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

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

NOTICE DE LA GRANDE MONOGRAPHIE	
Auteur(s) ou collectivité(s)	**Berthoud, Ferdinand**
Auteur(s)	**Berthoud, Ferdinand (1727-1807)**
Titre	**Journal des expériences et des recherches sur les horloges et les montres**
Adresse	**[s.l.] : [s.n.], [1760-1811]**
Collation	**23 vol.**
Nombre de volumes	**23**
Cote	**CNAM-BIB Ms 51-Ms 73**
Sujet(s)	**Horloges et montres** **Horloges et montres - Expériences** **Chronomètres de marine** **Échappements (horlogerie)** **Horlogerie**
Notice complète	https://calames.abes.fr/pub/cnam.aspx#details?id=Calames-2020116101525251
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?MS51_73
LISTE DES VOLUMES	
	N° 3. I Partie. Suitte du Journal des experiences et reflexions faites sur l'horlogerie par Ferdinand Berthoud. 6e 8bre 1760 / N° 3. Journal d'experiences et de recherche sur l'horlogerie par Ferdinand Berthoud. Paris 6e 8bre 1760
	N° 5 1re Partie. Journal d'experiences & de recherches sur l'horlogerie par ferdinand Berthoud. Paris, le 23e Xbre 1762 / N° 5. 2e Partie
	Montre marine N° 6, Ire Partie / N° 6, 2e partie. Journal d'experiences faites sur les montres, sur la pesanteur des balanciers : la grosseur des pivots &c : pour parvenir a la compensation du chaud et du froid. Comencé le 9 fevrier 1763
	N° 7. 1ere partie. Journal d'experiences et de recherches sur les horloges et montres marines et astronomiques. Commencé le 28e aoust 1765. Montre marine N° 7, 2e partie
	N° 8. 1ere partye. Journal des experiences faites sur les montres astronomiques. Suitte du livre N° 6. Comencé le 24e octobre 1765. Les details & experiences sur les montres astronomiques comencent au livre N° 4 et la suitte est au livre n° 6 comencé le 9 fevrier 1763 : : J'ai dressé dans chacuns de ces livres une table des differens articles relatifs a cela / N° 8 2e partie Journal des montres ordinaires
	N° 9, Ire partie. Livre d'observations pour servir a regler mes pendules astronomique, horloges marines, &c. Comencé le 21e xbre 1764. page 119 et suiv. Suitte du journal de l'horloge marine N° 6 : au retour de l'epreuve Suitte du Liv N° 11. 10bre 1770 / 2e Partie N°9
	Livre N° 10, Premiere partie contenant le journal de l'horloge marine N° 6. 23 novembre 1767. L'horloge marine

	N°6 est decrite en partie Liv Manuscrit N° 5 : les secondes les minutes et les heures sont concentriques elle est a poids &c. On dessine maintenant cette machine dont je ferai la description aussitot que les desseins sont finis. Livre N° 10 2e part. contenant le journal de la marche de l'horloge marine N.° 7 Novembre 1767. L'horloge marine marqué N° 7 : le mouvement est sans cadrature les seconds sonty au centre les minutes & les heures excentriques aujourdhui 23e novembre 1767 je fais dessiner cette machine dont je ferai la description cy apres
	Livre N° 11. 1re partie contenant les principes de construction d'execution & le journal de l'horloge marine N° 8. Suitte du livre N° 10. Comencé le 3e fevrier 1768. Livre N° 11. 2e partie contenant diverses recherches relatives aux horloges marines et particulierement sur leffet des ressorts et des experiences faites avec l'elastomètre ou balance elastique. Le 20 may 1768
VOLUME TÉLÉCHARGÉ	Livre N.° 12. Ire partie contenant les principes de construction & déxécution & le journal de l'horloge marine N° 9 Comencé le 8 janvier 1770 servant de suitte au livre N° 11: Experiences servant a verifier les principes que j'ai etabli sur les balanciers page 116 &c. Livre N° 12 2e partie pag 1ere. Suitte Journ. Horl. N° 8 et Horl. N° 6
	Observation du midi et journal de mes horloges astronomiques. Suitte du livre N° 9: Le 16 juin 1768. N° 13 2eme partie. Experiences et observations sur les horloges astronomiques. Le 16 juin 1768
	Livre N° 13 1re partie. Suitte de l'horloge marine N° 10. Journal de N° 10 en 1781 et en 1788 et Journal Horl. N° 9 : 12 et 13. Livre N° 13 contenant diverses recherches pour la perfection des horloges marines. Le 18 juin 1771. De l'horloge marine N° 11
	Journal des montres ordinaires. Comencé le 14 septembre 1768. Experiences et observations pour servir a perfectionner les montres. 9bre 1768. Et Suitte de la construction des petites horloges ou montres a longitudes Xbre 1787. Commence a la page 41. et est la suitte du M.s N°22 page 42
	Livre N.° 14 1re partie. Suitte du journal de l'horloge marine N° 9. Livre N° 14 2e partie. Recherches pour la perfection des horloges marines
	Le 29 janvier 1772. Suitte de l'horloge marine N° 4. Etat de l'horloge astronomique de Groslay
	N° 16. Traité servant a léxécution de mes horloges marines. Commencé le 27 9bre 1773. Des dimensions et des procedes de main d'oeuvre. Des limes a arondir
	Journal des experiences faites sur les ressorts spiraux des horloges et montres marines pour rendre ces ressorts isochrones. 2e Partie du N° 17. Suitte des recherches sur les horloges marines. 1776
	N° 18. Suitte des recherches sur les horloges marines. Construction actuelle de mes horloges. 24e 10bre 1776. Journal des horloges marines. Horl. N° 22 a Groslay le 21 may 1777
	N° 19. Suitte des recherches relatives aux horloges marines et aux montres a longitudes. Commencé en juin 1779. Journal des horloges marines. Octobre 1779
	N° 20. Suitte de la construction des horloges a longitudes.

	Commencé le 20 decembre 1782. Contenant l'etat des horloges marines appartenant au Roi. N° 20. Journal de la marche des horloges a longitudes
	N.° 21. Des moyens a employer pour perfectioner et simplifier les petites horloges a longitudes. Suitte du livre Ms N.° 20 : 9bre 1785. Journal des horloges marines. Commencé en 7bre 1785
	Comencé en 7bre 1768. Observations du midy a l instrument des passages de Groslay. N° 22. Journal des horloges a longitudes. 1787. Suite du M.s N° 21
	N° 24. Premiere partie. Recherches sur les moyens de perfectioner les horloges et les montres a longitudes. Commencé en 10bre 1789. N° 24. Seconde partie. Journal horloges et montres a longitudes. Xbre 1789
	Etat des horloges marines appartenant au Roi en 1785. Et en 1793 A la République Francoise. Etat des réparations faites aux horloges marines du Roi en consequence des ordres des ministres de la Marine, par ferdinand Berthoud horloger mechanicien du Roi et de la Marine

NOTICE DU VOLUME TÉLÉCHARGÉ	
Auteur(s) volume	**Berthoud, Ferdinand (1727-1807)**
Titre	**Journal des expériences et des recherches sur les horloges et les montres**
Volume	Livre N.° 12. Ire partie contenant les principes de construction & déxécution & le journal de l'horloge marine N° 9 Comencé le 8 janvier 1770 servant de suitte au livre N° 11: Experiences servant a verifier les principes que j'ai etabli sur les balanciers page 116 &c. Livre N° 12 2e partie pag 1ere. Suitte Journ. Horl. N° 8 et Horl. N° 6
Adresse	**[s.l.] : [s.n.], [1770-1771]**
Collation	**1 vol. (188 f.) ; 25 cm**
Nombre de vues	**381**
Cote	**CNAM-BIB Ms 59**
Sujet(s)	**Horloges et montres** **Horloges et montres - Expériences** **Chronomètres de marine** **Échappements (horlogerie)** **Horlogerie**
Thématique(s)	**Machines & instrumentation scientifique** **Trésors & unica**
Typologie	**Manuscrit**
Note	**Pour faciliter la lecture et la recherche, les abréviations ont été développées. La table des matières a été réalisée par feuilletage.**
Langue	**Français**
Date de mise en ligne	**06/02/2025**
Date de génération du PDF	**11/02/2025**
Notice complète	https://calames.abes.fr/pub/cnam.aspx#details?id=Calames-20201161015252510
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?MS59

N.° 12
1.re Part
Flor Mar N.° 9
et N.° 10

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Y

A L'Y GREC.

CHARDIN, Marchand, tenant sa Boutique rue & proche Saint Barthelemy, à l'Enseigne de l'Y Grec, devant la petite Porte du Palais; Vend toutes sortes d'Epingles d'Angleterre & de Paris, Eguilles de toutes sortes, Lardoires, Dez de Blois dorés & non dorés; toutes sortes d'Etuys, Poudre à poudrer, Pommade, Eponges fines, Houpes de Cygne, Ecritoires de Poche & de Valise, Portefeuilles & Tablettes de Maroquin fermant à Clef, Cire d'Espagne très-fine, Plumes & Papier d'Hollande, Canifs, Gratoirs & Poinçons, Cartes à jouer & autres, véritable Encre de la Chine; & généralement tout ce qui concerne l'Ecriture. Le tout à juste prix. A PARIS, 1769.

12

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ms 59

Livre N.° 12. 1re Partie

Contenant Les Principes de Construction & d'exécution de Le Journal de L'Horloge Marine N.° 9 Comencé Le 8 Janvier 1770 —

Servant de Suitte au Livre N.° 11.

J'ai perdu Souvant a verifier Les ~~Loix~~ Principes que j'ai etabli Sur Les Balanciers page 116 de

(1e Avril 1786 Revu)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Des Repaires des limes pour l'outil a arrondir —

Le repere fait au manche pour arrondir marqué p. 1 20 est pour la lime marquée du meme coté XXXX : et le repere 20 p 2 est pour la lime marquée de chaque coté de 2. XX. La bonne lime a arrondir les petits pignons 20 porte 4 croix sur le meme coté et l'autre deux

Le repere du gros pig 30 N.° 9 est marqué 30 sur le manche

la fraise pour la lime de gros pignon de 20 est marquée XX des deux coté avec le coin de la pierre a l'huile cette meme fraise sert aussi a faire la lime du petit pig. 20

Les fraises pour tailler le gros pignon 30 ont pris de 9 lig: Diam et 150 taille sur

La petite fraise que j'ai faite pour tailler les fraises susdits a 5 lig et taillée sur le Rochet le mois nombre du petits outil

J'ai fait la fraise a Rochet pour tailler les fraises avec une grande fraise a etoile meme du petit outil fait a cet usage le taille ces fraises en trainant simplement sans archet

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 8 Janvier 1770 —

De L'Echappement —

Jai decouvert par les Experiences faites sur l'Horloge Marine N.° 8. depuis son retour que L'Echappement a la proprieté essentielle de pouvoir se passer d'huile et jai prouvé par ces memes Experiences que si jeus osé n'en point mettre avant ses Epreuves en mer que cette Horloge auroit donné la plus grande precision Je pourrois donc regarder cet article comme finis et m'en tenir a lui peut etre meme devrois je le faire mais avec ces diverses proprietés dont la principale est de ne point troubler la Nature des Vibrations il a le deffaut detre assés difficile a executer soit par les Rubis meme qui exigent de grand soin pour etre bien taillés soit pour la Roüe d'acier qui est d'un travail assés considerable ou soit enfin par le pignon de Balancier — et sa Roüe L'Engrenage toute cette partie demande la plus grande precision L'Exactité

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans les ouvrés employés a les faire Jai deja recherché depuis Longtems un Echappement qui eut les memes proprietés sans en avoir le deffaut et je reviens toujours a celui que Jemeginai en 1754 lequel laisse achever librement les oscillations du Balancier

Le 11 Janvier 1770 —

Remarque sur les Experiences faites avec les Horloges N.° 6 & 8. pour les Effets des Huiles dans leur Echappement

Jai trouvé des Resultats ~~les~~ different par les experiences faites sur les effets des Huiles dans les Echappements des Horloges N.° 6 et 8 : Car Jai Constament trouvé dans N.° 8 que le Balancier decrit les memes arcs lors qu'il n'y a point d'huile dans l'echappement que lors qu'il y en a des Nouvelles; et sans Huile l'Horloge avance denviron 2" de plus en 24 heures que lors qu'il y a de l'Huile : Dans cette Horloge l'Huile devient donc nuisible a l'Echappement : Dans le N.° 6 au Contraire lors qu'il n'y a pas d'huile a l'Echappement le Balancier decrit 105° et l'Horloge retarde de 24" au moins en 24 heures

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tandis que lors qu'il y a de l'huile (nouvelle) le Balancier decrit 120° et l'Horloge se trouve Reglée l'Huile fait donc decrire 15 degrés de plus au Balancier 2 l'Horloge avance de 24'' en 24 heures Il est vrai que cette quantité de l'avance de l'Horloge appartient du non Isochronisme du Spiral — Cette difference de effet produit par les Huiles mises a deux Echappements de meme Construction peut venir de deux Causes 1° Cela vient sur tout de ce que le Regulateur du N° 8 est beaucoup plus puissant que N° 6 — et que par la les Resistances de l'Echappement sont dans un Rapport beaucoup plus petit que dans N° 6 — qui etant d'ailleurs a 4 Vib. par secondes a par cela seul et independamment de la moindre puissance du Balancier il a dis fois 4 fois plus de trainée dans son Echappement 2 son Regulateur 6 fois moins de Puissance et l'axe de Balancier plus gros que N° 8 et les Rouleaux plus petit ~~ajoutent~~ diminuent encore de la puissance du Regulateur : 2° les Rubis peuvent etre moins polis 2 unis que ceux du N° 8 enforte — que l'Huile en rend le frottement plus aisé Au reste je crois que cette seconde cause y a tres peu de part et que la plus grande difference appartient a la premiere Cause et cela est Conforme a la Theorie que j'ai etablis sur les Regulateurs c'est que plus ils sont Puissants 2 lisses et moins il peuvent etre effectés des petits changement d'echappement de Rouage &c — c'est par cette Raison que celui de N° 9 sera encore plus Puissant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour m'assurer encore mieux que l'Echappement du N°. 8 n'a pas besoin d'huile je ferai Marcher longtems cette Horloge sans y mettre d'huile ensuitte en lottant de son Tambour je verrai si les arcs ~~restent~~ les mêmes et si dans tous les cas la justesse de l'Horloge reste toujours la même si cela est ainsi je serai assuré que cet Echappement a les qualités les plus desirables mais en attendant je vais m'occuper de la perfection de mon Echappement a vibrations libres lequel a bien des avantages au moins dans la Theorie & je crois qu'il sera plus facile a executer que celui a Rubis & par consequent plus a portée des bons ouvriers ——

+ Examen de l'échappement a vibrations libres

Dans cet Echappement tel que j'en fis le Modele en 1754 — Le Balancier fait deux vibrations pendant qu'il n'échappe qu'une dent de la Roue ~~la roulette passe~~ ainsi ~~il~~ le fait deux vibrations ou deux secondes & la Roue parcourt ces deux secondes d'un seul mouvement. C'est a dire que le Balancier va & revient et a son retour la Roue echappe et restitue le ~~mouvem~~ en une vibration le Mouvement que le Regulateur a perdu en deux

+ J'ai fait cette Experience & trouvé a peu près les mêmes Resultats a N°. 7 qu'a N°. 6 ainsi leur difference avec N°. 8 doit etre attribuée comme je l'ai dit cy dessus a la plus grande quantité de mouvement du Regulateur de N°. 8 et ~~au~~ peu de trainée ou espace parcouru de son Echappement c'est cette trainée meme aux N°. 6 & 7 qui cause cette difference car d'ailleurs N°. 8 est plus juste mais par la Nature de l'Echappement cette justesse augmente plus que pas le frottement +

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La Roue d'Echappement est a Rochet & de Cuivre La figure
de ces dents comme celle des Pendules a Secondes elle porte
30 dents L'action de La Roue d'Echappement demeure
Suspendue par un Echappement ou cliquet fixé a un axe
portant un Levier a pied de biche, ce levier correspond
a une cheville portée par une plaque attachée a L'axe de
Balancier Lors que Le Balancier Retrograde on fait sa
1re Vibration la cheville fait flechir Le pied de biche
et le Balancier continue librement son chemin sa liberté
n'etant troublée ~~dans cette~~ durant ~~toute cette~~ Vibration 1.
que par ~~cette~~ très petite & courte Resistance du pied de biche
Lors que Le Balancier revient sur Lui meme & fait la 2e
Vibration La meme cheville vient agir sur le Levier en question
et agissant sur lui L'Leve et degage la Roue afin quelle
Restitue au Balancier La force quil a perdue dans la premiere
Vibration plus celle quil perdroit en achevant sa Seconde
Vibration Voici comment cet effet est produit: dans L'Instant
que Le cliquet ou echappement est degagé La Roue tourne
et agit sur ~~la~~ Levier d'Impulsion ~~celui~~ ce levier ~~qui~~
est formé par une ~~pallete~~ d'acier qui agit sur La Roue et d'un
autre bras qui agit sur un Rouleau d'acier placé sur la
plaque ~~portée~~ par L'axe de Balancier dans le meme
Instant que La Roue agit sur Le levier d'Impulsion ~~l'autre~~ le
2e bras que son axe porte appuyé sur Le Rouleau —
+ a cause de La Droite de La Roue & des pallets —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et le mouvement de la Roüe se communique au Balancier sans perte d'au frottement & avec la plus petite de composition aussitot que la Roüe cesse d'agir sur le Levier il retombe etant pressé par un Ressort & se represente a une autre dent pour rendre de Nouveau le mouvement au Regulateur lors qu'il aura fait deux Vibrations

Pour determiner ~~par~~ toujours parfaitement l'Instant ou le grand bras du levier d'Impulsion doit restituer le mouvement au Balancier le ~~cliquet~~ pied de biche ne permet a la Roüe de tourner qu'a l'Instant ou il quitte la cheville et cet Instant est toujours le meme: parce que l'ancre ou cliquet porte un second bras qui suspend l'effort de la Roüe pendant que la cheville du Balancier chasse le levier a pied de biche pour degager le cliquet & ce n'est qu'apres qu'il est ainsi degagé que le pied de biche retombe et que le second bras du cliquet laisse la Liberté a la Roüe de tourner c'est alors qu'elle agit sur le levier d'Impulsion et rend le mouvement au Regulateur

Pour rendre les Oscillations du Regulateur plus libres & diminuer autant qu'il est possible la Resistance qu'il rencontre a chaque Vibration c'est a savoir dans la premiere de faire flechir le pied de biche & dans la seconde de l'Lever pour degager la Roüe pour se rendre cette

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

résistance très petite il faut placer la cheville du Balancier fort
près du Centre et ne faire parcourir a ce levier que le
chemin requis pour rendre parfaitement sur l'effet
du cliquet et empêcher par la que pendant que
le Balancier tourne a ~~ne~~ fait ses vibrations il n'échappe
plus d'une dent de la Roue effet qui seroit très defectueux
puis que l'aiguille portée par la Roue d'Echappement
annoncerait plus de secondes que le Balancier n'en
auroit mesuré par son mouvement. C'est même
cette seule difficulté qui m'avoit fait abandonner
cet Echappement & que je lui laissé si longtems
sans en faire l'application. Nos Echappement ordinaires
n'ayant pas ce deffaut de pouvoir laisser parcourir
a la Roue plus de chemin que le Balancier n'en a
reglé: j'avoue cependant que je puis avoir eu tort
et qu'il est aussi possible d'en assurer les effets qu'il
est de rendre certains les effets des detents d'une sonnerie
effets qui se font a peu près de la meme manière
dans cet Echappement que dans une sonnerie ordinaire
Voila donc le plus grand obstacle de cet Echappement
car d'ailleurs il a deux avantages essentiels le 1.er c'est
que les oscillations du Regulateur se font librement pendant
presque toute leurs durées: c'est a dire que pendant seulement
20 ou 30 degrés il agit sur le levier pour dégager la Roue
dans la 2.e vibration & dans la premiere il fait flechir le pied

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mais celui ci peut etre regardé comme vuel relativement a la force de mon Regulateur & l'autre n'opposé que pendant fort peu de tems une Resistence assés constante 2° L'Impulsion de la Roüe se communique au Balancier de la facon la plus Naturelle & sans perte de force ~~en sorte~~ sans qu'il soit besoin d'huile &c par ce moyen elle demeure constament la même

Un autre Avantage de cet Echappement est qu'il peut le Balancier parcourir les plus grands Arcs ~~parce que cela~~ et faire plus d'un tour ou 360° passé

J'ai deja dit que ma seule crainte lors que je l'eus imaginé fut que par des secousses ou mouvement cela ne put ~~laisser echap~~ faire degager le cliquet et echapper des dents de la Roüe : il est possible d'assurer ces effets ; une autre crainte etoit la Resistance des deux Ressorts ~~du~~ la detente a pied de biche & du Levier d'Impulsion il est certain qu'il faut que la force motrice aye en outre la force requise pour resister au Regulateur ~~Cellule~~ qui perd a chaque Vibration la force necessaire pour mouvoir ces Leviers & flechir ces deux Ressorts ajouté encore un troisieme Ressort pour le pied de biche Il est evident que c'est une quantité de poids de plus qu'il faut ajouter au Moteur mais encore un coup ce sont des quantités constantes & non Variables et qui sont d'ailleurs en grande partie Independantes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du Regulateur et ~~dont~~ qui par la elles ne peuvent en troubler l'uniformité +

Recherches sur les Dimensions de cet Echappement

Les Dimensions de cet Echappement sont egalement de Consequence soit pour sa perfection ou pour en faciliter l'execution ou enfin pour en rendre les effets les plus sures il est donc a propos de rechercher les moyens qui peuvent concourir a ces differens buts

1° Pour rendre l'Impulsion le plus efficace il faut que le Rouleau soit eloigné du Centre du Balancier & que ~~cependant~~ le levier agisse sur le Rouleau pendant un arc de 30° environ et egalement avant et après la ligne des Centres

2° plus la Roue d'Echappement sera grande et plus sera petite la Resistance pour degager le cliquet son ~~Rotation~~ pour restituer le mouvement au Regulateur n'en sera pas moindre car le levier d'Impulsion devra etre grand a proportion son frottement en sera moindre quoi que les pas parcourus en soit plus grand

3° plus les bras de Lancre cliquet seront courts & le bras du pied de biche long & plus sera petite la Resistance qu'il causera au ~~Ba~~ balancier pour degager la Roue d'Echappement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4 Il y a une observation a faire c'est qu'il y a deux effets successifs qui rendent ~~cet~~ celui de l'echappement d'une tr. longue durée et ~~de~~ pendant plus de 120.d. ~~c'est~~ le 1.r il faut que la cheville du Balancier eleve le pied de biche et li cette cheville pour ne pas charger est pris du Centre le Balancier parcourra un grand arc a l'action de l'Impulsion au Comence qu'au moment ou ce p.r effet est fini cette Impulsion est de 90.d a le 1.r effet d'autant environ d'ou il resulte que si l'Horloge recevoit une agitation qui diminuat le mouvement du Balancier au dessous de 120.d. l'Horloge arreteroit puis qu'il ne pourroit y avoir de restitution de mouvement l'echappement ne pouvant ~~etre~~ en prise au dessous de cet arc — c'est par cette raison que je veux resserrer ces deux effets autant qu'il sera possible et du 90.d environ : l'Impulsion pourra se faire pendant 50.d et le p.r effet des 40.d — l'action de l'Impulsion devra cependant etre telle que le Balancier decrive au moins 240.d

5 ~~tout~~ les pieces qui forment cet echappement doivent ~~etre~~ tr. legers afin de ne pas trop charger exiger des ressorts fort a cause de la resistance pour cet effet il seroit bon de faire ~~tous~~ ces leviers d'acier trempé —

6.i Le levier d'Impulsion a celui du pied de biche

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

doivent être equilibré afin que si l'Horloge devenoit inclinée ~~L'~~ la resistance ne changeat pas

7 La pallette formant le pied de biche doit etre mobile sur deux pivots cette pallette doit etre posée d'equerre ou a peu près avec la piece qui la porte comme ~~ce sont les~~ cela est dans une detente pour faire marcher une Pendule pendant qu'on la remonte : il faut un petit ponts tri Leger pour fixer la Cage a cette pallette et un petit Ressort pour la presser j'avois d'abord pensé n'employer qu'un Ressort faisant l'office de pallette mais si mince qu'il fut il seroit plus dur que la pallette et ce seroit une augmentation de resistance pour le Balancier. +

Le 15 Janvier (N.° 8)

La Marche de l'Horloge differe (ainsi que je l'avois annoncé) Lors que le mouvement est posé sur une table ou qu'il est vendu stable dans son Tambour & sur sa Suspension

J'avois toujours pensé qu'une Horloge marine de meme que celles a pendule exige detre fixement attachée & que le tambour ayes la plus grande Masse possible afin que les oscillations du Balancier ne puissent causer qu'un tri petit ebranlement au mouvement & pieces qui le soutiennent et je viens de verifier ce que j'avois dit par l'experience car la marche de l'Horloge N.° 8 differe de 4" ½ en 24 heures Lors qu'elle est dans son tambour & sur la suspension ~~de que son~~

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mouvement est simplement posé sur une table et (a)
dans ce dernier cas elle retarde de cette quantité 4''/c
Il est donc bien essentiel ainsi que je le fais de charger
le tambour du gros poids et d'autant plus que le Balancier
a une grande force de mouvement

(a) la cause de cette difference vient de ce que le mouvement etant moins solide sur la suspension les ars sont plus petits, et comme le spiral n'est pas parfaitement isochrone: et que les petits ars sont plus lents que les grands.

Le 17 Janvier

De la pression que reçoit l'Echappement Horloge. N°. 8.

Lors que je pensai l'Huile necessaire a l'échappement de cette Horloge je n'avois pas ~~pe~~ murement reflechi. a sa Nature meme car par la dureté des Rubis et de la Roue il est certain qu'il ne peut y avoir de destruction quand meme on supposeroit une tre grande pression d'ailleurs la pression qu'il recoit est ~~tr~~ petite je vais l'estimer —

La grande Roue qui porte le cylindre fait son tour en 12 heures.

elle a 2 ~~40~~ 20 pi. ~~20 = 12 ft~~ ~~8~~ ~~96~~ 60 ~~12~~ ~~120~~ ~~60~~ ~~720~~

La le cinder 60 pi 20 =

et la Roue d'echappement fait un tour par minute ou 60. par heure elle fait donc 12 fois 60 tours pour un de la premier = 720

Le poids est de 5 14 onces ½ mouflé la moitié agit sur le cylindre

= ~~5 4 onces~~ = 47 onces ¼ = ~~46 8 gros~~ = 378 gros

94 ½
47 ¼

8
376 2
378
756
266

.7
378
72
756
2646
27216

780
273
2808 0

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le poids Mot = 27216 grains

Diametre de la Roue 38 ligne

du Cylindre — $23\frac{1}{2}$

8

voici la proportion

~~28080 : x :: 720 : 1~~

~~19 : 14 :: 28080 : x~~

14
112320
28080
393120 / 19
131 / 20690
192
10

28080 / 720
648 / 39
00

~~27216 / 720~~
~~561 / 3~~

38 : $23\frac{1}{2}$ :: 27216 : x =

La force a la Circonference de la grande Roue

est de 20690 / 720
629 / $28\frac{53}{72}$
530

16830 / 720
243 / $23\frac{27}{72}$
27

La force transmise a la Roue d'Echappement supposée de meme Diametre

que la 1re est de 23 grains $\frac{27}{72}$

La 1re Roue est de 38 lignes Celle d'Echappement de 18.

18 : $28\frac{53}{72}$ :: 38 : x
38
224
84
28
1092 / 18
12 / 60 12/18

53
38
424
159
2014 / 72
574 27
70

La Roue d'Echappement a a sa Circonference une force

de 57 grains $\frac{12}{18}$ en supposant que le Rouage n'a pas de

frottement

Je ferai cy apres le calcul des frottements

et je me propose aussi d'en faire Experience

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

14

Le 22 Janvier 1790

De l'exactitude necessaire dans une Horloge Marine pour servir a la determination de la Longitude en Mer

(Ce plan a la Marine Regulateur)

Le Parlement d'Angleterre a demandé pour la plus grande precision de determiner la Longitude a demi degré d'un grand cercle dans un voyage de six semaines ou 42 jours or demi degré en Longitude repond a 2' de tems ou 120"

Pour que une Horloge remplisse ce but il ne faut pas quelle change de marche plus de $2'' \frac{6}{7}$ par jour

Mais en supposant une Horloge construite sur les bons Principes et executés avec tous les soins possibles cette difference $2'' \frac{6}{7}$ dans sa marche ne doit se manifester que par degrés insensibles et non par sauts. tout changement dans une telle Machine doit se faire par une progression arithmetique — et par cette raison cette Horloge sera bien plus sure pour determiner la Longitude car l'erreur qui se manifesteroit au bout de la periode 42 jours devroit etre double pour produire la meme quantité ~~si au 42e jour~~

Si par l'exemple l'Horloge etoit d'abord reglée et que au bout de 42 jours elle retarde de $5'' \frac{5}{7}$ par jour et que ce retard soit accru en progression commencant au 1er la somme totale de ses erreurs ou retard sera 120" ce qui est aisé de prouver par la propriété de la progression arithmetique

$5'' \frac{5}{7}$ double de $2'' \frac{6}{7}$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dont on a le produit ~~de la somme~~ en multipliant les extrêmes par la moitié du nombre des termes —

Mais en admettant cette ~~grande~~ progression pour l'écart de l'Horloge on verra que si dans les premiers tems de sa marche l'Horloge donne une grande exactitude pour la determination de la Longitude ~~il est bon d'observer~~ qu'en ~~les~~ supposant l'écart journalier constant ou au moins toujours dans la meme progression que les sommes des Retards n'augmentent pas simplement comme les tems — mais comme leurs quarrés : ainsi supposant que l'Horloge en 42 jours aye retardé de 120" ; En 84 jours son Retard ne sera pas seulement ~~de~~ 2 fois 120 240" : mais de 4 fois 120 = 480 84 ~~X~~ par 5" $\frac{1}{7}$ terme moyen = 480" ~~par cela~~ or $42^2 : 84^2 :: 120 : 480$ ce qui est une suite de la propriété de la progression Arithmetique —

~~L'usage~~ ~~les~~ Les Horloges marines donneront donc une beaucoup plus grande exactitude dans la determination des ~~Longitudes~~ Longitudes en Mer pour des traversés de 40 jours ou environ que pour de plus grande ; cela est tout simple mais je n'avois d'abord pas pensé que cette difference fut comme les quarrés des tems ou durés des traversés au lieu d'être seulement comme les tems. Pour donc rendre l'usage de ces machines le plus universel qu'il est possible il faut encore ajouter a leur

Justesse —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soit en perfectionant encore lil est possible leur Pivots
ou en leur donnant ~~toute~~ Lextension que la Matiere
comporte ou enfin en perfectionant la Construction
& la main d'oeuvre C'est par ces motifs que je me
propose de reunir dans L'Horloge N°. 9 tout ce que la
Theorie & Lexperience mes pourront fournir pour
donner a cette Horloge ~~toute~~ Lexactitude possible
Ce qui m'arrete maintenant & me fait suspendre ~~la~~
de la terminer c'est L'Echappement Je suis incertain entre
celui a Rubis et celui a Vibrations libres dont j'ai parlé
cy devant: mais je suis fort porté a preferer celui a
rubis surtout si comme j'ai vu jusques ici il continuë
a pouvoir se passer d'huile ~~et~~ c'est ce que j'espere
alors mon Horloge reunira toutes les perfections
les plus desirables. Avant ~~de~~ d'achever a me determiner
La dessus j'attendrai encore que N°. 8 aye marché 15 jours
ou environ sans huile a L'Echappement sa marche
L'indiquera et en tout cas je m'assureraï encore
mieux en mettant le mouvement sur mon Etablis
pendant quelques jours pour observer L'etendue des
vibrations du Balancier si elles n'ont pas diminué
ce sera preuve qu'il n'est arrivé aucun changement
dans L'Echappement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 3e fevrier 1770

10

Sur La pression que Reçoit L'Echappement dans deux Horloges Comme N.° 6 & N.° 8 —

Depuis Le Retour des Horloges J'ai fait des Experiences bien Interessantes Sur Les effets des Huiles dans les Echappements des N.° 6: 7 et 8. Dans les deux premieres il paroit que L'Huile y est absolument necessaire aux Echappements Car Sans Huile elles decrivent de plus petits arcs & alors elles retardent et au Contraire dans N.° 8. Le Balancier decrit des arcs au moins aussi grand Sans Huile qu'avec de L'Huile & il est certain qu'avec de L'Huile a L'Echappement ~~les effet~~ L'Horloge retarde: J'ai Repeté plusieurs fois cette Experience et depuis qu'il n'y a pas d'huile a L'Echappement de N.° 8 Je n'ai pas apperceu que cela causat de changement dans la marche de L'Horloge or cette difference deffets dans ces Machines ne peut pas provenir du plus ou moins de perfection dans L'Echappement & dans les Rubis ils sont egalement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bien travaillés les uns à les autres : mais cette difference est causée par la plus de pression que recoivent les Echappements des N.os 6 & 7 Relativement à la force de mouvement de leurs Balanciers

J'observe 1.o que le Balancier N.o 8 a environ 6 fois ½ plus de force de mouvement que ceux des N.os 6 & 7.

2.o La trainée de l'Echappement est beaucoup plus grande dans les Echappements des N.os 6 & 7 que dans celui de l'H. N.o 8 : car dans l'un & l'autre le pignon est de même grosseur mais dans N.os 6 & 7 le Rateau est fendu sur 92 : voy N.os 10 page 66 — et dans N.o 8 sur 160 ainsi cette resistance augmente d'autant plus que le Roue est petite & dans le Rapport de 160 a 92 —

3.o Independament de l'espace que parcourent de plus les pieces ou ancres d'Echappement par ce que le Rateau est plus petit il faut observer que les Balanciers des N.os 6 & 7 font 4 vibrations par seconde et celui du N.o 8 n'en fait qu'une par seconde ainsi la Trainée de l'Echappement dans N.o 8 est par cela seul 4 fois moindre que dans N.os 6 & 7

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On voit par la Les ~~Causes~~ Causes des differences produits par L'Huile mises aux Echappements de Ces ~~Horloges~~ Horloges & Combien celle N.° 8 est encore preferable: La pression ~~sur~~ de la Roue sur Les Rubis dans N.° 8 est plus grande que dans N.° 6 mais le Balancier a une tr.s grande force de Mouvement & d'ailleurs par la Nature des Rubis et de la Roue d'acier trempé le frottement n'augmente pas comme la pression et Les pas parcourus est Considerablement plus petit dans ce Regulateur que dans les ~~autres~~

Le 11.e fevrier

Pour juger si depuis un ~~mois~~ quil n'y a pas d'huile a l'Echappement de L'H N.° 8 ~~les airs sont les mêmes ou plus petits~~ j'ai observé le mouvement de son tambour & posé sur L'établis horisontal.

a 4.h 48' av. 4' 50" arc 230.d -

Le 12 a 8.h m av 4' 52" 1/2 arc pré 230 arc 228 -

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Calcul de la force du Balancier
N.° 6 — N.° 8 —

Balancier N.° 6 a 28 lignes de Diametre Liv. N.° 10 page 1re
pese doré a finis 4 gros = 288 grs voy Liv N.° 10 page 8.
Le Mouvement Libre du Balancier a duré 10' — arc 120°
Le poids Moteur pese 6 lt 6 onces.
La Roue de Cylindre fait un tour en 8 heures
Le Cylindre a 13 lig. 1/2 de Diametre voy Liv N.° 5 p. 52
Balancier fait 4 Vibrations par Secondes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Calcul du Balancier N.° 8 —

Le Balancier N.° 8. a 56 lignes de Diametre
pese tout finis avec les ailes 3 onces 1 gros ½ 22 grains —
Il décrit des arcs de 240°.
fait une Vibration par seconde
Le poids moteur pese 6.tt 1 onces ½
La Roue de Cylindre fait un tour en 12 heures
Le Diametre du Cylindre —

Bal 3 onces 1 gros ½ 22 grains = 25 gros ½ 22 grs = 1858 grains —
56 lig Diam X 1 Vib = 56 X arc 2. = 112 Vitesse. dont
le quarré est —

```
  112
  224
  112
 112
 12544
```

quarré de la Vitesse

Ce calcul est ~~fait~~ porté dans le Liv N.° 13
page 54

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 19 fevrier 1770 –

De L'Echappement

Cet article est porté a la Theorie

Quand on est parvenus a Composer d'après une bonne Theorie appuyée de L'experience un excellent Regulateur et que L'execution repond aux Principes ~~on a~~ etablis on a ~~posé~~ Jetté Les fondements de La Regularité d'une Horloge mais cela ne suffit pas Il reste a entretenir d'une Maniere Constante ~~le~~ Mouvement ~~le~~ ~~Regulateur~~ cela depend –

1.° De cette partie que L'on appelle L'Echappement

2.° du Rouage qui transmet La force au Regulateur et Indique en meme tems les parties du tems mesurée par le Regulateur et 3.° ~~Il faut~~ cela depend de L'égalité de force du Moteur. Je me Contente dans cet article de traiter de L'Echappement

D'après La definition que J'ai donnée de L'Echappement ~~Essai~~ N.° on voit que Son Usage est 1.° de restituer au Regulateur la force qu'il tend a perdre a chaque Vibration 2.° pendant que ~~L'Echappement~~ Le ~~Regulateur~~ Regulateur mesure le tems L'Echappement fait L'office de Compteur et Suspend Laction du Rouage

‡ et S'il est possible Sans lui Causer ni obstacle ni frottement ou tout au moins en le faisant d'une maniere qui demeure Constante –

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

~~L'effet de l'echappement est donc de restituer au Regulateur la force perdue et de permettre au Rouage d'indiquer~~

Il faut donc considerer deux tems dans l'effet de l'echappement celui de l'Impulsion rendue au Balancier ~~et celui~~ pendant lequel la Roue avance d'une partie repondant a une Vibration & le 2e celui par lequel l'action de la Roue reste suspendue et pendant lequel le Balancier fait librement la vibration or pour que l'echappement soit le plus parfait possible il faut que la Roue communique au Balancier au moyen de l'Echappement toute son Action & sans perte cest a-dire avec le moins de frottement possible et dans que l'Impulsion est donnée au Balancier il faut que l'action de la Roue reste suspendue de sorte que le Balancier continue & acheve librement sa vibration avec le moins d'obstacle de la part de l'Echappement

Telle est a peu pris la Nature de l'Echappement en Repos mais tout parfait quil est par la Nature de ses Principes il ~~en~~ resulte de la part de la Matiere & des frottements des obstacles très nuisibles et d'assez de consequence pour causer des ecarts sensibles dans ~~tous~~ les Horloges a pendule meme & a plus forte raison dans les Horloges Marines ou le Regulateur ne peut avoir

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

autant de Puissance ~~C'est pour prevenir~~ C'est l'Echappement
exige Necessairement de L'Huile pour adoucir le
frottement Mais malgré cette precaution ce frottement
change a mesure que L'Huile s'epaissit et il en resulte
Come je l'ai dit des Ecarts dans les Horloges a Pendule
meme Pour diminuer autant qu'il etoit en moi
cet effet dans L'Echappement a Repos j'ai fait celui
de mes Horloges Marines avec des pallets en Rubis ~~d'orient~~
& la Roue d'acier trempé fort dur cela m'a assez
bien reussi mais malgré cette extreme perfection
de l'execution il exige de L'Huile et de la il
est susceptible des changement que ce fluide eprouve
Lors que La chaleur le desseche et le coagule
Je trouve a La verité un Moyen de Lever cet obstacle
c'est de disposer une piece dans L'Horloge qui aie un
Reservoir pour L'Huile de L'Echappement et ~~qui~~ dans lequel
tous les dix jours une piece ~~le gr~~ en prendra une
goutte pour la porter a L'Echappement
c'est ce que je tacherai pour N.° 8 & N.° 6.
Mais pour L'Horloge N.° 9 Je veux faire tous mes
efforts pour y appliquer un Echappement ~~qui~~
ayant les memes proprieté que ceux N.° 6 & 8. N'exige
cependant pas D'huile come eux

Pour parvenir a avoir un tel Echappement j'avois autres fois

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pensé lors que je fis ma Montre Marine qu'il etoit possible de transporter le frottement du Repos sur des pivots pour cet effet la Roue devroit du agir sur des plan inclinés fixes & le Repos sur deux leviers mobiles chacun sur deux pivots concentriques a l'axe de l'ancre les petits leviers servant au Repos cedant et se separant de l'ancre et restant a la circonference de la Roue tandis que l'ancre s'enfonce contre le centre de la Roue ainsi il n'y auroit d'autre resistance que celle des pivots de ces leviers qui seroient très petits et de plus celle d'un ressort très flexible servant a ramener toujours les petits leviers de Repos contre les plans d'impulsion voila pour l'instant de la Vibrations qui fait le Repos mais au retour le Balancier a a vaincre la resistance de l'appui de la Roue sur les petits leviers il est vrai que l'espace parcouru dans cet effet est très petit il n'est que de la quantité requise pour assurer le Repos et que la Roue appuye surement sur le petit levier de Repos au lieu de porter contre celui des plans d'impulsion mais malgré cette disposition le frottement n'est pas encore reduit autant que je le desirerai car il en restera encore sur ces leviers de Repos & pendant l'action de la Roue sur les plans d'impulsions et quand

Na parler ici de l'echappement a detente de Detente l'histoire en mien.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

etre ces frottements sont ils de Nature a Exiger
des Attitude et des Lors ils sont Sujets a des variations
qui quoi que petits sont cependant nuisibles & capables
de Causer de L'erreur dans la Marche d'une Horloge
Marine et L'on sait qu'une telle Machine ne doit
avoir que des ecarts Infiniment petit pour remplir
son objet

A Groslay Le 24 fevrier

+ Nouvelles recherches pour parvenir a La composition
d'un Echappement dont les frottements soyent
les plus petits possible & qui aye cependant
la proprieté de ne pas changer L'Isochronisme
des Vibration donnée par Le Spiral

+ Dans L'Horloge Marine N.do 3. J'avois employé
un Echappement qui presentoit un avantage tres grand
Celui de n'avoir que tres peu de frottements ~~et il tient moins~~
~~de Nature~~ et ~~ce qui~~ la partie Infiniment petite des
frottement restants sont de Nature a ~~etre~~ parfaitement
Constant mais il avoit en revanche le deffaut d'être
fort susceptible (par son Recul) des Inegalité de force
Motrice. J'ai eprouvé avec cet Echappement que le
plus petit changement de force Motrice causoit de
ecarts tres Considerables Je dois cependant observer
que ces ecarts ne sont pas seulement dus a L'Echappement
mais que la plus grande partie appartient au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ressorts Spiraux qui ne sont pas frochrons car je
n'avois pas encore lors que j'executai cette Horloge
de couvert la Theorie du Spiral a au moyen de
laquelle je suis parvenu a donner une grande
justesse aux Horloges N.° 628. Il ne reste meme
quun ecart tri petit appartenant aux Huiles que
les echappements de ces Machines exige et si je-
ne trouve pas mieux Les Navigateurs devroit encore
etre tri Contents puis que dans les cas les plus
defavorable N.° 8 n'a pas avé de demi degré
en Six Semaines et son plus grand ecart
est causé par l'Huile mise a l'echappement
Je pensois que cet Echappement pourroit
se passer d'huile mais par les experiences que
je viens de faire Il ne paroit pas que cela
le puisse

+ Pour donc Revenir a mon Echappement a Crochet &
a Ressort de L'H N.° 3. Je dois examiner s'il ne
seroit pas possible de diminuer son defaut pour
l'inegalité de force motrice et voir jusqu'combien
cela pourroit changer la justesse d'une Horloge Marine
1.° Il seroit necessaire de disposer l'echappement comme N.° 8.
de sorte que le mouvement soit donné au Balancier par un
Rateau &c. par cette disposition le Balancier parcourroit
de tri grands arcs pouvant decrire p.r 360.° ce qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la plus grande Consequence pour que comme je l'ai dit
il faut substituer dans une Horloge Marine la vitesse
du Mouvement du Balancier en place de la Masse on aura
par le moins de frottement une grande force de Mouvem
à la Machine moins susceptible des agitations —
2° Il faut disposer l'Echappement de sorte que le Recul soit
très petit Mais cela supposé possible examinons quel=
effet il en resulteroit pour la justesse de l'Horloge
en supposant encore ainsi que cela arrive des inegalités dans la
force transmise au Regulateur lors meme que le Moteur
est un poids à le Rouage executé avec toute la
perfection que je leur ai donné : Un tel Echappement
etant Necessairement a recul quelle qu'en soit la
quantité il seroit sujet aux defauts que nous avons
observé au Recul voyez Essai - - . C'est que les grands
arcs sont plus vite que les petits ainsi malgré la
proprieté Isochronique du Spiral ‡ a mesure que les
huiles du Rouage s'epaississoient la force transmise
au Regulateur sera plus petite les arcs seront aussi
plus petits et l'Horloge retardera : Mais ce qu'il
faudroit savoir c'est que la seule Experience peut
nous apprendre c'est si la quantité de ce Retard de

‡ si on suppose que l'Horloge venant d'etre nettoyée et
remontée est Reglée il arrivera Necessairement qu'a —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est plus grand ou plus petit que celui causé par le desseichement des Huiles
par l'Echappement a Repos des N.os 6 & 8
~~parce~~ Tout cela nous prouve qu'il n'est pas aisé de choisir et que si on gagne d'un coté on perd de l'autre

Pour ~~approuver~~ mieux diriger nos recherches il faut nous appuyer des diverses experiences faites sur cette matiere: voici ce que j'ai encore eprouvé aujourd'hui des effets des Huiles

~~Alton~~ Horloge Astronomique de Gros Lay de trois mois sans remonter. Lors que je l'eus Nettoyée ~~elle~~ le pendule decrivoit passé 2.° et aujourd'hui que les Huiles sont epaissis elle n'en decrit plus que 1.° degré. elle etoit d'abord reglée à quoi qu'elle decrive de plus petits arcs elle retarde

Dans l'Horloge d'un an j'ai eprouvé a peu près la meme chose et cela est causé d'un tems a l'autre par les huiles tant de l'Echappement que des pivots du Rouage: Et quoi qu'il ~~en~~ y ait de meme de l'Huile des mes Horloges portatives — Cependant l'effet n'en est pres que pas sensible parce qu'il y a moins de Roué & que les pendules ~~ont~~ ont une plus grande force de mouvement & cela est conforme

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

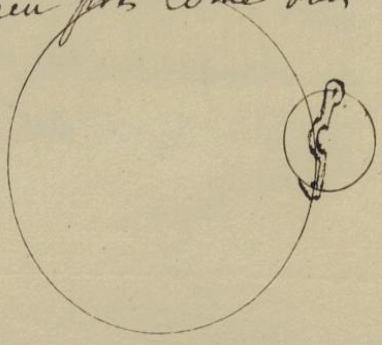
au Principe établi Ess: N°.

