé dans la sphère, orienté suivant l'axe polaire, il comporte entre 4 platines, 3 rouages ayant chacun leur ressort et leur fusée : un pour le mouvement, un pour la sonnerie des heures, un pour la sonnerie des quarts. Il a dans l'ensemble, un aspect plus moderne que celui de Burgi, mais il a été remanié on ne sait à quel degré, car une fusée au moins a une chaînette et il y a un spiral. Le remontage se fait par une clef unique emmanchée à demeure au pôle austral, qui peut, en s'enfonçant plus ou moins sur le carré, occuper trois positions pour attaquer les trois ressorts. Le rouage commande tous les mouvements par un ensemble très compact de roues dentées enfilées sur des canons coaxiaux sur la platine supérieure, les têtes de tous les canons sortant au pôle Nord de la sphère. La commande de l'avance et du retard peut se faire de l'extérieur, ainsi que le débrayage des mouvements astronomiques, pour permettre la remise en concordance de l'ensemble.

(1) Globe étoilé indiquant le mouvement des luminaires célestes, mécanismes mis au point et récemment construits avec le maximum de soin et de diligence par Johan Reinhold.



Fig. 97. — Globe céleste par Jean Reinhold, Augsbourg, 1588 (7491).

Indications horaires.

Autour du pôle Nord une aiguille d'acier bleui fait un tour en 2 heures sur un cadran d'argent divisé en 8 quarts subdivisés en demies et en cinquièmes. Une autre aiguille fait un tour en 24 heures sur un cadran concentrique divisé en deux fois 12 heures. Enfin, au pôle austral la commande du calendrier porte un cadran qui fait un tour en 12 heures et les indique en face d'un index fixe.

Indications astronomiques.

Le globe porte les étoiles et les constellations. L'hémisphère austral jugé moins intéressant, porte aussi l'inscription et est percé de nombreux trous qui permettent de mieux entendre les sonneries. Les cercles gravés sont les mêmes que sur le globe de Burgi (équateur, tropiques, cercles polaires, colures, écliptique et les 12 méridiens de l'écliptique qui délimitent les domaines des 12 signes). Le globe céleste fait un tour en un jour sidéral. Un grand cercle en acier bleui tourne autour de l'axe du monde et représente la révolution moyenne diurne de la lune (soit 24 h. 50 min. 28 sec.) : il permet de lire directement sur la sphère l'ascension droite de la lune et de trouver sa position approchée, sachant qu'elle n'est jamais bien loin de l'écliptique. Un autre grand cercle analogue tourne autour de l'axe du monde en un jour moyen : il entraîne un second cercle qui glisse dans une rainure pratiquée suivant l'écliptique et qui porte l'index solaire. Cet index donne donc la position sur la sphère céleste du soleil fictif décrivant l'écliptique d'un mouvement uniforme.

Calendrier.

Il est réalisé selon le même principe que celui de Burgi, mais il n'est pas perpétuel. La couronne portant les jours, avec mois, fêtes et quantièmes (jours de la semaine en commençant arbitrairement par A au premier janvier), glisse dans le plateau horizon et est commandée par le rouage à partir du pôle austral. A cet effet, un canon portant un cadran dont nous avons déjà parlé, entraîne par engrenages un arbre cannelé extensible, qui se termine par un petit plateau portant 3 chevilles. Celui-ci fait fonction de pignon et pousse le limbe denté fixé à la couronne des jours. Ce dispositif ne semble pas très heureux : on y reconnaît toutefois le souci de pouvoir, dans certaines limites, modifier l'inclinaison de l'axe polaire pour l'adapter à la latitude du lieu, d'utilisation. Sur la partie fixe du plateau horizon, on trouve

une série d'indications sur les éléments variables avec les années et valables de 1588 à 1679. Pour chaque année : lettre dominicale, intervalle (?), équation solaire. Le tout suivant le calendrier *réformé*, c'est-à-dire grégorien, qui venait d'être mis en vigueur (1582).

Globe terrestre.

Il porte les méridiens et parallèles et le contour des continents, comme on le connaissait à l'époque. A ce titre il est très intéressant à regarder en détail : l'ancien monde se reconnaît assez bien, mais l'Amérique est informe. L'Océan Pacifique est beaucoup trop petit. D'une façon générale, tandis que les latitudes sont assez exactes, les longitudes sont grossièrement erronées. En effet, la détermination des premières était facile avec l'astrolabe, tandis que la connaissance des secondes était un problème essentiellement chronométrique, qui n'a été résolu que deux siècles après la construction de ce globe.

Cadrans solaires.

Au nombre de 4 ils sont calculés pour les latitudes de 42, 45, 48 et 51°. Chacun d'eux a son style vertical et plusieurs systèmes de lignes horaires. A côté, sont gravés les noms d'une série de localités possédant la latitude convenable pour l'usage du cadran solaire.

7491. — E. 1866

3. *MECANISME DE GLOBE CELESTE, par l'abbé Outhier (1727).*

Cet instrument est en somme le squelette d'une machine analogue à celles de Burgi ou de Reinhold, à laquelle manque le globe portant les constellations. C'est un spécimen de la famille des « sphères mouvantes » qui connurent une grande vogue pendant tout le XVIII^e siècle et où s'illustra Antide Janvier.

Son intérêt vient des fonctions complexes du soleil et de la lune réalisées avec un très petit nombre de pièces. L'origine et l'histoire de la pièce sont données par les inscriptions suivantes :

sur le méridien : « Invenit D.R. Outhier ; Fecit Joan Bapt
« Cattin apud Sequanos ; Probavit Regia Scient. Aca-
« demia Paris An 1727 ;

sur la platine du mécanisme :

« Jean Baptiste Cattin au Fort du Plasne en Franche-Comté ».

Au-dessous on a ajouté :

« Réparation exécutée par l'Observatoire du Dr. Gruby
 « rue Lepic, n° 100 (Paris-Montmartre), par L. Lecocq
 « Horloger, constructeur de chronomètres à Argenteuil.
 « Remplacé un ressort dont la fabrication datait de 1727.
 « Calculé et fait pignon de transmission du mouvement
 « au rouage de translation de la lune et du soleil. An-
 « née 1869. »

L'essentiel du support est toujours un cercle figurant l'horizon et un autre figurant le méridien du lieu. Sur le méridien coulisse un cercle égal, portant l'axe polaire et tout le mécanisme : on règle sa position suivant la latitude du lieu.

Le mouvement d'horlogerie a pour axe celui des pôles ; il est à pendule non compensé avec suspension à fil de soie, échappement à roue de rencontre. Sur le pôle Nord est fixé un cadran avec deux aiguilles donnant les heures et les minutes. Une troisième aiguille, mobile autour du centre du cadran, commande l'avance et le retard, elle fait tourner un axe qui enroule ou déroule le fil de suspension du pendule.

Les mouvements astronomiques comportaient le mouvement diurne du globe céleste, se faisant en un jour sidéral et les mouvements de la lune et du soleil. Pour étudier ceux-ci, il faut examiner le voisinage du pôle austral, mais quoique les pièces soient peu nombreuses leur cinématique est très difficile à comprendre.

On trouve d'abord le *pôle de l'écliptique* qui sert de pivot au système luni-solaire. Celui-ci est donc entraîné par le mouvement diurne et possède en propre les mouvements mensuels et annuels (on se rappelle que dans les sphères de Burgi et de Reinhold; chaque élément — ciel, soleil, lune — avait son mouvement diurne et que les mouvements mensuels ou annuels résultaient de la différence de leurs vitesses).

L'index solaire est porté par un bras en $1/4$ de cercle et par suite décrit l'écliptique. Il paraît que sa vitesse de rotation est variable et conforme à celle du soleil vrai, mais on ne voit pas aisément quel organe produit cette variation.

L'index lunaire (petite boule d'ivoire ayant eu jadis une face noire et une blanche) est porté par un bras formé de deux parties pouvant coulisser l'une dans l'autre : de la sorte, bien qu'il tourne autour du pôle de l'écliptique, la lune décrit son orbite propre dont les nœuds se déplacent sur l'écliptique conformément à la nature. On voit que l'allongement et le raccourcissement du bras lunaire sont commandés par les engrenages que le bras solaire entraîne comme une manivelle. En outre, la lune tourne sur elle-même (de façon à présenter la même face au

soleil), cette rotation étant commandée par un pignon dont les ailes apparaissent entre les bras de la plus petite des roues dentées.

Cette pièce est décrite dans : « Recueil des Machines approuvées par l'Académie des Sciences » pour l'année 1927. Mais ce texte est volontairement obscur et incomplet et les figures ne montrent pas la partie intéressante.

4. SPHERE MOUVANTE, construite par Rédier.

Don de M. Rédier.

Sphère terrestre en porcelaine avec dessins des continents et les heures lisibles sur une bande équatoriale.

10466. — E. 1885



PENDULES A PLANÉTAIRES

JB 3-63

1. *PENDULE A PLANETAIRE (SYSTEME SOLAIRE)* (xviii^e siècle).

Le système solaire est logé dans une sphère de cristal sur laquelle sont gravées les constellations, qui repose sur les épaules de trois Atlas de bronze patiné. Le tout est porté par un socle de marbre.

Chaque planète est portée par un bras solidaire d'une roue à denture intérieure qui glisse dans une rainure de la boîte cylindrique contenant les engrenages réducteurs. Chacune de ces roues est conduite par un pignon logé dans une fenêtre de la boîte. L'ensemble du système solaire est mis en mouvement par un axe vertical provenant de la pendule; une liaison à rochet permet de tourner le planétaire à la main par une clef.

