Zeitschrift: Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel
Herausgeber: Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel
Band: 19 (1890-1891)

Artikel: La pendule électrique de précision de M. Hipp
Autor: Hirsch, A.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-88300

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

LA PENDULE ÉLECTRIQUE DE PRÉCISION

DE M. HIPP

PAR M. A. HIRSCH, PROFESSEUR

(Communication faite à la Société des sciences naturelles le 28 mai 1891)

Il y a sept ans, j'ai rendu compte de la remarquable pendule dont le génie inventif de M. Hipp a enrichi le matériel instrumental des observatoires; j'en ai donné la description et j'ai relevé les mérites essentiels de sa construction originale, qui consistent principalement dans la suppression de l'emploi de l'huile, dans la facilité avec laquelle on la maintient sous une pression constante, enfin dans les nombreux avantages pratiques qu'elle offre aux astronomes en faisant marcher simultanément plusieurs compteurs installés dans les différentes salles d'observation, et en outre par l'enregistrement de ses secondes sur le chronographe.

Je renvoie sur tous ces points à la notice de 1884; et si je reviens aujourd'hui sur le même sujet, c'est essentiellement pour montrer que les résultats de la pendule Hipp, déjà si remarquables alors, se sont encore beaucoup perfectionnés depuis que nous avons réussi à régler parfaitement la compensation et à améliorer quelques autres petits détails, de sorte que pendant les deux à trois dernières années elle nous a donné la plus entière satisfaction.

Il serait peu utile d'entrer dans les détails de la marche pendant les années 1884 à 1888, qui embras-

sent encore un certain nombre d'essais et la correction du réglage; ce n'est qu'à partir de juillet 1888, où le dernier réglage de la compensation a eu lieu, qu'il est intéressant d'étudier de plus près la marche de la pendule et d'essayer de se rendre compte, autant que cela est possible, des causes auxquelles on peut attribuer les très faibles variations de marche qui subsistent encore.

Pour toute la période des sept ans, je me bornerai à communiquer dans un tableau allant d'avril 1884 au mois de mai 1891 les moyennes mensuelles de la variation diurne de la marche, en y ajoutant le nombre des déterminations de l'heure correspondant à chaque mois (voir le tableau I).

Il ressort de ce tableau que la variation diurne qui, lors de ma première communication, était de $\pm 0^s,06$, est descendue peu à peu jusqu'à $\pm 0^s,02$ environ; pour la période des sept ans, sa valeur moyenne est de $\pm 0^s,032$, et pour les trois dernières années, à partir du réglage définitif de la compensation, elle n'est plus guère que de $\pm 0^s,023$.

Pour ne rien exagérer en relevant cette remarquable régularité, il faut dire que les moyennes des variations diurnes que nous venons d'indiquer ont profité d'une espèce de compensation que, dans l'intérêt du service chronométrique, nous exécutons à l'observatoire pour les jours d'intervalle compris entre deux déterminations directes de l'heure, en interpolant pour ces jours la marche de nos pendules.

Toutefois, vu la grande fréquence des déterminations de l'heure, cette influence ne saurait être considérable, car puisque le nombre annuel des déterminations de l'heure, au moyen des étoiles et du

Soleil, a été pendant les dernières années de *245*, ce qui représente en moyenne deux déterminations sur trois jours, il faut augmenter la variation indiquée plus haut dans le rapport de $\sqrt{3/2} : 1$, c'est-à-dire la multiplier par 1,2, ce qui donnerait pour la moyenne de la variation diurne $\pm 0^s,028$.

Bien que cette variation, d'un jour à l'autre, de la marche diurne d'une pendule ou d'un chronomètre caractérise le mieux leur valeur pratique pour l'astronome et le navigateur, il est intéressant de déduire la variation moyenne de la marche diurne aussi par des intervalles plus longs, soit de cinq, soit de sept jours, en évitant toute compensation; nous avons choisi le résumé de la marche par semaine pour abréger convenablement le tableau des marches, que je tiens à publier du moins pour les deux dernières années (voir tableau II), et pour faciliter les calculs qui devaient servir à déterminer les principaux coefficients de la marche.