Dans L'Horloge Marine N°8 J'ai Eprouvé que les changemens arrivés dans les huiles du Rouage sont a peu-près de 12 ons dans le Moteur — et Le cart est de 2" en 24h voy Liv N° 11 —

Le 26 Fevrier —

Suitte de L'Echappement a Crochet de L'Horloge Marine a deux Balanciers N° 3 —

En examinant avec attention cet Echappement de mon Horloge marine N° 3 a deux Balanciers Je trouve quil est Susceptible de perfection et quil est possible de Reduire Le Recul a meme de Compenser (Le Recul) de facon quil ne trouble pas L'Isochronisme des Vibrations cela depend de La position des levier — qui doit etre telle qu'aussitot que La Roue est entrainée pour degager un des Leviers Ce levier actuellement en prise doit situé dans cette partie de L'arc ou non Seulement il ne produit plus de recul mais meme la Roue va en avant malgré que le Balancier Continue a aller du meme Coté a peu près Comme dans la figure ci dessous



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 8 Juin 1770 a Groslay

Nouvel Examen de L'Echappement, ~~que Je~~ d'une Horloge Marine, celui a Rubis me paroit encore Merter la preference pour N.° 9 ——

Apres avoir murement reflechis sur l'echappement que Je dois employer pour mon Horloge N.° 9 Je pense que Je dois encore pour le present m'en tenir a celui a Repos a Rubis pareil a ceux des Horloges N.° 6. 7. 8. : L'effet de cet Echappement est sur et Invariable — Certitude qu'on ne peut Jamais avoir avec ceux a detente & Libres dont Jai parlé cy devant ils ~~ont~~ ont des Inconvenients le ~~doute~~ qui peuvent ~~etre~~ ~~tres~~ ~~et~~ nuisibles : Le seul defaut de L'Echappement a rubis c'est qu'il exige necessairement de L'huile & que par cela meme la resistance ~~varie~~ qu'il oppose au mouvement du Regulateur varie selon que L'huile est plus ou moins epaisse et ces changemens des frottements en causent Necessairement dans la durée des oscillations du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faite avec les Hor. N.° 608.

Regulateur ainsi que l'experience en a justifié 18
le raisonnement ~~du~~ Mais cet obstacle ce defaut
assés essentiel de cet Echappement a des bornes
connues et dont on pourroit tenir compte
s'il n'y avoit pas moyen d'en reduire la
quantité de l'écart qu'il peut causer dans
la marche des Horloges Nous allons donc
continuer comme nous l'avons deja fait dans la
construction de l'Horloge N.° 9 a tellement
diminuer l'effet de la difference que l'huile
mise a l'echappement cause a la marche des Horloges
que cette difference puisse etre regardée comme nulle

1.° C'est particulierement de la grande Puissance du
Regulateur & de la diminution de ses frottements que
j'ai toujours esperé a detruire cet effet de l'echappement
car il est evident que plus le Regulateur sera puissant
et libre & moins la force motrice devra etre grande
pour entretenir son Mouvement (Eff N.° 1610)
et par une suite de cette propriété les ~~petits~~ differens
de la force motrice, & de l'Echappement qui les troublent
auront moins d'influence pour troubler l'Isochronisme
des Vibrations

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

(N° 9)

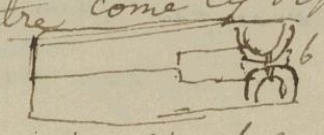
Le Balancier et tout ce qui le Concerne comme Regulateur a été disposé avec ces vues ainsi que je l'ai exposé assez au Long en traitant de la Construction de cette Horloge N° 9 dans le Livre N° 11 et il est tel qu'indépendament la diminution des frottements la force de Mouvement est a celle du Balancier N° 8 comme 792 : a 204 ou en voici comme 4 a 1 — mais le Regulateur de ma Nouvelle Horloge aura de plus l'avantage davoir beaucoup moins de frottement : 1° parce que les Rouleaux seront plus grand a proportion du Diametre de leurs pivots et 2° parce que l'axe de Balancier sera plus petit celui N° 8 a 1 lig diam celui ci n'en aura que $\frac{3}{4}$ lig. cet comme 3 a 4 : & les pivots seront comme 10 a 12 : ainsi pour cette partie les frottemens seront comme 30 a 48 : ou 5 : a 8 — enfin les Rouleaux sont tellement disposés dans ma Nouvelle Horloge que chaques pivots sont egalement pressés les Rouleaux etant a egales distances des pivots et en englisant ainsi le frottement celui en diminuë encore la quantité

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Comment il est possible de conserver l'uniformité des frottements de l'Echappement a Rubis au moyen d'une detente qui renouvelle l'huile de tems en tems par l'Action meme de l'Horloge

J'ai deja parlé page 25 de a moyen de conserver l'huile très sensiblement dans le meme etat en la renouvellant tous les 10 jours il me reste a detailler ici les moyens d'appliquer & de faire cette detente: de la quelle j'ai fait le Modele

J'ai pris pour cet effet deux especes de Coquet de Coq en Cuivre les sommets des Cones sont mis l'un contre l'autre come cy dessous ces Coquets sont



Cy opais & creusés assés fort pour contenir une certaine quantité d'huile: ils sont percés au sommet de chacun un trou qui communique l'huile des Reservoirs a la Jonction b. c'est par cet endroit que l'huile doit servir a renouveller celle de la Roue d'Echappement Ainsi en Approchant ce Reservoir (porté par une detente) du Coté de la Roue et de sorte que les dents de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Roüe d'Echappement prennent un peu d'huile en passant et cela sans que ces dents touchent a la detente seulement a l'huile porté par la detente de reservoir

Maintenant il s'agit de trouver un moyen sur pour faire que la Roüe d'Echappement lors que la detente s'en approche soit tous les 15 jours ou tous les mois ne prennent pas plus d'huile qu'il ne lui en faut mais seulement ce qu'il faut pour renouveller celle qui a du se desseccher pendant cet intervale de tems - or pour obtenir surement cet effet il est necessaire que la detente reste approchée de la Roüe toujours pendant le meme tems comme par exemple 10 secondes ce qui repond au passage de 3 dents de la Roüe d'Echappement

Je trouve que l'on peut obtenir cet effet assez simplement au moyen d'une etoile et d'un sautoir on fera mouvoir l'etoile par une cheville a corne attachée a un des coqs du poids cette cheville a chaque fois que l'on remontera l'Horloge entrera entre deux dents de l'etoile qui lui est perpendiculaire et la cheville conique ou plan inclinée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du poids fera sauter une dent de l'étoile ~~et~~ —
L'étoile est maintenuë par un sautoir celui ci 20
portera outre le sautoir un bras sur lequel
sera attaché le reservoir pour que ce bras
après près de la roue d'échappement a chaque revolution
de l'étoile et y porte l'huile convenable
pour renouveller celle de l'échappement l'étoile
portera un bras qui a l'instant que la dernière
dent passera ecartera le sautoir plus que les
dents de l'étoile ne peuvent le faire et de sorte
que le second bras du sautoir ~~portera~~ presentera le reservoir
a la roue d'échappement & que ses dents en
passant prendront un peu d'huile

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 4 Juin —

Recapitulation des changements qui sont survenus dans la marche de L'Horloge Marine N.° 8 et des causes qui les ont produits : ainsi que cela est porté Liv N.° 11

A Paris avant le depart de l'Horloge Retardoit 4'' : Th 13 3/4 Rat 13 1/2

A Rochefort L'Horloge N.° 8 Retardoit de 4'' 35

(Voy: Liv N.° 11 pag. 192.) c'etoit en N.bre 1768

A S.t Dominque en Juin 1769 Retardoit 11,''61.

et ce Retard s'est accru de sorte qu'il etoit enfin 18,60

Donc la difference est devenue 14,''25: c'est au un an passé que ce Retard s'est ainsi accru —

J'ai decouvert par mes Experiences portée Liv N.° 11 — les causes de cette difference — il est bon de les representer ici sous un seul point de vue afin que cela me serve pour la construction de mon Horloge N.° 9 — et en general pour la perfection de ces Machines —

Les arcs de Vibration du Balancier avant le depart etoient 240.° : (page 83) N.° 11) : Th 13 Rat 13 (page 85) et page 216: arc 210 Donc difference dans les arcs 30.°

Th : 14 Rat 13 difference 1.°

L'Horloge Retardoit 24'' en 24 heures le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mouvement hors du Tambour au Retour a Paris page 224.

Dans son Tambour Ret 21" en 24h page 282 —

Les arcs étant 210d Mouvement hors du Tambour L'Horloge Retarde 14" 1/2 en 12h (pag 288) = 29" en 24h et Ret. 10" 1/2 les arcs étant 240d avec un poids ajouté pesant 2lt 3/4 (pag 288) Difference 8" en 24h causée par celle de 30d dans les arcs: Cela avant d'avoir rien changé au Mouvement, avant ~~que~~ de renouveller L'Huile de L'Echappement

page 289 Je trouve qu'ayant mis de L'huile a L'Echappement sans ôter L'ancienne huile. L'Horloge a ~~avancé~~ Retardé 21" 3/5 au lieu qu'auparavant c'était 29" Difference causée par L'huile 7" 2/5 en 24h.

Les arcs sont devenus 230d après avoir mis L'huile a L'Echappement donc L'huile les a fait augmenter de 20d. L'extendre des arcs cet effet est causé par la resistance des huiles epaissies et que L'huile renouvellée a delayée —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

(page 244) et 245

12 onces ajoutée au moteur ont fait decrire 240° au Balancier au lieu de 230°
et cette difference dans le poids et les ~~l'etendue~~ l'etendue des arcs a fait avancer L'Horloge de 2''½ en 24h.
Ce qui prouve que Le Spiral n'est pas parfaitement Isochrones ~~Ainsi le fait~~

Remarque essentielle sur Lexperience precedente —

En Reflechissant murement sur les Experiences precedentes Je trouve qu'après avoir mis de L'huile a L'Echappement L'Horloge ayant avancé de 7''½ par Jour ~~cet effet~~ est ~~uniquement~~ principalement dû au Spiral qui n'est pas parfaitement Isochrone ainsi que l'experience cy dessus le prouve : Car si 10° de difference dans les arcs ont fait avancer L'Hor. 2''½ en 24 : 20° de difference qui est survenue dans l'etendue des arcs après avoir mis de L'huile a L'Echappement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

~~aura~~ ont du causer par ce meme effet du Spiral une difference de 5'' en 24h. ~~dans~~ 22

Or comme L'huile mise a L'Echappement a fait avancer L'Horloge de 7''$\frac{2}{5}$ en 24: ~~et~~ augmenté les arcs de 20°. Je trouve que L'huile epaissie ~~a rétrogradé~~ a causé reellement par sa resistance ~~que 2''$\frac{2}{5}$~~ que 2''$\frac{2}{5}$ en 24 heures depuis ~~en 24 depuis~~ le depart de L'horloge jusques a son retour le ~~Balle~~ ~~balle~~ appartient au manque d'Isochronisme du Spiral # — Ce qui prouve encore mon Raisonnement c'est — qu'avant de mettre de L'huile a L'Echappement L'addition d'un poids de 2h. $\frac{3}{4}$ (page 238) a augmenté les arcs de 30°. et L'Horloge a avancé de 8'' en 24h. # car ~~ajouté~~ doigts au 5'' cy dessus pour 20 degrés 2''$\frac{1}{2}$ dont L'Horloge avance avec 12 onces ajouté au poids p. faire de cette 240 quantité dont elle avanceroit effectivement si toutes les parties étoient remises en leur premier etat, — Je dois observer ici que cette quantité 12 onces ajoutée au moteur equivaut a la difference survenue dans les huiles du Rouage et des Roulean —

2e. Remarque: On pourroit trouver un moyen de Compensation au Retard causé par la Resistance des huiles de L'echappement et cela bien simplement par le Spiral qui devroit un peu avancer par les petits arcs au lieu que dans N° 8 les petits arcs Retardent —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Liv. N°. 11 page 245:

Le Th etant a 14d Rateau etoit a 12d ½. ainsi le Rateau etoit pris 1d ½ de diff. Je l'amenai aussi a 14d: En cet Etat L'Horloge avance 4" en 24 heures ainsi le Rateau est trop avancé - Car L'Horloge devroit Retarder au lieu d'avancer

page 253 ayant Netoyé L'Echappement et fait Marcher L'Horloge sans huile et ensuitte avec de L'Huile je n'ai ~~pas~~ appercu que fort peu de Difference dans la marche de L'H. il peroitroit meme que L'huile ~~le fait~~ mise a L'échappement fait retarder L'Horloge

page 253 Le Rouage etant Netoyé L'Echappement ~~ec~~ Remis en son p. etat Les arcs sont 280d. ainsi Le diff: 10d Restant appartient aux huiles des pivots de Rouleaux -

~~page 254~~ (page 246) Th 13 Rat 13 ainsi le Rateau ~~L'Horloge~~ est au meme point qu'avant le depar L'Horloge avance en cet etat de 4" en 12 heures = 8" ~~en 24h~~ et auparavant elle Retardoit (voy pag 239) de 10" ½ en 12h = 21" en 24h ainsi 1d ½ de L'index a fait avancer L'Horloge de 29" en 24h

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Horl. sans huile a l'Echappement Av: 2" en 24 —
et avec de l'huile n'a pas avancé ains. cause un retard de 2".

page 254

Le Mouvement dehors de son tambour l'échappement ayant été Netoyé & sans huile Horl. av: 4" 1/2 en 24 heures

Le Mouvement dans son Tambour & sur la Suspension Horl av. 8" 5/6 en 24h. Echappement sans huile

Difference causée par le Tambour & la — Suspension 4" 2/6 (a)

on voit par plusieurs Experiences que les arcs de Vibrations du Balancier soit quil y ait de l'huile fraiche a l'Echappement ou quil n'y en ait point du tout sont sensiblement les mêmes ~~voyez~~ aussi de l'autre Coté de ce Livre les Experiences faites la dessus ~~et de tout cela il resulte que le grand deffaut~~

(a) L'Horloge avance dans son tambour parce que le mouvement du Balancier tend moins a l'ebranler quil ne fait sur la ~~la~~ Cage: Les Vibrations en deviennent plus etendues & comme les grands arcs sont plus vites l'Horloge avance —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Resultat de ce qui precede

Enfin de toutes les Experiences que je viens de Rapporter il resulte que les Retards qui sont survenus a mon Horloge (N°8) pendant les Epreuves en mer &c. sont principalement ~~dus~~ ~~Car~~ ~~lequel~~ au Defaut d'Isochronisme du Spiral, S'il eut été parfait il n'y auroit eu qu'un tis petit Retard causé par l'huile de L'Echappement Or il est possible d'obtenir un Spiral qui soit non seulement Isochrone mais qui corrige de plus Leur Retard ~~Retard~~ quantité de Retard dont l'epaississement des huiles affecte effectivement L'Horloge (a)

Une autre Cause de Retard qui s'est manifestée dans cette Horloge pendant L'epreuve est dû au changement survenu dans le pince Spiral lequel a Retrogradé de 1.d passé. Il est bien de Consequence d'empecher un effet aussi nuisible et j'espere L'avoir prevenu dans L'Horloge N° C) en faisant les leviers tout

(a) d'où il faut conclure le Necessité d'avoir un Spiral Isochrone et de Conserver des huiles fluides a L'echappement et empecher toute Retraction ou Changement dans les Mechanismes de Compensation

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'une pièce & parfaitement inebranlable ce qui n'a pas lieu dans mes autres Horloges ou ces leviers 24
sont a frottement composés de plusieurs pièces qui ont pu bouger ainsi que cela est arrivé dans le transport de Paris a Rochefort voy. Liv. N° 11 page 81. : Le Mechanisme de Compensation de l'Horl. N° 9 sera d'ailleurs beaucoup plus solide que celui de N° 8. Car le chassis est plus long & les tringles plus forts : voy. Liv. N° 11 pag 105 & Suiv. .

Maintenant que j'ai decouvert très surement les causes des Retards de mon Horloge N° 8 Je puis continuer ~~celle~~ N° 9 sur le plan que j'ai fait sans rien changer a la construction ni a celle de l'Echappement en donnant a toutes ses parties la perfection quelles demandent & particulierement au Spiral Je n'aurai plus a craindre les memes obstacles et Je puis même perfectionner mes Horloges N° 6. 7 & 8. d'après cet Examen : Et puis qu'en ayant un Spiral parfait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Isochrones & le Mechanisme de Compensation corrigé & rendu Immuable ~~Il faudroit me fait~~ ~~cité~~ on peut se passer du Levier a Reservoir cependant l'employerai cette precaution dans L'Horloge N.° 9 cela donnera encore une plus grande precision –

Note

Je trouve quelques differences dans la marche de L'Horloge a chaque fois que L'Echappement ou le mouvement ont été demonté

Remarque sur Leffet tis sensible du ressort Spiral.

Je trouvai avant de toucher au ressort Spiral qu'il etoit 1.° ½ passé (voy pag 245) plus en arriere qu'avant le depart de L'Horloge et en cet etat (pag 239) L'Horloge retardoit 21" par jour Je ramenai ensuitte Le ressort Spiral a 18.° le Jh etant aussi a 13 (page 246) et L'Horloge avançoit de 8" en 24 ~~cela donc~~ 1.° ½ passé du ressort Spiral ont donc fait avancer L'Horloge de 29" en 24 hr

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Conclusion relative a L'H: N.° 9.

On voit par la combien il est de consequence que les Mechanisme de compensation soit parfaitement immuable ainsi l'extreme exactitude que ~~la perfection~~ je me propose d'obtenir de mon Horloge Marine N.° 9 ne depend pas seulement de la perfection que je me suis efforcé de lui procurer non seulement par la Nature de tous les Principes qui servent de fondement au Regulateur a la precision ~~de L'H~~ Mouvement a L'execution &c. Mais elle doit sur-tout etre fondée sur le parfait Isochronisme du Spiral par tous les degrés que je sais maintenant que le Balancier peut avoir a la longue et enfin cette justesse depend comme je viens de le faire voir d'une constance immuable dans l'etat du Mechanisme de compensation lors qu'il ~~retient~~ aux mêmes degrés et la plus petite Erreur est de consequence c'est aussi a cela que j'ai donné toute ~~les~~ attention possible dans la construction de cette nouvelle Horloge et j'espere que le succès repondra a mon attente et a mes soins

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Remarque sur les Experiences Requises pour choisir et obtenir un bon Ressort Spiral Isochrones

Les Experiences que j'ai faites depuis le retour de mes Horloges m'ont prouvé que le Spiral de l'H N° 8 n'est pas parfaitement Isochrone ~~cependant~~ je l'avois cru aussi bien lors que je m'en servois mais je viens de revoir mon Journal & je trouve (page 68 liv. N° 11) que je ne fis marcher que pendant deux heures l'Horloge avec un meme poids au lieu qu'il est necessaire de la laisser marcher au moins 12 heures de suite avec un meme poids.

2e Remarque

Lors que l'Horloge N° 8 fut achevée & avant de partir pour l'epreuve elle decrivoit 240 et a son retour ne decrivoit que 210 : donc les changemens des les huile resistans fortement ont diminué les arcs de 30 degrés : or de ces 30 degrés il y en a 20 qui appartiennent aux huile de l'Echappement et les 10 autres degrés appartiennent aux huiles des pivots des Rouleaux & du Rouage. Il seroit donc bien essentiel de pouvoir renouveller l'huile de l'Echappement non seulement pour conserver les Vibrations de meme etendues mais essentiellement parce que l'huile epaisse dans l'Echappe-

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Suitte d'observations relatives aux causes
de retard que l'Horloge N°8 a eu pendant
les 14 mois d'epreuve

Le retard de l'Horloge N° 8 etoit a
Rochefort de 4", 35 et il est devenu
18, 60 : difference dont il s'est accru
est de 14" 25.

Voici ~~les~~ certainement les quantités & les causes
qui ont produit cet ecart

~~Par le non Isochronisme du Spiral~~

L'huile mise a l'Echappement a augmenté
l'etendue des arcs de 20.° & l'Horloge a avancé
de 7" $\frac{2}{5}$ mais par les experiences très sûres
que j'ai rapporté ci devant 20.° de difference
dans l'etendue des arcs par le non Isochronisme fait avancer l'Horloge
de 5" ôté de 7" $\frac{2}{5}$ reste 2" $\frac{2}{5}$ quantité
seulement qui appartient a la resistance des
huiles de l'Echappement
Et pour 30 degrés de difference dans l'etendue

* ment tend a produire deux effets nuisibles 1° a diminuer l'etendue
des vibrations 2° a ~~retarder~~ faire retarder l'Horloge. ~~et~~ par sa plus
grande resistance. au lieu que l'huilage des huiles des pivots
du Rouage ne peut ~~tant~~ que diminuer l'etendue des vibrations lesquelles
etant supposées Isochrones ne seront point affectés de ce petit changement
d'etendue dans —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des Arcs de Non Isochronisme Cause
$7''\frac{1}{2}$ ++ ajouté à cela $2''\frac{2}{3}$ Resistance de l'Echappement on a
pour ces deux Causes l'ecart $9''\frac{9}{10}$
les quelles retranchées de 14,25 Retard ~~total~~ pendant l'Epreuve
Reste 4,35 quantité qui appartient
au changement arrivé au pince Spiral

Voici cy apresson L'explication de ~~la dernière~~ cette cause d'erreur qui a été produite par le pince Spiral

N° 2 Lors que j'ai demonté l'Horloge pour en prendre les dimension j'ai trouvé que les points de Contact des Leviers de Compensation étoient marqués assés fort il y avoit meme au petit Levier du pince spiral des marques de Rouille ~~voilà donc~~ et un Creux assés fort voilà donc la Cause des $4'',\frac{35}{5}$ cy dessus à les leviers n'ont pas tourné depuis Rochefort
Il est necessaire ~~que~~ pour eviter ces deffaut ~~il faut~~ de mettre de L'huile a ces points tenir ces parties fort dures à leur donner plus de Surface ——

++ ~~Ils~~ La difference est trouvée de 8''

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Recapitulation des Ecarts survenus a L'Horloge N.° 6 pendant l'Epreuve en Mer & Les Causes —

Livre N.° 11 2.e Partie page 41 —

(page 85. 1.re Partie) etat de L'Horloge a Rochefort Th 13 Ret 26.

La Cheville du Balancier est de 3.d a droite de son Repaire effet causé par le Spiral qui — est rouvert — faute d'avoir été assez chauffé.

Page 43 Th: 13.d 1/4 Index 25.d L'Index est donc changé d'un degré 1/4 depuis le depart de L'Horloge

Arc de Vibration 115 degrés
avant le depart etoient 130 differ. 15.d

page 45 & 46 Experience par laquelle il est prouvé que le Spiral n'est pas Isochrone : Car, en ajoutant — 2.tt au Moteur L'Horloge ~~et Pol. Lent 130~~ retarde 12" en 12 heures 24 — en 24.h ~~tt~~ et sans addition au poids, Balancier decrit 115.d L'Horloge retarde 20" 3/4 en 12 heures difference 8" 3/4 en 12 heures et 17" 1/2 en 24 heures

Or cette quantité appartient uniquement au non Isochronisme du Spiral puisque les huiles pendant les deux Experiences n'ont pas changées tt et le Balancier decrit 130.d

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

page 46

mis de L'huile a L'Echappement les arcs sont
levens 120d. differ. 5d. L'Horloge a avancé par
cette augmentation d'arc de 7½ en 24 heures.
mais par L'experience precedente le Non Isochronisme
du Spiral a causé 17"½ pour 15d = 5" 5/6
pour 5 degrés Reste pour L'effet du Retard —
appartenant aux huiles 1" 4/6

page 48 L'Horloge après avoir mis L'huile a
L'Echappement Retardoit 17" en 12 heures = 34 en 24 heures
et auparavant Retardoit 20 3/4 en 12h = 41"½ en 24 heures

page 49 Ramené La cheville du Balancier a son
Reparée et L'Horloge ne Retarde plus que
de 7" en 24 heures Mouvement dans
son Tambour & sur sa suspension voila
une difference Considerable causée par ce
changement du Spiral qui etoit dans un
etat forcé Il est donc bien essentiel —
d'en fixer la figure.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

page 60.

Netoyé L'Echappement & fait marcher sans y mettre d'huile Les arcs sont de 105.° et L'Horloge retarde de 24" $\frac{3}{4}$ en 24 heures —

mis de L'huile a L'Echappement arc sont 120.°
L'Horloge avance 5" $\frac{1}{2}$ en 24.h —
24.h
29" $\frac{1}{2}$

Ainsi dans cette Horloge L'huile mise a L'Echappement cause une grande difference dans L'Etendue des arcs et comme le spiral. Netr pas Isochrone cela change tré sensiblement la marche de L'Horloge
La difference dans les arcs est ici 15.° or pour 15 degrés le non Isochronisme du spiral — change de 17" $\frac{1}{2}$ en 24 heures : La difference dans la marche cy dessus a été de 29" $\frac{1}{2}$ — L'Horloge sans huile ou avec de L'huile Reste donc 12" de difference dont une partie appartient au Retard que cause L'Echappement Lorsqu'il.

29" $\frac{1}{2}$
17" $\frac{1}{2}$
— 12" 0

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n'a pas d'huile difference d'autant plus sensible
que le Balancier n'a pas une grande force
de mouvement relativement a la trainée
et a la pression de l'Echappement.
Enfin une partie de ces 12'' appartient
aussi a une autre cause que j'avois oublié
d'employer c'est que le mouvement de l'Horloge
lorsqu'il ~~elle~~ marchoit sans huile etoit posé sur
l'Etablis & apres y avoir mis de l'huile
je l'avois mis dans son tambour et dans
ces derniers cas cela fait avancer l'Horloge
j'ai trouvé pour l'Horloge N° 8 la difference
~~pro~~ dans ces deux cas de 4'' ½ en 24 heures
et peut etre dans cette Horloge N° 6 cette
difference est elle plus grande c'est une
experience qui me reste a faire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Comparaison des Resultats des deux Horloges Marines N.os 6 & 8 — 29

Pendant les Epreuves que ces Machines ont subit a la Mer pendant un an passé — meme 13 mois en comprenant celle de Rochefort — mes Horloges ont eu un Retard qui s'est — toujours accru Les Recherches que j'ai fait — m'ont heureusement Instruit des Causes de leurs Erreurs ~~dont les Causes~~ et ces causes sont les mêmes — c'est dans l'une & l'autre 1.o Les Ressorts Spiraux qui ne sont pas parfaitement ~~le non~~ Isochrones ~~des Ressorts Spiraux~~ 2.o quelques changemens — survenus dans le Mechanisme de Compensation 3.o un Retard causé par l'epaississement des huiles de l'Echappement. Et dans l'Horloge N.o 6 une Cause de Retard qui lui est particulière et qui a causé le plus grand ecart — c'est le changement survenu dans la figure du Spiral ce qui avoit porté la cheville — du Balancier 3.d a droite et le Spiral dans cet etat forcé a fait retarder tout a

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Coup L'Horloge or cet effet sép —
necessairement produit par la grande
chaleur et cét aussi après le Voyage a St.
Dominque que le Retard de L'Horloge
pa 6 séc si fort accru car sans cet-
accident elle alloit dune Justesse Incroyable
cette Horloge avec les Correction que
Jai deja proposées est Susceptible dune
tri grande exactitude et perfection —
ainsi dans mon Traité des Horloges Marine je m'appliquerai
egalement a perfectionner cette Machine
ainsi que les N.os 8 & 9 :

Un autre ~~effet~~ cas des Horloges que Jai Eprouvé et dont il-
faut rendre raison de la Cause cét celui que Javois
dit qui devoit avoir lieu si on faisoit marcher les
Horloges dans le tambour & dehors du tambour
Javois Supposé que cela devoit faire quelques
differences dans la marche des Horloges & cét ce qui
a en effet eu lieu ainsi que Lexperience la Confirmé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le Mouvement ~~etant~~ hors de son Tambour & simplement posé sur L'etablis retarde et il avance au Contraire Lors qu'il est dans son Tambour La Cause qui produit cet effet est toute simple : le mouvement en marchant ~~simplement~~ sur L'etablis ne se trouve pas assez solidement attaché ensorte que les oscillations du Balancier L'ébranlent ce qui diminue Nécessairement L'etendue des ~~vibrations~~ arcs qu'il décrit or les vibrations plus petites sont plus lentes ainsi L'Horloge retarde ~~or~~ mais Lors que le Mouvement est placé dans son Tambour & sur sa suspension il est au Contraire fixé très solidement & la Masse du tambour rend nulles les Impressions par lesquelles chaque oscillation du Balancier tendant naturellement a ébranler le Tambour Le Balancier ne perd donc pas de son mouvement ses oscillations augmentent d'etendue & ~~l'Horloge~~ avance parce que le spiral n'est pas parfaitement Isochrone et que les plus grands arcs sont plus vifs. C'est La meme Cause qui fait avancer L'Horloge N° 8 Lorsque le vaisseau etoit en Rade car selon M Pingre il pretend que L'Horloge avançoit en Rade si cela est effectivement cela vient de la meme cause En Rade le vaisseau est moins agité le Balancier decrit de plus grands arcs & L'Horloge avance Les grands arcs etant plus vifs

Selon le Journal des Messieurs De Fleurieu & Pingré il paroit que les Horloges etant a terre ont eu quelques Irregularités Je les attribuée aux effets de la Suspension : qui ne voyant j'amais assé parfaitement son aplomb a terre qu'en Mer : ~~a ter~~ Les Horloges etant a Terre le Tambour dont que l'on a remonté les Horloges peut rester un peu plus ou moins Inclinés et cette petite difference rend les arcs un peu plus grands ou plus petits par consequent L'Horloge avance plus ou moins le manque d'Isochronisme dans les Vibrations y Contribue encore & aussi la difference des frottemens le Balancier etant parfaitement Horisontal En mer ce defaut ne peut avoir lieu — Car les Balancements Successifs du Vaisseau dont tous les tems fait garder au Tambour une position Moyenne & Constante — Le Balancier décrit donc Sensiblement des arcs de meme etendue —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 21 Juillet 1770 —

Des Moyens de rendre mes Horloges Marines les plus simples & d'une Execution facile en sorte qu'elles soyent moins couteuses et plus promptement faites & qu'on en puisse avoir en plus grand nombre pour la Marine ——

Mon Horloge Marine N.° 9 est presque totalement finie il ne reste que L'Echappement a placer on travaille a L'achever J'espere donc la faire marcher la semaine prochaine et J'ai lieu de croire que ce sera la plus parfaite de mes Horloges Je n'y ai rien epargné pour cela : Mon but en la construisant & L'exécutant a été de Rassembler en elle tous les moyens de parvenir à la plus grande exactitude sans m'embarasser des peines & des depenses : Je n'ai point pensé cependant qu'elle ~~fallut~~ dut servir de Modele & que tout les Horloges employés dans la Marine dussent etre tout a fait pareilles a celle cy mon Intention a été de montrer ce que L'on pouvoit faire de plus parfait et de partir de La & de ses Principes pour en Composer dans le meme esprit mais plus simples & plus faciles pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

employer dans la Marine. En un mot celle cy doit servir de Modele en grand pour me diriger dans ~~l'application~~ la Composition de celles qui doivent etre mises en usage soit pour La Marine du Roy ou la Marine Marchande.

Maintenant pour Connoitre Les limites que Je dois me prescrire pour parvenir au but que Je me propose c'est a dire de faire les Horloges Marines les plus exactes par ces moyens les plus simples les plus facils enforte que leur prix soit a la portée de tous Les Navigateurs : Je dois observer que L'Horloge Marine N.° 6 a donné une tres grande Justesse pendant les six premiers mois de L'Epreuve en Mer dans le voyage fait par Mrs De Fleurieu & Pingré or cette Horloge est plus facile a executer & moins Couteuse que celle N.° cy Le grand volume de cette derniere augmente Considerablement Les difficultés de Execution & les depenses quoi quier meme tems sa Construction soit plus simple que N.° 6 & superieure a tous egards

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il est donc possible de faire aisement des Horloges Marines dans le volume du N.° 6 et en combinant sa construction de façon a reunir les avantages du N.° 9 —

Je fais aussi travailler a une Horloge Marine a pendule dans le vue d'obtenir la Machine la plus simple — Je cest ~~[illegible]~~ une tentative car je n'ose encore me flatter que le pendule puisse servir de Regulateur d'une Horloge Marine mais cela vaut bien la peine de s'en occuper et de faire son possible pour la faire Reussir cette application seroit la plus heureuse pour les Navigateurs j'en avois formé le projet en 1764. presque toute la Machine etoit faite lors que j'en deposai la meme année le plan & la description a l'Académie depuis ce tems j'ai imaginé des moyen plus exacts & plus sur et construit une Horloge a tous egard beaucoup plus parfaite enforte que j'ai abandonné le travail comencé en 1764 et que j'en fais une tout en entier et je pense que si une Horloge marine a pendule peut servir en mer que ce sera celle cy Je fais presser son execution que je dirige & fais en partie moi meme afin de lui donner ~~toute~~ la perfection desirable j'ai decrit cette Machine dans des cahiers particuliers — ainsi je ne le repete pas ici —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais en attendant que l'experience aie decidé du succes d'une Horloge a pendule — Je vais m'occuper très serieusement a la Combinaison d'une Horloge a Balancier simple a moins couteuse que N°9 —

De la Suspension et de sa Caisse —

Pour diminuer la depense du tambour Je ne le ferai pas de toute la longueur de la descente du poids mais on pourra comme je le fais pour l'Horloge N° 10 a pendule attacher les poids au fond d'un tambour en Cuivre de la hauteur suffisante pour contenir le mouvement : Le poids ou lest du tambour sera attaché a la platine du poids et une ~~lattote~~ lattote de fer blanc qui s'attachera au fond ou bas du tambour enfermera le poids et garantira le mouvement de la poussiere Je donnerai au moins 12 pouce de descente au poids mais comme cela agrandit un peu trop la Caisse on baissera le centre de suspension afin que le tambour aura seulement 6 pouces de hauteur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

J'adopterai volontiers la meme grandeur que N° 8 — qui fait la grandeur Moyenne en N° 6 & N° 9 —

La Suspension de la meme force que celle N° 8. ou de celle que je desine a l'Horloge a pendule N° 10 — Mais disposée Come celle N° 9 qui est fort simple & Solide —

Du Rouage —

J'avois fait un Plan pour l'Horloge N° 9 a ressort voyés ~~le~~ Livre Manuscrit N° 11 page 98 & suiv. Ce Plan avoit divers avantages par rapport a l'exécution du Rouage : Come j'ai fait cette Horloge a poids — J'ai aussi changé le Rouage parce que je trouvai plus simple de supprimer la Roue de Renvoi pour les heures Cependant quoi quil y ait deux Roues de plus il seroit plus avantageux de s'en servir car — Lors que la Roue ~~des~~ Cylindre fait un tour en 12. heures & sert a marquer les heures cette Roue — devient fort grande & son pignon ~~plus~~ fort petit or j'ai montré Liv: N° 11 page 123 que par la disposition que j'y propose les pivots du pignon de Minute ont beaucoup moins de frottement et que le pignon

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

s'executera plus facilement et solidement les ailes etant beaucoup plus solide quoi que fort nombrés : C'est un Rouage de cette espece que j'employe pour L'Horloge a pendule N° 10 Ce meme Rouage peut egalement servir a cause de sa bonne disposition pour une Horloge a Balancier Je ai tracé un Plan qui est bien a son execution avance parce que j'employe des pignons a d'autres parties faits qui etoient destinée pour une Horloge dans le gout de N° 8 mais a Ressort le meme Plan doit servir pour les Horloges a faire

Du Regulateur a des Rouleau

Le Regulateur sera un Balancier qui fera 4 Vibrations par secondes il peut avoir 3 pouces des Diametre.

Les Rouleaus seront de la meme grandeur que ceux N° 8 a dans les memes proportions.

L'axe de Balancier ou les pivots $\frac{6}{12}$ lignes de Diametre

Les Rouleau entierement disposés comme dans N° 9 avec des ponts ce qui rend l'execution plus facile

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et Sures

Les Cages & platines des Rouleaux dès posée comme N°. 9 — qui est très bien

L'Echappement

Sera le meme de mes autres Horloges Roue d'acier pallette en rubis : La Roue de 20 dents &c — Comme N°. 627. Je preffere cette Roue parce qu'elle est plus facile —

La — Compensation

Sera exactement le meme que N°. 9 Le chassis de toute la longueur possible fort Large — les tringles forts & solides en un mot. la meme chose plus en petits que N°. 9 —

Remarque

Par le Calcul que je viens de faire Je trouve que le Balancier ayant 3 pcs Diam et pesant 4 gros auroit à peu près la meme force de mouvement que N°. 8. dans celui ci la force seroit 79968. et le Balancier auroit 83744 etant de 3 p.s pesant 4 gros & devoient les meme arcs que N°. 8 —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

De la Cage du poids

Les pitiés de cette cage seront disposés comme dans N.° 10 a pendule. C'est a dire quils auront leurs place a la platine du Regulateur (qui servira meme lors quon les ouvera) afin ~~que~~ de pouvoir faire marcher l'Horloge hors de son tambour ainsi les pitiés du poids seront dans ce Cas ajustés avec le mouvement & lors qion placera le tout dans le tambour ces memes pitiés s'adapteront & gouspileront au fond du tambour : Il sera facile lors que lon aura percé les trous de ces pitiés a la platine de les percer au fond du tambour aux points correspondant pour que dans les deux Cas le poids garde la direction et la Corde son parrallelisme

Les pitiés du poids auront la meme hauteur que ceux N.° 10. afin que le poids aye 12 pouces de descente

Le 26 Juillet

Suitte de la disposition de L'Horloge marine

Le Plan de L'Horloge qui avoit été commencé pour
être a Ressort de la meme grandeur que N.° 8. et
qui est marqué (N.° 8 bis) peut très bien servir --
pour aider a tracer un Nouveau Plan d'après les Corrections
demandées Les Rouleaus en sont fort grand (31 lignes passé)
ce qui seroit fort avantageus quoi que le Balancier
fit 4 Vibrations par secondes : Le chassis de
Compensation seroit le meme que N.° 8. seulement
les tringle plus fortes.

Le 3 Aout 1770

De L'Echappement

L'Echappement de L'Horloge Marine N.° 9 -
vient d'être terminé il est parfaitement bien
fait sa Levée est de 18.d et il peut decrire
de chaque coté 45.d degrés au moins il decrit
d'un coté 55.d mais il ne faut compter de l'autre
que 45.d ainsi le Balancier pourra decrire
plus de 360.d ou plus d'un tour puis que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le pignon de Balancier fait 4 tours ½
pour un de la Roue de Rateau 90
4½
360
45

Le Balancier
~~il~~ pourroit parcourir 405°
tours = 1 tours ⅛ : mais je borner ai son
chemin a une Revolution = 360°

De ~~cette~~ excution ~~que la forme~~ des Lechappement forme de la
Roue permet je vois quil est possible
de supprimer tout a fait le pignon de
Balancier a la Roue de Rateau et de
placer Lechappement Immediatement sur
L'axe de Balancier ainsi que je lai fait
dans ma ~~montre~~ Marine : alors le Balancier
ne pourroit pas parcourir 360° mais 120 : ou peut
être 180 : ~~il~~ dans mes Horloges Marines N°
6 & 7 Le Balancier ne peut parcourir
que 130° encor ou quoi quil y ait un Rateau
& un pignon sur le Balancier lest a dire
que Lechappement ne soit pas placé imme-
diatement sur Laxe de Balancier
et la levée au Balancier est de 79°

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et Je n'avois adopté cette Methode ou Construction que par deux raisons, 1° parce qu'avec un engrenage ~~de 1~~ Comme N° 6. 72 & 2C. le petit jeu de Lâre de Balancier dans ses Rouleaux ne peut pas changer Lâre ~~de Levée de l'Echappement~~ décrit par le Balancier et 2° J'avois employé cette Construction de pignon & de Rateau pour Multiplier la Levée de L'échappement en sorte que Le Balancier pu parcourir les plus grands arcs.

Mais il est bon d'observer par Rapport ~~au~~ premier obstacle que je craignois ~~quoique~~ quien effet il en pouvoit alors resulter des ecarts ~~pour~~ dans La Marche de L'Horloge par que Je n'avois pas encore trouvé le moyen de rendre Isochrons les arcs inegaux parcourus par le Balancier mais aujourdhui que depuis mon heureuse decouverte du Spiral tous les arcs sont Isochrons Le petit jeu de Lâre de Balancier ~~portant~~ Le chappement ne peut Causer aucune Erreur

Quant a La Seconde raison qui m'avoit fait. —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ajouter un pignon a l'axe de Balancier — et un Rateau pour Multiplier le chemin parcouru par l'Echappement de plus aussi : y suppléer en ~~ne~~ faisant battre ~~que~~ — 4 Vibrations par Secondes car dans ce cas le Balancier ne doit ni ne peut parcourir d'aussi grands arcs que lors que ce Balancier bat les Secondes

Maintenant puis que j'entrevois ~~a les~~ de pouvoir supprimer le pignon de Balancier a le Rateau et dans qui en resulte aucun obstacle, mais au contraire il y aura non seulement moins d'ouvrage mais aussi moins de frottement : cette suppression dis je etant possible il faut rechercher comment l'Echappement doit etre fait pour y suppléer : 1.° Je pense que pour cela — l'Echappement actuel tel qui est fait pour N.° 9 servirait a merveille ~~le Balancier~~ puis ~~qui~~ que le Balancier pourrait decrire près de 120.° en touchant au bas des dents de la Roue d'Echappement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et 2° Le Balancier faisant 4 Vibrations par seconde ainsi que je le propose pour les Horloges Marines que je serai ce-après — il ne sera ~~pas~~ besoin qui il necessite ne possiter de décrire de si grands arcs ainsi que je l'ai déjà éprouvé pour les Horloges N° 627 —

Le Balancier des Nouvelles Horloges proposées doit donc avoir près de 4 pouces de Diamètre il peut être plus : au reste il sera facile en employant le Plan des N° 8 a Ressort de changer le Balancier lequel peut avoir jusques a 36 Lignes et être aussi petit qu'on voudra au dessous

Par cette construction de mes Horloges elles sont beaucoup plus simples et d'une execution plus facile # et j'espere par la concourir encore aux vues du Ministre qui desire ainsi que M. Rodier me le marque aujourdhui que ces Horloges soyent moins coûteuses que je ne l'avois annoncé afin que leur usage devienne plus universel

car l'engrenage est difficile a bien faire et sur tout les pignons pour lequel il faut necessairement un outil a arondir les dents faite exprès et ainsi que pour la Roue

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

S'il étoit necessaire de faire décrire des plus grands arcs au Balancier cela seroit encore possible en Construisant l'échappement de sorte que l'ancre n'embrassat qu'une dent cet essai est très facile a faire j'ai déja deux pallets en Rubis

Le 4 Aoust

De la disposition qu'il faudroit donner a l'axe de Balancier pour qu'il portat l'ancre ou Cylindre d'échappement formé par deux pallets en Rubis —

L'axe de Balancier sera d'une seule piece fait comme les pieces d'échappement de nos Horloges avec de l'acier fondu plat : sur le bout superieur de cet axe sera formé la manivelle sur la quelle s'ajuste les Rubis cette partie sera au dehors des Rouleaux : la machoire du ressort de suspension sera attachée a cette manivelle par une vis comme dans N° 9 elle l'est au pignon le bout Inferieur de l'axe sera de grosseur convenable pour que la virole de spiral y entre a frottement & sans goupille les pivots de cet axe seront faits comme dans ma montre marine plus petit que les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

extremité et par consequent il faudra fendre les platines pour demonter le Balancier comme dans la Montre marine : il faudra de meme demonter deux Rouleaux pour oter le Balancier par cette construction on peut faire les pivots aussi petits que l'on voudra et le Spiral une fois trouvé on ne le demonte plus.

