

**Zeitschrift:** Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel  
**Herausgeber:** Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel  
**Band:** 14 (1883-1884)

**Artikel:** Première étude sur les observations du diamètre du soleil : faites à l'Observatoire de Neuchâtel, de 1862 à 1883  
**Autor:** Hilfiker, J.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-88201>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 22.01.2025

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

# PREMIÈRE ÉTUDE

SUR LES

## OBSERVATIONS DU DIAMÈTRE DU SOLEIL

Faites à l'Observatoire de Neuchâtel, de 1862 à 1883

Par le Dr J. HILFIKER

---

Dans une notice que j'ai eu l'honneur de communiquer à la Société le 30 novembre 1882, j'ai indiqué une des causes principales des écarts considérables entre les valeurs calculées pour les phases géocentriques du passage de Vénus devant le Soleil, suivant les différentes éphémérides. Ces éléments géocentriques dépendent principalement de la valeur adoptée pour le diamètre du Soleil; ils doivent différer les uns des autres, s'il existe une incertitude sensible dans la détermination de cette donnée importante. Et, en effet, les différents résultats, déduits des séries d'observations que l'on possède jusqu'à présent, ne montrent pas une concordance suffisante, comme on peut le constater par le tableau suivant, qui contient les moyennes des déterminations que j'ai pu me procurer.

1. La longue série des observations des passages, faites à Greenwich de 1765-1800, donne  $r$  = 16' 0'',54

2. Les observations des passages, faites à Greenwich, 1836-1847, donnent	16' 1",82
3. Les observations des passages, faites à Greenwich, 1854-1865, donnent	16 1,20
4. Les observations des passages, faites à Kœnigsberg, 1820-1828, donnent	16 0,90
5. Les observations des passages, faites à Paris, 1835-1848, donnent	16 2,20
6. Bessel a déduit des observations faites à Kœnigsberg avec l'héliomètre	15 59,79
7. Caesaris a obtenu des observations faites à Milan avec le cercle mural de Ramsden, 1800-1812	16 2,05
8. Encke conclut des passages de Vénus devant le Soleil, 1861 et 1869	15 58,42
9. Le Verrier a obtenu des passages de Mercure	16 0,01
10. Wurm déduisit de l'ensemble des observations de l'éclipse annulaire de 1820	15 58,05
11. Carlini trouva par la discussion de l'éclipse totale de 1842 (1)	15 59,78

Nous verrons plus tard si ces écarts sont dus seulement à des erreurs d'observation ou s'ils s'expliquent

(1) Le « Nautical Almanach », de Greenwich, et la « Connaissance des temps », de Paris, ont adopté la valeur 2. Pour le calcul des passages de ♀ 1874 et 1882, le « Naut. Alm. » s'est servi du résultat 8. Le « Berl. astr. Jahrbuch » et « l'Alm. Nautico de San-Fernando » ont adopté la valeur 3. Les « American ephemeris and Naut. Alm. » donnent pour les éphémérides du soleil la constante 16'2",00; pour le calcul des éclipses, ils ont adopté la valeur 6.

par d'autres raisons; nous aurons à examiner s'ils sont dus à des causes qui dépendent de l'instrument de l'observateur, des conditions météorologiques ou atmosphériques dans lesquelles les observations ont été faites, ou bien si l'on doit les attribuer aux changements qui s'effectuent sur la surface même du Soleil. En tout cas, dans l'état actuel de ces recherches, toute étude, toute série nouvelle d'observations, susceptible de contribuer à une solution définitive de cette question importante et délicate, ne peut manquer d'intérêt.

A notre Observatoire, les passages du Soleil ont été observés depuis la fondation de cet établissement. Son directeur, M. le Dr Hirsch, ayant bien voulu mettre à ma disposition tous les matériaux y relatifs, j'ai pu soumettre au calcul une série de 3468 passages du Soleil, tous observés avec le même instrument. Nos observations donnent comme moyenne générale

$$r = 16' 1'',51$$

c'est-à-dire précisément la moyenne des deux valeurs adoptées par le Nautical Alm. de Greenwich et le Berl. Astron. Jahrbuch.

