

Le champ magnétique de l'orbite lunaire

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

Objektyp: **Article**

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

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

PDF erstellt am: **30.06.2024**

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.

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 $\rho = 5^{\circ}8'43''$.

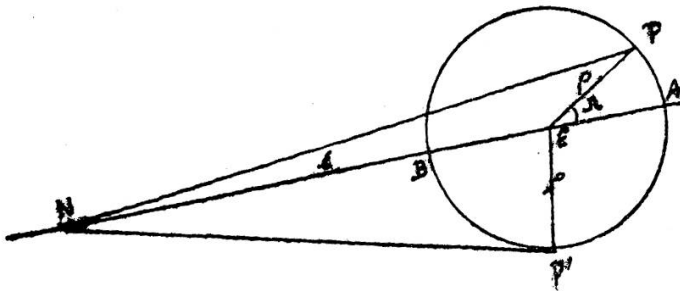


Fig. 1.

Soit EPBP'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 représentée 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

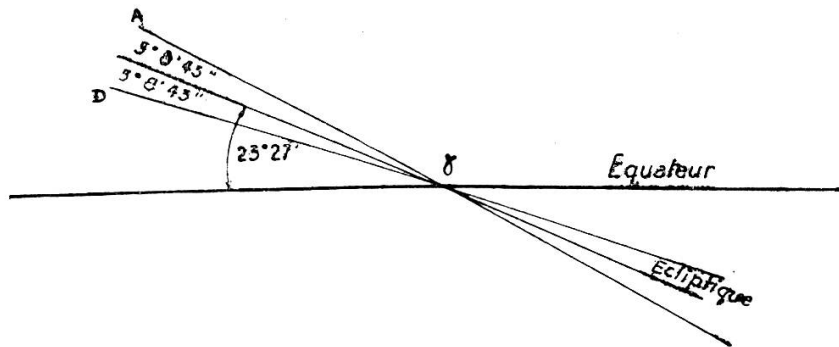


Fig. 2.

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 $23^{\circ} 27' + 5^{\circ} 8' 43'' = 28^{\circ} 35' 43''$.

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 $23^{\circ} 27' - 5^{\circ} 8' 43'' = 18^{\circ} 18' 17''$.

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-

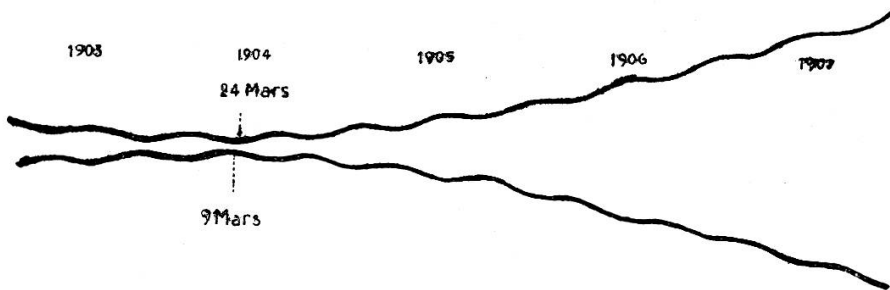


Fig. 3.

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 $22^\circ 27' 8''$. 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 $22^\circ 27' 8''$, 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, $64^{\circ} 43',6$ et $64^{\circ} 42',4$ 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
	$64^{\circ},+$
1915: du 9 février au 25 juin $13'',7$	} $38',3$
du 19 août au 6 décembre $19,3$	
1916: du 13 février au 15 janvier $18,4$	} $39,1$
du 9 août au 26 novembre $22,7$	
1917: du 5 janvier au 18 juin $16,8$	} $39,5$
du 15 juillet au 13 décembre $19,3$	
1918: du 13 décembre 1917 au 8-6-1918 . $16,6$	} $40,6$
du 8 juin au 19 novembre 18	
1919: du 31 décembre au 2 mai 1919. $24,1$	} $40,25$
du 26 juin au 23 novembre $18,8$	
1920: du 7 décembre 1919 au 21-4-1920 . $21,1$	} $41,30$
du 15 juin au 16 octobre $19,4$	
1921: du 24 décembre au 25 avril $17,4$	} $41,9$
du 6 juin au 21 octobre. $12,7$	
	} $42,8$
	} $43,6$
	} $42,4$
	} $41,7$
	} 41
	} $40,2$
	} 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

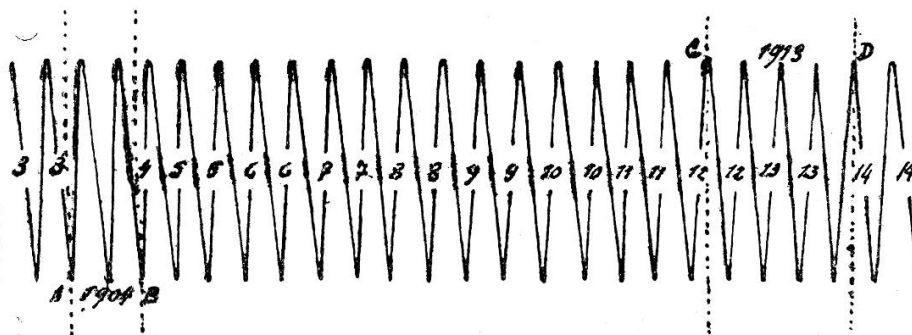


Fig. 4.