L'ensemble terre-lune, particulièrement soigné est réalisé différemment. Le bras support est solidaire d'un anneau glissant librement sur la boîte centrale; l'axe de la terre est oblique et son azimut est entretenu par une bielle de longueur invariable, reliant l'extrémité supérieure de l'axe terrestre à une manivelle liée au soleil. La rotation diurne de la terre est commandée par un pignon qui reçoit son mouvement de l'axe central, par l'intermédiaire d'une roue à double denture intérieure et extérieure. Ce mouvement diurne commande d'une part le mouvement annuel de l'ensemble terre-lune, au moyen d'une vis sans fin et d'une denture fixe de la boîte centrale, d'autre part, le mouvement de la lune autour de la terre.

La pendule directrice, avec pendule non compensé à suspension, ou par fil de soie et échappement à ancre à recul, n'offre rien de particulier.

2. *PENDULE A PLANETAIRE (TERRE ET LUNE)*, par Raingo, terminée par Paul Garnier père (1830).

Don de M. J. Audéoud.

Cette pendule matérialise le mouvement de la lune autour de la terre et de l'ensemble terre-lune autour du soleil. Sur un socle se dressent quatre colonnes supportant un entablement annulaire gradué en jours, signes du zodiaque et degrés. Autour d'un axe terminé par une boule dorée immobile figurant le soleil, tourne la cage portant l'ensemble terre-lune et son rouage. Cette cage peut être entraînée mécaniquement ou à la main par une manivelle que l'on peut embrayer ou débrayer; dans l'entraînement mécanique, la force motrice est fournie par le barillet spécial du planétaire, la pendule a alors seulement pour fonction de régulariser le mouvement en *retenant* le rouage. Cette pendule, avec balancier à gril, échappement Graham, sonnerie heures et demies n'offre rien de particulier.

Le globe terrestre tourne sur lui-même en un jour sidéral; son axe est incliné sur le plan de l'orbite et un système d'entretien d'azimut maintient cet axe parallèle à une direction fixe de l'espace dans la rotation de l'ensemble autour du soleil.

Le globe lunaire tourne sur lui-même de façon à présenter toujours la même face au soleil (c'est la face blanche), dans la réalité la lune présente toujours la même face à la terre). Le bras qui le porte entraîne une aiguille sur un cadran centré sur la projection du centre de la terre et qui est gradué en jours de lunaison. La lune coulisse sur son axe et est guidée par une roulette le long d'un chemin circulaire qui figure son orbite : l'inclinaison de cette orbite sur le plan de l'écliptique (plan horizontal du modèle) et la révolution de la ligne des nœuds sont correctement représentés.

10620. — E. 1885.



HORLOGERIE ÉLECTRIQUE

JB 4

Dès que l'électrotechnique a eu en sa possession la pile et l'électro-aimant, l'idée des applications à l'horlogerie a germé. On peut situer ses débuts autour de 1840 et citer parmi les pionniers Wheatstone et en France Foucault, puis Robert Houdin, Emmanuel Liais, Charles Féry.

Le nombre de dispositifs imaginés est très élevé et de tous les domaines de l'horlogerie il n'en est peut-être pas où se soit dépensé plus d'ingéniosité. Presque tout est décrit dans des brevets d'invention. C'est qu'en effet l'application de l'électricité, aux appareils horaires, peut être cherchée dans une foule de directions.

Dans un premier groupe on peut ranger les instruments qui conservent un régulateur mécanique avec son échappement et qui utilisent l'électricité comme *remontoir*, ce qui peut se faire de bien des manières.

Le plus simple est de conserver le ressort moteur normal et de le remonter électriquement à intervalles éloignés : ces horloges à remontage électrique sont largement utilisés (en particulier : horloges de commutation, de changement de tarif, etc.). On peut aussi remonter à intervalles rapprochés un poids léger, c'est alors un remontoir d'égalité au sens défini à propos de l'horlogerie mécanique, exemples : horloge de Mildé (n° 11755 de la collection), horloges à pression constante de Leroy, dont le poids est remonté toutes les 32 secondes. En progressant dans le même sens, on a pu électrifier les échappements à force constante à pulseur comme celui de Paul Garnier (n° 6313).

L'électricité pénètre plus intimement dans le mécanisme, dans ce qu'on peut appeler les *échappements électriques*. Ce sont des mécanismes où l'impulsion est de nature mécanique (poids ou ressort), mais où les fonctions de dégagement, de réarmement, etc. sont assurées électriquement. On peut classer dans cette catégorie les échappements de St. Fournier (n° 6918) qui dérivent du système Vérité; de Detouche (n° 6356); de Froment (n° 7689); de Robert Houdin. Naturellement il ne peut pas être tracé de ligne de démarcation rigoureuse entre ce genre de mécanisme et les premiers; l'exemple cité de l'horloge de Paul Garnier pouvant être rangé aussi bien dans une classe que dans l'autre.

Dans tous les appareils précédents, l'organe essentiel est un électro-aimant attirant une armature mobile. Les réalisations anciennes comportent des enroulements peu résistants et des entrefers importants pour avoir un déplacement suffisant des leviers mobiles. De là, nécessité de courants importants, étincelles aux contacts, usure rapide et fonctionnement incertain. Par suite, quel que soit le mérite des conceptions, cette horlogerie électrique n'a jamais connu de réels succès.

Une nouvelle classe d'horloges présentant un perfectionnement capital sur les précédentes comporte l'entretien d'un pendule de gravité par *impulsion électromagnétique*. Au pendule est lié un aimant permanent qui est attiré ou repoussé par une bobine dont le pendule lui-même manipule le contact. Le prototype du genre semble être le régulateur de Féry à l'Exposition de 1900, d'où dérivent, avec des perfectionnements variés, une foule d'horloges électriques exploitées avec succès aujourd'hui (Brillié, Lepaute, Hatot, etc.). Leur construction a profité de tous les progrès réalisés par les appareils électriques en général; des courants très faibles circulent dans des bobines à enroulement très fin, les piles sont de longue durée et le fonctionnement très sûr.

Tous les instruments passés en revue jusqu'à présent font, en somme, avec des moyens différents, la même chose que les horloges mécaniques. L'originalité de l'horlogerie électrique réside dans les possibilités de *synchronisation*, c'est-à-dire de maintien en concordance rigoureuse d'horloges placées en des lieux différents, même éloignés, sans autre lien que la ligne électrique. Cet avantage a d'ailleurs été vu par les premiers inventeurs.

On peut avoir une *horloge directrice* actionnant un nombre théoriquement quelconque de *cadrons récepteurs* par des impul-

sions rythmées de courant. Ces récepteurs sont purement passifs et s'arrêtent dès qu'ils ne reçoivent plus d'impulsions.

Une autre possibilité est la synchronisation d'horloges capables d'un fonctionnement autonome. Il y a toujours une horloge directrice émettant des signaux et les horloges synchronisées peuvent être électriques ou mécaniques. Le plus ancien système de ce type paraît être celui de Foucault, en 1847, qui consiste dans l'adjonction au pendule, d'un régulateur mécanique et d'une palette de fer sur laquelle agit un électro parcouru par le signal de synchronisation.

L'existence de réseaux synchronisés est un des traits dominants de la chronométrie moderne. Leur intérêt est double : commodité pour les réseaux d'usines, de lignes de chemin de fer, etc.; précision pour les réseaux d'observatoires, où la pendule directrice est placée dans les meilleures conditions de tranquillité mécanique, de constance thermique, etc.

La question de la synchronisation ne doit pas être envisagée comme un sujet épuisé, un chapitre de science et de technique fixé : un vaste champ de recherche y est encore ouvert au point de vue théorique, au point de vue expérimental et au point de vue technique.

B I B L I O G R A P H I E

Les Applications de l'Electricité, par le Cte Th. du Moncel, 2^e édition 1880; vol. IV.

(Description très complète de tous les appareils existant à l'époque).

Electric Clocks, par Hope Jones; in-8°, 263 p., Londres 1931.

(Systèmes de synchronisation; étude des horloges Shortt).

Horloges électriques, par J. Granier; in-8°, 172 p., Paris, Dunod 1935.



**HORLOGERIE MÉCANIQUE
UTILISANT L'ÉLECTRICITÉ
POUR DES FONCTIONS ACCESSOIRES
JB 4-1**

1. *REGULATEUR A CONTACTS.*

Régulateur Lepaute, avec balancier à gril, échappement à chevilles, muni de contacts distributeurs.

Il y a en outre un dispositif de synchronisation de Foucault : une palette de fer sous le pendule et un électro droit où sont envoyées les impulsions de synchronisation.

1491. — E. 1814

2. *REGULATEUR A CONTACTS, avec relai.*

Régulateur Bréguet avec contacts distributeurs.

Relai à 6 directions construit pour être utilisé conjointement : il reçoit le courant des contacts du pendule et manipule des courants plus intenses.

9312. — E. 1870.

3. *POUSSOIR électrique Bréguet (1884).*

Volumineux électro-aimant destiné à actionner le poussoir d'un compte secondes ou d'un chronographe dont le logement est prévu. Peut être actionné par exemple par le relai précédent.

10079. — E. 1884.

4. *REGULATEURS SYNCHRONISES, système Cornu, par Borrel, successeur de Wagner.*

Les deux horloges sont des régulateurs à poids moteur, échappement à cheville, pendule à tige de sapin battant la seconde.

L'horloge-pilote porte un contact sur le pendule et émet une impulsion à chaque seconde. L'horloge synchronisée a un aimant suspendu à son balancier ; le courant de synchronisation passe dans une bobine agissant sur un pôle de l'aimant ; l'autre extrémité de l'aimant est placée dans un cylindre de cuivre rouge destiné à donner l'amortissement supplémentaire qui caractérise la méthode de Cornu (*Cf.* Bouasse : Pendule, Spirale).

11628. — E. 1889.



