Le champ magnétique de l'orbite lunaire

Autor(en): **Counson, L.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Archives des sciences physiques et naturelles**

Band (Jahr): **9 (1927)**

PDF erstellt am: **25.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-740882

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

LE CHAMP MAGNÉTIQUE DE L'ORBITE LUNAIRE

PAR

L. COUNSON

(Avec 5 fig.)

La possibilité d'une influence de la lune sur les phénomènes magnétiques terrestres a été formulée la première fois par Kreil en 1839 [1], d'après les observations faites à Milan [2] et à Prague [3]. Mise en doute dès son énoncé, l'action lunaire fut retrouvée dans une analyse de nombreuses données météorologiques présentée à l'Académie des Sciences de Vienne [4]; elle resta, par la suite, de nombreuses années en honneur.

La question a été longuement étudiée par Sabine dont les travaux, relatifs à des mesures faites aux observatoires de Toronto, Ste. Hélène, Hobarton, ont paru dans les *Philos. Transactions* [5] et surtout dans *Meteorological Observations at St. Helena* [6]. En 1864, Lamont [7] a essayé de coordonner tout ce qui était connu de l'influence de la lune sur la direction et la force du magnétisme terrestre. On trouve encore des travaux du même genre dans *Magn. and Meteor. Observ. at Batavia* [8], dans *Trevandrum Observations*, t. I, et une étude très importante de Van der Stock dans les *Archives Néerlandaises des Sciences exactes* [9].

1 *Astron. Nachr.* t. XVI, 1839.

2 *Osservazioni sull'intensità e sulla direzione della forza magnetica*, Milano 1839.

3 *Magnetische u. Meteorologische Beobachtungen in Prag.* Band 1.

4 *Denkschriften der Math. Naturwissenschaftlichen Klasse der Wiener Akademie*, 3 u. 5 Band.

5 *Phil. Trans.* 1866 p. 441.

6 T. II, p. CXLVI 1860.

7 *Sitzungsberichte der K. Akademie der Wissenschaften* 1864 t.II 2 Munich.

8 Vol. XVII, p. 206, 1894.

9 T. XVI, p. 333, 1881.

Il résulte de tant de travaux que l'action propre de la lune comme corps magnétique, si grande que l'on suppose l'aimentation directe ou induite, est très faible, et « il semble illusoire de poursuivre la discussion de quantités très petites qui sont le résultat de nombreuses corrections et n'offrent pas des garanties absolues d'exactitude [1].

Malgré le peu d'attrait que présente une question jugée de cette manière par un savant spécialiste, j'ai comparé les valeurs de l'angle d'inclinaison relevées à l'Observatoire du Val-Joyeux [2] pendant les mois des années 1900 à 1920, aux valeurs de l'inclinaison de l'orbite lunaire sur l'équateur, aux époques correspondantes.

Il apparaît que *l'action de la lune sur le magnétisme terrestre est due à un champ magnétique correspondant à l'orbite lunaire.*

* * *

La lune se meut dans un plan qui passe par le centre de la terre et qui tourne autour de ce point en 18 ans 8 mois environ. Le pôle de l'orbite lunaire se déplace sur un petit cercle dont le centre est le pôle de l'écliptique et dont le rayon est $\rho = 5° 8' 43''$.

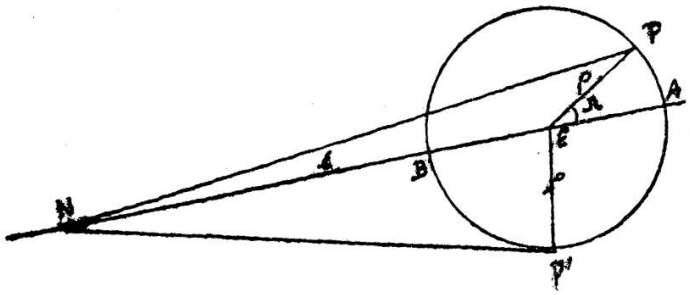

Fig. 1.

Soit E P B P'A (fig. 1) de cercle de déplacement du pôle de l'orbite lunaire; soit E le pôle de l'écliptique et N le pôle de l'équateur. La longitude du nœud ascendant de la lune est representée par l'angle Ω que fait le plan du cercle NE avec le

[1] MASCART, *Traité de magnétisme*, p. 275, 1900.