Donc si l'on calcule les différences des marches diurnes moyennes de sept en sept jours, on trouve pour la variation moyenne pendant la période de juin 1888 à avril 1891 : $\pm 0^s,036$.

En prenant la moyenne de ces deux valeurs, *on trouve* $\pm 0^s,032$ *ou, en nombre rond,* $\pm 0^s,03$ *pour la variation moyenne de la pendule Hipp,* tandis qu'il y a sept ans nous avions trouvé $\pm 0^s,06$, que j'espérais alors voir descendre à $\pm 0^s,05$; notre espoir a été ainsi dépassé sensiblement.

Or, ce chiffre de $0^s,03$ représente une régularité étonnante de marche. Si, comme je l'ai fait remarquer déjà dans la première notice, on considère que cette variation renferme nécessairement l'incertitude

des trois déterminations de l'heure dont elle est déduite, provenant des erreurs des corrections instrumentales et de la variabilité du temps physiologique de l'observateur, il reste pour la partie qui est due aux changements réels de la marche de la pendule, une fraction minime. En effet, si l'on évalue d'après l'accord des étoiles observées à $\pm 0^s,012$ l'erreur probable d'une détermination de l'heure, cela donne déjà pour l'incertitude d'une marche $\pm 0^s,017$, et pour celle d'une variation $\pm 0^s,024$; et comme on peut évaluer, même pour l'observateur le plus exercé, au moins à $\pm 0^s,015$ la variation de son équation personnelle, on trouve qu'il reste pour la part provenant de la pendule elle-même à peu près aussi $\pm 0^s,015$.

Réciproquement, il est évident qu'il n'a été possible de constater cette faible variation de la pendule Hipp que grâce à la précision et à la fréquence avec laquelle nous parvenons à déterminer l'heure.

Du reste, il est certain que cette régularité maintenant presque parfaite de la marche de notre pendule est due en premier lieu à l'amélioration considérable que nous avons apportée au réglage de la compensation.

Dans le premier essai que nous avons tenté dans ce but, en février 1884, nous avons échoué par suite de données erronées que nous avions reçues sur la quantité de mercure dont le cylindre du pendule avait été rempli dès l'origine et sur le poids relatif du pendule et du cylindre. En effet, après avoir augmenté cette quantité, le 25 février 1885, de 53^{gr}, l'erreur de compensation est restée encore très sensible, car nous avons trouvé, par les marches estivales et hivernales, pour la variation par degré de température :

Eté 1885 — Hiver 1885-86	+ 0s,062
Hiver 1885-86 — Eté 1886	+ 0s,058
Eté 1886 — Hiver 1886-87	+ 0s,062
Hiver 1886-87 — Eté 1887	+ 0s,060
Eté 1887 — Hiver 1887-88	+ 0s,061
Moyenne	+ 0s,061

dont la compensation était trop faible.

Cette première expérience nous a permis de calculer exactement la quantité de mercure qu'il fallait ajouter pour faire disparaître le retard de 0s,06 par degré; et comme les 570gr de mercure qu'il s'agissait d'y verser représentaient une hauteur de 19mm,6, M. Hipp a remplacé le cylindre par un autre un peu plus haut. Au moyen de cette opération, qui a été exécutée le 7 juin 1888, le réglage a été obtenu de très près, ainsi qu'on le verra par les déterminations suivantes du premier coefficient de la compensation, qui reposent sur des combinaisons de marches à des températures que nous avons choisies aussi différentes que possible, sans étendre cependant trop les intervalles, afin d'éviter d'y comprendre une modification du coefficient d'accélération :