HORLOGERIE ÉLECTRIQUE
ÉCHAPPEMENT MÉCANIQUE
REMONTAGE
OU MISE A L'HEURE ÉLECTRIQUE
JB 4-21

1. *HORLOGE A REMISE A L'HEURE ELECTRIQUE, par Rédier et Tresca (1880).*

Deux barillets avec ressorts moteurs ; pendule avec échappement Graham. L'axe de la roue d'échappement porte une roue à chevilles qui agit sur la minuterie par l'intermédiaire d'un pignon. Ce pignon peut coulisser le long de son arbre et ce mouvement est commandé par un électro-aimant : quand l'électro n'est pas excité, les aiguilles sont entraînées normalement. Quand l'électro est excité le pignon est déplacé et tend à se dégager de la roue à chevilles ; mais il n'y parvient que lorsque les aiguilles sont à l'heure ronde (à cet effet la butée qui limite le coulissement du pignon est portée par la roue des heures). Donc au moment où la pendule marque l'heure ronde, le balancier cesse d'entraîner les aiguilles. Cela dure jusqu'à ce que l'électro soit desexcité.

On doit par suite donner une légère avance systématique et la pendule est remise à l'heure par l'impulsion de courant envoyée toutes les heures pendant un certain temps.

9679. — E. 1882.

2. *HORLOGE A REMONTAGE ELECTRIQUE, système Clerc (1913).*

Pendule avec échappement Graham et sonnerie à rateau. Les ressorts moteurs du mouvement et de la sonnerie

sont de petits ressorts à boudin enroulés sur les arbres correspondants : ils sont remontés toutes les heures par un petit moteur électrique à collecteur, actionné par une pile.

14489. — E. 1913.

3. *HORLOGE A REMONTAGE ELECTRIQUE, construite par les élèves de l'Ecole d'Horlogerie de Cluses (1914).*

Système analogue au précédent. Pendule 1/2 sec. à tige d'invar ; échappement Graham ; remontage par un moteur à collecteur avec régulateur de vitesse.

14509. — E. 1914.

4. *TROIS HORLOGES ELECTRIQUES, de Mildé (1889).*

Don de M. Mildé.

Les organes électriques et mécaniques sont, dans ces horloges, beaucoup plus intimement liés entre eux et elles peuvent être envisagées comme une transition vers l'horlogerie proprement électrique.

a) *REGULATEUR ELECTRIQUE A SONNERIE HEURES ET QUARTS.*

Pendule 1/2 sec. avec échappement à ancre ; le ressort moteur contenu dans un très petit barillet est remonté toutes les minutes. Un même électro-aimant polarisé sert au remontage du ressort et à la sonnerie. L'attraction de l'armature peut donc produire trois effets différents :

- 1° le remontage ;
- 2° la sonnerie des quarts à double coup sur les 2 timbres ;
- 3° la sonnerie de l'heure sur un timbre.

La distribution de ces trois fonctions se fait par un mécanisme très compliqué dont la pièce essentielle est une *bascule* ou levier horizontal visible à la partie postérieure : suivant sa position, elle fait agir la tige liée à l'armature mobile sur un système de leviers (connu dans les ouvrages de l'époque sous le nom de « répartiteur de Robert Houdin ») qui commandent le rochet de remontage, ou bien sur le marteau. La bascule, à son tour, est manipulée par le mécanisme de sonnerie qui est à limaçon et rateau.

Symétriquement par rapport au soleil de l'ensemble terre-lune, se trouve un cadran où une aiguille indique les années communes et bissextiles.

Quant à l'excitation de l'électro elle est déclenchée par le pendule : le contact a lieu entre un plot en platine que

porte le pendule et un plot porté au bout d'un bras mobile qui est amené à portée quand le ressort du barillet est détendu (ou bien aux quarts et aux heures) et escamoté aussitôt après grâce à une petite pièce en forme d'ancre. Toute cette partie du mécanisme est commune aux diverses horloges de Mildé. Elle semble aussi en constituer le point faible : tout en étant insuffisamment appuyé pour donner passage avec sécurité au courant relativement intense que demande l'électro, le contact s'exerçant en fin de course, doit profondément perturber le pendule.

On trouvera une description très détaillée de cette horloge dans le livre de Th. du Moncel (*Applications de l'électricité*), tome IV, p. 158 et suivantes.

b) *HORLOGE ELECTRIQUE A IMPULSIONS 1/2 MINUTES.*

Il n'y a pas de sonnerie ; le pendule est à échappement Graham et l'électro-aimant remonte le ressort moteur toutes les 1/2 minutes par l'intermédiaire d'un répartiteur de Robert Houdin en même temps qu'il fait avancer les aiguilles.

Le contact et sa commande par le pendule sont semblables aux précédents.

c) *HORLOGE ELECTRIQUE A IMPULSIONS 1/4 MINUTES.*

Cette horloge peut envoyer comme la précédente à chaque remontage et avance des aiguilles, une impulsion dans un circuit extérieur et servir ainsi d'horloge mère.

On remarque en outre un inverseur tripolaire qui fonctionne toutes les 1/2 heures environ : l'horloge est prévue pour fonctionner avec deux piles alternativement. Cet inverseur a pour but de mettre une des piles en circuit tandis que l'autre se repose.

On lutte ainsi contre la rapidité de polarisation des piles qui est un des vices principaux de ces systèmes d'horlogerie électrique.

41755. — E. 1889.

AUX RESERVES

1. *HORLOGE A SONNERIE ELECTRIQUE.*

43676. — E. 1904.

ÉCHAPPEMENTS ÉLECTROMÉCANIQUES

JB 4-22

L'impulsion donnée au pendule est une force purement mécanique (poids ou ressort), mais l'électricité intervient directement dans les fonctions de l'échappement.

1. HORLOGE MERE, par Paul Garnier (1853).

L'échappement est construit selon le système à force constante de Paul Garnier, dans lequel le remontage du pulseur est assuré par l'électro-aimant, dont la chute du pulseur a fermé le contact. Le pendule a le système de compensation Paul Garnier (Cf. ce système et l'échappement sur la pendule 14551).

6313. — E. 1854.

2. HORLOGE RECEPTRICE de Paul Garnier (1853).

Fonctionne au moyen des impulsions de courant envoyées par l'horloge précédente. Un électro-aimant polarisé commande un échappement à ancre faisant avancer les aiguilles. Il y a un cliquet de sécurité.

6314. — E. 1855.

3. HORLOGE MERE, par C. Detouche (1855); système Robert Houdin (fig. 98).

Echappement à force constante à ressort pulseur : le pendule porte deux bras en $1/4$ de cercle, faisant avec lui la forme de la lettre ψ : quand le pendule va, l'un des bras soulève le ressort contact qui excite l'électro et celui-ci remonte le ressort pulseur qui est de l'autre côté. Quand le pendule revient, le ressort pulseur est

dégagé et vient donner l'impulsion à l'autre bras. L'armature de l'électro qui assure l'armement du ressort pulseur par un levier articulé, provoque aussi l'avance des aiguilles. (Cf. du Moncel Op. cit. tome IV, p. 127).

6356. — E. 1855.

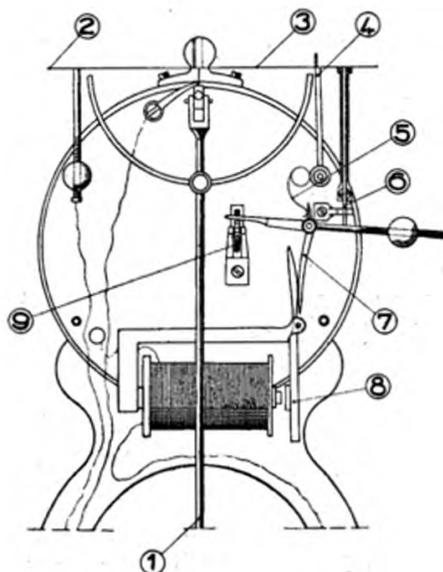


Fig. 98

Horloge électrique de Delouche,
système Robert Houdin (6356).

(fig. extraite de Th. du Moncel,
Applications de l'Electricité, t. IV, pl. II, fig. 6.)

1. Pendule.
2. Lamelle de contact fermant le circuit de l'électro.
3. Lamelle pulseur donnant l'impulsion au pendule.
4. Doigt d'accrochage du pulseur.
5. Son ressort le mettant en position d'accrochage.
6. Tige de remontage du pulseur.
7. Levier à fonctions multiples : le bras inférieur est poussé par l'armature mobile; le bras de droite qui porte le contre-poids remonte la tige 6; le petit bras pousse le ressort 5 qui accroche le doigt 4; le bras de gauche conduit le rochet 9.
8. Armature mobile de l'électro.
9. Roue à rochet conduisant la minuterie.

4. HORLOGE RECEPTRICE, par Delouche.

Actionnée par l'horloge mère précédente : un électro massif pousse un rochet portant les aiguilles. Pas de sécurité.

6357. — E. 1855.

5. *HORLOGE MÈRE*, par Stanislas Fournier à la Nouvelle-Orléans (1857).

Don de M. Fournier.

Pendule 1/2 seconde à gril, entretenu par échappement à force constante système Vérité : l'impulsion est donnée au pendule par l'une ou l'autre des boules métalliques, qui sont remontées par l'électro-aimant dont les boules ont fermé le contact.

L'armature de l'électro commande aussi le cliquet qui fait avancer les aiguilles.

6918. — E. 1860.

6. *HORLOGE RECEPTRICE*, par Stanislas Fournier.

Don de M. Fournier.

Elle comporte un électro-aimant qui fait avancer la minuterie par l'intermédiaire d'un cliquet.

6920. — E. 1860.

7. *SONNERIE ELECTRIQUE*, par Stanislas Fournier.

Don de M. Fournier.

Cette sonnerie est déclanchée par une impulsion de l'horloge mère; cette impulsion excite le petit électro-aimant qui dégage la roue à chevilles et ferme le contact de l'électro principal. Celui-ci plus puissant et alimenté par une pile locale frappe les coups sur le timbre. A chaque coup la roue à chevilles, qui est un véritable *chaperon*, avance d'un intervalle : quand le nombre de coups à sonner est épuisé, une cheville fait retomber l'armature de l'électro de déclanchement ce qui coupe le contact de l'électro principal et la sonnerie est prête pour fonctionner à nouveau. Elle frappe les heures et les demies.