[2] *Ann. de l'Inst. de phys. du globe de l'Un. de Paris et du Bureau Central de Magnétisme terrestre*, 1922.

plan de cercle EP. L'inclinaison de l'orbite lunaire sur l'équateur est donnée par:

$$\cos I = \cos i \cos \rho + \sin i \sin \rho \cos \Omega \ ;$$

elle est variable entre un maximum $NA = i + \rho$ et un minimum $i - \rho$. Quand la ligne des nœuds coïncide avec la ligne des équinoxes et quand le nœud ascendant coïncide avec

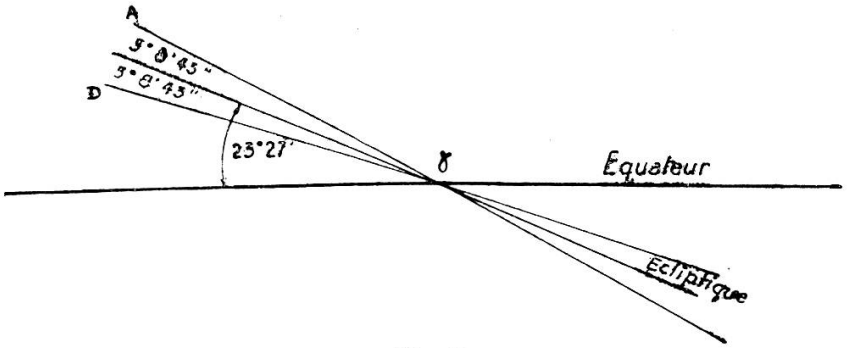

Fig. 2.

le point vernal, γA est l'orbite lunaire (fig. 2) projetée sur la sphère céleste vue de la terre. Elle est inclinée sur l'équateur de $23°27' + 5°8'43'' = 28°35'43''$.

Après un demi-tour de la ligne des nœuds sur l'écliptique, elle revient en coïncidence avec la ligne des équinoxes; le nœud descendant coïncide avec le point vernal; γD est l'orbite lunaire projetée sur la sphère céleste vue de la terre. Elle est inclinée sur l'équateur de $23°27' - 5°8'43'' = 18°18'17''$.

L'oscillation complète de l'orbite, de γD vers γA puis jusque γD se fait en 18 ans et 8 mois. Pendant ce temps la lune accomplit environ 250 fois le tour de son orbite. Au cours d'une de ces révolutions, elle est tantôt au-dessus de l'équateur (déclinaison +), tantôt au-dessous (déclinaison —). L'oscillation de l'orbite lunaire apparaît donc comme un mouvement pendulaire autour de la ligne des nœuds. Le passage de l'amplitude minimum à l'amplitude maximum se fait en 9 ans 4 mois. On voit d'après la figure suivante (fig. 3) que l'accroissement de l'amplitude ne se fait pas par une succession d'agrandissements mensuels. Le double diagramme des maxima de déclinaisons positives et de déclinaisons négatives présente une suite de *variations conformes* et de *variations contraires.*

J'appellerai variation conforme celle qui correspond à un agrandissement de l'amplitude pendant une période d'accrois-

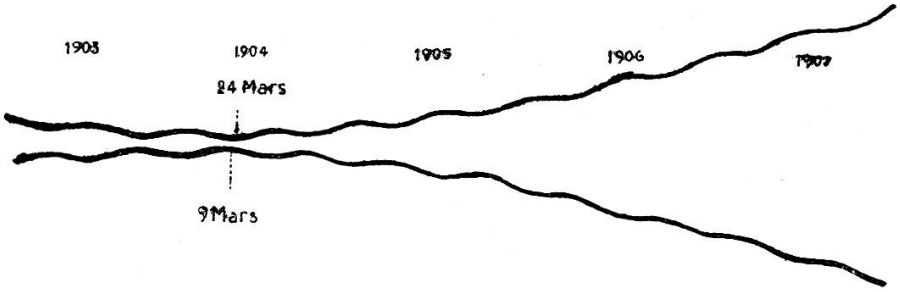

Fig. 3.

sement général de celle-ci, ou celle qui correspond à une diminution de l'amplitude pendant une diminution générale de de celle-ci.

Les variations contraires, de périodes plus courtes (sauf au voisinage du minimum et du maximum) pourraient s'appeler aussi variations antagonistes. L'irrégularité dans le mouvement oscillatoire de l'orbite lunaire est due à la rétrogradation non uniforme de la ligne des noeuds.

Pour chaque révolution lunaire, le maximum de la déclinaison donne l'inclinaison I de l'orbite sur l'équateur. Considérons deux maxima successifs $+ D_1$, $+ D_2$; le rapport $\frac{D_1 - D_2}{\text{nombre de jours}}$ donne la vitesse diurne moyenne de variation de l'amplitude du côté des déclinaisons positives.