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 commencent 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 cm²; 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 inhérent 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

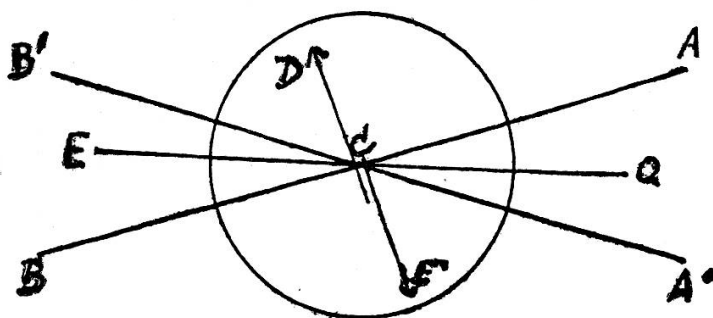


Fig. 5.

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		
1 juillet		20 38 20		20 38 41	20 38 56	29 juin		
12 "	20 36 21		41",4			1 juillet	123	58',37
30 octobre	19 55 36			19 56 22				
1 novembre		19 55 36			19 55 58	1 novem.		
						13 "		
1902						1902		
1 janvier		19 55 33		19 56 23		1 janvier		
20 "	19 51 10		46",71		19 55 51	6 "		
					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	92	56',5
3 "	19 20 8		39",43					
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				
			27",91		18 34 9	7 juillet		
1 octobre		18 13 2		18 12 24	18 12 28	27 sept.	92	54',33
11 "	18 13 9					1 octobre		
1904-1905						1904-1905		
1 octobre	19 19 18	18 19 18		18 19 36		1 octobre		
25 nov.	18 38 44		39",21		18 22 22	14 octobre	61	51',75
1 décem.		18 39 36		18 39 10				
					18 41 47	1 décem.		
1 mars		18 35 43		18 35 0	18 34 46	8 "		
15 mars	18 35 55		36",15			27 février	92	51'
						1 mars		
1 juin		19 3 37		19 2 32	19 0 14			
4 juin	19 4 52					21 mai		
						1 juin		
1905-1906						1905-1906		
21 sept.	19 5 55			19 8 44		1 octobre		
1 octobre		19 9 44			19 9 49	5 octobre	61	50',05
			51",32		19 34 51	28 nov.		
15 nov.	19 30 50			19 35 13		1 décem.		
1 décem.		19 35 26		19 38 59	19 36 58	18 février	92	48',36
5 février	19 36 55					1 mars		
1 mars		19 38 44	47",6					
5 "	19 39 3				28 8 32			
26 mai	20 14 52			20 15 0		11 mai		
1 juin		20 15 43				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° +
1 sept.		20 21 3		20 20 16	20° 19' 38"	29 août		
12 »	20° 23 21"					1 sept.		
30 décem.	21 4 30		42",72	21 3 40	21		122	47',20
1 janvier		21 4 31			21 3 50	1 janvier		
26 janvier	21 3 22			21 4 1		13 janvier		
1 février		21 3 42			21 4 6	1 février		
			45",29	21 49 13	21 49 3	9 février		
1 juin		21 49 5				29 mai	120	47',27
12 »	21 51 47					1 juin		
1907-1908						1907-1908		
1 sept.	21° 57' 48"	21° 57' 48"		21 58 45	21 54 29	19 août		
23 novem.	22 38 30		54",82	22 39 16		1 sept.		45',93
1 décem.		22 39 26			22 40 58	1 décem.		
				22 50 48	22 50 6	7 décem.		
1 mars		22 51 6		22 50 48		26 février		
11 »	22 55 34		53"			1 mars		
1 juin	23 31 45	23 31 45		23 31 27	23 30 25	18 mai	92	45',03
						1 juin		
1908-1909						1908-1909		
25 juillet	23 32 23			23 34 11		1 août		
1 août		23 33 43			23 35 1	9 août		
			52",19	24 14 24	24 14 8	30 octob.	92	44',63
11 novem.	24 18 22	24 14 32				1 nov.		
1 février		24 23 50		24 25 29	24 22 21	19 janvier		
2 »	24 23 55					1 février		
22 mai	25 9 45		45",17	29 9 53			120	43',7
1 juin		25 9 47			25 10 18	1 juin		
						5 juin		
1909-1910						1909-1910		
1 août		25 12 11		25 11 33	25 11 27	30 juillet		
11 »	25 14 9		51",48			1 août		44',33
				25 51 7	25 48 33	20 oct.		
1 nov.		25 51 34				1 nov.		
2 »	25 51 58			25 57 51				
23 janvier	25 54 47	25 57 31			25 59 9	1 février		
1 février			49",30	26 34 55	26 34 51	6 février		
		26 33 35				29 avril	89	43',4
1 mai						1 mai		
12 mai	26 35 54							
1910-1911						1910-1911		
1 août	26 36 56	26 36 56		26 37 20	26 34 8	20 juillet		
22 oct.	27 9 48		43",48			1 août		
1 nov.		27 10 19		27 10 38	27 6 53	10 oct.	92	43',03
13 janvier	27 8 10	27 13 19			27 10 45	1 nov.		
1 février			39",7	27 12 27		27 janvier		
		27 41 50		27 42 0		1 février	89	42',5
1 mai						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
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	44",41	21 36 9		1 juillet		
					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 »	91	42',03
25 mars	20 11 58		50",22					
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"	20 6 2	45",45	20 6 10			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	89	58',83
28 »	25 52 4		47",61					
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 »		