Zeitschrift: Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel

Herausgeber: Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel

Band: 15 (1884-1886)

Artikel: Sur la marche de la pendule astronomique Winnerl de l'Observatoire de Neuchâtel

Autor: Hilfiker, J.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-88220

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: 11.07.2025

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

SUR LA MARCHE

DE LA

PENDULE ASTRONOMIQUE WINNERL

DE L'OBSERVATOIRE DE NEUCHATEL

Par le Dr J. Hilfiker, Astronome-adjoint.

Dans le 14me volume (pages 1-18) du Bulletin de la Société des sciences naturelles de Neuchâtel, M. le prof. Hirsch donne une description de la pendule électrique de précision de M. Hipp et en fait ressortir les avantages : « On évite complètement l'emploi de l'huile; l'influence des variations de la pression atmosphérique est éliminée; on peut distribuer l'heure dans les différentes salles d'un observatoire au moyen de compteurs électriques permettant d'entendre distinctement la seconde, même par un vent très fort. » Comme M. Hirsch l'avait indiqué, la pendule a servi directement depuis lors aux observations méridiennes, et les déterminations de l'heure, qu'on a faites jusqu'à présent, confirment pleinement que la régularité de la marche de cette pendule est très satisfaisante. En effet, dans l'intervalle de temps du 1er septembre 1885 jusqu'au milieu du mois de mars 1886, la moyenne de la variation diurne de la marche observée est de $\pm 0^s,030$ seulement, et on voit que, sous ce rapport,

la pendule est supérieure aux meilleures pendules de précision, pour lesquelles on a publié des résultats.

J'ai essayé d'utiliser les observations faites à l'aide de la pendule Hipp pour faire une étude sur la marche de la pendule astronomique Winnerl, ancienne pendule normale de l'Observatoire. Cette pendule est installée à côté du cercle méridien, tout près du compteur électrique de la pendule Hipp. Par une comparaison chronographique faite au commencement et à la fin de la détermination de l'heure, on a rattaché Winnerl aux observations exécutées d'après Hipp, de sorte que, pour chaque nuit d'observation, la correction de l'heure de Winnerl a été déterminée avec un haut degré de précision.

Winnerl a l'échappement Graham et une compensation à gril ; la détermination de son coefficient barométrique mérite donc un intérêt tout particulier ; car, ainsi que nous le verrons tout à l'heure, tous les résultats de calcul dans ce genre, qui ont été publiés jusqu'à présent et que j'ai pu me procurer, se rapportent à des pendules qui ont une compensation à mercure et qui, par conséquent, ont toutes la même forme de lentille. Mais la variation de marche pour 1^{mm} de pression atmosphérique, c'est-à-dire le *coefficient barométrique*, dépend surtout de la forme de la lentille. Il était donc essentiel d'étendre la discussion des observations sur un intervalle de temps assez long, d'établir des groupes de marches diurnes d'après la pression barométrique, et de rendre aussi nombreuses que possible les équations de conditions qui en résultent, car il est facile de prévoir que notre résultat sera sensiblement différent de ceux trouvés pour les pendules ayant une compensation à mercure.

La régularité de marche de la pendule Winnerl n'est pas aussi remarquable que celle de Hipp, et surtout les variations d'un jour à l'autre ne sont pas aussi faibles. Cependant, n'oublions pas que Winnerl a été en marche depuis le mois de mars 1861 ; que jusqu'en 1880 la pendule a fonctionné avec le chronographe de M. Hipp, et que, jusqu'à maintenant, elle a toujours donné de très beaux résultats. Pendant ce quart de siècle que la pendule est en marche, on n'avait jamais eu de réparations à y faire ; on s'est borné à la nettoyer et à changer les huiles, opération qui a eu lieu tous les trois ans environ.

Mon calcul de réduction se divise en deux parties.

A l'aide de la méthode des moindres carrés, et me basant sur les nombreuses observations faites dans l'espace de temps compris entre le 3 juin 1883 et le 30 juillet 1884, j'ai cherché à représenter la marche de Winnerl par la formule suivante :

$$\text{M}^{\text{che}}\ \text{obs}^{\text{e}} = a + p\,(T - 1884{,}0) + q\,(t - 12^{\circ}) + r\,(B - 720^{\text{mm}}{,}0)$$

Dans cette équation, nous avons désigné :

Par a la marche moyenne relative à l'époque moyenne 1884,0, correspondant à une température moyenne du jour de 12° et à une pression barométrique de 720mm,0 ;

Par p le coefficient d'un terme proportionnel au temps ;

Par T l'époque de la marche observée ;

Par t et B les indications des appareils météorologiques, c'est-à-dire du thermomètre et du baromètre ;

q est la variation de marche pour 1° de température, et r désigne la variation pour 1mm de pression barométrique.