Si l'on fait le relevé des déclinaisons maxima positives et négatives de la lune pendant l'année 1919 par exemple, on trouve les valeurs suivantes: (v. tableau à la page suivante)

L'inclinaison constamment variable de l'orbite lunaire est dans une époque de décroissance qui a commencé en mars 1913 et qui prendra fin en 1922. Une période de diminution de l'inclinaison, c'est-à-dire de variation conforme, commence le 31 décembre et continue jusqu'au 2 mai. En effet, la déclinaison positive maximum, le 16 décembre 1918, est de 22° 27′ 8″. L'angle d'inclinaison de l'orbite sur l'équateur a évidemment la même valeur si l'orbite est supposée plane; l'angle du plan de l'équateur avec le plan de l'orbite du côté des déclinaisons négatives est aussi de 22° 27′ 8″, au 16 décembre 1918. Mais cette

Dates	Déclinaison +	Déclinaison —	Dates
19 novembre 1918	22° 27′ 7″	22° 26′ 57″	3 décembre 1918
16 décembre 1918	22 27 8	22 26 57	31 décembre 1918
13 janvier 1919	22 24 57	22 20 42	26 janvier 1919
9 février »	22 15 3	22 6 40	23 février »
8 mars »	21 59 32	21 50 35	23 mars »
5 avril »	21 45 14	21 39 47	19 avril »
2 mai »	21 37 48	21 36 36	16 mai »
29 mai »	21 36 48	21 37 20	12 juin »
26 juin »	21 36 46	21 35 26	10 juillet »
23 juillet »	21 31 58	21 26 49	6 août »
19 août »	21 20 29	21 12 31	2 septembre »
16 sept. »	21 5 42	20 58 18	29 sept. »
13 octobre »	20 53 55	20 50 20	26 octobre »
9 novem. »	20 49 27	20 49 39	23 novem. »
7 décem. »	20 50 3	20 50 38	21 décem. »

valeur est incompatible avec les grandeurs — 22° 26′ 57″ et — 22° 26′ 57″ aux dates du 5 décembre et du 31 décembre qui englobent le moment de la déclinaison positive que nous voulions choisir.

La valeur — 22° 26′ 57″ au contraire, à laquelle correspond un angle d'inclinaison + 22° 26′ 57″, est comprise entre 22° 27′ 8″ (16 décembre) et 22° 24′ 57″ (13 janvier) et peut être prise comme valeur initiale de l'angle de l'orbite lunaire avec l'équateur pour une période de variation conforme.

Le même raisonnement indique comme fin de cette période le 2 mai. Il donne aussi les dates du 26 juin et du 23 novembre pour le commencement et la fin de la période suivante.

En divisant la variation totale par le nombre de jours écoulés on trouve que la variation diurne moyenne de l'angle d'inclinaison de l'orbite lunaire sur l'équateur est de 24″, 1 du 31 décembre 1918 au 2 mai 1919 et qu'elle est de 18″, 8 du 26 juin au 23 novembre.

D'autre part, les Annales de l'Institut de Physique du Globe, de l'Université de Paris donnent les valeurs des éléments magnétiques à l'Observatoire du Val-Joyeux pendant les jours de calme magnétique des années 1915 à 1921. On trouve, grâce à ces tables, pour la valeur moyenne de l'angle d'inclinaison magnétique, pendant la période du 31 décembre 1918 au 2 mai

1919, 64° 43′,6 et 64° 42′,4 pour la période du 26 juin au 23 novembre.

La valeur la plus grande de l'inclinaison magnétique correspond à la plus grande variation diurne de l'inclinaison de l'orbite lunaire sur l'équateur.

Cette concordance n'est pas fortuite; elle se vérifie annuellement de 1915 à 1921, comme le montrent les résultats suivants:

Variation moyenne diurne de l'inclinaison de l'orbite lunaire sur l'équateur		Valeur moyenne de l'angle d'inclinaison magnétique pendant les mêmes périodes
		64°,+
1915: du 9 février au 25 juin	13″,7	38′,3
du 19 août au 6 décembre	19,3	39,1
1916: du 13 février au 15 janvier	18,4	39,5
du 9 août au 26 novembre	22,7	40,6
1917: du 5 janvier au 18 juin	16,8	40,25
du 15 juillet au 13 décembre . . .	19,3	41,30
1918: du 13 décembre 1917 au 8-6-1918 .	16,6	41,9
du 8 juin au 19 novembre	18	42,8
1919: du 31 décembre au 2 mai 1919. . .	24,1	43,6
du 26 juin au 23 novembre	18,8	42,4
1920: du 7 décembre 1919 au 21-4-1920 .	21,1	41,7
du 15 juin au 16 octobre	19,4	41
1921: du 24 décembre au 25 avril	17,4	40,2
du 6 juin au 21 octobre.	12,7	39

Cette coïncidence est générale. Elle se retrouve pour deux périodes successives convenablement choisies en tenant compte des alternances dues aux maximum et minimum. L'année 1904, par exemple, est une année de changement du sens général

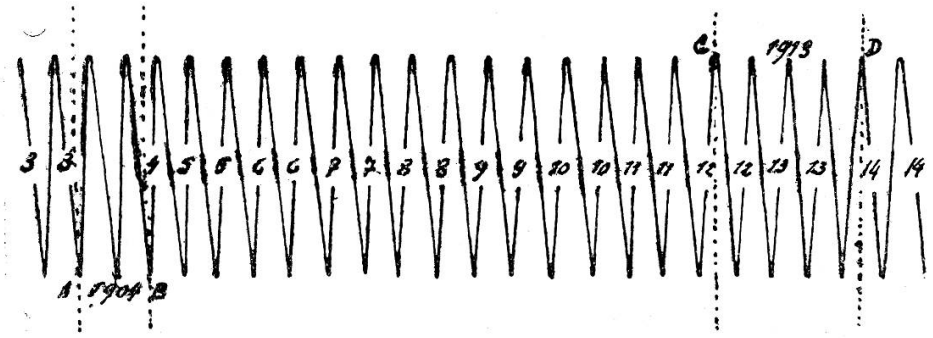

Fig. 4.

de variation des déclinaisons lunaires. La comparaison de deux périodes successives (fig. 4) ne peut se faire utilement que jusqu'au point A, puis à partir du point B. On voit de même que les variations de l'année 1913 — année de maximum de déclinaison — ne peuvent entrer dans la série (fig. 4); les comparaisons précédentes conduisent en effet jusqu'en C et les périodes successives de diminution ne peuvent être comptées qu'à partir de D.

Les données les plus nombreuses de la station météorologique du Val-Joyeux sont relatives aux valeurs *mensuelles* des éléments magnétiques. Pour faire une comparaison utile, il fallait donc déterminer les positions de l'orbite au commencement de chaque mois et plus particulièrement des mois où commençent et finissent les périodes de variation conforme.

La position moyenne de l'orbite est définie: du côté des déclinaisons positives, par les deux maxima qui englobent le jour considéré; du côté des déclinaisons négatives, par les deux minima (maxima —) qui comprennent le même jour.

Voici (page suivante), à titre de modèle d'opérations, les déterminations correspondant à l'année 1901, époque de diminution de l'amplitude d'oscillation.

Les valeurs 45″,95 et 41″,4 que nous appelons variations diurnes de l'amplitude, sont, à quelques dixièmes de seconde près, égales au double de la variation diurne de l'angle d'inclinaison de l'orbite lunaire sur l'équateur.

Les tableaux qui suivent donnent, pour les années 1901 à 1920, les vitesses diurnes de variation d'amplitude pendant les périodes de variations conformes; une seule des deux dates utiles à la détermination de l'angle boréal ou de l'angle austral de l'orbite avec l'équateur, est indiquée.

Ils donnent aussi les valeurs moyennes de l'angle d'inclinaison de l'aiguille aimantée pendant les mêmes périodes, et d'après les observations de la station du Val-Joyeux.

Enfin j'ai ajouté — à titre de généralisation — un tableau semblable pour l'année 1898, les données magnétiques étant celles de l'Observatoire du Parc St Maur.

Si on dispose de données magnétiques plus complètes, on peut calculer, comme nous l'avons fait précédemment, les termes de

Dates 1901	Déclinaison +	Angle boréal de l'orbite avec l'équateur	Angle austral de l'orbite avec l'équateur	Déclinaison —	Dates
1 janv.	.....	21° 25′ 30″	21° 24′ 42″		
2 janv.	21° 25′ 28″			21° 22′ 8″	16 janv.
30 janv.	21 17 26			21 9 31	13 févr.
26 févr.	21 2 48			21 53 38	12 mars
25 mars	20 48 6			20 42 4	8 avril
22 avril	20 39 43				
1 mai	.....	20 39 18	20 39 ″	.....	1 mai
		.....	.....		
		46′ 12″	45′ 42″	20 38 20	6 mai
19 mai	20 38 28	$\frac{46'12'' + 45'42''}{120} = 45'',95$		20 39 25	2 juin
15 juin	20 39 25			20 38 56	29 juin
1 juil.	.....	20 38 20	20 38 41	.....	1 juil.
12 juil.	20 36 21			20 32 5	27 juil.
9 août	20 26 35			20 19 6	23 août
5 sept.	20 12 42			20 5 11	20 sept.
2 oct.	20 0 43			19 56 45	17 oct.
30 oct.	19 55 39			.....	1 nov.
1 nov.	.....	19 55 36	19 56 22		
		.....	.....	19 55 58	13 nov.
		42′ 44″	42′ 19″		
26 nov.	19 56 46	$\frac{42'44'' + 42'19''}{123} = 41'',4$		19 58 12	10 déc.
24 déc.	19 57 23				

comparaison en prenant, d'une part, la variation moyenne de l'amplitude — qui est égale au double de l'angle d'inclinaison de l'orbite sur l'équateur — pour un certain nombre de jours, d'autre part la moyenne de l'inclinaison magnétique pendant le nombre de jours correspondant.

Dans chaque cas j'ai retrouvé la coïncidence énoncée précédemment. Il semble donc qu'on puisse formuler la loi suivante: « *Pendant deux périodes de variations conformes successives de la déclinaison lunaire, la plus forte inclinaison magnétique correspond à la plus grande vitesse de variation de l'amplitude d'oscillation de l'orbite.* »

La succession des périodes s'établit à partir des époques de coïncidence de la ligne des nœuds avec la ligne des équinoxes.

* * *

Ces faits s'interprètent le mieux en admettant qu'il existe autour de la terre, outre son champ magnétique propre, un champ dont l'origine est dans le mouvement de révolution de la lune autour de notre planète.

Depuis les travaux de Faraday [1] et de Maxwell [2] on sait que le transport mécanique d'une charge électrostatique, alors même qu'il n'est pas accompagné du transport en sens inverse d'une charge opposée, équivaut à un courant dirigé dans le sens du mouvement. La force magnétique résulte de la propagation dans l'espace du trouble apporté dans la distribution des lignes de force du champ électrique par le mouvement du corps chargé. L'importance du champ magnétique est fonction du nombre de lignes de force entraînées et de la rapidité avec laquelle la perturbation de ces lignes se produit.

La lune, en mouvement par rapport à la terre, produira un champ magnétique si elle porte une charge électrostatique libre. Le champ aura une valeur perceptible si la vitesse de translation est suffisante et si la charge n'est pas trop faible.

Les meilleures vérifications expérimentales des idées de Maxwell et de Faraday ont été réalisées par le déplacement de charges électrostatiques à la vitesse de 120 mètres à la seconde; la vitesse de déplacement de la lune sur son orbite est de 1200 mètres à la seconde.

La charge électrostatique de la terre est de 0,0004 unités é.s. par cm^2; elle se maintient malgré une déperdition énorme dans l'air ionisé. Les mêmes agents qui provoquent la formation d'électricité à la surface de la terre peuvent contribuer au même phénomène à la surface de la lune. La déperdition à la surface de celle-ci doit être très faible dans une atmosphère raréfiée.

On peut donc admettre qu'à la translation de la lune sur son orbite correspond un courant de convection. Le champ magnétique inhérant à ce courant est fonction de la vitesse de déplacement de la lune et de sa charge électrostatique.

[1] *Exp. Research*, vol. I, art. 1646.
[2] *Electricité et Magnétisme.*

Les lignes de force du champ magnétique de l'orbite lunaire se déplacent constamment par rapport à la terre, produisant des courants induits dans celle-ci.

Considérons (fig. 5) une sphère entourée d'un courant circulaire AB, le sens du courant étant tel que le sens des lignes de force du champ magnétique engendré par le courant soit CD. Faisons osciller le courant autour d'un axe passant par C et

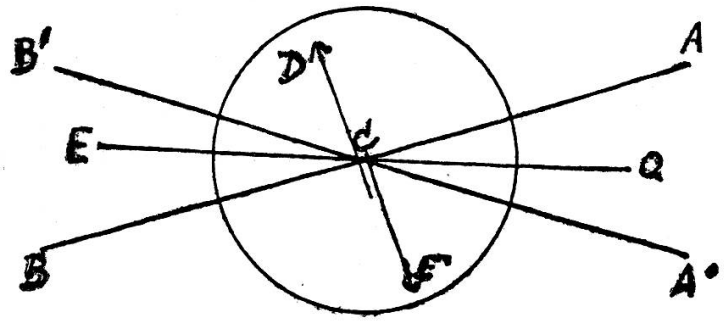

Fig. 5.

perpendiculaire au plan de la figure; l'oscillation a lieu entre AB et A'B' de part et d'autre de EQ; elle produit des courants induits d'un certain sens, toujours le même, dans la sphère. L'intensité de ces courants induits est fonction de la vitesse d'oscillation.

Tandis que le circuit oscille, imprimons lui un mouvement de translation dirigé par le plan EQ et dans le sens rétrograde. Après une rotation de 180°, le courant circulaire oscillera de nouveau de AB en A'B' mais le sens des lignes de force de son champ magnétique sera CE; le sens des courants induits dans la sphère restera donc le même; leur intensité sera évidemment fonction de la vitesse d'oscillation.

Revenant à l'ensemble terre, orbite lunaire, on voit que le passage de la ligne des nœuds par la ligne des équinoxes ne modifie pas le sens des courants induits à la surface de la terre par les oscillations du champ magnétique de l'orbite. L'action de ces courants sur l'aiguille d'inclinaison ne diffère que dans leurs intensités respectives.

Dates	Déclinaison +	Angle boréal de l'orbite avec l'équateur	Variation diurne moyenne de l'amplitude	Angle austral de l'orbite avec l'équateur	Déclinaison —	Dates	Nombre de jours de variation conforme	Valeur moyenne de l'angle d'inclinaison magnétique
1901						**1901**		64° +
1 janvier		21 25 30		21 24 42		1 janvier		
2 janvier	21 25 28		45″,95		21 22 8	16 janvier	120	59′,48
22 avril	20 39 43							
1 mai		20 39 18		20 39 0		12 mai		
					20 38 20	6 mai		
					20 38 56	29 juin		
1 juillet		20 38 20		20 38 41		1 juillet		
12 »	20 36 21		41″,4				123	58′,37
30 octobre	19 55 36							
1 novembre		19 55 36		19 56 22		1 novem.		
					19 55 58	13 »		
1902						**1902**		
1 janvier		19 55 33		19 56 23		1 janvier		
20 »	19 51 10				19 55 51	6 »		
			46″,71		19 20 34	29 mars	90	57′,5
1 avril		19 21 30		19 20 22		1 avril		
12 »	19 28 26							
					19 22 12	20 juin		
1 juillet		19 20 18		19 20 44		1 juillet		
3 »	19 20 8		39″,43				92	56′,5
1 octobre		18 50 1		18 50 33		1 octob.		
20 »	18 47 43				18 48 14	7 »		
1903						**1903**		
1 janvier		18 51 59		18 53 38		1 janvier		
11 »	18 50 44		35″,61		18 47 17	24 »	90	55′.16
1 avril		18 25 45		18 26 22		1 avril		
3 avril	18 25 14				18 25 49	16 »		
24 juin	18 34 51							
1 juillet		18 33 46		18 34 28				
					18 34 9	7 juillet		
			27″,91		18 12 28	27 sept.	92	54′,33
1 octobre		18 13 2		18 12 24		1 octobre		
11 »	18 13 9							
1904-1905						**1904-1905**		
1 octobre	19 19 18	18 19 18		18 19 36		1 octobre		
					18 22 22	14 octobre		
25 nov.	18 38 44		39″,21				61	51′.75
1 décem.		18 39 36		18 39 10		1 décem.		
					18 41 47	8 »		
					18 34 46	27 février		
1 mars		18 35 43		18 35 0		1 mars		
15 mars	18 35 55						92	51′
			36″,15		19 0 14	21 mai		
1 juin		19 3 37		19 2 32		1 juin		
4 juin	19 4 52							
1905-1906						**1905-1906**		
21 sept.	19 5 55							
1 octobre		19 9 44		19 8 44		1 octobre		
					19 9 49	5 octobre		
15 nov.	19 30 50		51″,32		19 34 51	28 nov.	61	50′,05
1 décem.		19 35 26		19 35 13		1 décem.		
5 février	19 36 55				19 36 58	18 février		
1 mars		19 38 44		19 38 59		1 mars		
5 »	19 39 3		47″, 6				92	48′,36
26 mai	20 14 52				28 8 32	11 mai		
1 juin		20 15 43		20 15 0		1 juin		

Dates	Déclinaison +	Angle boréal de l'orbite avec l'équateur	Variation diurne moyenne de l'amplitude	Angle austral de l'orbite avec l'équateur	Déclinaison —	Dates	Nombre de jours de variation conforme	Valeur moyenne de l'angle d'inclinaison magnétique
1906-1907						**1906-1907**		64° +
					20° 19′ 38″	29 août		
1 sept.		20 21 3		20 20 16		1 sept.		
12 »	20° 23 21″							
30 décem.	21 4 30		42″,72				122	47′,20
1 janvier		21 4 31		21 3 40	21	1 janvier		
					21 3 50	13 janvier		
26 janvier	21 3 22							
1 février		21 3 42		21 4 1		1 février		
					21 4 6	9 février		
			45″,29		21 49 3	29 mai	120	47′,27
1 juin		21 49 5		21 49 13		1 juin		
12 »	21 51 47							
1907-1908						**1907-1908**		
					21 54 29	19 août		
1 sept.	21° 57′ 48″	21° 57′ 48″		21 58 45		1 sept.		
23 novem.	22 38 30		54″,82				91	45′,93
1 décem.		22 39 26		22 39 16		1 décem.		
					22 40 58	7 décem.		
					22 50 6	26 février		
1 mars		22 51 6		22 50 48		1 mars		
11 »	22 55 34							
			53″		23 30 25	18 mai	92	45′,03
1 juin	23 31 45	23 31 45		23 31 27		1 juin		
1908-1909						**1908-1909**		
25 juillet	23 32 23							
1 août		23 33 43		23 34 11		1 août		
					23 35 1	9 août		
			52″,19		24 14 8	30 octob.	92	44′,63
		24 14 32		24 14 24		1 nov.		
11 novem.	24 18 22							
					24 22 21	19 janvier		
1 février		24 23 50		24 25 29		1 février		
2 »	24 23 55							
22 mai	25 9 45		45″,17				120	43′,7
1 juin		25 9 47		29 9 53		1 juin		
					25 10 18	5 juin		
1909-1910						**1909-1910**		
					25 11 27	30 juillet		
1 août		25 12 11		25 11 33		1 août		
11 »	25 14 9		51″,48				92	44′,33
					25 48 33	20 oct.		
1 nov.		25 51 34		25 51 7		1 nov.		
2 »	25 51 58							
23 janvier	25 54 47							
1 février		25 57 31		25 57 51		1 février		
					25 59 9	6 février		
			49″,30		26 34 51	29 avril	89	43′,4
1 mai		26 33 35		26 34 55		1 mai		
12 mai	26 35 54							
1910-1911						**1910-1911**		
					26 34 8	20 juillet		
1 août	26 36 56	26 36 56		26 37 20		1 août		
22 oct.	27 9 48		43″,48		27 6 53	10 oct.	92	43′,03
1 nov.		27 10 19		27 10 38		1 nov.		
13 janvier	27 8 10				27 10 45	27 janvier		
1 février		27 13 19		27 12 27		1 février		
			39″,7				89	42′,5
1 mai		27 41 50		27 42 0		1 mai		
2 mai	27 42 8				27 40 56	16 mai		