Pour avoir la facilité de regler & trouver un ressort Spiral convenable il faut que la virole soit ajustée sur un canon d'acier # comme a nos autres Horloges cela est necessaire pour abreger & eviter les accidents sur tout a la premiere Horloge car la pesanteur du Balancier une fois donnée le diametre fixé on connoitra quelle devra etre la force du Spiral et au moyen de l'Elasmometre il sera facile de trouver tout de suite avec cet instrument un ressort pour un autre Balancier pareil au premier c'est alors seulement qu'on pourra supprimer l'ajustement de la virole d'acier

on peut eviter cette virole en ajustant la virole du Spiral a frottement entre deux gouttes comme les aiguilles de pendule & une goupille

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Suitte de L'Echappement pour mes Horloges Marines — Le 6e Aout

Je viens d'examiner de nouveau L'Echappement du N° 9 & Je trouve quil n'est pas possible sans difficulté de faire decrire plus de 55d degrés de chaque Coté Ainsi en appliquant Immediatement L'Echappement au Balancier Les Arcs du Balancier ne peuvent ~~etre~~ en tout que de 110d. —
Et Comme Je suis tout a fait decidé a adopter ce dernier moyen & a supprimer Le pignon du Balancier ~~qui p~~ & son Rateau car pour bien faire cette partie cela exige beaucoup de soins & de travail et des Instruments parfaits et d'habiles mains Je vais donc construire de Nouveau une Horloge qui soit la plus simple et en meme tes la plus facile a executer et qui donne cependant ~~toute~~ la Justesse desirable C'est par La que je pourrai satisfaire au desir du Ministre de La Marine et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au besoin des Navigateurs —
Les arcs decrits par le Balancier ne pouvant etre que 110.d
Le Balancier devra necessairement faire 4 —
Vibrations par seconde car il faut que la vitesse
supplée a l'etendue des arcs. C'est pour cela
que dans N.o 9 il pourra decrire 360.d parce
qu'il ne fait qu'une Vibration par seconde —
S'il en faisoit 2 il pourroit ne decrire que 180.d
Cette Consideration est necessaire —
Maintenant l'etendue des Vibrations ainsi bornée
pour ~~lui~~ rendre ~~le~~ Balancier qui fait 4 Vibrations
par seconde et qui ne peut decrire que 100 —
La force qu'il perd par l'etendue ce manque il sera necessaire
d'augmenter son Diametre a proportion. Car
Nous avons vu qu'il est preferable d'augmenter —
la force de mouvement plus par la vitesse —
ou par le Diametre que par le poid du
Balancier lui accroit les frottement plus
que l'autre Le ~~Ba~~ Balancier des —
Nouvelles Horloges aura donc 48 lignes
de Diametre au moins — et pesera 4 gros —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

De l'arc de Levée des L'Echappement -
Il doit etre aussi petit qu'il sera possible à l'arc -
de Vibration le plus grand

L'Horloge N° 6 fut arretée a Rochefort dans son transport
de la terre au Vaisseau la Cause est
dû non a la Nature des Vibrations mais
parce que l'arc de Vibration excede trop
peu celui de Levée les secousses dans le
transport ayant été un peu forts ont
reduit les Vibrations au dessous de l'arc de Levée
Ici la Levée etoit de 45.d a l'arc de Vibration
120.d Dans mes Nouvelles Horloges la Levée
ne sera que de 20 degrés et la force
Motrice sera cependant assez grande pour
faire decrire 100 a la levée ne sera
donc qu'un 5e des arcs decrits les Horloges
seront moins exposées a arreter dans le
transport cette propriété est peut etre
necessaire pour faciliter l'usage de ces
machines sur tout aux Marins Mal adroits

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Du Rouage — des Nouvelles Horloges — qu'il faut Construire de façon a pouvoir être adoptés dans la Marine —

Dans la Construction que je medite pour ~~des~~ Nouvelles Horloges j'ai plusieurs points de vue essentiel : Le 1er La plus grande ~~pr~~ exactitude dans leur Marche Le 2e de parvenir a cette Justesse par les moyens les plus sûrs & les plus simples Le 3e de tellement Confiner ces Horloges que l'execution en soit a la portée des ouvriés ordinaires et sans avoir besoin de tous les Instruments que j'ai Construits.

Tel est le Plan que j'ai maintenant en vue & que je vais tracer :

Pour Concourir aux vues Cy dessus enoncées j'adopterai en grande partie le Plan que j'avois tracé pour N° 8 a Ressort ~~Le Rouage en est~~ en reunissant avec celui la le Plan fait pour l'Horloge a Pendule N° 10. Je prendrai de —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

N°8:

Ce qui Concerne Les Rouleaux & le Balancier disposés avec des Ponts Comme N°9: Et Je prendrai Le Rouage de N°10 les mêmes grandeurs des Roues qui sont bonnes pour que Les pignons quoi que nombrés soyent exactement faits a la Main ainsi que Les dentures Dans ce Rouage les Secondes seront au Centre Les Heures & Minutes excentriques ayant chacuns un Cadran & une Aiguille Comme N°10: La Roue de Seconde sera grande afin que Le pignon d'echappement fait a la main soit gros & ~~not~~ nombré

La Roue d'echappement de 20 dents même Diamètre que p. N° 6 & 7

Je dois observer ici qu'il Sera peut-être necessaire de faire Le gros pignon de deux pieces il sera plus sur - au reste L'execution nous guidera

Non J'ai choisi un pignon de 18 fait pour une pendule a Equation. il est de bonne grosseur & de facile execution —

Pour diviser Les pignons il faut faire fendre une Roue de 36 p. le pig 18: et une de 32 pour les pig 16 - J'expliquerai dans mon traité des Horloges marines comment executer les pignons

Pour ~~faire~~ executer aisement les pignons il faut faire un outil pour les fendre et egaliser — mais fort simple — se servir de Lims a fendre ordinaire ainsi que des Roues a egaliser —

De La Suspension —

La Grandeur du Mouvement sera la meme que N° 8 ainsi que le Tambour Je pourrai aussi employer une Suspension dans le gout de celle qui avoit été faite pour N° 8 a Lesson : Jli il ne faut qu'un Cercle de Cuivre a Cône dans N° 9 deux pieces qui s'attacheront a la boîte mais d'une Maniere plus simple car la boîte ou caisse portera deux traverses de boîte sur la quelle s'attacheront avec deux vis chacune les deux oreilles qui porteront les Gouttes des pivots qui forment le Mouvement exterieur

Le Tambour sera en Cuivre tout a fait pareil a celui du N° 8 memes Dimentions mais il faut chercher a ~~faire~~ trouver des ouvris qui le fassent moins payer

Des la grosseur & Nombres des pignons pour etre faits a la main.
& nombres.

Les premiers pignons de mes Pendules a Equation allant Six mois sont de 18 ⌗ et ont 6 lig $\frac{4}{12}$ de Diametre Les dents en sont ~~forts~~ & solides enforte quil n'est pas besoin avec de clef a Remontoir. Voila donc le premier pignon des Nouvelles Horloges il est assé nombré. a 18 & l'execution facile il est solide Le Je Reglerai le Plan en Consequence

Les petits pignons de l'Horloge a Pendule N° 10 sont de 16 ils ont de Diametre 3 lig $\frac{3}{12}$ Les dents sont de bonne force pour etre solides et aisement executés voila les autres pignons des Nouvelles Horloges Je les employerai les Roues Convenables dans le Nouveau Plan

⌗ & les Roues ont 3 pces de Diametre et 108 dents.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La Première Roue ou de Cylindre sera de
72 et aura 25 lig. de Diamètre
pig 18. Diamètre 6 lig $\frac{4}{12}$ environ.

La Seconde ou des Minute sera de 128 —
et 25 lig $\frac{8}{12}$ Diamètre on peut donner environ 26 lig.
pignon 16 Diamètre 3 lig $\frac{3}{12}$

3e Roue ou de champ 120. Diam 24 lig $\frac{1}{16}$
pignon 16.

4e Roue de Secondes 96 Diamètre 19 lig $\frac{1}{4}$.

Roue d'Echappement 20 dents # 12 lig Diamètre
Vibration 14400 —

Le Cylindre 7 tours $\frac{1}{2}$ pour 30 heures
La descente du poids 8 pu 16. de Corde
= 192 lig. divisé par $7\frac{1}{2}$ = 25 lig $\frac{9}{15}$ pour
circonférence du Cylindre : Diamètre environ 8 lig.
en donner 9 : et un peu plus de descente ou l'Horloge
ira un peu moins de 30 heures

Il n'est pas nécessaire de faire la Roue de 20
on peut ne faire que 15 dents elle sera plus facile
alors le pignon

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Comparaison du poids pour Moteur avec le Ressort

(page 140)

Dans le livre N° 11 1re partie j'ai examiné dans un grand detail les avantages du poids ou du Ressort pour Moteur des Horloges Marines et je me suis decidé en faveur du poids quoi qu'il paroisse que l'execution en soit un peu plus couteuse : En examinant de nouveau cette partie je suis encore plus porté a m'en tenir au poids 1° par la grande facilité que l'on a de donner exactement la quantité de poids ou force requise pour le Regulateur 2° de pouvoir en tous tems l'augmenter ou diminuer a volonté 3° d'eprouver facilement avec un poids si les oscillations du Balancier sont isochrones On ne peut meme y parvenir qu'en augmentant ou diminuant le poids ou force Motrice

4° ~~Cette~~ de trouve encore un avantage essentiel avec le poids c'est comme je l'ai deja repeté plusieurs fois d'être une force constante, sans frottement

5° Le poids par son action constante a un tres grand avantage car si les oscillations du Balancier ne sont pas parfaitement isochrone il en resultera moins d'erreur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et dont les effets sont sûrs. on n'est pas exposé avec un poids comme avec le Ressort qui peut venir a Casser au milieu d'une Campagne et cet accident seroit alors de très grande consequence # Les Nouvelles Horloges doivent donc ~~etre tout~~ a poids —

Enfin Je trouve encore un avantage au poids par la Longueur qu'il donne au Tambour — les effets de la suspension sont beaucoup plus asseurés par la raison que le Tambour forme un Long pendule qui represente toujours plus sûrement son Aplomb qu'un Court pendule — L'un Long tambour ayant Necessairement une plus grande Masse les battements ou Vibrations du Balancier tendent moins a — L'Ebranler et Jai deja expliqué en divers endroits de mes ouvrages combien cela est dangereux —

Le 7 Aout

Jai tracé aujourdhui le Plan de Nouvelle Horloge Dépris les details Cy devant —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un autre defaut du Ressort pour moteur d'une Horloge Marine c'est que pour en changer il faut demonter la piece & regaliser la fusée a chaque nouveau Ressort a moins cependant qu'on n'attendit de l'égaliser qu'on eut trouvé un ressort convenable mais si vient a casser il faut regaliser la fusée —

I Remarque :

J'ai deja quelques pieces qui avoient été disposées pour N.° 8 a ressort et qui seront pour cette Nouvelle Horloge J'ai les pilier Les Rouleaux & ~~une~~ la grande platine Cadran dont le Cadran des secondes est Noyé dans l'epaisseur de la platine J'ai aussi une plaque de Cuivre qui servira a y tracer le Calibre

J'ai aussi ~~trois~~ petits piquons faits a l'extrit le pince spital son axe le Coulant de Compensation Je puis donc etablir aisement cette Horloge

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2e Remarque

J'avois projetté cy devant de Construire des petites Montres fort simples pour servir a porter l'heure du port au Vaisseau ~~pour~~ afin de mettre les Horloges Marines a cette heure mais l'Econonie que l'on veut mettre en establissant l'usage de ces Machines ne permet pas ce surplus de depense : C'est par cette raison qu'il est Necessaire de disposer les Horloges Marines de sorte qu'elles puissent marcher pendant qu'on les porte depuis le Port de le Vaisseau Ma premiere Montre Marine avoit cette proprieté. et une assez grande exactitude je le feslerois fort l'avoir maintenant en ma possession pour y faire quelques Correction a juger du degré d'exactitude dont elle pourroit etre susceptible peut etre pourrois sans m'egarer de sa Construction faire plus facilement d'excellents Horloges Marines aussi simplement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Du Rapport de La force Motrice avec le Regulateur dans une Horloge Marine — Le 8e Aoust 1770

Dans une Horloge Astronomique La force Motrice ne doit etre que de la quantité Necessaire pour entretenir Le Mouvement du pendule ainsi elle est relative a Letendrie des arcs de Levee a la pesanteur de La Lentille &c. ainsi que je Lai fait voir dans mon Essai N.o Si on donne au moteur une plus grande force et que le pendule decrive de grands arcs au dessus de ceux de Levée cela augmente Necessairement Les frottements tant du Rouage que de L'Echappement et les frottements ne pouvant jamais etre reputé Constants Le pendule decrit de plus grands ou plus petits arcs & ~~qu~~ comme ces Arcs Inegaux dans Les pendules ne sont pas Isochrons cela fait varier L'Horloge ~~et il~~ et cet ecart

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de L'Horloge a pendule est encore accru par le plus ou moins de pression dans L'Echappement — ainsi 45
que je l'ai montré dans mon Essai : par les Huiles plus ou moins epaisses &c. Il faut donc dans les Horloges a pendule n'employer que la force Motrice requise pour en entretenir le Mouvement.
Les mêmes Raisonnements devroient avoir lieu ~~dans~~ pour les Horloges Marines si ces Machines etoient fixes comme les Horloges a pendule mais par leur Nature elles sont exposées a divers Mouvements & agitations que le Vaisseau leur donne malgré toute les precautions des Suspensions pour detruire ou adoucir ces Mouvements du Vaisseau : Il faut donc que les petits Impressions du Vaisseau qui tendent a diminuer L'etendue des Vibrations du Regulateur des Horloges Marines soyent aussitot reparés par L'excès de la force Motrice excès ou Surplus de puissance qui doit augmenter assés Considerablement les Arcs de Vibrations au dessus de ceux de Levée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lors que Le Vaisseau est agité des Balancemens continuels tendent necessairement a diminuer L'étendue des Vibrations du Regulateur d'une Horloge Marine Cette Impression se communique au Balancier et si Le Tambour de L'Horloge venoit a battre il seroit possible que cela augmentat Les Arcs de Vibrations :

article concern la suspension

Les arcs de Vibrations du Balancier d'une Horloge marine sont plus petits par les agitations en Mer en Rade ces arcs peuvent augmenter Le Vaisseau etant moins Tourmenté ~~et~~ les Horloges etant a Terre pourront n'aller pas aussi exactement si la Suspension n'est pas parfaite & que Les oscillations du Balancier ne soyent pas exactement isochrones : Cela depend de la position de la main en remontant L'H. du Côté ou le tambour reste incliné : Les experiences que J'ai faites m'ont asseuré que Le Balancier n'etant pas parfaitement Horisontal les arcs de Vibrations etoient plus grand ou plus petits ainsi que La Theorie L'indique mais L'Horloge etant dans le Vaisseau

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en Rade Les Balancements Continuels à moeles du Vaisseau font prendre au lambour une position moyenne qui le tient fort près de L'Horisontale.

Ces Effets des Agitations du Vaisseau à les frottements variables obligent donc Necessairement 1.° a rendre Les oscillations du Regulateur Isochrone afin que Les arcs qui sont rendus inegaux par Le Vaisseau Sachevent dans le meme tems 2.° Il faut pour que L'Horloge ne Sarrete pas dans les grands mouvement du Vaisseau que La force Motrice soit assi grande pour faire decrire au Regulateur Les arcs les plus grands possible au dessus de ceux de Levée. Cette Surabondance de force Motrice nauroit rien de Nuisible si cela Naugmentoit pas les frottements Car Sans les frottements Letendue des Arcs augmenteroient proportionellement a La force Motrice et ces deux forces ayant entrelles dans Lun ou Lautre Cas La meme relation il n'en resulteroit aucun obstacle : mais la pression sur L'Echappement augmente comme la force Motrice

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

donc le frottement s'accroit ~~en~~ par la meme raison que ~~l'arc~~ les arcs de vibration augmentent — c'est pour diminuer ce~~t~~ deffaut que j'ai adopté un echappement dont les pallets sont en Rubis & la Roue d'acier trempé fort dur car quoi que dans cet echappement la pression augmente comme la force motrice cependant le frottement ne s'accroit pas en meme raison ~~parce~~ que si les pallets etoient d'acier & la Roue de Cuivre et cela est evident car l'expression du frottement varie selon que les corps ont plus ou moins de facilité a se penetrer vous sçavez

Je puis donc avec l'echappement de mes Horloges marines augmenter assez considerablement l'etendue des arcs de vibration au dessus de ceux de levée sans qu'il en resulte aucun frottements nuisible dans l'echappement & j'ai lieu de croire que les arcs de vibration[H] accroitront proportionnellement a la force motrice propriété qu'on ne

H ou la force de mouvement du Regulateur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pourroit obtenir avec d'autres Echappemens.

Quand aux frottemens que la plus grande force motrice cause au Rouage aux pivots il n'en peut resulter aucun ecart : parce que cet effet des frottemens ~~des~~ du Rouage se borne a augmenter ou diminuer la force transmise au Regulateur par consequent a changer l'etendue des arcs de Vibrations qui sont supposés isochrones

Je dois observer ici ainsi que je l'ai deja fait ailleurs qu'il est preferable pour l'echappement d'employer des Vibrations plus prompts parce que la pression en est moindre ~~effet moins danger~~ quoique l'espace parcouru soit plus grand mais ce dernier effet est moins nuisible que le premier

Sur le frottement ~~des pivots~~ du Balancier lorsque les Vibrations sont 4 par seconde

Les pivots du Balancier qui fait 4 Vibrations par secondes ont plus de frottemens que ceux du Balancier qui n'en fait qu'une mais cependant il est preferable

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par toutes autres raisons de les tenir ~~[illegible]~~ aux vibrations promptes qui entre autres propriétés me permettent de supprimer le pignon du Balancier & le Rateau : d'ailleurs par la Construction que j'ai adopté dans le Plan N° 11 les Roulens sont fort grand leurs pivots petit l'axe du Balancier sera fort petit le Balancier sera fort grand ainsi quoi qu'il decoide de petits arcs il aura une grande vitesse & celle parcourue par les pivots sera tri petite je pere donc obtenir un tre excellent Regulateur puissant dont les frottements seront infiniments reduits Voila donc enfin les Horloges Marines decidées telles quelles doivent etre faites pour les Vaisseau du Roy

Je ne dois pas omettre quune avantage des vibrations prompte a quatre de secondes c'est qu'elles sont plus facile a regler promptement au plus fort soit pour choisir un spiral Isochrone ou autrement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 25 8bre 1770

Journal et Experiences relatives a L'Horloge Marine N.° 9 —

Cette Horloge est presque totalement finie — et je travaille a L'achever : il ne reste — pour La faire marcher que à fixer L'Echappement et a choisir un Spiral Convenable — Cet ce que Je vais faire —

Le Spiral N.° I que J'ai fait executer a 21 p.ces 1/2 de Longueur 2 lig 11/12 de Largeur — Son epaisseur 5/48

Il pese 1 gros 1/2 21 grains

~~Il tire~~

Dimensions du Ressort Spiral (N.° 3) de L'Horloge Marine N.° 8 (Voyés page 10 Liv N.° 11 2.e Partie et page 25 1re Partie)

Ce Ressort a 12 p.ces 4 lig de Long : pese 41 grains.

Sa Largeur 1 lig 7/12

A 5 degrés il tire 13 grains.

Epaisseur 5/48

grosseur des pivots de L'axe de Balancier pris 9/12 lig ou 36/48

par Les Dimensions des Ressorts Spiraux que Je viens de Comparer Je vois que celui que Je destinois a N.° 9 sera beaucoup trop foible il faut donc en faire executer un autre plus fort mais en attendant qu'il soit fait il est bon de faire quelques Experiences avec celui cy

La 1.re Cest de faire marcher L'Horloge avec ce Spiral rendu assez court pour la regler ~~et~~ ensuitte appliquer ce Ressort sur la Balance arretés aux mems points afin de verifier La Justesse du Calcul que J'ai fait pour estimer qu'elle devra etre sa force J'ai trouvé qu'il doit tirer 50 grains a 5.° ensuitte chercher un aussi fort Spiral que Je pourrai ayant La proportion requise

La 2.e Experience Cest apres avoir fait executer le ~~calcule de combien Le Balancier doit etre diminuée pour etre du point Convenable au Spiral trouvé L'Isochrone~~ Spiral de d'appliquer premierement ~~Le Spiral en question~~ a L'Horloge arrêté a La Longueur requise pour L'Isochronisme faire marcher L'Horloge et notter de Combien elle retarde ensuitte calculer dapres de Combien Le Balancier doit ~~etre~~ diminué pour etre de force Convenable a ce Spiral

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Je diminuerai dapré ce Calcul le Balancier si les Elemens du Calcul sont bons L'Horloge devra etre reglée — Ces deux Experiences servirons a Confirmer La theorie que Jai Comencé a etablir dans des Cahiers particulier sur cette partie.

Le 27 9bre

Pour faire mes Experiences avec sureté & facilité Je vais faire executer un Second Balancier dans 4 mesures proportion de celui qui est fait mais plus leger:

Le pr. dont les dimentions sont portée liv N° 11 pag 177.

pese 5 onces 4 gros 6 grains

epaiss. du champ 2 lig: larg: 2 lig $\frac{5}{12}$

Le Second peut peser $\frac{69\frac{1}{2}}{2}$ gros × 9 quarré de sa Vitesse.. $69\frac{1}{2}$

9

$621\frac{1}{4}\frac{1}{2}$

$625\frac{1}{2}$ force M. N° 9.

force M. N° 8 est 204 voy pag 177 N° 11

ainsi La force N° 9 seroit a N° 8 encore comme 8 a 1

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sur Les Spiral. Sur La grosseur de la Virole

Il est bon d'observer que Le meme Spiral appliqué a un Balancier agira avec plus de force sur le Balancier si la virole est plus grosse parce qu'il agira par un plus grand Levier et au Contraire

Il faut supposer p. le calcul des Balanciers que les Dimensions sont proportions

Il faut ~~aussi~~ observer aussi par Rapport aux Balanciers que Lors que L'on compare les forces des mouvement de deux Balanciers qu'il faut supposer ainsi que cela doit être que Les Dimensions de toutes les parties de L'un a Lautre sont proportionelles Car si on comparoit a un Balancier dont toute la pesanteur seroit portée a La Circonference un autre Balancier pesant du Centre ++ plus que de la Circonference Les Resultats ne devroient plus etre daccord avec L'experience car malgré que les forces des Ressorts ++ dans ce Cas La grande grandeur de ces Balanciers ne devroit pas etre prise a La circonference mais dans Centre d'oscillation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Spiraux passent proportionelles aux pesanteurs des Balanciers : cependant comme les Balanciers n'auroient reellement pas des forces de mouvement proportionelles a leurs poids on trouveroit des differences qu'il ne faudroit pas attribuer aux Principes.

Une 8e Remarque qui est une suitte de la precedente c'est qu'il est tres essentiel ainsi que je l'ai deja repeté plusieurs fois de rendre le Balancier Leger du Centre a des Croisés et de porter tout son poids a la Circonference il acquerra par la la plus grande force de mouvement possible avec des frottements le plus petit. car il est aisé de voir que la pesanteur qui est au Centre du Balancier augmente peu la force de mouvement parce que ce poids ~~pt~~ ainsi placé au Centre a peu de vitesse et on sait que la force de mouvement augmente comme le quarré de la vitesse : ce poids ne sert au contraire qu'a augmenter les frottements Il ne faut donc

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Donner au Centre du Balancier 2 aux croisés
que la force requise pour ~~etre~~ Solides et que
Lémeau du Balancier Soit le plus pesant
Sff. N.° 552

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 1r 8bre

Des Ressorts Spiraux

Jai fait executer trois Ressorts

Le 1r N° 1 porté cy devant

Le 2e N° 2 a 23 pcs de Longueur 3 lig. de Large pese 2 gros 6 grains

Le 3e N° 3 Long 23 pcs pese 2 gros 14 grains meme Largeur

Experience faite avec Le Ressort N° 3 cy dessus

1re Exp. Layant plié selon ma methode les tours fort serrés il fait 10 tours

applique sur La Balance arrêté par le bout

a 5 ~~tide~~ 13 grains

10 26

60 2 gros 13 grains = 157

120 4 gros 27 g = 315

Auroit du etre 312 — Dif 3 g.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

100

N.° ~~2~~ 3 arrêté a 9 tours —

~~Ot~~ Coupé un tours

2.e Exp. 5.d — 2.le - 15 grains.

10 — 30

15 — 45

30 — 91

50 — ~~2 gros 7 grains~~ — 151

60 — 2 gros 37.d = 181

120 4 gros ½ 37.d = 361

Devroit ~~etre~~ 360 diff 1 grain

Meme N.° ~~2~~ 3 Coupé un tours a 8 tours.

3.e Exp. 5.d — 17 grains

10 — 34

50 — 2 gros 35 = 179

120 5 gros ½ 33 = 429

Devroit etre 408 diff 20 grains

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Meme Ressort plus Court fait 7 tours

4e Exp:	5	— — —	21 grais.
	10	———	42
	20	1 gros 13 grais	= 85 Diff 1.
	40	2 gros 27 ———	= 171 : Diff 3.
	60	3 gros 41 =	— 257 Diff 5.
	120	7 gros 7 grains	= 511 Diff: 7

Devroit etre 504 Diff: 7 —

Remarque sur ces Experiences —

par la 1re Experience le Ressort avoit toute sa Longueur (23o) La progression etoit cependant trop forte — 3 gr. ayant Raccourcis le Ressort de 3 pc 9 passa par l'Exp. 2. il tiroit 15 gros au lieu de 13. ainsi l'augmentation de force est proportionée a la diminution de la Longueur et quoi que le Ressort soit plus court cependant la progression est plus approchante la difference etant 1 grais seulement coupé un tour afin de voir jusques a quel point la Progression varieroit — par le 8e Exper. le Ressort encore plus court a changé considerablement la Progression quoi que sa force aye peu varié 2 grais seulement : Enfin par le 4e Experience le Ressort rendu encore plus Court n'a varié sa progression que de que de 7 grais au lieu de 20 qui a changé la 3e Exper

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il resulte donc ainsi que je lai deja trouvé plusieurs fois et que javois pensé que cela devoit être que pour parvenir a l'Isochronisme il faut egalement avoir egard a la figure du Ressort au nombre des tours Levés et a la Longueur cela depend Necessairement de a differente chose

Ainsi Jeprouve toujours bien des difficultés pour parvenir a trouver un Ressort Spiral Isochrone Jai cependant fort a coeur de faciliter les moyens de reussir plus surement et Je ferai les plus grands efforts pour cela

Je pense que pour parvenir plus facilement a l'Isochronisme du Spiral il faudroit 1° que la lame fut parfaitement calibrée dans toute sa Longueur 2° que le Ressort fut plié fort grand par 3 ou 4 tours très serrés par cette disposition le dedans du Ressort seroit vuide et exigeroit une plus grande virole : le Ressort ainsi plié grand auroit plus de Longueur dans agit par des Levées si differents entreux car c'est particulièrement ~~de~~ cette difference de Levées du Spiral et ~~par~~ l'inegalité de sa Lame qui rend la progression inegale — et de la façon que les Spirals sont faits il y a 2 ou trois des tours Interieurs qui sont nuisibles sur tout parce que le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ressort en cet endroit ~~ils~~ ~~pas~~ trop recuit — Il faut donc essayer de couper le spiral en dedans et de faire la virole en consequence —

Le 3e 8bre 1770 Horloge N°9 —

Jai achevé aujourdhui de placer l'Echappement de l'Horloge Marine N°9 :
Lorque l'Echappement etoit sur l'outil la pointe du Compas passoit au deux tiers du plan incliné en cet etat la levée etoit de 14 degrés or comme le ~~[illegible]~~ pignon de Balancier fait 4 tours ½ pour un de la roue de Rateau ainsi ~~il faut~~ pour que l'Echappement soit a son point lorsqu'il sera appliqué a l'Horloge comme il le est sur l'outil — il faut que le Balancier aye 63 degrés de levée — Je l'ai mis a ce point. Le Balancier ~~[illegible]~~ decrit 63 degrés pendant la levée de l'Echappement

Jaurois pu ~~rendre~~ donner plus de levée ~~de~~ l'echappement mais ~~comme~~ pour rendre l'Horloge moins susceptible des agitations il faut que l'arc des Vibration surpasse beaucoup celui de ~~levée~~

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 3 8bre 1770

mis le Ressort N.° 2 sur la Balance bien Libre ——

5d.	18 grains.
10	36
20	72
30	108
40	144
50	180
60	216
70	252
80	288
90	324
100	360
110	396
120	432

36
12
72
36
432

Ce Ressort en son état actuel est donc parfaitement dans la progression requise pour l'Isochronisme

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ayant appliqué le Ressort Spiral N° 2 a —
L'Horloge Marine N.° 9
a 12h 42' a L'Horloge arc 220 degrés —
a 12h 57 .. elle marque 49' 50"
ainsi elle retarde 6' 10"
en 15' = 900" L'Horloge N° 9 a fait 370" de mois —
elle a donc fait 530 Vibrations au lieu de 900 —
si donc les forces des Ressorts Spiraux ~~ont~~ augmentent ~~en raison~~ —
~~inverse~~ comme les nombres des Vibrations — on aura la —
force que devroit avoir le Ressort Spiral pour ~~battre~~
que le Balancier batte les Secondes — en faisant
la proportion — 530 : nombres de vibrations que le Balancier fait avec le Ressort 18 grains) est a 900 ~~pour~~ vibrations p. Seconde demandée comme 18 : x

900 : 530 :: x : 18 = 30 $\frac{30}{53}$.

Ce Ressort devroit donc tirer 30 grains $\frac{30}{53}$ a 5d —
de la Balance —
a 1h 42' N° 9 marque 1h 17' 20" —
en une Heure a retardé de 24' 40" = 1480 Secondes
~~ate~~ de 3600" on a 2120" ~~pour~~ nombre de Vibrations —
du N° 9 en une heure — on a donc encore

3600 : 2120 :: x := 30 $\frac{120}{212}$ = 30 $\frac{30}{53}$ comme
ci dessus —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a 3h. 57′ Horloge N.° 9 Marque —

— 2h. 36′ 52″ ainsi elle retarde 1h. 20′ 8″

1 20′ 8

3h. 57′ elle avoit été mise a l'Horlo

a 12h. 42′ ce retard est

Donc en 3h. 15′ = 11700″

et en 1h. 20′ 8″ ret = — 4808″

6892

11700 : 6892 :: x 18

18

55336

6892

194,256 | 11700

11700

18

93600

117

210600 | 6892

3840 | 30 3840/6892

L'Horloge N.° 9 fait donc avec le ressort qui tire 18 grains a 5 degrés de la Balance 2124 battements par heure

et si les ressorts spiraux augmentent en meme proportion que le nombre des vibrations il faut pour que le Balancier N.° 9 batte les secondes que le ressort spiral tire 30 grains 30/53 a 5 degrés de la Balance elastique

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais La Supposition que nous venons de faire
ne peut avoir lieu ainsi que je l'ai deja fait-
voir ailleurs Car ~~les~~ Eff. N.° 1936. Les forces
requises pour donner Le Mouvement a des Corps
sont entielles Comme les quantités de Mouvement
qui sont elles mems comme le produit des ~~les~~
Masses par les quarrés des Vitesses
ainsi Les forces des Ressorts spiraux doivent etre
Comme Les quantités de mouvement
Les Balanciers etant de meme Diametre
ou Comme Les quarrés des Vitesses ou dans le Cas
ou le Balancier est le meme
Actuel. Comme Les quarrés du Nombres de Vibration
dans le meme tems
on aura donc La proportion dans les 1.er Exemple

$\overline{900}^2 : \overline{530}^2 :: x \; 18.$

$\overline{90}^2 \; \overline{53}^2 :: x : 18 -$

$8100 : 2809 :: x : 18 = 51^{grains}$

90	53
90	53
8100	159
	265
	2809

18
64800
81
14580,0 | 2809
5350 | 52 $\frac{2541}{2809}$
2809
2541

Le Ressort spiral pour
que L'Horloge fut
Reglée c'est a dire battit les
secondes devroit peser
51 grains $\frac{2541}{2809}$ c'est a dire environ
52 grains -

C'est la meme quantité trouvée Livre N.° 11
page 189 -

BIB CNAM

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 4 8bre

J'ai fait une virole de Spiral beaucoup plus grande afin de pouvoir recouper les tours Interieurs du Spiral qui sont recuits J'ai fait cette virole dans le meme tour que celle de ma premiere Horloge Marine Le Spiral est pressé par entre une espece de machoire serrée par deux vis — cette disposition est tré bonne : parce que le Spiral est rendu tré fine et quon le demonte facilement — d'ailleurs cela ne prend pas comme les virole a clavette tant de place la machoire etant d'acier mince qui se loge entre deux Spiras sans gene —

ayant accourci le Spiral mis sur la Balance il pese 27 grans a 5° ainsi il est prés de moitié trop foible

etant mis a l'Horloge —

en 10m = 600" N° 9 a fait 460 Vibration

On a donc $\overline{600}^2 \; \overline{460}^2 :: x \; 27$ 46 / 46 / 276 / 184 / 2116

$\overline{60}^2 \; 46 :: x \; 27$

$3600 : 2116 : x : 27$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

8600
27
95200
72
97200 / 2116
135600
446

Il y a Erreur - Le Spiral n'a pas été mis au meme point - Je ne m'y suis pas arreté - Ayant accourcis - les lots qui tire exactement 52 grains a 5 degrés de la Balance en cet etat j'ai fait une marque au Spiral & je l'ai appliqué a l'Horloge exactement au meme point aussi - l'Horloge est elle reglée -

Jour de l'Eff.
Si les Ressorts sont egaux les forces des mouvements sont comme les quarrés des vitesses or dans un meme Balancier - les forces des Spiraux doivent augmenter comme les quarrés de Nombre de Vibrations quoique cet fait le contre

L'Horloge etant Reglée decrit des arcs 142 - avec le meme poids elle decrivoit 224 Lorsqu'elle Retardoit 24' 40" par Heure

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

110

Le 5 8bre 1770

Le Balancier refait a 6 p.ds 11 lig. 1/2
le Diametre = 83 1/2
pese 2 onces 4 gros 1/2 24 grains —
epaisseur 1 lig 2/12 1/4
Largeur du champ 1 lig 8/12
Centre 10 lig 1/2 et meme epaisseur que le champ
Ce Balancier est fort solide mais il est ainsi
que je le desirois le plus leger que sa
grandeur puisse permettre —

trouver la force du spiral pour ce Balancier
2 onc 4 gros 1/2 24 grs = 20 gros 1/2 24 gr
= 41/2 gros 2/3 multipli par le quarré de
la vitesse du Balancier on a 375.
on a donc la proportion
375 : 204 :: x : 13
x = 23 grains 185/204
Le spiral doit donc tirer a 5.d 23 grs 18/20 ou
environ 24 grains —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La force du Mouvement avec ce Balancier sera
a celle du N.° 8 comme 375 : 204.

Avec le Balancier pesant -
la force est 792. et avec l'autre 375
ou comme 88 poids du premier Balancier a 40 ou environ 42
2
ou environ 4 a 21

On voit l'avantage du grand Diametre car le Balancier
etant plus leger que N.° 8 a cependant plus de
force de Mouvement a moins de frottement —

Le 18 : 8.bre 1770.

J'ai achevé les croisées du Balancier que j'ai rendues
les plus legeres possibles pour etre solides en cet etat
Le Balancier pese 2 onces 2 gros 21 grains.
J'ai donc olé 2 gros ½ 3 grains aux barrettes —
n'ayant pas touché a l'anneau
Les barrettes ont de Large au centre 1 lig $\frac{10}{12}$
au dehors contre l'anneau 1 lig ½

Balancier
Il pese 18 gros 21 grains = $\frac{36\frac{1}{2}}{2}$ Multiplié par le quarré de la vitesse 9
on a 328 : 204 :: x : 13 $x = 20\frac{184}{204}$
Le Spiral pour le Balancier pesant 2.° 2 gros $\frac{1}{4}$ doit peser 20 grains $\frac{184}{204}$
ou environ 21 grains —

$$\begin{array}{r} 72 \\ 18 \\ \hline 576 \\ 72 \\ \hline 1296 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 1296 \\ 21 \\ \hline 1347 \end{array}$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 6 8bre 1770 —

J'ai etablis cy devant par Principes certains par L'experience ~~et~~ La force que doivent avoir les Ressorts Spiraux - relativement a les Vibrations Données a la masse du Balancier Il faut y maintenant voir La relation du Diametre de deux Balanciers de meme poids avec un Ressort Spiral de meme force Pour cet effet Je fais faire un Balancier moitié plus petit que celui refait cy devant page 114. et de meme pesanteur Je le ferai marcher avec un meme Spiral afin de voir - par L'experience si La Loix que J'ai etablie - a effectivement lieu Savoir que Les Vibrations de deux Balanciers d'inegales grandeur sont en Raison Inverse des quarrés de leurs Diametres

Dimensions a donner au Balancier

Il aura 42 lig de Diametre

Il pesera 2 onces 2 gros 1 : 21 grains

Il devroit etre 90" Vibration mais ~~cela~~ vient du poids du Bal. Leger plus pesant du Centre

Si Le Balancier n'etoit que le quart de celui a Savoir et de meme diametre il devroit Le double de Vibrations Dalon Le Principe n° 191 du Traité des Horloges aussi toutes les Experiences L'ont ~~confirmé~~ aux Loix etablies dans le Traité

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Prop. Si on a un Ressort Spiral que l'on applique alternativement sur deux Balanciers de meme Diametre 58
& de masses Inegales ~~les quarrés des~~ ~~les quarrés des~~ ~~seront en raison Inverse~~ les ~~quarrés des~~ quarrés du nombre de Vibrations dans le meme tems — seront en raison Inverse des pesanteurs des Balanciers —

Ce qui est evident car nous avons prouvé que les forces des Ressorts sont comme les forces du Mouvement si donc les forces du Mouvement sont egales les forces des Ressorts le seront aussi: ~~donc~~ si les quarrés des Vibrations sont en raison Inverse des masses les forces du mouvement seront egales

~~Soit~~ ~~a deux~~ Balanciers A B. ~~dont les masses soient comme~~ ~~2 a 1 et les Nombres des vib. comme 1 a 2 les vibrations seront comme 2 a 1~~ ~~si donc les masses des balanciers sont comme 1 a 4 les vibrations~~ d'où il suit que dans deux Balanciers des differents diametres pesanteurs et nombres de vibrations ont des ~~Ressorts spiraux de meme force de ressort ou quantité de mouvement de ces Balanciers~~ ~~est aussi la meme dans que les ass. ducrots sont les meme~~

J'ai fait marcher l'Horloge N.o 9 avec le meme spiral qui tire 51 gros et avec lequel le Balancier qui pese 44 gros etoit reglé —

A 5h 36' a l'H —

A 7h 36 Hort. Marque 8h 38' 36"

Ainsi en 2h ~~Ha~~ Balancier a fait 3 fois 3600 ~~10800~~ —

Vibrations + ~~[illegible]~~ 120 + 36 = en tout 10956 = 5478 Vibrations par heure = 91 Vib 18/60 par minute —

Dans les deux cas les masses sont 44 gros & 18 gros 1/3 qui sont comme 132 a 55 & les vibrations sont comme 5478 a 3600 ou encore comme 60 a 92 dont les quarrés sont 3600 et 8464 : on a donc par le Principe la proportion

132 : 55 :: 8464 : 3600 ou les produits sont egaux ~~et~~ des Extrêmes par les moyens qui representent les forces du mouvement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ainsi multipliant 3600 quarré de 60 vibration ~~par~~ que fait
le Balancier pesant en 1' par sa masse 132 on a —
sa force de mouvement 132 × 3600 = 79200 × 396 = 475200

et multipliant egalement 8464 quarré de 92 vibrat.
que fait le Balancier leger en une minute par sa
masse 55 on a sa force de mouvement 8464 × 55 = 42320 + 42320 = 465520

or ces deux produits etant egaux o

Le 7 gbre

A 6h 45' fait decrire au Balancier 124d

toujours Le Spiral a 51 grm

Mr La cheville du Balancier 2d a gauche
ensorte que le Balancier decrit 60 d du coté
d de l'autre 64 —

A 7h 45' Horloge Marque 8h 16' 18"
ainsi en une heure a fait 5478 vibrations
de meme que je l'ai trouvé cy devant —
voila donc la veritable difference dans les
vibrations causée par la ~~poids~~ difference
dans la pesanteur du Balancier le Spiral
restant le meme —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Remis le Balancier a son Repaire

a 8h. 20' a 2 ft. arc 124

a 9h. 20 Horloge Marque 9h. 51' 18"

ainsi en une heure a fait 5478 Vibration

Le changement de 2 degrés dans le Repaire du Balancier n'a causé aucune difference

---

J'ai diminué du Centre du Balancier pesant et animés les croisés rendu le tout aussi leger possible pour etre solide

Le Balancier ainsi finis non doré pese 5 onces moins 5 grains

= 4 onces 7 gros ½ 31 grains

J'ai remonté l'Horloge avec ce Balancier mis le meme spiral des ~~Ex~~ periences cy devant sans être derangés de sa virole ni du piton

a 2h. 0' a l'Horl.

a 3h. 0 a 1" ½ arc 130

a 4h. a 3" ½ arc 132

Laissé le meme poids moteur que dans les Experiences precedentes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ainsi ces Experiences prouvent que Dans ces Balanciers de meme Diametre le Spiral restant le meme comme je l'ai dit Les quarrés des Nombres de Vibrations sont en Raison Inverse des pesanteurs des Balanciers et quoi que par le Calcul il reste quelques differences cela ne vient que des Balanciers plus ou moins pesans du Centre et de champs ce qui fait la meme chose que si les Balanciers avoient differens diametre ainsi on trouvera toujours une des Inconnues de la proportion ou le nombre de Vibrations la pesanteur étant donnés ou la pesanteur les Vibrations étant donnée —

Essai N.° 1827

Pesanteur de la plaque qui doit porter le poids y Compris les pontis et les ponts . est de 2 ℔ 1/2 Juste ..