---

Pour mesurer le diamètre du Soleil, un des moyens les plus simples et les plus naturels est d'observer la durée de son passage par le méridien, c'est-à-dire le temps qui s'écoule entre les passages du premier bord et du second bord de l'astre. En tenant compte de la déclinaison du Soleil et du mouvement en ascension droite, on déduit du passage observé le diamètre

horizontal; par conséquent, chaque observation de la durée d'un passage du Soleil par le méridien nous donne, après réduction à la distance moyenne, un résultat pour le diamètre moyen.

L'objectif (de Merz) du cercle méridien de Neuchâtel (de M. G. Ertel fils) a une ouverture de 115<sup>mm</sup> et une distance focale de 2<sup>m</sup>. Le réticule contient un système de 21 fils horaires, distribués autour du fil du milieu en quatre groupes de cinq fils chacun. En général, on a observé chaque bord du Soleil à 13 fils. Le grossissement de l'oculaire employé était de 200.

Il est évident que la combinaison la plus rationnelle de toutes les observations exige la connaissance des circonstances atmosphériques qui ont eu lieu pendant le passage du Soleil; on devrait calculer le poids à attribuer à chaque observation en prenant pour unité le poids d'une bonne observation. Mais, parmi les huit astronomes qui, depuis 1862, ont participé à ces observations, il n'y en a que trois qui aient noté régulièrement l'état de l'air et la qualité de l'image du Soleil. J'ai donc dû renoncer à la forme d'une réduction, comme l'ancien aide-astronome, M. le Dr Becker l'avait adoptée dans son étude intéressante sur ses observations du Soleil en 1871-72, qu'il a publiée en 1873 dans le 9<sup>me</sup> volume du Bulletin de notre Société. Dans la publication des observations du Soleil, faites à l'Observatoire de Neuchâtel, que M. le Directeur se propose de faire paraître, les poids seront déduits de l'accord des fils entre eux.

J'ai d'abord réuni les observations du demi-diamètre de chaque mois, en tenant compte du nombre de fils observés et en rejetant celles que les observa-

teurs avaient désignées comme absolument mauvaises, ou pour lesquelles un des bords avait été observé à un nombre de fils inférieur à cinq. Le tableau suivant contient pour chaque mois :

1. Le nombre moyen des observations, réunies dans un résultat mensuel d'une année.
2. La différence des extrêmes des résultats mensuels pour les vingt-deux années d'observations.
3. L'erreur moyenne d'un résultat mensuel, en tenant compte du nombre d'observations.
4. La variation moyenne d'une année à l'autre.

	Nombre moyen	Différ. des extrêmes	Erreur moyenne	Variation moyenne
Janvier . . . . .	8	<sup>s</sup> 0,164	<sup>s</sup> 0,031	<sup>s</sup> 0,059
Février . . . . .	13	0,127	0,020	0,030
Mars . . . . .	15	0,125	0,018	0,032
Avril . . . . .	16	0,115	0,015	0,022
Mai . . . . .	19	0,127	0,012	0,032
Juin . . . . .	17	0,117	0,014	0,026
Juillet . . . . .	18	0,149	0,013	0,033
Août. . . . .	17	0,149	0,014	0,035
Septembre. . . . .	16	0,111	0,015	0,026
Octobre. . . . .	13	0,155	0,022	0,037
Novembre . . . . .	7	0,216	0,026	0,044
Décembre . . . . .	7	0,206	0,026	0,059

La comparaison des résultats partiels, surtout de ceux qui correspondent aux mois d'été et qui contiennent le plus grand nombre d'observations, montre qu'il y a des différences dépassant de beaucoup la

limite donnée par l'erreur moyenne. Si nous prenons pour les vingt-deux ans les moyennes générales des mois, nous obtenons le tableau suivant, en y ajoutant les moyennes mensuelles de température, déduites des observations météorologiques faites à l'Observatoire :

Mois	Moyenne de $r$	Nombre d'observ.	Température moyenne
Janvier. . . .	1 <sup>m</sup> 4 <sup>s</sup> ,125	169	— 0,74
Février. . . .	125	267	+ 2,01
Mars . . . .	113	299	4,00
Avril . . . .	087	330	9,11
Mai . . . .	085	386	12,80
Juin. . . .	094	359	16,49
Juillet . . . .	094	368	18,97
Août . . . .	086	366	17,75
Septembre . .	097	340	14,94
Octobre . . . .	118	242	8,80
Novembre. . .	116	184	+ 3,54
Décembre. . .	117	158	— 0,37

On voit qu'il y a deux maxima, correspondant aux mois de janvier-février et octobre, et deux minima correspondant aux mois de mai et août. La différence extrême entre les 12 résultats partiels est de 0<sup>s</sup>,040.