	Var. par 1°	Diff. de temp.
1888, oct. 15 — 1889, janv. 14	— 0s,003	7°,87
1889, janvier 14 — avril 22	— 0s,004$_6$	7°,23
1889, avril 22 — juillet 15	— 0s,003$_7$	10°,13
1889, juillet 15 — octobre 14	— 0s,004$_4$	9°,47
1889, oct. 3 — 1890, févr. 16	— 0s,014	9°,65
1890, février 16 — août 3	— 0s,004	16°,5
1890, août 3 — décembre 7	— 0s,001	15°,1
Moyenne arithmétique	— 0s,004$_9$	

Si l'on voulait donner des poids différents à ces valeurs, suivant les différences de température dont elles ont été déduites, on trouverait presque la même valeur, savoir — 0^s,0048.

Comme il fallait, pour exécuter cette opération, ouvrir la cloche et démonter la pendule, on a profité de cette occasion pour examiner l'échappement, qui avait travaillé dans sa dernière forme pendant plus de quatre ans et, bien entendu, sans huile. En regardant sous le microscope la palette en platine iridié que j'ai décrite dans la première notice, nous avons trouvé son tranchant très légèrement usé. M. Hipp s'est donc décidé à remplacer l'ancienne palette par une nouvelle dont l'alliage contient 40 % d'iridium, au lieu de 30 %, pour augmenter encore la dureté de l'alliage; en même temps il a arrondi tant soit peu le fond de la contre-palette. De cette manière on peut espérer avoir évité même la légère usure de l'échappement qu'on avait remarquée, et arriver ainsi à une grande constance de la marche pendant de longues périodes.

En effet, tandis que dans les premières années notre pendule avait une tendance très marquée à accélérer sa marche avec le temps, cette tendance s'est très sensiblement ralentie dans les dernières années, et sauf un accident dont je vais parler tout à l'heure, la pendule a conservé depuis l'automne de 1889 une marche remarquablement constante. On s'en convainc en déterminant pour des époques aussi longues que possible, comprises entre des températures à peu près identiques de printemps et d'automne, le coefficient du terme de la marche, proportionnel au temps.

En procédant ainsi, on a trouvé pour cette accélération par jour des valeurs assez différentes, qu'on peut grouper dans les quatre périodes suivantes :

1888-89	durée	174 j.	— 0^s,0028
1889		147 j.	— 0^s,0058
1889-90		328 j.	— 0^s,0004
1890-91		230 j.	— 0^s,0014

On voit qu'il serait peu rationnel de vouloir les réunir dans une seule moyenne (qui serait — 0^s,0026). Il est probable que ce coefficient dépend dans une certaine mesure de la durée d'impulsion, en d'autres mots, de l'intensité du courant; or, j'ai varié cette durée dans des limites assez étendues, savoir entre 90^s et 54^s, afin de faire des expériences sur le maximum du temps pendant lequel on peut conserver les mêmes piles sans les épuiser complètement.

Quoi qu'il en soit, on voit qu'en général le coefficient a plutôt une tendance à diminuer, autrement dit que la marche de notre pendule devient de plus en plus constante, ce qui ressort du reste aussi de l'inspection de la courbe qui représente graphiquement cette marche.

Cette courbe montre cependant une seule brisure, et le tableau des marches (voir tableau II) présente une discontinuité tout à fait anormale et inexpliquée. Le 4 février, la marche de la pendule a changé d'un jour à l'autre de 0^s,43, sans que ni la température, ni la pression manométrique, ni l'intensité du courant se soient modifiées d'une manière tant soit peu sensible. Vu cette constance de tous les éléments qui peuvent influencer la marche, il me semble qu'il faut cher-