Dates	Déclinaison +	Angle boréal de l'orbite avec l'équateur	Variation diurne moyenne de l'amplitude	Angle austral de l'orbite avec l'équateur	Déclinaison —	Dates	Nombre de jours de variation conforme	Valeur moyenne de l'angle d'inclinaison magnétique
1911-1912						**1911-1912**		64° +
23 juillet	27 38 58							
1 août		27° 41 0″		27° 40′ 57″		1 août		
					27° 42 20″	6 août		
16 sept.	27 59 8		43″,68		28 3 34	29 sept.	61	41′,25
1 oct.		28 2 41		28 3 41		1 oct.		
30 janvier	28 5							
1 février		28 5 24		28 5 33		1 février		
			37″,55		28 10	13 février	60	40′,6
25 mars	28 24				28 20 34	11 mars		
1 avril		28 24 13		28 24 17		1 avril		
1914						**1914**		
1 avril		28 31 45		28 31 34		1 avril		
2 »	28 31 35				28 27 55	14 »		
26 mai	28 13 16		36″,13		28 18 5	12 mai	61	38′,75
1 juin		28 12 53		28 13 42		1 juin		
					28 21 11	29 août		
1 sept.		28 20 13		28 20 56		1 sept.		
12 »	28 20 8		34″,34				91	38′,13
1 déc.		27 53 49		27 55 15		1 déc.		
3 »	27 52 55				27 52 42	16 »		
1915						**1915**		
23 février	27 59 55							
1 mars		27 58 46		27 58 37		1 mars		
					27 58 4	8 mars		
16 mai	27 31 22		38″,34		27 29 23	29 mai	92	38′,16
1 juin		27 29 15		27 29 20		1 juin		
1 sept.		27 31 16		27 30 30		1 sept.		
2 »	27 31 9				27 27 22	15 »		
23 nov.	26 58 48		42″,4				91	39′,43
1 déc.		26 58 23		26 59 5		1 déc.		
					26 57 47	6 »		
1916						**1916**		
13 février	29 0 27				26 57 9	27 février		
1 mars		26 55 34		26 56 19		1 mars		
31 mai	26 21 34		43″,93		26 23 48	18 mai	92	40′,23
1 juin		26 21 34		26 22 57		1 juin		
25 juillet	26 24 13							
1 août		26 23 27		26 23 19		1 août		
			45″,74		26 23 5	9 août	92	41′,06
					25 48 40	29 octob.		
1 nov.		25 48 34		25 47 54		1 nov.		
11 »	25 44 1							
1917						**1917**		
1 février	25 41 15	25 41 15		25 39 42		1 février		
			43″,83		25 36 40	16 »	120	40′,42
22 mai	24 56 41							
1 juin		24 56 37		24 56 40		1 juin		
					24 56 10	5 »		
15 juillet	24 56 59				24 54 58	30 juillet		
1 août		24 54 16		24 54 18		1 août		
29 nov.	24 8 3		45″,23		24 9	16 nov.	122	41′,87
1 déc.		28 8 3		24 8 32		1 déc.		
1918						**1918**		
1 janvier		24 8 9		24 8 7		1 janvier		
22 »	24 6 26		40″,09		24 8 4	10 »	151	42′,46
1 juin		23 17 55		23 17 26		1 juin		
8 juin	23 17 37				23 17 57	22 »		
1 juillet		23 17 32		23 17 14		1 juillet		
5 »	23 17 31				23 15 31	20 »		
22 oct.	22 32 11		46″,12				123	43′,65
1 nov.		22 30 30		22 29 42		1 nov.		
					22 28 2	6 »		

...

Dates	Déclinaison +	Angle boréal de l'orbite avec l'équateur	Variation diurne moyenne de l'amplitude	Angle austral de l'orbite avec l'équateur	Déclinaison —	Dates	Nombre de jours de variation conforme	Valeur moyenne de l'angle d'inclinaison magnétique
1919						**1919**		64° +
1 janvier		22° 25′ 56″		22° 26′ 57″		1 janvier		
13 »	22° 24 57″		48″,15		22° 20′ 42″	26 »	120	43′,87
1 mai		21 38 5		21 38 29		1 mai		
2 »	21 37 48				21 36 36	16 »		
26 juin	21 36 46							
1 juillet		21 36 4		21 36 9		1 juillet		
			44″,41		21 35 26	10 juillet	123	42′,87
					20 50 20	26 oct.		
1 nov.		20 50 57		20 50 13		1 nov.		
9 »	20 49 27							
1920						**1920**		
1 janvier		20 48 43		20 48 52		1 janvier		
3 »	20 48 33				20 45 50	17 »		
25 mars	20 11 58		50″,22				91	42′,03
1 avril		20 10 47		20 10 38		1 avril		
					20 7 33	8 »		
					20 6 25	29 juin		
1 juillet		20 6 2		20 6 10		1 juillet		
13 »	20° 3′ 0″		45″,45				92	40′,9
1 oct.		19 31 27		19 31 3		1 oct.		
3 »	19 29 24				19 26 52	16 »		
1898						**1898**		
5 janvier	26° 14′ 4″				26° 14 47	18 janvier		
1 février	26 14 2	26° 14′ 2″		26° 12′ 58″		1 février		
					26 10 59	15 »		
1 mars	26 6 12				25 59 39	14 mars		
28 »	25 52 4		47″,61				89	58′,83
24 avril	25 38 31				25 45 16	10 avril		
1 mai		25 36 57		25 37 25		1 mai		
21 »	25 31 27				25 34 39	8 »		
17 juin	25 31 4				25 31 10	4 juin		
14 juillet	25 32 20				25 32 5	1 juillet		
					25 31 15	29 »		
1 août		25 30 15		25 30 43		1 août		
11 »	25 29 1				25 23 54	25 »		
7 sept.	25 18 17				25 10 24	22 sept.		
4 oct.	25 3 11		43″,60		24 56 7	19 oct.	122	58′,22
1 nov.	24 50 34				24 47 24	15 nov.		
29 »	24 45 34							
1 déc.		24 45 34		24 46 36		1 déc.		
26 »	24 46 19				24 45 57	12 »		