Dans les Experiences precedentes le poids etoit —	4 ℔	1/2
Composé de la plaque Cy dessus — —	2	
D'un poids de plomb servant a vider entouré	4	1/2
D'une virole de Cuivre posé —	2	
De deux morceaux de plomb d'une livre chaque	2	3/4
De deux morceaux de poids lin de demi livre chacun — —		1/4
Tout ont poids etoit —	7 ℔	3/4

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 8 8bre

Jai ajusté Le Ressort Spiral N.° 2. Sur La petite virole et appliqué a La Balance Je Lai accourci Jusques a ce quil fibal 21 grains a 5.d quantité que Jai trouvé devoir etre La force du Spiral pour faire battre Les Secondes au Balancier — qui pese 2 onces 2 gros 21 grains à Le Cappelle N.° 2 : Jai fait une Marque au Ressort a Lendroit ou il a arrêté pour fibrer 21 grains. Jai remonté — Le Balancier N.° 2. et adapté Le Ressort Spiral arrêté bien Juste au point ou il fibre 21 grains —

a 7.h 50' mise a L'Horloge

a 8.h 50' Ret. 7'' 1/2 Arr 194 —

poids Moteur 7.th 3/4

fibré un peu du Spiral — 5.d du Balancier

a 9.h 20' a L'H.

a 10.h 20 Ret 1/2 secondes Arr 98 = 196

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

J'ai demonté l'Horloge et mis un Balancier de meme poid que N° 2. mais qui n'a que 42 lignes de Diametre N° 2 est donc a N° 3 comme 2 a 1:

Remonté l'Horloge avec ce Balancier N° 3 mis le meme Ressort Spiral sans etre derangé ni du piton ni de la Virole il est donc parfaitement de meme force ~~que~~ et avec lequel N° 2 -- a fait 3600 ½ secondes par heure nous allons donc savoir le Rapport des Vibration avec des Balanciers de Differents Diametres mais de meme poid & mus par des Ressorts de meme force

meme force Motrice

A 11h 15' a l'H

a 1h 15 Horloge a ~~Retardé~~ avancé en 2h de 4 heures moins 33" ½ c'est a dire que le Balancier bat les demies secondes il retarde seulement de 26" ¾ par heure ce qui vient necessairement de ce que le Balancier N° 2 a plus de pesanteur dans ces croisés que N° 3 enforte que N° 2 n'est pas

exactement d'un Diametre double de N° 3 – Ce dernier ~~est~~ a son centre de mouvement ou de puissance plus eloigné que celui de N° 2. ~~mais~~ cette difference est tres petite ~~mais~~ mais elle sert a ~~nous~~ prouver la Necessité de porter toute la puissance du Balancier a la Circonference

Cette Experience prouve la Loi que suivent les Vibrations des Balanciers

C'est a savoir que Les Nombres de Vibrations de deux Balanciers d'inegales grandeurs et de meme pesanteur sont en raison Inverse des Diametres des Balanciers lorsque les puissances sont de meme force Voila donc enfin toute la Theorie des Balanciers eclaircie – et prouvée par des Experiences Sur lesquelles et tout cela est d'accord avec les Principes que j'ai ci dessus Etabli

Dans les deux Experiences ci dessus faites avec les Balanciers N° 2 & N° 3 Il resulte que les forces de mouvement sont les mêmes puis que les vitesses sont les mêmes ‡ & que c'est la meme pesanteur des Lin & Cauche Balancier

‡ dans le grand Balancier ~~le~~ les parcours est ~~double du petit~~ le produit 2 du Diametre par une vibration et dans le petit ~~les vibrations sont double~~ vibration par 1 de Diametre c'est le produit de 2.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a 7h. 20' a L'Horloge

a 9h. 20' Horloge marque 11h 18' 13"

devroit marquer 11h 20' juste si le —

Balancier battoit exactement les demis-

Secondes c'est a dire quelle fut reglée

Retarde donc en 2h 1' 47" c'est a —

dire 107 vibrations de demie seconde

= 53" ½ = 26" 3/4 par heure

Comme je l'ai trouvé cy devant —

voila donc des Experiences sures

Remarque Je me suis apperceu que —

les arcs de vibrations diminuoient —

Sensiblement Je croyois que c'étoit

faute d'huile a L'Echappement mais

j'ai trouvé une goupille qui touchoit

a un Rouleau Je l'ai ôtée aussitot &

les arcs s'ont agrandis a vens a 220°

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 9 Jai laissé marcher L'Horloge toute
La Nuit Les arcs sont toujours 220 —

En 12 h a retardé 622 battement pour
faire les demies secondes = 51 battem $\frac{10}{12}$ par
heure = 26'' par heure — a peu de chose près
L'action du froid pendant La Nuit a pu
accelerer La marche —
Mais cela ne fait rien a nos Experiences
La Loi des Vibrations des Balanciers
n'en est pas moins sure —
Nous allons maintenant observer La
durée des Mouvements Libres de nos
Balanciers afin d'en Conclure
La precession —
A 8 h 45 Balancier N.° 3 libre arc 280 —
a 9 h 15 decrit près 2° —
a 9 h 20 un tres petits Mouvemen
Son Mouvement a duré 35' ainsi Le Balancier a fait
4200 Vibrations

$$\begin{array}{r} 35 \\ 120 \\ \hline 700 \\ 35 \\ \hline 4200 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 60 \\ \hline 2100 \end{array}$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

J'ai demonté le Balancier N.° 3 —
et mis en place N.° 2.

a 9h. 40' fait osciller librement le Balancier
N.° 2 decrit arc 280°.

a 9h. 43 - - - arc 200 —

a 9h. 50' arc 103°.

a 10h. 20' —— 4°.

a 10h. 30 1°. ½

a 10h. 40 conserve un tres petit mouvement —

Cette Experience confirme les Principes que
j'ai etablis sur le frottement ~~par~~ des pivots
de Balanciers C'est que les vibrations lentes ont
moins de frottement ~~car ic~~ car dans les deux
Experiens avec les Balanciers N.° 3 & 2 — les
forces de mouvement sont les memes dans le
memes tems puis que les vitesses & les masses —
sont les memes mais le frottement des
les pivots du Balancier N.° 3 est double

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de ceux N° 2. Car la pression est la meme et l'espace parcouru du N° 3 est double a cause du nombre de ses vibrations doubles de N° 2. Si donc les frottements eussent été les memes ainsi que le sont les forces du mouvement ces deux Balanciers eussent conservé leurs mouvement de vibration pendant le meme tems mais les oscillations de N° 2. ont duré pendant une heure au lieu que N° 3 n'a oscillé que pendant 35' et on peut ajouter que toutes les autres parties du regulateur sont restés parfaitement dans le meme etat pendant ces Experiences La difference dans la durée de la marche des Balanciers libres ne peut donc etre attribuée qu'aux plus grand frottement causés par des vibrations plus promptes —

Rem Ce n'est pas au frottement qu'on peut attribuer cette difference de durée du mouvement libre mais a la meme cause observée dans les durées du mouvement du grand Balan Hor. N° 1 rapportés traité des Horloges marines —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 13 8bre

J'ai Netoyé L'Horloge N° 3 remonté le Balancier pesant (N° 1) et fait Mouvoir Librement —

A 3h 55' decrit 220d —

A 4h 5 — decrit — 1d

A 4h 15 Conserve un mouvement 1/4d —

Son Mouvement a duré une heure 20' —

et le Balancier N° 2 n'a duré qu'une heure

d'où l'on voit que le Balancier pesant est preferable et d'autant mieux que le Spiral du N° 1 ne fait que trois tours à celui N° 2 ~~en~~ fait 6 1/2 et est un peu plus grand il est donc près de le moitié plus Long que N° 1 Lors donc que j'aurai mis un Long Ressort a ce dernier il Conservera encore plus Longtems son mouvement libre —

Je me decide donc en faveur du Balancier pesant pour Regulateur de cette Horloge

et je vais faire executer un Ressort pour parvenir a L'Isochronisme pour cet effet Je lui donnerai La plus grande Largeur possible par ce moyen il Sera plus foible de Lame Son Inflexion plus grande et par Consequent il n'aura pas besoin d'etre si Long & si epais pour etre en meme tems de force a avoir La proprieté Isochronique ——

J'ai Remonté Le Mouvement de L'Horloge et faite Marcher avec Le poids 7 ℔ $\frac{3}{4}$ et Sans huile a L'Echappement

a 5h 48' a L'Horloge ——

a 7h 48 avec 150

Le 14

a 7h 15' Ret 29" avec 154

a 1h 30' Ret 38"

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Comparaison des forces de Mouvement des Balanciers N° 1 & 2 battant les secondes. et mus par le meme moteur —

N° 1 pese 5 onces = 40 gros —

N° 2 pese 2 onces 2 gros 21 grains = 18 gros $\frac{1}{3}$ env.

N° 1 decrit 154 degrés : N° 2 196 —

ainsi arc N° 2 est a arc N° 1 comme 196 : a 154 ou 98 : 77

Le quarré de 98 est 9604 et de 77 est 5929

98	77
784	539
882	539
9604	5929
18 $\frac{1}{3}$	40
76832	237160 force de Mouvement N° 1
9604	
3201	
force de Mouvement N° 2 | 176073	

Ainsi la force de Mouvement de N° 1 est a celle N° 2 comme 237160 : 176073 — ou environ comme 23 a 17 —

La difference sera encore plus grande lors que N° 1 aura un bon spiral —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Trouver les Dimensions du Spiral du Balancier N° I —

sa force doit être de 51 grais a 5 d. de la Balance —

La Largeur Sera ~~de~~ trois fois celle du Spiral Fort N° 8. qui est 1 lig $\frac{7}{12}$ (voy N° 14 page 25)

ainsi en le supposant de meme epaisseur et de meme Longueur il Seroit 3 fois plus fort et egalement propre a L'Isochronisme : Mais il doit etre 4 fois plus fort — il faut donc que sa pesanteur ou epaisseur soit plus grande —

Le Ressort Fort N° 8 pese 41 grais et a 12 p.ce 4 lignes de Longueur — epaisseur $\frac{5}{48}$

Ressort N° 9 doit donc peser a meme Longueur 4 fois Celui N° 8 Cest a dire 164 grais

mais come il est trois fois plus large il pesera etant de meme epaisseur a Longueur 123

ainsi lepaisseur doit etre a celle N° 8 Come 164 : 123.

ou 4 : a 3 : : 3 : 5 :: 4 : $x = \frac{6}{48}$ $\frac{2}{3}$

$\frac{4}{20}$ | $\frac{3}{6}$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais Les Ressort devenu plus fort aura de moindre Oscillation & ne sera plus Isochrone il faut donc augmenter sa Longueur dans le Rapport de 3 a 4

~~12 : 52 lig : 3 : 4 3 : 52 :: 4 :: x 69 lig 1/3~~

~~4~~
~~268 | 3~~
~~28 | 69 1/3~~
~~1~~

12 pc = 144 lig
4
148

3 : 148 lig :: 4 : x 197 1/3 = 16 pc 5 lig 1/3
4
592 | 3
29 | 197 1/3 | 12
22 | 16 pc
77
5

~~Il faut que~~

1, 12 pc 4 lig repe 164 grs Comb 16 5 li

148 : 164 :: 197 : x = 217 grains -

~~148 : 3 : 4~~ ou environ 3 grs

Le 22 8bre 1770 –

J'ai fait executer un grand Ressort spiral pour L'Horloge N.o 9 — en voici les Dimensions —

Largeur 4 lignes $\frac{3}{12}$

Longueur 21 pouces $\frac{1}{2}$

pesanteur – 4 gros 12 grains –

epaisseur ens $\frac{2}{12}$

Le prince spiral etant trop foible pour un tel Ressort je l'ai fait refaire ainsi que sa tige & le contact toute cette partie servira pour N.o 11 — dont J'ai les platines les pitrés & les Ronleaus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Du piton de Spital

La mortoise du piton de Spital qui sert a fixer le Ressort n'étant pas assez Large il faut refaire un piton je le construirai de meme que celui que j'ai fait p.r N.o 8

Le 27.

J'ai plié le Ressort Spital dont les dimensions sont portés a la page precedente j'ai eu beaucoup de peine parce que ce Ressort est très fort —

L'appliqué a la Balance Elastique a 5.e trée —— 85 grains

ainsi il est beaucoup trop fort — et comme il est aussi trop large je vais Rechercher les Dimensions

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Remarques essentielles

Pour parvenir plus facilement a avoir un bon Spiral Isochrone sans qu'il soit trop long il sera necessaire de diminuer la masse du Balancier d'environ $\frac{1}{5}$

Mais comme il est beaucoup plus facile de changer les dimensions du Balancier que de trouver un bon Spiral Isochrone il ne faut toucher au Balancier que lorsque j'aurai un Spiral.

Il faut d'ailleurs observer que pour regler une Horloge Marine il ne faut pas changer la Longueur du Spiral supposé Isochrone parce qu'un tel Ressort a une Longueur invariable (si non par les Temperatures) ainsi il faut comme je l'ai fait dans N.° 8 & N.° 9 percer dans le champ du Balancier trois trous taraudés pour recevoir trois masses mises a vis que l'on augmente ou diminue a volonté jusques a ce que l'Horloge soit reglée — et ces masses se demontent sans rien demonter de l'Horloge ni Balancier ni pour que ce soit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il faudra donc pour faire la meme chose a N.° 9 demonter l'Horloge lors que j'aurai un Spital qui puisse servir c'est a dire qui soit 1.° a peu pres de la force que je veux y faire 2.° qui soit tel qu'en changeant sa Longueur on puisse parvenir a l'Isochronisme c'est a dire qu'en l'allongeant les grand. arcs retardent plus que les petits, & qu'en l'accourcissant a un certain point les grands arcs avancent plus que les petits enforte qu'on soit assuré que le Spital ayant ~~une longueur~~ ~~de~~ l'Nombre de tours convenable & de la force a peu pres donnée qu'il y aura un point entre les deux extremes des ~~grands~~ arcs plus lent & plus prompt que les petits ou les grand. et petits arcs seront Isochrones

Quand l'Horloge sera demontée on tournera le Balancier pour le mettre de pesanteur et meme un peu plus leger. Je percerai les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trou qu'Balancier pour recevoir les masses en
cas de besoin et je couperai au tour
la platine des Roulea pour le passage de
ces Masses comme a N° 8 —

Recherchons maintenant les dimensions
du Ressort Spiral —
Je pourrai bien diminuer le Balancier
de $\frac{1}{5}$e de sa Masse —
ainsi le Ressort Spiral devra diminuer dans
la meme proportion
Le Balancier pese 5 onces il en pesera 4.
or 5 onces exige un Ressort Spiral de 51 grains.

$$5^{\circ}\ 51 :: 4 : x = 40\ \text{gra}\ \frac{4}{5}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ \times\ 64 \\ \hline 40 \end{array} \Big/ 5$$

Le Ressort devra donc tirer 41 grains —

Le Ressort Spiral qui tire 85 grains
est trop large pour la place que j'ai ainsi
celui que je ferai faire n'aura que 4 lig

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le grand Spiral pesant 4 gros 12 grains = 300 gr
a 4 lig $\frac{1}{4}$ de large il tire 85 grains

$\frac{51}{12} : 85 :: 48 : x = 80$ grains - force

48
680
340
4080 | 51
0 80

51 : 300 :: 48 : $x = 282$ grains $\frac{18}{51}$ pesanteur

48
14400 | 51
420 282
120
18

41
48
328
41

738 | 51
228 14

Le Spiral ayant 4 lignes de largeur & meme longueur tirera 80 grains & pesera 282 g $\frac{18}{51}$
on trouvera la pesanteur pour 41 grains force en faisant la proportion

282 $\frac{18}{51}$: 80 :: x : 41 $x = 144$ grains $\frac{56}{80}$

41
282
1128
14
11576 | 80
357 144 $\frac{56}{80}$
376
56

Le Spiral ayant 4 lignes de largeur (et meme longueur que celui pesant 4 gr 12 grains) pesant 144 grs $\frac{56}{80}$ tirera les 41 grains demandés

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Je ferai faire un second Ressort de meme longueur et largeur qui tirera 45 grains

Cherchons la pesanteur -

$282\frac{18}{51} : 80 :: x : 45$

45
1410
1128
19
12705 | 80
470 158
705
65

45
18
360
45
810 | 51
300 | 15
45

45
18
340
45
790 | 80
98

Les deux Ressorts refaits sont en fonte -
le plus fort au Centre
Largeur de ces Ressorts 3 lignes $\frac{9}{12}$

N° 1 a de Long —— 20 pces
pese 2 gros 15 grains
N° 2 a de Longueur 21 pces ½
pese 2 gros 5 grains —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Appliqué Les Ressort N°1 Sur La Balance

pris par Le dernier tour

a 5°	20 grs	
10	40	
15	60	
120	~~6 grs~~ $\frac{1}{2}$ ~~21~~ grs = 499	

72
6
432
36
31
499
24
20
480

Il doroit ~~etre~~ 480° diff 19 gr

Il faut un Ressort beaucoup plus ~~fort~~ a plus amincie par Le dehors -

Remarque

Le Ressort N° 1 n'a que 20 pouces de Longueur et celui porté au 22 gre a 21 pts $\frac{1}{2}$ et est double de pesanteur et La force ~~est de~~ de ce dernier est de 85 grs et n°1 de 20 grs il parait donc que Les forces des Ressorts ne sont pas proportionelles aux epaisseurs ou quantité de matiere mais quelles sont comme les quarrés des pesanteurs cela peut très bien s'accorder avec la Nature du Ressort car si les epaisseurs ou pesanteurs sont d'ailleurs restant de meme sont doubles pour produire les memes Inflexions il ne faudra pas seulement une force double mais elle sera comme le quarré de l'Inflexion et cela est Conforme a la loi des forces requises pour plier des Ressorts -

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 1r Decembre 1770

J'ai fait executer un nouveau Ressort Spiral /
marqué N°. 3
il a 20 pouces de Long pese 3 gros 18 grains
a 4 lignes de Largeur

un autre Ressort N° 4 a 3 lig $\frac{9}{12}$ de Largeur
Longueur 21 pouces $\frac{1}{2}$ pese 4 gros

Spiré le Spiral N°. 3

5d. tire — 60 grains

120d. tire 2 onces 4 gros $\frac{1}{2}$ 19 = 1495
1440
Devroit etre 1440 difference 55 grains

Ce Ressort est trop fort. n'est pas assés Long
et n'est pas assés fait en fonct

Pour parvenir a L'Isochronisme avec un Ressort
de cette force il faudroit qu'il eut environ
trois fois plus de Longueur qu'il faut beaucoup
plus Large 2

Je revien donc au Balancier plus Legers

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 2 10bre

Comparaison des Horloges Marines N.o 8 & 9 Combien les difficultés d'exécution des N.o 9 sont plus grandes — et presque en pure perte n'ayant pas acquis autant de justesse a proportion des difficultés d'exécution en consequence je me determine tout a fait a adopter l'Horloge N.o 8 parmi toutes mes Horloges ~~étant~~ celle qui étant la plus facile donne cependant une justesse suffisante ~~à pa~~ lorsque au dessus de N.o 6 & 7 et peut être aussi de N.o 9 ——

L'Horloge Marine N.o 8 étoit a peine achevée que je formai le Projet d'en construire une nouvelle je me laissai entrainer par le desir de porter ces machines au plus grand degré de perfection qu'il me fut possible et conduit par la Theorie je pensai qu'en lui donnant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un plus grand Volume elle acquerroit de la Justesse
~~telle est~~ Sont les Motifs qui mont fait executer
N.° 9 ainsi qu'on peut le voir dans le livre
Manuscrit N.° 11 ou l'on voit que j'ai —
rassemblé tout ce qui pouvoit conduire
a mon but sans m'embarrasser des obstacles
que l'execution d'une si grande Machine
exigeroit Mais je n'ai pas tardé a juger
par mon Experience combien lors qu'on est
parvenu a une certaine perfection il est difficile
d'aller un peu au delas: Il est bien certain —
que L'Horloge N.° 9 sera plus exacte encore
que N.° 8 mais la difference de sa Justesse
avec celle de ~~cette~~ dernière n'equivaut pas aux difficultés
d'execution et aux depenses de N.° 9 Ainsi
Je suis bien decidé a n'en pas faire d'autres
comme N.° 9 Au Contraire elle m'a servis —
a me faire voir que N.° 8 est la seule
de tous mes Horloges qui merite la preference
et qui reunit les plus grands avantages c'est
ce que j'ai eu lieu d'examiner depuis que —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est de retour. Je vois quelle est susceptible par sa Construction & par ses excellentes dimensions de donner presque autant de Justesse que N.° 9 et j'aimerois mieux executer trois Horloges N.° 8 que Deux comme N.° 9 et elles me Couteroient moins de depense & de soins — cela ne m'empechera pas de terminer N.° 9 qui m'a d'ailleurs servis a faire differentes experiences & Recherches utiles pour la perfection des Horloges marines & pour eclaircir leurs Theories ensorte que lorsque je ferai de Nouvelles Horloges Marines je pourrai encore leur ajouter de la perfection en suivant meme les dimensions de N.° 8 — mais avec des Corrections que j'ai ajoutées au N.° 9

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'extreme difficulté que j'éprouve pour
avoir un Spiral Isochrone qui soit de la
force ~~suffisante~~ convenable au Balancier
pesant N.° 1 me fait enfin prendre
le parti de l'abandonner et d'employer
N.° 2 qui ne pese que 2 onc 2 gros.
J'aurai infiniment plus de facilité a trouver
et executer un bon Ressort Spiral.
Car si on vouloit faire servir N.° 1 le
Ressort devroit tirer 52 grains et avoir
plus de deux pieds de Long ~~et~~ tre
Large &c et alors le Mechanisme
de Compensation ne seroit pas
assez de Chemin en un mot toutes
les autres parties de l'Horloge n'ont pas
été faites pour une si grande force
de Mouvement les Roulean sont trop
foible &c. Je m'etois toujours proposé de
diminuer ce Balancier Lorsque j'aurais
trouvé un Spiral Isochrone mais j'aime
mieux tout de suite venir au Balancier N.° 2

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui aura d'ailleurs un avantage c'est d'être moins susceptible des agitations que n'avoit été ~~Lardet~~ N.° 1 —

Le 5.e 10.bre

Le Ressort N.° 2 qui a 3 lig $\frac{9}{12}$ de largeur et qui pesoit 2 gros 5 grains ayant 21.° $\frac{1}{2}$ ayant le Centre recuit coupé pour mettre lors sa nouvelle virole de spiral

ne pese plus que 2 gros moins 6 grains ainsi la partie coupée pesoit 11 grains

La Longueur actuelle du Ressort n'est plus que ~~de~~

et avoit 258 lig. et pesoit 149.

$149^{g} : 258^{lig} :: 138^{grs} : x = 238^{lig}\frac{142}{149}$ ou environ 239^{lig}

$$\begin{array}{r} 138 \\ \hline 2064 \\ 774 \\ 258 \\ \hline 35604 \end{array} \quad \begin{array}{l|l} & 149 \\ \hline 586 & 238 \\ 1334 & \\ 1192 & \\ 142 & \end{array}$$

Le Ressort n'a plus que 19 p.ds 11 lig

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

applique ce Ressort N.° 2 sur la Balance
il fait 8 tours a de Diametre 13 lignes
arreté tout au bout

a 5.° ——————— 12 grains
b ——————— 24

120 3 gros ½ 35 grains = 287

devroit etre 288 grains donc un de moins
ainsi en raccourcissant ce Spiral il seroit
Isochrone mais il est trop foible pour
ce Balancier servons nous en pour terme
de Comparaison parce qu'il est de bonne
Largeur & de Longueur

Il faut que le Ressort pour le Balancier N.° 2
tire 21 grains — mais comme il faut ajouter des
masses pour la facilité de Regler l'Horloge
il faut que le Spiral soit plus fort
Il faut supposer que les trois masses leurs brides & ecrous pesent
en tout 62 grains —

Le Balancier pese 2 onces 2 gros 21 grains ajouté 62 = 2 onces 3 gros 11
mais pour plus de facilité supposons $\frac{62}{3}$ le de 2.° 3 gros $\frac{1}{8}$ = $\frac{38\frac{1}{4}}{2}$.
multiplié par le quarré de la vibration on a $344\frac{1}{4}$
on a la proportion $344\frac{1}{4} : 204 :: x : 13$ $x = 21$ grains $\frac{171}{204}$.
On environ 22 grains —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Maintenant pour trouver la pesanteur que doit avoir le Ressort spiral de meme longueur et largeur que N.° 2 mais assé fort pour tirer 22 grais on fera la proportion

$$12 : 22 :: \overline{149}^{2} : x$$

149
149

1341
596
149

22201
22

44402
44402

488422 | 12
8422 | 407,02 | 201
0702
401

301

Ressort spiral N.° 2 cité page 116 celui qui a été recongé de la page ~~104~~ 99 et 104 ~~il était cy devant page 3~~ pour tirer 21 grais appliqué sur la Balance

5.°	20 gr
10	40
15	60
120.° 6 grois 14 grais	= 482

devroit etre 480

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le meme Ressort affoibli 1ment La tour ecclerien

20 — 39 gr

120 — 6 gros 31 gr = 463

devroit etre 468.

Les grandes oscillations doivent donc etre plus lentes que les petites avec ce ressort

Mapté a L'Horloge

22 33 ½
60
1320
33 ½
1353 ½ s

a 6h 0' S. a L'H —

Moteur 8h -

a 10h 10 Mar 3' 16"

Le 6 a 8h 0' o Arr 202 Rat 19 -

Hor Marque 7h 37' 26" ½

donc Retard de — 22' 33" ½ en 14h = 1353" ½

~~= 135" 7/20 par heure = 2' 15" 7/20~~

Mis Moteur 6h 2h 0 0

a 2h 0' Hor. marq 1h 27' 54" ½

donc retard — 32' 5 ½

Retard dit — 22 33 ½

9' 32" 0 en 6h

Arr 182 -

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Remarque sur les experiens precedents.

En 14 heures l'Horloge a retardé par les grands arcs de 22' 33" ½ = 1353" ½ battemens de retard ce qui feroit en 6h. 580 battemens de retard et en 6 heures par les petits arcs a fait 572 battemens de moins les petits arcs sont donc plus prompts ainsi en raccourcissant le spiral les oscillations seront isochrones.

L'operation que j'ai faite a ce spiral bien en affoiblissant le dernier tour a ce donc produit un bon effet ainsi que je l'ai vu en le pesant a la Balance ainsi sans tant recomencer de ressort spiral aux tors qui ne sont pas exactement la progression requise on peut y parvenir par ce moyen que j'avois deja tenté autres fois & que j'ai trop negligé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 9 10.bre

A 12h 5'	arc	202	
Jh 9 Rat 9 —		5'	0
Hort Marque 12h		3'	34'' 1/2
Retarde en 24h par les petits arcs		1'	25'' 1/2
Mis ~~moteur~~ 5h 14' 0 1/2			

60
9
540
32
572

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 15e 10bre 1770

De L'Horloge marine a pendule

L'Horloge marine a pendule est presque totalement finie car il ne reste que L'Echappement a faire mais après avoir murement reflechis sur cette Machine je trouve que quand meme elle reussiroit c'est a dire que les agitations du Vaisseau ne seroient pas capable de L'arreter il seroit encore dangereux de s'en servir parce qu'en La remontant on peut L'arreter et d'ailleurs La difference de sa Marche par les differents Latitudes peut toujours laisser de L'incertitude. Enfin les Raisons les plus forts qui me portent a abandonner le projet de cette Horloge a pendule c'est 1o que tout bien Compensé une telle machine devient pour etre exacte aussi couteuse que mes Horloges a Balancier. 2o que L'execution en est tout aussi difficile 3o que les Horloges a Balancier seront toujours certainement plus sures

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et plus exacts Cèp Sur tout ce que je puis
apprendre depuis le Retour de mes Horloges 76
tant par La precision quelles ont donné
que par La perfection que Jéy ai encore
ajoutée ainsi je suis tout a fait decidé
a ne pas finir L'Horloge Marine pour
etre a pendule au Contraire je vais
dis poser L'ouvrage faite pour Le mettre
a Balancier .. Le Balancier faisant
4 Vibrations par secondes — &c. Conformement
au Projet & Plan fait pour N.° 10 —
et Jemployerai Le pendule fait pour servir
a une ~~petite~~ machine ou pendule Invariable
ainsi rien ne sera perdu —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Horloge Marine N.° 10
Le 16e 7bre 1770 —

Tout Le travail qui avoit été preparé pour L'Horloge Marine a pendule servira pour L'Horloge N.° 10 dont le Plan est tracé datté du 7 Aout —
ainsi J'assujettirai le travail fait, avec ce Plan
J'ai des Rouleaux de La grandeur convenable qui avoient été fait pour N.° 8 a Rochefort ils servirons ici ainsi que tout le pinon spiral tige a boîte trop foible p.r N.° 9 —
Les Rubis taillé pour L'Echappement Horloge a pendule servirons ici —
J'employerai de meme La suspension a le tambour fait pour L'Horloge a pendule et tout ce qui regarde Le poids qui est encaté

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette Horloge N.° 10 se trouve donc presque faite puis qu'il ne reste que L'Echappement a faire les Cage des Rouleaux le Balancier le chassis de Compensation & le grand Levier

Il faudra baisser ou accourcir les piliers du poids cela ~~ft~~ exigeroit une trop grande Caisse —

Il faut que la cage du poids soit attachée comme je le fais toujours avec la Cage du Regulateur au lieu que pour L'Horloge a pendule elle etoit arretée au fond du Tambour

Les Cylindres n'auront que 9 lignes de Diametre et feront 7 tours ½ et comme il reste 4 heures a faire une Revolution L'Horloge marchera 30 heures Les Remonter

27
7 ½
189
13 ½
202

202/12
82 16 10

Longueur de la Corde
16 pour 10 lig. donc
descente du poids 8 pc 5 lig

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

~~Remarque~~ ~~Dans~~ La disposition qu'il faut donner a L'Horloge Marine N° 10 ~~Dans les~~ ~~La Coupe~~ pour se demonter facilem

La disposition que j'ai donnée ~~au~~ L'Horloge N° ~~8~~ 9 est bien la plus simple par la suppression d'une Cage du Regulateur mais elle n'est pas la plus Comode Car on est obligé de demonter le Mouvement a chaque fois que l'on a a travailler au Balancier et meme dans N° 8 quoi que le Mouvement s'enleve en entier la Roue de Rateau & L'Echappement ainsi que le Ressort de suspension du Balancier sont exposés a être cassé ou gatés si on n'employe pas beaucoup de precautions. Ces deffauts n'ont pas lieu dans N° 6 et parce que tout ce qui appartient au Regulateur a L'echappement sont attachés a une cage & tout ce qui appartient au Rouage a une autre Cage ce qui devient tré Comode Je dois donc travailler

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a Reunir ces avantages & C'est ~~a quoi~~ ce que j'ai trouvé par un ~~le~~ moyen ~~plus~~ plus simple qu'à N.° 6 — et je puis en faire usage dans l'Horloge N.° 70 —

Le mouvement ou Rouage sera dans la cage qui est faite et le Regulateur formera une autre cage formée par deux grandes platines & trois piliers — celle cy contiendra les deux petites cages des Rouleaux la grande platine superieure de la cage du Regulateur portera la roue d'Echappement le pont de suspension &c. comme N.° 6. et pour lier cette cage du Regulateur avec celle du Rouage les trois piliers de la cage du Regulateur porteront double portée par en haut l'une pour recevoir la platine superieure et le bout prolongé du pivot des piliers s'assemblera avec la petite platine du Rouage cela formera donc trois cages (non compris celle des Rouleaux) composées de 7 piliers & de 4 platines La roue de seconde portée par la cage ~~[illegible]~~ du Rouage ira engrener dans le pignon d'echappement porté par la cage du Regulateur & il n'y aura aucun accident a craindre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Je viens de faire les Corrections requises au plan de l'Horloge a pendule pour la mettre a Balancier en employant a Reunir tous les ouvrages que j'ai de preparés et selon le Projet que je viens d'expliquer en gros —

La Roue des Secondes dans l'Horloge a pendule etoit placée en dehors de la Cage du Rouage & retenue par un pont mais cette disposition est inutile a plus Longue il faut mettre tout simplement la Roue de Secondes en Cage a la placer forée de la petite platine du Rouage le pont de la Roue d'Echappement passera ainsi que le pignon au dedans de la Cage du Rouage au moyen du trou pratiqué a cet usage en un mot la meme disposition qu'a N.° 6. qui est très bien.

Je fais travailler en Consequence aujourd'hui 17 10.bre a faire la Cage du Regulateur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

daprés la disposition indiquée — —
et je viens de tracer le plan en sorte que
tout l'ouvrage fait servira

Le 21 Decembre
on a aujourdhui monté toutes les cages.
raccourcit celle du poids —
Jai ordonné un nouveau tambour
qui aura 16 pouces de haut —

De la Suspension

Je ferai servir la suspension qui avoit
été disposée pour l'Horloge a pendule
mais il faut faire un cercle de
cuivre plus grand afin de permettre
au tambour de decrire de plus grands
arcs sans y toucher celui fait etant
trop petit.
Il faut placer la suspension plus près du ~~centre~~

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

milieu du tambour afin de tenir la Caisse moins large cependant il est plus favorable que le point de suspension soit placé fort haut

Le point de suspension du tambour sera a 10 pouces au dessus du fond & par consequent 6 pouces au dessous ~~du dessus ou rebord~~ de la batte —

On ajoutera au ~~fond~~ dessous du tambour un morceau de plomb de 1 pouces ½ d'epaisseur ainsi du point de suspension au fond de la Caisse il faut 12 pouces ~~1~~ au moins ~~et au dessus~~

Du Mechanisme de Compensation

Le Ressort spiral pour etre Isochrone doit etre plus Long enforte que cela augmente le chemin du ~~levier ou~~ pince spiral Il faut donc aussi augmenter la Longueur du chassis de Compensation : pour cet effet dans cette Horloge N.° 10 Je placerai ce chassis perpendiculairement a la platine enforte qu'il aura toute la Longueur de la Cage du poids ~~cette dis~~ J'avois deja proposé cette disposition dans mon Essai Planche XXXIV et XXXV — Je ne l'ai pas encore mise en execution de cette maniere qui est cependant bonne par la grande Longueur du chassis — J'ai un chassis anciennement fait qui peut servir il a 12 pcs de Long il a 6 tringles d'acier & 7 de Cuivre —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 1r Janvier 1771 —

De L'Echappement

L'Echappement tel que je l'ai executé cy-
devant devient assés coûteux et d'une longue
execution et cependant il est bon Je vais
donc rechercher a faciliter son execution —

1o La Roüe devant etre d'acier trempé —
fort dur est d'une execution assés difficile —
sur tout pour l'égaliser après la trempe
~~sur~~ et d'autant plus que ces Roües sont assés —
nombrées Il faut donc s'il est possible dans —
N° 10 faire la Roüe de 15 dents au lieu
de 20
ainsi la Roüe de secondes pour employer le petit —
pignon 20 devroit ~~etre~~ de 160 à 19 lig 1/3
de Diametre.
La Roüe d'Echappement seroit de 9 lig Diametre

2o Les palletes des Rubis sont Coûteuses & très —
difficiles a executer ensorte que des Horloger
qui travailleroient dans les Ports soit a —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Comprendre ou a reparer les Horloges Marines auroient de la peine a se les procurer - et meme a Paris nous avons un seul homme en ~~état~~ d'en faire voila une difficulté qui m'a toujours occupé et qui seroit assés grande pour empecher la multiplicité de ces machines s'il n'y avoit pas moyen deviter ces pallets en Rubis. d'ailleurs il est essentiel que le meme ~~Artiste~~ puisse executer par lui meme tout ce qui concerne une Horloge Marine

Pour donc suppleer a cette difficulté je veux tenter de faire dans une de mes Horloges un Cylindre d'acier en place des pallets de rubis et de ~~tailler~~ tremper ce Cylindre de la trempe la plus dure et executé avec l'acier le plus fin.

La Roue d'Echappement seroit egalement d'acier trempé le plus dur et le frottement en seroit fort doux quoi que les deux pieces frottantes fussent d'un meme metal cette methode

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de faire agir L'acier trempé sur L'acier trempé — ett fort usitée dans nos ouvrages sur tout dans les rochets de Repetition & de Reveils qui sont d'acier trempé qui agissent sur des Leviers — d'acier trempé —

on Concoit qu'il y a moins d'usure ou de frottement a craindre par ce moyen qu'il n'y en a en faisant agir du Cuivre sur de L'acier trempé Le Cuivre ~~etant~~ par sa Nature fort poreux & mol La poussiere s'y attache et cela forme une lime qui creuse promptement or cet effet n'a pas lieu si le Corps de L'acier trempé dur est fort dur car si on voulois se servoit pour polir une lime d'acier trempée ~~fort~~ dure & polie comme Le Rouge ou L'émeril auroit de la peine a s'attacher a une telle lime elle n'useroit presque pas sensiblement la piece a polir —

Pour que la Roue d'Echappement fut platte comme celle que j'ai fait dans mes Horloges il faudroit que le Cylindre ~~Contint~~ Deux dents de La Roue

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

si elle n'en contenoit qu'une le Cylindre iroit porter contre le pied de la dent ~~et~~ ne pourroit decrire qu'un tr' petit arc ~~mais l'effet des deux roues est facile~~ il vaut donc mieux que le Cylindre soit disposé comme ceux a Rubis

Pour faciliter l'execution de l'Echappement disposé comme nous venons de le dire il faut que la Roue de Cylindre ~~d'Echappement~~ soit plus grande avec les mems nombres de dents ainsi avec 15 dents elle aura 12 pigues $\frac{1}{4}$ de Diametre

Il faut observer que le Cylindre d'Echappement ~~etant~~ devenant ainsi d'un plus grand Diametre par l'augmentation de celui de la Roue qui en resulte moins de frottement ou de destruction au Cylindre parce que la pression de la Roue la force de mouvement du Balancier etant donnée diminuée ~~comme~~ ~~la~~ a proportion de l'augmentation de Diametre du Cylindre ou de la Roue or comme ce Cylindre ~~est~~ ~~etant~~ d'acier ne peut supporter une si grande pression sans destruction on voit que cela assure encore mieux ~~la~~ constance des frottements

Le 2e Janvier
Hort. N°9 —

Pour éprouver de Nouveau Le Spiral —
N°2 des pages 99 · 104 · 117 et 144 :
a 5h 41' a L'H. mot posé
arc - 2
a 6h 41' Hort marque Arc 212°
39' 26'' ½ Rat 22°
Retarde 1' 33 ½

a 7h 41' marque 37' 53''
Ret en 2h de 3' 7 par les grands arcs
été 2 ½ poids

a 8h 41' marque
8h 36' 21'' ½ Arc 184
4' 38 ½
3 7
Retarde 1' 31'' ½ par heure par les petits arcs
avance par les petits arcs 2'' par heure

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a 9h 41' 2''

Aos. Ma 9h 34' 49''' ½

6' 10 ½

4 38 ½

1' 32'' ~~½~~

Les petits arcs sont plus prompts ainsi le spiral est bon.

Je vois en consequence le raccourcir au point convenable pour l'isochronisme ensuitte calculer le poid du Balancier afin de le diminuer, par de la quantité requise pour regler l'Horloge

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 4. Janvier 1771

accoucht le Spital de 19d —

a 10h. 30' Net 4 battemens

ar — 208 —

a 1h. 30 Ort mar

26' 9"

~~Net en 3h.~~ 3' 51 = ~~77" par h.~~

a 10h. 30 Net 4

en 3h. Net 3' 47 = 75" 2/3 par h

été 2h. 1/2

a 5h. 30' mar

21' 10"

240
59
299/4
19 74 3/4

8' 50

a 1h. 30 Net 3' 43

Net en 4h. 4' 59+ Net 20.

en 3h. ~~Retardation~~ ~~3'~~ ~~47~~ + = 74" 3/4 par heure

~~1'~~ ~~12~~

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le Spital paroit assés bien au point requis pour l'Isochronisme. Je vais maintenant calculer la pesanteur du Balancier

L'Horloge retarde $75'' \frac{2}{3}$ par heure c'est a dire que le Balancier fait 3600 Vib. $- 75'' \frac{2}{3} = 3524 \frac{1}{3}$ par heure $= 58 \frac{44}{60} = 58 \frac{11}{15}$

par minute

$$\begin{array}{r|l} 75\frac{2}{3} & \\ \hline 3524\frac{1}{3} & 60 \\ \hline 524 & 58\frac{44}{60} \\ 44\frac{1}{3} & \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 58 \\ 11 \\ \hline 58 \\ 58 \\ \hline 638 \end{array} \Big| 15 \quad 42\frac{8}{15}$$

$$\begin{array}{r} 58\frac{11}{15} \\ 58\frac{11}{15} \\ \hline 464 \\ 290 \\ 42\frac{8}{15} \\ 42\frac{8}{15} \\ \hline 3449 \end{array}$$

on a la proportion

$$60^{2} : 58\tfrac{11}{15}{}^{2} :: 1317 : x$$

$$3600 : 3449 :: 1317 : x = 1261$$

$$\begin{array}{r} 1317 \\ \hline 24143 \\ 3449 \\ 10347 \\ 3449 \\ \hline 4540 \end{array} \Big| 3300 \quad 1261$$

$$\begin{array}{r} 1317 \\ 1261 \\ \hline 56 \end{array}$$

Il faut diminuer le Balancier de 56 grains —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Rat 20° — a	7h 30		Jh:
Hor. m	7h	18'	41"
		11'	19
a 6h 30' Rat		8	50
		2'	29 = 74"½ par h.

L'Horloge retarde encore par les grands arcs — environ une seconde par heure

Hor. retarde a 7h 30' 11' 19"
Retardoit a 1h 30 — 3 51
Retarde en 6h 7' 28 = 448" = 74" 4/6 par h.

et par les grands arcs a retardé 3' 47" en 3h
= 75" 2/3 par h. donc diff. 1" par heure
dont l'Horloge retarde plus par les grands arcs

L'Horloge avant d'accourcir les spiral avoit ses grandes oscillations plus lentes que les petites de 2" par heure & ayant accourcit le spiral de 19d les grands oscillations sont encore 1" plus lentes que les petites il faut encore l'accourcir a peu près de 19d ou environ 15d

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a 10h 0' Arc 182

Horl Mar 9 45' 34" ½

Rat. 14' 25 ½

a 7h 30' Rat 11 19

en 2h ½ Rat 3' 6 ½

ajout 2h ½ au Mar

Le 5 a 7h 0' Rat 18 Ph 8 –

Horloge Mar. 6h 34' 15" ½

25' 44" ½ Arc 206

Rat a 10h 14' 25" ½

Rat en 9h 11' 19 0 = 75" 4/9

"60
660
19
679 | 9
49 75 4/9

Je trouve donc toujours une difference d'une seconde par heure des grands aux petits arcs je vois donc raccourcir le spiral de 15 –

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Accourcit le Spiral de 14 — 8/169 — 85

a 8h 8' a L41: arc. 220

Rateau 19d —

a 1h 8 Hor mar

1h 3' 13"

Ret en 5h 4' 47" = 57 2/5 par h.

~~Ret~~ 2tt 1/2 du moteur

arc 196 —

a 5h 8' —

4h 59' 25" 1/2

8' 34 1/2

4' 47

Ret en 4h 3' 47 1/2 = 56" 7/8

a 6h 8' mar 58' 28" 1/2

9' 31 1/2

8 34 1/2

57" 0

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a 10h 0'

Hor Marq. 9h 45' 34" 1/2

14' 25 1/2

Les petits arcs sont encore de près de 2" 1/2 plus prompts que les grands en 5h il faut accourcir le spital

accourcit le spital de 7 d

a 6h 46' a L'Hor —

arc 204

a 7h Ret 10" 1/4 —

a 9h 16' Hor. Marque

14' 13"

Ret en 2h 1/2 1' 47 = 42" 4/5 par h.

arc 208 Ret 19 —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 6 Janvier

A 6h 16' mat

Hort. Mar. 6h 7' 48'' 1/2

8' 11 1/2

Ret ~~mat~~ a 9h 16 — 1 47

Ret. en 9h — 6' 24 1/2

arc 206 . Ret 17 9h 7
46

a 6h 46 Hort m. 6h 37 27'' 1/2

Ret en 12h — 8' 32 1/2

ôté 2h du mat. —

a 6h 46' Hort Marq.