cher l'explication de ce saut brusque dans un mouvement du sol, dans un de ces faibles tremblements de terre localisés qui ne s'accusent que par des instruments aussi délicats que les seismomètres, les bains de mercure ou les pendules de précision. Ce qui paraît appuyer cette hypothèse, c'est que deux autres de nos horloges astronomiques, la pendule sidérale de *Winnerl* et la pendule moyenne de *Kutter*, dont les plans d'oscillation ne font qu'un faible angle avec celui de la pendule Hipp, ont montré le même jour des écarts presque aussi considérables de $0^s,41$ et de $0^s,34$; tandis que les deux autres, qui oscillent dans une direction presque perpendiculaire à la première, n'en ont presque pas montré de traces. Il est vrai que les deux autres pendules troublées, qui sont à poids et munies d'échappements à ancre, ont repris ensuite, après quelques jours, peu à peu leur ancienne marche, tandis que la pendule Hipp a maintenu, après la perturbation, sa nouvelle marche avec la même régularité qu'auparavant. Il se pourrait que, pour les pendules à ancre, l'impulsion donnée par la secousse au balancier en eût simplement modifié l'amplitude qui peu à peu serait revenue à sa valeur normale, tandis que pour l'horloge Hipp cette amplitude ne pouvant pas dépasser une certaine limite, la secousse aurait légèrement faussé le ressort de suspension et modifié un peu son coefficient d'élasticité d'une manière plus ou moins durable.

Quoi qu'il en soit, il va sans dire que cet accident ne saurait être imputé à la belle pendule de M. Hipp, aussi peu que l'autre, arrivé le 12 septembre 1887, où la pendule s'est arrêtée. Ce jour-là, une société visitait l'observatoire et un des visiteurs a par mé-

garde déplacé l'interrupteur de la pile du pendule, de façon à mettre celle-ci hors d'action. De pareils accidents de force majeure ne sauraient diminuer en rien la valeur de notre horloge électrique.

Du reste la pendule, pendant toute cette série de sept ans, ne s'est arrêtée sans cause extérieure qu'une seule fois, le 7 août 1888; c'était quelque temps après le réglage de la compensation et la modification de l'échappement dont il a été question. Il paraît qu'en la remontant, l'ouvrier horloger n'avait pas mis l'échappement complètement d'aplomb, de sorte que la palette appuyait un peu excentriquement sur la contre-palette et compromettait ainsi le jeu de l'échappement. Il a suffi de corriger très légèrement les vis de réglage de la plaque de suspension pour remédier à ce défaut. Depuis lors, aucun accident de ce genre ne s'est plus produit.

Je reviens encore à la détermination des constantes de la marche. Bien que la détermination de la compensation et de l'accélération annuelle par les procédés que j'ai indiqués nous ait donné des résultats très satisfaisants et qu'une seconde approximation ne promettait point un résultat utile, vu la petitesse des variations dont il fallait déduire les coefficients de la marche, variations qui, d'après ce que nous avons dit, sont presque à la limite de leur incertitude; malgré ces considérations, j'ai cependant tenu à rechercher du moins si le coefficient du second terme de la compensation était appréciable. M. le Dr Hilfiker a donc essayé de représenter la marche de la pendule, pendant les dernières années, après l'avoir répartie en quatre sections réduites à la même époque, par

une formule à deux termes, dans laquelle figure le carré de la température.

La résolution des nombreuses équations qu'il a formées ainsi a donné un résultat négatif, dans ce sens que la valeur probable du coefficient de t^2 a été trouvée égale à zéro, ce qui veut dire que la compensation du pendule est sensiblement proportionnelle à la température. Naturellement le coefficient de t a été trouvé à très peu près le même que par la première approximation, savoir — $0^s,0045$, au lieu de — $0^s,0048$. Enfin, cette formule à deux termes ne représente pas mieux la marche de l'horloge; tout au contraire, les écarts entre les valeurs calculées et observées sont plus grands qu'avec la première méthode.