6921. — E. 1860.

8. *RECEPTRICE A QUANTIEME*, par Stanislas Fournier.

Don de M. Fournier.

Commandée par la même horloge mère, elle comporte un triple cadran rectangulaire, où trois index se déplacent par translation devant des graduations rectilignes. L'index des secondes est commandé par l'électro-aimant; il monte d'une unité à chaque seconde. En fin de course il retombe à zéro et sa chute déclanche l'index des minutes qui monte d'une unité et, à son tour, celui des heures.

L'appareil est complété par des cadrans ordinaires indiquant l'heure en divers lieux et le quantième.

6919. — E. 1860.

9. *PENDULE A ECHAPPEMENT ELECTRIQUE* système Froment. Modèle construit en 1867, mais le système Froment date de 1855.

Ce système contraste agréablement avec les autres par sa simplicité mécanique qui annonce l'horlogerie électrique moderne.

L'impulsion est donnée à coup perdu par une masselotte portée au bout d'une lame très mince et flexible.

Le courant passe par un plot porté par la masselotte et la vis platinée liée au pendule.

Tant que la masse est au contact du pendule, l'électro-aimant reste excité; quand les deux pièces se sont séparées le courant est coupé dans l'électro et son armature en retombant soulève la masse. Le pendule achève librement son oscillation et au retour il rattrape la masse, la soulève très peu et est accompagné par elle à la descente tant que l'électro est excité: il en reçoit donc un travail positif au total.

7689. — E. 1867.



PENDES A ENTRETIEN PAR IMPULSIONS ÉLECTROMÉCANIQUES

JB 3-53

Les premières de ces horloges sont celles de Féry, en 1900, d'où dérivent la plupart des horloges mécaniques actuelles. Il n'y a plus d'échappement mécanique, mais le pendule porte un aimant qui reçoit de la part d'une bobine parcourue par un courant, une impulsion électromagnétique.

L'avantage capital sur tous les systèmes où un électro attire une armature, est dans un *rendement* très supérieur, ce qui se traduit, par des courants très faibles qui ne détériorent pas les contacts, et des piles plus petites qui durent très longtemps.

1. *REGULATEUR ELECTRIQUE A PENDULE SECONDE, système Féry-Brillié (1912).*

Ce régulateur n'a pas de minuterie, il ne comporte que le pendule, sa bobine et son contact d'entretien.

Il synchronise une pendulette 1/2 seconde dont les contacts distributeurs alimentent un récepteur œil de bœuf. C'est le schéma des distributions horaires modernes :

régulateur central;

horloge relai;

réceptrices en nombre quelconque.

2. *HORLOGE PRIMAIRE à remontage électrique du système Schweizer (1891).*

Don de M. Schweizer.

Régulateur à pendule de un mètre, échappement à ancre mû par un remontoir d'égalité dont le poids est remonté périodiquement par un électro-aimant. Ce régulateur sert aussi d'horloge-mère.

12143¹. — E. 1891.

3. *RECEPTEUR pour le régulateur électrique de Schweizer.*

12143². — E. 1891.

4. *HORLOGE SECONDAIRE de petit modèle, mise en mouvement par l'horloge primaire à remontage électrique.*

Don de M. Schweizer.

12168. — E. 1891.



HORLOGERIE PNEUMATIQUE

JB 4-3

Les fonctions que l'on demande à l'électricité pour le remontage d'une horloge ou la commande de réceptrices, peuvent aussi être accomplies par l'air comprimé. Ce système offre même souvent

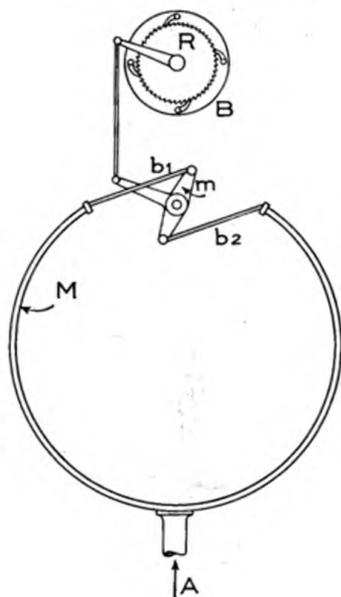


Fig. 99. — Système Bourdon de l'horloge pneumatique 16411.

plus de sécurité, parce que les fuites (à moins qu'elles ne soient énormes) qui occasionnent seulement un surcroît de dépense d'air comprimé, sont moins redoutables que les pertes en ligne et les mauvais contacts dans une distribution électrique.

1. *HORLOGE MERE PNEUMATIQUE, système Bourdon* (1885)
(fig. 98).

Régulateur $1/2$ seconde à échappement Graham, comportant un système de remontage du ressort et un distributeur d'air comprimé. Le remontage est assuré toutes les minutes par un tube manométrique déformable qui, par l'intermédiaire d'un embiillage remonte le ressort du barillet. Sur l'axe de la roue d'échappement est calée une manivelle qui, par une bielle, commande la valve d'admission d'air au tube de remontage et au départ vers les réceptrices.

16411. — E. 1885.

2. *RECEPTRICE, système Bourdon* (1885).

Beau modèle monté sur une plaque de verre gravé.
Un tube manométrique recevant l'impulsion de pression toutes les minutes, fait avancer une roue à rochet qui, par l'intermédiaire d'une vis sans fin, commande la minuterie.

16412. — E. 1885.



OUTILLAGE D'HORLOGERIE

JB 5

ETABLIS, ETAUX

JB 5-1

1. *ETABLI de A.-L. Bréguet (vers 1780, de style Louis XVI.*

Don de Mlle Vuitel.

12445. — E. 1893.

2. *ETABLI, de Paul Garnier.*

Don de M. Blot-Garnier.

En acajou, encore garni du petit outillage.

17459. — E. 1937.

3. *ETAU A MACHOIRES PARALLELES, par Hulot, mécanicien du Roi, vers 1760.*

Pièce des plus remarquables par la beauté et le luxe de l'exécution. La mâchoire mobile mûe par une vis à filet carré est guidée dans sa translation par un fort tenon coulissant dans une mortaise de la partie fixe. Celle-ci est d'ailleurs orientable en direction comme en inclination. Cet étau est d'ailleurs un peu gros pour être un véritable outil d'horloger.

410. — E. 1800

4. *MORS DE CUIVRE pour l'étau précédent (1760).*

1311. — E. 1807.

5. *ETAU attribué à Mercklein (vers 1770).*

Don de Mlle Herbillon.

Plus simple que le n° 110, mais encore d'une très belle facture avec une décoration gravée. La mâchoire mobile ne se déplace pas parallèlement à elle-même mais autour d'un axe. D'après le donateur, cette pièce a appartenu à Antide Janvier.

10911. — E. 1886.

6. *MODELE D'ATELIER D'HORLOGERIE.*

Don de M. Ch. Feuvrier.

16227. — E. 1921.

AUX RESERVES
JB 5-1

1. *PETITE BIGORNE (1760).*

1369. — E. 1807.

2. *DEUX BIGORNES sur leurs billots (1760).*

1255. — E. 1807.

3. *ETAU à mâchoires parallèles, à vis de pression (1760).*

1269. — E. av. 1814.

4. *MAIN D'HORLOGER pour mouvement de montre (1820).*

12314. — E. 1892.

5. *MAIN D'HORLOGER pour régler une montre dans différentes positions (1760).*

1302. — E. 1807.

6. *DEUX MAINS pour maintenir les montres que l'on veut monter ou démonter (1755).*

1272. — E. av. 1814.

7. *MACHOIRE pour mettre de largeur les spiraux des montres (1760).*

4139. — E. av. 1849

OUTILLAGE A MAIN

JB 5-2

1. *ETAU A MAIN* (vers 1780).

Très petit étau à main, porté au bout d'un manche, avec serrage par vis munie d'un écrou à oreilles.

Dans la technologie du XVIII^e siècle, cet outil se nomme « tenaille à vis ».

1332. — E. 1807.

2. *PETITE CISAILLE A MAIN* (1770).

Outil curieux comportant une petite cisaille à guillotine, c'est-à-dire dont le tranchant rectiligne est mobile par translation ; combinée avec une pince qui extrait le bout de la pièce coupée.

1363. — E. 1807.

3. *PRESSE A VIS* (vers 1770).

1254. — E. 1814.

4. *QUATRE MAINS d'horloger, par F. Berthoud* (1760).

Servent à tenir les mouvements au moyen des trois griffes réglables, pour le remontage.

1312. — E. 1807

5. *COMPAS A ENGRENAGE* (vers 1750).

Instrument servant à déterminer les distances des axes de deux mobiles devant engrener entre eux et à la reporter sur les platines.

Il comporte deux paires de poupées portant des broches où l'on fixe les deux axes, dont l'une est déplaçable par translation. Dans cet exemplaire ce mouvement est réalisé par une vis et deux tiges guide de la partie mobile.

1266. — E. av. 1814.

6. *QUATRE COMPAS A ENGRENAGES de tailles variées (1760) et portant les inscriptions : « n° 6 au Roi » etc., qui sont des numéros d'inventaire du matériel d'un atelier officiel.*

Dans ce modèle, les deux châssis portant les poupées pivotent autour d'une charnière commune : l'écartement est donné à la main, ajusté par une vis de rappel et fixé par une vis de serrage. L'outil a conservé cette forme jusqu'à l'époque actuelle.

1313. — E. 1807

7. *MACHINE A FORMER LES ENGRENAGES, par Gallonde, signée : « Gallonde invenit et fecit Parisiis 1745 ».*

C'est une complication du compas aux engrenages déjà classique à cette époque. Les deux axes des mobiles à former peuvent recevoir l'un par rapport à l'autre deux translations, l'une horizontale, l'autre verticale.

1265. — E. av. 1814.

8. *COMPAS pour déterminer les proportions des roues et des pignons.*

Don de M. Guettier.