29' 9''

16' 51''

a 7h 16' 6h 58' 48

17' 12

Les petits arcs plus vrts —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 7 Janvier

accourcit Le Spiral de 15d —

a 8h. 38' a 2H. Arc 210

a 9h. 38 Hor Moteur 9H 3/4

35'' 1/2

Hor Rat —— 2'4'' 1/2

a 11h. 38' 0

Hor m. 11 36' 45'' 1/2

Rat en 8h. 1' 14 1/2

Ote 2H aux moteur —

Arc 192

a 12'. 38' 0'' Hor m

12 36 21'' 1/2

1' 38 1/2

1 14 1/2

Rat. par Le petits 24'' 0 pour.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a 6h. 38′ 0

34′ 21″

3′ 39

a 11h. 38 Ner — 1 14

Ret en — 6h. par les petits 2′ 24″

arc 192

auroit Ret en 6h. par les grands arcs — 2′ 29

Donc les petits arcs encore plus vites —

pris 2tt plus au moteur —

a 9h. 38′ 0

Aott. 9h. 32′ 42″ arc 290

5′ 18

a 5h. 38 — 3 39

Ret en 4h. — 1′ 39 par les grands arcs

pris 2tt au moteur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Th 2½ Rat 15 –

Le 8

a 7h 38' m –

Hor : 7 28' 41"

9' 19

hier a 9h 38 Ret – 5' 18

Ret en 10h – – 4' 1

en 10h aurait retardé par les grands Ress 4' 7"½

donc les petits plus prompts –

accourcit le spiral 20 d –

a 8h 45' a l'H Mot 9" 3/4

à 9 45 Ret 1" 1/4

a 10h 45' Ret 2" 1/2

ôté 2" au Mot –

arc 212 –

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a 12h 45 Ret 4'' 1/2

Les petits arcs encore plus vites 1/2'' en 2 heures
accourcit le Spiral de 5d

a 1h 6' a 2 th. pros 9th 3/4
2h 6 av. 4'' 1/2 arc 214
a 3h 6' av 9''. arc 192d
oté 2th du moteur

a 5h 6' av. 17'' 1/2
av 1/2'' par les grands arcs ou retarde
par les petits

et auparavant d'accourcir le Spiral
de 5d les grands arcs etoient plus
lent de 1/2'' dans le meme tems ainsi
en allongeant le Spiral de 2d 1/2 :
il sera très sensiblement isochrone
il est entre ces deux limites entre le point ou il
est et celui ou il etoit auparavant Cet a dire entre 5d

et La force motrice devra etre comme
dans L'experience de $9^{\text{ll}}.\frac{3}{4}$ —
C'est une observation qu'il est bon de faire
ici et dont on doit faire usage c'est
que Lorsque par des Experiences on a trouvé
Les points d'isochronisme du Spital ~~il faut~~
Letendue ~~Que La~~ des Vibrations que Le Balancier
avoit par Les grands arcs de ces Experiences -
Sont celles qu'il doit Conserver La Machine
etant finie Ici par exemple Les grands
arcs Sont de 212.d Il faut donc Regler
La force motrice Lorsque toute L'Horloge
Sera Achevée L'proline pour que Le Balancier
decrive 212.d Car Si Les Vibrations differoit
trop de cette etendue elles pourroient bien
n'etre plus Isochrones ici elles Seront
Isochrones de 192 a 212 et un peu au
dessus a au dessous voila donc pour cette

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Horloge Les Vibrations Determinées —

Le Balancier sera très sensiblement de pesanteur et plutot un peu Leger J'y ajusterai a vis trois masses facile a changer on a diminuer mais tout simplement comme je les avois mises anciennement a N.° 7 —

Je demonterai demain L'Horloge Je mettrai Le Balancier d'Equilibre et ajusterai les trois masses Je ferai dorer le Balancier et polir Le Mouvement —

a 9h. 6' Hor

avance — 34" 1/2 arc 194

ajoute 2h. au mot —
a 3h. 6 ao 9"

avance en 6h. 25" 1/2 = 4" 1/4 par les grands arcs

avance par le grand 9" en 2h = 4" 1/2 par heure

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 9

a 9h 6' Hor av 1' 24''1/2

Jh 3 Nat 11d — arr. 2.12 —

hier a 9h 6 av. 34 1/2

av. en 12h par les grands arcs —— 50''0

Il paroit que le froid a fait Retarder l'Horloge car elle avançoit plus hier par les grands arcs quelle n'a fait cette Nuit

Il faut pour ces Experiences avoir attention de tenir l'Horloge dans la meme temperature si on n'est pas sur de la Compensation et on ne peut travailler a la Compensation que lors que le Spiral est a son point sans quoi on changeroit la Compensation en allongeant ou accourcissant le Spiral pour l'Isochronisme voila la veritable marche a suivre —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1°. Travailler a L'Isochronisme
ensuitte a La Compensation —
mais pour Les Experiences de L'Isochronis-
me tenir L'Horloge a La meme
temperature —

Le Balancier étant mis —
d'Equilibre & les trois trous des masses
percés La cheville d'arret mise
en un mot prest a donner
prise 2 onces 2 gros moins 2 grais

N.B. J'ai marqué les trois masses au Balancier
La Machine a fendre avec un
poinçeau afin quelles soyent bien
placées & ne puissent changer L'equi
libre du Balancier ayant toutes
trois La meme pesanteur —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 29 Janvier 1771

N° 9 —

Le dit jour J'ai Remonté L'Horloge Marine N° 9. entierement finie & polie — ajusté Le poids Moteur pesé en tout 10 ℔ mise dans son tambour sur la suspension a 6h 33' S. a L'Hort. —

Le 30

a 9h 3' Hort Mar 7' 40"

a 9h 16 av 5' 43"

Olé trois morceaux du Moteur

Le 31 a 9h 16' Hort Marq: 26' 59"
16

Hort av ——— 10' 59
Hor av ——— 5' 43
5' 16

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ajouté les trois mois au Moleu

Le 1er février

à 9h 16'. Hor. m 32' 5"
16
16' 5
Hor. a 9h — 10' 59
5' 6

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 14 Mars 1771 —

Suitte de recherches pour perfectionner & faciliter l'exécution des Horloges Marines —

M. De Chabert Capitaine de frégate du Roy a obtenu du Ministre le Comandement d'une frégate pour la Mediteranée; outre l'objet particulier de sa Mission il s'est proposé de continuer son travail pour determiner la position des Isles à Cotés de la Mediteranee en Consequence persuadé qu'il est de l'utilité des Horloges Marines il a demandé au Ministre une de mes Horloges pour lui servir à cet effet il parroit que cela lui est accordé et malheureusement je n'en ai pas de prette pour aussi tot qu'il la demande je travaille cependant à terminer N.° 7 pour tacher que M. De Chabert puisse en faire usage dans sa Campagne & cela seroit d'autant plus de consequence que dans les premiers moments de ~~cette~~ decouverte il est essentiel d'en prouver l'utilité mais d'un autre coté il n'est pas moins essentiel que les premieres applications se fassent avec certitude

Cela a

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des premiers succès des Horloges que dépend
leur application dans la Marine —
et pour leur acquérir de la Confiance
Mais indépendamment de l'exactitude
que ces machines doivent avoir il faut
maintenant travailler a construire les
machines de sorte que les marins les moins
adroits sachent s'en servir sans danger
de les déranger et il faut également
les disposer pour être transportés facilement
de Paris dans les ~~Ports~~ de Mer car
il ne faut pas que l'artiste soit
toujours obligé de les aller placer
dans le vaisseau Voila un des —
deffauts de mes Horloges. Jusque
ici je ne me suis occupé que des
moyens de leur procurer de la justesse
sans m'embarasser des difficultés de
transport ~~&c conséquences~~ mais cette première

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

recherche faite je dois m'occuper de reunir a leur perfection la facilité de les servir et de les envoyer dans les Ports et de sorte que les Marins meme mal adroit sachent s'en servir — Le 15e Mars.

J'ai aujourdhui tracé un plan qui remplira — a ce que j'espere le double objet dont je vis de parler cy dessus de reunir a la justesse la simplicité des moyens d'exécution

Le 21 Mars.

De la Construction de mes Nouvelles Horloges Marines les plus simples etant exacts —

1° Le Mouvement Horisontal.

2° le mouvement placé dans un Tambour avec une suspension

3° Sera a Ressort & fusée -

4 Pour que par mal addresse on ne puisse devanger l'Horloge en la remontant les heures, minutes, & secondes sont excentriques les Cadrans eloignés du trou du remontoir en sorte qu'on ne puisse toucher aux aiguilles ainsi qu'on en court le risque avec mes autres Horloges

5 Le Balancier fera 4 vibrations par Seconde —

6 le Cadran de Secondes aura une graduation leger —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour les quarts de secondes & demie et la seconde marquée plus fortement. Les divisions des quarts de secondes sont seulement utiles a l'artiste & les divisions de secondes sont necessaires au Marin qui n'a que faire des quarts —

11 pour les Experiences

7 Les detentes que j'ai placées dans ma montre Marine sont extremement utiles & Comodes en ce que lors que le Ressort est au Bas une detente arrete le Balancier et de façon qu'en Remontant la montre le Balancier se remet tout seul en Mouvement et par la meme detente une autre qui agit sur elle sert a arreter aussi la montre a volonté & de façon que le Balancier reprend aussi tout seul son mouvement quand on lache la detente parce qu'elle l'arrete toujours au meme point qui est au dessus de la levee Il faut donc placer de pareilles detentes dans toutes mes Horloges : or comme elles exigent une étoile qui sert a faire l'arrêt de la fusée lors que le Ressort est au haut ce mechanisme tient lieu ~~du~~ meme tems du garde chaine

8 L'echappement sera a cheville sur le principe de celui de ma montre marine mais disposé de façon a etre executé plus facilement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

9 Le Balancier sera suspendu par un Ressort —

10 Les Rouleaux seront croisés

11 Les Rouleaux seront placés tout contre les platines & auront des ponts pour que chaque Rouleau soient entre deux les pivots comme dans N.° 9

12 un des Rouleaux de chaque cage se demontera afin de demonter Le Balancier comme dans la Montre Marine N.° 3 —

13 La compensation du chaud & du froid par une Lame composée & un levier fort simple

14 J'ai fait arranger une suspension très simplement & j'employe un Jambour que j'avais et ferai faire a peu frais une Caisse pour contenir L'Horloge & la suspension comme pour mes autres Horloges

15 La Clef pour remonter L'Horloge restera toujours en place & sera goupillée Cela servira a boucher Le trou, et empecher qu'on ouvre La Lunette, on ne sera pas en peine a introduire des Valets avec la clef ny a rien Casser en mettant Le Clef sur son quarré

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

36 Disposition du Ressort de Suspension des Balanciers

Pour qu'en demontant le Balancier on ne soit pas exposé a casser ni courber ce Ressort il faut que le petit pont qui sert a retenir le Balancier de bas en haut soit attaché au pont de suspension ce pont d'arret sera percé d'un trou a travers lequel passera librement le Ressort de suspension et la machoire qui serre ce Ressort étant attachée a la partie de Manivelle de l'echappement par une vis en demontant cette vis on retirera le pont de suspension son Ressort avec la machoire et le Ressort sera egalement dans ce cas garde d'accident par par ce petit pont d'arret

37 En employant comme je le propose l'echappement a cheville il sera peut etre necessaire qu'en lachant une detente comme dans N.° 3 l'Horloge marche parce que si pour lui donner le mouvement il-etoit necessaire de faire tourner l'Horloge sur elle meme l'echappement pourroit dans certains cas etre tellement placé qu'une des virgules soppofant au mouvement retrograde du Balancier cela feroit ou flechir ou casser soit la virgule ou la cheville comme cela a lieu dans N.° 3: or dans ce cas il vaudroit mieux mettre les detentes pareilles a celle de l'horloge ces detentes prevenant tout accident

A Groslay Le 1r Avril 1771 —

De La Construction La plus simple — ~~L'Horloge~~ que je puis employer pour avoir — une ~~Bonne~~ Horloge Marine ~~et Solide~~ qui reunisse a L'exactitude necessaire pour La Navigation La determination des Cartes — La Longitude &c La facilité soit — pour etre a la portée des Marins soit pour etre transportée ~~par terre~~ de Paris ~~dans~~ les Ports

L'Horloge Marine La plus exacte que J'aye fait — est sans contredit N.o 8 L'Horloge Marine N.o 9 reunit en elle toute La perfection qu'il m'a été possible de Lui donner Mais ni L'une ni L'autre de ces Machines ne peuvent — devenir d'un Usage Universel au moins en France et Le plus grand obstacle a cela est Le prix modique que Le Ministere y a fixé et ce prix n'est pas La moitié de La Valeur reelle de ces Machines ainsi toute parfaite — qu'elles sont Je suis obligé de les abandonner

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour me prêter à la circonstance malheureuse
où nous nous trouvons : Mon but principal en
m'occupant comme j'ai fait des cette découverte
a été l'utilité de la Navigation et je veux
m'efforcer de remplir ce but malgré tous les
obstacles qui s'y opposent j'ai vaincu ceux
de la chose même puisque mes Horloges
ont prouvé leur exactitude dans un voyage
long & penible & par une Tyrannie sévere
a laquelle elles ont bien resisté Maintenant
pour que la Marine jouisse de cette découverte
je dois m'appliquer a simplifier ces Machines
de sorte qu'en remplissant encore leur destination
a la marine elles soyent moins cheres et
que les Marins les moins adroits puissent
en faire usage Enfin un autre point
de vuë qui m'occupe encore c'est que la
disposition de mes Horloges Marines soit
telle que le Transport de ces Machines de
Paris dans les Ports & des Ports a Paris
se puisse faire sans difficulté ny trop de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

depense : Car s'il falloit que chaque Armement il
fut Necessaire que je me Transportasse dans
les Ports pour les placer sur le Vaisseau
comme je le fis a Rochefort ou qu'il fallut
exiger que les Marins passent y Supplier
comme le fait M De Fleurieu dans lun
a l'autre cas il faudroit encore y renoncer
parce que cela ne se pourroit pas
Voila donc quelles sont mes vues dans la Construction
d'une Nouvelle Horloge Marine 1° Pour que
la depense soit moins grande que pour celles N°
8 et 9 . . 2° que les Marins les moins adroits sachent
dan servir sans pouvoir les deranger
3° que le Transport en soit facile 4° et enfin
que leur exactitude soit cependant Suffisante
pour leur usage dans la Marine
Je vais expliquer en gros comment j'espere
remplir ces differents points des vues
essentiels

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'Horloge Marine N° 3 faite en forme de Montre la même qui fut éprouvée a Brest en 1764 par feu M. l'Abbé Chappe : et que je confiai a cet Astronome pour son voyage de Californie Cette même Horloge que je viens de livrer pour le Compte du Roy a M. De Chabert cette Horloge N° 3 dis je remplit assés bien les differents objets que j'ai me proposé aujourdhui Cest donc la Construction de cette Horloge que j'adopte pour ma Nouvelle Recherche voulant seulement suppléer a sa Construction & a sa perfection par tout ce que l'Etude et l'experience m'ont appris depuis que j'ai fait cette Machine ——— ainsi les Nouvelles Horloges Marines que je medite seront l'Horloge Marine N° 3 perfectionnée ——

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

De La Construction & des Principes de L'Horloge Marine N° 12

L'Horloge Marine N° 3 devoit par la Construction pouvoir ~~aller~~ marcher egallement etant Verticale ou Horisontale mais Les experiences Multipliées que j'ai fait avec cette machine m'ont fait eprouver des difficultés Insurmontable a lui donner ces pretendus avantages des Montres et Je lui otai pas la toute la perfection quelle m'eut donné si je l'avois asujetté a La position Naturelle qui est d'être Verticale et j'ai été trop Longtems a ~~vouloir que cette~~ ~~[illegible]~~ Horloge Marine ~~ne doit pas être faite comme~~ nuit Les avantages des Montres pour Le transport Car dans les premiers tems je portai toujours cette Machine dans mon Cabriolet placée Horisontalement et arrivé chi moi elle redevenoit Verticale voila pourquoi cette Machine ne m'a pas donné toute La ~~exactitude~~ dont par La Nature de Ses principes elle ~~étoit~~ Susceptible j'ai eprouvé bien des fois que Lors que cette Horloge gardoit exactement la meme

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

position Verticale alors elle marchoit avec une regularité etonnante ~~et~~ Lors qu'elle fut eprouvée a Brest en 1764 elle avoit une suspension pour la tenir Verticale mais en remontant L'Horloge on pouvoit encore changer sa position dans la Caisse ou etoit attachée la suspension : ~~et~~ au lieu que dans l'origine j'avois attachée la suspension Immediatement a la Boîte de Cuivre de L'Horloge ce qui etoit bien preferable car alors elle devoit toujours conserver la meme position Je ne sais aujourdhui pourquoi j'abandonnai cet excellent moyen ce fut sans doute pour donner une Caisse qui enfermat encore mieux L'Horloge quoi qu'il en soit j'etois dans ces premiers tems si persuadé que cette Horloge devoit aller egalement bien ~~dans~~ ~~toute~~ sorte de position que je la faisois toujours marcher ~~chez~~ moi dans la suspension et que meme je reglai cette machine comme je le fais les montres par differentes positions Verticale Horizontale Inclinée &c Enfin L'etude a les experiences suivies

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que J'ai fait de ~~cette~~ Matiere m'ont conduit
Lentement au point de m'affranchir des
entraves Inutiles que Je m'étois fait ou
que m'avoient faits Certains Savants qui semboient
exiger que les Horloges Marines fussent
Eprouvées dans des positions Inclinées (Voy les
Rapport de L'Academie ~~au~~ Le memoire
que J'avois donné sur la maniere d'eprouver
les Horloges Marines en Mer —) ##

Mais depuis que J'ai pu Secouer Le Joug
auquel ~~qu'on~~ on vouloit Soumettre ces Machines pour ne
leur Laisser que Les difficultés Inherentes
a La chose meme J'ai choisi une position
fixe & Invariable Comme Je L'avois deja fait.
Horloge N° 1 N° 2 & 4 : 5 6 · 7 : 8 9 —
Lesquelles toutes Sont Horisontales ——
or toutes ces Machines Sont par leur Nature —
toujours dans La meme position et voilà
pourquoi elles ont des Suspensions qui les
Conservent dans cette position Horisontale
& Constante —

Il faut joindre ce Rapport en Appendice
au mon Traité des Horloges Marines

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'Horloge Marine N°. 3 ~~étant~~ donc assujettie par une Suspension a garder toujours la position Verticale est devenue une Machine fort exacte et qui peut ~~être~~ essentielle a la Navigation

L'Horloge Marine N°. 3 est a Ressort & a fusée. La manière dont le Ressort est actuellement employé m'assure qu'il ne peut jamais casser parce qu'il n'est pas dans un état forcé et par la même raison il ne peut jamais se rendre — c'est ce que m'a pleinement confirmé toutes les Experiences faites la dessus depuis 7 ans — quoique ~~differents tems~~ j'ai reçu ~~cette~~ Horloge

Le Regulateur de cette Horloge est un Balancier de deux pouces de Diametre pesant 105 grains ~~les Dim~~ et qui fait ~~144~~ 4 vibrations par secondes et decrit 180°. ~~les Dimensions de ce Regulateur~~ Le Balancier est soutenu par 4 Rouleaux de 16 lignes de Diametre ayant des pivots de 6 ½ de Diametre

48

Les Dimensions de ce Regulateur & des Rouleaux sont les plus favorables et ce qui le prouve c'est qu'avec très peu de force motrice il decrit Constamment 180 degrés Lors que l'Horloge conserve la position Verticale Le poids du Balancier est entierement supporté par les 4 Rouleaux (les deux autres rouleaux placés au dessus de l'axe sont inutiles Lors que la Machine est Verticale) Pour retenir les points de l'axe de Balancier et reduire ce frottement elles vont toucher contre des Rubis Dans les premieres ou l'Horloge etoit indifferemment placée chez moi pas dontes sorts de position les points de l'axe eprouvoient un frottement Nuisible mais ce frottement devient Nul l'Horloge etant Verticale depuis sur tout que j'ai mis de l'huile au point de Contact sur les Rubis —— Voila une des principales causes qui me portat a adopter dans N° 6 la position Horisontale c'etoit pour eviter un frottement peu dangereux et que les pendules a Couteaux eprouvent aussi ——

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

J'avois adopté la position Horisontale comme
preferable parce que le Balancier est suspendu
par un Ressort & que dans cette position
ces oscillations sont moins troublées par les
agitations du Vaisseau et en effet ces
avantages paroissent reels. Cependant je
crois pouvoir les Balancer Lin & l'autre
1°. en plaçant l'Horloge Marine Verticale
dans le Vaisseau enforte que les agitations
du Roulis (qui sont les plus considerables)
se fassent perpendiculairement au
plan du Balancier pour cet effet l'Horloge
doit être en face du bord du Vaisseau
c'est a dire que le plan du Cadran &
du Balancier soient parrallele a la quille
quant au 2d qui est que le poids du
Balancier est supporté par les Rouleaux
je ne crois pas qu'il y ait aucun desavantage
sur tout si tout est bien proportionné
car le Balancier Horisontal a un deffaut

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'on ne peut pas eviter c'est qu'à chaque vibration il est porté d'a côté & d'autre par le Spiral a cause du Jeu que l'axe a Necessairement entre les Rouleaux et ce Jeu est encore augmenté par le Jeu que doivent avoir les pivots de Rouleau pour ~~etre~~ libre au lieu que le Balancier Vertical ne change pas de place et qu'il est fixe entre les Rouleaux comme le Couteau d'un pendule ~~dans~~ la gouttiere

Dans les Horloges Marines dont le Regulateur est grand & pesant & fait des Vibrations Lentes comme N°. 1. 2. 8 et 9 alors il est necessaire que le Balancier soit suspendu par un Ressort ou bien il faudroit des rouleaux d'un très grand Diametre mais dans l'Horloge N°. 3. comme des N°. 6 & 7. ou le Balancier est petit & leger & fait des vibrations prompts ~~la pression~~ et ou par consequent la vitesse supplée a la masse alors la pression sur les pivots devient beaucoup plus petite en sorte que le frottement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est très petit à la quantité constante le Regulateur devient par là assés puissant pour procurer la Justesse requise

Une autre Consideration qui nous fait preférer la position Verticale a l'Horisontale pour l'usage ordinaire des Horloges Marines c'est la suppression du Ressort de Suspension : ce Ressort est assés difficile a bien ajuster il peut etre cassé aisement dans le Transport ou en nettoyant l'Horloge et il exige encore un travail assés considerable pour etre bien ajusté et on n'a point ces difficultés dans la position Verticale

Dans les Horloges Marines Horisontales la Suspension fait un Objet de travail & de Depense dans la position Verticale cette Suspension devient ou ne peut plus simple en la faisant comme je viens de la faire a l'Horloge N° 8 —

Le Spiral cette partie si essentielle d'une Horloge marine au moyen de laquelle je suis parvenu a obtenir des Oscillations Isochrones quoi que la force

motrice & Les arcs de Vibration viennent a changer
Le Spiral dis je est particulierement ce qui
ne permet d'adopter La Construction de L'Horloge
marine N°. 3. Car c'est la seule perfection
qu'il restat a desirer a cette Machine pour
qu'elle fut excellente & d'un usage Universel
pour La Navigation Mais ~~[illegible]~~ depuis que j'ai
des difficultés Infinis Je suis parvenu a donner
cette ~~a~~dmirable proprieté aux Horloges
N°. 6. 7. 8 & 9 Je ne crains pas d'assurer
La certitude du succes de La Nouvelle Horloge
que je medite Car tous les ecarts qui sont
survenus a L'Horloge N°. 3 & que J'attribuois
autrefois ~~au~~ L'echappement N'appartiennent
en effet qu'au manque d'Isochronisme du
Spiral et c'est ce qui m'a été Confirmé
par des Experiences sures & souvent repetées
Il est bien evident que tous les changemens dans
la force motrice Huile frottements &c. & même
dans L'Echappement se bornent a diminuer
L'etendue des arcs de Vibration mais si ces
arcs Inegaux sont Isochrones alors il n'en resultera
Pas La Marche de L'Horloge que des differens
Infiniment petits

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais quoi que le Spiral soit Isochrone il ne faut pas negliger tout ce qui peut concourir a maintenir les frottements Puissans Moteurs &c. dans le meme etat et ce sera une perfection de plus Car si les vibrations du Regulateur sont Isochrones elles le seront encore plus surement si elles conservent constament la meme etendue or cela depend 1° de la force Motrice et de l'egalité de la fusée - 2° des frottements des pivots du Rouage. 3° de la perfection des pivots de Roulean 4° du peu de frottement de l'Echappement 5 de la Nature des Huiles que l'on employe pour adoucir le frottement des differentes parties de l'Horloge qui en caigent et enfin cela depend de la perfection de la suspension de l'Horloge : Voila en gros les differents objets que j'ai en vue dans la composition de ma nouvelle Horloge et dont la construction se trouve en grande enoncée dans cet Examen Preliminaire qui sert de base ou qui sert a etablir les Principes & raisons qui me determinent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Je dois avouer que pour creer cette Nouvelle Horloge je dois dautant plus eprouver de difficultés a reunir des Combinaisons labor que sa Construction paroît presque opposée a celle des Horloges N.os 8 & 9 ~~et de~~ dont N.o 8 a particulierement ~~Dont le~~ par ses Succés ~~a~~ servis a prouver sa bonté Mais comme je ne pense pas que la perfection de cette Machine soit absolue et exclusive J'espere que je prés encore par une autre Route parvenir au but

Disposition de cette Horloge Marine N.o 12 —

1.o Le Regulateur sera un Balancier vertical mobile sur 4 Rouleaux

2.o le Balancier aura 28 Lig de Diametre pesant environ 100 grains — decrivant de grandes.

3 le Balancier fera 4 vibrations par seconde

4 Le Spiral Isochrone

5 Les Rouleaux d'un grand Diametre : seront croisés ayant des pivots petits $\frac{6}{48}$ —

6 Les Rouleaux placés a egales distance des pivots pour que ces pivots supportent la meme pression

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

7 un des bouts de chaque axe sera supporté par un pont comme des N.° 9 pour ~~egaliser~~ repartir cette pression du Balancier egalement sur chaques pivots : on peut s'en dispenser & les faire rouler des les Cages cela est plus simple et tout aussi bon avec deux Rouleaux cela cause une petite difference des les longueurs de l'axe au Rouleau

8 La Compensation du chaud & du froid par une Lame Composée & un levier comme cela est maintenant des L'Horloge N.° 3.

9 Les bouts de l'axe de Balancier bien dur et en pointe seront vetus par des Rubis comme des N.° 3.

10 La Suspension exactement pareille a celle N.° 3 : que j'ai refait deux jours avant son depart

11 cette Suspension sera attachée au tambour meme qui contient va L'Horloge

12 ce tambour chargé de plomb au dessous

13 La Suspension s'attachera a une Caisse assé grande pour permettre les Balanceme

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de L'Horloge ou du Vaisseau sans que L'Horloge touche aux parois de cette Caisse —

14 cette Caisse Souvrira presque par le milieu afin que L'Horloge soit presque a decouvert pour L'observation ou pour la remonter —

15 Le bas de cette Caisse sera disposé pour que dans le transport de L'Horloge de Paris au Port on puisse arreter solidement le Tambour sans qu'il puisse bouger par les Cahots de la Voiture et cela d'une maniere simple sure & comode meme pour le Marin —

16 Pour qu'en ~~remontant~~ L'Horloge on ne puisse en plaçant la clef sur son quarré ou en laisser le Verre ou derranger la Machine cette Clef restera demeure sur son quarré

17 cette Clef sera a Remonter comme pour mes autres Horloges

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

18 La clef ainsi placée on ne pourra pas ouvrir la Lunette pour toucher aux aiguilles mais j'y suppléerai par des détentes pareilles à celle de N° 3.

19 cette Horloge sera à Ressort à fusée comme N° 3.

20 Les Heures les Minutes & les Secondes seront excentriques afin qu'aucuns ne soient exposées à être dérangés & que la Clef vette en place sans nuire aux aiguilles ni recouvrir le Cadran cette disposition est sur tout essentielle pour garantir ces aiguilles de tout accident maladdresse ou envie de nuire à ceux qui conduisent les Machines

21 La Roue ~~des heures~~ de fusée restera 12 heures à faire un tour elle portera un Cadran comme les Roues de Cylindre N° 6 7. 8 & 9

22 les Cadrans des Minutes & Secondes seront rapportés comme N° 9

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

23 grandir le Cadran des secondes en quarts pour les observations.

24 Le Rouage du Mouvement sera dans une Cage particulier comme dans N° 8 et a peu près meme disposition que N° 7 —

25 Le Regulateur aura une Cage particulière qu'on demontera a volonté sans demonter La Cage du Rouage cette disposition pareille a N° 10 —

26 L'echappement a cheville pareil a celui N° 3 as mois que je ne trouve mieux

27 cet Echappement peut etre fait plus aisement au moyen d'une Manivelle a deux vis gals a Rapport —

28 La Roue de cheville aura 20 chevilles de chaques coté rapportés —

29 L'echappement se fera en dehors de La cage des Roulens comme dans N° 3.

30 La Roue d'Echappement portée par La 3e Cage ou Cage du Regulateur —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et avec un pont qui passera ainsi que
le pignon d'echappement dans la cage
du Rouage pour aller engrener dans la
Roue de Seconds comme dans N.o 7.
Par cette disposition on pourra travailler
et retoucher a une des parties de la
machine sans demonter le tout.

31 Le Mechanisme de Compensation en dehors
de la 2e. Cage et disposé comme dans
ma 3e. Horloge a changer facilement
le point de Compensation

32 Le Spiral sera ajusté sur son Axe
avec une virole a machoire qui ne pourra se
se demonter ~~pas~~ sinon ~~au~~ lors qu'on
otera le Balancier ~~elle~~ cette virole
sera arretée a frottement sur l'axe
de Balancier ~~comme~~ N.o 3 sans etre
arretée sur ma Canon d'acier arreté
par une Cgoupille a l'axe ainsi que je
l'avois pratiqué en Horloge N.os
6 : 7 : 8 & 9 : parce que dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

~~Cette dy~~ Le Balancier ne peut ~~se demonter~~ être retiré de la Cage du Regulateur ~~qui~~ demontant ~~cette Cage~~ au lieu qu'ici N.° 12 en retirant les deux Roulleaux superieurs on pourra comme dy N.° 3 ~~oter~~ le Balancier en laissant la Cage du Regulateur ~~a~~ assemblée & les 4 Roulleaux en place

Je dois observer a ce sujet que cette dernier disposition du Spiral est d'autant plus facile que je puis au moyen de la Balance Elastique trouver un Ressort Spiral de force & de progression convenable enforte qu'on n'est pas exposé a changer de Spiral et celui cy reste toujours attaché a son axe & porte son pitor

33 Par la disposition que je donne a cette Horloge la Lunette ne doit pas souvrir ainsi il est inutile quelle porte un bec & quelle ait une charniere je la fais faire de sorte quelle sera arretée par deux Charnoz diametralement opposés & par deux goupilles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

34 Jai placé dans L'Horloge N.° 6 -
Une detente fort simple qui arrete
Le Balancier dans le Transport -
Une telle detente est suffisante -
Car en arretant Le Balancier a la
fin de Le Levée des qu'on Lachera
La detente L'Horloge marchera or
Comme on ne peut pas ouvrir la Lunette
Il faut faire passer Le bras de cette
detente dehors de La Lunette -
Je dois observer ici qu'en arretant ainsi
le Balancier dehors de La Levée -
que Le Spiral presse Contre Le pince
Spiral L'Empeche de tourner par
les cahotages de La Voiture en sorte
que les points de Contact ne seront pas
fatigué par les cahotages qui sont necessaire
ment un peu marquer Comme cela est
arrivé aux N.° 6 & 7 mais pour parer
a cela Jy ai mis des Lames

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mais en arretant ainsi le Balancier
de sorte que le pince Spiral ne puisse 106
tourner il faut prendre garde en
meme tems que le Chassis venant a
se dilater ne pouvant faire mouvoir
le pince Spiral cela ne fatigue —
le Mechanisme de Compensation.
Mais on peut encore parer a cela
en arretant l'Horloge a un point ou
le ~~Spiral~~ Balancier arrete le pince Spiral eloigné —
de presser sur le chassis —
C'est ce que je ferai pour N.° 6.
et j'espere qu'avec ces precautions l'Horloge
arrivera a l'Orient toute reglée —

Remarque sur cet article
J'ai essayé d'arreter comme j'ai dit ci dessus
le Balancier a la fin de sa levée par le
detente mais cela n'empeche pas le pince
Spiral de tourner ainsi il vaut encore mieux
arreter tout simplement le Balancier dans
son point de repos pour le transport de
l'Horloge cela affectera moins sa courbure

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et pour empecher que le prince Spiral
ne Jouë il faut placer la detente
qui arrete les Balanciers dans N.o 6 —
de sorte qu'un second bras souleve
le prince Spiral & le porte contre une
cheville d'arret au de Cq de laquelle
la Compensation ne puisse Jamais le
mener

3 5 cette detente toute simple asseurera
parfaitement les parties de l'Horloge que
le transport par terre pourroit affecter
ainsi il sera Inutile d'en faire d'autres —
semblables a N.o 3. celles cy entrainent
un travail aussi considerable que le prix
coûter En Consequence le garde chaine
sera fait a l'ordinaire

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 12 Avril 1771

Examen des parties des mes Horloges Marines qui sont portés au point de perfection desirables - et de celles ausquelles il faut travailler pour achever de donner a ces Machines toute L'exactitude requise pour Leur Usage dans La Navigation

~~1.° des differents parties que des Horloges marines que L'on peut considerer portés a la plus grande perfection~~

Pour proceder avec ordre & Sureté a la recherche des moyens ~~a~~ propre a donner a mes Horloges Marines ~~il faut examiner~~ toute La perfection et l'exactitude dont ~~elles~~ ~~ces machines~~ elles peuvent etre susceptible, il faut examiner avec soin quelles sont les parties de ces Machines que L'on peut considerer comme conduites a la plus grande perfection et quelles sont les autres parties dans lesquelles il reste a desirer — Nous avons deja suivis autre fois cette Methode que je crois tre utile afin de ne porter ses vues que sur les objets qui exigent de Nouvelles Recherches

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Des differentes parties des Horloges Marines que je puis considerer portées a leur perfection —

Les differentes Horloges Marines que j'ai composées et executés presentent chacuns en particulier des avantages essentiels ~~et~~ a suivre & des deffauts a eviter c'est de la combinaison de ces diverses machines que je pourrai ~~a~~ parvenir a composer ~~la Machine~~ l'Horloge Marine la plus parfaite

Si je n'étois pas obligé dans ~~cette~~ recherche de travailler a vendre ces Machines moins couteuses et plus a la portée des Marins ordinaires — il me resteroit peu a ~~ajouter~~ ~~aux~~ a l'Horloge N.° 8: et aux ~~principes~~ Correction faites a sa construction (pour N.° 9) mais malgré tous les avantages que ces deux Machines presentent (surtout N.° 9 s'il étoit reduit au volume de N.° 8) je suis obligé de les abandonner pour me porter a la Necessité qui m'y force — Mais peut-etre pourrai je encore parvenir a la même exactitude en m'attachant a d'autres combinaisons et a des Dimensions differentes —

Les Horloges N.° 6 & 7 dont le volume les dimensions & la construction ~~et~~ sont differentes pourront a ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que j'espere me servir de limites et de guides pour remplir le double objet proposé celui de la plus grande perfection jointe a moins de depense et au volume pour faciliter l'usage de ces Machines 108

1° Dans N° 6 le Regulateur formé par un Balancier Horizontal suspendu par un Ressort faisant 4 Vibrations par seconde mobile entre 6 Rouleaux ce Regulateur dis je peut etre rendu le plus parfait et est dans tres bonne disposition a laquelle il n'y a rien a desirer si non quelques perfections que nous avons deja indiqué pour N° 7 et que nous repéterons ci apres

2° Le Mechanisme de compensation tel que je l'ai appliqué dans N° 8 & 9 est tres bon et je n'y vois rien a desirer: Dans N° 6 & 7 ou le chassis est plus court la compensation se fait aussi forte qu'il est besoin ainsi dans cette grandeur meme avec un spiral assez long pour l'Isochronisme le Mechanisme est tres bon en lui donnant la disposition de N° 8 & 9

3 Les Principes pour parvenir a l'Isochronisme par le spiral sont egalement applicables aux Horloges a Vibrations prompts & petits Balanciers comme N° 6 & 7

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cet Article est donc egalement decidé sur tout en trempant les Ressorts.

4 La disposition des Rouages des N.os 6. 9. 7 &c. et N.o 10 est tri bonne a fort simple il ny a rien a changer ni a desirer

5 La ~~disposition du~~ Moteur ~~pas~~ étant un poid disposé comme des N.os 8 est tré bien il n'y auroit rien a changer quand a la bonté — mais cela entraine trop de depense pour nos limites

6 La Suspension est bien construite mais elle exige plus de soin d'execution que l'on en a mis jusque ici —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Des parties des Horloges Marines qu'il faut
s'appliquer a perfectionner encore et a simplifier

1° L'échappement est la partie a laquelle il reste
plus a desirer malgré tous les efforts que j'ai
faits jusques ici pour cela car ~~mais~~ les Echappe-
ments des N° 6. 7. 8. 9 sont très parfaits mais
ils exigent de l'huile & ils sont trop couteux
Il faut donc travailler a la recherche d'un Echappement
qui ne trouble pas l'isochronisme des Vibrations du
Regulateur et pour cet effet il faut qu'il soit
a repos mais sans huile & les frottements les plus
reduits - nous examinerons cy après comment on
peut parvenir a remplir cet condition

2° Le Poids pour moteur est comme nous l'avons dit
très bon mais son application dans une Horloge Marine
devient couteuse tant par le ~~mechanisme~~ travail qu'il entraine
que par le tambour, la caisse qui devient plus
grande &c. Il faut donc faire usage du Ressort
egalisé par une fusée

3° Le Regulateur tel qu'il est dans N° 6 & 7 est dans
très bonne disposition Il n'y a que quelques corrections a
faire dans les dimensions des pivots de l'axe de Balancier

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et des Rouleaux l'axe de Balancier (ou ses pivots) dans N.° 627 — a une ligne de Diamètre on peut ne lui donner que $\frac{1}{3}$ de ligne cela reduira Considerablement les frottements des pivots de Rouleaux puis que par cela seul en supportant le meme poids l'espace parcouru par ces pivots a chaque Vibration ne sera que le tiers de ce qu'il sont dans N.° 627. mais pour encore reduire ces frottements du Regulateur a la plus petite quantité les pivots des Rouleaux au lieu d'être de $\frac{8}{48}$ ne seront que de $\frac{6}{48}$. et l'on peut aussi augmenter le Diamètre des Rouleaux — Enfin pour achever ce qui concerne le Regulateur les Rouleaux seront placés au milieu de leurs axes & maintenus par des ponts — comme cela est dans N.° 9 —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

De L'echappement

De ce qui precede il suit que la partie la plus essentielle qui reste a perfectionner dans mes Horloges marines est L'echappement. Il faut donc que je fasse tous mes efforts pour ~~trouver~~ en trouver un choisi un qui ait les proprietés requises savoir 1° d'être a repos pour ne pas troubler l'Isochronisme des Vibrations. 2° de n'exiger pas d'huile afin que par ce moyen son action soit constante — 3° et par une suite de ces ~~qui~~ conditions qu'il n'ait pas de frottement ou qu'ils soyent constans ce qui revient au meme —

Examen sur le choix du meilleur Echappement parmi les plus parfaits qui sont connus — pour servir aux Horloges marines —

Les Echappements qui ont des qualités propres a l'objet en question — sont

1° L'echappement a Cylindre —

2° L'echappement a cheville —

3° L'echappement a Ressort comme celui de mon Horloge N° 2 —

4 L'echappement a deux Balanciers de J. B^te Dutertre —

5 Les Echappements Libres dans le Principe de mon Modele et dont la p^re Idée semble appartenir a feu J. B^te Dutertre quoi que plusieurs personnes ayent eu separement les mems Idés mais cet ~~artiste~~ la eut avant tout — aussi y a-t-il plusieurs

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

echappements de cette espece dont la combinaison est differente quoi qu'avec les memes vues d'avoir des oscillations libres celui que j'ai vu a la pendule de M. Mudge est de cette espece —

Les Echappements a roue de rencontre et a double levier ne peuvent etre employés dans des Horloges marines a cause de leur Recul qui trouble les Oscillations

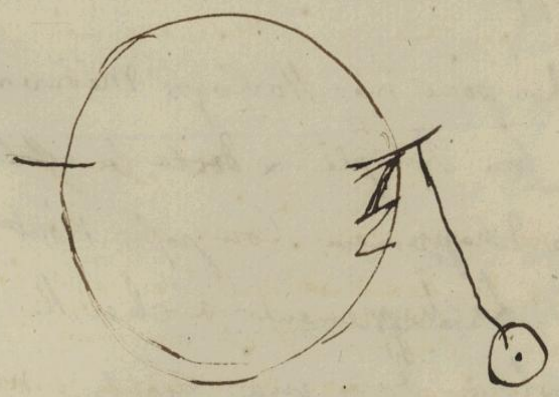
et en general on ne peut admettre pour des Horloges Marines que des Echappements a Repos c'est a dire qui ayant recu l'impulsion achevent librement leurs vibrations — Soit que le dent de l'Echappement appuye sur une partie cylindrique du Regulateur ou qu'elle soit retenue pendant que le Balancier tourne — librement —

L'échappement a Ressort appliqué a ma seconde Horloge Marine ne peut donc servir aux Horloges Marines parce ~~qu'il a de recul~~ qu'il ne peut etre employé sans du recul. d'ailleurs il est trop difficile a executer et il ne peut servir avec des vibrations prompts de 4 par seg qui sont les vibrations que j'ai adoptés pour mes Nouvelles Horloges

Une autre sorte d'Echappement dont je n'ai pas parlé est celui dont le Repos se fait sur des leviers mobiles au centre de l'anere j'en avois projetté un de cette espece pour ma montre marine la difficulté de l'ajustement de ces leviers concentriques

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a Laxe n'avoitat alors mais je pense aujourdhui
quil seroit possible de placer ces leviers hors
de Laxe dans une position perpendiculaire
a la pallete cest a dire dans la tangente
de la Roue au point de Contact
Le petit arc decrit par le levier se confondroit
avec celui de Lancre et ne causeroit pas de Recul.



Le deffaut de cet echappement cest que ces
leviers de Repos doivent etre pressés par des
Ressorts ce qui cause une Resistance pendant
le Repos mais il est vrai quelle est constante
La seule difficultés restante cest que la force
du Ressort qui s'accroit d'autant plus quil est tendu

tendra a rendre les plus grands oscillations plus prompts mais ce deffaut peut etre encore corrigé 1°. en Rendant les Leviers fort Longs afin que le Ressort fasse peu de chemin — 2°. que ce Levier soit tres Leger et par Consequence le Ressort tres foible — 3°. Le Ressort Spiral sera Combiné pour corriger l'erreur des Ressorts des Leviers —

De L'echappement a cheville

Je recherche pour mes Horloges Marines un Echappement qui soit bon simple & ~~dont les effets~~ soyent toujours sures or ces Echappements Composés N'ont jamais cette certitude; L'echappement a cheville tel que je L'ai employé dans ma montre marine est tres bon seulement ~~ces peu~~ fait ~~bien~~ peu trop delicatement ce qui n'est que deffaut d'execution auquel il est aisé de parer — Mais L'echappement a cheville exige de L'huile ce que j'avois voulu eviter? voila La difficulté que je me fais — mais en reflechissant plus murement sur cet objet j'observe qu'il faut egalement & Necessairement et d'ailleurs trop cher car le dernier fait mon Compte 480.

de L'huile dans les pivots du Rouage Rouleau de
à pour cela je ne cherche pas une contraction ou cela
ne doit pas d'accélérer ce
qui est impossible Il faut donc chercher
a mettre une assez grande quantité d'huile pour
n'être pas promptement desséchée et a la
placer des manière quelle reste a l'endroit
ou elle est necessaire ; Voila la vrai
& le moyen le plus sur et pour remplir
cet objet dans l'échappement (celui de le retenir
dans les trous est un point parfaitement établi
a Cheville Il faut qu'a l'endroit du repos
y ait une partie attenante pour y attirer &
retenir l'huile enforte que les chevilles
y trouvent de l'huile et n'en emportent que
très peu l'attraction ~~du~~ ~~le~~ Repos devant ~~étant~~ plus
forte que celle des chevilles ; Il est essentiel
aussi devitter que l'huile que les chevilles trouvent
au repos n'aille se communiquer a la roue
Je dois dire en faveur de cet Echappement que les
experiences que j'ai faite par son moyen avec
ma montre Marine ont été des plus satisfaisants
puisque lors que cette machine n'est revenue

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

~~aff~~ du voyage de Californie Cet a dit - après plus de trois ans (voy - Liv N° 9 page 65 2e Partie) les arcs de Vibration n'avoient pas changé sensiblement d'étendue et même après l'avoir Netoyée & mis des nouvelles huiles tant a l'échappement qu'au Rouage les arcs sont resté de meme grandeur ce qui prouve la bonté de cet Echappement ainsi malgré que j'eus attribué autrefois les ecarts de ma ~~montre~~ Marine a cet Echappement je m'étois fort trompé & j'ai decouvert & prouvé surement depuis que ces Erreurs devoient uniquement du non Isochronisme du Spiral ! voy Liv N° 9 2e Partie page 55 : 61 & Suiv

Le 13 Juin — 1771

Exécution de l'échappement a cheville —

En Consequence des observations & Experiences Rapportées cy dessus je me suis determiné a adopter l'Echappement a cheville pour mes Horloges Marines mais pour lui donner en meme

tem toute la perfection dont il est susceptible et pour reduire son execution aux moyens les plus simples en sorte qu'il puisse etre executé surement par des ouvriés ordinaires enfin pour le rendre moins couteux je me suis determiné a executer moi meme un Modele sur les dimensions les plus favorables tant pour sa bonne & facile execution que pour reunir en meme tem le mois de frottement ~~[illegible]~~ — Je vais rendre compte des moyens dont je me suis servis, de ses Dimensions & des limites qu'il exige —

1°. Pour rendre son execution plus facile & parfaite le ~~mon~~ Modele du Cylindre est composé de trois pieces: ~~Le~~ — Canon portant une Manivelle ce Canon ~~vuidé~~ dans le milieu pour le passage de la Roue porte par chacun de ses ~~tem~~ bouts ~~deux autres~~ et frottement un canon sur le bout de chacun ~~lequel~~ lequel est formé ~~des~~ une virgule ce sont ces deux virgules qui forment le chappement le Canon de la manivelle servant a les recevoir —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° C'est des dimensions & de la disposition courbure
&c. de ces virgules que l'échappement a —
cheville reçoit sa plus grande perfection.
cela depend sur tout de la grandeur ou diametre
du trou qui forme la partie des repos Il est
evident que plus ce trou est petit & plus les frottemens
du repos diminuë car la pression ~~devant des~~ —
de la roüe etant supposée la p même le trou —
etant plus petit a moins d'espace parcourus mais
cette grandeur du trou qui forme les repos a —
des bornes on ne peut pas le faire aussi
qu'on voudroit. S'il est ~~quelque peu~~ tr' petit cela
cause une levée considerable et cette levée se
fait presque au l'instant que la cheville quitte
le repos pour agir sur la virgule ou plan —
incliné et dans ce cas un tr' petit trou la —
rondeur de la cheville cause elle seule une levée
tr' grande sans quelle la roüe avance sensiblement
et lors quelle agit a l'extremité du plan
incliné la roüe parcourt au contraire un espace
considerable sans produire de levée ~~c'est pour~~
c'est pour mieux egaliser l'action de la roüe pendant les
levée & pour ne produire pas une trop
grande levée qu'on est obligé d'augmenter

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le diametre du repos et de former la virgule par une courbure ou espece de picycloide qui egalise l'action de la roue pendant la levée

3° Il est bon de faire observer ~~On conçoit~~ qu'une trop grande levée dans l'échappement est un deffaut dans une machine portative lors sur tout que les arcs de vibration ne peuvent avoir un excedent aussi considerable au dessus de ceux de levée car alors il arrive que si par des agitations quelconques ou peu violentes ~~des~~ d'Horloge les arcs de vibration du balancier sont fortement diminués que ~~le pendule~~ l'Horloge arrête ++ et je pense qu'il faut autant qu'il est possible faire que l'arc de vibration soit environ 2 ou 3 fois plus grand que celui de levée.