Je termine en constatant que toutes les autres qualités de cet instrument, que j'ai signalées déjà en 1884, se sont maintenues et accentuées. Ainsi la pile des compteurs peut durer, sans compromettre la régularité du fonctionnement, pendant six mois, et celle du pendule même pendant une année entière; toutefois, dans la règle nous changeons celle des aiguilles tous les trois mois, et celle du pendule tous les six mois.

Ensuite, l'étanchéité de la cloche peut être envisagée comme parfaite, puisque la pression manométrique de 45^{mm} environ ne varie, pendant les six dernières années, que de 4^{mm} par an; comme les valeurs extrêmes des lectures manométriques coïncident avec les températures maxima et minima, il est évident que cette faible variation est due à la dilatation de l'air et de la vapeur d'eau qui sont restés sous la cloche. Et puisque 1^{mm} de pression fait varier

la marche de la pendule de 0ˢ,012, on voit que cette influence, complètement insensible pour la variation diurne, se réduit pour toute l'année à — 0ˢ,05.

A ce propos, j'ajoute qu'avec le coefficient de compensation indiqué, la variation diurne moyenne de la température du local étant de 1° environ, produit une variation diurne de 0ˢ,005, et la variation annuelle moyenne de la température du local étant de 18° environ, produit une variation annuelle de 0ˢ,088 sur la marche de l'horloge; enfin que d'après les deux dernières années l'accélération annuelle de la marche diurne se trouve à peu près réduite à 0ˢ,33.

En résumé, il résulte de cette étude que la précision de la pendule électrique de M. Hipp s'approche de la perfection dans une mesure qui n'avait pas été obtenue auparavant, car elle est arrivée à un degré de régularité de marche qui atteint presque les limites de précision instrumentale et physiologique avec laquelle on peut déterminer l'heure dans les meilleures conditions.

Tableau I

PENDULE HIPP DE L'OBSERVATOIRE DE NEUCHATEL

ANNÉE	Janvier		Février		Mars		Avril		Mai		Juin		Juillet		Août		Septembre		Octobre		Novembre		Décembre		ANNÉE	
	Variat. moyenne	Nombre d'obser.	Variat. moyenne	Nombre d'obser.	Variat. moyenne	Nombre d'obser.	Variat. moyenne	Nombre d'obser.	Variat. moyenne	Nombre d'obser.	Variat. moyenne	Nombre d'obser.	Variat. moyenne	Nombre d'obser.	Variat. moyenne	Nombre d'obser.	Variat. moyenne	Nombre d'obser.	Variat. moyenne	Nombre d'obser.	Variat. moyenne	Nombre d'obser.	Variat. moyenne	Nombre d'obser.	Variat. moyenne	Nombre d'obser.
	± s		± s		± s		± s		± s		± s		± s		± s		± s		± s		± s		± s		± s	
1884							0,040	21	0,040	25	0,042	13	0,050	28	0,034	26	0,033	23	0,033	25	0,036	15	0,030	15	0,038	191
1885	0,034	13	0,028	17	0,039	18		[1]	0,044	16	0,072	7		[1]	0,058	17	0,031	18	0,030	17	0,038	10	0,043	12	0,042	145
1886	0,026	21	0,018	12	0,018	27	0,048	24	0,066	26	0,047	20	0,064	22	0,043	25	0,051	21	0,032	26	0,026	17	0,026	19	0,039	260
1887	0,021	17	0,032	11	0,022	23	0,043	17	0,029	25	0,045	25	0,039	28	0,047	28	0,037	24	0,044	26	0,030	19	0,027	17	0,035	260
1888	0,047	18	0,022	16	0,029	21	0,030	21	0,040	29	0,035	21	0,028	21	0,033	24	0,020	24	0,038	24	0,020	19	0,022	17	0,030	245
1889	0,026	20	0,028	22	0,020	25	0,022	22	0,022	23	0,021	22	0,020	26	0,022	24	0,026	22	0,017	20	0,018	12	0,021	9	0,022	247
1890	0,017	15	0,015	17	0,018	27	0,024	24	0,023	21	0,019	22	0,023	23	0,019	22	0,024	25	0,017	23	0,018	14	0,010	9	0,019	242
1891	0,020	20	0,025	28	0,015	21	0,014	19																		