On place la roue tangente aux deux branches en face de la graduation correspondant à son nombre de dents ; on trouve alors le diamètre du pignon dans la partie voisine du pivot, en face du nombre indiquant son nombre d'ailes.

17637. — E. 1887.

9. *LOUPE montée en cuivre.*

6703. — E. 1858.

10. *OUTIL A METTRE LES BALANCIERS D'EQUILIBRE, par F. Berthoud (1783).*

Don de M. Ch. Durier.

Il y a deux couteaux parallèles qu'on peut amener avec des vis calantes à être rigoureusement horizontaux. Le balancier, dont l'axe est posé dessus, doit être en équilibre indifférent, ce qui indique que son centre de gravité est bien sur l'axe. Cet outil est toujours en usage.

16252. — E. 1921

11. *ESTRAPADE, par Berthoud (vers 1760).*

Outil destiné à enrouler les ressorts pour les introduire dans les barilletts. Toujours utilisé sous des formes à peine modifiées.

4375. — E. av. 1814.

12. *ESTRAPADE, par F. Berthoud (1760).*

Instrument en fer forgé d'une très belle exécution.

4264. — E. av. 1814.

13. *OUTIL A PLANTER (1766).*

Il sert à pointer sur une platine l'emplacement d'un pivot lorsque le trou correspondant est déjà fait sur l'autre platine. Employé sous cette forme jusqu'à la fin de l'horlogerie artisanale.

4252. — E. av. 1814.

14. *OUTIL a dresser les plans des roues d'échappement, par F. Berthoud (1766).*

Il s'agit des plans des roues d'échappement à cylindre de rubis de ses horloges marines (Cf. son traité des horloges marines, planche XXV).

Fait partie du matériel d'exécution de ces horloges acquis par l'Etat en vertu d'un contrat passé avec Berthoud.

4310. — E. 1807

15. *OUTIL pour tailler les engrenages hélicoïdaux provenant des ateliers de la Maison Bréguet.*

Don de la famille Bréguet.

42313. — E. 1892.

A U X R E S E R V E S

JB-52

1. *MACHOIRE pour mettre de largeur les spiraux des montres (1760).*

4439. — E. av. 1849

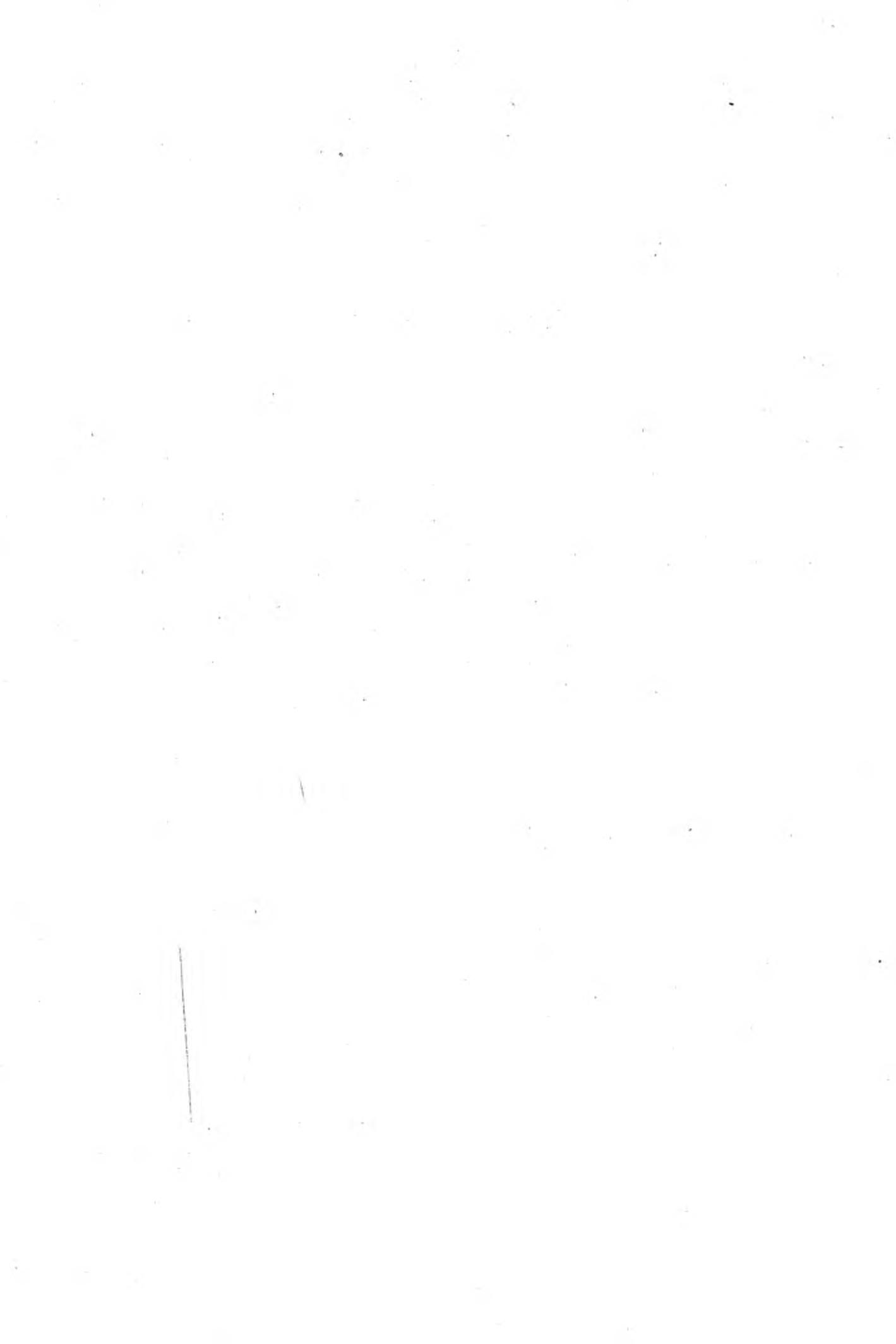
2. *MACHINE pour monter les ressorts de montre.*

4422. — E. av. 1819.

3. *OUTILS à monter les ressorts dans les barillets de montre, par Fardoil (167).*
1241. — E. 1807.
4. *OUTIL à monter et à démonter les ressorts des barillets de montre.*
1267. — E. av. 1814.
5. *OUTIL à égaliser les ressorts de montre.*
1268. — E. av. 1814.
6. *EMPORTE-PIECE pour former l'œil des ressorts de montre (1780).*
12171. — E. 1891.
7. *OUTIL à resserrer les canons; pince à ressort (1760).*
1368. — E. 1807.
8. *COLLECTION DE LIMES, GRATTOIRS, OUTILS à polir, etc...*
4141. — E. av. 1814.
9. *COLLECTION D'OUTILS à main comportant le programme de 1^{re} année de l'Ecole d'apprentissage de Paris.*
17029. — E. 1885
10. *DEUX TENAILLES à mâchoires et à boucle (1760).*
1333. — E. 1807.
11. *GUIDE EN ACIER trempé pour limer les étoiles (1800).*
1324. — E. av. 1814.
12. *OUTIL A FENDRE les roues de rencontre dans les montres (1860).*
11754. — E. 1889.
13. *MACHINE A FENDRE les roues des machines à numérotter.*
1403. — E. av. 1814.
14. *DEUX SCIES A METAUX (1760).*
1341. — E. 1807.
15. *TROIS FILIERES SIMPLES DE SUTTER (1760).*
1325. — E. av. 1814.

16. *UNE FILIERE POUR LE FIL DE FER* (1760).
1360. — E. 1807.
17. *TROIS OUTILS A PLANTER* (1766).
4120. — E. av. 1849.
18. *OUTIL A PLANTER, à deux pointes* (1766).
1343. — E. av. 1814.
19. *OUTIL A PLANTER modifié* (1780).
1317. — E. 1807.
20. *OUTIL A PLANTER à deux pointes, de Berthoud* (1780).
77. — E. av. 1814.
21. *OUTIL A FENDRE les piliers carrés des anciennes montres* (1800).
1225. — E. av. 1814.
22. *DEUX OUTILS à noter les cylindres à musique* (1800).
1253. — E. 1807.





OUTILLAGE POUR LA FABRICATION
DES RESSORTS SPIRAUX

JB 5-21

AUX RESERVES

1. SEPT MODELES DE MOUVEMENTS D'HORLOGERIE pour
la démonstration des effets de développement des ressorts
(avant 1789).
1295. — E. 1807.
2. DEUX MICROMETRES à calibrer l'épaisseur des ressorts spiraux.
(1760).
1327. — E. 1807.
3. BRIDE pour maintenir les ressorts spiraux au moment de la
trempé (1760).
1304. — E. av. 1815.
4. BRUCELLES en cuivre pour ouvrir les ressorts spiraux (1766).
17026. — E. av. 1814.
5. QUATRE OUTILS à tremper les roues d'échappement et les res-
sorts spiraux (1760).
1356. — E. 1807.

JB 52

6. NEUF PINCES à ouvrir et à fermer les ressorts spiraux (1760).

1358. — E. 1807.

7. DEUX OUTILS à façonner les ressorts spiraux (1760).

1357. — E. 1807.

8. COLLECTION D'OUTILS servant à la fabrication des ressorts spiraux (1820).

6978². — E. 1861.



TOURS ET MACHINES DÉRIVÉS

JB 5-3

Le tour d'horloger sous sa forme la plus simple, comporte les éléments suivants : un banc, de section rectangulaire, portant un tenon pour la fixation dans l'étau; une poupée fixe, recevant le mandrin ou la pince porte-pièce; une poupée mobile, le long du banc, portant une contre-pointe ou recevant le burin.

Le mouvement est donné par une manivelle ou un archet.

A côté des tours proprement dits, la collection présente une série remarquable de « machines à tailler les fusées » ou les vis, qui sont les ancêtres lointains des tours automatiques.

Dans ces machines, la manivelle, en même temps qu'elle fait tourner la pièce, communique un ou plusieurs mouvements combinés au burin (réglage de l'avance et de la pénétration) et dans la réalisation de ces mouvements, se révèle une variété de solutions et une richesse d'invention admirables.

1. *TOUR A BURIN FIXE, par Gloisnier (1789), provenant de la Manufacture d'horlogerie de Versailles.*

Ce tour, relativement volumineux, se distingue par sa plaque de base en bronze sur laquelle sont serrés, avec des possibilités de réglage et d'alignement, le porte-mandrin et le porte-burin. Celui-ci peut coulisser sur deux V. La machine sert principalement à exécuter les creusures des platines

1243. — E. av. 1814.

2. *CINQ PORTE-BURINS de rechange pour ce tour.*

1244. — E. av. 1814.

3. *CINQ MANDRINS de rechange pour ce tour.*

1245. — E. av. 1814.

4. *PETIT TOUR, par Fardoil, portant l'inscription : « Pierre Fardoil à Paris, 1697 ».*

Il est prévu pour égaliser les fusées. Le burin est guidé sur l'arbre secondaire parallèle à l'arbre portant la pièce ; il est appuyé à la main.

1240. — E. 1807.

5. *MACHINE A TAILLER LES FUSEES, par Fardoil, signée : « A Paris, Pierre Fardoil invenit 1715 ».*

Le burin a son avance commandée par une vis liée par engrenage à la manivelle. La pénétration de l'outil est réglée en suivant avec un guide le contour d'un modèle découpé suivant le profil de la fusée à réaliser.

1237. — E. 1807.

6. *MACHINE A TAILLER LES FUSEES, par Fardoil.*

Date non indiquée. La pénétration de l'outil est toujours fixée par un profil modèle, mais l'avance et la pénétration sont automatiquement liées par un dispositif très complexe.

1236. — E. 1807.

7. *MACHINE A TAILLER LES FUSEES ET LES VIS, par Fardoil (1715), date non indiquée.*

Le principe est semblable à celui des machines de Thiout ci-après.

1235. — E. 1807.

8. *MACHINE A TAILLER LES FUSEES, par Thiout aîné (1740).*

Elle est décrite dans son *Traité d'horlogerie* (1741) tome I, planche 26.

Ce n'est en réalité qu'un tour à *fileter* la fusée, qui doit avoir reçu au préalable sa forme générale. Le burin est guidé parallèlement à l'axe et son avance est proportionnelle à la rotation de la vis mère portée par la manivelle avec un rapport variable : à cet effet, l'avance de l'écrou est communiquée au guide du burin par un levier dont on règle le rapport des bras en enfonçant les chevilles dans les trous dont il est percé.

On enfonce l'outil à la main en agissant sur le levier, quand on lâche celui-ci, le ressort d'arbalète ramène l'outil hors de prise.

4233. — E. av. 1814.

9. *MACHINE A TAILLER LES FUSEES, par Thiout aîné.*

Même principe que le tour précédent, mais plus grande taille.

4234. — E. av. 1814.

10. *TOUR A FILETER (XVIII^e siècle).*

Principe semblable à celui de la machine de Thiout. Seule l'avance de l'outil est réglable d'une façon continue, le système réducteur étant à vis au lieu de la plaque percée de trous où l'on promenait les chevilles.

4121. — E. av. 1849.

11. *PETIT TOUR A FILETER, signé : « Jacob Droz, au Locle en Suisse » (probablement fin du XVIII^e siècle).*

Même principe que la machine de Thiout; l'avance de l'outil étant encore réglée par la position d'une cheville déplaçable.

4238¹. — E. av. 1814.

12. *PETIT TOUR A FILETER, par Jacob Droz (1780).*

Diffère du précédent par le réglage de l'avance de l'outil; peut se faire de façon continue en déplaçant un manchon sur la tige du secteur denté.

4238². — E. av. 1814.

La variété des procédés de réglage de l'avance du burin est infinie; en voici trois exemples plus compliqués :

13. *TOUR A FILETER (XVIII^e siècle).*

Le chariot porte-outil est mobile dans une coulisse : il est maintenu par une chaînette tirée par un barillet à ressort (comme l'est un chariot de machine à écrire) contre une came limaçon qui règle son avance.

4239. — E. 1814.

14. *ARCHET avec mécanisme pour tendre la corde* (1760).

1367. — E. 1807

15. *MACHINE A TAILLER LES FUSEES* (xviii^e siècle).

L'avance du porte-outil est réglée par un plan incliné : la manivelle commande par une crémaillère la translation d'une pièce triangulaire dont un côté pousse le chariot porte-outil (maintenu en contact par une chaînette tendue par un ressort comme ci-dessus). En faisant pivoter la pièce triangulaire dans son plan on règle de façon continue la vitesse d'avance.

La pénétration de l'outil est déterminée par un profil-guide représentant la fusée à tailler.

1261. — E. av. 1814.

16. *MACHINE A TAILLER LES FUSEES, de Le Lièvre, construite par Hulot* (1760) (*portant l'inscription : « n° 13 au Roi »*).

Même principe que la machine précédente : au moyen d'un treuil avec deux chaînettes enroulées en sens inverse la manivelle commande la translation d'un double plan incliné. L'un de ceux-ci à inclinaison variable, détermine l'avance de l'outil ; l'autre conduit le profil-guide qui détermine la pénétration de l'outil.

1373. — E. 1814.

17. *MACHINE pour arrondir les roues de rencontre* (1800).

4123. — E. av. 1840

AUX RESERVES

JB 5-3

1. *DEUX BROCHES pour tours.*

1338. — E. av. 1814.

2. *DEUX LANTERNES à terminer les bouts de vis* (1760).

1335. — E. av. 1814

3. *MANDRIN UNIVERSEL, par Fardoil* (1697).

1242. — E. 1807

4. *ARCHET EN BALEINE* (1760).
1346. — E. av. 1814.
5. *OUTIL à rayer les manchons* (1800).
8232. — E. 1866.
6. *DEUX MAITRES A DANSER, l'un en laiton, l'autre en acier*
(1760).
1323. — E. 1807.
7. *TOURS à archet* (1750).
1372. — E. av. 1815.
8. *TOUR A PIVOTER à l'archet en cuivre (incomplet)* (1760).
1331. — E. 1807.
9. *DEUX TOURS à l'archet, en fer, un de 1760 et l'autre de 1800.*
1330. — E. 1807.
10. *PETITS ARBRES à cire, à plaque et à écrous, en usage dans
l'horlogerie* (1760).
1336. — E. av. 1814.
11. *GROS TOUR à l'archet en fer* (1780).
1329. — E. 1807.
12. *OUTIL propre à évider, à la fraise, les charnières des boîtes de
montres* (1800).
1222. — E. 1807.
13. *DEUX LEVIERS à égaliser les fusées.*
1270. — E. av. 1814.
14. *LAPIDAIRE pour affûter les échoppes* (1760).
1262. — E. 1804.
15. *FORET AVEC SON CUIVROT* (1760).
1339. — E. av. 1814.
16. *COLLECTION DE FORETS avec un porte-foret* (1760).
1315. — E. av. 1814.
17. *NEUF PORTE-FORETS à pivots, munis de leurs forets* (1760).
1314. — E. av. 1814.
18. *MACHINE A PERCER* (1750).
1228. — E. 1750.



MACHINES
A DIVISER LES ROUES DENTÉES
ET LES PIGNONS
JB 5-4

Elles dérivent des machines à diviser le cercle et ont donné naissance aux diviseurs de fraiseuses et aux fraiseuses elles-mêmes.

1. *MACHINE A DIVISER (vers 1750).*

Elle servait à faire les plate-formes diviseuses des machines à faire les roues dentées (ou suivant le terme consacré, à « fendre les roues »).

L'organe essentiel est une plate-forme dont la rotation est commandée par une double démultiplication à vis sans fin. Un châssis mobile radialement porte un pointeau pour marquer les plate-formes.

Cette machine permet la division directe d'une roue.

903. — E. 1807.

2. *MACHINE A DIVISER incomplète (vers 1750).*

Elle diffère de la précédente en ce que la rotation de la plate-forme est commandée par engrenages au lieu de vis sans fin.

905. — E. 1807.

3. *MACHINE A FENDRE LES ROUES, par Hulot (1760), (porte l'inscription : « n° 1 au Roi »).*

Le plateau diviseur est un disque de laiton portant des séries de points concentriques : chaque cercle de points correspond à une denture de roue. On immobilise le plateau au moyen d'une alidade dont on fait pénétrer la

pointe dans un trou et que l'on bloque. Le chariot porte-fraise est mobile le long d'un rayon, suivant le diamètre de la roue à denter. La fraise est commandée par une manivelle et des engrenages.

401. — E. av. 1814.

4. *COLLECTION DE FRAISES pour la machine de Hulot (n° 101).*

904. — E. 1807.

5. *MACHINE A FENDRE LES ROUES (vers 1750).*

Semblable à la précédente, sauf le mode de déplacement du chariot porte-fraise.

1349. — E. 1814.

6. *MACHINE A FENDRE LES ROUES, par Hulot fils (1755).*

Toujours le même principe, taille générale plus petite; commande de la fraise par archet.

4119. — E. av. 1849.

7. *MACHINE A FENDRE LES ROUES DE MONTRE (xviii^e siècle).*

Machine analogue aux précédentes aux dimensions près.

1224. — E. 1807.

8. *MACHINE A FENDRE LES ROUES DE MONTRE (1720).*

1230. — E. 1807.

9. *MACHINE A TAILLER LES ROUES, portant l'inscription : « Faure à l'hôtel de Louvoys » (vers 1750).*

Même principe. Le porte-outil est mobile dans une coulisse verticale; on met l'outil en prise en abaissant le levier qu'un ressort tend à relever.

1229. — E. av. 1814.

10. *MACHINE A DIVISER ET A TAILLER LES ROUES DE RENCONTRE, portant la signature : « Pierre Fardoil inventit à Paris 1715 ».*

La particularité de cette machine est dans le diviseur qui est un cylindre au lieu d'être un plateau. La fraise est rotative et mûe par engrenage.

1226. — E. 1807.

11. *PORTE-LIME pour la machine précédente.*

On substitue cette pièce au porte-outil et elle porte une lime qui est animée par un excentrique d'un mouvement de va-et-vient.

1227. — E. av. 1814.

12. *MACHINE A DIVISER LES ROUES, par P. Fardoil (1715).*

1231. — E. 1807.

13. *MACHINE A TAILLER LES ROUES DE RENCONTRE (1720).*

Le diviseur est une roue à rochet portant une cheville pour chaque dent de la roue à tailler. Au cours de la taille on peut faire revenir la roue diviseur légèrement en arrière, pour obtenir le profil convenable des dents de la roue de rencontre.

Machine avec deux diviseurs de rechange.

1223. — E. 1815

14. *MACHINE A FENDRE LES ROUES D'ECHAPPEMENT, par Féron (vers 1780).*

Plusieurs châssis porte-outil, dont deux avec fraise rotative et un avec lime à mouvement alternatif.

Accessoires; pinces de rechange pour monter les roues à tailler; collection de fraises et de limes.

1257. — E. av. 1814

15. *MACHINE A TAILLER LES ROUES D'ECHAPPEMENT, par Féron (1780).*

1256. — E. av. 1814.

16. *MACHINE A ARRONDIR LES DENTS DES PIGNONS ET DES ROUES, par F. Berthoud (1766).*

Cette machine, ainsi que les suivantes, appartiennent à la catégorie des fraiseuses ou raboteuses à mouvement alternatif de l'outil, qui est essentiellement une lime.

Le porte-outil, appelé « dossier », glisse entre 8 rouleaux horizontalement, tandis que le chariot porte-pièce, qui reçoit entre deux pointes la roue ou le pignon à tailler, est mobile le long de glissières verticales.

La machine reçoit les roues déjà divisées, elle sert à terminer et à profiler (« arrondir ») leur denture.

Les pignons, au contraire, peuvent y être taillés entièrement, c'est pourquoi il y a pour eux un plateau diviseur à entailles.

Cette machine est décrite dans le *Traité des Horloges Marines* et représentée aux planches XXII et XXIII.

1350 — E. 1807.

17. *MACHINE A ARRONDIR LES DENTS DES ROUES, signée : « B. Samuel Gautier à Caen - n° 3 au Roi » (1766).*

Analogue à la précédente, à quelques détails près.

La roue à tailler est immobilisée entre deux plaques réglables.

1351. — E. 1807

18. *TROIS PORTE-LIMES de rechange pour l'outil n° 1350.*

1352. — E. 1814.

19. *TROIS DIVISEURS de rechange pour l'outil n° 1350.*

1353. — E. 1814.

20. *OUTIL A DIVISER ET A FENDRE LES PIGNONS (vers 1800).*

Le pignon à tailler est fixé entre pointes, la hauteur de l'axe au-dessus du socle étant réglée par une vis.

La fraise est rotative et mûe par un archet.

1246. — E. av. 1814.

21. *OUTIL A DIVISER ET A FENDRE LES PIGNONS (vers 1800). Identique au précédent.*

1247. — E. av. 1814.

22. *DEUX OUTILS A POLIR LES PIGNONS (1770).*

Le polissage est effectué par une roulette de bois dur où l'on met de la potée et qui est mûe par un archet.

La table qui porte entre pointes le pignon à polir peut recevoir, à la main, un mouvement de va-et-vient.

1249. — E. av. 1814.

23. *DEUX OUTILS A POLIR LES PIGNONS* (1766).

C'est un tour analogue à l'outil précédent, mais dont l'usage est moins bien défini. L'inventaire le qualifie de « propre à différents travaux d'horlogerie ».

1250. — E. av. 1814.

24. *MACHINE A ARRONDIR LES DENTS DES ROUES, par Ganderth* (1870).

C'est encore à peu près l'outil dont se servent les horlogers pour rectifier la denture des roues; comme les autres machines analogues, celle-ci disparaît par l'emploi de fournitures usinées avec précision et utilisables sans retouches.

L'outil est une scie ou fraise hélicoïdale dentée sur environ $\frac{2}{3}$ de tour et dont le pas est ajustable: la partie dentée de la fraise mord les flancs d'une dent de roue et la partie lisse permet le passage automatique à la dent suivante en faisant tourner la roue de l'angle nécessaire.

8874. — E. 1878.

25. *MACHINE A ARRONDIR LES DENTS DE ROUES, signée: « Bocquet, Breveté S.G.D.G. Bordeaux »* (1870).

9372. — E. 1879.

26. *MACHINE A ARRONDIR DES DENTS DE ROUES, par L. Carpano* (1867).

L'outil est ici à axe vertical.

7707. — E. 1867

27. *MACHINE A ARRONDIR LES ROUES, désignée sous le nom de « rabot pour mettre les roues de pendule au diamètre voulu ou simplement rondes », par V.-A. Pierret* (1880).

Machine composite, qui est à la fois étau limeur, fraiseuse et perceuse.

10869. — E. 1886.



AUX RESERVES

1. *UNE FILIERE A PIGNONS* (1760). 1361. — E. av. 1814.
2. *MACHINE A DIVISER (incomplète)*. 4126. — E. 1849.
3. *MARTEAU, par Abram* (1760). 149. — E. 1805.
4. *FIL D'ACIER étiré et divisé de manière à en pouvoir former à volonté des pignons de 8, 10 ou 12 dents, par Caux* (1790). 1251. — E. av. 1814.
5. *COLLECTION DE TASSEaux de rechange et de fraises dépendant de la machine n° 101.* 1348. — E. 1814.
6. *TRUSQUIN EN FER* (1760). 116. — E. 1801.
7. *MACHINE A FENDRE avec plate-forme* (1750). 902. — E. 1807.



LIMES ET FRAISES

JB 5-5

Obligés de fabriquer eux-mêmes leur outillage, les anciens horlogers ont mis au point de très bonne heure, des machines à tailler les limes et les fraises qui sont remarquables par leur automaticité. La lime y est placée à l'état mou et reçoit les entailles de la part d'un burin sur lequel frappe un marteau; elle est ensuite trempée pour acquérir la dureté nécessaire.

1. MACHINE A TAILLER LES LIMES, par Fardoil.

Cette machine de grandes dimensions, comporte une plate-forme pourvue d'une rainure dans laquelle coulisse le chariot porte-lime; un chevalet, qui porte le ciseau ou burin; un marteau qui vient le frapper et un arbre de commande avec une manivelle. Les fonctions sont les suivantes: le marteau frappe sur le ciseau, celui-ci est relevé, le chariot est déverrouillé; il avance de l'intervalle de deux entailles consécutives, puis il est verrouillé à nouveau et le cycle recommence. Toutes les opérations sont effectuées automatiquement en tournant la manivelle, grâce à un système de cames assez complexe. L'avance du chariot se fait par vis et écrou.

1216. — E. 1807.

2. MACHINE A TAILLER LES FRAISES (vers 1720).

Comme il s'agit de frapper des entailles sur une fraise à tailler les dents de roues d'engrenage, le mouvement de translation du chariot est remplacé par un mouvement de rotation. A cela près les fonctions sont semblables à celles de la machine précédente.

1402. — E. av. 1814.

3. *MACHINE A TAILLER LES LIMES, signée : « Inventée par Pierre Fardoil, 1725 ».*

Même principe que les machines précédentes ; le burin est monté dans un porte-outil orientable, de façon à faire des entailles obliques à volonté par rapport à l'axe de la lime.

1248. — E. 1807.

4. *MACHINE A TAILLER LES LIMES, portant l'inscription : « Inventé et fait par Pierre Fardoil, Maître Orlogeur du Grand Conseil de Sa Majesté à Paris ».*

Même principe que les précédentes ; l'avance du chariot porte-lime se fait par vis sans fin et crémaillère. Le porte-outil est orientable pour faire des tailles obliques.

1247. — E. 1807.

5. *MACHINE A TAILLER LES LIMES, portant l'inscription : « Pierre Fardoil Invenit ».*

Analogue à la précédente sauf la dimension plus petite.

1220. — E. 1807.

6. *OUTIL A FIGURER ET A TAILLER LES LIMES, par F. Berthoud (1766).*

Il s'agit des limes utilisées pour arrondir les dents des roues et des pignons : la partie utile ou mordante de ces limes consiste en deux surfaces concaves de chaque côté du milieu du dos qui est lisse : « Figurer » la lime c'est tailler ces surfaces ; pour cela l'outil fonctionne en fraiseuse, dont on fait avancer le porte-objet à la main en le tenant par la poignée. Pour imprimer ensuite les entailles dans la lime, on supprime la manivelle et on appuie fortement la lime sur la fraise en donnant un mouvement de va-et-vient au dossier.

Cet outil fait partie de l'équipement pour la construction des horloges marines selon Berthoud, vendu par lui à l'Etat (d'où l'inscription « n° 4 au Roi ») et décrit dans le *Traité des Horloges marines* (représenté planche XXIV).

1308. — E. 1807.

7. *MACHINES A FIGURER LES LIMES à arrondir les roues, par Féron (1785).*

Cette machine n'est autre chose qu'une petite fraiseuse. Le chariot porte-lime est déplacé par une manivelle, tan-

dis qu'une autre commande la fraise, dont l'axe de rotation est orientable.

1259. — E. av. 1814.

8. *MACHINE A FIGURER LES LIMES, par Féron (1785).*

Analogue à la précédente, mais de très petite dimension. La fraise, très petite, est commandée par un archet.

1258. — E. av. 1814.

9. *MACHINE A TAILLER LES LIMES.*

La lime à tailler est fixe et c'est le porte-burin qui se déplace auprès la frappe de chaque entaille. Le marteau agissant sur le burin est un poids qui coulisse sur une tige-guide.

1224. — E. 1807.

10. *MACHINE A TAILLER DEUX LIMES A LA FOIS.*

Un chariot porte les deux limes et il y a deux porte-burins et deux marteaux, le tout commandé par une seule manivelle. La hauteur de chute des marteaux est réglable et le dispositif d'avance du chariot porte-lime qui est poussé par une came en limaçon, est intéressant. Mais la construction est loin d'être aussi soignée que celle des autres machines.

1219. — E. 1807.

AUX RESERVES

1. *OUTIL A TAILLER les fraises qui servent à former les limes à arrondir (1766).*

1309. — E. av. 1814.

2. *JEUX DE FRAISES pour faire des noyures (1760).*

1316. — E. 1807.

OUTILS DIVERS
APPAREILS DE MESURES
OU DE DÉMONSTRATION
JB 5-6

1. *PYROMETRE pour tiges de balanciers, par F. Berthoud (vers 1760).*

Ensemble placé dans une caisse de régulateur, comporte les tuyauteries pour le chauffage à la vapeur de la tige la dilatation. Le balancier à étudier bat la seconde. Boîte marqueterie.

1376. — E. 1807.

2. *PYROMETRE pour tiges de balanciers 1/2 seconde, par F. Berthoud (vers 1760).*

1377. — E. 1807.

3. *PYROMETRE pour bilames compensatrices, par F. Berthoud (vers 1785).*

1303. — E. av. 1814.

4. *MODELE D'ECHAPPEMENT EXPERIMENTAL, par F. Berthoud (1760).*

Ce modèle d'échappement à ancre que l'on peut rendre à repos ou à recul, est disposé en outre pour mesurer l'amplitude du pendule (on fait varier le poids moteur) et pour régler l'instant des impulsions en déplaçant le pendule par rapport à la fourchette.

1384. — E. 1807.

5. *BALANCES DYNAMOMETRIQUES*, par F. Berthoud (1760).

Il y a trois appareils de dimensions différentes. Chacun d'eux est une sorte de fléau de balance romaine, dans lequel le poids curseur doit faire équilibre à la force à mesurer, qui est celle d'un ressort moteur d'horlogerie. Pour s'en servir on serre dans les mâchoires le carré de l'arbre du barillet ou de la fusée de manière que le couple moteur tende à soulever le levier et on le ramène à l'horizontale au moyen du curseur.

1374. — E. 1807

6. *MICROBALANCE A SPIRAL*, par Ferdinand Berthoud (1760).

Décrite dans le *Traité des Horloges marines* (planche XXV).

1355. — E. 1807

7. *DYNAMOMETRE A RESSORT*, par Le Roy.

861. — E. 1814.

8. *PENDULE VERIFICATEUR DE LA STABILITE DES BOITES D'HORLOGES* (vers 1860).

Don de la famille Bréguet.

Si la stabilité est insuffisante, un balancier est mis en mouvement par résonance.

12315. — E. 1892.

9. *APPAREIL DE GUILLAUME ET PETAVEL pour déterminer les courbes terminales des spiraux. Construit par Ch. Guillaume à l'Ecole d'Horlogerie de Fleurier (Suisse).*

Cet instrument permet de construire à grande échelle, au moyen d'un fil souple et pesant (en plomb par exemple) une courbe satisfaisant aux conditions de Phillips (Cf. l'Introduction à la Section : Horloges marines). Ces conditions imposant une certaine position au centre de gravité de la courbe, sont en effet vérifiées lorsque le plateau, libéré, reste en équilibre et horizontal.

13321. — E. 1901.

10. *APPAREIL POUR LA MESURE DES COUPLES DES SPIRAUX.* par Collot (1859).

12194. — E. 1891

11. APPAREIL POUR L'ETUDE DES SPIRAUX, par Houriet (1810).

Don de la famille Bréguet.

12316. — E. 1892.

12. APPAREIL DE WAGNER, pour l'étude du frottement dans les échappements (1845).

Don de M. J. Wagner.

Cet appareil se compose d'un bras équivalent à une moitié de l'ancre d'un échappement à chevilles ou Graham qui porte 3 becs de repos et d'impulsion à différentes distances de l'axe. Une dent figurant une des dents de la roue d'échappement peut être appuyée sur une surface de repos ou d'impulsion; le couple exercé sur l'ancre est mesuré par des poids placés dans le plateau.

Cet appareil, ainsi que le suivant et les expériences auxquelles ils sont destinés sont longuement décrits dans le *Traité d'Horlogerie* de Moinet (Appendice, pp. 18 à 29 et planche I de l'Appendice).

17549. — E. 1879.

13. APPAREIL DE WAGNER, pour l'étude du frottement dans les échappements (1845).

Don de M. J. Wagner.

Cet appareil construit suivant les mêmes principes que le précédent comporte un cylindre de repos à axe vertical et une dent portée au bout d'un levier qui vient appuyer sur lui. L'incidence et la pression de la dent sur le cylindre sont réglables.

Pour le détail de l'appareil et de son emploi Cf. Moinet, loc. cit.

17024. — E. 1879.

14. BALANCE A FROTTEMENT DE WAGNER.

Don de M. J. Wagner.

17025. — E. 1879.

15. OUTIL, par Bréguet (1800).

Don de Mme Vve Bréguet.

Pièce incomplète dont l'usage est inconnu : elle est d'une grande complication avec un nombre extraordinaire de réglages micrométriques.

41070. — E. 1887.

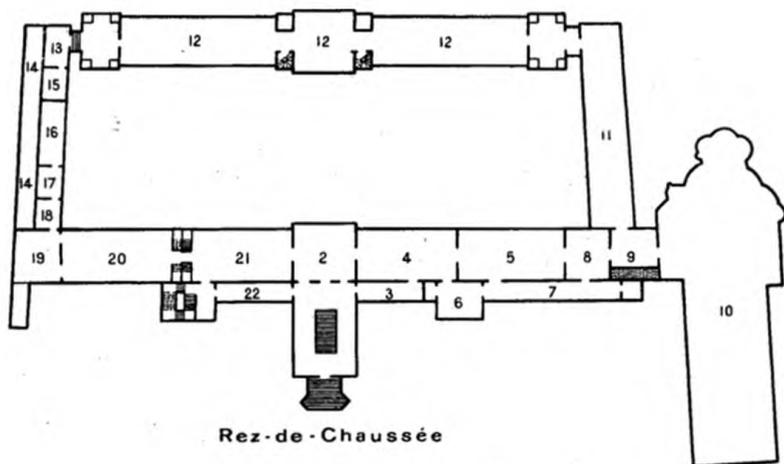
AUX RESERVES

1. *DEUX DECOUPOIRS ou EMPORTE-PIECES pour découper les maillons des chaînes de montre (1785).*
1232. — E. 1807.
2. *DEUX BOITES à glace pour broyer les matières à polir (1760).*
1340. — E. 1807
3. *APPAREIL servant à amplifier par projection les indications du mouvement d'une montre, par Rehaist (1828).*
8434. — E. av. 1872.
4. *MODELE DE LA FUSEE COMPENSATRICE des ressorts d'horlogerie, avec romatne et poids à coulisse, par Bourdon (avant 1789).*
2855. — E. 1845.
5. *SUPPORT de réglage de balancier de montres construit en 1847, par M. Henri Dautrême.*
13249. — E. 1900.
6. *PETIT COMPAS D'ENGRENAGE.*
12312. — E. 1892
7. *COMPAS A VERGE en fer (1760).*
1366. — E. 1807
8. *COMPAS A VERGE avec pointe à tracer (1760).*
1322. — E. 1807
9. *DEUX EQUERRES à coulisses: l'une en fer, l'autre en cuivre (1760).*
1364. — E. 1807.
10. *EQUERRE A COULISSE en cuivre (1760).*
1321. — E. 1807
11. *TROIS EQUERRES, dont une à chapeau (1760).*
1320. — E. 1807.

12. *DEUX REGLES PLATES en acier (1760).*
1319. — E. 1807.
13. *CALIBRE A MESURER LES VERRES DE MONTRE.*
17228. — E. 1887.
14. *CALIBRE à mesurer les petites pièces d'horlogerie (brevet A. Moynet), construit en 1860 par MM. Gauray et Christophe.*
17027. — E. 1887
15. *CALIBRE METRIQUE aux diamètres, pour horlogers avec vernier.*
14451. — E. 1913.
16. *ANCIEN CALIBRE aux diamètres pour horloger, divisé en pouces, 1/2 pouces, lignes, 1/2 lignes et 1/4 de lignes.*
14450. — E. 1913.
17. *CALIBRE A COULISSE, en acier (1760).*
1365. — E. 1807
18. *MICROMETRE à calibrer les pivots (1760).*
1328. — E. 1814.
19. *ANCIEN MICROMETRE d'épaisseur, donnant la 70^e partie de la ligne.*
14447. — E. 1913
20. *NECESSAIRE D'HORLOGER, exécuté par Andrea Tofani (1776).*
18875. — E. av. 1934.
21. *OUTILS ET EXERCICES de travail exécutés par les élèves de 1^{re} année de l'Ecole d'Horlogerie de Paris.*
Don de M. Rodanet.
17030. — E. 1885.



PLAN DU MUSÉE



Salle 2. Salle de l'écho.

Salles 4, 5, 8 et 9. Métallurgie.

Salle 10. Transports.

Salle 11. Agriculture.

Salle 12. Musée de la Prévention des Accidents du Travail et d'Hygiène Industrielle.

Salle 21. Chemins de fer.

Salles 16, 17, 18, 19 et 20. Horlogerie, Astronomie, Topographie et Géodésie.

ACHEVÉ D'IMPRIMER
LE 15 MARS 1949
SUR LES PRESSES DE
L'ÉDITION ARTISTIQUE
34, AV, DE St-OUEN
PARIS