4 Pour donc concilier autant qu'il etoit possible ces deux objets j'ai ~~dû~~ donner au repos le plus petit diametre à l'autre de n'avoir pas une levée trop grande à regale. J'ai commencé

++ c'est ce qui a fait arrêter N°. 6 du transport

a faites une virgule avec un trou un peu plus grand seulement que la cheville : la levée étant de plus de 120.° j'ai fait une autre virgule ayant le trou du repos plus grand et ainsi de proche en proche jusques a ce que je suis parvenu a n'avoir que 70.° de levée ce qui est la plus petite limite du trou

5 the Autre Condition qui concourt a augmenter l'arc de ~~[illegible]~~ levée c'est la distance des chevilles entrelles c'est a dire le nombre de cheville ~~étant~~ donné le plus petit Diametre de la Roüe car plus cette roüe est grande et plus la virgule ou plan inclinné est long & par consequent la levée grande — il faut donc aussi avoir ainsi que je l'ai fait donner a la Roüe un Nombre de cheville & un Diametre le plus favorable : or par Rapport a la Roüe & a son action plus elle est grande & Nombrée & plus son action agit favorablement sur les virgules et avec moins de decomposition dans la force

6 plus les chevilles seront petites et moins il y aura de chute dans l'échappement à moins l'effet dont nous avons parlé en l'article 2.e aura lieu — et si les chevilles sont plus distantes entr'elles il y aura encore moins de perte par les chutes en supposant les chevilles de meme grosseur

7 Pour rendre l'exécution de la roue plus facile les chevilles sont rapportées elle en est tout aussi bonne et solide et cela est plus simple :

8. L'arc de levée de l'échappement demeurant encore assés considerable il faut augmenter le plus qu'il est possible celui de vibration et il faut encore que le Balancier puisse parcourir au delà de l'arc de vibration un arc d'une certaine étendue sans battre afin que si des agitations tendent a augmenter les arcs de vibration le Balancier ne batte pas ce qui troubleroit l'isochronisme des vibrations or il y a un assés grand obstacle qui borne cette grande extension des arcs decrits par le Balancier c'est surtout la manivelle qui porte les virgules lesquelles vient battre a la roue et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avant que le Balancier aye decrit des arcs de 160°. au plus - Il est vrai que l'on pourroit former des Intervales entre les cheville pour laisser entrer le bras de la manivelle mais je ne puis adopter ce moyen parce que la Roue en devient moins solide & plus difficile a executer Un autre moyen que je preffere c'est de rendre la Manivelle assez longue pour tourner en partie autour de la Roue d'echappement enforte que les arcs decrits par le Balancier puissent etre de 240. tandis que ceux de vibration seront de 180 & de levée 70 ——

9 on voit que par cette Manivelle on obtiendra des arcs d'autant plus etendus au Balancier que la Roue d'echappement sera d'un plus petit Diametre — C'est par cette raison que j'ai donné que 12 Lignes de grandeur a cette Roue quoi quil eut été favorable de la faire plus grande pour l'impulsion de la levée voy art. 5.

10 Les virgules sont disposée de façon a etre tré solide parce quelles font Corps avec le canon

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur lequel elles sont formées et elles ont par
la un autre avantage c'est que l'huile 116
qu'on y mettra formera un reservoir fixe
a l'endroit du repos avantage que n'ont
pas les echappements que j'ai employé
aux horloges N.° 6 : 7 : 8 : 9 & 10 . car
si on mettoit un peu d'huile elle sen
iroit au lieu qu'ici elle sera retenue
attirée par la virgule & par la
figure que je leur donne

11 La disposition des ces virgules permet
de laisser a l'acier toute la dureté de
la plus forte trempe ce qui est
un avantage considerable pour la
reduction & constance des frottements

12 Ces virgules peuvent etre tournées facilement
au point convenable pour former l'echappement
et pour que la manivelle ait autant
d'excursion du coté que de l'autre ce
point de l'echappement est quand l'oreille
echappent de l'extremité de sa virgule

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lautre Cheville aille poser a l'extrémité du repos et du plan incliné comme on les fait dans les Echappements a Repos des nos pendules a Seconde bien construits voy. Eff. —

13 Les Virgules etant tournés convenablement aux points que nous venons d'indiquer il faut les arreter par des vis de pression que devra porter le Canon de la Manivelle

14 Lors que les trous des virgules seront parfaitement polis aprè la trempe il faut les reboucher avec soin afin que l'huile ne puissen pas y passer & les Palets s'y arreter

15 pour Polir les partie de Repos ou trous des virgules il faut se servir dun arbre Lisse comme je le faisois aux agates de ma premiere Horloge marine —

Voila en gros les Principes de construction & d'execution de l'Echappement a cheville que j'adopte

16 Il faut Conserver au bouchon des virgules des points Concentriques pour regler la position de l'Echappement avec la Roue

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour mes Horloges Marines ordinaires
peut etre après l'avoir executé moi meme
pour N°. 11 & 12. en traiterai je encore plus
au Long si je le trouve necessaire

Dimension du Modele de cet Echappement
a cheville pour les Horloges Marines

Diametre de la Roüe d'Echappement 12 lig $\frac{3}{4}$
Diametre au centre des chevilles 11 lig $\frac{10}{12}$

20 chevilles de chaques coté de la Roüe -
epaisseur de la Roüe $\frac{5}{12}$ Lig - / y compris une cheville
1 lig $\frac{1}{12}$. donc les chevilles ont $\frac{8}{12}$ de Long
Diametre des chevilles $\frac{8}{48}$ lig
Long du Canon de la Manivelle 4 lig $\frac{8}{12}$ -
grosseur du Canon 3 lig $\frac{1}{2}$
grandeur ou hauteur de l'ouverture au Canon
a Manivelle pour le passage de la Roüe 2 lig $\frac{1}{2}$
grosseur des Canons des virgules & par consequent
du trou du Canon de Manivelle 2 lig $\frac{2}{12}$
grosseur ou diametre du trou des virgules au repos
$\frac{8}{12}$. au plus
La Longueur de la Manivelle doit etre pris de 8 lignes
dans ce Cas les Arcs que pourra parcourir le Balancier 240°. passis

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour donner a La Roüe de chappement toute La Justesse requise il faut L'emarber (après etre croisée) sur son assiette et la placer sur la platte forme Centrée comme mes Rochets de pendule sur les mems tasseaux marquer les chevilles et pour percer les chevilles parfaitement droite il faut disposer un outil portant une espece de pointeau a des petite Cage faite pour maintenir droit Le foret arrangé exprès
Il ~~ne~~ faut passer Lecarissoir en se servant de la meme cage ~~Lecarist~~ et le placer des deux coté de La Roüe pour agrandir du bon coté chaques rang de chevilles
Nta quion peut tenir Les chevilles un peu plus petites que celles du Modele cependant pour plus de sureté il vaut mieux leur donner la meme grosseur elles seront moins exposées aux accidents —

La Suite sur cette Horloge N° 11: 2c -
au Livre N° 13: 1re Part -

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Du changement d'isochronisme par diverses temperatures il faut avoir soin de rendre les oscillations isochrones pour le degré de temperature qui doit etre le plus ordinaire ~~dans~~ la Navigation & ce degré est de 18 a 20 car comme je l'ai dit notre Navigation se fait dans les Pays chaud & presque toujours dans l'été d'ailleurs quand meme les oscillations ne seroient pas parfaitement isochrones cela causeroit une Erreur insensible qui peut encore etre reduite si on peut parvenir a avoir un Echappement dont les frottements soyent Constants et j'espere que celui a cheville de L'Hort N°. 11. aura cette propriété que ~~celui de~~ L'échappement de N°. 3 a acquit lors qu'il a été refait si donc depuis conserver une certaine quantité d'huile a cet Echappement — Les arcs de vibration seront constament ~~de~~ meme etendue & par consequent isochrones & le changement de Longueur du Spiral pour la compensation dans le Cas supposé ou L'échappement est Constant ce changement de Longueur dis je ne pourra pas affecter la durée des vibrations

La Suitte Livre N°. 14 2e Partie —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

changeat de Longueur ainsi il faudroit que le Balancier fit lui meme la Compensation comme cela devoit etre dans mon premier projet - fait en 1754. et cela est possible.

Quand a la figure du Ressort Spiral il seroit fort difficile de le trouver sans changer l'Isochronisme ainsi que je l'ai eprouvé mais on pourroit employer le Ressort de Suspension de manide qui tint lieu du Spiral et en lui donnant la Longueur convenable les oscillations seroient egalement Isochrones sa forme a figure etant un Ressort droit seroit facile a trouver soit qu'il fut etre en tonne LC et cette figure seroit constante le Ressort fort des RC voila donc encore un Moyen que j'avois aussi tenté a ma premiere Horloge Marine (voy. Livre N.° 3.) qui pourroit etre avantageux et simple a facile a mettre en pratique. Il est vrai que la Longueur du Ressort droit pourroit gener mais cependant pas plus que ne fait le poid que j'ai employé ci devant

Mais par Rapport a la Construction actuelle de nos Horloges Marines les obstacles susdits n'empechent pas que ces machines ne puissent servir très utilement dans la Marine et pour reduire cet obstacle

Le 9 a 8h 30'm av 13" 1/2
hier a 8h 30 m ~~avancoit~~ 4" 3/4
8" 3/4 en 24h.
aurait du etre 4" 3/4
4" 0

Donc les petits arcs sont plus prompt que les grands de 4" en 24 heures

Je le laisse en ce point

Jh 20 Nat 15d

Remis le poids
a 10h. avance 19"

Remarque: Les Experiences que je viens de faire pour rendre les oscillations Isochrones prouvent que les Inflexions du Spital ne changent pas du chaud au froid dans la meme proportion que se font les changemens de Longueur du spital pour la Compensation puis que cet Hiver les oscillations etant Isochrones le Balan etant a 10d et Jh 10 (en Eté) ces memes oscillations ne sont plus Isochrones lors que le Balan ~~a~~ etoit a 18 Jh 20 — J'ai donc été obligé d'allonger le spital et maintenant les grandes oscillations sont plus lente que les petites ce que j'ai fait par les raisons que j'ai expliquée cy devant mais je dois encore observer que je crains qu'outre cet obstacle le spital lui meme n'aye eprouvé quelques changement malgré qu'il n'en aye pas paru dans sa figure et c'est par cette raison qu'il seroit a desirer que le Ressort fut trempé tout plié comme je l'ai fait a ma premiere Horloge

On voit que pour parer a la premiere difficulté il faudroit que la Compensation du chaud a du froid se fit sans que le spital

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mis le M.h dans son tambour sur la suspension
Le Th qui appartient a l'Horloge est d'un
degré plus haut que celui de comparaison
il est a 21.d Lors que ce dernier marque 20 —
Pour connoître combien le changement ~~que j'ai~~ d'un degré $\frac{3}{4}$ du
pince spiral affecte la marche de l'Hort. Je vais la
faire marcher pendant 24 heures avec son poids
et ensuite 24 heures avec un plus petit —
Je pense que les petits arcs seront plus prompt que
les grand d'environ 1" de plus en 24 heures ce qui
fera en tout 4" des arcs 20 a 240.h et c'est
ce que je desire parce qu'il faut environ 3" d'avance
aux petits arcs en 24.h pour compenser le retard
produit par l'epaississement des huiles de l'echappement

a 1.h au 1"
a 6.h Th de l'Hort 22.d

Le 8 a 6.h M remonté l'H Th 20 ½

A 8.h 30' avance 4" $\frac{3}{4}$ par grand arcs en 24.h
mis petit ~~modern~~ le tambour mis de niveau —
a cause du poids ôté d'un coté —
Le Th 20 ½ Rat 15 ½

a 8.h 30' S Hort avance 8" ½

140 J'ai diminué les trois Masses du Balancier
elles pesoient ensemble 51 grains
ne pesent que 42 grains 1/2 oté 8 1/2 grains

J'ai remis les masses aux mesmes Reparées
de la page 108 depuis on le Balancier
etoit d'Equilibre savoir

la masse 1 est a 20d
No 2 a 24 1/2
No 3 a 11

No 3 est tout a fait serrée contre le piton et No 2 reculé de 8d
a 24d — No 1 de 4d 3/4 a 20d —
comme page 108 —
ainsi le Balancier doit être d'Equilibre
puis que les Masses sont aux mesmes points et que
on a oté egalement a chacune —

---

a 6h 58' a L'H. grand Mot —

J'ai Netoyé L'Echappement pour m'assurer
qu'il n'y avoit pas d'huile dans la plaque
remis de L'H. circle J'ai aussi oté l'huile qui etoit au point de contact
du Pince spital laissé seulement la lame huilée au point

a 7h 45' a L'H 7h 20 1/2 Rat 18d —

a 7h 55m a L'H 7h 20 1/2 Rat reculé a 17 1/4

avancoit reculé le Rat a 17d 7h 20 1/2 .

La 7h qui apparent L'H Mot est a 21d Rat 17d

a 8h 10' a L'H —

avancoit mis Rat a 16d 7h 20 1/2

120 a 8h 30' a L'H Mot —

ainsi le Rat a été reculé de 1d 3/4 il etoit ce matin —
a 17d 3/4 — et actuellement a 16d

a 9h. 15′ Ret 1′ 17″ Jh: 20 ½

Rat 18 ¾

a 10h. 10 Ret 1′ 24″

a 10h. 17 ½ Ret 1′ 25

a 3h 15 Retardoit 31″

a Retardé en 7h 3de 54″ par les grands arcs

mis petits Proleus

a 10h. 26′ ½ Ret 1′ 26 arc 205

Le 7 = Jh 19 Rat 17 ¾

a 5h 27 Ret. 2′ 19″

a 5 42 Ret 2′ 21″

hier a 10h. 18 Retardoit 1 25

a Retardé en 7h 24′ de 56″ - devroit être 56″ 686/845

422 ½ : 54 :: 444 ½ :

54

1776

22200

24003 | 422 ½

48006 | 845

5756 686 | 56 686/845

C'est a dire près de 57″ donc

~~l'avance~~ comme je le trouvai hier

par les petits arcs ainsi que

je le veux ———

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a 2h 0 Ret 21" ½

a 2h 3' Ret 22"

a 2h 11 Ret 23"

a 3h 7' Ret 30" Arc 205

mis mot pesant —

a 3h 15' Ret 31" en 4h 7' par petits arcs Ret 31"

a 4h 10' Ret 38" Arc 240 —

a 4h 17 Ret 39" Jh ~~0~~ 21 Ret 19

a 5h 19 Ret 47"

a 7h 17' Ret 1' 2" = 31" en 4h 2' par les grands arcs

or comme elle retarde 1" en 8' a 7h 22' elle retarderoit 31" 37'''½

Si 8' : 60''' :: 5 Donc en 4h 7' Retarderoit 31" 37'''½

300/8 = 37½

60 × 5 = 300

37½ × 6 = 225

225/60 = 3" 45'''

Donc en 24 heures les grands arcs — sont plus lent que les petits de 3" 45'''

Je vais Regler L'Horloge en ce point et faire en sorte de n'être pas obligé de la demonter pour la Netoyer crainte que cela ne puisse troubler L'harmonie actuelle —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou le spiral avoit été trouvé Isochrone je
verrai si a ce point il l'est encore

pris mot posons —

a 10h 24' Ret 1' 14" —

Le 6 a 5h 40' Ret 1' 53" Ph 18 Rat 9
arr 240

a 6h 2 Ret 1' 55"

a 6h 24' Ret 1' 57"

hier a 10h 24 Ret — 1 14
a Retarté — 43" en 8h par grand arr
3
12 en 24

pris petit moteur —

a 9h 24' Ret 2' 13" ½

a 10h 24' Ret 2' 19" = 22" en 4h = 132 en 24

les petits arrs plus lent 3" en 24 que les grands

Ramené le Rat a 18d Ph 20 et allongé
le spiral de 6 —

a 11h 8' l'hor est en av. 3me seconde —

petit mot —

a 11h 8' d'accord

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et le rotter si donc en 1h 15' je suppose il y a une seconde de difference si le spital est isochrone la meme difference doit se répéter dans le meme intervale 1h 15 soit que le moteur soit plus ou moins grand c'est a dire que les arcs soyent grands ou petits et il ne sera pas necessaire d'attendre 8 ou 12 heures comme je le faisois cy devant une couple d'heure qui donneront 2 ou trois secondes ou termes differents suffisent avec cette Horloge N.o 8: dont les vibrations sont d'une seconde car pour celles de 4 vib par sec elles sont beaucoup plus commodes pour juger promptement la marche de l'Horloge

a 8h 20' Hort Ret 1'12" Arc 20 —

les grands arcs sont plus prompts que les petits de près de 5" en 24 heures

Je trouve cette difference plus grande que par les precedents experience que cela peut venir de la pallete de Rubis d'echappement perfaite —

a 10h 10' Ret 1'13"

119/8
39/14

~~Ret 4h~~ 45h Ret 1'10" = 3" en 5h 25'

1'retardoit

J'ai retrogradé le pince spital de 8d

etoit a 17d amené a 9d terme

N.a a 9h Hort retardoit 1'7"½ et a 10h 10' 1'13" difference 5"½ en 13 heures = 10" en 24h. et après avoir retrogradé le pince spital retard en 24 h 129" diff 119" pour 8 degrés = 14" 8/9 par degrés en 24 heures

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les arcs sont envir. 237.° ainsi depuis le 25 Juillet ils sont diminués de 3.° cela vient de l'huile de l'échappement qui n'est pas restée aux pallets - et comme le spiral n'est pas exactement Isochrones cela joint a la plus grande resistance dans les frottemens de l'échappement rend les oscillations plus lentes

A 1h. 20' Ret 9"

A 4h. 45' Ret 10" arc pris 240.°

mis petit Ressort —

Jh 20 Ret. 17 1/4 —

A 5h. Ret 10" 1/4 —

A 6h. 1/2 Ret 11"

$$\begin{array}{r} 10\tfrac{1}{4} \\ 7\tfrac{1}{2} \\ \hline 2''\tfrac{3}{4} \\ 3 \\ \hline 6 \\ 2\ \tfrac{1}{4} \\ \hline 8''\ \tfrac{1}{4} \text{ en } 24^{h} \end{array}$$

Remarque sur la maniere d'éprouver promptement la marche de l'Horloge par differents poids —

Je me propose de rendre les oscillations de N.° 8 Isochrones par la temperature actuelle & comme cela devient pressant il faut que je fasse en peu de tems ces Experiences et il est necessaire que cela soit d'une façon sure & la voici Il faut que je suive avec attention & observe les Instants ou les battements du Regulateur & de N.° 8. se font ensemble

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les vibrations en sorte que cela fera Compensation
Je revien donc encore a mon ancien projet de
donner plus de Longueur au Spiral afin que
Les grands arcs soyent plus Lents que les
petits de 2" 2/5 en 24h. quantité convenable
pour faire Compensation aux resistances
des huiles ~~des Echappement~~

Le 5e Aout

a 9h. 0' mat Ret 1' 7" 1/2 —

Th - 18d —

Le Tambour toujours très bien Horisontal -
avec le Niveau a Bule d'air
mis le Mt. sur L'Etablie pour voir L'Etendue
des arcs

Th 18 Ret 15d 1/2 arc 230d —

a 11h. - arc 235d —

Ret 16 Th 18h —

a Midy Hors Ret 1' 8" 1/2

a Requl av: 4" 1/2 donc N°8 Ret 1' 4" sur le tems
moyen

Retardoit sur le tems moyen le 31 de 38"
Ret 26" en 5 Jours

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n'est pas le froid il conviendra de ne pas partir de ce terme mais de faire ensorte de regler l'Isochronisme sur la temperature a laquelle un Vaisseau doit etre le plus exposé et il est bon d'observer que la Navigation se fait ordinairement dans la belle saison et par le chaud

Si on le regle au 10e degré terme qui n'est pas le plus frequent il y aura plus d'erreur a craindre

Il paroit donc qu'il est preferable de fixer l'Isochronisme par la chaleur de 15 ou 18e degré parce que c'est le terme le plus frequent dans un vaisseau

Je dois d'ailleurs observer qu'il y a un autre avantage a le regler en ce terme c'est que comme je l'ai deja proposé cy devant si les arcs viennent a diminuer par la resistance des huiles de l'echappement article que j'ai trouvé pouvoir causer 2" $\frac{2}{5}$ si donc l'Horloge ayant ses arcs Isochrons par le chaud et que les arcs diminuent elle avancera si elle eprouve plus de froid mais dans ce cas aussi la ~~tes~~ plus grande resistance des huiles de l'echappement pourra ralentir

Seroit le plus Convenable de regler la Compensation et cèt ce que nous allons examiner dans un Moment : Mais si au 10.e degré les oscillations ne sont plus Isochrones il faudroit supposer qu'il est arrivé quelques changemens sensibles dans le Ressort & qui en ont altéré la figure ou Mais en supposant que cette propriété du Ressort n'a pas changé & qu'au 10.e degré il est toujours Isochrones voyons dessous. ~~en quels~~ cela par quelle temperature il seroit plus convenable de rendre les oscillations Isochrones en employant une Compensation comme celle de N.o 8 qui change la Longueur du Spiral & par consequent altere sa propriété Isochronique

Dans cette supposition il y auroit trois termes, qu'on pourroit employer : Le froid ; le temperé ou la chaleur

Si on Regle l'Isochronisme par le froid lors que l'Horloge sera au chaud et que les huiles venant a se dessecher les arcs ~~seront plus~~ de vibration du Balancier etant plus petit dans ce cas ils seront plus lents et comme la temperature la plus ordinaire dans une Navigation

me conduira a la connoissance de la cause de ces ecarts
qui me tourmentent, aujourdhui surtout ou je suis
presque a la veille de livrer cette Horloge entre
les mains des Infidelles ou de la academie

Pour donc proceder surement a la recherche de cette cause des
ecarts du N.° 8. ecart quelle n'avoit pas autrefois. Je
commencerai 1.° par voir si l'axe des Balanciers a assis du
jeu et a lui en donner s'il en manque 2.° je verrai
si les arcs decrits par les Balanciers sont les memes
3.° si le Mechanisme de la Compensation est bien stable
et revient constamment au meme point dont on l'a ecarté
4.° Il faut ramener le pime Spital au 10.° degré
terme ou j'ai observé cet Hiver que les oscilla
tions etoient Isochrones si a ce degré elles le
sont encore c'est une preuve que le chaud et le
froid ne changent pas l'extension de la lame a
proportion des changemens de Longueur du Ressort
par les differents temperatures et cela prouvera
que pour que les oscillations fussent toujours
parfaitement Isochrones qu'il faudroit que le
Spital conservat toujours la meme Longueur
ce qui n'est pas compatible avec l'espece de
compensation que j'ai adoptée ou bien cela
m'obligeroit a rechercher par quels degrés il.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 31 Juillet a Midy Ret 38" sur le tems moyen et 40"½ sur Regul
Th 20 —

Le 1er Aoust a Midy Ret 45" sur Regul
Th 16 —

Le 2e a Mid Ret 50"½ sur Regul
Th 18 —

Le 3e a Midy Ret 56"½ sur Regul
Th 18 —

Le 3e A Groslay —

Depuis Laccident arrivé a mon Horloge Marine No. 8 Je ne lui trouve plus la meme Regularité quelle avoit autrefois soit que cela vienne de la pallette dechappement cassée ou que je naye pas donné au Regulateur toute sa liberté en tenant laxe trop juste entre ses Rouleaux. Je crains encore un autre effet cest celui de L'huile si celle que Jai employée nest pas de bonne espece Enfin cela peut venir du Spiral et pour mieux assurer le vrai moyen + ~~que je dois faire sur le spiral~~ + d'un Examen qui Jespere

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a 9h. Mouvement Hort sur L'établi Att. sous
240d. ainsi Le Rubis mis en place de celui Cassé ne paroit
pas affecter L'étendue des arcs ainsi que
je le craignois
J'ai examiné Les Roulens qui sont bien libres
Le mechanisme de Compensation fort fixé
en un mot toutes les parties de L'Horloge
en bon etat -
a 9h 45 Remise dans son tambour sur
sa suspension qui est bien de Niveau
Remonté L'Horloge —

a 12h. Hort Ret sur Regul. près 16" —
Hort: N° 8 Ret 18",4 Sur Le tems moyen donné par
L'Instrument des passages — donc Regulat Ret 2" 4
a 6h S. Th dans La Caisse des Ff 21° —
Le 26 a 8h m Th 20 Remonté L'Hort —
a Midy Hort Ret Sur Regul — 19" 1/4 —
a 5h. Th 21° 1/2 —
Le 27 a Midy Ret sur Reg: 22" — 1/4
Ledit N° 8 Retarde 22" Sur Le tems moyen
ainsi a Retardé 3",6 depuis Le 25. Th 20° —
Le 29 a 1h Ret 30" — Th 19 1/2

Le 21 a 9h 0' S. Ret 1" 2/3 Jh 19

Le 22 a 7h. mat Ret 3" 1/2 Jh -

Remontée a 9h. m Ret 4"

a 9h. S Ret 6"

Le 23 a 9h m Ret 7" 1/3 Jh. 19"

Remontée ———

a 12h 0' Ret 7" 1/2 Sur Regnl

et celui Cy Ret 2', 2 Sur le temps moyen

Le 24 a 12h Ret 12" ——

a 9h. S Ret 13" 1/2 Jh 20

Le 25 a 6h. m Ret 15" Jh 20

a 6h 15' otée de son tambour Ret 17d 1/2 ——

Posée sur Létablis ax ——— 235d -

Remarques sur La Necessité d'avoir une Excellente Pendule Astronomique pour servir a Connoître la marche d'une Horloge Marine ——

Depuis que j'ai vendu mon Horloge astronomique portative a M. de chabert j'ai eu beaucoup de peine d'en avoir une parfaitement exacte et cependant il est de la plus grande Consequence d'en avoir une parfaite pour Comparer les Horloges marines et Connoître leurs veritables marches faute dequoi on est exposé a attribuer aux Horloges marines les erreurs de La Pendule Pour donc éviter autant qu'il est en moi ce danger je vais Comparer tous les jours que je pourrai prendre le midy L'heure de L'Horloge au midy du Instrument des passages par ce moyen je connoîtrai La veritable marche de L'Horloge marine et sur quelle soit chargée des variations de L'Horloge et dans le jour intermediate je me servirai du Regulateur qui sera Comparé a N°. 8. Après avoir pris le midy. de cette je porterai toujours les observations sur mon Registre a les Resultats dans ce Journal. a Je vais m'occuper de La Construction d'un Bon Regulateur pour mon usage

92V

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moins bien polie en effet j'ai demonté
L'Echappement a trouvé des traits sur la
partie qui forme le Repos et en Consequence
je l'ai rendue au Lapidaire pour le mieux
polir —

Le 20 Juillet —

J'ai remis les Rubis en la place après qu'il a été
repolis et achevé de remonter a remettre
toute les parties de l'Horloge en leur voye
place — La Levée Actuelle est 70 degrés —
a Midy a 2H L'echappement sans huile —
a 1h Arc 230d. au Regulateur
J'ai mis de L'huile a L'échappement —
a 1h 15' arc 238 —
J'ai mis le Mouvement dans son Tambour
mis bien de Niveau la Suspension arrêtée
dans ses Vrais points —
A 1h 30' Hort Rat. 1/2" —
Th 20d. Rat 18d —
a 4h 15' Rat 1/2"

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en écartant ce plan incliné la croisée redescend
non seulement par sa pesanteur mais pour en
rendre l'effet encore plus sûr elle est pressée
par un ressort ~~qui~~ fait en fourchette qui passe
dans une rainure formée par la pièce & la fourchette
le bout supérieur de l'axe de cette detente
porte un bras qui passe a fleur sous la platine
cadran ce bras a une cheville qui passe a travers
une ouverture faite a la platine pour regler
la course de la detente & la faire agir —
ce bras fait frottement avec la platine mais
pour que dans le transport la detente ne puisse
bouger j'ai mis une vis qui l'arrête en deux
points celui d'arrêt du balancier & celui ou il
doit être libre cette detente me paroit
très bonne & sûre et garantit le balancier
&c. de tout accident —

Lors que j'ai eu remonté l'Horloge je l'ai faite marcher
sans mettre d'huile a l'échappement j'ai vu que la
pallette de rubis mise en place de celle cassée
ne donnoit pas tant de liberté que l'autre ce qui
ne pouvoit venir que de cela qu'elle est —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 19e Juillet

J'ai Netoyé & remonté avec Soin mon Horloge Marine N° 8 après avoir achevé La detente pour arreter Le Balancier : Cette detente est formée par une Croisée a trois bras — placée sous La petite platine des Rouleaux de dessous Le Balancier cette croisée porte trois cheville a egale distance qui ~~passent~~ traversent Le platine & vont sous le Balancier Cette croisée peut monter et descendre pour arreter Le Balancier — et le soulever par La Circonference de maniere a ne pas fatiguer Les pivots des Rouleaux et empecher Le Ressort de sa pension de casser. Pour elever ou baisser cette croisée — J'ai mis une grande tige en Cage un pivot dans la platine Cadran & Lautre dans La grande platine Inferieure du Regulateur cet axe porte un Bras qui va au dessous de La croisée ce bras fait en fourchette porte un plan Incliné pour elever La croisée & ~~elever~~ arreter Le Balancier ~~en Le~~ ce plan incliné agit sur un Canon Mis au Centre de La Croisée et presse egalement chaque cheville —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cet accident est deja arrivé a ma troisieme Horloge Marine & je l'ai prevenu par la disposition de ma Nouvelle Horloge N.° 71 quant a celle cy j'avois heureusement deux Rubis taillé pour N.° 10 & j'en ai pris un qui j'espere pourra servir —

Je tirerai partis de ce qui est arrivé a cet Echappement pour empecher que lors qu'on la fera marcher a Brest avant son depart pareille chose ne lui arrive pour cet effet la detente qui arretera le Balancier l'arretera au dessus de la fente et en la lachant l'Horloge marchera sans ~~etre~~ obligé de faire tourner le tambour sur lui meme ——

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en Retard par Jour de sorte qu'au bout d'un an L'Horloge pourra retarder d'environ 6'' par Jour ~~je crains les accidents~~ Je me proposois d'employer une detente pour renouveller L'huile & si cela eut pu avoir lieu J'aurois presque totalement detruit les deux Causes de Retard mais J'y trouve aussi de difficultés et je crains les accidens qui pourroient en resulter il vaut donc mieux craindre de pire erreur Laisser L'Horloge en cet etat et dans La Table des Corrections ~~pour~~ La Température de plus. Indiquer cette Cause de Retard afin qu'on en tienne Compte { Mr On verra cy après que J'ai fait cette Correction

Le 16 Juillet

En demontant L'Horloge et travaillant ~~au~~ La disposition des detents J'ai Cassé une des pallettes de Rubis d'Echappement accident tré facheux qui a été porodit par Le peu d'inclinaison des plans de La Roue Le Balancier en Retrogradant a appuyé sur ces plans qui n'ont pas glissé ce qui a fait casser La Pierre. Je dois observer ici que La meme chose pourroit arriver en faisant marcher L'Horloge & faisant tourner le tambour pour donner le mouvement au Balancier

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 8 Juillet

A 5h 0' S. Remontée a a L'H

Th 19 1/2 Rat 15 1/2 Mot ordi:

Le 9 Juille

A 5h 0' S Rat 1" 1/2 arc 238

Th 22d. Rat 16 3/4 ——

Mis Mot pr arc 205 ——

Le 10 a 5h 15' S Rat 7" 1/2

Le 15 Juillet ——

Les arcs de Vibrations ne sont pas parfaitement Isochrones car il reste environ 4" de difference en 24 heures des arcs 205d a 238d. mais je suis obligé faute de tems pour recommencer de nouvelles experiences de laisser l'Horloge en cet etat ainsi il reste deux causes de retard La premiere, le manque d'Isochronisme ce qui peut produire un retard de 4" par jour au moins et l'autre la resistance de l'huile du Echappement quantité que j'ai eprouver devoit etre environ 2" aussi.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a 7h 25' S. Ret 6" 1/2

Ret le mat ~~en 12h~~ — 2 1/4

4" 1/4

Rat 16 Th 19 — 2 1/4 a du retarder Ret. en 12 : 2" 1/4

2" 0

Ainsi L'Horloge a Retardé 2" de plus — en 12 heures par les petits arcs — que par les grands —

Mais Comme La Compensation a ete trouvée bien en Janvier Je ne toucherai pas au Spiral crainte de deranger la Compensation — et Je ferai tous mes efforts pour — trouver Le moyen de Conserver de L'huile a L'échappement afin que Les arcs restent Constamment les memes

Le 6 a 7h 25' m Hor Ret. 10" 1/2

Th 17 1/2 Rat. 14 . arc 205

mis Mot ordinaire / a Retardé 4" en 12h.

a 1h. 25 Ret 12" — 1/4

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 4e. Juillet 1771 —

a 6h. 30' S avr — 205 —

Rat 16d. 3/4 Jh. 19d. 1/2

ao: 32" 1/4 —

Diff: a avancé 17" 3/4 en 24h. 1/2 par les grands ass.

ou environ 17" 1/4 en 24h.

Et par les petits 14" 2/4

Difference 2" 3/4 en 24 hr. ou environ 3"

Mais comme L'Horloge avance assez considerablement en reculant le pince Spital pour la faire retarder cela allongera le Spital et le rendra plus Frochrone

J'ai Retrogradé le pince Spital a reculé a 15d. etoit a 17

Jh 19 1/2 mis moteur ordinaire —

a 6h. 45' a L'H —

a 7h. 25 remise a L'H Retardoit 1/2" avancé le pince Spital a 15 1/2 Jh —

Jh est a 19 1/2

N.B. Le nouveau Thermometre dont je me sert pour comparer cette Horloge a qui ira avec elle est fait par Cappy c'est une petite planche platte enfermée dans un tube Ce Thermometre marque un degré de plus que les miens ordinaires c'est a dire qu'il marque 17. Lorsqu'il n'en est que 16 mais cela ne change pa l'usage pourvu que la table des Correctiõs soit dressée sur lui —

Le 5e. Juillet a 7h. 25' m. Hor. Ret. 2" 1/4

Rat 13d. 1/2 Jh 17d — avr 234

ote du mot. — 1h. 1/2 env. p. avr. 205d —

Ne pas fraches a que les plus petits arcs sont plus
Lent que les grand —

Le 1er Juillet —

A 5h 40m S. Remonté 24 ord N° 8 et a 1h
dans son tambour sur la suspens. Th 16° 1/2

Le 2e A 5h 40' ao 18" 1/2 Cèp en 24h
Th 17 1/2

Ôté du tambour et posée sur l'établis pour
la voir marcher et connoître la différence
qui résulte du plus ou moins de solidité dans ce
position
mis le mouvement Horizontal et a 24h —
A 6h S. Juillet — Rat. 15° : Th 17 —
+ moins 1/4

Le 3e A 6h 1/2 S. ao: 18" Cèp en 24h 1/2 —
Elle avance donc a peu près comme dans le tambour
Environ 1" de moins en 24h dont elle
avance (moins) hors du tambour —
Arc 135 —
Th 16 : Rat 16 —
Ôté un des poids mis une Livre en place
Les arcs sont alors 203 degrés —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3°. Le tambour sera ajusté tout seul dans une Caisse qu'on emportera dans une chaise de Poste — comme on a fait N°. 6 — et la Caisse & la suspension iront par le Carosse

4°. J'ai deja dit qu'il falloit faire une detente pour soutenir le Balancier pendant le Transport — Il en faut deux qui ~~[illegible]~~ soutiennent le Balancier Diametralement afin que les Rouleaux ne soyent pas charg[illegible] il en faudroit meme trois ou trois soutes

5°. Je tenterai aussi de faire porter par l'echappement meme un Reservoir pour l'huile : Il faut appliquer sur le pallet interieur une espece de fourchette entre laquelle passera la Roue cela formera le reservoir pour l'huile — Cette fourchette sera attachée sur une espece de cuivre brisé qui s'attachera sur la tige de l'echappement par deux vis de pression

6 Il faut que je prouve des Nouveaux L'Horloge avec differens poids pour savoir si le Spiral est a son point d'Isochronisme.

7 voir si le Spiral n'a pas changé de figure —

8 faire la piece Coudée pour la suspension

Remarque

Lorsque les Horloges N°. 6 & 8 ont été pendant la Campagne exposée au froid elles ont varié il faut voir dans la table generale du Journal du 11 de Fleurieu en quel sens. — Elles ont du retarder a cause que le Spiral

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 30e. Juin a Groslay

Comme il est decidé que cette Horloge doit etre embarquée sur les Vaisseaux que le Roy fait armer a Brest en 8.de Il faut pour eviter tout accident dans le transport ~~user de~~ et pour empecher qu'on ne puisse retirer le mouvement de son tambour il faut dis-je pour eviter les accidens vrems volontaires user de toute sorte de precautions pour empecher ses derangemens voici ce que je ferai

1.o Je ferai passer une vis tenant a la Platine du poids a travers le fond du tambour laquelle sera arretée par une Ecrou et cet ecrou sera caché & recouvert par le poids mis dessous le tambour & pour qu'on ne puisse tourner cet ecrou meme en otant le poids Il sera percé d'une cheville perdue que moi seul connaitrai —

2.d Pour empecher le poids de Balotar dans le transport de Paris a Brest Je placerai comme Je l'ai fait a N.o 6 deux vis qui poseront sur la plaque du poids lors qu'il est tout au bas & l'empechera de remonter — arrivée a Brest on otera ces vis a remonter le poids &c —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Correction a faire a La Suspension des L'Horloge N.° 8.

Jai eprouvé depuis que jai supprimé le pied de cette Suspension et quelle est attachée a La Boite que Les pivots de Suspension sont tantot Genés et tantot ont trop de Jeu en Longueur Selon que Le bois de la Caisse travaille pour remedier a ce deffaut a une façon simple — Il faut faire un cercle ou pieces de Cuivre ou de fer : un bout de cette piece sera attachée sur un des supports de Suspension porté par La Caisse et Lautre pour ira porter Le querre d'acier qui appuye sur Lautre pivot ainsi quoi que La Caisse travaille cela ne changera pas le Jeu des pivots puis que La bride sera de Cuivre Comme La Suspension et ne changera pa de Longr

7

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

si promptement desséchée en voici le moyen
il faut faire poser a lextremité de la pallette -
de Rubis a lexterieur agissante une piece -
qui sera ~~f~~ ~~Aff~~ l'office du Coquevet d'acier
qui retient l'huile aux pivots de Balancier
d'une Montre : cette application d'une piece touchant
la surface de la pallette y retiendra l'huile
et de sorte qu'a chaque passage des dents —
de la Roue d'echappement ces dents seront -
~~ceb~~ un peu mouillées & cependant la Masse
d'huile restera au reservoir : on peut placer
cette piece au dessus de l'endroit ou agit la Roue.
ou a lextremité ce qui reviendroit au meme
du talon que je menage aux ancres d'echappem.
de Pendules a secondes — Voila les tentatives
que je vais faire avant de travailler aux
detents susdits qui seront ma derniere ressource

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour faire agir cette detente des manivelle a remplir ses effets surement il faut qué chaque fois qu'on remonte l'Horloge le poids arrivé au haut faste avance une dent d'une étoile de 30 dents a la 30e. dent c'est a dire au bout de 30 jours au moment de ce changement de l'étoile le sautoir qui servira de detente a reservoir parcourra plus de chemin parce que cette 30e. dent sera plus longue en sorte que le reservoir approchera suffisament de la roue d'echappement pour que une ou deux dents dans cet instant prennent chacuns une petite goutte d'huile

Le 29e. Juin a Groslay ——

En réflechissant murement aux effets de la detente a reservoir d'huile dont j'ai parlé ci dessus je trouve que cela causera un travail assez considerable et une grande difficulté pour en rendre les effets parfaitement sur et je pense qu'il seroit possible de placer et retenir a l'echappement une assez grande quantité d'huile pour ne pouvoir pas être

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de tems a autre a L'Echappement ainsi que je l'ai
deja proposé cy devant voyés de l'autre coté
du Livre page 25 & 35 —

Mais quoi que cette Idée soit tres bonne & propre
a Conserver a L'Horloge la plus grande justesse
J'avoue que L'application n'en est pas facile
tant pour Conserver une certaine masse d'huile
fraiche que pour en communiquer a La
Roue d'Echappement sans aucun risque &
d'une façon sure —

J'ai fait essai d'un Reservoir que j'ai disposé assez —
heureusement pour devoir esperer qu'il remplira
L'objet proposé cela forme deux entonoirs opposés
par le somet avec une entaille entre deux
a L'endroit ou L'huile doit aboutir pour se
Communiquer a La Roue une fois par mois —

Il faut observer qu'il est essentiel que ce reservoir
porte une grande masse d'huile non seulement pour
en fournir a L'echappement dans un Long voyage
mais particulierement parce que plus il y aura d'huile
moins elle s'epaissira promptement : La masse mem
qui restera dans le fond du reservoir sans pouvoir
aboutir a La Roue tiendra fraiche L'huile qui sera
entre les deux entonoirs —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Des detentes pour le transport de l'Horloge

J'ai ajouté a l'Horloge N° 9 a la celle N° 6 des detentes pour arreter le Balancier pendant le Transport celle de N° 6 qui est fort simple est preferable parce quelle souleve le Balancier en l'arretant de sorte que le Ressort de suspension n'est pas fatigué Il en faut mettre une a N° 8 a peu pris pareille mais comme le Balancier de celle cy est pesant a d'un grand Diametre si on ne soutenait le Balancier que d'un coté la pesanteur de l'autre coté pourroit par des secousses causer quelques dommages aux Rouleaux Il seroit donc a propos si cela se peut faire passer le bras de la detente a l'axe du Balancier pour le soulever et un autre bras flexible arreteroit le Balancier a sa circonference pour l'empecher de tourner

Enfin pour achever de donner a cette Machine toute la perfection dont elle est susceptible il faudroit y adapter une detente portant un reservoir d'huile pour renouveller l'huile

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a 10h 15' S. a 3" 3/4 Th. 15.

Le 14 May 1771

J'ai fait faire quelques correction essentielles
a La Suspension de L'Horloge marine
N°. 8. elle me paroit actuellement très bien
J'ai fait charger le bas du tambour d'une plus
grande masse de plomb: attaché des mains
au tambour a disposé pour qu'en desserrant
tant soit peu deux vis on puisse oter Le
Tambour de Dessus La Suspension — dont toutes
les parties sont arretés de facon que pendant
le Transport elle ne puisse etre derangée
ainsi le tout est parfaitement solide
et elle est aussi Libre quil est necessaire
Car en placant un Niveau a bulle d'air
sur Le tambour il oscille tant soit peu —
ce qui est causé par les oscillations du Balancier —
malgré la grande Masse du tambour —
N.a Il reste un deffaut a la Suspension de cette Horloge
c'est que la caisse en travaillant donne un peu du jeu a la
Suspension mais je ne puis le Corriger a moins de faire un
Cercle de Cuivre en place des Ponts attaché a la Caisse —
J'ai prevu a cela dans mes autres Suspensions

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 29 Janvier 1771

Remonté L'Horloge N.° 8 a mise a L'heure
Je l'avois oubliée —

a 7.h 1' a L'H. ao 1/2"

Le 30 a 9.h S. Ret 6" 1/2

Le 31 a 9.h S. Ret — 14" —

Le 1.er Fevrier a 9.h S Ret 21"

Le 7.e Fevrier
avance Le Rat. a 10.h etoit a 9 1/2
Th. 10 —
a 8.h 42' S. a L'Hor —
a 10.h 15' ao 1/2" mise a L'H. 0.d —
Le 8 a 10.h 15' m ao 2" 1/2
Th. dans la Caisse 0.d —
mis La Lampe —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 28 Janvier
L'Horloge n'avoit pas été Remontée

A 8h. 52' m Remise a L'H —
Th 5c —

A 8h. 52' S Ret 1" 1/2.
et elle a avancé par le chaud 2" 1/2.
donc la Compensation est trop forte
ecarté la Coulisse

A 9h. 0' S. a L'Horl.
et a L'air — 5c. —
Le 24 a 3h. Ret 8" 1/2 en 18h. —
= 5" 12/18 en 12h.
mis la Lampe
A 10h. Ret 11" 1/2 Th. 16
a Ret 3" en 7h. devroit etre 3" 1/3

ecarté la coulisse

a 10h. 10' Avance 12"

mis la lampe

a 9h. 19' ao 19" 1/2 Th. a été a 17° —

a 10h. 10' ao 20" 1/4 —

mise a l'air —

22

a 9h. 10 ao 23" 1/2 Th 5.