[1] En avril et en juillet 1885, on a fait des séries d'essais pour la fermeture étanche de la cloche,

Tableau II

MARCHE DE LA PENDULE HIPP PAR SEMAINE

Date		Marche diurne	Températ.	Manomètre	Durée d'impulsion	Remarques
		s	o	mm		
1889 Mai . . .	3-10	—2,85	13,7	34,9	70-72	
	10-17	—2,86	14,3	35,1	70-72	
	17-24	—2,88	14,9	35,5	70-72	
	24-31	—2,89	17,0	36,6	70-72	
	31- 7	—2,90	18,8	37,4	70	
Juin . . .	7-14	—2,92	18,8	37,5	70	
	14-21	—3,03	18,0	37,6	68-70	
	21-28	—3,05	18,2	37,5	68-70	
	28- 5	—3,11	18,2	37,6	68-70	
Juillet . .	5-12	—3,09	19,9	38,0	68-70	
	12-19	—3,21	20,5	39,0	68-70	
	19-26	—3,22	18,8	38,9	66-68	
	26- 2	—3,33	18,1	38,6	66-68	
Août. . .	2- 9	—3,27	20,0	38,4	66-84	Le 5 août on a changé les piles du pendule et des compteurs.
	9-16	—3,25	18,7	38,3	82-84	
	16-23	—3,31	18,9	38,3	82-84	
	23-30	—3,42	16,9	38,3	80-82	
	30- 6	—3,39	19,5	38,3	80-84	
Septemb.	6-13	—3,47	18,2	38,2	80-82	
	13-20	—3,49	17,5	38,2	80-82	
	20-27	—3,51	14,4	38,1	78-80	
	27- 4	—3,48	13,1	38,0	78-80	
Octobre .	4-11	—3,49	12,1	38,0	78	
	11-18	—3,49	11,4	38,0	78	
	18-25	—3,51	10,8	38,0	78	
	25- 1	—3,44	11,1	37,1	78	
Novemb.	1- 8	—3,48	11,4	37,0	78	
	8-15	—3,49	11,0	36,4	76-80	
	15-22	—3,50	9,3	36,1	78	
	22-29	—3,47	7,6	35,7	76-80	
	29- 6	—3,49	6,7	35,3	74-76	
Décemb.	6-13	—3,52	4,0	35,0	74-76	
	13-20	—3,51	3,6	35,0	72-74	
	20-26	—3,45	3,6	34,7	70-78	Le 21 décembre on change les piles du pend. et des compteurs.
	26- 2	—3,35	3,9	34,6	76-78	
1890 Janvier .	2- 9	—3,28	3,2	34,7	76-78	
	9-16	—3,30	3,9	34,5	74-78	
	16-23	—3,35	4,5	34,6	74-76	Le 21-22 janvier un des compteurs est nettoyé et l'huile changée.
	23-30	—3,36	5,6	34,6	72-74	
	30- 6	—3,34	5,0	34,6	72	
Février .	6-13	—3,42	3,4	34,6	68-70	
	13-20	—3,45	3,1	34,4	66-68	
	20-27	—3,43	3,7	34,4	66-68	
	27- 6	—3,45	4,0	34,3	66-68	
Mars. . .	6-13	—3,41	4,1	34,2	66-68	
	13-20	—3,38	6,7	34,3	64-66	
	20-27	—3,40	7,8	34,3	64-66	
	27- 3	—3,43	11,3	34,7	64-66	
Avril. . .	3-10	—3,46	11,2	35,1	66-68	
	10-17	—3,48	10,5	35,3	66 68	
	17-24	—3,57	10,9	35,4	66	
	24- 1	—3,54	10,9	35,4	66	