Nous aurons autant d'équations de cette forme qu'il y a de marches observées.

Parmi les déterminations de l'heure, que j'ai eues à ma disposition, j'ai écarté celles qui n'étaient pas composées au moins d'une étoile polaire et de 8 à 10 étoiles fondamentales. L'azimut a toujours été déterminé d'une manière directe et les observations des mires n'entraient dans le calcul que dans un but de contrôle.

De cette manière, j'ai basé le premier calcul sur 82 déterminations de l'heure, qui m'ont fourni 81 marches diurnes observées ou, ce qui revient au même, 81 équations de conditions pour nos quatre inconnues a, p, q et r. A l'aide de ces équations, on détermine le système des valeurs les plus probables pour les inconnues, et on trouve :

$$a = -1^s,46 \quad \pm 0^s,005$$
$$p = -0,0011 \pm 0,0001$$
$$q = -0,025 \quad \pm 0,001$$
$$r = +0,009 \quad \pm 0,001$$

La substitution de ces valeurs dans nos équations de conditions donne les marches *calculées;* la différence entre la marche observée et la marche calculée représente une certaine erreur, et de l'ensemble de ces différences on peut déterminer l'erreur probable d'une marche ainsi calculée. J'ai indiqué ces différences dans le tableau I, qui contient aussi les marches observées ainsi que la température et la pression barométrique.

J'ai trouvé :

Pour l'erreur probable de la marche calculée, $\pm 0^s,048$;

Pour la variation moyenne diurne de la marche, réduite à l'époque moyenne, à la même température et à la même pression barométrique, $\pm 0^s,054$;

Pour la différence entre les valeurs extrêmes des marches réduites, $0^s,30$;

Pour la différence entre les valeurs extrêmes des marches observées, $0^s,91$.

Il est évident que l'intervalle de temps qui a servi de base pour ce premier calcul n'est pas suffisamment grand. J'ai donc utilisé les observations faites dans l'espace de temps du 1er août 1884 au 2 mai 1885, et du 11 septembre 1885 au 18 mars 1886. (Voir tableaux II et III.) En établissant les équations de conditions pour les quantités *a*, *p*, *q* et *r*, on a déterminé, d'après la méthode des moindres carrés, les valeurs les plus probables pour ces quatre inconnues. J'ai réuni dans le tableau suivant les résultats correspondant à ces trois époques différentes :

Époque moyenne	Nombre d'équat.	*a*	*p*	*q*	*r*	Erreur prob. d'une marche calc.
1884,0	81	$-1^s,460$	$-0^s,0011$	$-0^s,025$	$+0^s,009$	$\pm 0^s,048$
1884 déc. 1	34	$-1,936$	$-0,0012$	$-0,021$	$+0,012$	$\pm 0,059$
1885 déc. 15	23	$-0,404$	$-0,0049$	$-0,026$	$+0,012$	$\pm 0,056$

J'ai déjà dit que c'est la pendule Hipp qui sert directement aux observations méridiennes, et qu'on a rattaché Winnerl à ces déterminations de l'heure par deux comparaisons chronographiques. L'erreur moyenne d'une correction de Hipp, calculée d'un grand nombre d'observations, est de $\pm 0^s,015$. L'erreur moyenne d'une comparaison chronographique est très faible ($\pm 0^s,003$), par contre la variation de l'équation personnelle entre deux séries de comparaisons est assez sensible, et j'évalue l'incertitude, provenant de la comparaison des deux pendules, à $\pm 0^s,013$, de sorte

que l'erreur moyenne d'une correction de l'heure de Winnerl sera $\pm 0^s,025$, à peu de chose près. En tenant compte de ces erreurs inévitables d'observation, on trouve que la variation moyenne des *marches réduites* de Winnerl est inférieure à un demi-dizième d'une seconde.