---

ecarté la coulisse en dehors du trait ou elle ~~etoit~~ avoit le precedent

Spitdal 2 devant Lepreuve en heur

a 10h. 0' m ao 1".

mis la Lampe

a 10h. 5. ao 3" 1/2 Th. 15 —

mise a l'air

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mais retarde par la chaleur
ou 1" en 5 heures
Il faut un peu ~~[illegible]~~ rapprocher le Coulant
rapproché du Centre plus qu'il n'étoit la pte fois
avant d'y toucher car je l'avois écarté au lieu de l'approcher
a 4h 1/2 Ret 3" 3/4
mis la Lampe
a 10h 30' Ret 1/2" Th 15
Horloge a avancé 3" 1/4 en 6h
mise a l'air
Le 19 étoit arrêtée remontée
Le 20 a 9h Ret 5" 1/2
mis la Lampe Th 15 Dj
a 9h 5 ou 9"
Le 21 a 8h mis au -12" Th 5 Dj
avance par le chaud ainsi la
Compensation trop forte

a 10h ½ Ret 2" —

mis le Lampe —

a 16h 30' S. Ret 17" ¼ Th 12

mise au froid — Ret 15" ¼ en 12h

Le 16 a 10h 30' S Ret 37" —
15 ¼
Ret en 24h — 21" ¾

avance par le froid

Le 17

ecarté le Coulant —

a 4h 30' — a Lth ½" en Ret —

a 5h mis la Lampe

a 10h S Ret 1" pris ½ Th 12

mise a l'air —

Le 18 a 9h en Ret 1" ½ comme hier

Th. 0.

L'Horloge est donc Reglée au froid

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 4 Janvier 1770

a 9h 30' a L'Horloge

Le 5 a 7h 30'. Hort : au 1''1/2

Le 8 a 8h m. Hort. au 5''1/2
Th 7 1/4.

Le 11 Remontée ~~etant au bas~~
a 4h au 1''

Le 14 a 10h m Ret 2'' Th. 5d
a 10h 15 mis une Lampe dans la Caisse
Th 12
a 10h 5. Ret 1/2'' —
ainsi Le Chaleur L'a fait avancer

Le 15
a 10h. ôté du tambour Th 2d 1/2
Ecarté La Coulisse de Compensation
Devirbon Demie Ligne

pour regler L'Horloge

De La Suspension

Ayant remonté L'Horloge il mis
sur la suspension le tambour
n'est plus Horisontal le poids etant
au haut et il étoit auparavant
le poids au bas pour corriger
ce defaut qui vient des petites
quantité dont le poids n'est pas concentrig
a Laxe du tambour il faut
charger le bas du tambour d'un
plus grand poids cela diminuera
au moins l'erreur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les Masses étant tout contre les pitons

N° 1 est a $4^{\partial}\frac{3}{4}$

2 a 8^{∂}

3 a 11^{∂}

Nat $9^{\partial}\frac{3}{4}$

Th — $10\frac{1}{2}$

Le Balancier étant d'Equilibre

~~Je~~ La Masse N° 1 est a 20^{∂}

N° 2 a — $24\frac{1}{2}$

et N° 3 Restée a 11

ainsi les masses 1 et 2 ont été tournée en dehors et celle N° 1 restée tout contre le piton

Le Balancier en cet état est parfaitement d'Equilibre ainsi il ne faut plus toucher aux Masses

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 21 Janvier

a 1h 20

1h	18'	5" ½
	1'	56" ½
hier	1	38
en 25 heures .		18" ½

Arc 240d 7h 12 Rat 11d —

Il faut maintenant que les oscillations soient isochrones diminuer un peu des masses et mettre le Balancier d'Equilibre approché les masses tout contre les pitons.

a 8h 21' a-L'H — avec son moteur L mis dans le tambour sur sa suspension —

Le 4e a 8h. Hors au 14"

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 30

a 12h. 20′ Hor marqu

18′ 58″

Ret 1′ 2 | 18′ 48″

donc Ret 1′ 2″

Mis mot 5m 14s ½

Ret 10 Jh. Cap. pris 14 10 ½

a 12h. 20′ Hor marqu

19h. 16′ 39″ 3/4

1′ 20″ 1/4

1 2

18″ 1/4 par grande en

Mis Mot. 4h. 4s

Le 1. Janvier 1771

a 12h. 20′ Hor marq

12 18′ 22″

1′ 38

1 20 1/4

17 3/4 en 24 heures

Le 26

a 9h. 32' Ret 47" par les grands arcs.

mis Mot 4h 4° —

a 9h. 32' S. Ret 1' 9" 1/2

arc 200 —

Le 27

a 9h. 32' m 1' 32"

47

par les petits arcs 45"

donc av. 2" par les petits arcs

a 12h. 20' a l'H. après avoir accourcit le pinl. un degré entre

Ret. 9 : 7h 9 1/2

Le 28

a 12h. 20' Ret 22" 1/4

mis mot 4h 4'.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 21

a 8h. 25' au 10" 1/4

Le 22

a 8h. au 12" 1/4

Mis Moteur 4h. 1 once

Rat 9 1/2 Th

Le 24 a 8h. m au 10"

Retarde par les petits arcs -

mis Mot 5h. 14'.

Le 25 a 8h. m au 12" 1/2

Clé du tambour

arc 235d. Th 9 Rat 9 ——

---

a 9h 32' m a L'H: après avoir allongé le spiral de 2d. —

a 9h. 32' s Ret 23" 1/4 arc 236

Rat 9 Th 9 1/2

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 18 a 7h. 48'm

Hor avance 3" 3/4

Sh 11 1/2 Rat H 1/2

mis Mot 4h 5 ou ——— toujours dans le tambour

hier a 7h. 48 avançoit 1/4" ainsi n'a avancé en 24 heures par les grands ars que de 3" 1/2

Le 19 a 7h. 48'm ou 6" 1/4

hier a 7h. 48 avançoit ——— 3" 3/4

Donc a avancé en 24h par les petits ars 2" 1/2

Difference 1" dont elle avance plus par les grands ars en 24h

Le 20 a 7h. 48'm ou 7" 3/4

a 8h. m ou 8" ———

mis mot 5h. 14'm toujours dans le tambour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a 4h 11' a l'H —

a 4h 33' a l'H ont après avoir avancé chaque masse de 10 ⊕ —

ainsi n° 1 ch a 0 — : 5
n° 2 a ~~10~~ 10 : 15
n° 3 a ~~15~~ 5d. : 10

avancé les masses 5d.

n° 1	a 5d.
2	15
3	10

a 5h 48' a l'H —

a 9h 48 av 1/4" arc 235d.

Le 17
a 7h 48' m av 1/4" arc — 237
Th 11 Rat 11
Mises dans son tambour attaché avec les vis

J'ai mis le Balancier —
Équilibre par les masses —
N° 3 étoit trop en dehors — avancé —
a 15°.
N° 1 Retrogradé de 10°.
N° 2 a 20°.
a 2h 0' a L'H mor — 6m 14° 1/2
avancé ~~tout~~ trois de 5° chaque —
Ainsi: 1 et 15: 2: 25: 3: 20
a 3h 58' a L'Hor —
avancé de 5 degrés chaque, —
ainsi N°. 1 : a 20°.
N° 2 a 0
N° 3 — 25

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a 6h 54' — a l'H

après avoir retrogradé les masses de 5°

mises a 25° —

avancoit un peu

Retrogradé les masses de 10°

mises a 15°

avancoit encore —

Retrogradé les masses de 15°

mises a 0. ainsi elles ont été retrogradées —

d'un tours —

a 7h 7' a l'H

Poids actuel du Balancier

3 onces 1 gros ½ 20 grains sans les masses —

= 1856 grains les masses pesent toutes dorés

51 grains

a 1h avance $\frac{1''}{4}$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

été des Masses pesent
ensemble 52 grains —
vernies au meme point 0 —
et a 1 tour ½ du bord
A 6h 31' a L H —

Les Masses étant gravées et dorées. pesent
ensemble — 51 grains —:
Ces Masses sont gravées a Numerotés 1 : 2 : et 3 afin de pouvoir designer leurs positions pour L'equilibre
A 9h 47' A L H ont
Les Masses A 0 . 1 tour ½ du
bord du Balan
Le 16 a 6h 37' au 6h ¾

A 6h 47 au près 7'' C'est en 9 heures
ARC 235 $\frac{d}{d}$ = $\frac{7}{9}$'' par heure
Nat 11d 9h près 02 = 18'' ⅔ en 24 heures

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 15e 10bre

a 9h 36' a l'H. —

Le Balancier sans les masses —

Les Masses mises égales pesanteur entre elles pesent ensemble 55 grais ½

---

a 2h 5' mise a l'Horl ayant avant mis les masses 1 tour ½ en dedans du bord du Bale toutes trois a O —

Mot 6h. 14' ½

a 5h 35' Ret 15" ¼ Cet en 3h ½

= 4" 5/15 par heure

a 6h 5' Ret 17" ½ Cet en 4h

= 4" 3/8 — par h —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les Masses sont au milieu de leurs
Courses lors qu'elles ont fait un tours et demi
depuis le bord exterieur du Balancier
c'est a ce point milieu que j'ai marqué le O et
Regler l'Horloge en diminuant les masses
sans changer leurs positions a lors quelles
seront sensiblement de poid on les approchera
ou ecartera du Centre mais fort peu
Lendroit ou j'ai marqué O aux Masses
lors qu'elles ont avancé 1 tour depuis le
bord du Balancier c'est a ce point
que le Balancier est aussi bien d'Equilibre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trouvera ne feront pas ~~autant~~ avancer ou retarder
L'Horloge que le Calcul le donnera et au
Contraire si elles sont plus en dehors la quantité
trouvée par le calcul ~~otée~~ ou ajoutée au Balancier
fera plus avancer ou retarder L'Horloge qu'on
~~on pourroit~~ egalement ~~Calculer~~ ~~trouver~~ par
le Calcul ce que dans l'un & l'autre cas
il ~~faudroit~~ ~~oter~~ ou ajouter mais il devient
assez Compliqué —

Si Le Balancier avoit des barrettes sans pesanteur
Le Centre d'oscillation ou de mouvement seroit
sensiblement dans le milieu de la largeur
du champ mais Comme les barrettes ou
croisées sont pesantes le Centre d'oscillation
se trouve plus en dedans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le Bal. pese 3 onces 1 gros ½ 20 grains

= 25 gros ½ 20 gr = 1896 grains

72 — 50 — 175 — 1800 — 36 — 28 — 1656

42 — 1898

Les masses — 55 g ½

1911 ½

Si les Masses ~~etoient~~ ou ecrous etoient plus ~~sur les~~ mems distances qu'etoient les anciens L'Horloge seroit Reglée

Remarque

Pour calculer surement La pesanteur des Masses il faut Les placer le plus près possible du Centre d'oscillation ou de mouvement car si elles sont plus en dedans les quantité que L'on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 14 10bre

fait les broches pour porter les masses
elles pesent toutes dorés entièrement
finies à avant de les river — 25 grains —
les trois ensemble

81
25
56 | 3
26 18 $\frac{2}{3}$

72
25
360
144
1800

1800
36
92 $\frac{1}{2}$
1858 $\frac{1}{2}$

Les trois masses doivent peser ensemble
36 grains = 18 grains $\frac{2}{3}$ chaque

Les broches ou pitons étant rivés sur le Balancier
Le Balancier pesé sans les masses 3 onces 1 gros $\frac{1}{2}$ 22 gr $\frac{1}{2}$
= 1858 grains $\frac{1}{2}$ | Les Masses non gravées ni dorées.
57
1915 $\frac{1}{2}$

Les masses sont trop pesantes et d'autant moins quelles
se trouvent plus éloignées du centre qu'avec les anciennes
masses elles ont par conséquent plus de vitesse
J'ai mis le Balancier d'Equilibre avec ses pitons
sans les masses il ne pese ~~après~~ plus que
3 onces 1 gros $\frac{1}{2}$ 20 grains —

Dans l'usage ordinaire il ne faut pas que ces masses soyent trop pesantes relativement à la pesanteur du Balan parce qu'alors pour peu qu'on change la position de masses on changeroit trop sensiblement l'équilibre du Balancier & la Marche de l'Horloge. Si donc un Balancier étoit beaucoup trop leger & pour un spiral donné & selon la convenance de l'Horloge il faudroit refaire un autre Balancier plus pesant mais ayant moins de ~~masse~~ pesanteur ~~pour~~ qu'il ne faudroit celle requise pour les masses — servant à regler l'Horloge & a equilibrer le Balancier

Si le Balancier ~~étoit trop~~ pesant il faudroit le diminuer de la quantité requise pour le spiral ~~moins~~ plus de la pesanteur requise pour les masses.

Le Diametre des masses peut ~~etre~~ de 4 lig $\frac{1}{2}$ et par consequent la Circonference est 14 lig $\frac{15}{113}$ si chaque division est de $\frac{2}{12}$ lig il faut diviser ~~la circonfer~~ ce ~~plus~~ de la masse en 84 parties.

146

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le Balancier pese sans les crocks
~~et~~ seul ~~3 onces 1 gros 1 27 grains~~ 33 grains.

3 onces = 1728 grains
1 gros — 72
~~1 gros~~ plus 33
~~plus 27~~
1833

doit peser 1911 tout compris
1833
78

Ainsi
Le Balancier doit peser ---- 1911 $\frac{28}{36}$
pese seul ———————— 1833
Les pitons a les trois masses doivent grains 78 $\frac{28}{36}$
peser ensemble 78 grains $\frac{28}{36}$

en ~~donnant~~ dabord pour pesanteur 81 qui
on diminuera facilement les masses ~~en~~ après l'experience

Pour faire tourner les masses il faut percer
a 1 lig du centre un petit trou qui servira
avec celui du centre a y faire entrer
une espece de tourne vis formée par deux
points —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Je vais en consequence de ce qui precede en faire l'application a l'H. N°8.

Il faudra que la vis n'aye point de jeu et soit a frottement moulu pour cet effet il faut fendre le tenon ou broche ridée au Balancier afin qu'elle fasse ressort sur la vis

on fera sur le plan a bord du Balancier un trait fin qui servira d'Index aux divisions des Masses.

Par le calcul que je viens de faire le Balancier pour etre reglé devroit peser 1911 grains $\frac{28}{36}$ Il pese 1915 $\frac{18}{36}$ pese trop 3 grains $\frac{10}{36}$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

reglée au plus près il faudra encore s'assurer de l'Equilibre du Balancier et ainsi de suitte jusques a ce que l'Horloge soit — aussi bien reglée au plus près et qu'en meme tems le Balancier soit parfaitement d'Equilibre cela fait on pourra s'il reste quelques choses a desirer dans la Regle de l'Horloge achever de la regler au plus près par la vis du pince spiral faite a cet usage — [on] voit qu'une fois l'Horloge ainsi reglée il ne faut plus se permettre de toucher aux ressorts crainte de changer l'Equilibre du Balancier il vaudroit mieux toucher un peu au pince spiral ou encore mieux tenir compte de la ~~difference qu'il y a~~ quantité dont l'Horloge se avance ou retarde chaque jour ce qui ne souffre pas la moindre difficulté je vais en.

autant qu'il se peut par la les masses ainsi de pesanteur : ~~tou~~ il faudra mettre le Balancier parfaitement d'Equilibre en approchant un peu ~~une~~ ou deux des masses du Centre et en ecartant l'autre afin de ne pas trop deregler l'Horloge alors on marquera sur le bord ~~du~~ plan des masses qui touche le plan du Balancier un petit trait a chacune ce sera ~~par~~ le point ~~de~~ ou division 0 de la graduation on graduera les masses au plus grand nombre de parties que leur Circonference le permettra et comme elles seront toutes trois en meme nombre de parties & les vis sur le meme taraud en les approchant ou ecartant du Centre du meme nombre de degrés ~~ou~~ ~~seul~~ pour regler l'Horloge au plus pres on ne devra pas sensiblement changer l'equilibre du Balancier Mais pour ne pas laisser d'incertitude dans une matiere aussi essentielle lors que l'Horloge sera

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

encore assez difficile Pour donc Reunir les
trois avantages de proprietés de ces masses
et d'une maniere aisée il faut quelles soyent
ajustées de façon a pouvoir s'approcher ou
se carter du Centre du Balancier Pour
cet effet il faut fixer des broches sur les
quelles les masses seront mises a vis le plan
de ces masses perpendiculaire a celui du
Balancier : et les plans de ces masses seront gradués pour
estimer exactement la quantité dont on les
~~se trouvera~~ eloigne ou approche du Centre
soit pour mettre le Balancier d'Equilibre
soit pour Regler l'Horloge sans toucher au
spiral que nous supposons au point de l'Isochronisme
Il faut d'abord que les masses soyent placées dans
le milieu du champ du Balancier + et mises
de pesanteur par les Calculs precedents
pour que l'Horloge soit reglée au plus près
+ et enforte quétant toutes de meme pesanteur
le Balancier soit approchant d'Equilibre

Le 11 10bre 1770

Des Masses pour mettre le Balancier de pesanteur & pour Regler et Equilibrer en meme tems le Balancier —

La Methode d'adapter des Masses a la Circonference du Balancier ~~telle~~ ainsi que le vieux de ~~l'employer~~ les faire a
N.°8 est fort bonne pour ~~trouver~~ donner aisement la pesanteur requise au Balancier sans changer la Longueur du Spiral mais il reste des difficultés pour equilibrer parfaitement par le moyen de ces masses le Balancier parce quil en faut ~~oter~~ bien insensiblement pour parvenir a la precision requise — et il faut que cela se fasse sans en quelque sorte deregler l'Horloge si on en ~~ote~~ trop il faut refaire d'autres masses & c'est un ouvrage Enfin pour Regler par le moyen de ces — Masses l'Horloge au plus pris cela devient

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 9

A 12h 5' arc 202 —

Th. 9 Rat 9 —

Horloge marque

12h 3' 34" ½

Retarde par les petits arcs 1' 25" ½ = 85" ½ en 24 heures

Mis Moteur 5h 14° ½

Le 10

A 12h 5' arc 240

Th 8½ Rat 7 3/4

Horloge marque

12h 2' 10" ½

(12 3 34" ½)

Retarde par les grands arcs de 1' 24 0

reparties ~~mais~~ comme on le fait dans les Horloges
a pendules par un petit coulant qui glisse
le long de la verge poi la lentille mais
dans un Balancier ce moyen est sujet
a un tres grand deffaut c'est que si on
avançoit ou reculoit une de ces masses plus
que l'autre le Balancier ne seroit plus
d'Equilibre : or j'ai deja fait voir
combien il est de consequence que le
Balancier soit parfaitement d'Equilibre.
Je rejette donc comme deffectueux ce moyen
de Regler l'Horloge aussi pres —
a moins cependant qu'après avoir touché —
aux vis pour Regler l'Horloge on ne
s'assure que le Balancier est d'équilibre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette Methode de Regler une Horloge n'est faite que pour L'Artiste qui L'execute Car une fois ainsi reglée et au plus-près Le Marin qui s'en servira ne devra jamais y toucher mais s'il reste encore quelques differences il en tiendra Compte ~~quand~~

Nous devons d'ailleurs observer que si L'Horloge n'étoit pas parfaitement reglée au tems moyen on a un moyen d'y parvenir par La vis faite a Cet usage placée sur Le coulant du pince Spiral mais on ne doit s'en servir (pour ne pas changer sensiblement La Longueur du Spiral a par Consequent son Isochronisme) que pour ~~corriger~~ une tres petite quantité enfin on pourroit placer deux vis ~~de telle dor~~ diametralement opposée des l'epaisseur du champ du Balancier en les approchant ou ecartant du Centre on regleroit L'Horloge pour les petites quantités

Remarque sur cette Maniere de Regler L'Horloge

L'ajustement que j'ai fait des Masses sur les Balanciers est ~~tres~~ Comode pour regler aisement L'Horloge. par ces masses rendues plus ou mois pesantes mais les Ecrous ne sont pas faciles a mettre parce que les broches ~~et~~ sont taraudées jusques au bout et que les ecrous ~~tombent~~ n'ayant pas de prise pour les faire tourner il ~~les~~ faut pour eviter ce petit deffaut qui empeche la vitesse de l'operation laisser un bout de la broche qui ne soit pas taraudé et n'employer pour aller plus vite que quelques ~~pas de tarau~~ tours de vis pour l'ecrou

Pour diminuer les Masses il faut employer le Calcul de la maniere que nous l'avons expliquées cy devant par ce moyen on n'a a Coup sur au but mais dans le Cas ou on auroit un peu trop oté des Masses on peut faire des petits vides pour Legeres entre les masses et les Ecrous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les Masses pesent ensemble 72 grains.
= 24 grains par Masse il faut en
ôter 7 grs
17 Reste.

J'ai diminué les masses pesent chacunes 17 grs.
ainsi les trois ——— 51 grains
fait marcher sans mettre les Ecrous
L'Horloge avance
diminués les Ecrous pesent les trois ensemble 8 grs ½

A 12h. 5'. L'Horloge a le Pen ~~le~~ Bal.
ayant les Ecrous

Le Balancier pese. sans les masses ni les Ecrous.
avec les broches ~~3 onces 1 au gros~~
½ 20 grains. = 25 grs ½ 20 grains = . 1856 grs
les trois masses ——— 51
les Ecrous ——— 8 ½
Avec les Ecrous ——— 1915 ½
Sans les Ecrous ——— 8 ½
1907 grains

L'Horloge doit etre Reglée entre ces.
deux termes de pesanteur du Balancier
savoir 1915 ½ et 1907

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Calcul pour trouver la pesanteur que doit avoir le Balancier & par conséquent la quantité dont il faut diminuer les masses

L'Horloge retarde en 11 heures de 5' 15"

$= 315'' / 11 = 28'' \frac{7}{11}$ par heure

95
7

Donc le Balancier fait $3600'' - 28\frac{7}{11} = 3571\frac{4}{11}$

divisé par 60 on a $59\frac{31}{60}$ Le Balancier pese

~~ainsi on a la proportion~~

avec les broches — 3° 1 gros ½ 20 g

les masses — 1

Le ron — 12

3° 2 ½ 32

Balancier pese en tout 72

3° 2 gros ½ 32 g. = 26 gros ½ 32

432
144
36
32

1940 grains

on a la proportion.

$\overline{60}^{a} : \overline{59\frac{31}{60}}^{a} :: 1940 : x$. ou $3600 : 3542 :: 1940 : x$.

1940
141680
31878
3542
6871480 / 3600
3271 / 1908 $\frac{268}{360}$
3148
268

Le Balancier doit donc peser pour que l'Horloge soit reglée —

1908 grains $\frac{268}{360}$ Il pese 1940
1908 $\frac{268}{360}$

pese trop. — — 31 $\frac{92}{360}$

en ôter d'abord 21 grains = 7 par masse —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le Spiral est donc a son Veritable point & parfaitement Isochrone il ne faut plus maintenant que diminuer les masses de la quantité requise pour que l'Horloge soit Reglée. nous allons Calculer exactement quelle doit etre la diminution de pesanteur des masses du Balancier —

a 10h. S. tous ons Mot 4h 4'. arc 205

Hor. Marque 9h. 43' 18'' 1/2
mit Mot. 5h 14s 1/2
Le 6

a 10h. S Hor 9h 31' 53'' 1/2

11' 25 0

aujourd'hui a 10h. Hor marquoit 9h 54' 45''
et hier — 9 43 18 1/2

11' 26 1/2

Il y a donc 1'' 1/2 de difference en 24 heures des grands aux petits arcs les petits arcs plus vites —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 11h 0' a L'Hor.

Moteur 5ett 14° ½ 3h 0' 0

a 3h 0 H. marque 2h 58' 5" ½

En 4h Retarde — 1' 54" ½

arc ——— 238°

Rat 9 ½

Th — 10° ½

a 10h 0'

Horloge marque 9h 54' 45"

Donc Retarde en 11h : 5' 15 = 28" 7/11 par h.

Mis Moteur 4h 4°

Le 5 a 9h 0' m.

Horloge marque 8h 49' 30"

Donc Retarde ——— 10' 30"

~~Donc en 11h~~ hier a 10h Retard. 5' 15" C'était en 11h a

5' 15"

Donc a Retardé de la meme quantité Les arcs sont donc parfaitement Isochrone —

arc : 205° Th 10° Rat 9° ———

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 4 10bre

Avant de raccourcir le Spiral il faut voir par les experiences precedentes la quantité dont il faut le raccourcir pour parvenir tout de suite a l'Isochronisme J'observe que le 1er de ce mois les plus petits arcs etoient plus prompt que les grands de 2'' ½ environ en 6 heures ~~= 5'' en 12 h.~~ Après avoir accourcis le Spiral de 2d ___ du Bal le 5 jour les arcs plus petits ne sont plus que de 2'' ½ plus prompt que les grands en 12 heures leurs degrés ont donc accelerés les grans arcs de 2'' ½ en 12 heures or ils sont encore trop lent de ~~cette~~ la quantité 2'' ½ en 12 heures donc en accourcissant le spiral de 2d il sera tri sensiblement Isochrone

Jai refait trois masses pesent ensemble un gros = 72 grains elles ne devroient peser Daprès le calcul de la page precedente que 46 grains $\frac{9}{12}$ donc difference 25 grs $\frac{3}{12}$

Jai accourcis le Spiral de 2 degrés du Balancier L'Horloge doit donc retarder environ 24'' par heure mais je diminuerai la masse et equilibrerai le Balancier lors que le spiral sera Isochrone ——— afin d'y aller a Coup sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On a donc la proportion

$60^2 : 60\frac{5}{6}^2 :: 29$ grains à 27 grains $= 1863$ g. x.

ou $3600 : 3700\frac{5}{9} :: 1863 : x = 1914$ grains $\frac{27}{36}$

ou $36 : 37 : 1863$

$$\begin{array}{r} 1863 \\ 37 \\ \hline 13041 \\ 15589 \\ \hline 68931 \end{array} \quad \begin{array}{l} 36 \\ \hline 1914\ \frac{27}{36} \\ 329 \\ 171 \\ 27 \end{array}$$

Le Balancier doit donc peser 1914 grains $\frac{9}{12}$
1863
51 g

Il ne pese avec les masses que 1895 grains
Il pese donc moins 19 grains $\frac{9}{12}$

Je referai les trois masses elles pesoient 9 grains chaques elles doivent peser chaques 15 grains $\frac{7}{12}$
ainsi les 3 doivent peser 46 grains $\frac{9}{12}$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Je viens de revoir le Calcul que
Javois fait pour trouver la pesanteur
a ajouter au Balancier pour Regler
L'Horloge Je m'étois trompé parce que
Le Balancier avec ses ailes tel qu'il etoit
dans les precedents experiences pesoit -
3 onces 1 gros $\frac{1}{2}$ 27 grains Voyez page 6 -
Je ne L'avois employé dans le Calcul que pesant
$\frac{51}{2}$ gros cest a dire 27 grains de moins -
en Consequence les masses sont trop
legeres. avant de remonter le Balancier
Je vais en faire d'autres :
Le voici Le Calcul. en supposant ~~que~~ L'Horloge
avance 50" par heure ~~on a dor~~ elle n'avance
reellement que 48" $\frac{9}{12}$ mais elle retarde encore
par les grands arcs ainsi faut accourcir le fil -
et pour Le mien il faut donner ~~plus~~ encore plus
de poids aux masses que Le Calcul ne le donnera
~~offrir~~ devoir a en oter

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Balancier

Le Balancier ayant ses broches Rivès -
& finis pese avec elles - 3 onces 1 gros 2:20 grains
Sans les broches il pese 3 onces 1 gros 33 grains ainsi les broches pesent 23 grains

Les Masses ont 2 lig $\frac{1}{4}$ de Long.: de Diametre 2 lig
elles pesent les trois 27 grains
Les deux qui sont ~~Celles~~ Marquées par un point & 2 points
sont de meme poids l'autre est un peu
plus pesante -
Comme elles ne sont pas finies je les laisse
inegales parce que je les egaliserai lors que
que je saurai combien elles sont trop pesantes
Les ~~oit~~ ecrous pesent les trois 12 grains -
ils ne sont pas finis ils sont assés de
meme poids -
Les Ecrous ont 2 lig de Diametre
Epaisseur $\frac{10}{12}$ lig -
Le Balancier pese donc en tout
3 onces 2 gros ~~29~~ 23 grains = 1895 grains

26
72
52
182
1872
23
1895

Le 3e. Decembre

Jai ajusté sur Les Balanciers trois broches de Cuivre de chaudieres faits avec beaucoup de soins Je les ai rivés sur Les Balanciers

Les Corps des broches sont tous trois de meme grosseurs qui est 1 lig $\frac{3}{12}$

Longueur du Corps de la broche 2 lignes

La partie taraudée 1 lig $\frac{1}{4}$ est taraudé sur le taraud 19 de la fisiebe de tutter

Les Masses sont des Canons de La Longueur du Corps des broches & dont les trous de La grosseur de ces broches y entrent fort Juste enforte qien les demontant ou remontant elles se recentrent toujours & ne peuvent changer L'Equilibre du Balancier

Les ecrous qui arretent les masses ou Canons sur les broches sont tournés sans etre a pas afin qien les tournant plus ou moins Sils netoient pas rond ils ne changeassent L'Equilibre du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dessus du Balancier comme je l'ai fait a N.° 7 —

Il faut que le Balancier soit equilibré avec les broches & les ecrous — Ces broches ~~etant~~ bien percées a egale distance du Centre et entrelles les masses ~~etant~~ toute de meme poids le Balancier ~~doit~~ devra encore etre dequilibre avec elles; en tout cas il sera aisé de les tourner de poids pour l'Equilibre du Balancier et toutes les fois qu'on les diminuera ou qu'on en changera on aura soin d'en ~~oter~~ egalement a toutes afin que le Balancier ~~ne chas~~ ~~conserve son~~ reste d'Equilibre ~~egalité de pesanteur~~ voila la veritable maniere de Regler facilement l'Horloge sans toucher au Spiral ni sans changer sa Longueur —

Ces masses seront tres Comode pour equilibrer le Balancier lors le demonter

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

De la maniere dont les petites masses doivent etre ajuftées sur le Balancier pour Regler l'Horloge facilement —

Il est necessaire pour Regler aisement l'Horloge par le plus ou moins de Masse du Balancier — que ces petites Masses qui seront adaptées a la Circonference soyent ajustés de façon qu'on puisse en diminuer facilement ou bien en mettre de plus pesantes s'il le faut sans rien deranger voici comment je les ferai —

Je percerai dans le milieu du champ du Balancier trois trous vis a vis les croisées ~~ces trous ne seront pas quia moitié epaisseur ils seront~~ taraudés (qu'on n'ora dessin le Bala) pour recevoir chacun une broche de Cuivre ayant une petite assiette pour l'arreter sur le plat du Champ cette broche aura environ deux ou trois lignes de longueur au dessus du Balancier l'extremité sera taraudée et l'autre partie entre l'assiette & le tour taraudé servira a recevoir des petites masses tournées qui entreront juste sur la partie non taraudée de ces broches un ~~petit~~ ecrou servira a les arreter solidement ainsi on reserve (~~on diminuera~~) sur le tour les masses ~~et~~ on les diminuera si besoin est très facilement + il est entendu qu'elles seront sur le + elles seront tournées sur un arbre lisse ~~et~~ toute les fois qu'on voudra en ~~ter~~ on ~~ôtera~~ l'ecrou & remettra les masses sur l'arbre lisse pour les tourner

tsV

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

~~6. 4' 50~~

Les grands arcs sont plus lents

accourcir le spiral de 2 degrés

a 9h. 15' a Lth Mot 5th. 14° ½

a 3h. 15 Hor Marque 19' 52" ½

donc avance en 6 heures 4' 52" ½

arc ——— 242

Th 9d. Rat 9d ——

a 9h. 15' Hor marque — 24' 45" ½

donc avance en 12 heures 9' 45" ½

Mis Mot 4th. 4°

Le 3e a 7h. 15' Hor Marque 7h. 32' 56"

donc avance ——— 17' 56"

avancoit hier ——— 9 45 ½

donc avance en 10 heures ——— 8' 10 ½

a 9h. 15' ~~Hor~~ Marque — 9h. 34' 33" ½

donc avance ——— 19 33" ½

avancoit hier ——— 9 45" ½

si cet Horlogerie devoit etre ——— 49' 48" 0

9 45 ½

Difference en 12 heures dont les petits arcs sont plus prompts 2" ½

Il faut accourcir le spiral — 2" ½ = 5" en 24 heures

Le 1.er Xbre 1770

accourcis le spiral de l'épaisseur de la cheville
et avancé le Rateau d'un degré

Le Th etant a 8 Rat 8 —

a 8h. 54' a l'H

Mot 3H. 14° ½

a 2h. 54 Hor marque 2h. 58' 50"
+ = 290"
donc avance 4' 50" + cette en 6 heures +
+ = 48" 2/6 par heure

Th 8 Rat 8 arc 242 —

mis moteur 4H. 4°.

4 50
4 50
9' 40"

~~Avance 40~~ arc 205

A 8h. 54' Hor Marque 9h. 3' 43"

donc avance
Th 8 ½ Rat 8 ½

9' . 43.
4 50
4 53 = 293"

avance 9" de plus par les petits arcs en 6 heures

mis mot 4H 14° ½

Le 2 a 7h. 54' Hor Marq 8 12' 35" 3/4
Rat 7° ½ Th 7 3/4 arc 242 —

Hor au 18' 35" 3/4

22
11

avancoit hier . 9 43
avance en 11h. 8' 52" 3/4 = 290" 13/22 en 6 heures
293

Donc avance de plus par les petits arcs 2" 9/22 en 6 heures

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il faut maintenant Calculer la quantité qu'il faut ajouter à la pesanteur du Balancier pour que l'Horloge soit Reglée

~~Pour cet effet j'observe que~~ Le Balancier fait $3646\frac{1}{5}$ vibrations par heure ou en 3600" et (je sais d'ailleurs) que la pesanteur du Balancier doit être en Raison Inverse des quarrés de vibrations (1re Partie Traité des Horloges) on aura donc la proportion

$$\overline{3600}^2 : \overline{3646\tfrac{1}{5}}^2 :: \frac{51}{2} : x.$$

en divisant ces Nombres par 60. on aura le nombre de vibrations par minute et le Calcul plus facile la proportion sera

$$\overline{60}^2 : \overline{60\tfrac{23}{30}}^2 :: \frac{51}{2} : x.$$

$60\frac{23}{30}$
$60\frac{23}{30}$

23×60
$1380 \div 30$
$18\frac{40}{46}$

3600
46
$46\ \frac{529}{900}$

$$3600 : 3692\tfrac{1}{2} :: 51 : x$$

$3692\frac{1}{2}$ ens

51
3692
18460
26

$1883 \mid 18 \mid 3600$
83
11
$52\ \frac{1118}{3600}$

Si le Balancier fait 3650 librations par heure on aura la proportion

$$\overline{60}^2 : \overline{60\tfrac{5}{6}}^2 :: 51$$

ou $3600 : 3700 :: 51 : x = \frac{52}{2}$ gros 14 grains

51
37
357
$1887 \mid 36$
83
$52\ \frac{15}{36}$

$= 51$ grains

Le Balancier doit donc peser 52 demi gros $+ \frac{1118}{3600}$ c'est a dire environ $\frac{1}{2}$ gros 11 grains de plus qu'il ne pese cet 47 grains. Donc il paroit qu'un grain ajouté au Balancier doit faire retarder l'Horloge d'une seconde par heure

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 30 | 60
Nov. Accourci le spiral de un degre
avec les pitons d'acier qui remplis-tes le
le spiral mis libre

A 12h 7' a l'Hor Mot 5h 14° ½
a 12 10' av 2."
a 4h 7' av 3' 5" arc 242
Th. 10 Rat 11°
a 5h 7 av 3' 51" C'est en 5 heures = 46" ⅕ par heure
mis moteur 4h 4°
a 10h 7 av 7' 44 arc 205 –
Rat 8° ¾ Th. 9° ½
mis mot 5h 14° ½
Le 1a. Decembre
a 7h. 7m Hor Marque 7h 21' 40" ½
donc av. ——— 14' 40" ½
arc ——— 240
Th 8° Rat 7°
hier avance ——— 7 44
donc avance en 9h ——— 6' 56" ½ = 231" ⅓ en 5h
a avancé par les petits arcs en 5h 233" donc avance par les petits arcs 1" ⅔
en 5 heures Je n'ai pas assez accourci le spiral

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

passe Libvement placer enfuitte le piton
de Sorte que le spiral ne change pas de place
et passe dans le pince spiral comme auparavant
sans le touche et toutes les fois qion remontera
L'Horloge on observera de p regler la position
du piton sur celle du pince spiral

Mais pour eviter ces difficultés il faut faire le
piton de spiraux les plus legers possible
pour cet effet il faut les faire plus Court & plus
etroit Jen etois empeché ~~avec~~ dans celui ci par
Le trou de La vis percé a la plattine trop
Loing cela la rendu plus long & craintte quil ne
flechisse je lai fait plus Large & plus epais

Il nest pas necessaire que La fente de La vis qui attache
le piton soit si Longue Car le Spiral etant
donné il faut placer enfuitte le piton et meme
ne Executer qu'apri quion a un bon Spiral ajusté
sur son axe et le point d'isochronisme etant
marqué sur La Balance on fera L'ouverture ~~du~~
la platine en Consequence de la grandeur du spiral
on fera enfuitte le piton qui deviendra le plus petit & Leger
on ~~le~~ percera enfuitte Le trou de La vis qui doit L'attacher
a La platine

Le 29 8bre 1770

Jn Pthouvle
Spibal

Jai executé avec beaucoup de soin un piton d'acier trempé pour Le Spibal Horloge N.o 8. en voici les Dimensions

Longueur 9 lig.s 1/2 en tout
Largeur 6 lignes
Longueur de la patte 8 lignes
epaisseur de La patte 1 lig 3/12
Epaisseur ou hauteur de la Machoire 3 lig 2/12
Lardon d'acier trempé ou Mantonet de pression 8/12
Les vis sur le tarau 10 grande filiere de Lutter

Remarque Ce piton devient trop pesant (cependant il n'a que La Solidité requise) enforte que le Spibal n'aura pas assez de force pour le porter a son point de Liberté. pour donc y Lapplicer il faut avant d'attacher le piton placer le Spibal et enfuitte le pince Spibal & placer La Coulisse de Celui cy enforte que le Spibal ny touche ni d'un Coté ni de Lautre, mais y

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° Si la force motrice agit inegalement les oscillations ne seront pas isochrones

3° Et en general les changemens de force par l'epaississement des huiles les feront varier l'Horloge

4° Il vaut donc beaucoup mieux ~~donc~~ rendre les oscillations aussi rigoureusement isochrones qu'il sera possible et laisser l'erreur resultante de 2° et dont la resistance des huiles sur l'Echappement peut affecter l'Horloge au bout d'un an erreur que l'on peut bien fort negliger

Mais si l'on voulait encore le diminuer et peut, etre le reduire a zero ce seroit comme je l'ai proposé de placer une detente portant un reservoir d'huile pour renouveller ~~de tems en tems~~ celles de l'Echappement

4° Si l'Horloge devenoit un peu inclinée les arcs seroient plus petits et le manque d'isochronisme des vibrations la feroit varier

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

non

Remarque sur La Compensation que J'ai proposé pour Les Resistances — que les huiles de L'Echappement causent a les Rotas dans L'Horloge et affectée des obstacles a Erreurs qu'elle peut causer

Avant de fixer Le point d'isochronisme du Spiral enforte que Les arcs 210° soyent plus prompts que ceux de 240 de ~~la quantité~~ 2"2 par jour : quantité dont La Resistance des huiles de L'Echappement a affecté L'Horloge avant dy employer cette Compensation il est bon d'examiner les erreurs qui peuvent en resulter Il y a a craindre 1.° que Les agitations du Vaisseau ne diminuant Les arcs dans certains ten ce qui feroit avancer L'Horloge et l'erreur que cela causeroit pourroit bien etre plus grande que celle qu'on veut eviter car elle auroit lieu des L'Instant que L'Horloge seroit dans le Vaisseau ~~au lieu~~ tandis que ~~cette~~ l'erreur de la resistance des huiles ne peut avoir lieu que Lors que les huiles sont epaissis ce qui ne se fait qu'insensiblement a La Longue

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les 4 vis portés par la patte pour la Calet
enforte que le spiral ne tride pas
~~Tarau~~ Lont de luisre pour ne pas marquer
la platine. faraudé lor Lestarand 10 —
de la filiola lasdite

a · 3h 30' d 2ff —

après avoir retablis les parties des leviers
de Compentation qui étoient crenfiés —
dans le dans pour j'ai pris de
L'huile aux points de Contact

Mot 5h 14½ — arc pris 240

Allongé Le spiral de 2d —

a 9h 30' Horlog Mar 9h 34 25¼

Le 29 a 6h 30' Hort. Marq 6h 41' 3" 6

arc — 238

Rat — 7½

Th — 8

En 6h Hort ou 265"¼ et en 15h 663" cela est en proportion —
mio Mot 4h 4°

a 12h 30' avance 15' 30"½

devroit etre 15' 28"¼ donc les petits ans.
sont plus prompts il faut un peu accourcir
le spiral presque au point ou il etoit auparavant

Le 28 9bre

Dimensions du Piton de Spiral de — L'Horl N.o 8

Le piton doit etre le plus Court a le plus leger possible afin que le Spiral le porte facilement a son point pour etre non forcé

Ce piton est de Cuivre mais il devroit ~~etre~~ d'acier trempé comme ceux de N.o 627. a Cause que le Spiral ayant ses tours tres serrés il vette peu d'epaisseur au bout de La machoire —

La patte ~~a~~ doit avoir de Largeur 6 lig 1/2

longueur 9 lignes non Compris la machoire

Longueur de La machoire 2 lig.

La hauteur doit ~~etre~~ proportionnée a La Largeur du Spiral ici elle est de 3 lignes —

si le Spiral avoit 2 lig 1/2 il seroit mieux ainsi La machoire auroit de haut envirl ou 4 lig

Epaisseur de La machoire 2 lig 1/2

La Mortoise a 1 lig 1/4 ainsi le mantonet qui est pressé par La vis a dépaisseur près 1 lig

La vis tournée sur La tarauds 10 de la grande filière de Sutter

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Remarque nous avons vu par Nos
Experiences que L'epaisissement des huiles
dans L'Echappement causent un Retard de 2"½ en 24 heures
et cet effet a Lieu Lors que Les arcs
de Vibration sont diminué de 30 — par cet Epaisissement
Si on dispose tellement le Spiral (ainsi que
je Lai dit) pour que les ~~petits~~ arcs de 210 Soyent
plus prompt que Les grands de 240 de 2" en 24.
heures Cela fera Compensation enfoute.
que Ces changemen ou resistance des huiles
de L'Echappement ne Causeront aucune
Erreur dans La marche de L'Horloge Car
a mesure que Les huiles Lépaissiront a que
par Consequent celles de L'Echappement ~~tendront~~
~~a faire retard~~ tendront a faire Retarder —
L'Horloge ~~a mesure aussi~~ en meme tems les arcs de vibration
deviendront plus petits ~~a proportion~~ et ~~comme~~ les oscillations
par les petits arcs ~~étant~~ devenant a proportion plus prompts
il en resultera une parfaite Compensation —
Avant donc de changer la pesanteur du Balancier
il faut allonger aussi le Spiral pour que les petits arcs
Soyent plus prompts que les grands de la quantité
dont Les huiles epaissies de L'Echappement rendent
les oscillations plus Lentes —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 26

allongé le Spital de 2 Degrés du Balancier

a 10h 41' a L'Horl-

a. 3h 41'

Marque 44' 46" ½ cet m 5h

avance 3' 46" ½

a 8h 41'

Marque 8h 48' 33" ½

en 10h avance 7' 33" ½ ou 240

Mis moteur 4h-4° 6 0

Le 27

a 6h 41' m

marque 6h 56' 6" ½ pris 7"

Donc avan 15' 6" ½

Les arcs paroissent parfaitement isochrons

J'ai donc enfin eu le Spital Il faut maintenant trouver le poids qui faut ajouter ~~a l'horloge~~ au Balancier pour ~~la~~ regler l'Horloge Sans changer la Longueur du Spital

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 25 a 6h. 54' Arc 20v

Hott marque 6h. 7' 9" 1/2

donc avance — 12' 9" 1/2

hier a 6h. 54 avancoit 4' 6" 3/4

avance en 11h — 8' 2" 3/4

devroit avancer 9' 3" 2/5

2 3/4

5h. 247 :: 11

11

247

247

27,17 | 5

21 543 2/5 | 60

17 3 9' 3" 2/5

La difference est de 13"/20 en 9 heures

Les petits arcs sont encore un peu plus lent faut allonger le spiral ~~mais fort peu~~ car a cause des effets des huiles sur l'Echappement qui tendent a faire retarder l'Horloge ~~par~~ lors que les arcs sont diminuis il vaut mieux que les grands arcs soyent un peu plus lents a les petits plus prompt cela fera Compensation

mis Niot 5h. 14' 1/2

a 1h 54'

a 24h Mot 5h 14' ½

a 6h 54' marque 6h 58' 6" 3/4

Arc 240 :

en 5h — Donc avance 4' 6" 3/4

mis Mot 4h 1' Arc 200

a 9h 54' marque 10h 0' 35

avance de 6' 35"

a 6h 54 avance 4' 6 3/4

2' 28 1/4

5h 247" :: 3 : x = 148" 1/5 = 2' 28" 1/4

3

741 | 5

241 | 148 1/5

Les oscillations paroissent donc Isochrones

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des changements d'Elasticité —

Une Nouvelle preuve qu'on pourroit ajouter au principe certain que nous venons detablir. S'il pouvoit en avoir besoin c'est que les Ressorts cassent par le froid parce que leur Inflexion diminue —

Dimensions du Spiral N° 15.

au point on il etoit arrêté dans la dernière experience fait 7 tours $\frac{1}{4}$ depuis le piton. Diametre 8 lig $\frac{1}{2}$

Rayon du pince spiral 4 $\frac{1}{2}$ lig —

Largeur 1 lig $\frac{7}{12}$ —

J'ai disposé le piton du Spiral pour etre serré avec une vis cela m'a très bien reussi

L'une Manière simple nous en donnera la description et les dimensions —

Allongé le Spiral de 10 degrés des arcs du Balancier. La machoire ne m'a pas pare contraindre le Spiral —

Un Spiral etant Isochrones pour qu'il conserve cette proprieté par les differentes temperatures il faut que sa longueur change ~~comme~~ et dans le Rapport de l'Elasticité

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au Spiral mais on Reglera L'Horloge en augmentant ou diminuant La Masse du Balancier. Ce que L'on fera par L'addition de trois masses ainsi que nous Le verrons cy apres

Propos.