Suite du Tableau II

Date	Marche diurne	Températ.	Manomètre	Durée d'impulsion	Remarques
	s	o	mm		
1890 Mai . . . 1- 8	—3,59	11,9	35,3	66	Le 6 mai on change
8-15	—3,51	13,2	35,7	64-66	la pile des comp-
15-22	—3,49	15,5	35,8	64-66	teurs.
22-29	—3,46	16,7	36,3	64-66	
29- 5	—3,55	15,6	36,2	64-66	
Juin . . . 5-12	—3,56	16,6	36,2	64-66	
12-19	—3,59	15,5	36,3	64	
19-26	—3,59	17,3	36,3	62-66	
26- 3	—3,56	18,1	36,9	64	
Juillet . . 3-10	—3,51	16,6	36,8	64	
10-17	—3,51	17,3	37,0	64-66	
17-24	—3,51	18,0	37,8	62-64	
24-31	—3,55	19,3	37,5	62-64	
31- 7	—3,53	20,7	37,6	62-64	
Août. . . 7-14	—3,59	20,1	37,9	62-66	Le 6 août on change
14-21	—3,55	20,0	37,9	62-64	la pile des comp-
21-28	—3,58	19,0	37,8	62-64	teurs.
28- 4	—3,60	15,9	37,7	62-64	
Septemb. 4-11	—3,66	15,0	37,1	62-64	Le 3 septembre on a
11-18	—3,63	16,0	36,8	62-64	intercalé une nou-
18-25	—3,71	15,5	37,1	62-64	velle boussole sur
25- 2	—3,69	15,7	37,2	62	la ligne des compt.
Octobre . 2- 9	—3,70	15,1	37,7	62-64	
9-16	—3,77	13,8	36,7	62-64	
16-23	—3,78	11,9	36,5	64-66	
23-30	—3,78	9,9	36,3	62-64	
30- 6	—3,80	8,0	35,8	62-64	
Novemb. 6-13	—3,80	8,2	35,4	58-62	
13-20	—3,77	8,1	35,3	62	
20-27	—3,74	8,7	35,2	60-64	
27- 4	—3,77	5,8	34,8	58-62	
Décemb. 4-11	—3,75	4,5	34,3	60-62	
11-18	—3,77	6,2	34,3	60-62	
18-25	—3,78	5,5	34,3	60-62	
25- 1	—3,80	6,6	34,3	60-62	
1891 Janvier . 1- 8	—3,79	6,0	34,2	60-62	Le 19 jan. on change
8-15	—3,76	6,0	34,2	60-62	la pile des compt. et
15-22	—3,80	4,9	34,2	60-62	on démonte le compt.
22-29	—3,69	5,0	34,1	60-62	de l'équatorial pour
29- 4	—3,70	4,8	34,0	60-62	en changer l'huile.
1891 Février . 5-12	—3,26	4,8	34,0	60-62	Du 4 au 5 févr. per-
12-19	—3,23	4,0	34,0	58-62	turbation à plu-
19-26	—3,25	4,2	34,0	56-58	sieurs horloges de
26- 5	—3,24	5,6	34,0	56-58	l'Observatoire, due
Mars. . . 5-12	—3,21	6,9	34,0	54-56	probablement à un
12-19	—3,25	7,8	34,3	54-56	mouvement du sol.
19-26	—3,25	7,2	34,4	54-56	
26- 2	—3,20	6,1	34,5	54-56	
Avril . . 3-10	—3,17	6,4	34,5	54	Le 2 avril on change
10-17	—3,17	7,5	34,4	52-56	la pile des compt.
17-24	—3.26	8,9	34,4	52-70	Le 21 on change les
24- 1	—3,34	10,2	34,4	68-72	piles du pendule et
Mai . . . 1- 8	—3,29	13,1	34,5	68-70	des compteurs.
8-15	—3,24	14,2	35,2	68-70	