Le terme en p a été supposé proportionnel au temps. Mais ce terme dépendra évidemment de l'état et de la répartition des huiles. Or la pendule a été nettoyée et on a changé les huiles en 1880, en juillet 1882, et la dernière fois en 1885, également au mois de juillet. J'ai donc calculé ce terme p pour ces différentes époques, en séparant les marches estivales de celles observées pendant les semestres d'hiver. Le tableau suivant prouve que la régularité de la marche accélératrice est satisfaisante, à l'exception de deux résultats, qui correspondent à des époques pour lesquelles les couches d'huile n'étaient pas encore dans un état normal.

ÉPOQUE			p
1880 avril	à	1880 octobre	$-0^s,0023$
1880 octobre		1881 mai	$-0,0058$
1881 mai		1881 octobre	$-0,0051$
1881 octobre		1882 mars	$-0,0063$
La pendule a été nettoyée au mois de juillet 1882.			
1882 octobre	à	1883 mai	$-0^s,0037$
1883 mai		1883 octobre	$-0,0015$
1883 octobre		1884 mai	$-0,0017$
1884 mai		1884 octobre	$-0,0010$
1884 octobre		1885 avril	$-0,0012$
La pendule a été nettoyée au mois de juillet 1885.			
1885 septembre	à	1886 mars	$-0^s,0049$

A l'aide de ces valeurs, nous déterminons la quantité q, correspondant à l'époque d'avril 1880 jusqu'en mai 1883, et on trouve de nouveau — $0^s,025$, c'est-à-dire exactement le résultat de notre premier calcul. Quant au coefficient barométrique, je donne les résultats spéciaux dans le tableau suivant :

ÉPOQUE	r	Erreur probable
1880	$+ 0^s,010$	$\pm 0^s,002$
1881	$+ 0,009$	$\pm 0,002$
1882	$+ 0,013$	$\pm 0,002$
1883 janv. 1 - juin 3	$+ 0,009$	$\pm 0,002$
1883 juin 3 - 1884 juillet 30	$+ 0,009$	$\pm 0,001$
1884 août 1 - 1885 mai 2	$+ 0,012$	$\pm 0,002$
1885 sep. 11 - 1886 mars 18	$+ 0,012$	$\pm 0,002$
Moyenne	$+ 0^s,0101$	$\pm 0^s,0007$

C'est donc notre résultat principal : la variation pour 1^{mm} de pression atmosphérique de la pendule Winnerl, qui a une compensation à gril, est de $\pm 0^s,0101$.

Quels sont les résultats qu'on a trouvés pour d'autres pendules astronomiques ? Les déterminations dans ce genre sont peu nombreuses et tous les résultats que j'ai pu me procurer se rapportent à des pendules munies d'une compensation à mercure. Je citerai, en premier lieu, notre pendule normale, la pendule électrique de précision de M. Hipp. M. le prof. Hirsch a trouvé, par une détermination directe, en diminuant la pression atmosphérique de 730^{mm} à 77^{mm} (donc de 653^{mm}), $r = + 0^s,012$

D'après une détermination analogue, Baily trouve $r = + 0^s,016_5$

La discussion des marches diurnes de la pendule normale :

de Pulkowa donne	+ 0,013
de Leyde »	+ 0,015
de Berlin »	+ 0,015
de Zurich »	+ 0,015$_5$
de Washburn Observatory donne	+ 0,012

I

DATE		Marche diurne observée	Tempér. C.	Baromètre mm.	Différ. entre marche calc. et m. observ.
		s	o	mm	s
1883 juin	3- 9	— 1,41	18,8	715,5	— 0,02
	9-13	— 1,27	17,1	20,5	— 0,08
	13-20	— 1,24	15,9	19,8	— 0,10
	20-23	— 1,17	15,0	21,7	— 0,13
	23-27	— 1,24	16,6	23,5	— 0,08
	27-29	— 1,35	19,0	21,9	— 0,06
	29- 2	— 1,42	19,9	22,5	— 0,01
juillet	2- 3	— 1,51	19,7	22,6	+ 0,09
	3- 7	— 1,56	20,4	19,9	+ 0,10
	7- 9	— 1,62	20,9	20,5	+ 0,14
	9-10	— 1,60	22,2	20,2	+ 0,08
	10-17	— 1,50	20,2	20,1	+ 0,03
	17-22	— 1,33	16,5	19,0	— 0,06
	22-13	— 1,33	17,3	21,8	— 0,09
août	13-14	— 1,43	19,5	22,1	— 0,04
	14-17	— 1,38	18,2	21,9	— 0,06
	17-21	— 1,27	17,1	24,0	— 0,13
	21-27	— 1,53	20,2	22,9	+ 0,04
	27- 1	— 1,68	21,0	19,9	+ 0,13
septembre	1- 3	— 1,50	19,0	13,9	— 0,05
	3- 7	— 1,42	16,2	18,3	— 0,02
	7-19	— 1,35	16,1	22,1	— 0,08
	19-23	— 1,44	15,9	19,0	— 0,02
	23-26	— 1,35	14,6	21,7	— 0,05
	26- 1	— 1,40	14,0	11,5	— 0,08
octobre	1- 6	— 1,42	11,1	15,6	+ 0,04
	6-10	— 1,10	9,6	25,8	— 0,15
	10-18	— 1,26	11,5	21,2	— 0,09
	18-20	— 1,36	12,7	21,8	— 0,01
	20-25	— 1,30	11,2	18,4	— 0,09
	25- 3	— 1,28	9,7	24,7	— 0,01
novembre	3- 5	— 1,26	9,1	19,4	— 0,06
	5-13	— 1,29	8,8	14,9	— 0,08
	13- 2	— 1,14	6,5	21,8	— 0,10
décembre	2-15	— 1,14	4,0	20,0	— 0,10
	15-24	— 1,19	4,7	22,4	— 0,05
	24- 4	— 1,20	5,1	26,9	— 0,01

I (SUITE)

DATE		Marche diurne observée	Tempér. C.	Baromètre mm.	Différ. entre marche calc. et m. observ.
		s	o	mm	s
1884 janvier	4- 7	— 1,23	5,7	724,1	— 0,04
	7- 9	— 1,32	6,3	25,1	+ 0,04
	9-16	— 1,32	5,4	29,3	+ 0,10
	16-19	— 1,26	5,1	31,6	+ 0,06
	19-24	— 1,27	5,0	29,0	+ 0,05
	24-25	— 1,36	5,5	19,6	+ 0,03
	25-30	— 1,42	5,4	18,8	+ 0,08
	30-31	— 1,34	6,8	25,4	+ 0,03
	31- 2	— 1,34	7,2	22,2	— 0,01
février	2-12	— 1,41	6,1	24,3	+ 0,10
	12- 1	— 1,39	6,0	18,3	+ 0,01
mars	1- 2	— 1,40	4,8	16,6	+ 0,02
	2- 4	— 1,43	5,1	19,8	+ 0,08
	4-13	— 1,57	7,0	17,0	+ 0,13
	13-26	— 1,61	9,2	21,6	+ 0,15
	26-29	— 1,50	7,6	16,2	+ 0,02
	29-31	— 1,57	9,1	12,8	+ 0,02
	31-12	— 1,70	11,5	13,4	+ 0,09
avril	12-19	— 1,65	9,4	12,1	+ 0,06
	19-23	— 1,59	8,9	11,9	+ 0,01
	23-25	— 1,55	9,4	10,0	— 0,07
	25-27	— 1,54	9,7	12,8	— 0,06
	27-28	— 1,52	9,8	16,6	— 0,05
	28-30	— 1,71	10,8	13,5	+ 0,09
	30- 3	— 1,67	11,7	17,5	+ 0,05
mai	3- 7	— 1,68	11,3	16,4	+ 0,07
	7-17	— 1,75	15,0	23,7	+ 0,08
	17-22	— 1,80	18,0	20,6	+ 0,03
	22-27	— 1,82	18,0	21,8	+ 0,06
	27-28	— 1,71	16,0	20,4	— 0,02
	28- 8	— 1,72	15,1	15,7	— 0,03
juin	8-10	— 1,66	12,9	17,1	— 0,03
	10-17	— 1,70	14,5	20,8	— 0,01
	17-19	— 1,61	13,7	20,9	— 0,08
	19-21	— 1,77	14,1	21,8	+ 0,07
	21-26	— 1,73	16,2	20,6	— 0,03
	26-30	— 1,92	19,5	22,2	+ 0,08
	30- 2	— 1,89	20,5	22,3	+ 0,02
juillet	2-12	— 2,01	21,1	19,9	+ 0,10
	14-22	— 1,95	21,7	21,5	+ 0,03
	22-23	— 1,87	19,4	22,2	+ 0,01
	23-26	— 1,85	18,8	21,3	— 0,01
	26-29	— 1,76	16,8	22,0	— 0,04
	29-30	— 1,70	17,4	23,6	— 0,09

II

DATE			Marche diurne observée	Tempér. C.	Baromètre mm.	Différ. entre marche calc. et m. observ.
			s	o	mm	s
1884	août	1- 8	— 2,08	22,3	722,0	+ 0,10
		8-15	— 2,08	22,1	21,4	+ 0,08
		15-22	— 2,01	19,8	20,8	+ 0,05
		22-29	— 1,94	18,0	19,3	— 0,01
		29- 5	— 1,93	17,1	17,6	— 0,03
	septembre	5-12	— 1,84	15,4	22,3	— 0,04
		12-19	— 1,88	17,2	24,7	— 0,02
		19-26	— 1,99	16,9	22,6	+ 0,07
		26- 3	— 1,86	15,3	23,6	— 0,03
	octobre	3- 7	— 1,85	13,3	22,4	— 0,01
		7-12	— 1,89	11,6	14,8	— 0,04
		12-22	— 1,75	10,0	25,9	— 0,02
		22-26	— 1,75	10,0	18,8	— 0,11
		26- 6	— 1,73	10,1	24,5	— 0,08
	novembre	6-14	— 1,70	9,1	27,4	— 0,06
		14-19	— 1,68	5,8	23,2	— 0,07
		19-27	— 1,68	4,9	20,3	— 0,09
		27- 5	— 1,68	4,3	18,7	— 0,11
	décembre	5-14	— 1,75	5,9	25,0	— 0,01
		14-27	— 1,88	4,6	12,0	— 0,02
		27- 8	— 1,73	2,2	22,1	— 0,01
1885	janvier	8-14	— 1,89	2,8	10,3	— 0,02
		14-28	— 1,79	1,5	20,1	+ 0,01
		28- 7	— 1,97	3,9	14,4	+ 0,06
	février	7-13	— 1,98	4,9	21,2	+ 0,12
		13-23	— 2,16	6,3	15,8	+ 0,20
		23-28	— 2,11	6,5	22,9	+ 0,22
		28-12	— 2,18	7,0	16,1	+ 0,19
	mars	12-17	— 1,91	5,9	24,7	+ 0,03
		17-25	— 1,96	6,6	16,5	— 0,04
		25- 4	— 1,88	6,9	16,9	— 0,13
	avril	4-18	— 2,04	9,0	10,2	— 0,11
		18-22	— 2,06	13,9	23,0	— 0,05
		22- 2	— 2,19	13,6	14,6	— 0,02

III

DATE			Marche diurne observée	Tempér. C.	Baromètre mm.	Différ. entre marche calc. et m. observ.
			s	o	mm	s
1885	septembre	11-23	— 0,04	17,0	724,3	— 0,01
		23-28	— 0,21	14,8	15,5	+ 0,07
		28- 7	+ 0,02	12,8	21,1	— 0,07
	octobre	7-15	— 0,10	10,6	10,9	— 0,06
		15-18	— 0,09	11,8	22,9	+ 0,01
		18-31	— 0,16	9,4	13,4	— 0,01
		31-19	— 0,03	7,9	20,5	— 0,10
	novembre	19-26	— 0,21	7,3	10,3	— 0,08
		26- 4	— 0,41	10,1	23,0	+ 0,16
	décembre	4- 9	— 0,46	9,2	14,6	+ 0,10
		9-18	— 0,10	4,3	27,2	— 0,01
		18-27	— 0,26	5,1	27,0	+ 0,08
		27- 4	— 0,14	4,1	23,1	— 0,10
1886	janvier	4-15	— 0,32	3,5	14,1	— 0,07
		15-26	— 0,45	3,1	09,0	— 0,04
		26-31	— 0,54	4,1	16,1	+ 0,08
		31- 8	— 0,64	3,9	17,3	+ 0,16
	février	8-14	— 0,27	1,9	22,8	— 0,12
		14-22	— 0,59	3,1	19,5	+ 0,08
		22-27	— 0,55	4,1	21,4	+ 0,02
		27-7	— 0,79	4,5	09,8	+ 0,08
	mars	7-12	— 0,53	1,6	21,4	+ 0,00
		12-18	— 0,61	4,6	16,8	— 0,06