Un Spiral ~~etant~~ Isochrone il Le sera encore par Les differentes ~~temperatures~~ quoi que La ~~pince Spiral~~ Compensation se fasse par un pince Spiral qui ~~Allonge~~ le Spiral (a) par Le froid & le raccourcisse par le chaud.

(a) voyés la meme proposition Liv. N°. 10 page 185.

Cela est evident Car La chaleur ~~en~~ diminue La force du Spiral & par Consequent augmente Son Inflexion par Consequent ~~du~~ La longueur du Spiral etant ~~en Conservant~~ la meme ~~Longueur changeroit~~ La progression ~~ascendante~~ de sa force. ~~ainsi~~ ne seroit plus arithmetique ~~ou~~ ensorte que les grands arcs seroient plus lents que les petits L'effet Contraire arriveroit par Le froid au lieu que si la Longueur du Spiral change dans le Rapport des differentes d'Inflexions c'est a dire Come L'Elasticité La Progression de La force du Spiral sera Constante donc Les grands & petits ~~arcs~~ ~~differents~~ par le Balancier seront Isochrons par le chaud & le froid quoi que ~~Estendue~~ le Longueur du Spiral change pourvu que ce soit dans le Rapport

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lors qu'il est arrêté; en desserrant la vis du piton il n'y aura qu'à avancer le Balancier ou le reculer de sorte que la cheville soit sur 5. 10 15. 20 degré resserrer la vis du piton et Noter ~~cela~~ sur le Registre ou Journal. de combien de degré on a allongé ou accourcit le Spiral ensuite ramener la virole de Spiral pour que la cheville du Balancier soit a 0. ~~si 10 degrés de~~ on fera marcher l'Horloge et l'éprouvera par differents poids si elle avance par des grands arcs pendant qu'auparavant elle avançoit par parcours par le Balan de petits arcs a que dix degrés ~~dont~~ lorsqu'on ~~on~~ a accourcit ~~de supposé~~ le Spiral aye trop fait on desserrera la vis du piton et on tournera le Balancier pour allonger le Spiral. de la moitié de la quantité ~~fu~~ de degrés de la precedente operation c'est a dire 5:— et ainsi de proche en proche on parviendra surement au point requis pour le plus parfait Isochronisme Cela fait ~~on~~ ne devra plus toucher

Du piton de Spiral

Pour pouvoir allonger le spiral ou le raccourcir a volonté par des petits quartiers ainsi qu'il est necessaire pour parvenir a l'isochronisme et d'ailleurs pour ne pas faire brider le spiral en le serrant il faut ~~faire~~ disposer le piton pour que la pression se fasse par une vis & une machoire comme dans ma premiere Horloge Marine C'est ce que je vais faire au piton de l'Horloge — N°. 8: (et de meme pour N°. 9) Car avec les pitons que j'ai employé a mes horloges je ne suis pas maitre d'arreter aisement le spiral au point requis & d'ailleurs jamais sur que le spiral ne bride pas — Ce qui est bien essentiel

Pour estimer au juste la quantité dont on accourcit ou allonge le spiral il faut la mesurer par le nombre de degrés — parcourus par le Balancier — ainsi la Cheville ~~du~~ Balancier ~~etant toujours a~~ O

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a 4h 6'

Horl marque 4h 14' 22". Donc av. 8' 22

avançoit a 1h 6' 5' 15 — 5 15

a avancé en 3h — 3' 7"

a 10h 6' arc 200

Marque 10h 20' 36" 3/4

Donc avance — 14' 36" 3/4

a 1h 6 avançoit — 5' 14" 3/4

Avance 9' 12" en 9h 9' 12 0

Mid ~~moleur~~ 5h 14p 1/2

Le 24 arc 240

a 7h 6'

~~Horl~~ marque — 7h 30 4" 1/2

~~hier a 10h 6' Horl avançoit~~

Donc avance — 24' 4" 1/2

hier a 16h 6' S. avançoit — 14 36 3/4

avance en 9h — 9' 27 3/4

avançoit par les petits arcs en 9h 9 12

Donc avance par les grands arcs — 15" 3/4

en heures Il faut donc allonger le Gnomon

mais de fort peu —

J'ai allongé le Spiral —

a 7h. 36' a l'Hor. Mot 4# 1°.

a 1h. 36 arc 205

Hor marque

1h 41' 28"

Donc avance 5' 28" en 6 heures = 54" 2/3 p.h.

mis moteur 5# 14 1/2

a 7h. 51 Hor marque 8h 2' cet en 6h 1/4 : Retarde par les grands arcs.

Le 23

Demonté le Spiral et l'ai fait chauffer afin d'affeurer sa figure & de le faire un peu ouvrir pour que par les grandes vibrations les spires ne puissent se toucher

a 8h. 6' a l'Hor Mot 5# 14 1/2

a 9h. 6 ao 1' 3" arc 240 =.

a 1h. 6 Hor marque 1h. 11' 14" 3/4

c'est en 5h. avance 5' 14 3/4

mis mot 4#. 1°

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 22

a 6h. 54' m arc 200

Hor marque 7h 41' 7'' ½

ainsi av 47' 7'' ½

avancoit hier
a 9h 54' S 28 46''

Difference en 9h 18' 21'' ½
60

1086
21
1101 ½

8 : 979 ½ :: 9 : x = 1101 7/8 = 18' 21'' 7/8
9

8811
4 ½

8815 ½ | 8

1101 7/8 | 60
561 | 18'
21

de meme que hier avec les petits arcs. il est
donc certain quelle avance par le grands arcs
Je vais allonger le Spiral —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a 3h 54'

Hort marque 4h 10' 19'' ½

ao 16' 19'' ½ en 8 heures

mis mot 6h. 14 ½

à 9h 54' arc pris 240°

Hort marque 10h 22' 46''

donc avance de 28' 46''
16 19 ½

difference en 6 heures 12' 26 ½

16
60
960
19 ½
979 ½

si 8h : 16' 19'' ½ = 979 ½'' :: 6 : x = 12' 14'' 5/8

979 ½
6
5874
3
5877 | 8
27 734 5/8 | 60
37 12''
5 134
14

La difference devroit etre 12' 14'' 5/8 si le Spiral etoit Isochrone : elle est de 12'' de plus ainsi les grands arcs sont plus prompts — Le Spiral est donc trop accourci il y a donc un point entre deux ou ils seront Isochrone —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce Ressort ~~etant~~ trop affaibli du dehors
j'en fais faire deux de meme force
dans toute leur Longueur

11e. Remarque

Dans l'Horloge N°. 9 j'ai fait une virole
de Spiral qui est d'un excellent usage pour
tout
n'employer que les parties les plus dures du centre
du Spiral & a lui Conserver une bonne
Courbure que pour la facilité de demonter
le Ressort & de le changer : ce qui se fait avec
une Machoire Serrée par deux vis — Il faudroit
a cette Horloge N°. 8 faire la meme chose et
employer un Ressort plus Large & plus mince
Le piton du Spiral devroit aussi comme ceux
de ma premiere Horloge se serrer par
des 3 vis comme je viens de le dire pour la
virole cela seroit meilleur pour ne pas faire fraider
le Spiral & plus Comode pour le mettre au
point Convenable c'est ce que je vais faire
pour N°. 9 —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

40 a 8h. 54' Ret 2' 32" 1/2 arc 200

Elle avance par les petits arcs Car si le Spital etoit Isochrone devroit retarder 2' 42" donc avance 9" 1/2 en deux heures par les petits arcs —

Le 21 qbre

J'ai accourci le meme Spital —

a 7h. 54' m a L'H — Mot 4t 1°.

Remarque Sur ce Spital

Ce Spital est le meme porté Liv N°. 11 2e Part page 26. lequel est fait en fonet le plus mince au dehors —

Les Experiences sont donc conformes au raisonnement car les grandes oscillations sont plus lentes — C'est donc particulierement des differentes forces & de la figure du spital qu'on ~~fait~~ obtient l'Isochronisme

69V

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

etoit fixé ~~durant~~ a La Balance est le meme que Jai
placé au pince spital

a 3h. 54' a L'Horloge Moteur 5th. 14 1/2
a 4 54 Retarde 32"

On a vu cy devant que Le Ressort N.o 19 qui etoit a
L'Horloge ne peut servir Layant oté Je Lai mesuré
il a 11 pcs de longueur en tout & pese 35 grains —
Le pince spital agit a 18 lignes du bout ainsi le Ressort n'a de Longueur utile que 9 pcs
Javois trouvé un fort bon Ressort marqué N.o 18 — en
Layussant sur La virbole Je Lai cassé mais il peut —
me servir de modele pour Dautres que Je vais faire
faire au Cas que celui N.o 15 ne soit pas bon —
Le Ressort N.o 18 a 11 pcs de longueur & pese 37 grs
il faut ~~le~~ en faire Dautres qui ayent 18 pcs de long-
et de gale force dans toute leur Longueur ils —
devront peser 66 grains — Je couperai ensuite
les deux bouts afin davoir environ 12 pcs 1/2 —

a 5h. 54' Retarde 1' 4'''1/2
are ——————— 238d
a 6h. 54' Retarde — 1' 37"
mis moteur 4* 1°.

Pour m'assurer de toutes les manières que
ce Ressort Spiral N° 19 n'est Isochrone
dans aucun de ses points il ne peut servir
j'en ai encore vendu plus Court qu'il n'étoit
L'Horloge reglée

a 5°. ——— 14 ½

a ——— 29

120 : 4 gros ½ = 28 grains = 352

devroit etre 348

diff : 4°.

24
14 ½
96
24
½
348

J'ai appliqué sur La Balance un Ressort (a)
Spiral marqué N° 15 anciennement fait
Ce Ressort est fait en tonnes le plus fort au centre

a 20°. tire 55 grains

a 120 ——— 329

La progression paroit bien il y a 1 grains de moins
et tant mieux — il est facile en accourcissant le Spiral de
l'amener a la progression requise
Je vais L'Eprouver avec L'Horloge meme
appliqué ce Spiral ensorte que Le point par ou il
voy's Les Dimensions de ce Ressort dio N° 14 page 26 2e. Partie
et les Experiences faites avec ce Ressort appliqué a L'H N° 8 Livre N° 11 —
1re Partie page 57 Il a 12°. ½ de Long pese 41 grains meme
Carquoi que les autres ces a dire 1 7/12

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

(Bon) Le meme Ressort Spital N° 19 -
de L'H N° 8 - arrêté sur la
Balance au meme point ou agit le ~~pivot~~
Spital Lors que L'Horloge est reglée -
C'est a dire au meme etat ou il a été pendant L'epreuve
en Mer

	grains
A 5° Lib	13 $\frac{1}{2}$
a 10°	27 $\frac{1}{4}$
a 20°	54 $\frac{3}{4}$
A 120° Lib 4 gros $\frac{1}{2}$ 8 grains =	332
~~Ainsi~~ Devroit etre au plus	328 $\frac{1}{2}$
Difference —	3 $\frac{1}{2}$

Meme Ressort arrêté a egale distance ~~entre~~
les points des Experiences cy devant

a 5°	13
+ 10	26
20	52
30	78
120 : 4 gros 30 grains =	318
Difference 6 grains	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

J'ai olé de l'Horloge N.° 8. son Spiral marqué N.° 19.

Je l'ai placé sur la Balance Elastique par le meme point ou le vrai Spiral agit lors que l'Horloge ~~Retarde~~ 2' 15'' $\frac{1}{4}$ par les grands arcs α. ~~Retarde~~ 2 16'' 50''' par les petits arcs: ce Spiral monté sur la Viole sans l'avoir derangé —

a 5.° tube	12 grains $\frac{1}{2}$
10.°	25
20	50 $\frac{1}{2}$
120 tire 4 grs 21 grs =	309 grains
devroit etre	300

Difference 9 grains dont la progression est trop forte —

12,5 × 24 = 500 + 250 = 300

25 × 12 = 50 + 25 = 300

50,5 × 6 = 303,0

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Spiral N° 18 sur la Balance Elastique
Le 20 gbre

5.° Lire — 14 grain
10 — 28
60 2 gros 26 grs = 169
120 : 4 gros ½ 13 grs = 437
devroit être 436 - differ. 1 grain -

Le meme Ressort arrêté a 7 tours ¼
on lui fait une marque plus près du bout ent.

a 5.° — 14
10 — 28
120 . 4 gros ½ 12 grs 436

24
14
96
34
436

lame et en conservant le milieu on aura un ressort d'une egalité d'epaisseur beaucoup plus grande — ainsi au lieu de demander un ressort de 12 pc. — 4 lignes pesant 41 grains il faut qu'il aye 20 pouces de longueur pesant 66 $\frac{72}{148}$ grains

$$148^{lig}\ 41^{gra} :: 240 : x = 66^{gra}\ \frac{72}{148}$$

$$\begin{array}{r} 41 \\ \hline 240 \\ 96 \\ \hline 9840 \\ 960 \\ 72 \end{array} \quad \begin{array}{l} \underline{|148} \\ 66\ \frac{72}{148} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 20 \\ 12 \\ \hline \end{array}$$

Ainsi on aura pris de 4 pouces a couper par chaques bouts & la lame sera egale d'epaisseur & de la force donnée —

Nous observerons a ce Sujet qu'il est Necessaire pour connoitre sur La Balance Le veritable ~~etat~~ du Ressort de L'arrêter par le meme point ou le grince Spiral agit parce que c'est ce point qui determine la force et que pris un peu plus pres ou plus loing de ce point Le Ressort n'a ni la meme force ni la meme progression Les Inegalités ~~par~~ des differente epaisseurs de la Lame changent tres Sensiblement ces deux Choses et c'est ce qui augmente Considerablement Les difficultés de trouver un bon Spiral -

Pour abreger ces obstacles que J'eprouve il faut faire executer des lames beaucoup plus Longues qu'il ne faut et toujours de meme epaisseur & pesanteur afin d'avoir a recouper les deux bons qui ne peuvent jamais etre faits exactement de la meme force que Le milieu de la

a 7h. 38' Remise a L'Horloge

a L'H: Mot. 5h 14° ½

Arc ——————— 250°

a 8h. 38' 0" ~~marque~~

Marque 8 35' 44" ½

Retarde —— 2' 15 ¼ en une heure

a 9h 38' 0

Marq 9 33 29 ½

4 30 ½ = 2' 15" ¼ par heure

Comme cy devant —— voila donc la Marche de L'Horloge par les differents arcs et par deux points differents du Spiral bien Constatée Nous allons Maintenant peser Le Ressort sur La Balance Elastique afin de Connoitre la progression de sa force dans ces deux Circonstances

Etr

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ledit

a 9h 49 — 9 49 0
H:M: 8h 13' 11
1h 35' 49

---

a 11h 30'
a 2H: Mot 5h 14° ½
arc — 250
a 3h 30'
Hort marque 20' 59"
Not. en 4h 9' 1" = 2' 15" ¼ par heure

---

a 3h 33'
Remis L'Horloge a L'Heure
Mot. 4h 1°
a 6 33 arc 220
Hort en 6h 26 9" ½
6' 50 ½ en 3 heures
= 2' 16" 50'''
Difference par heure 1" 35''' dont —
Les petits arcs sont plus lents —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 18 8bre

A 9h 40' m. Arc 220°

Hor m : marque —— 8h 4' 22"

Jh : 10 Rateau 11°½

Horloge retarde 1h 35' 38"

Hor a 5h 40 m : retardant 31 42

1h 3' 56

En 28h a retardé 1h 3' 56

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en 8h. Ainsi Le Spiral est moins Isochrone depuis qu'il est venu plus Long qu'il ne L'étoit auparavant :

On Lon voit que La Longueur du Spiral ne change pas toujours L'Isochronisme cela depend bien plus de La figure a de La force du Spiral dans ses differents points

La Cause de cet effet du Spiral vient de ce que le ~~p~~ bout du Spiral est plus espais au point ou je L'ai fixé en dernier lieu et que devant d'un plus grand rayon L'Inflexion agit sur le Balancier par un plus grand Rayon dans les grands arcs

A 5h 49

Horloge marque

3 16′ 57″ ½

32′ 2 ½

Mis Moteur 4h 4′

Par la premiere Comparaison en 6 heures
Les arcs etant 222d L'Horloge a retardé
de 13′ 39″ ½ = 819″ ½
et les arcs etant 250d L'Horloge a retardé
en 8h de 18′ 2″ ½ = 1092 4/2
Si le Spiral etoit Isochrone devroit etre
1092 4/6

Difference 10″ 1/6 dont elle
n'a pas assez retardé c'est a dire que L'Horloge
a avancé par les grands arcs de 10″ 1/6

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mis Moteur 5h 14° ½

a 9h 49' Hor Net 14' Jutte-

Le 18

a 5h 40' m

Ar ——— 250

Rat 18°

Th 11 5h 40'

Horloge marque 5h 8' 18"

ainsi Retarde 31' 42"

Retardoit hier ——— 13' 39" ½

diff 18' 2 ½

hier a fait 13' 39" ½ en 6 heur

de 9h 40 a 5h 40 ya 8h.

6 : 13' 39" ½ :: 8

6 819" ½ :: 8

8

65 52

4 ½

65 68

6556 | 6
5 5 1092 4/6

~~6566 | 6~~
56 1094 2/6
26

~~6061 | 6~~
36 1160 4/6

26 a 3h. 15 arc 208°

av: 28″ et a 7h. 15 avançoit 22

ainsi En 8h Ná avancé que de 6″

elle auroit du avancer 9″ 1/7 difference

2″ 6/7 en 8 heures = 8″ 4/7 en 24 heures

voila la quantité reelle que les changemens

dans les huiles de l'Horloge ont causé dans sa

Marche puis qu'avec le petit poids le Balancier

decrit les memes arc qu'á son Retour

J'ai allongé le Spiral et arrêté par le bout afin

de voir s'il deviendra Isochrone

a 3h. 40′ a 24″

poids moteur ——— 4# 4 once

a 9h. 40 s. marque 9h. 26′ 20″ 1/2 #

ainsi retarde en 6h. de 13′ 39″ 1/2

Retarde

arc ——— 222°

Rateau ——— 14°

Th ——— 12

= 2′ 16″ 35‴ par heure

146

Pour trouver la force motrice requise pour faire decrire 210 : j'observe qu'elle doit diminuer comme les quarrés des atm — : ~~je fais~~ j'observe donc les 247 et 210 aux quarrés ~~jai~~ — 61 009 et 44100 ou 61 et 44.

Je fais donc la proportion —

1° Moteur

$$61 : 44 :: 94^{\text{onces}}\tfrac{1}{2} : x = 68 \text{ onces } \tfrac{10}{61} = 4^{\text{lb}}\ 4^{\text{o}}$$

$$\begin{array}{r} 44 \\ \hline 376 \\ 376 \\ 22 \\ \hline 4158 \\ 498 \\ 10 \end{array} \quad \Big| \; 61 \qquad 68\tfrac{10}{61}$$

La plaque poulie &c. pese $1^{\text{lb}}\ 5^{\text{o}}\ 1$

2^{lb} ——— 2

poles ——— 15^{onces}

$4^{\text{lb}}\ 4 : 1$ —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A 7h. 15' S.

Moteur 5#. 14o. ½

Bal. decrit ——— 247 degrés

Rateau ——— 16 degré

Th. ——— 14

Avance ——— en 7 heures ——— 8"

ainsi avance 1" 8''' 4/7 par heure ou 1" 1/7

Le 17 A 7h. 15' Mat.

meme moteur ——— 247

Balancier decrit ——— 15

Rateau ——— 13

Thermo ——— 22"

avance ———

J'ai diminué le poids reduit a 4#. 4o. 1 ros quantité que j'ai trouvée requise pour les arcs de 210 — Ce sont les arcs que l'Horloge decrivoit a son retour avant de toucher a rien c'est donc leur reduction depuis qu'elle avoit été montée

ttr

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour changer facilement de poids il faut que je fasse faire des poids de plomb percé pour les enfiler sur les broches mens de la plaque - et avoir ~~2 po~~ deux poids de 2 ℔ ~~deux~~ quatre d'une Livre 2 deux de demie Livre deux du quart —

A Midy 15' a L'Horloge fait devire 240°

De La Suspension de L'Horloge Marine
N.° 8 -

Les Epreuves faites en Mer ont servis a faire connoitre L'Inutilité du Ressort a boudin mis a la Suspension & par Consequent du Mouvement qu'il entraine Ainsi il faut necessairement Supriner cette disposition car outre qu'elle est inutile elle peut etre nuisible en Causant aux mouvemens un Calotage qui peut affecter le Balancier ~~Suspension~~ en Consequence je vais faire arranger la Suspension de la meme façon que celle des N.° 9

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 16 gbre

Jai Netoyé ce Matin a vieux de remonter
L'Horloge Marine No. 8
Jai Remis Les ailes au Balancier afin de ~~voir~~
remettre L'Horloge en son premier etat et
de voir S'il y a quelque Difference dans
Letendue des Vibration
Jai un peu olé de Fer a Laxe des Balancier
par Les Barette des Rouleaux
Lors que Jaurai un marcher L'Horloge assé de tem
pour Connoitre Letendue des arcs a Sa marche
Je mettrai un poids plus petit pour Juger exacte
ment La Difference de durée des grands a petits
arcs
Pour cet effet il faut diminuer Le poids Moteur
Jusques a ce que Le Balancier decrive 30
degrés de moins quantité dont Son Etendue
a changé pendant tout Le tem des Epreuves
C'est a dire en 14 ou 15 mois —
Je verrai ensuite Si en allongeant Le Spital Je
pourrai par cela Seul rendre les Oscillations
Isochrones

8tr

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3° — J'ai examiné avec beaucoup d'attention les bords des rouleaux mais on n'apperçoit pas que le mouvement des pivots s'y soit imprimé ce qui prouve combien — toutes les parties sont bien proportionnées — Les pivots des Rouleaux ne se sont point agrandis — ils sont exactement au meme ~~état~~ que lors que je les ai faits —

4 tous les trous (des pivots) du rouage sont ainsi que ceux des Rouleaux dans le meme ~~état~~ — et ce qui en est la marque c'est que les huiles s'y sont conservées sans noircir ni epaissir car des que l'on voit l'huile d'un pivot ~~ne~~ noircie c'est une preuve que le trou n'est pas net que les frottements sont considerables & mal reduits

5 ~~L'axe du Balancier~~ a Les pivots ~~qui se~~ de l'axe du Balancier n'ont pas la moindre trace de frottement

Pour cet effet Il faut 1° que la ~~boite~~ bonde soit plus applatie a monsse ainsi que la pointe de la vis pour que cela ne puisse creuser et 2° pour empecher cet effet causé par le grippement de l'acier contre acier il faut mettre de l'huile cela l'empechera de se creuser en adoucissant le frottement dans cette partie et 3° dans le transport il faut empecher ~~aider~~ le mouvement de toutes ces pièces 4° enfin que ces parties soient fort dures

il s'est amassé autour de ces points de contact une poudre Rouge qui s'est faite par le frottement

2e Remarque

Le Balancier de l'Horloge N° 8 est trop pesant du centre ses croisés n'étant pas assez degagés ainsi en recherchant a rendre isochrones les Vibrations je l'allegirai si le spiral le laisse

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Remarque sur les points de Contact des Leviers pour la Compensation

En demontant le Mechanisme de Compensation j'ai trouvé que la ~~petite~~ boule d'acier portée par le petit bras du grand Levier avoit marqué la plaque d'acier mise au bout du grand chassis et formé un petit creux : j'ai de meme trouvé que le bout de la vis portée par le bras du pince spiral avoit marqué le bout du grand Levier & fait un petit creux Cet effet a du se faire surtout dans le Transport de Paris a Rochefort — peut etre ~~aussi~~ que le petit mouvement ou battement du spiral contre le pince spiral l'a aussi accru et c'est une cause de Retard qui a augmenté et que j'attribuois au Levier qui avoit tourné quoi qu'il en soit c'est un deffaut qu'il faut soigneusement eviter

Rouleaus —

Les Rouleaus ont 28 lignes $\frac{1}{2}$ de Diametre

epaisseur $\frac{5}{12}$ passé —

Largeur du Champ 2 lig $\frac{2}{12}$

ils sont croisés a 6 Barrettes —

largeur des Barrettes prés le champ 1 lig $\frac{1}{12}$

prés le centre 1 lig $\frac{10}{12}$

Largeur du Centre 3 lig $\frac{10}{12}$

grosseur des assiets 4 lig.

pivots pour ~~le~~ Rivers les Rouleaus 2 lig $\frac{4}{12}$

grosseur de L'assiete pour les Cuivrots 1 lig $\frac{10}{12}$

grosseur des axes 1 lig $\frac{3}{12}$

Un Rouleau des dimensions cy dessus tout monté sur son axe entierement fini & poli pese 3 gros 18 grains —

grosseur des pivots $\frac{8\frac{1}{2}}{48}$

hauteur des piliés des cages des Rouleaus 4 lig $\frac{1}{2}$

Le poids pese en tout 6 ℔ moins 1 once $\frac{1}{2}$ = 5 ℔ 14 onces $\frac{1}{2}$

Otant le plomb: la plaque les poulies pont & broche pese 1 ℔ 5 once 1 gros

ainsi le plomb pese 4 ℔ 9 onces 3 gros

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Regulateur —

Le Balancier a 35 lig $\frac{7}{12}$ de Diametre —

epaisseur 1 lig $\frac{11}{12}$

Largeur du Champ 2 lig $\frac{5}{12}$

Largeur du Centre 8 lignes

epaisseur 1 lig $\frac{1}{12}$

Largeur des croisés a l'extremité 2 lig $\frac{1}{12}$

pris du Centre 2 lig $\frac{8}{12}$

Balancier pese 3 onces 1 gros $\frac{1}{2}$ 27 grais.

y Compris les ailes —

Sans les ailes — 3 onces 1 gros 33 grais

ainsi les ailes pesent 30 grais —

Axe de Balancier

Diametre de l'Assiete qui porte le Balancier —

6 lig $\frac{10}{12}$

grosseur de l'Assiete pour le trou du Balancier 2 lig $\frac{4}{12}$

grosseur de l'Axe 1 lig $\frac{1}{2}$

des pivots $\frac{11}{12}$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grosseur du pivot du Coté du quarré de remontoir
1 lig $\frac{6}{12}$ L'autre pivot 1 lig $\frac{4}{12}$ grosseur du
canon sur lequel se joint le cadran des heures 3 lig.
Roue des Minute 19 lig $\frac{4}{12}$ a 160 dens
Son pignon 20 —
Son epaisseur $\frac{4}{12}$
Le pivot qui porte l'aiguille de Minute $\frac{4\frac{3}{4}}{12}$.
ou $\frac{14}{48}$. l'autre pivot $\frac{16}{48}$ —

petite Roue Moyenne 18 lig Diam 150 dens
epaisseur $\frac{4}{12}$ Son pignon 20
les pivots $\frac{13}{48}$ —

Roue d'Echappement d'acier Diam 18 lig.
30 dents —
epaisseur $\frac{4}{12}$
pivots portant l'aiguille de secondes $\frac{13}{48}$
l'autre pivot $\frac{11}{48}$
Roue de Balancier 160 : levée de l'Echappem
20 degrés du Balancier 80° —
epaisseur de cette Roue $\frac{4}{12}$
Ses pivots $\frac{8}{48}$.
Diametre exterieur du Cylindre d'Echappem
2 lig $\frac{11}{12}$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le Spiral (est marqué) N° 15 —

a de Largeur —— 1 lig $\frac{7}{12}$ devroit
avoir 2 lig $\frac{1}{4}$ de Largeur: Longueur en tout — 11 pcs ~~reste~~ et n'agit
que 9 pcs $\frac{1}{2}$ y ayant 18 lignes depuis le pivot spiral au bout; pese 35 grains —
du point ou il est arreté au piton fait 7 tours $\frac{3}{4}$
en ce point a de Diametre 8 lig $\frac{1}{2}$

La distance du point ou le spiral est arreté
au piton jusques a celui ou agit le pivot
spiral est de 5 lig $\frac{1}{2}$ ou environ 80 degrés
epaisseur du Spiral $\frac{5}{48}$ —

Mouvement ou Rouage —

grande Roue de Cylindre 240° 36 lig $\frac{1}{2}$ Diam
epaisseur $\frac{10}{12}$ du pignon 3 lig $\frac{2}{12}$
Rochet du Ressort auxiliaire $\frac{8}{12}$ Diam 33 lig $\frac{1}{2}$
a 150 dents — Ressort ~~intermediaire~~ auxiliaire mem
Diametre que le Rochet d'encliquetage epaisseur $\frac{10}{12}$ largeur 1 $\frac{2}{12}$
Rochet d'encliquetage 28 lig. epaisseur $\frac{10}{12}$
a 106 dents

Diametre du Cylindre 23 lig $\frac{1}{2}$ sans les Canelures
hauteur y compris le rebord 3 lig.
Contient 3 tours de corde
grosseur de l'arbre d'acier par le petit bout 1 lig $\frac{9}{12}$
du Canon sur lequel s'ajuste le Cylindre 2 lig $\frac{7}{12}$ —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mechanisme de Compensation —

Hauteur du pont du chassis 2 pces 3 lig $\frac{1}{2}$

Largeur des traverses du chassis 28 lignes —

Longueur du chassis en dehors 6 pces 4 lig.

grosseur des tringles 1 lig $\frac{4}{12}$

16 tringles —

grand Levier de Compensation point de Contact 30 lig -

pivot $\frac{9}{12}$:

petit bras du grand levier 2 lig $\frac{11}{12}$ —

grosseur de la tige 2 lig $\frac{1}{2}$

Petit Levier de Compensation est Concentrique au Balancier

Le bras qui communique au grand levier a la vis de Contact eloignée de 2 lig $\frac{1}{2}$ de son Centre

Hauteur de Lame du petit levier 11 lignes

distance du pince spiral du Centre de Lame 4 lig $\frac{1}{2}$

pivots $\frac{7}{12}$ Piton de Spiral —

Hauteur de la Batte qui porte le mouvement entre la glace & la Batte sur laquelle pose la platine cadran 10 lig $\frac{1}{2}$

hauteur des pilis des petits cages roulleaux 4 lig $\frac{1}{2}$

182

Le 15 8bre 1770 —

Dimensions exactes de toutes les parties de L'Horloge Marine N.° 8 —

pivot de la suspension de L'Horloge 3 lig.ne 1/2 de Diameter longueur 11 lig. ces pivots roulent sur des Coussinets d'acier regrapé fort dur cela a très bien vieilli car ils ne sont pas marqués

Elevation de L'Horloge toute Rassemblée —

La hauteur totale de toutes les cages au dessus de la platine Cadran 13 p.ces 10 lig

pilier d'acier de la Cage du poids 10 pouces 6 lignes

hauteur des ponts de la plaque du poids 2 p.ces 5 lig.

Descente pour le poids 8 pouces —

grosseur des piliers d'acier 6 lignes

pivots — 4 lignes —

poulies du poids 15 lig de Diametre — pivots 18/48 —

epaisseur de la platine portant les piliers d'acier 1 lig 1/2

plaque du poids 1 ligne —

grande cage Regulateur piliers haut 21 lignes

petite cage du Regulateur piliers 15 lig haut

hauteur du pont de suspension du Balancier en tout du dessus compris le Coqueret 23 lignes

Cage du Mouvement 13 lig. epaisseur platine cadran 1 lig 1/2

Diameter 6 pces 6 lig 1/2 les autres 6 p.ces 6 lig —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 18 9bre 1770 —

Des Experiences qu'il est necessaire de faire avec l'Horloge N° 8 pour determiner la quantité dont la resistance de l'air sur les ailes du Balancier peut affecter la Justesse de l'Horloge

Avant de demonter l'Horloge Marine N° 8. pour en prendre les Dimensions et y faire aucune correction il ~~est~~ seroit essentiel de faire quelques Experiences pour estimer exactement les effets des ailes du Balancier soit pour servir a l'Isochronisme des Vibrations ou ~~pour~~ pour connoitre ~~de la resistance quelle causes et le~~ derangement ~~que~~ cette resistance ~~produisent~~ dans la Marche de l'Horloge et ~~l'etendue~~ des arcs —

Dimensions du Tambour de l'Horloge Marine N° 8.

Son Diametre interieur est de 6 pouces 8 lignes
Sa hauteur en dedans — 13 pouces 8 lignes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

De l'Horloge N.° 8 —

Le 7.e 7.bre 1770 —

J'avois suspendu les Correction que j'ai a faire a cette Horloge jusques a ce que je les fais dessiner mais j'ai pris le parti de mon tenir aux trois — figures qui avoient été dessinées pour N.° 8 a Ressort comme elles sont faites depuis N.° 8 a point je supleerai par la description je prie donc maintenant terminer cette Horloge ainsi que N.° 6. Je vais en Consequence noter avec — soin toutes les dimensions de N.° 8 et ensuite j'y ferai les Correction que l'experience m'a indiqué dont la principale est de changer du spiral —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

184

a1

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On voit par l'experience que je viens de rapporter que la diminution des arcs de l'libration n'est pas causée par l'Echappement puis que lors qu'il n'y avoit pas d'huile le Balancier decrivoit les memes arcs que ceux qu'il decrit actuellement qu'il y a de l'huile: mais cette diminution dans les arcs appartient aux changements de huile du Rouage et comme le Spiral n'est pas parfaitement Isochrone l'Horloge retarde par les petits arcs

Le 2e Mars a $9^h \frac{1}{2}$ au $11'' \frac{1}{2}$ mise dans son Jambon sur la Suspension

Le 3e a 2^h $15'$ au $23''$ C'est $11'' \frac{1}{2}$ en $28^h \frac{3}{4}$.

$= 9'' \frac{69}{115}$ en 24^h

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

185

Gauer Mat. N° 6 —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 12 Fevrier
J'ai hier à 4h. le Mouvement de cette horloge de dedans son tambour pour voir si les arcs de vibrations n'ont pas changés ~~Ils etoient~~ a cause qu'il n'y a pas d'huile a L'Echappement Ils etoient a 8h. ce matin de 228d — et il y a un mois 233d. diff 5d —
a 8h. Remise dans son tambour a donc été hors 16h —
a Midy au 4' 23" (elle a moins avancé n'étant pas dans son tambour)
Le 19 a Midy 40' au 5' 16"
Le 21 a Midi au 5' 27" 1/2
Le 23 a ~~Midi~~ 2h. au 5' 36" 1/2 Jh. 10 Mat
ôté le Mouvement de son tambour pour examiner L'étendue des arcs que je pense devoir être diminués car L'Horloge va en Retardant ce qui depend surement de ce qu'il n'y a pas d'huile a L'Echappement ~~cette que~~ ~~ainsi que je m'en assurerai~~.
Le 24 a 6h. 18' mat au 5' 35" 1/2 sur L'etablis — arc près 230d. —
Le 26 a 10h. 8' m remontée a L'H Ph. — Mouvement sur L'etablis
Le 27 a 10h. 8 au 1" arc 230d.
a 1h. 45' arc 230d. au 1" 1/4 mis de L'Huile a L'Echappement
a 6h. 30' arc 230d.
Le 28 a 4h. 1/4 arc 230d. au 4" 1/2
Je ne vois aucune difference dans L'etendue des arcs avec de L'huile a L'Echappement — ou sans huile —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Journal Hort N.° 6 —

Le 12 fevrier —

A Rivy au 2' 36'' $\frac{3}{4}$

Le 23 a 4h. au:

Le 24 a 6h. 15' mat. au 5' 46'' ½

Le 26 a 4h. s. a l'Hort Port.

986

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 26 Janvier 1770

Je me suis apperceu depuis quelques Jours que mon Horloge Astronomique Portative avoit des Ecarts que j'avois Labord attribué aux Horloges Marines ~~mais~~ ayant pris le Meridien pendant quelques Jours j'ai reconnu d'on venoit L'erreur j'ai vu en meme tems que L'Horloge d'un an va plus regulierement je m'en servirai en attendant que j'aye retablis La Pendule Portative : ~~J'~~ j'aurai d'ailleurs soin plus que je n'ai encore fait de verifier la marche de La Pendule de Comparaison ~~afin de~~ par le Midy au Soleil parfaitement sur de la ~~celle de~~ marche des Horloges Marines

A 1.s Hort N.° 8 a 2' 3" sur L'Hort d'un an et ~~20~~" celle cy de 20" 12''' sur le tems moyen donc Hort N.° 8 avance a 1.n 2' 23" 12''' sur le tems moyen

Le 27

A Midy Avant 2' 10" 1/2

Le 1.n fevrier a Midy 20' a 2' 52"

Le 8 a Midy a 3' 48"

3	48
2	3
1'	45
	7 48'''
1'	52 48

Le 26 Janvier L'Horlg. d'un an avançoit 20" 12''' sur le tems moyen et aujourd'hui a 28" 0" ainsi a a de 7" 48"

depuis Le 26 Janvier Hort N.° 8 a avancé de 1' 45" sur L'Hort d'un an et Celle cy a avancé de 7" 48''' donc Hort N.° 8 a avancé sur le tems moyen de 1' 52" 48" Cela en 13 J.rs = 8" 40''' par Jour

Le 9 a Midy a 3' 56 3/4

Le 10 a Midy a 4' 6" 1/4

Le 11 a Midy a 4' 17 1/2 Th 9

Suitte du Journ: Hor: N.° 6 —

A 1.h Hor N.° 6 ao 2' 34" sur 1H dim an celle cy de 20" 12''' sur le tem moyen donc N.° 6 ao: a 1.h ~~de~~ 2' 54" 12'''

Le 27
a midy avance 2' 45"

Le 1.r fevrier a 12.h 20' ao 3' 56''' 1/2

Le 2.e fevrier a 1.h 40' a 1H et Remontée elle avoit été oubliee

Le 8 a midy ao 1' 25"

Le 9 a midy ao 1' 42" 1/4

t&v

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Suitte du Journ Hort. N.° 8 —

Na séchap sans huile depuis le 9 —

Le 13 Janvier 1770 —

A 7h 30' m av. 26" ½ hier avançoit a 7h ½ de 17"

a donc avancé 9" ½ en 24 h — 9" ½ en 24.

Le 14 a 7h 30' m av 35" = 8" ½ en 24

Le 15 a 7h 40 av 45" = 10" en 24

Le 16 a 7h 30 av 54" = 9 - Th. 9 —

Le 17 a 7h 30 av 1' 3" = 9 . Th: 10 —

Le 18 a 7h 30' av 1' 11" = 8 Th. 10 —

Le 19 a 7h 38 av 1' 19" ½ = 8" ½

Le 20 a 7h 30 av 1' 28 ½ = 9"

Le 21 a 7h 40' av 1 38"

Le 23 a 7h 30' av 1. 55" ½ = 17" ½ en 2 Jours

Le 24 a 7h 30' av 2' 7" = 11" ½ : Th: 12 : B: 28° 8'

Le 25 a 7h 30 av 2' 18" = 11

Le 26 a 7h 30 av 2' 27" ½ = 9" ½ Th: 12? —

Comparaison de la marche de l'Hort. au tems moyen les Jours ou j'ai pris le Midy le 15 Janvier a midy l'H Pendule a Seconde portative a laquelle les Horloges marine ont été Comparées : ladite Pendule avançoit de 9", 5 et a midy l'H N.° 8 auroit avancé sur la Pendule de 45" + ladit. de 7h 40 a midy = 4h ⅓ a raison de 10" p.r 24 = 1" 48''' p.r 4h ⅓ = a Midy 46" 48''' dont l'H N.° 8 avançoit sur la Pendule a celle cy de 9" 30" sur le midy au Soleil donc l'H N.° 8 avançoit le 15 Janvier sur le temps moyen 56" 18''' Et le 26 Janvier Hort Port. Net 6", 3 sur le tems moyen a l'H N.° 8 - av 2' 27" ½ = a midy 1' 48''' de plus = en tout 2' 29" 18''' a soustraire 6" 18 donc N.° 8 a midy avance sur le tems moyen de 2' 23" donc N.° 8 a avancé dre 15 ou 26 : 1' 36" 12" = 8" 8/11 par Jour sur le tems moyen —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2.

Suite Journ Hort: N.° 6

Le 13 Janvier 1770

a 7h. 30m. Ret 32" hier a 7h. ½ Ret. 45

donc a avancé 13" en 24h. 13" en 24 —

Le 14: a 7h 30m Ret 16" ¼ = 15" ¾ en 24

Le 15 a 7h. 40 Ho 3" ——— 18" ¾ en 24 =

Le 16 a 7h 30 ao 19" = 16"

Le 17 a 7h. 30' ao 36" = 17

Le 18 a 7h 30. ao 51" ½ = 15" ½

Le 19 a 7h. 38 ao 1' 6" ¾ = 15 ¼

Le 20 a 7h. 30' ao 1 21" ¾ = 15 —

Le 21 a 7h. 10 ao 1 36 ½

Le 23 a 7h 30 ao 2' 8" ½ = 32" en 2 Jours

Le 24 a 7h. 30 ao 2 28" = 19" ½

Le 25 a 7 30 ao 2' 45" = 17 —

Le 26 a 7h. 30 ao 2' 58" ½ 13" ½ Bat 28:8 ½

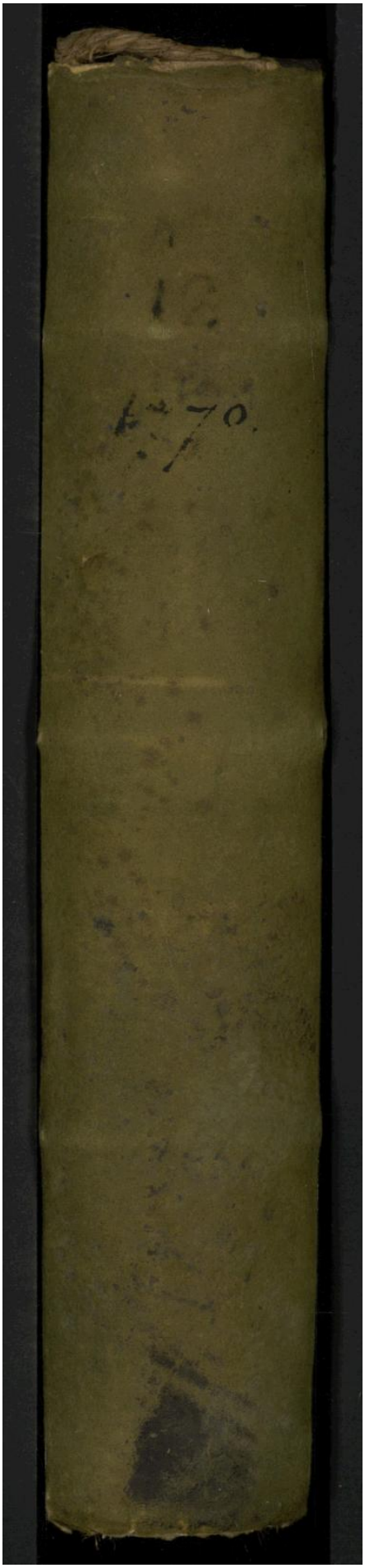
Comparaison de la Marche de l'H avec le tems moyen
Le 14 Janvier a Midy a du avancer 3" + 3" 27'''" et la Pendule avançoit 9" 30''' donc l'H: avançoit
sur le tems moyen a Midy de 15" 53'''" et le 26. a 7h. 30' ao 2' 58" 30''' et a midy 3' 0" 56'''
Difference 2' 45" 3''' c'est en 11 Jours = 16" 27''' par Jour — sur le tems moyen

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires