

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](#))
- 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)	Berthoud, Ferdinand (1727-1807)
Titre	Supplément au traité des montres à longitudes, suivi de la Notice des recherches de l'auteur, depuis 1752 jusqu'en 1807
Adresse	A Paris : de l'imprimerie de J.-M. Eberhart, rue des Mathurins, no. 10., 1807
Collation	1 vol. ([1-1 bl.]-II-88 p.) ; in-4
Nombre de vues	92
Cote	CNAM-BIB 4 Ka 20 (P.3) Res
Sujet(s)	Chronomètres -- Ouvrages avant 1800 Horloges astronomiques -- Ouvrages avant 1800 Poids et mesures -- Ouvrages avant 1800
Thématique(s)	Machines & instrumentation scientifique
Typologie	Ouvrage
Langue	Français
Date de mise en ligne	06/02/2025
Date de génération du PDF	11/02/2025
Notice complète	https://www.sudoc.fr/124195997
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?4KA20.3RES

(p.3)

SUPPLÉMENT AU TRAITÉ DES MONTRES A LONGITUDES,

SUIVI

DE LA NOTICE DES RECHERCHES DE L'AUTEUR,
DEPUIS 1752 JUSQUES EN 1807.

PAR FERDINAND BERTHOUD,

*Mécanicien de la Marine, Membre de l'Institut National
de France, et de la Société Royale de Londres, Membre
de la Légion d'Honneur.*

A PARIS,

DE L'IMPRIMERIE DE J.-M. EBERHART, RUE DES MATHURINS, N° 104

1807.



SUPPLÉMENT
AU TRAITÉ
DES MONTRES A LONGITUDES,

DE LA NOTICE DES RECHERCHES DE HAUTEUR,
DEPUIS 1793 JUSQU'EN 1807.

PAR FERDINAND BERTHOUD,

Membre de l'Académie des Sciences, de l'Institut National
de France, et de la Société Royale de Londres. Membre
de la Légion d'Honneur.

A PARIS,

DE L'IMPRIMERIE DE L'ÉTABLISSEMENT DE L'ÉPÉE, RUE DES MATHURINS, N° 10.

1807.



AVERTISSEMENT DE L'AUTEUR.

DEPUIS 1789, jusqu'en 1806, j'ai construit et fait exécuter diverses combinaisons d'Horloges et de Montres à Longitudes et d'Horloges Astronomiques à pendule. J'ai conservé pour mon instruction particulière toutes ces Montres et Horloges sans en vouloir céder aucune. Parmi ces différentes machines que j'ai maintenant sous les yeux, j'ai pu juger quelles sont celles qui méritent la préférence. Je présente ici aux Artistes la Montre n° 50, comme la plus propre à déterminer les Longitudes à la mer et à terre, et servir de Montre portative. Cette Montre doit sa justesse à la nature de ses principes et à la simplicité de sa composition. Elle a un régulateur puissant qui a peu de frottement : la construction de cette Montre est simple et d'une exécution sûre, et c'est le nouvel examen et les expériences que j'ai faites avec la Montre n° 50 qui m'ont servi à perfectionner la petite Horloge horizontale n° 73, dont je donnai la construction, chapitre II, et de la Montre verticale portative n° 72, dont on trouvera une notion, chapitre III.

Je présente dans le chapitre IV les principes de construction et d'exécution des Montres Astronomiques, tels que je les établis dès 1774 et 1775. On trouve dans ce chapitre une notion de la Montre Astronomique que j'ai fait exécuter en 1806.

a

ij *Supplément au Traité des Montres à Longitudes.*

Cette Montre Astronomique de poche est destinée à l'Observateur qui veut déterminer les Longitudes à terre. En rendant la Montre horizontale, comme je l'ai fait, elle peut servir étant, placée sur une suspension, à fixer les Longitudes à la mer.

Le chapitre V contient la description d'une petite Horloge Astronomique dont le pendule est à demi-secondes. Cette Horloge, par le degré de perfection auquel elle est portée, peut suppléer à l'usage des grandes Horloges à secondes, sur-tout pour l'Observateur qui voyage.

On trouve dans le chapitre VI l'Indication des règles, observations et calculs à mettre en usage par l'Observateur qui fait usage des Montres Astronomiques.

TABLE DES CHAPITRES.

CHAP. I.	Construction, dimensions et épreuves de la Montre verticale et portative, n° 50, destinée à déterminer les Longitudes en mer et à terre.....	Page 1
CHAP. II.	Construction de l'Horloge Horizontale, n° 73, destinée à déterminer les Longitudes à la mer.....	Page 6
CHAP. III.	De la Montre à Longitudes verticale et portative, n° 72, sur la Construction de la Montre, n° 50.....	Page 16
CHAP. IV.	Des Montres Astronomiques de poche, destinées à servir aux Observations relatives à l'Astronomie, à la Géographie et à la Navigation.....	Page 19
CHAP. V.	Description d'une petite Horloge Astronomique, pendule à demi-seconde, portant sa compensation, avec l'Echappement à vibrations libres, exécutée en 1791 et rectifiée en 1803.....	Page 33
CHAP. VI.	Indication des Règles, Observations et Calculs, à mettre en usage pour faire servir les Montres Astronomiques ou d'Observations, à temps égal; 1°, à l'usage ordinaire du Public; 2°, à la détermination des longitudes terrestres et marines.....	Page 41
APPENDICE	contenant la Notice ou Indication des principales Recherches et Travaux faits par FERDINAND BERTHOUD, sur diverses parties des Machines qui mesurent le Temps, depuis 1752 jusques en 1807, accompagné d'observations et d'éclaircissemens.....	Page 47

FIN DE LA TABLE DES CHAPITRES.

SUPPLÉMENT

AU TRAITÉ

DES MONTRES A LONGITUDES.

CHAPITRE PREMIER.

Construction, dimensions et épreuves de la Montre verticale et portative, n° 50, destinée à déterminer les longitudes en mer et à terre.

1. L'EXÉCUTION de la Montre n° 50, commencée en 1792, ne fut terminée qu'en 1793 ; elle est faite sur le plan même de la Montre n° 47 perfectionnée. J'ai donné les descriptions de ces deux Montres, avec beaucoup de détails, dans le *Traité des Montres à longitudes*, imprimé en 1792. La description de la Montre n° 47 (1), est placée depuis le n° 93 de ce traité, jusqu'à celui 180 ; & ce qui appartient à la Montre n° 50, depuis le n° 772, du même ouvrage, jusqu'au n° 830.

Usages de la Montre n° 50.

2. 1°. D'être portative portée verticalement par un cordon à fautoir, & logée dans le creux de l'estomac.

(1) La Montre n° 47 fut exécutée en 1791. Ce ne fut qu'en 1795 que je fis à cette machine les changements que j'avois indiqués dans le *Traité des Montres*, n° 772 & suivants, employés dans la Montre n° 50. La Montre n° 47 faisoit cinq vibrations par seconde ; je lui en fis battre quatre. La compensation des effets du chaud & du froid étoit produite par le spiral ; je la supprimai pour adapter un balancier à compensation. Par ces corrections, cette Montre a acquis un grand degré d'exactitude.

A

2 *Supplément au Traité des Montres à Longitudes.*

3. 2^o. De servir en mer, étant placée sur une suspension pareille à celle représentée planche 1, fig. 7, de la *Suite du Traité des Montres à Longitudes*.

4. 3^o. De donner les longitudes terrestres étant placée verticalement & marchant dans la chaise de l'observateur, les effets de la suspension étant suspendus.

5. 4^o. Etant posée sur la cheminée ou sur une table placée sur sa suspension, la Montre tiendra lieu d'Horloge astronomique.

Construction de la Montre portative & verticale, n^o 50.

6. Le balancier ou régulateur de cette Montre fait quatre vibrations par seconde ; il a quatorze lignes de diamètre.

7. Le balancier porte la compensation des effets de la température : cette correction est achevée par un pince spiral formé par une lame composée placée au dehors du mouvement.

Le spiral porté par l'axe de balancier est isochrone, & trempé tout plié.

8. Un des pivots du balancier tourne entre trois rouleaux, & l'autre dans le trou d'un pont : les deux bouts de l'axe du balancier sont retenus chacun par un rubis.

9. L'échappement est à vibrations libres : ainsi l'aiguille fait deux battemens à chaque seconde.

Rouage.

10. La roue de fusée fait un tour en quatre heures ; elle a 80 dents & 9 lig. $\frac{2}{12}$ de diamètre ; elle engrène dans le pignon 20 qui porte la roue de minute.

La roue de fusée porte à son centre le pignon de renvoi de la roue des heures : ce pignon a 24 dents, la roue des heures 72 & 8 lig. $\frac{5}{12}$ de diamètre.

La roue de minute a 96 dents & 10 lig. $\frac{1}{12}$ de diamètre : elle engrène dans le pignon 12 qui porte la roue moyenne.

CHAPITRE I. Construction de la Montre. 3

11. La roue moyenne a 90 dents & 9 lig. $\frac{1}{2}$ de diamètre : elle engrène dans le pignon 12 de la roue des secondes.

La roue de secondes a 96 dents & 9 lig. $\frac{1}{2}$ de diamètre : elle engrène dans le pignon 12 de la roue d'échappement.

La roue d'échappement a 15 dents & 7 lig. de diamètre.

Le cercle d'échappement 2 lig. $\frac{1}{2}$ de diamètre.

Dimensions des Pivots.

12. Pivots de fusée	1 ligne.
De minute	o lig. $\frac{1}{48}$.
Moyenne	o lig. $\frac{8}{48}$.
Seconde	o lig. $\frac{5}{48}$.
D'échappement	o lig. $\frac{3}{48}$.
Des rouleaux	o lig. $\frac{3}{48}$.
Balancier, celui qui tourne entre les rouleaux,	o lig. $\frac{10}{48}$.
L'autre	o lig. $\frac{3}{48}$.
La détente de l'échappement	o lig. $\frac{3}{48}$.

Le Régulateur.

13. Le balancier de la Montre n° 50 est représenté Planche III, B, fig. 4 du *Traité des Montres à Longitudes*.

La lame de supplément de la même Montre est représentée Planche III, fig. 4 & 6 du même *Traité*.

Voici les dimensions du balancier.

14. Les deux masses de compensation.

pèsent ensemble 10 grains $\frac{1}{8}$.

15. Les deux lames composées pèsent,

avec les vis des masses, 29 $\frac{4}{8}$.

Parties mobiles 12 $\frac{5}{8}$.

Le cercle de balancier pèse seul 16

Les deux pitons 13

Nota. Le cercle, ayant été mis

d'équilibre, pèse 16

Le balancier pèse en tout 28 gros $\frac{1}{8}$;

A 2

4 *Supplément au Traité des Montres à Longitudes.*

15. La Montre fut nettoyée le 4 Juin 1799, & la compensation réglée.

Le balancier décrivait 190 degrés, demi-arc.

Aujourd'hui, 20 Juillet 1805, le balancier décrit 180 degrés, demi-arc.

Suite de la Construction & des Dimensions de la Montre n°. 50.

16. La boîte qui contient la Montre est faite en cuivre, de la forme d'un tambour : le fond de cette boîte est bombé comme le cristal, & soudé à la virole ; la *batte* qui reçoit le mouvement est soudée à la virole ; à cette batte est formée la charnière de la lunette qui porte le cristal : la platine-cadran, ou des piliers du mouvement, s'attache à la batte par quatre vis.

Sur le haut du tambour est attaché ou soudé le *portant* de la belière qui doit recevoir le cordon.

Au bas du tambour est ajusté à *queue d'aronde* un pied qui sert à porter verticalement la Montre, lorsqu'on veut la faire marcher sur une table ou sur la cheminée.

Ce pied doit être retiré lorsqu'on veut porter la Montre sur soi.

17. Le quarré de remontoir de la Montre est en dehors de la platine-cadran.

La clef de remontoir porte un encliquetage qui empêche de remonter le ressort en tournant à rebours.

La boîte de cette Montre a 32 lignes de diamètre en dehors de la virole ou tambour.

La hauteur totale de la boîte, y compris le cristal, est de 18 lignes.

Cadrans.

18. Les heures, les minutes & les secondes, ont chacune leur cadran particulier : ils sont excentriques à la platine du rouage qui les porte ; les aiguilles qui répondent à ces cadrans sont ajustées sur les pivots prolongés, 1°. de la roue des heures, conduite par un pignon porté par le centre de la roue de fûlée ; 2°. par le pivot prolongé de la roue qui fait un tour par heure ; 3°. de la roue de secondes, qui fait un tour par minute.

19. Le mouvement de la Montre est composé de quatre platines, deux grandes et deux petites, formant entr'elles trois cages : la plus grande, contient le rouage & l'échappement ; la seconde, sert à loger le balancier ; et la troisième, les rouleaux.

20. La platine-cadran a 30 lig. de diamètre.

La seconde platine 28 lig. $\frac{1}{2}$.

La platine du balancier 22 lig. $\frac{1}{2}$.

Celle des rouleaux 22 lig. $\frac{1}{2}$.

Hauteur des piliers.

21. Du rouage 4 lig.

Du balancier 2 lig. $\frac{4}{12}$.

Des rouleaux 1 lig. $\frac{8}{12}$.

La hauteur du barillet est de 4 lignes, son diamètre 10 lig. $\frac{1}{2}$ en dehors de la virole : le ressort moteur tire 12 gros du levier, la fusée fait un tour en quatre heures.

La lame de supplément a $\frac{8}{48}$ lig. d'épaisseur, acier & cuivre compris.

Epreuve faite avec la Montre n° 50.

22. Cette Montre fut nettoyée pour la seconde fois le 4 Juin 1799, & depuis cette époque elle ne l'a point été, & cependant elle m'a servi à toutes mes épreuves, & le balancier décrit encore 360 degrés, c'est-à-dire 20 degrés de moins qu'en 1799, (il y a six ans); & les effets de la compensation sont sensiblement les mêmes.

23. La Montre n° 50 m'a servi très-utilement dans ces derniers temps pour porter l'heure de Groslay (distant de quatre lieues) à Paris, & régler mes Horloges astronomiques depuis le déménagement que j'ai fait des galeries du Louvre à mon logement actuel de la rue de Harlay : en portant cette Montre sur moi dans la voiture, & sans que la Montre ait éprouvé aucune variation. Elle me sert également, par son exactitude, à placer mon instrument des passages de Paris dans le plan du

6 *Supplément au Traité des Montres à Longitudes.*

méridien, en portant l'heure vraie de l'instrument des passages de Groslay à Paris.

Placée sur son pied verticalement sur la cheminée, elle conserve & suit parfaitement le temps de l'Horloge astronomique, &c.

24. D'après les observations & l'usage que je viens de rapporter, on voit que l'on peut faire servir la Montre n° 50, étant portée verticalement dans une poche de la veste ; & elle peut servir à la mer en la plaçant verticalement sur une suspension faite sur le plan de celle représentée figure 5 de la planche du supplément.

CHAPITRE II.

Construction de l'Horloge Horizontale, n° 73, destinée à déterminer les longitudes à la mer.

SA DESTINATION.

25. LA principale destination de cette Horloge est de servir en mer ; or sa position la plus favorable à cet usage est celle horizontale, & cette position doit être constamment la même. L'Horloge étant placée sur une table, elle tiendra lieu d'Horloge astronomique. Pour remplir ces divers usages, cette Horloge est portée sur une suspension, & le tambour qui contient l'Horloge est fixé au-dessus de la suspension, de manière à pouvoir l'ôter & le placer dans une petite boîte particulière, dont le haut a un portant ou *mains*, pour porter l'Horloge horizontalement & la placer dans la chaise de l'observateur qui doit en faire usage à terre pour déterminer les longitudes : on pourroit même, en suspendant l'effet de la suspension, transporter l'Horloge avec sa suspension dans une voiture.

26. Pour servir en mer, l'Horloge est placée avec sa suspension, celle-ci fixée dans une boîte de noyer bien fermée: cette caisse contient un thermomètre qui indique la température que l'Horloge éprouve, & le tambour de l'Horloge est percé d'une ouverture recouverte par un cadre qui porte un verre à travers duquel l'observateur peut voir chaque fois qu'il remonte l'Horloge les arcs décrits par le balancier régulateur de la machine.

27. Lorsque l'Horloge est placée dans le vaisseau, sa suspension doit être libre, afin de céder aux effets des agitations: mais la campagne finie, on peut suspendre les effets de la suspensoir, au moyen d'une vis & d'un mécanisme disposé à cet effet sous le plateau de la suspension; cette vis sert à arrêter le contrepoids & à le fixer, de manière que le haut du tambour à son cadran demeure horizontal: en cet état l'observateur peut transporter à terre & placer l'Horloge sur une table, & l'observer comme Horloge Astronomique; après avoir comparé l'heure à celle du lieu, il en conclura celle du temps moyen; s'il la place avec lui dans sa chaise, & qu'il parte pour Paris ou tout autre lieu, il pourra à son arrivée en conclure la différence en longitudes de ce port au lieu de son arrivée.

28. L'Horloge peut aisément être transportée dans la boîte même, la base de la boîte, n'ayant que 6 p. $\frac{1}{2}$ en quarré, le corps 5 o $\frac{1}{2}$, & la hauteur 7 p.; sur le haut de la boîte est attaché un portant ou main qui sert à porter l'Horloge d'un lieu à l'autre.

Notion du mécanisme de l'Horloge Horizontale à Longitudes,
no 73.

29. Le cadran des secondes est placé au centre du mouvement de l'Horloge.

Le cadran des minutes & des heures est excentrique: le balancier fait quatre vibrations par seconde.

30. Le balancier porte la compensation des effets du chaud & du froid.

8 *Supplément au Traité des Montres à Longitudes.*

La compensation ne doit pas être produite en entier par le balancier ; elle est suppléée par un pince-spiral formé de deux lames composées qui, en s'ouvrant & se resserrant, achèvent la correction.

31. L'échappement de l'Horloge est celui à vibrations libres à détente, le même employé à la Montre Marine n° 3.

32. L'aiguille des secondes, avec l'échappement libre, bat les demi-secondes, lorsque le balancier en fait quatre par seconde.

33. Le pivot inférieur de l'axe du balancier tourne entre trois rouleaux, & le pivot supérieur dans le trou du pont ; le bout inférieur de l'axe de balancier est de la trempe la plus forte, & il est terminé par une pointe conique qui pose & tourne sur un diamant plat parfaitement poli.

24. L'Horloge contient un mécanisme particulier qui, en servant de garde-chaîne, sert à faire arrêter le balancier avant que le ressort moteur soit tout-à fait au bas. Ce qui assure l'échappement & le balancier, lorsque l'Horloge est transportée dans une voiture sans être remontée. Mais aussitôt qu'on remonte le moteur ou ressort, le balancier reprend aussitôt son mouvement & continue de marcher.

Explication abrégée des figures qui représentent le mécanisme de la petite Horloge Horizontale.

35. La fig. 6, Planche du Supplément, représente le plan du rouage, des cadrans & de l'échappement des détents, &c. de l'Horloge Horizontale & de la Montre d'observation, n° 72. Les secondes, dont les cadrans, sont au centre des platines, & sont marquées par le cercle BB. Les heures & les minutes sont excentriques, marquées par le cadran AA, placés en dedans du cercle B.

Le Rouage.

36. C'est la roue de fusée ; a le pignon de minute, ou grande moyenne, dans lequel elle engrène ; D le barillet ;
E

E la grande roue moyenne; *b* le pignon dans lequel elle engrène; F la petite roue moyenne; *c* le pignon de la roue de seconde; G cette roue; *d* le pignon de la roue d'échappement H; I le cercle d'échappement; *e* la détente G; *f* la levée d'échappement; *g* le ressort qui agit sur la détente, & *h* le ressort qui agit sur la lève.

Régulateur de la Montre, & sa compensation.

37. La figure 7 représente le régulateur de l'Horloge; 1, 2, 3, sont les rouleaux: ils sont mis en cage entre la platine DD & la platine 4, 5, 6, sous laquelle est placé le balancier. Cette platine est creusée en dessous pour loger le balancier, & elle est attachée sur le dehors de la seconde platine du rouage par trois vis.

La barette H est attachée par deux vis sur le dehors de la platine du balancier 4, 5, 6; un des pivots du rouleau 3 roule dans un trou de cette barette, & l'autre dans la platine du balancier. En démontant cette barette, on retire le rouleau, ce qui permet de démonter le balancier sans toucher au rouage: il suffit de retirer les vis 4, 5, 6, &c.

38. La pièce A E est attachée à la platine; elle forme une boîte pour recevoir & fixer les deux lames composées *a*, *b*. Ces lames, mobiles en *b* par l'effet du chaud & du froid, servent à compléter la compensation, le spiral passant entre les bouts de ces lames.

39. La petite boîte, ou coulant B, sert à conduire la compensation à son point exact, en la portant vers le bout *b* de la mâchoire, ou en l'en écartant.

Nous avons décrit cette sorte de compensation. Histoire de la Mesure du Temps, tome II, page 101.

40. La lame composée extérieure *b* porte une vis pour resserrer ou donner du jeu au spiral entre la mâchoire formée par le pince-spiral.

41. F est un vis de rappel qui sert à faire tourner tant soit peu le pince-spiral, ou boîte A E, sur son centre, pour

B

que le spiral passe convenablement entre les deux lames composées.

G le piton du spiral.

Description du Balancier à compensation.

42. La figure 8, Planche du Supplément, représente un balancier à compensation. A B est le cercle de balancier, sur le plan duquel a été réservé un champ propre à recevoir en *a, b, c*, les bouts des lames composées *e d, e d, e d*; les bouts *e* de ces lames sont fixées sur les talons réservés *a, b, c*, par les vis *e*. Les bouts libres de ces lames portent les masses de compensation C, D, E. Ces masses sont fixées aux lames chacune par une vis & deux pieds.

43. Par cette disposition du balancier, lorsque ces masses sont mises de poids pour régler l'Horloge, le balancier étant d'équilibre, si les lames composées sont bien exécutées, le balancier conservera cet état d'équilibre, quoique les masses s'écartent, ou s'approchent du centre du balancier par les diverses températures, & les effets d'un tel régulateur seront aussi invariables que si le balancier étoit simple.

Le cercle du balancier porte trois petites masses *d, d, d*, qui sont destinées à régler l'Horloge au plus près, en leur donnant plus ou moins de pesanteur.

Mécanisme qui fait les fonctions de garde-chaîne, & sert à faire mouvoir les détents d'arrêts du balancier.

44. Le quarré de fusée, fig. 6, porte une dent K fixée sur lui, laquelle, à chaque tour qui se fait en remontant le ressort, agit sur l'étoile L, maintenue par le sautoir S, & la fait avancer d'une dent.

45. Lorsque le grand ressort est remonté au point convenable, c'est-à-dire que la chaîne est enveloppée sur la fusée, l'étoile L présente à la dent K sa partie non taillée, ce qui

arrête la main, & empêche de remonter le ressort plus haut. Tel est l'effet de ce garde-chaîne; ce mécanisme a été ainsi disposé pour faire agir à propos les détents d'arrêts du balancier, & de telle manière que le balancier soit arrêté par ces détentes avant que le ressort moteur soit au bas; & cet arrêt se fait de sorte qu'à l'instant qu'on remonte la Montre, le balancier reprend de lui-même son mouvement. Pour produire cet effet au moment où le ressort est au bas, la dent K du quarré de fusée ayant amené une dent de l'étoile à l'angle du sautoir, celui-ci fait avancer, en rentrant dans la dent, cette dent qui porte une cheville, laquelle presse le bras MO de la détente, & fait approcher du balancier un ressort porté par l'axe de la détente: ce ressort, qui passe en dedans de la cage, va répondre au balancier. Ce bras, ou ressort flexible, s'approche tout-à-coup du balancier; celui-ci porté à sa circonférence une courte cheville qui, en passant sous ce ressort d'arrêt, le soulève, & le balancier, en revenant sur lui-même, la cheville qu'il porte rencontre le bout du ressort de la détente, & l'arrête. Cette cheville du balancier est tellement placée, que cet arrêt se fait au-dessus de l'arc de levée de l'échappement; ainsi il reprend de lui-même son mouvement dès qu'on écarte la détente, & c'est ce qui arrive quand on remonte la Montre. La cheville de l'étoile s'éloigne de la détente O, & celle-ci est renvoyée par le ressort T de cette détente, & le balancier reprend aussitôt son mouvement.

46. Pour remettre exactement la Montre à l'heure du midi, ou d'une Horloge à pendre, on se sert d'une seconde détente W Q, dont le bras P agit sur la détente d'arrêt M O. Le bras W passe en dehors du cadran, en poussant ce bras vers le bras O, le balancier s'arrête, & il marche, si on l'écarte. En arrêtant le balancier à la 60^e. seconde, on attend le moment de midi, & on repousse la détente, lorsque l'aiguille de la Pendule est à 60.

Suspension de l'Horloge.

47. L'Horloge qui nous occupe est destinée à servir également, étant placée sur un vaisseau, ou dans une voiture portée par terre. Pour remplir successivement ces deux usages, elle doit, étant en mer, être portée par une suspension, pour lui conserver constamment la position horizontale, la seule qui lui soit convenable; portée par terre dans une voiture, les effets de la suspension doivent être suspendus, & l'Horloge restée fixée dans la position horizontale qui peut se maintenir sans éprouver trop de changement.

La *figure 5*, Planche du Supplément, représente l'Horloge fixée sur la suspension supposée ici dans l'état de liberté qu'elle doit avoir en mer. Nous allons expliquer en deux mots les effets que son mécanisme doit opérer pour remplir la destination de l'Horloge.

48. L'Horloge est placée dans le tambour A A, & attachée au pied c D fixé lui-même sur une plaque a b, attachée par deux vis à l'axe c d de suspension.

L'axe c d est fixé avec la base a b par une vis E qui passe à travers un pilier fixé sur cette base; en sorte qu'on peut ôter à volonté le tambour & l'Horloge de dessus la suspension, & la porter séparément dans une petite boîte.

L'Horloge se remonte par le dessous du tambour; c'est à cet usage qu'est destinée la clef F attachée sur le quarré de la fusée, où elle reste & demeure pour empêcher la poussière de s'introduire dans le mouvement de l'Horloge: cette clef porte un encliquetage qui empêche de remonter à rebours.

49. G H est un cadre qui porte une glace pour laisser voir le balancier, & un limbe qui marque l'étendue des oscillations.

50. Le plateau I K, sur lequel sont attachées les pièces de suspension, porte en dessous une pièce d'arrêt qui correspond avec l'axe du poids L de suspension, & sert à arrêter ce poids qui ne peut plus osciller. Pour cet effet, cette pièce

d'arrêt porte un canon qui passe au centre du plateau, & qui, étant soulevé, embrasse l'axe du poids L, de telle manière que l'Horloge demeure arrêtée horifontalement.

Dimensions des parties principales de l'Horloge horifontale à Longitudes terrestres & marines.

RÉGULATEUR.

§ 1. Le balancier porte sa compensation ; il a 14 lignes de diamètre, pèse 21 grains $\frac{5}{8}$.

Fait quatre vibrations par seconde.

L'aiguille bat les demi-secondes.

Les trois lames de compensation portées par le balancier ont de largeur 0 lig. $\frac{1}{12}$.

L'épaisseur de ces lames est 0 lig. $\frac{2}{10}$ c, acier & cuivre compris.

Les trois masses fixées sur ces lames doivent peser ensemble neuf grains.

Les lames de supplément ont $\frac{3}{10}$ lignes d'épaisseur, acier & cuivre.

Leur largeur une ligne.

Les rouleaux ont dix lignes de diamètre.

Le spiral fait sept tours ; il fait équilibre à dix grains, par 45 degrés de la petite balance élastique.

Le Moteur.

§ 2. Le ressort moteur tire 15 gros.

Il fait 6 tours $\frac{1}{2}$ dans le barillet.

Le barillet a dix lignes de diamètre au dehors de la virole.

Sa hauteur est de quatre lignes.

Cages de l'Horloge.

§ 3. Le mouvement de l'Horloge est composé de quatre

14 *Supplém. au Traité de la Montre à Longitudes.*

platines de même grandeur, 27 lignes, & d'une fausse plaque de 28 lig. $\frac{1}{2}$; deux de ces platines forment la cage qui contient le rouage & l'échappement; cette cage a 4 lig. $\frac{1}{2}$ de hauteur.

La seconde platine forme avec la troisième la cage du balancier; cette cage a une lig. $\frac{8}{12}$ de hauteur.

La troisième platine forme avec la quatrième la cage des rouleaux, qui a une lig. $\frac{4}{12}$ de hauteur.

Sur le dehors de la quatrième platine, qui est l'inférieure, sont placés le spiral & les lames du supplément, le pont qui porte le diamant sur lequel roule la pointe du pivot inférieur du balancier, &c.

54. La fausse plaque porte quatre piliers de 1 lig. $\frac{4}{12}$ de hauteur, lesquels s'assemblent avec la première platine du rouage ou des piliers, & forme la cage qui contient les minuteriers, l'encliquetage du barillet, et les détentes d'axes du balancier, &c.

Le dehors de la fausse plaque porte le cadran de secondes, dont l'aiguille est au centre, & le cadran des heures & des minutes, qui est excentrique, est en dedans du cercle des secondes.

Nombre des dents du Rouage.

55. La roue de fusée a 80 dents, qui engrenent dans le pignon 16, porté par l'axe de la roue de minute ou de longuetige.

La roue de minute 96 engrène pignon 12 de la roue moyenne.

La roue moyenne a 90, engrène pignon 12 de la roue de seconde.

La roue de seconde 96, engrène pignon 12 de la roue d'échappement.

La roue d'échappement 15 dents.

Dimensions des Pivots.

56. Pivots de fusée	1 lig. de diamètre.
De minute	o lig. $\frac{12}{48}$.
Moyenne	o lig. $\frac{8}{48}$.
Seconde	o lig. $\frac{5}{48}$.
D'échappement	o lig. $\frac{3}{48}$.
Des rouleaux	o lig. $\frac{3}{48}$.
Du balancier, celui du pont	o lig. $\frac{3}{48}$.
Celui qui tourne entre les rouleaux	o lig. $\frac{2}{48}$.

57. Les trous des pivots de cette Horloge sont en *rubis*, (de même que ceux de sa Montre n° 72.)

Sçavoir : les deux de la roue moyenne ; deux de la roue de seconde ; ceux de la roue d'échappement, & celui du pont du balancier.

Epreuves de l'Horloge n° 73, par la température.

58. L'Horloge étant à 20 degrés du thermomètre, elle retarde de 8^h en 24 heures.

Par 15 degrés retarde de 2^h.

Par 10 degrés avance de 1^h.

Par 4 degrés l'Horloge avancé de 9^h.

Remarque.

On voit par cette épreuve que la compensation n'est pas assez forte, puisque l'Horloge retarde par le chaud, & qu'elle avance par le froid : or ces différences sont trop grandes. Nous ne pouvons nous dispenser d'observer que l'on doit exiger de l'artiste que la correction des effets de la température se fasse le plus complètement possible, & de sorte que si l'Horloge doit être accompagnée d'une table d'équation pour la température, les termes qui la composeront soient des petites quantités ; c'est-à-dire que la différence du chaud au

froid soit au plus de trois à cinq secondes en vingt-quatre heures : car si ces termes expriment de trop grandes quantités, cela rend l'usage de ces machines plus pénible pour l'observateur ; ce qui, par conséquent, peut nuire à leur usage.

CHAPITRE III.

De la Montre à Longitude verticale et portative, n°. 72, exécutée sur le même plan de l'Horloge n°. 73, et sur la construction et les principes de la Montre n°. 50.

59. LA Montre n° 72, exécutée en 1803, faisoit deux vibrations par secondes, & l'aiguille battoit les secondes. La compensation étoit produite en entier par l'action du pince-spiral à mâchoire, formé de deux lames composées agissant sur le spiral. Cette combinaison ne donnant pas toute la précision requise, & les épreuves faites avec la Montre n° 50, m'ont servi à revenir à sa construction, à tous égards plus favorable.

60. Pour donner aux Montres portatives de cette espèce un plus grand degré de perfection, j'ai pris le parti de changer, dans la Montre n° 72, la construction du régulateur, pour cet effet.

61. 1°. Afin de rendre la Montre moins susceptible des agitations & des variations de position, j'ai fait battre 4 vibrations au balancier, au lieu de 2 qu'il battoit.

62. 2°. Pour que ce régulateur ait une plus grande puissance, & soit moins susceptible des changemens qui arrivent dans les huiles, j'ai employé la forte matrice la plus puissante que comporte le volume de la Montre, & au lieu de 4 gros que tiroit l'ancien ressort, celui actuel tire 17 gros $\frac{1}{2}$.

63. 3°. La compensation des effets du chaud & du froid étoit faite en entier par le pince-spiral, ce qui changeoit la longueur du spiral, & par conséquent troubloit l'isochronisme, qui

qui ne pouvoit avoir lieu que par un seul degré de la température. J'ai donc employé un balancier qui porte sa compensation par deux lames composées, pliées en portion de cercle ; ces lames portent des masses fixes. Ici le balancier ne produit pas tout-à-fait la compensation, laquelle est achevée par le pince-spiral à mâchoire, formé de deux lames composées ; moyen qui permet de fixer les masses de compensation du balancier, & de conserver constamment son équilibre ; & par l'usage de ce pince-spiral à lames composées & à mâchoire, on achève la compensation en la conduisant au plus près, sans déranger le balancier, & sur-tout son équilibre.

Montre portative n° 72.

63. L'Horloge horizontale n° 73, dont nous avons donné la description abrégée dans le Chapitre II, est exécutée sur le même plan que la Montre verticale & portative n° 72. En sorte que ces deux machines ne diffèrent entre elles que par leur position & par quelques dimensions différentes que nous indiquerons en renvoyant, pour la description du n° 72, à celle que nous avons donnée du n° 73 dans le Chapitre précédent.

64. Le mouvement de la Montre n° 72 est placé dans une boîte d'argent, portant un double fond mis à charnière qui s'ouvre pour remonter la Montre ; le fond intérieur, qui est fixé à la boîte, étant percé d'un trou pour le passage de la clef.

65. La Montre doit être portée verticalement sur soi, soit qu'elle soit placée dans une poche au haut de la veste, ou par un cordon en sautoir porté autour du cou ; la Montre logée dans le creux de l'estomac.

Lorsque la Montre n'est pas portée, on peut la placer sur la cheminée, portée par un pied où elle conserve la position verticale.

66. La Montre étant employée à la mer, est placée sur une suspension, & verticalement, tout-à-fait semblable à celle de

C

18 *Supplément au Traité des Montres à Longitudes.*

L'Horloge horizontale dont on a ôté le tambour AA, DT, fig. 5, pour y attacher la Montre dans la position verticale sur la base a b.

67. Les détentes pour l'arrêt du balancier, représentées fig. 6, sont également appliquées à la Montre n° 72; & la fig. 7 fait voir la disposition du balancier, & de la compensation par le pince-spiral à mâchoire.

68. La figure 8 représente la disposition du balancier à compensation, portant trois masses; mais, dans l'exécution, il ne porte que deux lames & deux masses diamétralement opposées.

Dimension du Régulateur de la Montre n° 72.

69. Le balancier a 12 lignes de diamètre, fait 4 vibrations par seconde; il pèse 15 grains, & décrit 250 degrés, demi arc.

Le balancier porte sa compensation, formée par deux lames composées, placée à la circonférence, courbée en portions de cercle concentrique; ces lames, de même longueur & épaisseur, portant chacune une masse diamétralement opposée: ces masses pèsent ensemble six grains.

Les lames composées ont ensemble $\frac{20}{100}$ lig. d'épaisseur.

Le cercle du balancier pèse neuf grains.

Le spiral a $5\frac{1}{4}$ lig. d'épaisseur au centre, & $\frac{5}{200}$ lig. au dehors.

Son diamètre est de 4 lig. $\frac{1}{4}$; il fait 7 tours $\frac{3}{4}$.

Le Moteur.

70. Le barillet a 10 lig. de diamètre au dehors; sa hauteur 3 lig. $\frac{7}{12}$.

Le ressort a 3 lig. $\frac{1}{12}$ de largeur; il fait 6 tours $\frac{1}{2}$; il a un tour de bande & 4 tours de chaîne.

Il tire 17 gros $\frac{1}{2}$.

La fusée fait un tour en 5 heures.

CHAPITRE III. *Des Montres Astronomiques.* 19

Remarques sur les Montres nos 72 & 73.

Je viens d'indiquer les derniers changemens que j'ai faits à la construction de mes petites Horloges horizontales & aux Montres portatives verticales, & le succès a répondu à mon attente ; & ici se terminent mes recherches. Nous pensons que ces machines, étant exécutées avec tout les soins requis, qu'elles seront utiles aux Navigateurs & aux Observateurs éclairés qui voudront en faire usage.

CHAPITRE IV.

Des Montres Astronomiques de poche, destinées à servir aux observations relatives à l'Astronomie, à la Géographie et à la Navigation.

PEU de temps après la publication du *Traité des Horloges Marines*, je m'occupai des moyens de perfectionner les Montres de poche, que j'ai appelées *Montres Astronomiques*. La première de ces Montres fut construite et exécutée en 1764 ; la seconde fut exécutée en 1766 : c'est à la suite du travail de ces deux Montres que je composai l'ouvrage placé dans le Livre *De la Mesure du Temps*, ou Supplément (1), seconde partie, publié en 1787. Je traitai cette recherche dès 1775 avec beaucoup de détail & d'étendue, & j'ai lieu de croire que si dans ce temps j'eusse pu mettre en exécution les principes que j'avois établis, nous aurions été dès lors en possession d'un genre de Montres qui auroient été également utiles aux Astronomes, aux Navigateurs, & à la Géographie. Mais à l'époque de ce travail, j'étois occupé des Horloges Marines & des

(1) Il y a dans cet ouvrage, page 180, N° 611, une faute à corriger. Il y est dit aujourd'hui (en 1771) ; il faut lire en 1775.

20 *Supplément au Traité des Montres à Longitudes.*

Montres à Longitudes ; en sorte que je fus obligé de perdre de vue mes Montres Astronomiques de poche. Et ce n'est que depuis peu de temps que des circonstances particulières me les ont rappelées, & que j'ai pu me permettre de présenter de nouveau mes droits sur cette matière, comme je le fais dans le Chapitre IV.

Principes de construction des Montres Astronomiques de poche.

ARTICLE I.

Régulateur.

72. Le Régulateur des Montres Astronomiques doit avoir la plus grande puissance, les frottemens doivent être réduits autant qu'il est possible (1).

ARTICLE II.

Les Pivots de Balancier doivent tourner dans des trous.

73. Les pivots du Balancier des Montres Astronomiques doivent tourner dans des trous (2).

ARTICLE III.

La Montre doit être réglée dans de diverses positions.

74. La position de cette Montre doit pouvoir être indif-

(1) Extrait de l'Ouvrage intitulé : *De la Mesure du Temps ou Supplément au Traité des Horloges Marines*, n. 609.

(2) *Ibid.* n. 609. Nous observons à cet égard que les pivots de balancier qui tournent dans des trous (au lieu de tourner entre des rouleaux) ont un point central de mouvement qui est fixe ou toujours le même, quoique la Montre devienne inclinée ; & par conséquent on peut régler la Montre par ses diverses positions, en employant les moyens indiqués ci-après, art. XVII. Mais lorsque les pivots de balancier tournent entre des rouleaux, les pivots & le spiral n'ont pas de même un point fixe ; lorsque la Montre devient inclinée, & il est très-difficile de régler une telle Montre par ses diverses inclinaisons : c'est par cette raison qu'une pareille Montre exige de conserver la même position par une suspension.

Au reste, les rouleaux employés dans les Montres ont un avantage, celui d'employer un balancier plus pesant, & par conséquent plus puissant.

Et pour diminuer encore l'obstacle que nous venons de remarquer dans l'application

féremment (sans changer la justesse de sa marche) horizontale, verticale ou inclinée (3).

ARTICLE IV.

Réduction des frottemens pour que le Balancier décrive les mêmes arcs, étant vertical ou horizontal.

75. La justesse de la Montre est fondée sur la réduction & la constante uniformité des frottemens, lesquels doivent être tels que le balancier décrive constamment des arcs de même étendue, soit que la Montre soit verticale ou horizontale (4).

ARTICLE V.

Les trous étant faits en rubis, sont préférables à ceux faits en cuivre ou en or, parce qu'ils peuvent supporter un plus grand poids en rendant les frottemens plus constans.

76. Cet état de perfection dépend particulièrement de la matière que l'on emploie pour faire les trous des pivots; si les trous sont en cuivre ou en or, le balancier doit être beaucoup plus léger (les pivots restant les mêmes) que si les trous étoient fait en rubis (5).

ARTICLE VI.

La justesse de la Montre est essentiellement fondée sur l'isochronisme des vibrations du spiral.

77. La justesse d'une Montre est plus encore essentiellement fondée sur la nature des oscillations du balancier, lesquelles doivent être telles, que, le balancier décrivant de grands ou de petits arcs, ces oscillations soient

des rouleaux, il faut employer quatre rouleaux à chaque pivot du balancier, au lieu de trois, & par ce moyen la Montre fera moins d'écarts par ses inclinaisons.

(3) *De la Mesure du Temps*, n. 609.

(4) *Ibid.* n. 613.

(5) *Ibid.* n. 613.

22 *Supplément au Traité des Montres à Longitudes.*

rigoureusement isochrones ou de mêmes durées : or, j'ai démontré dans le *Traité des Horloges Marines*, que cette propriété si desirable peut être obtenue par le spiral (6).

ARTICLE VII.

L'application de l'Échappement à vibrations libres.

78. Un article très-important dans la composition d'une Montre parfaitement exacte consiste dans l'Échappement, lequel doit être tel qu'il ne trouble pas la nature des oscillations isochrones fondées par le spiral, & il faut de plus qu'il n'éprouve pas de frottement qui, à la longue, puisse altérer la justesse de la Montre : et tel est l'Échappement à vibrations libres que j'ai composé et appliqué également à mes Horloges Marines, et aux Montres à Longitudes, etc. (7).

ARTICLE VIII.

Application d'un Mécanisme pour la correction des effets du chaud et du froid.

79. Une Montre qui réuniroit les qualités que je viens d'énoncer, feroit nécessairement de très-grandes variations en éprouvant diverses températures, si on n'employoit pas un Mécanisme ou correctif des effets du chaud et du froid, comme je l'ai fait dans mes Horloges & Montres à Longitudes (8).

ARTICLE IX.

De la Force Motrice.

80. Il est très-important d'avoir un ressort moteur qui ne soit pas dans un état forcé : pour cet effet, il faut suivre les règles employées dans mes Montres à Longitudes, où le

(6) *De la Mesure du Temps*, n. 614.

(7) *Ibid.* n. 616.

(8) *Ibid.* n. 615.

grand ressort a au moins trois tours de reste au haut, voy. le chap. V, première partie (9).

ARTICLE X.

Resort auxiliaire logé dans la fusée.

81. Il ne faut pas que la Montre cesse de marcher pendant qu'on la remonte; on fera donc usage du remontoir logé dans la fusée (10).

ARTICLE XI.

Rouage de la Montre.

82. Le rouage de la Montre doit être réduit au plus simple; comme dans les petites Horloges à Longitudes, il faut employer des pignons nombrés (11).

ARTICLE XII.

Moyens d'égaliser les frottements des pivots du rouage et du Balancier.

83. Dans la deuxième Montre Astronomique, qui fut exécutée en 1766, j'égalisai autant qu'il est possible les frottemens des pivots: pour cet effet toutes les roues du rouage avoient des ponts placés sous le cadran, afin de donner plus de longueur aux figurons, et d'égaliser la pression de chaque pivot, les roues se trouvant à égale distance de leurs pivots (12).

Le Balancier est aussi placé à égale distance de ses pivots (13).

ARTICLE XIII.

Du poids qu'il faut donner au Balancier de la Montre Astronomique.

84. Une condition essentielle que l'on doit avoir en vue.

(9) *Mesure du Temps*, n. 617.

(10) n. 618.

(11) n. 619.

(12) n. 681.

(13) n. 682.

24 *Supplément au Traité des Montres à Longitudes.*

dans la composition de la Montre , c'est que le balancier décrit les mêmes arcs , lorsque la Montre est horizontale , ou lorsqu'elle est verticale ; par ce moyen les vibrations sont nécessairement de même durée (14).

ARTICLE XIV.

Les trous des Pivots faits en rubis sont préférables.

85. Si les trous des pivots sont faits en rubis , ils peuvent supporter un balancier plus pesant (15).

ARTICLE XV.

Poids du Balancier les trous du Pivot étant en rubis.

86. Le balancier qui fait quatre vibrations par secondes , et ayant 12 lignes de diamètre , & dont les pivots roulent dans des trous faits en rubis , peut peser 18 grains (16).

ARTICLE XVI.

Poids du Balancier , les trous étant en cuivre ou en or.

87. Si les trous des pivots sont faits en cuivre ou en or , ces pivots ayant $\frac{1}{4}$ lig. de diamètre , de même que dans l'article précédent , le balancier faisant de même quatre vibrations par secondes , ne devra peser que 8 à 10 grains (17).

ARTICLE XVII.

Régler la Montre Astronomique par ses diverses positions.

88. Il ne suffit pas de régler la Montre dans les positions horizontales et verticales ; il faut de plus , & cela est fort essentiel , la régler de sorte que le plan de la Montre restant vertical , le midi soit incliné à droite & à gauche , & même le midi en bas ; ou que la Montre étant horizontale on lui fasse

(14) *Mesure du Temps*, n. 620.

(15) n. 632.

(16) n. 639.

(17) n. 640.

subir diverses inclinaisons. Or, pour régler de cette sorte une Montre, il faut placer à la circonférence du balancier dans son épaisseur quatre petites masses mises à vis & à frottement : ces masses placées à angle droit l'une de l'autre, deux dans la ligne verticale, & deux dans la ligne horizontale, le balancier étant arrêté dans un plan vertical ; en approchant ou en écartant deux de ces masses, pour régler la Montre, le midi en haut & ensuite en bas ; on se servira ensuite des deux autres masses pour régler la Montre, le midi étant à angle droit à droite, & ensuite à gauche (18).

ARTICLE XVIII.

Du rapport entre la force motrice & celle du régulateur, selon la nature de l'échappement. Propriété de l'échappement à vibrations libres : on peut augmenter à volonté l'étendue des arcs de vibration.

89. On a établi, *Essai sur l'Horlogerie*, la nécessité de donner peu de force motrice, afin d'éviter l'accroissement des frottements de l'échappement ; et ce rapport doit être le plus petit lorsque l'échappement est à repos : car si la force motrice est trop considérable, l'augmentation des frottemens de l'échappement peut causer de grandes variations dans la marche de la Montre ; en sorte que dans de telles machines l'étendue des vibrations se trouve nécessairement limitée. Mais il n'en est pas de même dans la Montre où l'échappement à vibrations libres est employé ; on peut augmenter à volonté l'étendue des arcs de vibration, sans que l'excès de force motrice puisse nuire à la justesse de la Montre ; & c'est ici une grande propriété de cet échappement (19).

ARTICLE XIX.

De la Compensation du chaud & du froid par le Balancier même.

90. Le calcul que je viens de faire, fait connoître la possi-

(18) *De la Mesure du Temps.* n. 642.

(19) n. 643.

26 *Supplément au Traité des Montres à Longitudes.*

bilité d'obtenir la compensation du chaud & du froid par le balancier même, par un des moyens annoncés *Traité des Horloges Marines*, & particulièrement en plaçant des lames composées d'acier & de cuivre, à la circonférence du balancier : ces lames portant des masses qui se rapprocheront du centre du balancier par le chaud, & s'en écarteront par le froid.

Cette méthode présente un avantage essentiel, celui de ne pas changer la longueur du spiral par les diverses températures, & par conséquent l'isochronisme des vibrations (20).

A R T I C L E X X.

Description du Balancier portant la Compensation absolue & construit de sorte qu'on peut régler la Montre, sans changer les masses & la régler également par ses diverses positions.

91. Ce balancier à compensation est représenté planche III, fig. 9, *De la Mesure du Temps*, & décrit n° 661-667.

Il porte quatre lames composées, au bout desquelles sont fixés des tiges qui portent quatre masses tournant à vis sur ces broches; de sorte qu'en approchant ou en éloignant ces masses, on parvient à régler la Montre, par les différentes températures; à mettre le balancier d'équilibre, enfin à régler les Montres par diverses positions.

Montre Astronomique de poche, construite suivant les principes établis, Mesure du Temps.

92. Le balancier fait quatre vibrations par secondes.

93. Les pivots du balancier tournent dans des trous faits en *rubis*, comme dans la deuxième Montre Astronomique : ces pivots ont 0 lig. $\frac{3}{48}$ de diamètre.

94. Le balancier peut peser 18 grains.

(20) *De la Mesure du Temps*, n. 660.

95. Le balancier de la deuxième Montre Astronomique avoit 12 lig. de diamètre.

96. Pour égaliser les frottemens des pivots du balancier, il faut qu'il soit placé à égale distance de ses pivots, c'est-à-dire, au milieu de la longueur de son axe.

97. Le balancier doit être composé de sorte que par son mécanisme même, on puisse régler la Montre par ses diverses positions.

98. Le balancier doit porter la compensation absolue des effets du chaud & du froid, afin de conserver l'isochronisme de ses vibrations.

99. Le balancier doit décrire des arcs de même étendue, soit que la Montre soit verticale, ou qu'elle soit horizontale.

100. Le ressort spiral réglant doit être rendu isochrone, c'est-à-dire que les grands & les petits arcs de vibration du balancier soient de même durée.

101. L'échappement doit être celui à vibrations libres.

102. Le rouage de la Montre doit être simple, & les axes des pivots disposés de sorte que chaque pivot du même axe supporte la même pression.

103. Il est bien prouvé, comme on l'a vu par les articles ci-devant, que l'usage des rubis percés sert à diminuer le frottement & à le rendre plus constant; il seroit donc avantageux de faire tourner les pivots des dernières roues du rouage dans des trous percés en rubis.

104. Le ressort moteur doit être puissant, & le barillet assez grand, pour que le ressort ne soit pas dans un état forcé.

105. La grandeur des platines-cadrans de la Montre peut être d'environ 24 lig. de diamètre.

Remarque sur le plan proposé pour la troisième Montre Astronomique, représenté planche III, fig. 6, 7, 9, de la Mesure du Temps.

106. Ce plan n'a pas été mis en exécution ; voici les défauts que j'y remarque.

- 1°. De rendre la Montre trop petite.
- 2°. D'avoir les heures, les minutes excentriques.
- 3°. Le balancier est trop petit, n'ayant que dix lignes de diamètre ; & d'après les principes établis, le balancier devoit avoir 12 lignes & peser 18 grains.

107. Je propose aujourd'hui en place de ce plan celui de la Montre n° 72, vu fig. 6, planche du Supplément, comme étant plus propre à répondre aux principes de construction établis en 1775, & rapportés ci-devant ; d'ailleurs il est encore préférable par la disposition des cadrans ; celui des secondes, étant placé au centre, est plus convenable pour l'observateur, en devenant plus grand & plus apparent : le balancier, ayant 12 lignes, portant la compensation, devient aussi d'une exécution plus sûre & plus facile. 4°. Et le barillet étant plus grand, contient un ressort moteur proportionné à la puissance du régulateur, sans être dans un état forcé : enfin la Montre étant plus grande est d'une exécution plus sûre & plus facile à faire.

Changement à faire au rouage de la Montre Astronomique.

108. Le rouage vu fig. 6, planche du Supplément, peut servir tel qu'il est, il suffira de déplacer le balancier, en le portant sur la droite du plan de la quantité nécessaire pour qu'il passe à côté du barillet ; car par la construction de la Montre Astronomique, dont les pivots du balancier roulent dans des trous, le balancier doit être dans la cage, afin d'être placé au milieu de la longueur de son axe ; & dans sa position actuelle il rencontreroit le barillet D.

109. En changeant la position du balancier, on conçoit qu'il faut de même déplacer la roue d'échappement *H*, & la détente d'échappement, &c.

Plan de la Montre Astronomique. Changemens à faire au rouage.

110. Le balancier à compensation représenté, pl. III, fig. 9, de la *Mesure du Temps*, remplit parfaitement toutes les conditions requises, tant pour régler la Montre, que pour arriver à la compensation absolue, que pour régler la Montre par ses diverses positions : mais on trouvera peut-être que ce balancier n'est pas d'une exécution facile ; le principal défaut que je lui trouve, c'est que le centre du balancier devient trop pesant & charge plus les pivots.

Je préfère donc aujourd'hui le balancier représenté, planche du Supplément, figure 8 ; dans ce balancier tout le poids est porté à la circonférence. Le seul changement à faire à ce balancier, c'est d'employer quatre lames circulaires, au lieu de trois, & au lieu de trois masses fixes *d, d, d*, quatre petites masses mises à vis à frottement sur le champ du balancier, pour servir à régler la Montre par ses positions, comme il est dit, *Mesure du Temps*, n° 642. Ces quatre masses peuvent être rendues plus pesantes ou plus légères, selon que la partie fixe du balancier l'exigera pour arriver à la compensation. Il faut recourir au même moyen pour rendre les masses de compensation plus pesantes ou plus légères, selon que la compensation sera trop forte ou trop foible. Ces masses doivent donc être disposées pour les changer facilement, soit pour les rendre plus pesantes ou plus légères, selon que la compensation l'exige, ou pour régler la Montre.

Par cette disposition ce nouveau balancier remplira les mêmes conditions que celui proposé anciennement.

Montre astronomique de poche n° 3, exécutée en 1806.

111. Le plan du rouage de cette Montre est le même que

30 *Supplément au Traité des Montres à Longitudes.*

celui de l'Horloge n° 73, représenté, planche du Supplément, fig. 6; les secondes étant au centre du cadran, les heures & les minutes excentriques. Les roues ont les mêmes nombres de dents & sont de même diamètre que dans la fig. 6; mais la Montre devient plus petite, par la suppression des rouleaux & du mécanisme de compensation, & des détentes d'arrêts du balancier; ainsi la platine-cadran devient plus petite qu'elle n'est dans l'Horloge n° 73.

112. Cette réduction du rouage a été faite par *Jean Martin* (21), artiste habile, lequel a exécuté l'une & l'autre Montre: mais en diminuant la grandeur de la Montre Astronomique n° 3, il a conservé la même force motrice employée au n° 72, en employant pour cet effet toute la hauteur de la boîte, de sorte que le barillet contient encore un ressort puissant, qui tire 12 gros.

113. Le balancier fait quatre vibrations par secondes; ses pivots tournent dans des trous de rubis; il décrit 260 degrés.

114. Le balancier porte la compensation absolue des effets du chaud & du froid, par quatre masses composées, dont les lames sont faites en portion de cercle.

115. Ce balancier porte en outre quatre petites masses, qui servent à régler la Montre par diverses positions.

Montre Astronomique n° 3.

116. Tous les pivots du rouage tournent sur des trous de rubis.

(21) Jean Martin est né dans ma maison de Groslay en 1773. Lorsqu'il eut atteint l'âge de treize ans, l'ayant fait travailler quelques temps sous un de mes ouvriers, je lui reconnus de l'adresse & de l'intelligence. En conséquence, je pris la résolution de le destiner à l'Horlogerie & de l'envoyer faire son apprentissage auprès de M. *Vincent Martin*, alors Horloger de la Marine à Brest, chez lequel Jean Martin demeura pendant cinq ans & demi: Jean Martin revint à Groslay en 1793. Il a travaillé auprès de moi environ neuf ans; pendant ce temps, il a exécuté, sous ma direction, plusieurs Montres & Horloges à Longitudes & l'Horloge Astronomique d'un an. L'ayant engagé à s'établir à Paris, je lui procurai le travail de plusieurs Montres, entre autres pour MM. Monges, Guiron-Morveau, Legendre, &c., lesquels ont été contents des soins & du zèle qu'il a marqués. Ces MM. ont servi à le faire connoître avantageusement. Je crois avoir procuré aux Amateurs un Artiste utile & distingué.

CHAPITRE IV. *Des Montres Astronomiques.* 51

117. Nous ne nous arrêtons pas sur les diverses autres parties de cette Montre, il suffit de dire qu'elle est établie sur les principes de construction que nous avons présentés ci-devant, d'après ceux de la Mesure du Temps ou Supplément.

Remarque sur l'usage des Montres Astronomiques de poche.

118. Les Montres Astronomiques doivent être réglées par leurs diverses positions, & dès lors elles pourroient être portées dans le gousset comme les Montres ordinaires. Mais pour rendre l'usage des Montres Astronomiques plus sûr & plus constant, l'Observateur doit, au lieu de la porter dans le gousset, les porter dans une poche de la veste; il en résultera que la Montre étant exposée à une chaleur plus modérée, les huiles se dessècheront moins promptement, & que la position de la Montre sera plus constamment la même, & qu'il obtiendra une justesse plus durable.

Nouvelle exposition des principes & moyens sur lesquels est fondé la justesse des Montres Astronomiques, & conclusion sur leur usage.

1°. Sur la réduction des frottemens, & leur constante uniformité.

2°. Sur le parfait isochronisme des oscillations du balancier, & nous répétons ici, que dans une Montre de poche exposée à divers mouvemens d'inclinaisons, &c. que c'est particulièrement sur cet isochronisme que la justesse de la Montre doit être fondée.

3°. Sur la parfaite, absolue & constante compensation des effets du chaud & du froid, cette correction doit être de rigueur, puisque la Montre de poche est par sa nature exposée à toutes les vicissitudes de la température.

4°. Sur la parfaite correction des effets de position & inclinaison que la Montre éprouve, & ces corrections doivent être telles qu'elles n'influent pas sur sa justesse.

On peut juger, par ce que nous venons de dire, combien

52 *Supplément au Traité des Montres à Longitudes.*

ces Montres exigent de soins & d'industrie, pour les porter au degré de perfection dont leur combinaison les rend susceptibles.

Quoi qu'il en soit, nous pouvons assurer que la Montre Astronomique n° 3, a été très-bien exécutée, & qu'elle remplit complètement tout ce que j'attendois de ses principes & de sa combinaison, & qu'à cet égard elle peut être d'un bon usage pour les amateurs de la perfection.

Mais nous pensons que l'Observateur qui desire employer la mesure du temps à la détermination des longitudes, soit à la mer, soit à terre, doit choisir pour cet usage une Montre dont la position soit constamment horizontale, comme la petite Horloge n° 73, décrite ci-devant.

Tels sont les motifs qui m'ont déterminé à ajouter cette perfection à la Montre Astronomique de poche n° 3. J'ai fait placer un diamant en place du rubis qui recevoit le bout inférieur du balancier, & fait exécuter une suspension pour rendre la Montre horizontale : ces changemens ont parfaitement réussi, car dans la position horizontale la Montre a une marche très-constamment exacte. Par cette disposition, la Montre n° 3 devient, étant verticale, Montre portative, & rendue horizontale une petite Horloge à Longitudes.

Préférence des Montres Horizontales.

Nous pensons que la Montre doit être Horizontale, parce qu'il est plus facile de lui conserver cette position dans la voiture, que celle verticale ; & nous avons déjà observé qu'il est préférable de placer la Montre dans la voiture, que de la porter sur soi, pour lui conserver plus constamment la même température. Nous insistons sur cette nécessité, pour conserver l'état des pivots plus long-temps ; car l'huile se dessèche plus promptement lorsque la Montre éprouve une plus grande chaleur.

Nous

Nous observerons de plus que les Montres d'observations ne doivent pas être portées sur soi, si on veut en obtenir une justesse constante: car étant exposée à une chaleur subite de 27 degrés, & ensuite exposée à une température différente & froide, elle éprouvera des variations. Les changemens de la température dans une Montre de poche, sont brusques & fréquens; au lieu que dans une Montre Horizontale, ils sont courts & rares: Il faut donc pour obtenir plus de justesse, employer ce dernier moyen infiniment plus sûr. Nous renvoyons à ce qui a été dit dans la SUITE du *Traité des Montres à Longitudes*, pag. 99.

CHAPITRE V.

Description d'une petite Horloge Astronomique, pendule à demi-seconde, portant sa compensation, avec l'Echappement à vibrations libres, exécutée en 1791 et rectifiée en 1803.

119. JE me suis occupé, dès 1787, de la construction d'une petite Horloge Astronomique dont le pendule bat les demi-secondes & l'aiguille les secondes (1). Cette Horloge étoit destinée à servir à l'Observateur qui voyage. Je fis dès-lors exécuter cette machine par un ouvrier ordinaire en Pendule, et elle le fut si grossièrement, que je fus obligé de l'abandonner. En 1791, je construisis & fis exécuter une seconde Horloge d'observation qui m'a servi à diverses épreuves (2), & qui, rectifiée depuis, me paroît devoir remplir le but que je m'étois proposé, celui de suppléer l'Horloge dont les vibrations du pendule sont d'une seconde, & servir à

(1) Voy. de la Mesure du temps ou Supplément, n° 728 & suiv.

(2) C'est la même dont il est parlé dans l'Essai sur les Poids & les Mesures. Avertissement, p. 3, placé à la fin du *Traité des Montres à Longitudes*.

34 *Supplément au Traité des Montres à Longitudes.*

L'Observateur qui voyage : c'est de cette dernière machine dont je dois ici donner la construction & la description. Mais nous devons auparavant observer qu'une telle machine à court pendule, formant nécessairement un régulateur beaucoup moins puissant que celui de l'Horloge à secondes à long pendule, & éprouvant plus de frottement par ses vibrations promptes, exige par cela même une plus grande perfection & dans sa composition & dans son exécution : c'est par cette raison que nous croyons devoir indiquer quelques moyens indispensables à mettre en usage pour obtenir de cette petite Horloge à court pendule toute la justesse que ce régulateur comporte.

120. L'exacte mesure du temps dans une Horloge à pendule est fondée sur deux articles ; 1^o, celui de conserver constamment la même étendue dans les arcs décrits par le pendule ; 2^o, que la compensation des effets du chaud et du froid produite par la combinaison du pendule soit parfaite & soit toujours la même. Ces deux articles comprennent tout ce que l'Artiste doit réunir, soit dans la composition de l'Horloge, soit dans son exécution.

121. Pour obtenir des arcs qui soient constamment de la même étendue, cela dépend, 1^o, de la perfection de la suspension du pendule ; 2^o, du peu de frottement de l'échappement ; 3^o, de la réduction des frottemens du rouage, ce qui comprend la grandeur des roues & leur peu de pesanteur, les diamètres des pivots & leur dureté, &c. &c. 4^o, de la qualité de l'huile employée aux pivots du rouage, &c.

122. Quant à la compensation des effets de la température dans le pendule, on en trouve tous les principes traités avec beaucoup de détails dans l'*Essai sur l'Horlogerie*. Nous croyons nécessaire de rappeler ici les principales conditions à remplir pour former un bon pendule composé.

123. 1^o, Par l'exacte combinaison des règles ou barres d'acier & de cuivre qui la composent (3).

(3) Voy. *Essai sur l'Horlogerie*, n^o 1749 & *Mesure du temps*, n^o 800.

124. 2°, Que le jeu de toutes les parties du pendule se fasse sans frottement.

125. 3°, Que la pesanteur de la lentille soit proportionnée à la force des verges du pendule, & que celle-ci ne puisse être affaïssée par le trop de pesanteur de la lentille.

126. 4°, Que le pendule soit construit de telle sorte que l'on puisse facilement augmenter ou diminuer la compensation dans le cas où par la nature de l'acier & du cuivre dont il est composé, étant différente de celle dont on s'est servi pour établir les rapports des dilatations, ne feroient pas les mêmes.

127. 5°, Que le pendule, ainsi composé, soit établi sur un pyromètre qui servira à vérifier la compensation & le juste rapport du poids de la lentille avec la force des verges : cette dernière épreuve se fait en appuyant & en soulevant la lentille. Si dans cette épreuve l'aiguille du pyromètre revient au même degré du limbe, la pesanteur de la lentille est bien, sinon elle indique qu'elle affaïsse les verges ou que celles-ci ne sont pas libres (4).

Explication abrégée des principales parties de l'Horloge Astronomique, pendule à demi-secondes, avec sa compensation, échappement à vibrations libres, &c.

128. Les figures 1, 2, 4, planches du Supplément, représentent cette Horloge.

Les fig. 1, 2, représentent le mouvement de l'Horloge et l'échappement libre ; et la figure 4, le pendule à compensation, avec la suspension à ressort.

129. Le rouage de l'Horloge, est composé de cinq roues, y compris celle de l'échappement, il est contenu dans une

(4) Nous renvoyons pour ce qui concerne le Pyromètre à l'Essai sur l'Horlogerie, n° 1671 & suiv. & n° 2021.

36 *Supplément au Traité des Montres à Longitudes.*

cage ayant deux platines quarrées ; la première platine porte les cadrans , fig. 1 , et quatre piliers , qui s'assemblent avec la seconde platine : une troisième platine de même grandeur que les premières , porte quatre piliers qui s'assemblent avec la seconde , à qui ces piliers servent de support : sur cette troisième platine doit s'attacher la suspension du pendule ; cette platine doit être fixée dans la boîte de l'Horloge.

130. La première roue A du rouage , fig. 1 , fait un tour en douze heures. Son axe porte le cadran B des heures , auquel répond l'index 1 , fixé à la platine ; la roue A porte aussi la poulie qui sert à porter le poids moteur. La roue des heures A engrène dans le pignon qui porte la roue C de minutes ; le pivot prolongé de ce pignon porte l'aiguille 2 des minutes.

La roue C engrène dans le pignon *b* , qui porte la roue moyenne D : celle-ci engrène dans le pignon *c* dont l'axe porte la roue E de secondes. Le pivot prolongé de ce pignon porte l'aiguille 3 de secondes. La roue E engrène dans le pignon *d* , sur l'axe duquel est fixée la roue F d'échappement.

131. La pièce *g* H terminée en portion de cercle , est celle qu'on appelle cercle d'échappement. Le cercle d'échappement porte vers *h* une entaille formant une palette sur laquelle les dents de la roue agissent successivement pour donner l'impulsion qui entretient le mouvement du pendule ; ensuite celui-ci oscille librement au retour du cercle d'échappement , la levée *h* qu'il porte s'engage sur le bout *g* de la détente , & en revenant , il la soulève , ce qui dégage la dent de la roue appuyée en *f* de cette détente : & la dent suivante de la roue donne une nouvelle impulsion & ainsi de suite.

132. L'axe G du cercle d'échappement porte en dehors de la seconde platine , fig. 2 , la pièce M N , dont N est un rouleau qui agit sur la fourchette K L mobile en K , & lui imprime le mouvement du cercle d'échappement ; mais réduit

à décrire un plus petit arc que ne fait le cercle d'Échappement, & selon le rapport donné aux bras de levier K L & M N. Ici ce rapport est établi pour que l'arc de levée de l'échappement transmis au pendule par un troisième bras qui porte un rouleau qui agit sur la fente faite au pendule, soit réduite à deux degrés, l'amplitude de l'arc devant être de trois degrés.

Ce troisième bras, qui n'est pas représenté ici, est fixé sur l'axe K de la fourchette K L sous le pont K.

Le Régulateur-pendule & sa suspension.

133. La construction du pendule à compensation, représenté fig. 4, est la même que celle que j'avois proposée en 1787 pour le court pendule que je destinois à la mesure de la pesanteur par diverses latitudes (1).

134. Ici ce pendule est représenté avec les dimensions convenables pour obtenir la compensation absolue des effets de la température dans le pendule qui bat les demi-secondes. La correction est même trop forte; mais cela est fait à dessein de la rectifier par l'expérience même faite par la marche de l'Horloge; & pour diminuer la compensation, on le fait en substituant au canon O, qui supporte la lentille, un autre canon plus court & en remontant d'autant l'écrou P.

135. Ce pendule est formé par un châssis d'acier *c d*, *e f*: la traverse supérieure *c e* porte les crochets CC, qui servent à fixer le pendule avec sa suspension au moyen de la vis S. Sur le dedans de la traverse inférieure du châssis posent deux verges de cuivre E, G. Sur les bouts supérieurs de ces verges appuie le levier I, mobile en I; sur la verge d'acier I K, qui supporte la lentille M; cette lentille faite en cuivre est formée de deux pièces qui s'ajustent sur la verge

(1) Voyez *Mesure du temps ou Supplément*, n° 816, représenté planche XII figure. 1.

38 *Supplément au Traité des Montres à Longitudes.*

du pendule ; ces deux calottes sont fixées ensemble par des vis.

La pièce O est entaillée pour recevoir l'angle de la lentille : au-dessous est placé le canon O, lequel est arrêté par l'écrou P gradué pour régler l'Horloge.

Le bas du châssis porte l'index w, qui marque les degrés décrits par le pendule sur le limbe gradué R.

139. La suspension est à ressort ; les bouts supérieurs des deux lames sont fixés à la traverse B : les bouts de cette traverse, formés en pivots, entrent dans les trous faits aux ponts A, A, lesquels sont fixés sur la troisième platine formant le support de l'Horloge : les bouts inférieurs des lames de suspension sont fixés sur la pièce C C qui tient à la traverse supérieure du châssis.

137. Cette suspension dont nous venons de donner une notion est représentée en grand, planche VIII, fig. 3 & 4 de la Mesure du temps, ou Supplément, à laquelle nous renvoyons. Voy. n° 720, &c. du même ouvrage.

Nous terminerons ces Notes en observant que la suspension à ressort bien construite tend à rendre isochrones les oscillations de pendule.

Note sur l'Horloge Astronomique d'un an, à trois Cadrans.

Cette Horloge fut construite en 1801. Voyez *Histoire de la Mesure du Temps*, T. II, p. 155, art. VI.

L'échappement à ancre & à repos devoit être fait avec une roue d'acier ; & les pallets de l'ancre, en rubis. *Idem*, p. 159, art. VIII.

Mais en exécutant cette Horloge, j'ai employé l'échappement à vibrations libres, dont la construction est représentée Pl. du Supplément, fig. 3. Cet échappement a parfaitement réussi, & d'autant mieux qu'il n'exige pas d'huile, & que le pendule décrit des arcs d'un degré & demi, qu'il conserve toute l'année, & l'Horloge une justesse constante.

Changement fait à l'Horloge Astronomique d'un an.

138. Je fis exécuter, en 1802, l'Horloge Astronomique d'un an, dont on trouve la description dans l'*Histoire de la Mesure du Temps*, T. II, p. 157, art. VII; son mouvement est représenté planche XXIII, fig. 6, avec un échappement à repos à ancre. Je fis en effet exécuter cet échappement; mais je ne tardai pas à le supprimer, après avoir trouvé une combinaison d'échappement à vibration libre, au moyen de laquelle j'obtins de très-petits arcs de levée (d'un degré): c'est cet échappement qui est représenté dans la fig. 3 de la planche du Supplément. Cet échappement fut adapté à l'Horloge, & fini en décembre 1802.

139. Cet échappement à vibration libre est construit d'après celui adapté à l'Horloge à demi-secondes, & représenté fig. 1 & 2 du Supplément; mais réduit à de plus petites dimensions, pour être placé sous le cadran des secondes de l'Horloge d'un an, ainsi que la figure de la planche du Supplément le représente avec les mêmes lettres qui servent à la description.

140. La fourchette qui agit sur le pendule est arrêtée par un pont placé sous la seconde platine.

Description de l'Echappement à vibrations libres pour l'Horloge Astronomique composé de quatre roues seulement.

141. La figure 9, planche du Supplément, représente le plan de cet échappement.

A est la roue de secondes & d'échappement; cette roue a 30 dents & 16 lignes de diamètre; ses dents agissent successivement sur le cercle d'échappement B, sur le plan droit de l'entaille *a*, qu'il porte, ce qui forme la levée.

Le cercle d'échappement B se meut sur deux pivots, l'action qu'il reçoit de la roue se communique au levier C, dont

la fourchette *c* est conduite par le rouleau *b* porté par le cercle d'échappement ; & par ce moyen l'arc décrit par le cercle, & qui est de 28 degrés, se trouve réduit au centre *d* de ce levier, à deux degrés & demi, & comme la pièce *C* a son centre fixé sur la fourchette qui agit sur le pendule, celui-ci décrit aussi des arcs de levées de deux degrés & demi.

La détente d'échappement & la levée ont la même disposition des échappemens libres décrits dans mes ouvrages : *e*, *f*, *g*, représente la détente, & *h* la levée. Ces deux pièces roulent chacune sur des pivots & par des ponts que je n'ai pas cru nécessaire d'indiquer.

CHAPITRE VI

Indication des Règles, Observations et Calculs, à mettre en usage pour faire servir les Montres Astronomiques (1), ou d'Observations à tems égal (2); 1°, à l'usage ordinaire du Public; 2°, à la Détermination des Longitudes Terrestres et Marines.

ARTICLE PREMIER,

Relatif à l'usage ordinaire des Montres à Tems égal.

RÈGLE PREMIÈRE.

Nous établirons ici pour règle fondamentale, qu'une telle Montre ne doit et ne peut mesurer qu'un Tems égal, uniforme, appelé le *Tems moyen*; car il seroit aussi absurde que ridicule de vouloir faire suivre les variations du Soleil à une machine qui par sa nature (3) et ses usages, soit dans la Navigation soit dans l'Astronomie, ne doit mesurer qu'un Tems égal et uniforme.

RÈGLE II.

La position naturelle de la Montre *Astronomique*

(1) Voyez ci-devant Chapitre IV, ce qui concerne les Montres Astronomiques, page 19.

(2) J'appelle Montre à *Tems égal*, celle dont la marche est constamment uniforme, malgré les variations de la température, des frottemens, etc. Telles sont les bonnes Montres à Longitudes.

(3) Voy. *L'art de régler les Pendules et les Montres*, etc. Art. IV, p. 21, publié, Paris, 1759, 3e édit. 1805.

mique, portative à Tems égal, est la verticale position que l'observateur doit lui conserver constamment, soit qu'il la porte sur soi, qu'il la fasse marcher chez lui en repos, qu'il la fasse servir en mer placée dans un vaisseau, ou qu'il la transporte à terre dans une voiture. Si l'observateur porte la Montre sur lui, il se servira d'un cordon passé autour du col, en *Sautoir*; ce cordon portera un porte-mousqueton auquel il suspendra la Montre à la hauteur convenable pour qu'elle se trouve logée dans le creux de l'estomac: si l'observateur veut employer la Montre à trouver les longitudes terrestres, il pourra porter la Montre sur lui, de la manière que nous venons de le dire, ou pour le mieux il la placera dans une boîte verticale attachée à la chaise de poste; ou enfin, si l'observateur veut faire servir sa Montre à la mer, elle devra être placée sur une suspension renfermée dans une caisse avec un thermomètre.

RÈGLE III.

L'observateur ne peut pas toucher à la Montre pour la régler lui-même.

Dans les Montres ordinaires à l'usage du Public, tout possesseur d'une Montre peut la conduire et

F

régler à son gré; mais il n'en est pas de même pour les Montres d'observations, parce que peu de personnes sont en état de faire ces opérations délicates, qui d'ailleurs exposent la Montre à divers accidens, à la poussière, etc. Il vaut donc mieux que cette partie de la Montre soit fermée, et recourir au besoin à l'artiste qui l'a faite. Nous observerons de plus, que, si la Montre est bien faite, on a rarement besoin d'y toucher; il suffit de tenir compte de sa marche.

R È G L E I V.

Il est de nécessité absolue, que la marche d'une Montre à Tems égal soit uniforme, mais on ne peut exiger qu'elle soit rigoureusement réglée, c'est-à-dire, qu'elle suive exactement le moyen mouvement du Soleil: c'est une condition difficile à remplir, et il est inutile de l'exiger. Il suffit dans les différens usages de ces machines de connoître la quantité dont une Montre avance, ou dont elle retarde en 24 heures, afin de tenir compte de son avance ou de son retard journalier, toutes les fois que l'observateur voudra faire usage du Tems absolu de la Montre pour ses observations.

On ne doit pas confondre une Montre qui n'est pas réglée avec celle qui varie; ces deux choses sont tout-à-fait différentes: la Montre qui avance aujourd'hui et qui retarde ensuite, varie; elle ne peut jamais être réglée et on ne peut compter sur le tems qu'elle mesure; au lieu que la Montre dont le mouvement est uniforme, peut être réglée: et elle peut même être réputée réglée, lorsqu'on connoît la quantité de son avance ou de son retard journalier, sur le moyen mouvement du Soleil; et il est toujours facile d'en tenir compte, car, si je suppose qu'elle avance de 2 s. par jour, en 50 jours elle devra avancer d'une minute, etc.

R È G L E V.

On ne doit jamais toucher à l'aiguille des secondes de la Montre, et seulement à celle des minutes et des heures, et le plus rarement possible, et sur-tout avec précaution.

R È G L E V I.

La Montre doit être remontée tous les jours à peu près à la même heure. On doit avoir attention à ne pas la monter à rebours, en tournant la clef du côté contraire, crainte de casser des pièces de la Montre. On observera pour cet effet que, si la Montre se remonte par la face du cadran, on doit faire tourner la clef de gauche à droite, c'est-à-dire, dans le sens même où tournent les aiguilles; si, au contraire, le remontoir se fait en-dessous de la boîte, on doit faire tourner la clef de droite à gauche.

R È G L E V I I.

Lorsque la Montre éprouvera de trop grands froids, au-dessous de la glace, il sera nécessaire de la placer dans un endroit que l'on puisse faire chauffer par le moyen d'une lampe, afin de conserver fluide l'huile qui est employée dans la Montre: elle ne doit supporter que 5 degrés du thermomètre de Reaumur, au-dessus de la glace; car au-dessous de 5 degrés, non seulement les huiles cessent d'être fluides, mais dès-lors les frottemens deviennent très-nuisibles, et au point de faire arrêter la Montre et de détruire les parties frottantes, tant le froid augmente l'apprêt des corps.

R È G L E V I I I.

Lorsqu'on envoie la Montre par terre par la poste, etc., il faut arrêter le balancier au moyen de la détente destinée à cet usage, etc.

OBSERVATION PREMIÈRE.

La Montre la plus parfaite éprouve à la longue quelques légères variations, à mesure que les huiles s'épaississent, effet qui exige que l'observateur vérifie souvent sa Montre, et tienne compte de ces différences.

OBSERVATION II.

Les Montres à Tems égal ou à Longitudes ont un mécanisme particulier qui sert à corriger les variations causées par les effets de la température;

en sorte que, si l'Artiste a fait choix d'une bonne combinaison pour ce mécanisme, s'il l'a bien exécuté et s'il l'a conduit au point convenable pour produire l'exacte compensation des effets du chaud et du froid, la Montre n'éprouvera aucune variation par ces effets. Mais en supposant qu'en passant du chaud au froid, elle éprouve quelques différences dans sa marche, l'observateur peut encore la ramener à l'égalité et tenir compte de ces différences par des épreuves qu'il aura faites, et au moyen desquelles il aura pu dresser une Table ou *Equation pour la température*.

Comment l'observateur doit vérifier la marche de la Montre, portative à TEMS ÉGAL, pour son usage particulier.

On a trois méthodes propres à juger de la marche d'une Montre pour l'usage de l'observateur.

La première est celle de comparer le Tems de la Montre à celui d'une bonne Pendule à secondes, réglée sur le Tems moyen. Par une première comparaison on trouve la différence du Tems de la Montre à celui de la Pendule. La seconde comparaison faite à la même heure, quelques jours après la première, donne la différence du Tems de la Montre au Tems moyen. Si, dans les deux comparaisons le Tems de la Montre diffère des mêmes quantités sur celui de la Pendule, la Montre est réglée sur le Tems moyen, etc.

La seconde méthode consiste dans la comparaison du Tems de la Montre au passage du Soleil au Méridien, pour cet effet, si, à l'instant du passage du Soleil au Méridien, on fait marquer à une Montre l'heure indiquée par la Table qui a pour titre: *Tems moyen au Midi vrai, insérée dans la Connaissance des Tems, ou dans l'Annuaire*, au jour proposé; et que, quelques jours après cette première comparaison, on compare de nouveau l'heure marquée par la Montre à l'instant du Midi vrai; si la Montre est réglée sur le moyen mouvement du Soleil, il faut qu'elle marque exactement la minute et la seconde indiquées par la Table du Tems moyen au Midi vrai pour le jour de cette seconde observation:

et si le Tems de la Montre diffère en plus ou en moins de celui de la Table, ce sera une preuve qu'elle n'est pas réglée sur le Tems moyen: mais on connaîtra précisément la quantité de son avance ou retard journalier sur le moyen mouvement du Soleil.

La troisième méthode à employer pour connaître la marche de la Montre, est celle de faire usage de la *Méridienne du Tems moyen* (1). La Méridienne du Tems moyen est fort utile pour régler les Montres sans recourir aux Tables d'Equation; car, si on met un jour quelconque la Montre au Midi de la courbe du mois où l'on est, si cette Montre est bien réglée, elle doit toujours suivre le Midi du Tems moyen, lorsque le point de lumière se rencontre sur la suite de la même courbe.

Remarque essentielle sur les procédés à suivre pour vérifier la marche de la Montre.

Nous avons établi pour conditions, règles 3 et 4, que l'observateur ne peut pas toucher lui-même à la Montre pour la régler, ni aux aiguilles même; et ces conditions sont essentielles à la conservation de la Montre et à la justesse de sa marche. Lors donc que l'observateur voudra vérifier la marche de sa Montre par l'une ou l'autre des méthodes que nous venons d'indiquer, il doit simplement noter sur un petit registre ou porte-feuille, la différence du Tems marqué par sa Montre, au moment qu'il l'observe, soit à la Pendule ou au Soleil. Si la Montre est réglée sur le moyen mouvement du Soleil, la différence qu'il a trouvée lors

(1) La Méridienne du Tems moyen est une ligne courbe, faite à peu près comme un 8 de chiffre fort allongé, serpentant autour de la Méridienne du Tems vrai: cette Méridienne est telle que, si l'on a une Pendule à secondes, réglée sur le moyen mouvement du Soleil, et qu'on lui fasse marquer Midi, lorsque la lumière du trou de la plaque passe par cette courbe à l'endroit convenable, marqué par les noms des Mois qui doivent être autour, la Pendule marquera toute l'année Midi, lorsque le Soleil sera dans cette courbe.

Depuis environ deux ans, le Sénat-Conservateur a fait tracer dans son Palais une Méridienne du Tems moyen; elle est placée au-dessus de la grande porte du Palais, du côté du Jardin.

de la première observation, doit être la même à la seconde. Si cette différence n'est pas la même, il connoîtra (sans avoir touché à la Montre) sûrement de combien la Montre diffère du Temps moyen par les notes portées sur son registre.

ARTICLE II.

Indication des Observations, Calculs, etc. dont il est indispensable de faire usage, lorsque l'on veut faire servir la Montre à la détermination des longitudes, soit à terre ou à la mer.

LES méthodes que nous avons indiquées ci-devant pour établir la marche d'une Montre, sont suffisamment exactes pour l'usage particulier de l'observateur; mais ces mêmes méthodes ne peuvent plus être employées, lorsque la Montre est destinée à la détermination des longitudes soit Terrestres ou Marines. Ici il faut connoître avec la plus rigoureuse précision, la marche journalière de la Montre, et pour cela il faut recourir aux méthodes astronomiques et aux instrumens destinés à ces sortes d'observations. Nous avons traité avec beaucoup de détail, des Observations et des Calculs que l'usage des Horloges exige pour servir à la détermination des longitudes, à la mer et à terre, dans l'ouvrage qui a pour titre: *Les Longitudes par la mesure du Temps* (1); etc. Paris, 1775, in-4°.

Avant de présenter les titres de cet Ouvrage que l'on peut consulter, nous allons donner quelques observations préliminaires, relatives à l'usage des Horloges à longitudes.

Observation préliminaire.

Pour transporter l'Horloge par terre, il faut arrêter le balancier au moyen de la *détente*

(1) L'observateur qui désirera s'instruire de ce qui concerne l'usage des Horloges, doit sur-tout consulter l'ouvrage que M. de Fleurieu publia en 1773, et qui a pour titre: *Voyage*, etc. de l'Imprimerie Royale. L'Appendice qui termine ce grand et bel ouvrage, contient dans le plus grand détail les principes et les règles que l'observateur doit suivre dans l'usage des Horloges pour la navigation.

destinée à cet usage: on doit de même suspendre l'effet de la suspension de l'Horloge en fixant le poids de cette suspension.

L'Horloge étant arrivée au port, on peut remonter le mouvement et faire marcher le mouvement en écartant la détente d'arrêt du balancier. Mais pour transporter l'Horloge dans le vaisseau, la suspension doit être conservée en arrêt, et on ne la rendra libre que dans le vaisseau.

Observations relatives à l'établissement de l'Horloge, etc.

1°. L'Horloge doit être placée dans une armoire fermée à clef, et dans laquelle elle sera *amarée* solidement, mais de manière cependant à pouvoir au besoin la retirer pour être portée sur le pont du vaisseau, et servir aux observations propres à déterminer l'heure du Soleil; ou, si l'observateur est muni d'une Montre ordinaire à secondes, il pourra s'en servir pour faire les observations qu'il rapportera ensuite au temps de l'Horloge.

2°. L'Horloge doit être placée dans le lieu du vaisseau dont la température soit la plus constante et ne puisse changer trop subitement, et dont les agitations soient moins sensibles.

3°. La position de l'Horloge dans le vaisseau doit être telle, que les plus grands arcs que puisse décrire la suspension, se fassent dans le sens du *Roulis*. Pour cet effet, les 15^e et 45^e minutes du cadran doivent être dans la même ligne que la *quille* du vaisseau.

4°. Pour déterminer la longitude par le moyen de l'heure donnée par l'Horloge, il est nécessaire de connoître avec précision, avant le départ du vaisseau, 1°. la marche journalière de l'Horloge, c'est-à-dire, la quantité de son avance ou de son retard en 24 heures sur le Temps moyen; 2°. il faut connoître de même la différence du Temps de l'Horloge à l'heure du Temps moyen du Port de départ.

La connoissance de cet état de l'Horloge servira à l'observateur pendant la durée de la campagne pour en conclure la longitude du vaisseau, lorsqu'il aura fait de nouvelles observations. Pour

et effet, l'observateur doit tenir un Registre ou Journal de toutes ses observations.

Articles de l'Ouvrage qui a pour titre :

LES LONGITUDES PAR LA MESURE DU TEMS (1), auxquels nous renvoyons l'observateur chargé d'une Montre portative verticale à Tems égal, lorsqu'il voudra la faire servir à la détermination des Longitudes soit en mer soit à terre.

Le Chapitre Ier contient les notions générales des longitudes et des latitudes, et comment on détermine les longitudes par le secours des Horloges.

Le Chapitre II. indique les précautions à employer dans la conduite des Horloges.

Le Chap. III. traite de la division du Tems; du Tems mesuré par les Horloges, du Tems moyen et du Tems vrai de l'Equation du Tems. Voy. p. 11.

Le Chap. IV. des hauteurs correspondantes du Soleil, servant à constater la marche des Horloges Marines dans les ports, et aux calculs. p. 18.

Chap. V. Méthode exacte pour trouver l'heure en mer par une hauteur absolue du Soleil. p. 29.

Chap. VI. De la déclinaison du Soleil. p. 37.

Chap. VII. Déterminer la latitude par la hauteur méridienne du Soleil. p. 40.

Chap. VIII. Constater la marche de l'Horloge avant le départ du vaisseau, etc. p. 43.

Chap. IX. Déterminer la longitude à la mer par le secours de l'Horloge. p. 54.

Chap. X. Usage des Horloges et des Montres, pour la rectification des Cartes. p. 63.

APPENDICE. P. 68 DU MÊME OUVRAGE.

Article Ier. Trouver les longitudes terrestres par le moyen des Montres à longitudes.

(*) Les longitudes par la mesure du Tems, ou Méthode pour déterminer les longitudes en mer et par les Horloges, et à terre par les Montres. Paris, 1775, par M. Ferdinand Berthoud.

Cet ouvrage indique toutes les Observations et Calculs relatifs à la détermination des longitudes, et contient le recueil des Tables nécessaires à l'observateur.

1°. Du transport des Montres à longitudes à terre.

2°. Des observations qu'il est nécessaire de faire, pour déterminer les longitudes terrestres par le moyen des Montres. p. 70.

3°. Trouver l'heure par des hauteurs correspondantes prises avec un quart de cercle. p. 72.

4°. Trouver la latitude et la longitude. p. 73.

ARTICLE III.

De la construction de l'Instrument propre à établir la marche de la Montre qui doit déterminer la longitude à terre; des Observations et Calculs relatifs à cet usage.

UN avantage précieux dans la méthode des Montres pour la détermination des longitudes terrestres, est celui de pouvoir vérifier leur marche aussi souvent que l'on veut; au lieu qu'employées à la mer, le vaisseau peut être plusieurs mois en mer sans relâcher; ce qui rend moins certaines ces déterminations, ou, ce qui revient au même, ce qui exige dans ces machines une perfection plus rigoureuse. L'Instrument à employer pour déterminer les longitudes terrestres, doit donc être construit de sorte que la vérification de la marche de la Montre se fasse facilement et promptement. Voilà la première des conditions à exiger de l'Instrument dont l'observateur doit faire usage. La seconde condition c'est que cet Instrument soit réduit à un petit volume pour être plus portatif. La troisième condition c'est que par son moyen on puisse obtenir l'heure du lieu de l'observateur, avec la précision requise, de même que la latitude; enfin que l'Instrument soit simple et porté à un prix modéré.

Nous pensons qu'en l'état de perfection où sont portés de nos jours les Instrumens astronomiques, on pourra obtenir les conditions que nous venons d'annoncer; et peut-être le Cercle astronomique de Mayer, perfectionné par Borda, suffit pour les remplir. Je me permettrai, à son défaut, d'en proposer un autre que j'ai construit et fait exécuter, il y a environ trente ans, et qui fait partie du dépôt dont je suis chargé par le Gouvernement.

Cet Instrument tient lieu du quart de Cercle et de l'Instrument des passages. Comme quart de Cercle, il sert à trouver la latitude et sert à prendre des hauteurs correspondantes du Soleil pour trouver l'heure, et à placer l'Instrument des passages dans le plan du Méridien : comme Instrument des passages, il sert à connoître promptement la marche de la Montre.

Pour faciliter l'usage de cet Instrument, l'observateur doit être muni d'une boussole qui servira à diriger la lunette de l'Instrument des passages, à peu près dans le plan du Méridien.

L'Instrument des passages et des hauteurs est représenté Tome II, Planche XIX, de l'*Histoire de la Mesure du Temps*, et sa description, p. 139, Art. XI du même volume.

ARTICLE IV.

Du transport de la Montre par terre, dans une chaise ou voiture de poste, lorsqu'elle doit servir à la détermination des longitudes TERRESTRES.

Lorsque la Montre à longitudes est employée en mer, elle doit être placée verticalement sur sa suspension. Mais cette suspension ne peut pas servir à terre dans une voiture, à cause des mouvemens brusques et irréguliers auxquels elle se trouve exposée. Si donc on veut la laisser à demeure dans sa même boîte, il faut alors suspendre les effets de la suspension; mais dans ce cas il seroit préférable de placer la Montre dans une petite boîte particulière faite à ce dessein, parce qu'elle deviendroit moins embarrassante; et l'observateur placeroit cette boîte à côté de lui sur le coussin de la voiture, et arrêtée simplement par des courroies, et la Montre resteroit sensi-

blement dans la position verticale qui lui est propre; et arrivé dans le lieu où l'observateur doit coucher, il poseroit simplement la boîte sur une table ou sur une cheminée pour y passer la nuit.

L'observateur pourroit porter tout simplement la Montre sur soi, verticalement, dans la poche de sa veste; mais je pense qu'il est préférable de la placer dans une petite boîte, parce que dans sa poche la Montre éprouvera une température qui différera trop de celle qu'elle aura, pendant la nuit, placée sur une table; ce qui pourroit causer quelques changemens dans sa marche, pour peu que la correction des effets du chaud et du froid ne fût pas rigoureusement complète; au lieu que par l'autre moyen la température ne différera pas si sensiblement du jour dans la chaise, et de la nuit dans une chambre. D'ailleurs, la position de la Montre sera plus constamment la même dans la voiture et sur la table, qu'elle ne le seroit étant portée dans la poche de l'observateur.

REMARQUE.

Nous avons supposé ci-devant que l'observateur chargé de déterminer les Longitudes, soit à terre, soit en mer, étoit muni d'une Montre Astronomique verticale, parce que ces sortes de Montres peuvent être portées sur soi, et paroissent par cette raison plus commodes; mais nous pensons que la même Montre établie pour servir dans la position horizontale, doit procurer une justesse plus constante, et mérite par-là d'être préférée sur-tout pour servir à la mer. Cette Montre ayant une suspension; c'est à l'artiste à employer le moyen convenable à la position horizontale, en employant un diamant au lieu d'un rubis pour porter le pivot inférieur du balancier.

EXPOSÉ

SUPPLÉMENT

AU TRAITÉ

DES MONTRES A LONGITUDES.

APPENDICE

CONTENANT la Notice ou Indication des principales
Recherches et des travaux faits par FERDINAND
BERTHOUD, sur diverses parties des Machines qui
mesurent le temps, depuis 1752, jusqu'en 1807,
accompagné d'Observations et d'Eclaircissemens.

les copier et les insérer, de manière que l'on
l'ouvrage. J'ai donc cru qu'il étoit nécessaire de
sentir dans une Notice quels sont les objets qui
particulièrement, et dont aucun n'a été
l'indépendance de mon ouvrage, par lequel il se
pour l'histoire de l'art de mesurer le temps.

EXPOSÉ

SUPPLÉMENT
AU TRAITÉ
DES MONTRES À LONGITUDES.

APPENDICE

CONTENANT la Notice ou Indication des principales
Recherches et des travaux faits par F. BERTRAND
sur diverses parties des Machines qui
mesurent le temps, depuis 1752, jusqu'en 1807,
accompagnée d'Observations et de Remarques.

EXPOSÉ

EXPOSÉ

*Des motifs qui ont porté l'Auteur à former la Notice
de ses Travaux.*

LES divers Ouvrages que j'ai composés sur l'Horlogerie, ou la Mesure du Temps, ont été d'abord destinés à ma propre instruction ; et en les publiant, j'ai pensé qu'ils seroient utiles aux Artistes, et par conséquent au Public : tel a été le but de tous mes travaux. Mais en livrant au Public le fruit de mes longues et pénibles recherches, je n'ai point prétendu renoncer au mérite de les avoir faits le premier : cependant plusieurs Ouvriers Artistes, etc. ne se sont pas fait de scrupule, en les copiant et les travestissant, de vouloir s'en attribuer l'honneur. J'ai donc cru qu'il étoit nécessaire de présenter dans une *Notice* quels sont les objets qui m'appartiennent, et dont aucun n'avoit été publié avant moi. Indépendamment de mon intérêt particulier, il est utile pour l'histoire de l'art de distinguer l'invention de la

G

copie; et peut-être seroit-il convenable que les Artistes qui ont contribué aux progrès de l'art, imitassent le même moyen. Il est aisé de s'assurer que tous les objets qui forment cette Notice m'appartiennent véritablement, puisqu'ils sont tous extraits des ouvrages que j'ai publiés, et qu'aucun des articles n'avoit été connu des Auteurs qui avoient écrit avant moi. Au reste, on ne doit pas m'envier la foible satisfaction que j'attends; elle est le fruit de longues et pénibles veilles, et de près de 60 ans employés à ce travail fait en France.

SUPPLÉMENT

AU TRAITÉ

DES MONTRES A LONGITUDES.

APPENDICE

OU

NOTICE qui contient l'Extrait des principales Recherches et des Travaux qui ont été faits par l'Auteur, sur les diverses parties des Machines qui mesurent le temps, depuis 1752, jusqu'en 1807, accompagné d'Observations et d'Eclaircissemens utiles aux Artistes.

LES ouvrages que l'auteur a publiés sur la mesure du temps (1), contiennent ses recherches, les principes qu'il a établis, etc. Mais les diverses machines dont on lui doit la construction, ses principes, etc., se trouvant éparses dans plusieurs volumes, il a cru devoir en donner une Notice qui réunisse sous un seul point de vue le fruit d'un long travail : cette Notice, d'abord entreprise pour l'auteur même, peut devenir utile aux gens de l'art et aux amateurs qui possèdent ses œuvres. Pour cet effet, on a joint aux articles qui en sont susceptibles, des notes ou observations qui peuvent encore contribuer à la perfection de l'art.

(1) Les Ouvrages dont on présente ici la Notice, sont, 1^o, l'*Essai sur l'Horlogerie*, publié en 1763; 2^o, le *Traité des Horloges Marines*, publié en 1773, *De la Mesure du Temps ou Supplément* publié en 1787; le *Traité des Montres à Longitudes*, imprimé en 1792; la *Suite* du même *Traité*, publié en 1797; l'*Histoire de la Mesure du Temps*, publié en 1802, et le *Supplément au Traité des Montres à Longitudes*, publié en 1807.

G 2

Notice prise de l'Essai sur l'Horlogerie, 2 vol. in-4°, Paris, 1763.

TOME I.

- ARTICLE I. *Pendule à secondes, à équation par deux aiguilles concentriques d'une nouvelle construction, présentée à l'Académie Royale des Sciences en 1752 : elle marque les mois de l'année, leurs quantités et les années bissextiles ; sa description, n° 265 ; vue, planche XIV, fig. 1 et 2.*
- ARTICLE II. *Sonnerie qui marche un an sans être remontée avec trois roues seulement. Le moteur est composé de deux poids de même pesanteur, à double moufle ; ces poids ont chacun trois pieds de descente, la descente s'en fait successivement ; sa description, n° 93 ; vue, pl. IV, fig. 1, 4, 5.*
- ARTICLE III. *Montre à secondes et à équation, marquant les mois et leurs quantités ; sa description, n° 257 ; vue, pl. XI, fig. 3, 4, 5, 6. Cette montre fut présentée à l'Académie Royale des Sciences, en 1754, de même que la pendule qui suit.*
- ARTICLE IV. *Pendule à secondes et à équation, à cercle mobile marquant les mois et leurs quantités ; sa description, n° 239, 257 ; vue, pl. XII, fig. 1, 2 etc.*
- ARTICLE V. *Montre à secondes, d'un seul battement, à équation et à répétition, marquant les mois et les quantités ; elle marche huit jours sans être remontée ; sa description, n° 300 ; vue, pl. XIII.*
- ARTICLE VI. *Répétition de montre qui sonne les heures et les quarts à chaque quart, et les répète à volonté ; sa description, n° 541 ; vue, pl. XIV, fig. 3.*
- ARTICLE VII. *Thermomètre à cadran ; sa description, n° 701 ; vue, pl. XIV, fig. 7, 8.*
- ARTICLE VIII. *Machine à centrer les roues d'échappement pour les fondre ; sa description, n° 447 ; vue, pl. XVII, fig. 5, 6.*
- ARTICLE IX. *Levier ou Balance pour mesurer la force des ressorts moteurs ; sa descrip. n° 508, vu pl. XVIII, fig. 15.*
- ART. X. *Instrument d'épreuve et Balance élastique, décrit n° 512, vu pl. XVIII, fig. 13 et 14. Cet instrument a été destiné aux épreuves de la durée des grands et des petits arcs de vibration d'un même balancier, portant un spiral : à mesurer les degrs de*

force d'un spiral plus ou moins tendu, etc. Cet instrument a servi aux premières recherches faites par l'auteur de *l'Essai sur l'Horlogerie* avant 1763, pour parvenir à la découverte de l'isochronisme des vibrations du balancier par le spiral : découverte que cet auteur a terminée en 1768, comme on le verra ci-après. Voy. *Traité des Horloges Marines*, p. 547.

TOME II.

Démonstration de l'engrenage (pour l'équilibre); des courbes, des dents, des roues et pignons. Comment tracer ces courbes, n° 1430—1446, plan. XX, fig. 5 et 6, et pl. XXI.

ARTICLE XI.
Démonstration des engrenages.

Instrument destiné à faire des expériences sur les suspensions du pendule et sur la résistance de l'air; sa description, n° 1544; vu, pl. XXII, fig. 1.

ART. XII.
Instrument pour faire des expériences.

Des résistances qu'éprouve un pendule qui se meut dans l'air, n° 1558—1565.

Expériences faites sur le pendule libre, n° 1566—1590.

De la force requise pour entretenir le mouvement d'un pendule, selon l'étendue de ses arcs, etc. 1591—1624.

Des pendules qui sont mus par l'action inégale des ressorts, et selon la nature de l'échappement, n° 1625—1637.

ART. XIII.
Expériences sur les pendules.

Echappement isochrone appliqué au pendule, n° 1657—1661.

Construction de l'échappement isochrone, n° 1324—1335. Voy. pl. XXIII, fig. 3.

ART. XIV.
Expériences sur les échappemens.

Instrument ou machine servant à vérifier les effets des échappemens et les changemens qu'ils causent dans la durée des oscillations le pendule libre, n° 1638—1656.

Pyromètre construit en 1755. Essai, n° 1668. Les épreuves terminées en 1760.

ART. XV.
Du Pyromètre.

Utilité du pyromètre pour l'épreuve des pendules à compensatoir. Essai, n° 2021, pour juger sûrement si le poids de la lentille est dans le rapport convenable avec la solidité des verges du pendule. Essai, n° 2021.

De la dilatation et contraction des métaux par la chaleur et par le froid, n° 1662—1670.

Description du *pyromètre*, instrument composé pour faire les

expériences sur les dilatation et contraction des métaux par diverses températures, n° 1671—1685.

Précis des expériences faites, le 17 mars 1760, avec le pyromètre, n° 1686.

Table des dilatations, n° 1696.

ART. XVI.
Calcul sur la variation causée par le pendule.

Calcul de la variation de l'Horloge à pendule, causée par l'extension et la contraction de la verge du pendule, n° 1705—1712.

ART. XVII.
Première construction du pendule composé.

Première construction d'un pendule composé pour la correction des effets de la température : ce pendule est composé de trois verges, deux d'acier et une en cuivre, et d'un levier pour achever la compensation, n° 1721, pl. XXV, fig. 2.

Expérience faite avec ce pendule étant appliqué, le 14 janvier 1760, sur le pyromètre, n° 1733.

Recherches et calculs sur le pendule à compensation, n° 1748—1760.

ART. XVIII.
Pendule composé de neuf barres.

Description et dimension d'un pendule composé de neuf barres, cinq d'acier et quatre en cuivre, formé en chassis, n° 1761—1767, pl. XXIII, fig. 12.

ART. XIX.
Première Horloge Astronomique.

Description de la première Horloge Astronomique, composée par l'Auteur.

Cette Horloge à secondes sonne les secondes à volonté ; le pendule porte sa compensation : elle marche un an sans être remontrée : descript. du pendule et de la suspension, n° 1769—1781, pl. XXV, fig. 1, 2 ; celle du mouvement, n° 1782—1805 : les figures relatives sont représentées pl. XXVI.

ART. XX.
Seconde Horloge Astronomique.

Construction de la seconde Horloge Astronomique. Recherches et expériences, n° 2008—2029.

Description du pendule à compensation formé par un chassis de neuf verges, n° 2030—2038, représenté, pl. XXVIII. Son exécution terminée le 23 août 1760.

Du mouvement de l'Horloge, n° 2039—2047 ; vu, pl. XXIX.

ART. XXI.
Usage du Pyromètre.

Usage du pyromètre pour l'épreuve des verges de pendule composé. Voy. n° 2021.

Des Montres.

ART. XXII.
Principes du Régulateur des Montres.

Du régulateur des Montres, n° 1806—1809.

Du ressort spiral : des vibrations qu'il produit au balancier, n° 1810—1819.

Réflexion sur la nature du meilleur balancier, n° 1820.

Du balancier régulateur des Montres, de la manière de déterminer celui qui est le plus propre à mesurer le temps, n° 1822—1837.

Des frottemens pour servir à la théorie des Montres ; des effets du chaud et du froid sur l'huile que l'on met aux machines qui mesurent le temps, afin d'en diminuer les frottemens, n° 1859.

De la manière de réduire le frottement, n° 1841—1847.

Sonnerie de secondes, mécanisme inventé par l'Auteur. Voy. *Essai*, tom. I et n° 392 et suiv. Sa description, tome II, n° 1792—1803.

De l'effet de l'huile pour diminuer le frottement, n° 1859—1867.

Comment réduire le frottement, n° 1869—1872.

Du frottement ou résistance de l'air, n° 1879.

Des effets du chaud et du froid sur les Montres : on fait voir que la chaleur retarde ou accélère la vitesse des vibrations du balancier, selon la nature des frottemens, etc. et produit ainsi des effets contraires, et desquels on conclut les moyens de compenser les effets du chaud et du froid dans les Montres ordinaires.

ART. XXIII.
Des Frottemens.

ART. XXIV.
*Des effets du chaud
& du froid sur
les Montres.*

Première proposition, n° 1880.

Le froid augmentant la tension, ou force élastique du spiral, les vibrations du balancier sont plus promptes.

Seconde proposition, n° 1881.

Le froid augmente les frottemens et les résistances des huiles dans les pivots du balancier, ce qui rend ses vibrations plus lentes, etc.

Les n°s 1881—1893 et suivans expliquent les moyens de compensation dans les Montres.

Remarque du n° 1894.

Si on pouvoit détruire entièrement les frottemens et les effets des huiles sur le régulateur d'une Montre, elle feroit alors des écarts considérables par les changemens de température ; car le froid et le chaud agissant uniquement sur le spiral, et celui-ci acquérant ou perdant de son élasticité par le chaud et par le froid,

ART. XXV.
*Remarque essen-
tielle sur les effets
de la température
et des frottemens.*



les vibrations seroient beaucoup plus promptes par le froid et plus lentes par la chaleur, comme nous le ferons voir en traitant de l'Horloge Marine, chap. XLIII, d'où l'on croit que cet obstacle des frottemens et des huiles qui semblent s'opposer à la justesse des Montres, est au contraire une des principales causes de leur justesse; car si l'action du froid sur le spiral tend à accélérer les vibrations du balancier, la même action sur les huiles et sur les frottemens de ses pivots rend les vibrations plus lentes. C'est en combinant et en opposant ces effets qu'on parvient à détruire l'un par l'autre, et à compenser l'action du chaud et du froid sur la Montre, ce qui supplée le mécanisme que j'ai imaginé pour mon Horloge Marine. Voy. chap. XLI; et si jusqu'ici on a fait des Montres qui vont bien, c'est que, sans le vouloir, les frottemens ont compensé d'eux-mêmes l'action du chaud et du froid sur le spiral.

Des expériences que j'ai faites pour vérifier les principes établis ci-devant sur les effets du chaud et du froid dans les Montres, n° 1904 — 1920.

ART. XXVI.
Instrument pour l'épreuve des Montres par diverses températures.

Instrument propre à éprouver les Montres par les température, inclinaison, etc. n° 1921, vu pl. XXIV, fig. 5.

ART. XXVII.
Propriété des échappemens de l'isochronisme des vibrations, &c.

De l'usage des échappemens, leurs propriétés; de l'isochronisme des vibrations du balancier; comment on peut y parvenir, n° 1925.

Jusqu'ici (dit l'Auteur) j'ai traité du régulateur des Montres, expliqué et établi les principes de justesse de ces machines, sans y faire mention de l'échappement, réduisant ce mécanisme au simple effet d'un engrénage, qui entretient et donne le mouvement au balancier. Je suis donc fort éloigné de suivre ceux qui ont écrit avant moi, en attribuant à l'échappement des propriétés imaginaires, démenties par l'expérience et par le raisonnement. J'ai commencé, dans les chapitres précédens, à établir des principes vérifiés par l'expérience sur le régulateur des Montres: je vais faire voir dans celui-ci qu'aucun des échappemens communs ne corrige les inégalités de la force motrice. Quant aux effets du chaud et du froid, les principes que j'ai établis, et les expériences que j'ai rapportées, ont suffisamment prouvé que l'échappement n'entre pour rien dans les écarts que produisent le chaud et le froid dans les Montres; ainsi, bien loin que je change l'opinion que j'avancai dans ma lettre à M. Camus, insérée dans le Mercure de France, le raisonnement et l'expérience n'ont servi qu'à me prouver que

ce

ce que je pensois en 1752 et 1754, sur la justesse des Montres, est fondé sur des principes certains. On ne doit donc pas être surpris si je m'arrête sur cet objet ; la théorie que j'ai établie m'ayant paru assez neuve et assez intéressante, pour que je jouisse du seul but que je me suis proposé, celui de m'instruire et d'être utile, etc. Voyez n° 1926 — 1932.

Echappement construit pour être isochrone dans les Montres, n° 1932 et 1933, vu pl. XXIII, fig. 5, 6.

Principes sur les forces de mouvement du balancier, n° 1935 — 1948. ART. XXVIII.
Principes sur le balancier.

Calcul de la pesanteur à donner au balancier relativement au moteur, à l'étendue des arcs ; de son diamètre, et du nombre de ses vibrations, n° 1949 — 1977.

De la force motrice des Montres, le ressort, n° 1978 — 1990.

Description d'une Montre à secondes d'un seul battement, le régulateur formé de deux balanciers, allant huit jours sans remonter, n° 1996 — 2007. Voyez pl. XXVII, fig. 6, 7, 8, 9, 10. ART. XXIX.
Montre à secondes à deux balanciers allant 8 jours.

De l'utilité de l'Horlogerie pour la Marine et pour découvrir les longitudes en mer.

« J'ai traité ci-devant (dit l'Auteur) de l'Horlogerie relativement à l'usage civil et à l'Astronomie ; il me reste un objet plus intéressant à traiter, c'est son application à la navigation. Mais avant d'entrer dans le détail des principes que j'ai établis sur cette partie de la Mesure du Temps, il est à propos de parler de l'usage qu'on peut faire des Horloges en mer. Nous allons donner une notice des longitudes, en transcrivant l'explication donnée par M. Bouguer, dans son Traité de Navigation, p. 63. ART. XXX.
Utilité de l'Horlogerie pour la Marine.

Voyez n° 2059 — 2073, de l'Essai sur cette explication.

Examen des principes que l'on doit suivre dans la composition d'une Horloge à Longitudes, n° 2080 — 2091.

Principes de construction proposés pour l'Horloge Marine, n° 2092 — 2122. ART. XXXI.
Principes de construction de l'Horloge Marine.

Construction abrégée de l'Horloge.

ART. XXXII.
Construction de
l'Horloge n° 1.

Le régulateur de l'Horloge est composé de deux balanciers de même diamètre et de même poids ; chaque balancier pèse 3 livres 9 onces 6 gros, qui se communiquent leur mouvement par deux roues dentées portées par leurs axes ; l'une de ces roues est d'acier, et l'autre de cuivre. La position des balanciers est celle horizontale, ainsi que celle du rouage ; elle est maintenue telle par une bonne suspension.

Les balanciers sont suspendus par des lames de ressort, qui en soutiennent la masse.

Le diamètre de chaque balancier est d'un pied ou douze pouces.

Chaque balancier pèse trois livres.

Les vibrations des balanciers sont produites par des ressorts spiraux les plus parfaits possible ; c'est-à-dire, de bon acier, et trempés très-dur après qu'ils sont pliés en spiral.

Chaque balancier est réglé par un spiral, et de force convenable, pour que chaque balancier, vibrant séparément, fasse ses oscillations en une seconde de temps.

Les pivots des balanciers roulent dans des trous faits dans des agathes orientales.

La compensation des effets de la température est produite par un chassis composé de douze barres ou branches, six en acier et six en cuivre. La verge de cuivre du milieu de ce chassis est double en largeur des autres ; sur le bout de cette verge agit le petit levier, et son axe, un second levier beaucoup plus long ; ce dernier porte à son extrémité une cheville qui fait mouvoir le rateau, dont une pince ou pièce fendue sert au passage du spiral dans cette fente : ce pince-spiral conduit par le chassis de compensation, et tend à allonger ou à accourcir le spiral par diverses températures, et à produire la correction.

Le moteur de l'Horloge est un ressort réglé par une fusée.

L'échappement de l'Horloge est composé de manière à rendre isochrone, ou de même durée, les arcs inégaux décrits par le pendule.

Voyez n° 2092 — 2122.

ART. XXXIII.
Description de
l'Horloge Marine
n° 1.

Description de ma première Horloge Marine, n° 2125 — 2164, représentée planches XXX, XXXI, XXXII et XXXIII.

Détail de main-d'œuvre, calcul et expériences concernant cette Horloge, n° 2165 — 2209.

Construction d'une Horloge Marine verticale, avec un seul balancier, le moteur étant un poids, n° 2210—2241, représentée pl. XXXIV, fig. 1.

Disposition donnée au poids employé pour moteur de l'Horloge Marine, et empêcher que son action ne soit troublée par les agitations du vaisseau, n° 2217; ce mécanisme vu pl. XXXIV, fig. 1.

Horloge Marine à un seul balancier horizontal, et suspendu, le moteur un poids, n° 2252—2250, vue pl. XXXV.

ART. XXXIV.
*Construction d'un
Horloge Marine
plus simple.*

Compas à mychromètre pour mesurer les diamètres des pivots, pl. XXXV, fig. 12, sa description n° 2273.

ART. XXXV.
*Compas à mychro-
mètre pour la me-
sure des pivots.*

TRAITÉ DES HORLOGES MARINES.

Du régulateur des Horloges Marines.

Principes sur cet objet, n° 72—77.

Quelle doit être la nature des balanciers, selon les diverses agitations qu'ils doivent éprouver.

Première proposition.

Plus un balancier fait un grand nombre de vibrations, dans un temps donné, et moins il est sensible des agitations, n° 95—98.

Seconde proposition.

La vitesse des vibrations du régulateur d'une machine portative, sa masse, etc, doivent varier selon la nature des agitations auxquelles le régulateur est exposé, n° 99—105.

De la manière de déterminer la pesanteur et le diamètre du balancier, n° 112—120.

Suite des principes relatifs au régulateur de l'Horloge Marine, n° 121—128.

ART XXXVI.
*Principes sur le ré-
gulateur des Hor-
loges Marines.*

De l'isochronisme des oscillations du balancier produites par le spiral, n° 137.

« L'application du ressort spiral au balancier, est une des plus heureuses découvertes qu'ait fait l'Art de l'Horlogerie; on la doit, ainsi que celle du pendule, à Huyghens. Le spiral cependant, tel qu'on l'a employé jusqu'ici, causoit des écarts considérables aux Horloges: car, 1°, on a reconnu, par expérience, que la chaleur

ART. XXXVII.
*Principes établis
sur l'isochronisme
des oscillations du
balancier par le spi-
ral.*

H 2

diminue l'élasticité (1) des ressorts, et que le froid (2) l'augmente; ensorte qu'une Horloge où il est appliqué au balancier, doit retarder par le chaud, et avancer par le froid. 2°. J'ai appris, par des expériences certaines, que les grands et les petits arcs décrits par un balancier, ne sont pas isochrones, et qu'en général, dans un balancier *libre*, les grands arcs sont plus prompts que les petits; ainsi, pour peu que le balancier fasse de plus grands ou de plus petits arcs, l'Horloge variera; et cet effet est causé par l'action du spiral. Je vais traiter dans cet article des principes qui m'ont conduit à rendre isochrones, les vibrations d'inégale étendue du balancier (par le spiral même) un des objets les plus intéressans des Horloges et des Montres à Longitudes, n° 137.

Examen des effets qui résultent de l'inégalité dans les arcs de vibration du balancier, soit qu'elle soit produite par les changemens de la force motrice, ou par les agitations du vaisseau. Voy. n° 138 — 140.

Par cet examen on prouve que l'isochronisme des vibrations ne peut avoir lieu par un échappement quelconque, et qu'on ne peut l'obtenir que par le régulateur même.

Comment on peut obtenir par le spiral l'isochronisme des vibrations du balancier, n° 141 — 149, comprenant quatre propositions qui établissent les loix de l'isochronisme du spiral.

Sur les lames d'acier servant à faire des ressorts spiraux, n° 150 — 159.

Des qualités qu'il faut ajouter à un spiral isochrone pour qu'il conserve ses propriétés, etc. n° 150 — 182,

Du rapport qu'il y a entre la pesanteur du balancier et la force de son spiral, comment trouver la force du spiral, le balancier étant donné; ou le spiral étant donné, trouver la pesanteur du balancier, n° 183 — 200.

Expériences faites sur la progression de la force des ressorts spiraux, pour servir à prouver les principes établis, n° 141, et suite sur l'isochronisme des vibrations du balancier. Voyez n° 201 — 241.

(1) L'élasticité est cette propriété des corps à ressort, par laquelle, lorsque leur figure a été changée par quelque effort, ils reprennent cette figure, lorsque l'effort vient à cesser: c'est cette propriété qui constitue le ressort.

C'est en vertu de l'élasticité qu'un ressort écarté de son repos tend à y revenir; mais c'est en vertu de sa pesanteur qu'il fait autant de chemin de l'autre côté de son repos, et qu'il produit des vibrations.

(2) Nous traiterons ci-après des moyens de corriger ces effets de la température.

Mécanisme de compensation.

De la matière du balancier, n° 242 — 246.

De l'action du chaud et du froid sur le régulateur d'une Horloge Marine, n° 247 — 254.

Des moyens de compenser les effets du chaud et du froid dans les Horloges Marines, n° 255 — 267 — 272.

De l'échappement, n° 273 — 283.

Du rouage des Horloges Marines, n° 284 — 304.

Du moteur de l'Horloge Marine, n° 305 — 323.

De la suspension des Horloges Marines, n° 324 — 342.

Horloge Marine, n° 2; Régulateur formé par deux balanciers suspendus par des ressorts, les quatre pivots roulant chacun entre trois roulant. Chaque spiral ayant son mécanisme de compensation composé des deux chassis, la pl. V fait voir l'Horloge en profil; sa description, n° 504.

Le plan de l'Horloge est vu pl. VI; sa description, n° 517.

La pl. VII représente la compensation des effets du chaud et du froid; chaque chassis est formé de seize tringles, huit en acier et huit en cuivre. Les tringles du milieu, qui sont en cuivre, agissent sur un petit levier dont le bras opposé, beaucoup plus long, agit sur un bras du pince-spiral, de telle sorte que le spiral devient plus court à mesure que la chaleur ralentit les vibrations, il et plus long lorsque le froid les accélère: de cette combinaison, il résulte que l'Horloge ne varie pas du chaud au froid.

Cette Horloge fut construite en 1763, et son exécution terminée en 1764. Voy. *Appendice*, n° 4.

Horloge Marine, n° 3, ou Montre Marine verticale. La planche VIII représente les diverses parties de cette Montre.

La construction de cette Montre est expliquée, n° 556.

Dans les Horloges uniquement destinées pour la mer, on peut employer, comme je l'ai fait dans mes deux premières Horloges, un grand balancier pesant à vibrations lentes: mais dans une Horloge portative, qui doit éprouver des mouvemens plus irréguliers, il faut que la vitesse de son balancier et le nombre de

ART. XXXVIII.

De la compensation des effets de la température dans les Horloges Marines.

ART. XXXIX.

De l'échappement de l'Horloge.

ART. XL.

Du rouage.

[ART. XLI.]

Du moteur.

ART. XLII.

De la suspension.

ART. XLIII.

De l'Horloge Marine, n° 2.

ART. XLIV.

Construction de la Montre Marine, n° 3.

ses vibrations suppléent à la masse d'un grand balancier à vibrations lentes.

Je construisis en conséquence de ces principes, n° 3, avec un balancier qui fit quatre vibrations par seconde, et dont le diamètre est de deux pouces ou 24 lignes, et le poids de trois à quatre gros.

Pour réduire les frottemens des pivots de balancier à la plus petite quantité possible, je fis couler chacun de ces pivots entre trois rouleaux du plus grand diamètre que le volume auquel je m'étois restreint, a pu permettre, et les pivots tant du balancier que des rouleaux sont aussi petits que la pression qu'ils éprouvent pouvoit supporter.

Le mécanisme des compensations étoit dans cette Montre la même que dans les deux premières Horloges. Dans la suite, je supprimai ce mécanisme pour en employer un plus simple, une lame composée d'acier et une de cuivre rivées l'une sur l'autre, agissant sur le pince-spiral.

J'appliquai à la Montre l'échappement à cheville à repos d'un très-petit rayon; mais malgré tous les soins apportés à son exécution, il éprouvoit de grands frottemens variables par l'effet de l'huile qu'il exige, ensorte que je l'ai supprimé pour y adapter l'échappement libre, qui a très-bien réussi. Voy. sa description, n° 1002. Il est représenté, pl. VIII, fig. 6 et 7.

Je construisis et adaptai à cette Montre un mécanisme particulier fort utile pour sa conservation, etc. C'est une détente mise en action par la fusée, et qui sert à arrêter le balancier avant que le ressort ne soit arrivé au bas. Cette détente sert sur-tout, lorsque dans le transport par terre on oublie d'arrêter le balancier, qui, abandonné à lui-même éprouvant les secousses de la voiture, ne manqua pas de briser quelques parties de l'échappement, ainsi que cela est arrivé aux Horloges qui n'avoient pas cette mécanique, et dont la négligence des Observateurs n'avoient pas arrêté le balancier. Cette détente, aussitôt qu'on remonte les Montres ainsi arrêtées, rend la liberté au balancier, qui reprend sa marche. Un bras qui répond à cette détente sert aussi à remettre la Montre à l'heure et à la seconde.

Ce mécanisme est représenté pl. VIII, fig. 2, à son explication, n° 579; il n'a été appliqué qu'à l'Horloge n° 2, et à la Montre n° 3; et c'est par une mauvaise économie que je l'avois

Extr. du Traité des Horl. Mar. Montre Mar. n° 3. 63

bandonné. Je viens de l'employer de nouveau dans mes Montres portatives, n° 72, 73, etc.

Le Cadran de la Montre n° 3, a un peu moins de cinq pouces de diamètre, la boîte en cuivre a la figure ordinaire des boîtes de Montres.

De la Montre n° 3.

La Montre Marine fut terminée au commencement de novembre 1763.

Après que l'auteur eut fait diverses expériences particulières, qui furent achevées vers le milieu de 1764, il proposa à M. le duc de Choiseul, alors Ministre de la Marine, qu'il en fit faire l'essai en mer : ce Ministre ordonna, en conséquence, que M. l'abbé Chappe fût chargé d'en faire l'épreuve, et que M. Duhamel y assisteroit. Ces MM. se rendirent à Brest en octobre 1764, où l'on avoit armé la frégate l'Hirondelle, commandée par M. le Chevalier de Goimpy. On peut voir les détails de cette épreuve dans l'Appendice, n° 6, du Traité des Horloges Marines, qui contient le Mémoire de M. l'abbé Chappe, lu à la rentrée publique de l'Académie des Sciences, le 14 novembre 1764.

Au commencement de 1766, l'auteur reçut ordre du Gouvernement de faire un second voyage à Londres : le succès en fut le même qu'auparavant ; il ne vit pas la Montre d'Harrison, ainsi qu'on l'avoit fait espérer, malgré l'offre du Ministre de France de lui payer 500 liv. sterling : il ne voulut pas y consentir pour une telle bagatelle (1).

Ce fut à la suite de cet inutile voyage que le Gouvernement se décida enfin à faire construire par ses propres artistes des Horloges Marines, et sans recourir aux étrangers. F. Berthoud reçut l'ordre en date du 2 août 1766, de construire et d'exécuter pour le compte du Roi deux Horloges à Longitudes : ces Horloges, exécutées en conséquence de cet ordre, ont été connues sous les noms de n° 6 et de n° 8 (2).

(1) Heureusement pour l'honneur de nos arts, ce marché n'eut pas lieu ; mais le ministre croyoit que les Anglois en savoient plus que nous. Il a fallu se prêter aux circonstances, et nous avons produit, sans leur secours, des Horloges qui n'ont rien de commun avec la construction de la Montre de Harrison, et dont la perfection l'égale au moins.

(2) Voyez pag. 3 du *Mémoire sur le travail des Horloges et des Montres à*

ART. XLV.

Epreuve de la Montre Marine, n° 3, en 1764.

ART. XLVI.

Second voyage de l'auteur à Londres.

Horloge Marine, n° 6.

ART. XLVII.
*Construction de
l'Horloge Marine,
n° 6, ordonnée par
le Gouvernement.*

Le régulateur de cette Horloge est un seul balancier placé horizontalement et suspendu par un ressort droit. Le balancier fait quatre vibrations par seconde; son diamètre est 28 lignes : il pèse 290 grains.

L'échappement est à repos, d'une construction particulière, destinée à employer des palettes de rubis, et une roue d'acier trempée très-dur. L'échappement n'agit pas immédiatement sur le balancier; mais par renvoi comme dans l'Horloge, n° 1 : l'axe de balancier porte un pignon de 40 dents dans lequel engrène une portion de roue ou râteau : c'est sur l'axe de ce râteau que sont ajustées deux portions ou tranches de cylindre formée par des rubis d'Orient. La roue d'échappement porte des dents figurées en plans inclinés qui agissent sur les palettes de rubis. Le mécanisme de compensation est un chassis composé de huit tringles d'acier et de huit tringles de cuivre : les deux tringles de cuivre qui forment le milieu de la largeur du chassis agissent sur le petit bras d'un grand levier, et celui-ci agit sur le bras du pince-spiral, comme dans l'Horloge n° 1. Le moteur de l'Horloge est un poids qui descend librement entre trois piliers d'acier qui le maintiennent dans la même position, et par une crémaillère et deux cliquets qui empêchent les contre-coups que pourroient causer les agitations du vaisseau.

Les chapitres VIII et IX de la seconde partie du Traité des Horloges Marines servent à expliquer la construction et les épreuves de l'Horloge n° 6, et de celle n° 7. Les figures de ces deux machines sont représentées dans les pl. IX, X, jusqu'à celle XVII.

L'Horloge n° 6 fut terminée en 1767; c'est d'après des épreuves particulières, faites relativement à cette machine, que l'Horloge n° 8 fut construite et exécutée. Cette dernière pouvant être considérée comme une des plus parfaites que F. Berthoud ait produit, et qui par-là mérite quelques détails, nous allons les donner toujours abrégés.

Horloge Marine, n° 8.

ART. XLVIII.
Principes & construction de l'Horloge Marine, n° 8.

Les Horloges Marines que j'ai décrites ci-devant (dit l'Auteur) avoient donné assez de justesse pour m'engager à poursuivre ce

Longitudes, inventées par F. Berthoud, placé à la suite du Traité des Montres à Longitudes,

travail,

travail, mais non pas assez pour me satisfaire. Je voyois au-delà un terme assez éloigné auquel on pouvoit cependant atteindre. Cette idée, d'une plus grande perfection, que je voyois clairement très-possible me fit commencer l'Horloge n° 8, lors même que les Horloges n° 6 et 7, venoient à peine d'être finies. C'est cette même Horloge, n° 8, qui appartient au Roi, qui a été construite et exécutée par ses ordres, et dont l'épreuve a été faite par MM. de *Fleurieu* et *Pingré*, dans une campagne de mer qui a duré plus d'un an. Nous donnerons ci-après l'extrait de sa marche pendant cette campagne; et avant de décrire cette Horloge, nous allons rapporter sur quels principes étoient fondées nos espérances. On verra par les diverses expériences qui ont été faites avec cette machine, que l'on peut, avec quelques certitudes, penser que l'Horlogerie sera un jour très-utile à la navigation, à moins que les efforts des artistes ne soient arrêtés par les obstacles qu'on voudroit opposer à la découverte qui les occupe, n° 822.

Recherche sur la composition du Régulateur de l'Horloge n° 8.

Les balanciers des Horloges, n° 6 et 7, ont 28 lignes de diamètre, et font quatre vibrations par seconde. Examinons quelles sont les dimensions les plus convenables à donner au balancier de n° 8, pour qu'il ait la plus grande force de mouvement possible (eu égard au volume du tambour dans lequel il convient de le placer) et que cette force éprouve moins de frottement. Voy. n° 823.

Si l'on fait battre deux vibrations par seconde au balancier, et qu'il soit de même poids que celui de n° 6, mais double de diamètre, ils auront l'un et l'autre la même force de mouvement, en supposant qu'ils décrivent des arcs semblables; mais les frottemens seront comme le nombre des vibrations, c'est-à-dire, comme 4:2. Il est donc préférable de diminuer le nombre des vibrations, et d'augmenter le diamètre du balancier: n° 824.

Si le balancier fait une vibration par seconde, et que son diamètre soit quatre fois plus grande que celui n° 6, ils auront la même vitesse à leurs circonférences, en supposant les arcs semblables: et si les balanciers ont la même pesanteur, la force de mouvement sera la même; mais dans ce cas, le balancier à vibrations lentes aura quatre fois moins de frottement (en supposant les pivots et les rouleaux de même diamètre) ce qui est évident; car la pesan-

teur étant la même, le frottement sera comme l'espace parcouru par les pivots, c'est-à-dire, comme le nombre des vibrations : des vibrations lentes et un grand Balancier sont donc un moyen sûr d'obtenir un excellent régulateur, n° 825.

C'est d'après cet examen que je suis revenu aux vibrations lentes que j'avois employées dans mes deux premières Horloges Marines. Je ne les avois abandonnées que dans la crainte que les agitations du vaisseau ne tendissent à déranger ces sortes de vibrations ; mais j'ai prévenu ce défaut en donnant beaucoup plus d'étendue que je n'avois fait aux arcs de vibration, et en augmentant plutôt la force du balancier par son diamètre que par sa masse. L'expérience a pleinement justifié ces principes, car dans l'épreuve qui a été faite en mer, on n'a pas pu penser que l'Horloge n° 8, fut plus susceptible des agitations du vaisseau que cell. n° 6.

Régulateur de l'Horloge n° 8, et abrégé de la construction de cette Horloge.

ART. XLIX.
*Régulateur de
l'Horloge n° 8.*

Le balancier est horizontal et suspendu par un ressort droit.

Son diamètre est de 55 lig. $\frac{7}{12}$.

Il pèse 5 onces 1 gros $\frac{1}{2}$ 27 grains.

Le balancier fait une vibration par seconde, et l'aiguille un battement par seconde.

Le spiral est isochrone ; il a 12 pouces $\frac{1}{2}$ de longueur, fait huit tours : il a 8 lig. de diamètre. L'échappement est à repos ; la roue d'acier a 30 dents portant des plans inclinés qui agissent sur les palettes en rubis. L'axe de ces palettes porte un rateau qui engrène dans un pignon nommé, fixé sur l'axe du balancier.

L'arc de levée de l'échappement est de 70 degrés ; l'arc de vibration 250 degrés.

La compensation dans cette Horloge est produite par un chassiss et un levier, comme dans les n°s 1 et 6, etc.

ART. L.
*Le moteur est un
poids.*

Le moteur est un poids.

Voyez la description de cette Horloge, n° 822 — 946, et les planches XVIII et XIX.

L'Horloge, n° 8 fut terminée le 15 septembre 1768, et transportée à Rochefort avec l'Horloge n° 6, le 12 octobre suivant. Ces deux Horloges furent embarquées sur la frégate l'*Iris*, commandée par M. de Fleurieu.

Effets des huiles pour changer l'étendue des arcs de vibrations.

Dans l'épreuve qui fut faite en 1768 et 1969 de cette Horloge par M. de Fleurieu, on trouve que les arcs décrits par le balancier étoient en 1768, lors du départ, de 240 degrés. Au retour de l'Horloge en 1769, ces arcs étoient de 210 degrés ; donc différence 30 degrés en un an. Voyez *Traité des Horloges Marines*, n° 903.

Cette différence, dans l'étendue des arcs, a causé un retard de près de 14 deg. par jour.

La même Horloge, ayant été nettoyée avec de nouvelle huile, fut embarquée en 1771 sur la frégate *la Flore*, commandée par M. Verdure de la Crana.

Les observations faites par M. le chevalier de Borde et Pingré, commissaire de l'Académie.

Au départ de l'Horloge n° 8, le 27 septembre 1771, les arcs décrits par le balancier étoient de 233 degrés. Le 21 novembre 1772, au retour de cette Horloge, les arcs étoient de 228 degrés. Donc, différence environ 5 deg. en 14 mois. *Traité des Horloges Marines*, n° 1470.

La marche de l'Horloge à son départ ne différoit à son retour que d'environ 1 sec. Voy. n° 1466 du Traité.

Cette Horloge embarquée en reçut un coup de canon : elle me fut rendue en par ordre du Ministre. A son retour, je la nettoyai et changeai d'huile ; depuis cette époque le balancier a constamment décrit les mêmes arcs en été et en hiver.

De l'Echappement à vibrations libres, n° 967.

L'échappement à repos à roue d'acier, palette en rubis, dont l'axe portant un rateau qui agissoit sur un pignon fixé à l'axe du balancier, en multipliant sa vitesse ; cet échappement, dis-je, avoit parfaitement réussi dans les Horloges n°s 6, 7, et sur tout dans le n° 8, par des proportions plus favorables ; mais cet échappement étoit d'une exécution très-difficile, et exigeoit un travail trop considérable pour pouvoir être imité. F. B. fut donc obligé de faire de nouvelles recherches, pour suppléer l'échappement à repos par des rubis ; et long-temps avant 1768 il s'en étoit occupé : car

ART. LI.
Remarque sur l'effet des huiles dans le n° 8.

ART. LII.
Principes servant de base à l'échappement à vibrations libres.

dès 1754 il composa un échappement à vibrations libres, dont il a conservé le modèle. C'est ce même échappement, perfectionné et simplifié, qu'il a substitué à celui des Horloges n^{os} 6 et 8; c'est-à-dire, aux Horloges Marines qu'il a faites depuis 1768.

« Les conditions les plus essentielles que la théorie exige de l'échappement le plus parfait, sont, 1^o, que la force du moteur soit transmise sans perte au régulateur au moyen de l'échappement; c'est-à-dire, que la roue d'échappement communique au régulateur la force qu'elle reçoit du moteur, avec le moins de frottement possible. 2^o, Qu'après que la roue a communiqué l'impulsion au régulateur, celui-ci achève librement sa vibration. 3^o, Que l'action de l'échappement ne puisse en aucune manière changer la nature des oscillations du régulateur; c'est à-dire, que si les oscillations libres du régulateur sont isochrones, ces oscillations le soient encore après l'application de l'échappement à l'Horloge (1). 4^o, Que l'échappement n'exige point d'huile, ensorte que les frottemens qu'il éprouve, soient les plus petits possible, et que par conséquent les variations qui peuvent survenir dans ces frottemens, ne soient jamais capables d'affecter la marche de l'Horloge, ou d'altérer l'isochronisme de ses oscillations. Telles sont les propriétés que je desirois obtenir d'un échappement, lorsque j'ai traité de la théorie des Horloges Marines (n^o 276). Ces propriétés se trouvent heureusement réunies dans l'échappement à vibrations libres, dont la première application a été faite à l'Horloge n^o 9, à la Montre Marine n^o 3, et à l'Horloge n^o 10. Voyez n^{os} 967, 968.

De l'échappement à vibrations libres, tel que je le composai en 1754, n^{os} 969 — 974, vu pl. XIX, fig. 4.

Echappement à vibrations libres plus simple. Voyez n^{os} 977 — 981, et pl. XIX, fig. 5.

Echappement à vibrations libres appliqué aux Horloges n^{os} 9 et 10. Voyez n^{os} 982 — 1000, et pl. XIX, fig. 6, 7, et pl. XX, fig. 1, 2, 3.

Echappement à vibratoins libres appliqué à la Montre Marine n^o 3, sa description, n^o 1002 — 1006, représenté pl. VIII, fig. 6, 7.

(1) L'échappement à repos de l'Horloge n^o 8 réunit ces diverses perfections exigées: car le frottement du repos est infiniment réduit; le cylindre qui porte les palettes de rubis parcourt un très-petit chemin, pendant que les arcs de vibrations multipliées ou fort augmentées par la roue de rateau en fait décrire de très-grands: à la rigueur cet échappement pourroit se passer d'huile; car sans huile le balancier décrit de plus grands arcs: mais l'auteur n'a pas osé tenter de se passer d'huile.

Horloge Marine n° 10, à échappement à vibrations libres, moteur un poids; sa construction, n° 1007—1026, sa description, n° 1027—1051, pl. XX.

ART. LIII.
Construction de
l'Horloge Marine
n° 10, avec l'é-
chappement à vi-
brations libres.

Rapport fait à l'Académie Royale des Sciences sur l'épreuve faite en mer par MM. de Fleurieu et Pingré, en 1768 et 1759. *Traité des Horloges Marines*, Appendice, n° 8, p. 549.

ART. LIV.
Epreuve faite en
mer en 1768 &
1769 des Horloges
n° 6 et 8.

Montre Marine fort simple pour porter l'heure au vaisseau, n° 1093—1102, pl. XVI, fig. 1, 2, 3.

Sa compensation par un arc de cuivre, appuyé sur une règle d'acier, n° 1103. Voyez pl. XVI, fig. 6.

Clef à remontoir, propre à empêcher les accidens lorsqu'on remonte en sens contraire. Voyez pl. XXI, fig. 7; sa description, p. 574, *Traité des Horloges*, Supplément. Voy. aussi le n° 813.

ART. LV.
Clef à remontoir.

Balance élastique, sa description, n° 1144; vue pl. XXV, fig. 6.

ART. LVI.
Description de la
balance élastique.

Etuve, sa description, n° 1415; vue pl. XXVI, fig. 1.

ART. LVII.
Description de
l'étuve.

Instrument des passages, et des hauteurs correspondantes, pl. XXVII, fig. 1, 3; sa description, n° 1331.

ART. LVIII.
De l'instrument des
passages et des
hauteurs.

Compteur ou Valet Astronomique, pl. XXVII, fig. 2; sa description, n° 1354.

ART. LIX.
Compteur ou Valet
Astronomique.

Des instrumens et outils nécessaires pour rendre l'exécution des Horloges Marines plus parfaites, n° 1106—1150.

ART. LX.
Des instrumens et
outils servant à
l'exécution des Hor-
loges Marines.

De la main-d'œuvre pour l'exécution des Horloges Marines, n° 1151—1325.

ART. LXI.
Traité de la main-
d'œuvre des Hor-
loges Marines.

Des observations et des épreuves qui servent à constater l'état de perfection des Horloges Marines, n° 1326—1457.

ART. LXII.
Des épreuves des
Horloges avant
d'aller en mer.

Extrait de la marche de l'Horloge Marine n° 8, dans la campagne de la *Flore*, en 1771 et 1772, n° 1466.

ART. LXIII.
Marche de l'Hor-
loge n° 8, en 1771
et 1772.

De la Mesure du temps, ou Supplémens au Traité, etc.
vol. in-4° 1787.

ART. LXIV.
Compensateur isochrone.

Compensateur isochrone, ou mécanisme propre à suppléer l'isochronisme du spiral. Voy. n° 1 — 13; il est représenté pl. IV, fig. 9, 10, en plan; de profil, P, Q, z, fig. 1 et fig. 5 en perspective.

Des moyens d'obtenir plus de justesse des Horloges Marines dans les voyages de long cours, par une Table d'équation composée des arcs et de la température. Voy. n° 14 — 22.

De l'exécution des grands spiraux trempés tout pliés, n° 23 — 67.

ART. LXV.
Echappement à vibrations libres, à détente-ressort, à levée-ressort.

Echappement à vibrations libres, le plus simple; c'est-à-dire, détente-ressort et levée-ressort, principes de sa construction et de son exécution. Voy. n° 68 — 71, et 82 — 98; il est représenté pl. IV, fig. 6, 7. Cet échappement a été appliqué à la Montre de poche à Longitudes terminée en 1785. Voy. n° 35.

Horloge horizontale à Longitudes, n° XXIV (1), à ressort, construite à dessein de suppléer la grande Horloge à poids.

ART. LXVI.
Horloge à Longitudes, n° XXIV à ressort.

« Les grandes Horloges Marines à poids, n°s 8, 18 (2) et 19 (3), que j'ai exécutées pour le compte du Roi, sont de très-bonnes machines (ainsi que l'expérience l'a prouvé). Elles ont un régulateur puissant; les frottemens et les résistances des huiles sont réduites à la plus petite quantité; les ressorts spiraux réglants de ces machines sont isochrones; ces ressorts sont trempés tout pliés, et d'une trempe parfaite, ensorte que leur force et leur élasticité

(1) Cette Horloge fut commencée en 1780 et terminée en 1782. Elle est actuellement aux Indes; elle a été embarquée en 1784 avec l'Horloge n° XXIII sur un vaisseau commandé par M. le Comte de Rosily, (aujourd'hui Vice-amiral, Directeur du dépôt des cartes de la Marine.) Cet officier dans cette campagne fit les observations relatives à leur usage.

(2) L'Horloge n° 18 servit en 1776 à M. le Chevalier de Borde dans la campagne pour fixer la position du côté d'Afrique.

(3) Les Horloges n° 18 et 19 furent embarquées en 1785 sur les vaisseaux commandés par M. de la Pérouse.

est constante, ainsi que leur figure. Mais avec tous les avantages que j'ai réunis dans la construction et dans l'exécution de ces machines, comme elles sont à poids, leur volume est si grand, que dans les circonstances actuelles de la guerre (en mars 1780), toutes parfaites qu'elles soient, il n'est pas possible d'en faire usage, soit par la difficulté du transport par terre, soit parce que de si grandes machines peuvent être plus sensibles à l'effet de l'artillerie : ce sont ces considérations qui m'ont engagé à construire des Horloges à ressort assez exactes pour suppléer les grandes Horloges à poids, et servir, comme celles-ci, à la rectification des cercles, et à la conduite du vaisseau, en faisant usage de la *Table composée des arcs et de la température*. Tel est l'objet que j'ai en vue dans la composition de l'Horloge n° XXIV, dont nous allons traiter, et des autres Horloges, n° XXV, n° 4 à ressort, n° 1, etc, décrits ci-après ». n° 151.

Des moyens de construction employés dans l'Horloge n° XXIV, n° 152 — 164.

N° 158, application de rubis aux points de contact des leviers de compensation, etc.

Description de l'Horloge à Longitudes n° XXIV, n° 166 — 179.

Cette Horloge est Horizontale ; la force motrice est un ressort égalisé par une fusée ; le balancier est suspendu par un ressort droit ; il est placé au centre de la cage ; il fait deux vibrations par seconde ; l'aiguille bat les secondes ; l'échappement est celui à vibrations libres ; la compensation du chaud est produite par un chassis composé de seize tringles, dont l'action correspond au levier de compensation, dont les points de contact sont formés par deux rubis d'orient, n° 165.

La planche I représente les plans de cette Horloge. Voyez la description, n° 166 — 179.

Ses dimensions, n° 180 — 183.

Horloge à Longitudes n° 25.

La construction de l'Horloge n° 25, est la même que celle du n° 24, dont elle ne diffère que par de plus petites dimensions qui la rendent plus commode pour les Navigateurs. Voy. sa description, n° 184 — 217.

Cette Horloge fut commencée en 1781, terminée en 1782, et embarquée en 1785 pour l'expédition de M. de la Pérouse.

ART. LXVII.

Horloge à Longitudes n° 25, à ressort.

Horloge horizontale, n° 4, à ressort.

ART. LXVIII.
Horloge n° 4, à
ressort - balancier,
quatre vibrations
par seconde.

Cette Horloge est à ressort, égalisée par une fusée; le balancier suspendu par un ressort droit, fait quatre vibrations par seconde. L'échappement est à vibrations libres, ainsi l'aiguille des secondes bat les demi-secondes. La compensation du chaud et du froid est produite par un chassis composé comme dans les grandes Horloges Marines à poids. Cette Horloge fut construite en 1773; j'en exécutai quatre sur les mêmes plans; elles furent terminées en 1775. Je remis celle n° 4, en 1776, à M. le Chevalier de Borde, par ordre du Ministre. Cet officier s'en est servi utilement dans la campagne faite sur les côtes d'Afrique. Elle est représentée, pl. II, fig. 1, 2. Description, n° 220—225.

ART. LXIX.
Petites Horloges à
Longitudes portati-
ves pour servir en
mer et en terre.

De petites Horloges portatives destinées à déterminer les longitudes, tant à la mer qu'à terre; à la mer, en supportant les agitations du vaisseau et les commotions de l'artillerie; à terre, transportée dans une voiture, les chocs, etc.

Les Horloges Marines à poids et celles à ressort dont il a été fait mention ci-devant, sont particulièrement destinées pour des campagnes d'observation servant à perfectionner la géographie. L'auteur s'occupe maintenant, en 1775 (1), de la construction de petites Horloges propres à servir en temps de guerre et à donner la longitude tant en mer qu'à terre.

*Principes de construction de petites Horloges à Longitudes
(Marines et Terrestres.)*

Les Montres à Longitudes qui doivent servir en temps de guerre, pour soutenir sans dérangement les secousses et commotions de l'artillerie des vaisseaux; et à terre les cahotages de la voiture doivent être d'une nature différente des grandes Horloges Marines à poids. Les Montres à Longitudes, pour remplir les vues que je me suis proposées, doivent être plus approchantes de la nature des Montres de poche; comme celles-ci elles doivent supporter, sans dérangement, des mouvemens violens et réguliers de toute espèce: et telles sont en effet les propriétés des bonnes Montres de

(1) Voyez l'ouvrage qui a pour titre: *les Longitudes par la mesure du temps*, in-4. Paris, 1775, page 68.

poche,

poche, que les mouvemens les plus violens du cheval et de la voiture ne les font pas varier, etc. Voy. n° 229—246.

Construction de la petite Horloge à Longitudes, n° 1 de cette espèce.

Ma première Montre Marine, éprouvée à Brest, en 1764, avoit été construite à dessein de servir à donner les longitudes à la mer et à terre, étant transportée dans une voiture, voy. *Traité des Horloges Marines* n° 556; et cette machine paroissoit répondre à mes vues. Mais la nature de la construction et l'exécution même laissoient beaucoup à desirer; aussi, peu de temps après les épreuves de cette Montre, me suis-je occupé de la composition d'une nouvelle Montre à Longitudes, propre à se voir à terre transportée dans une voiture, et par-là même en état de soutenir à la mer, non-seulement les agitations du vaisseau, mais plus particulièrement les commotions de l'artillerie; à servir enfin d'Horloge Astronomique à terre, placée sur une table. Tel a été le but de la composition de la petite Horloge, n° 1, exécutée en 1777, laquelle a servi en 1780 et 1781 dans l'escadre de M. le Chevalier de Ternay; en 1784 à M. de Chasteney-Puységur. Voy. n°s 247—258, et la description n° 259—274, représentée pl. V, fig. 4, 5.

Le balancier de cette Horloge, n° 1, est horizontal et suspendu par un ressort; les pivots tournent entre six rouleaux: il fait six vibrations par seconde; son spiral est isochrone et trempé tout plié. L'échappement est à vibrations libres; la correction de la température par un chassiss: la force motrice un ressort égalisé par une fusée. Voy. 248—252. L'Horloge portée par une suspension. Voy. pl. VI, fig. 1; sa description, n°s 313—318.

Petite Horloge à Longitudes portative, n° 36, plus simple, destinée à servir à terre et en mer.

Cette Horloge est horizontale, et portée par une suspension pour servir en mer. Elle est à ressort égalisé par une fusée. Le balancier fait six vibrations par seconde; la pointe intérieure de son axe est trempée et très-dure; elle roule sur un diamant: le pivot inférieur de l'axe de balancier tourne entre trois rouleaux d'un grand diamètre, et le pivot supérieur tourne dans le trou

K

ART. LXX.
Petite Horloge à Longitudes portative, n° 1.

ART. LXXI.
Petite Horloge portative, n° 36, pour servir à donner les Longitudes en mer et à terre.

du pont élevé, ensorte que ce pivot sert particulièrement à maintenir l'axe verticalement. L'échappement est à vibrations libres à détente : l'aiguille des secondes fait trois battemens par seconde. La correction de la température est produite par une lame composée d'acier et de cuivre, qui agit sur le pince-spiral, etc. Voy. la construction n^{os} 293—297 ; sa description, n^{os} 298—312. Elle est représentée, pl. III, fig. 1, 2, 3. Sa suspension, pl. VI, fig. 1, est décrite, n^o 313.

*De la première Montre à Longitudes verticale portative
(de poche.)*

ART. LXXII.
*Montre à Longi-
tudes portative (de
poche).*

En 1765, je fis le plan d'une Montre de poche à Longitudes dont le mouvement fut exécuté en blanc. Voy. *Introduction au Traité des Horloges Marines*, pag. XXIV. Cette Montre est restée depuis lors dans le même état, parce que d'autres travaux m'ont occupé, et que d'ailleurs ce mouvement n'étoit pas assez bien exécuté : enfin, j'ai fait exécuter de nouveau cette machine par un bon ouvrier ; elle a été terminée en 1785 pour S. A. R. Monseigneur le prince des Asturies. Voy. chap. XII, p. 101.

Le balancier fait six vibrations par seconde ; ses pivots tournent entre six rouleaux ; les points de son axe sont maintenus par deux diamants. Il a 13 lignes de diamètre et pèse 33 grains.

Le spiral est isochrone.

L'échappement est à vibrations libres, à détente-ressort et à levier-ressort.

La correction pour la température par un chassis composé de seize tringles, etc. Voy. la construction, n^{os} 345—353 ; sa description, n^{os} 354—367 ; ses dimensions, n^o 368 : elle est représentée, pl. V, fig. 6, 7.

Deuxième Montre à Longitudes portative, plus simple.

ART. LXXIII.
*Seconde Montre
portative plus sim-
ple.*

Sa description, n^o 369—376 ; est représentée, pl. III, figures 4 et 5.

ART. LXXIV.
*Epreuves relatives
à l'isochronisme du
spiral, etc.*

Des épreuves relatives à l'isochronisme du spiral, et au mécanisme de compensation pour la température. Voy. n^{os} 526—551.

Des épreuves servant à la formation de la table composée des

arcs et de la température pour les Horloges Marines. Voy. nos 552—589.

Suite à la Mesure du temps, ou Supplément, seconde partie.

Des moyens de perfectionner les Montres de poche.

Des causes de variations des Montres de poche. Voy. n° 592—604.

Principes de construction des Montres Astronomiques de poche, pour obtenir de ces machines la plus grande justesse, les épreuves, etc. n° 506—643.

ART. LXXXV.
Principes de construction des Montres de poche.

De la compensation des effets du chaud et du froid dans les Montres de poche, n° 644—649.

Description de divers mécanismes de compensation aux Montres de poche, n° 650—670, représentés pl. III, fig. 5, 7, 8 et 9.

ART. LXXXVI.
Description de divers moyens de compensation pour les Montres de poche.

Montre Astronomique de poche à compensation, exécutée en 1764, n° 671—694.

ART. LXXXVII.
Montre Astronomique de poche à compensation exécutée en 1764.

Deuxième Montre Astronomique exécutée en 1766.

Le balancier a quatre vibrations par seconde; les pivots roulent dans des rubis; la compensation de la température, etc.

Mesure du Temps, n° 681.

ART. LXXXVIII.
Deuxième Montre Astronomique de poche, exécutée en 1766.

Troisième Montre Astronomique de poche à trois cadrans, à compensation, etc. Voyez pl. III, fig. 6 et 7; sa description, n° 695—705.

ART. LXXXIX.
Troisième Montre Astronomique plus parfaite et conforme aux principes et à la construction établie par l'auteur.

Horloge Astronomique d'une construction fort simple.

« L'exacte mesure du temps, par une Horloge Astronomique, est particulièrement fondée sur deux principes; 1°, celui de conserver constamment la même étendue dans les arcs décrits par le pendule; 2°, que la compensation des effets du chaud et du froid dans le pendule, soit parfaite et toujours la même: ces deux propriétés dans l'Horloge comprennent tout ce que l'on doit réunir, soit dans sa composition, soit dans son exécution. »

ART. LXXX.
Horloge Astronomique fort simple & exacte.

Pour obtenir constamment des arcs de même étendue, cela dépend principalement de la grande perfection de la suspension du pendule, du peu de frottement de l'échappement, et l'état constant de ces frottemens, de la réduction des frottemens des engrenage et des pivots du rouage, etc.

On obtient la compensation pour la température par un pendule composé tel que celui à chassis, décrit dans l'*Essai sur l'Horlogerie*, et éprouvé sur le pyromètre. Voy. *Essai*, n°

Nous allons présenter ici le plan et la description d'une Horloge Astronomique dans laquelle on a rassemblé tous les moyens propres à obtenir la plus grande justesse. Cette Horloge, construite et exécutée en 1766, destinée pour M. le Chevalier de Fleurieu, a conservé depuis cette époque la même marche, et le pendule décrit toujours des arcs de même étendue avec la même force motrice.

Le rouage de cette Horloge est composé de deux platines et de quatre roues seulement, y compris celles d'échappement, les heures, les minutes et les secondes ont chacune leurs cadrans particuliers; et j'ai supprimé par-là les roues de cadratures. Les pignons nombrés de 20 dents sont fendus et arrondis sur l'outil, les roues arrondies de même à l'outil; ce qui a procuré d'excellens engrenages, et au moyen des pivots faits d'acier très-dur d'un petit diamètre et parfaitement tournés ronds, ont réduit les frottemens. Cette Horloge marche quinze jours sans être remontée et a un très-petit poids : cependant le pendule décrit des arcs de trois degrés.

Le pendule est composé de neuf tringles, qui, par les proportions et les épreuves faites à l'aide du pyromètre, forment la compensation exacte des effets de la température.

Le pendule est suspendu par deux lames de ressorts : cette suspension est disposée de manière à prévenir tout accident dans le transport de l'Horloge, etc. Voy. n° 706—709; la description de cette Horloge, n° 710—727.

Elle est représentée, pl. VIII, fig. 1, 2, 3, 4.

Horloge Astronomique, pendule composé à demi-secondes, première application de l'échappement à vibrations libres.

ART. LXXXI.

Horloge Astronomique, pendule à demi-seconde; première application de l'échappement à vibrations libres.

Les grandes Horloges Astronomiques à pendule composé, battant les secondes, sont d'excellentes machines; mais lorsqu'elles doivent servir pour un Observateur qui voyage, elles deviennent embarrassantes, et elles sont exposées à divers accidens. J'ai donc

cherché le moyen d'obtenir la même justesse en employant un pendule plus court, celui à demi-seconde. Je pense que l'Horloge que je propose ici pourra suppléer celles dont le pendule bat les secondes.

J'ai appliqué à cette Horloge mon échappement à vibrations libres à détente (1) : les vibrations du pendule sont à demi-secondes : ainsi, par la nature de cet échappement, l'aiguille bat les secondes. Le rouage est disposé, sans cadrature, comme ceux de mes Horloges à Longitudes : les heures, les minutes et les secondes sont excentriques. Le rouage est composé de cinq roues, y compris celle d'échappement ; les dents des roues et des pignons sont faits à l'outil de même que dans mes Horloges Marines.

Le régulateur de cette nouvelle Horloge est formé par un pendule composé à chassis, exactement de la même construction que celui représenté, pl. XXVIII, de l'*Essai sur l'Horlogerie*.

La suspension de ce pendule est celle à couteau (2), etc. Voy. n° 728—730. Sa description, n° 731—742 et 743—775. Ces Horloges sont représentées, pl. IX et X.

Construction d'une petite Horloge Astronomique, pour servir à la mesure de la pesanteur, par diverses latitudes.

Il seroit fort utile pour déterminer exactement l'effet de la pesanteur sous diverses latitudes, d'avoir une Horloge à pendule assez sûre pour fixer les quantités dont la pesanteur varie du pôle à l'Equateur ; et il seroit également utile pour les Observateurs qu'une telle Horloge fût plus portative que celles qui sont placées dans les Observatoires : c'est pour concourir à cette vue que je vais proposer la construction d'une Horloge qui puisse réunir ces avantages.

ART. LXXXII.
Horloge destinée
à la Mesure de la
pesanteur.

(1) L'étendue des vibrations du pendule ne doivent pas excéder 4 degrés : nous observerons sur cela, que les figures qui représentent ici cet échappement, n'ont pas la proportion convenable pour cette étendue d'arcs ; mais cela a été rectifié dans l'exécution. Les roues d'échappement ont été représentées dans les figures, Pl. IX et X, d'un trop grand diamètre, et les cercles d'échappement d'un trop petit rayon. On en verra les proportions dans la Pl. V, du *Traité des Montres à Longitudes*, et dans la Pl. XI, de l'*Histoire de la Mesure du Temps*.

(2) J'ai observé, par expérience, que la suspension à couteau dans les courts pendules, est sujette à plusieurs défauts qui influent sur la justesse de l'Horloge ; car en réglant l'Horloge ; le couteau se dérange dans sa rainure, et n'a pas une position fixe. Il vaut donc mieux se servir de celle à ressort, et c'est ce que j'ai fait depuis.

Pour remplir cet objet, il faut employer un court pendule qui fasse trois vibrations, etc. Voy. n° 816—833. Cette Horloge est représentée, pl. XI, fig. 1, 2, 3.

Moyen simple de compenser les effets de la température dans une Horloge à pendule. Voy. pl. XI, fig. 4, et la description, n° 834—836.

Instrumens et outils servant à l'exécution et aux épreuves des petites Horloges à Longitudes.

ART. LXXXIII.
Instrument à gra-
duer les cadrans.

Instrument à diviser et graduer les cadrans limbes, etc. Voy. pl. VII, fig. 1; la description, n° 510—516.

ART. LXXXIV.
Instrument d'épreu-
ves des Horloges.

Instrument servant à éprouver les Horloges et les Montres à Longitudes, pour l'isochronisme, et par les positions horizontales et inclinées, etc. Voy. pl. VII, fig. 2; sa description, n° 517—518.

ART. LXXXV.
Compas à mychro-
mètre à double le-
vier pour la mesure
de l'épaisseur des
lames de spiraux.

Compas à mychromètre à double levier, pour mesurer l'épaisseur des lames des ressorts-spiraux. Voy. pl. VII, fig. 4; sa description, n° 519—521.

ART. LXXXVI.
Outil à calibrer les
lames des ressorts
spiraux.

Outil à calibrer les lames des ressorts-spiraux. Voy. pl. VII, fig. 5; sa description, n° 522.

Grand spiral prêt à être trempé. Pl. VII, fig. 6; sa description, n° 523—525.

Traité des Montres à Longitudes.

Diverses expériences que j'ai faites depuis quelques temps, m'ont fait reconnoître deux défauts essentiels dans les Horloges à Longitudes à ressort, n° 1, pl. XXVII, etc., décrits dans l'ouvrage intitulé, *de la Mesure du Temps ou Supplément au Traité des Horloges Marines.*

La première, c'est que les vibrations des balanciers de ces Horloges sont trop promptes (six vibrations par seconde.)

Le second, c'est que les balanciers de ces machines sont trop grands et trop pesans, relativement à la nature de vibrations si promptes.

De cette combinaison dans le régulateur de ces machines, il en résulte une augmentation considérable dans les frottemens par la trop grande force nécessaire pour ces sortes de vibrations avec des balanciers trop grands et trop pesans; et ces frottemens sont tels

que les arcs de vibrations du balancier diminuent promptement, tant par la trop forte pression que les pivots éprouvent, que par la destruction de l'échappement.

Ce sont ces vices reconnus dans mes petits Horloges à vibrations promptes qui m'ont forcé d'en construire de nouvelles, dans lesquelles en diminuant le nombre des vibrations et le diamètre même des balanciers, j'ai pu réduire ces machines à un plus petit volume, ce qui les rend en même-temps plus commodes pour le transport et pour l'observateur même. Tel est l'objet du nouveau travail que je présente ici. Voy. n° 1—11.

Observations sur la réduction des frottemens et la nécessité de l'extrême perfection de la main d'œuvre dans les Montres à Longitudes.

Dans toute machine qui mesure le temps, la constante justesse de sa marche est fondée sur l'égalité des arcs décrits par le régulateur; et cette constante étendue des arcs est elle-même fondée sur la réduction des frottemens et sur leur uniformité; mais si ces conditions sont indispensables dans les machines ordinaires qui mesurent le temps, elles le deviennent infiniment plus dans les Horloges Marines, et sur-tout dans les Montres à Longitudes d'un petit volume. Dans celle-ci il faut réunir à une excellente composition et aux dimensions les plus convenables, la plus rigoureuse perfection dans l'exécution; car la justesse de la marche de ces petites machines est entièrement fondée sur la réduction des frottemens, et sur leur constante uniformité, n° 12 et 13.

Montre verticale, n° 46.

La principale destination de cette Montre est de servir en mer pour donner la longitude du vaisseau, et c'est par cette raison que cette Montre est portée par une suspension; mais la suspension est tellement disposée, qu'au besoin on peut ôter la Montre de dessus la suspension et la porter dans sa poche, afin de faciliter les observations, soit dans le vaisseau, soit à terre: étant à terre, la montre peut être placée sur une table, etc. Voy. n° 14.

Sa construction, n° 15—22; sa description, n° 23—39; représentée pl. I, fig. 1, 2, 3, etc.

ART. LXXXVII.

Montre verticale
& portative, n° 46,
à balancier, fait
quatre vibrations
par seconde.

ART. LXXXVIII
*Construction dans
l'échappement à
vibrations libres.*

Description de l'échappement à vibrations libres; détente mise en cage, la levée placée sur l'axe de la détente, n° 42—55. Voy. pl. I, fig. 4, 5, 6, etc.

Montre à Longitudes verticale portative, n° 47.

ART. LXXXIX.
*Montre à Longi-
tudes verticale et por-
tative, n. 47.*

La montre, n° 47, est destinée à être portée verticalement, soit qu'elle soit dans le vaisseau ou transportée à terre; mais avec précaution et non dans le gousset, comme les Montres de poche. Voy. n° 93—98. Sa construction, n° 99—106. Sa description, 107—126. Ses dimensions, n° 127—137 et 138—180. Elle est représentée, pl. II, fig. 3, 4.

Petite Horloge horizontale à Longitudes, n° 48.

ART. XC.
*Traité de la main-
d'œuvre des petites
Horloges ou Mon-
tres portatives.*

Sa construction, n° 183—192. Sa description, n° 193—212. Sa suspension, n° 89—92; n° 48 est représentée, pl. II, fig. 5, 6.

Abrégé des opérations de main-d'œuvre pour l'exécution des petites Horloges à Longitudes, des épreuves, etc. Voy. chap. V, n° 221—723.

De la compensation par le balancier. Voy. n° 724—830. Les figures, pl. III, etc.

ART. XCI.
*Pyromètre à lames
composées.*

Petit pyromètre à lames composées. Voy. pl. III, fig. 1. Sa description, n° 765—771.

ART. XCII.
*Montre à Longi-
tudes verticale &
portative, n° 50.*

Montre à longitudes portative, n° 50, à quatre vibrations par seconde; la compensation composée du balancier, complétée par le spiral, n° 772—830.

DESCRIPTION (1) DE DEUX HORLOGES
ASTRONOMIQUES. Paris, 1792.

*Proposition servant de principe fondamental pour la justesse d'une
Montre Astronomique, pag. 1 et 2.*

1° L'isochronisme des vibrations du pendule le plus certain est

(1) Cette Description en 16 pag. est placée dans le *Traité des Montres à Longitudes*, après le *Mémoire instructif*, etc.

celui

celui qui est fondé sur la constante égalité des arcs qu'il décrit.

2°, Le régulateur ou pendule doit avoir une grande puissance ou force de mouvement.

3°, Le pendule doit décrire des arcs qui ne soient pas au-dessus de deux degrés, ni au-dessous d'un degré.

4°, On doit employer pour la correction des effets du chaud et du froid un mécanisme dont l'action soit toujours le même.

5°, Les frottemens, tant du rouage que de l'échappement, doivent être réduits à la plus petite quantité possible, et de sorte qu'ils puissent être réputés constans.

6°, Pour conserver à l'Horloge une marche régulière, on doit maintenir dans tous les temps les arcs décrits par le pendule à une parfaite égalité par l'addition de petits poids ajoutés au moteur ou au contre-poids : mais nous observerons que si la machine est bien construite et exécutée, cette précaution ne sera pas nécessaire.

7°, Au défaut des poids et contre-poids dont nous venons de parler, on peut former une table des variations que l'Horloge éprouve, lorsque le pendule décrit de plus grands ou de plus petits arcs.

8°, On peut également former une table des variations que l'Horloge éprouve, et passant par divers degrés de température.

9°, Enfin, si l'on vouloit comparer la marche de l'Horloge avec les révolutions diurnes de la terre dans les deux époques de l'été et de l'hiver, il faudroit placer l'Horloge dans une boîte qui lui seroit destinée, afin que, dans ces deux circonstances, elle fût exposée à la même température : c'est de cette manière que j'ai disposé la première Horloge Astronomique, échappement à vibrations libres, dont je vais donner la description.

Description de l'Horloge Astronomique à échappement, à vibrations libres par un plan incliné. Voyez pl. IV, et sa description, page 7—10.

Remarque sur cet échappement.

J'ai exécuté l'échappement tel qu'il vient d'être décrit ; mais après diverses expériences qui m'ont prouvé qu'il éprouvoit des frottemens nuisibles, parce qu'il exige de l'huile, je me suis dé-

L

terminé à le supprimer tout-à-fait, pour y substituer l'échappement à vibrations libres, à portion de cercle, représenté pl. V.

Depuis l'application que j'ai faite de l'échappement à vibrations libres à cercle, j'ai lieu de penser qu'il remplira parfaitement les vues qui m'ont dirigé dans sa composition ; il n'exige pas d'huile, ensorte que son action sera constamment la même ; aussi je vois que le pendule décrit toujours des arcs de même étendue ; et je suis certain que cet échappement ne trouble pas la nature des oscillations du pendule, qualité que l'on ne peut obtenir des échappemens à repos ni de ceux à reculement.

Suite des Montres Astronomiques à échappement libre.

Cette Horloge, la première de son espèce, fut commencée en 1789 : l'échappement libre à plan incliné fut supprimé en 1790, pour y substituer celui à cercle, tel qu'il est représenté, pl. V. La fourchette qui correspond au pendule porte une tige d'acier trempé, dont le bout terminé en pivot porte un rouleau qui agit dans une fente faite à travers la tringle du milieu de la verge, et par conséquent agit le plus directement sur ce pendule, que par le rouleau représenté dans les figures en dehors de la verge ; car ici cette action se trouve décomposée.

ART. XCIII.
Horloge Astronomique à échappement libre, exécutée en 1789.

Le régulateur de cette Horloge est un pendule à chassis, battant les secondes par la nature de l'échappement libre ; ce pendule fait deux vibrations pendant qu'il n'échappe qu'une dent. Ainsi l'aiguille de secondes fait un battement en deux secondes, et le cadran est divisé en trente parties.

Les dents des pignons et les dents des roues sont faites à couteil : ces pignons ont deux lignes et demie de diamètre, et sont de vingt dents ; celui de la roue d'échappement en a quarante ; ensorte que les engrenages sont sans frottemens, etc.

Cette Horloge, que j'ai conservée pour mon usage, a été démontrée en 1798 ; depuis cette époque le pendule décrit constamment deux degrés et demi avec le même poids moteur.

ART. XCIV.
Essai sur les Poids & les Mesures.

Essai sur les poids et les mesures, ou méthode simple de conserver les poids et les mesures actuellement en usage, etc. Paris, 1792.

SUITE DU TRAITÉ DES MONTRES A LONGITUDES.

Vol. in-4°. Paris, 1797.

PREMIÈRE PARTIE.

Principes, Observations, Epreuves des Montres à Longitudes portatives, etc.

La position naturelle des Montres à Longitudes portatives est celle verticale, n° 4.

Dans les petites Horloges destinées uniquement à la mer, la position doit être constamment horizontale, n° 6.

Du nombre de vibrations, le plus convenable à faire battre au balancier pour réduire les frottemens, etc. n° 7—17.

Construction du balancier portant la compensation, n° 18—42. Construction la plus simple de l'échappement à vibrations libres. Son exécution; ses propriétés, etc. n° 43—99, représenté, pl. II, suite fig. 8.

De l'exécution des ressorts-spiraux pour les Montres à longitudes dans la mer, n° 100—108. Méthode pour plier la lame en spiral, n° 109—128.

De la balance élastique servant à mesurer la force des ressorts spiraux, et calcul du poids des balanciers, etc. n° 129—142.

Epreuves des Montres. Voy. n° 143—164.

SECOND PARTIE.

Montre à Longitudes verticale et portative, n° 60.

Parmi les diverses Montres portatives que j'ai construites, celle qui porte le n° 60 est celle dans laquelle j'ai travaillé à réunir tout ce qui pouvoit la rendre plus parfaite, la plus commode et le plus portative. Cette Montre a assez bien rempli mon attente pour devoir en traiter avec les détails nécessaires, n° 235.

ART. XCV.
Montres à Longitudes verticales & portatives, n° 60.

Ses Effets.

Dans la Montre n° 60, j'ai placé les secondes au centre, par ce moyen elles sont plus apparantes, le cadran ayant toute la grandeur du mouvement; cette disposition est très-favorable pour l'Observateur, et d'autant plus que chaque seconde est marquée naturellement par un seul battement de l'aiguille.

Le cadran des heures et des minutes est excentrique et ren-

fermé entre le centre de la Montre et le dedans du cadran de secondes : j'ai donné le plus grand diamètre qu'il a été possible à ce cadran des minutes, afin que ses divisions soient aussi apparente pour être observées sûrement et facilement. Nous devons remarquer à ce sujet, qu'à cause de la grande vitesse de l'aiguille de secondes, il vaut mieux qu'elle marque sur un grand cadran et les minutes sur le petit ; par ce moyen l'observateur ne peut jamais se tromper sur le nombre de secondes, car une fois qu'il les a comptés, il a le temps de voir sur celui des minutes à quelle minute ces secondes appartiennent.

Le balancier fait deux vibrations par secondes. Il porte la compensation des effets du chaud et du froid.

L'échappement est celui à vibrations libres, n° 236-240.

Pour réduire les frottemens des pivots du balancier à la plus petite quantité, ils tournent entre six rouleaux.

Destination de la Montre n° 60.

Cette Montre est particulièrement destinée pour servir en mer, placée sur une suspension ; mais elle est disposée de manière qu'au besoin on peut la porter sur soi pour aller à terre, ou sur le pont du vaisseau faire les observations relatives à la détermination de la longitude, etc. Pour cet effet la Montre se porte par un cordon attaché en sautoir autour du col et portant un porte-mousqueton ; la Montre se place dans le creux de l'estomac ; c'est de cette manière que je fais usage de la Montre n° 60, et sans qu'elle me cause aucune gêne : par ce moyen la Montre demeure toujours verticale, et elle éprouve moins d'agitation que par toute autre manière de la placer sur soi (1).

La Montre placée sur sa suspension et posée sur une table, ou sur une cheminée, sert d'Horloge Astronomique, n° 241.

Disposition des diverses parties de la Montre, et sa description, n° 242 — 271.

Ses dimensions, n° 272 — 278.

Représentée pl. II, fig. 1, 2, 3, 4.

Observation sur cette Montre, n° 60.

ART. XCVI.

Petite Horloge horizontale, n° 63.

Petite Horloge Horizontale, n° 63, construite à dessein de donner la longitude pendant les plus longues traversées.

« Lorsqu'en 1775 je composai les grandes Horloges à poids,

(1) Depuis quelques temps, je porte ces sortes de Montres dans une poche de veste placée à la même hauteur que par le cordon.

n° XIV — XVIII, et XIX, etc, mon intention étoit que ces machines puissent servir à déterminer les longitudes dans les voyages de long cours, sans avoir besoin de vérifications intermédiaires; ce que l'on devoit obtenir non-seulement par l'exacte mesure du temps donnée par ces machines, mais particulièrement par l'usage, par une Table qui annonçoit d'avance au Navigateur tous les changemens que l'Horloge pouvoit éprouver tant à raison des variations de la température, que de celle des frottemens et résistances des huiles. J'ai appelé *Table composée des Arcs et de la Température* cette Table; son usage et sa formation ont été expliqués *Mesure du Temps*, ou *Supplément*, n° 14. Mais depuis, ayant été obligé de renoncer à la construction de si grandes Horloges, j'ai également abandonné l'usage de cette Table, qui pourroit cependant devenir très-utile aux Navigateurs. Enfin aujourd'hui je crois ne devoir mieux terminer cet Ouvrage, qu'en présentant de nouveaux moyens pour avoir une petite Horloge propre à suppléer les grandes Horloges à poids, n° 314.

Principes de construction de l'Horloge Horizontale, n° 315-319.

Du régulateur; limites de sa puissance, n° 320 — 321.

De la réduction des frottemens, n° 322 — 329.

Effets et construction, n° 331 — 340.

Description de l'Horloge Horizontale, n° 63, n° 341 — 378.

Ses dimensions, n° 379 — 382.

Représentée pl. II, fig. 5, 6, 7.

Conclusion sur l'usage des Montres Verticales et des petites Horloges Horizontales dans la Navigation.

3°. Les Montres Verticales ne doivent être employées dans la navigation que comme secondaires.

4°. Que l'on ne doit considérer comme vraies Horloges à Longitudes, que celles dont la position est constamment horizontale et non portative. Voyez pag. 99.

Histoire de la Mesure du Temps.

La construction de l'instrument d'Astronomie de ma composition, qui sert à observer les passages du Soleil et des Astres au Méridien, et qui tient lieu en même temps de quart de cercle, ou instrument de hauteur.

Cet instrument est représenté planche XIX de l'*Histoire de la Mesure du Temps*. Sa description, tome II, pag. 159.

Horloge Astronomique allant un an; planche XXIII, fig. 6.

Sa description, tom. II, p. 157.

ART. XCVII.

Instrument des passages & quart de cercle.

ART. XCVIII.

Horloges Astronomique d'un an, échappement à vibrations libres.

ART. XCIX.

Echappement à repos, la roue d'acier & les palettes en rubis.

Echappement à repos; la roue d'acier trempé, et les palettes en rubis. Voy. tom. II, p. 28.

Cet échappement a été employé, vers 1766, dans les Horloges Marines, nos 6, 7, 8 et 9 de l'Auteur.

Echappement à repos pour les Horloges à Pendule; la roue d'acier et les palettes en rubis. Tom. II, p. 159.

ART. C.

Suspension du pendule à ressort.

La suspension à ressort est préférable à celle à couteau. Voyez sa construction, tom. II, pl. IX.

On peut parvenir à l'isochronisme des oscillations du pendule avec la suspension à ressort.

ART. CI.

Correction hors du pendule.

Compensation dans une Horloge à demi-secondes, le pendule simple portant une lentille faite en cuivre, sans plomb, la correction hors du pendule.

Histoire de la Mesure du Temps, pl. XI, fig. 4 et 5, pag. 84.

Supplément au Traité des Montres à Longitudes, vol. in-4°. Paris, 1807.

ART. CII.

Dimension & épreuves de la Montre portative n° 50.

Explication abrégée de la Montre à Longitudes verticale et portative, n° 50, exécutée en 1791; ses dimensions et épreuves, chap. I, n° 1.

ART. CIII.

Horloge à Longitudes horizontale, n° 73.

Construction de la petite Horloge Horizontale, n° 73; destinée à déterminer les longitudes à la mer et à terre. Voy. ch. II, n° 15.

ART. CIV.

Horloge à pendule à demi-secondes, avec l'échappement libre, avec un nouveau pendule de correction.

Montre à Longitudes verticale, n° 72. Voy. chap. III, p. 17, n° 63.

Construction et description de l'Horloge à pendule à demi-secondes, exécutée en 1792, avec l'échappement libre éprouvé, etc. Voy. ch. V, pag. 35.

ART. CV.

Addition. Construction de l'échappement libre appliqué à l'Horloge Astronomique, le rouage ayant seulement quatre roues.

Addition.

Echappement libre, n° 141.

ART. CVI.

Des Montres Astronomiques de poche, Montres n° 3 exécutées en 1806.

Chapitre IV. Des Montres Astronomiques de poche, p. 19.

Principes de construction et d'épreuve.

Extrait *De la Mesure du Temps*.

Montre Astronomique n° 3, exécutée en 1806.

Résultats, etc.

Supplément au Traité des Montres à Longitudes. 87

Echappement libre appliqué à l'Horloge d'un an. Voy. pl. du Supplément, fig. 3. Voy. n° 139.

ART. CVII.
*Echappement libre
appliqué à l'Hor-
loge, l'arc de levée
d'un degré.*

Pendule de compensation ayant trois verges sans employer de levier. Voy. pl. du Supplément, fig. 4.

ART. CVIII.
*Pendule à compen-
sation.*

Observations et réflexions sur l'invention des rubis percés, et l'emploi des diamants et autres pierres dures, pour diminuer le frottement des pivots, et autres parties essentielles dans les machines qui mesurent le temps.

Dans les ouvrages dont on vient de donner la Notice on a traité très en détail de toutes les parties de la main-d'œuvre pour les Horloges à pendule, à sonnerie, à répétition; les Horloges à longitudes et les Montres de poche: mais il reste une partie essentielle de main-d'œuvre, qui aujourd'hui commence à être employée par quelques Horlogers; c'est celle du travail de pierres fines employé particulièrement dans les Montres de poche. Nous rappellerons ici les motifs de l'Auteur vers 1786 (1), qui l'ont empêché d'en adopter l'usage.

« Je terminerai cette Notice en faisant observer, que dans la composition des Horloges et des Montres à Longitudes, décrites dans le *Traité des Horloges Marines*, et dans la *Mesure du Temps* ou *Supplément*, j'ai eu principalement en vue de construire ces machines, de sorte que les Artistes qui voudront les imiter, puissent exécuter eux-mêmes en entier toutes les parties de ces machines, sans être forcés de recourir à des ouvriers étrangers. C'est par cette raison que je n'ai pas fait usage des rubis percés, quoique ce moyen soit très-bon. Mais nous n'avons en France aucun ouvrier de ce genre; cependant en me privant de ces moyens de perfection de main-d'œuvre, ces machines n'en sont pas moins exactes, leur justesse étant fondée sur la nature de leur composition, et sur les principes sur lesquels elle est fondée, etc ».

Depuis l'époque dont on parle ici, il s'est formé ou établi quelques Artistes livrés au travail des pierres précieuses, tant à Paris qu'à Genève. Mais ce qu'il y a de particulier, c'est que depuis l'année 1700, où ces procédés furent inventés, tous ceux qui se sont occupés de ces sortes de procédés, en ont fait constamment un mystère.

(1) Voyez l'ouvrage qui a pour titre *De la Mesure du Temps* ou *Supplément au Traité des Horloges Marines*, etc. Introduction, pag. vij.

De ce qui précède on peut conclure que depuis l'invention des rubis percés, et l'usage de diamants employés dans les Montres vers 1700, cet art a été transmis et exercé par des ouvriers qui se sont réservé leurs secrets, qu'ils ont successivement acheté ; et que cet art ne sera public, que lorsqu'un artiste mécanicien, jaloux de conserver l'art, s'étant instruit de tous les procédés, en fera part au public, en publiant les instrumens et outils de procéder, avec tous les détails nécessaires.

Quoi qu'il en soit, cet art a sur-tout été utile dans les Montres construites par Harrison en 1760, dans celle d'Emery en 1780, et dans celles d'Arnold ; dans ces Montres tous les pivots de la Montre roulent dans des trous de pierre dure ; les parties de l'échappement, etc, s'exercent ou sur des diamants ou des rubis, et le succès de ces machines a répondu à la perfection de la main-d'œuvre employée à la réduction des frottemens.

*L'art de percer,
monter et travailler
les rubis et les ren-
dre propres pour
servir à adoucir les
frottemens des pi-
vots.*

L'utilité de ces moyens dans les Montres d'un petit volume, ne peut donc être révoquée en doute ; mais ce moyen même suppose une perfection d'exécution qui ne sera jamais à la portée que d'un petit nombre d'ouvriers doués d'une extrême patience et de beaucoup d'adresse, et sur-tout de l'amour de l'extrême précision ; et on doit être certain que sans cette extrême perfection dans le travail des trous faits en rubis, leur application seroit plus nuisible qu'utile.

Conclusion sur cette Notice.

J'ai présenté dans cette Notice les principaux articles contenus dans mes Ouvrages ; articles que j'ai droit de réclamer comme m'appartenant ; et ce qui le prouve, c'est qu'on ne trouve aucun des articles de cette Notice qui ait été annoncé dans les Livres d'Horlogerie qui ont été publiés avant 1765, époque où j'ai publié *l'Essai sur l'Horlogerie* ; et depuis cet Ouvrage on n'en connoît aucun qui puisse rien réclamer de cette Notice. Je suis donc bien fondé à conclure que tous les articles qu'elle contient, bons ou mauvais, sont mon bien.

Si on trouve cette Notice un peu longue, on doit se rappeler que c'est le fruit d'un travail opiniâtre, et constamment suivi, et fait en France il y a eu soixante ans au mois de mai 1805.

Cette Notice pourra servir à connoître ce que les productions des Artistes à venir auront de nouveau.

FIN DE LA NOTICE.