La longue série d'observations de Greenwich, qui s'étend de 1750 à 1786, montre deux maxima aux mois de mars et octobre, et deux minima aux mois de janvier et juin; la différence des extrêmes dépasse d'une manière remarquable la quantité que nous avons trouvée pour les observations de Neuchâtel : elle est de 0<sup>s</sup>,10. Les moyennes mensuelles

des observations faites depuis 1787 jusqu'à 1798 montrent à peu de chose près la même marche : la différence des extrêmes est de 0<sup>s</sup>,11.

Le haut degré de précision avec laquelle Bradley et Maskelyne ont toujours observé, le grand nombre des observations et la régularité dans les variations des résultats ne permettent pas d'expliquer ces différences par des erreurs accidentelles d'observation. Voici les résultats des deux séries de Greenwich ; nous y ajoutons les moyennes des observations faites par Caesaris à Milan (1800-1812) avec le cercle mural de Ramsden.

	Greenwich 1750-1786	Greenwich 1787-1798	Milan 1800-1812
Janvier . . .	1 <sup>m</sup> 4 <sup>s</sup> ,011	1 <sup>m</sup> 3 <sup>s</sup> ,980	1 <sup>m</sup> 4 <sup>s</sup> ,140
Février . . .	077	999	107
Mars . . .	101	4,027	140
Avril . . .	081	3,987	116
Mai . . .	080	987	147
Juin . . .	000	933	153
Juillet . . .	009	948	167
Août . . .	067	999	147
Septembre . .	113	4,013	120
Octobre . . .	120	007	133
Novembre . .	077	005	120
Décembre . .	029	3,917	127

On voit que les trois courbes qui représentent les résultats des instruments de Greenwich, de Milan et de Neuchâtel n'offrent presque pas de parallélisme,

tandis que la concordance des deux séries de Greenwich est très remarquable. Il ressort de ces courbes pour Greenwich, que les mois les plus chauds, ainsi que la saison la plus froide, donnent des valeurs presque identiques pour le demi-diamètre, ce qui prouve amplement que les écarts ne sont pas dus seulement à une influence des saisons sur l'atmosphère. L'étude de la marche des moyennes mensuelles, déduites des vingt-deux années d'observations à Neuchâtel indique, qu'à peu d'exceptions près, les demi-diamètres des mois de janvier et de février sont les plus grands et qu'en général la valeur des diamètres déterminés pendant l'hiver dépasse celle déduite des observations d'été. Mais, chose curieuse, les demi-diamètres extrêmes ne coïncident pas avec les extrêmes de température. D'autre part, on trouve pour l'instrument de Milan le résultat contraire : Caesaris a obtenu les diamètres les plus grands pendant les mois d'été et les plus petits en hiver. Selon l'opinion de plusieurs astronomes, cette variation par saison doit être attribuée à une modification que l'instrument subirait par les changements de température. Le tube de la lunette s'allonge ou se raccourcit d'après la température ; il s'ensuivrait que les plans focaux de l'objectif et de l'oculaire ne coïncident pas constamment. Notre tableau, page 24, contient aussi les moyennes mensuelles de température, déduites des observations météorologiques faites à l'Observatoire de Neuchâtel depuis 1864 à 1880. La comparaison de la courbe qui représente les moyennes, avec la ligne correspondant aux moyennes mensuelles des demi-diamètres, montre que cette hypothèse ne se confirme point.

D'autre part, on sait que les observations du Soleil se font au moyen d'un verre coloré, que l'on met devant l'oculaire. On cherche à modifier l'éclat de l'image solaire, afin que l'intensité de cette image dans l'œil de l'observateur reste à peu près la même, quel que soit l'état du ciel. Aussi se sert-on de verres colorés d'une intensité moins forte pendant les mois d'hiver que pendant la saison d'été. Le choix du verre pourrait-il exercer une influence sur la grandeur du diamètre observé ? Telle est la question qui se pose. Mon registre d'observations et celui de M. Becker contiennent un grand nombre de notes régulières sur les verres employés ; en outre, à l'exception de trois observations, je me suis toujours servi en 1883 du même verre coloré. Or, la marche des moyennes mensuelles de cette année est parfaitement normale : il y a deux maxima aux mois de janvier et d'octobre et deux minima aux mois d'avril et de septembre. La comparaison de mes autres observations, ainsi que de celles de M. Becker, confirme ce résultat que le changement du verre obscur est sans influence sur la mesure des diamètres.

Il me reste à mentionner une explication de ces écarts mensuels, hypothèse qui n'a aujourd'hui qu'un intérêt historique. Von Lindenau a essayé de représenter les deux séries de Greenwich par une formule analytique, en supposant une forme elliptique du Soleil. Il trouve un résultat qui était d'accord avec celui d'une étude sur les demi-diamètres verticaux mesurés à Greenwich par la détermination de la différence des distances zénithales des deux bords. Mais ce résultat est étrange, car il ne permet pas d'admettre la possibilité d'un état d'équilibre stable sur la surface

du Soleil; il exige des diamètres verticaux plus grands que les diamètres horizontaux ou, en d'autres termes, un aplatissement équatorial de  $\frac{1}{328}$ .

C'est Gauss qui, le premier, a expliqué cette contradiction par la méthode même des observations, savoir que, dans la distance zénithale mesurée, se trouve comprise l'épaisseur du fil horizontal <sup>(1)</sup>.

Dans le 22<sup>me</sup> volume des « Monthly notices of the Royal Soc. » (London 1862, 8<sup>o</sup>), l'ancien directeur de l'Observatoire de Greenwich, Sir G.-B. Airy, a publié les résultats d'une réduction des diamètres horizontaux et verticaux du Soleil, mesurés dans la période de 1836 à 1860, avec le cercle méridien et le cercle mural de Greenwich. Voici les résultats :

Instrument	Période	Nombre des obs.	Diamètre horizontal	Nombre des obs.	Diamètre vertical
Cercle méridien et cercle mural	1836-1850	1502	32'3",68	1625	32'3",58
Cercle mérid.	1851-18 0	985	32'2",76	1069	32'2",66

C'est-à-dire que la différence des moyennes de 2694 diamètres verticaux et de 2487 diamètres horizontaux ne dépasse pas 0'',1.

---

(1) Voir C. F. Gauss Werke, VI, 526. Göttingen 1874. 4<sup>o</sup>. — Voir Recensionen von F. W. Bessel, herausgegeben von R. Engelmann. Leipzig 1878. 4<sup>o</sup>.

Examinons maintenant la marche d'année en année du demi-diamètre observé à Neuchâtel.

Voici les moyennes avec le nombre des observations.

Date	Moyenne annuelle	Nomb. des observ.	Date	Moyenne annuelle	Nomb. des observ.
1862	1 <sup>m</sup> 4 <sup>s</sup> ,080	41	1873	1 <sup>m</sup> 4 <sup>s</sup> ,107	156
1863	111	134	1874	135	174
1864	126	132	1875	082	184
1865	093	164	1876	104	160
1866	107	173	1877	132	176
1867	085	174	1878	115	167
1868	082	104	1879	140	175
1869	066	194	1880	118	184
1870	039	164	1881	113	181
1871	057	175	1882	128	130
1872	079	168	1883	119	158

Le nombre moyen des observations réunies dans une moyenne annuelle est de 170 et l'erreur moyenne d'un résultat partiel est de  $\pm 0^s,007$ . Les résultats extrêmes sont de

1<sup>m</sup> 4<sup>s</sup>,039, déterminés d'après 164 observations faites en 1870 ;

et de 1<sup>m</sup> 4<sup>s</sup>,140, déterminés d'après 175 observations faites en 1879.

La différence des moyennes extrêmes est donc de 0,101 seconde de temps. La moyenne des variations d'année en année est de  $0^s,022$ , et on voit qu'elle

dépasse très sensiblement l'erreur moyenne d'un résultat partiel. J'ai déjà dit que le nombre des astronomes qui ont participé à ces observations est de 8. Puisque l'on ne peut pas admettre que la manière particulière à un astronome d'observer les deux bords du Soleil soit la même chez différents observateurs, on comprend que ces résultats partiels sont encore affectés de l'équation personnelle. Cependant, dans l'époque de juillet 1864 à 1871, il n'y a pas eu de changement dans le personnel de l'Observatoire; néanmoins, la différence des résultats annuels, relatifs à cette époque, est de  $0^s,068$ ; on ne peut donc pas nier la réalité des variations du diamètre du Soleil. Réunissons maintenant les demi-diamètres du Soleil, réduits à la distance moyenne de la Terre, tels qu'ils résultent de l'ensemble des observations des différents astronomes. Nous aurons le tableau suivant :

Observateur	Résultat moyen	Nombre des obs.	Erreur moyenne	Epoque
Hirsch . .	$1^m 4^s,111$	276	$\pm 0^s,004$	1862-1864, Juillet 14, et 1874, Avril 23 — Mai 28
Schmidt . .	078	1091	002	1864, Juillet 14 — 1871, Juin 26.
Becker . .	094	470	003	1871, Juin 26 — 1874, Avril 23.
Franz . . .	105	489	004	1874, Mai 28 — 1877, Mars 21.
Meyer . . .	118	28	013	1877, Mars 21 — Mai 23.
Grützmacher	131	487	003	1877, Mai 23 — 1880, Mars 1.
LeGrandRoy	106	310	004	1880, Mars 1 — 1881, Septembre 14.
Hilfiker . .	129	317	004	1881, Septembre 15 — 1883, Décembre.

M. Meyer, remplaçant temporairement M. Grützmacher, n'a observé que pendant six semaines. La diffé-

rence des résultats extrêmes de notre tableau est de  $0^s,053$  les extrêmes étant de  $1^m 4^s,078$ , déduite de 1091 observat. de Schmidt et de  $1^m 4^s,131$ , déduite de 487 observations de Grützmacher.

---

On sait qu'on a posé depuis longtemps la question de savoir si la formation des taches et les éruptions des protubérances pouvaient produire une variabilité du diamètre du Soleil. Dans le 75<sup>me</sup> volume des Comptes-Rendus de l'Académie de Paris, le Père Secchi a publié les résultats d'une série d'observations qu'il avait faites en commun avec le Père Rosa, de juillet 1871 à juillet 1872. Les deux savants croyaient pouvoir constater, par la marche des courbes représentant les résultats de leurs observations du diamètre, ainsi que le nombre des taches et des protubérances à la même date, que les diamètres systématiquement plus grands correspondaient aux époques du plus petit nombre de protubérances et de taches. M. Auwers, de Berlin, ayant voulu examiner de plus près ce curieux résultat, se mit à comparer les observations du diamètre, faites pendant la même époque aux Observatoires de Greenwich, Neuchâtel, Oxford, Washington, Paris, Kœnigsberg et Bruxelles. Il en conclut qu'il n'existe pas jusqu'ici de raison suffisante pour admettre la variabilité du diamètre solaire. Une étude sur la série de Bradley et de Maskelyne et une comparaison des déterminations nouvelles faites à Kœnigsberg, Dorpat et Greenwich, ne font pas changer, d'après M. Auwers, ce résultat négatif.

Le directeur de l'Observatoire de Zürich, M. R. Wolf, a fait depuis 1863 des recherches sur le même sujet, et ses résultats sont contraires à celui que nous venons d'indiquer. La comparaison des mêmes séries de Bradley et de Maskelyne avec les « nombres relatifs » qui représentent la fréquence des taches, lui a démontré que l'hypothèse du Père Secchi n'était pas dénuée de tout fondement. En supposant une variabilité réelle du diamètre solaire, laquelle serait en relation avec la fréquence et le mouvement des taches du Soleil, M. Wolf a cherché à représenter la longue série d'observations de Greenwich par une formule analytique. En tenant compte de la variation séculaire du demi-diamètre et en désignant par  $r$  le nombre relatif, M. Wolf a calculé pour chaque année un demi-diamètre  $R$  d'après l'équation :

$$R = 961'',50 - 0,020 r - 0,094 (n - 1780)$$

formule dont la marche est remarquablement semblable à celle des taches du Soleil.

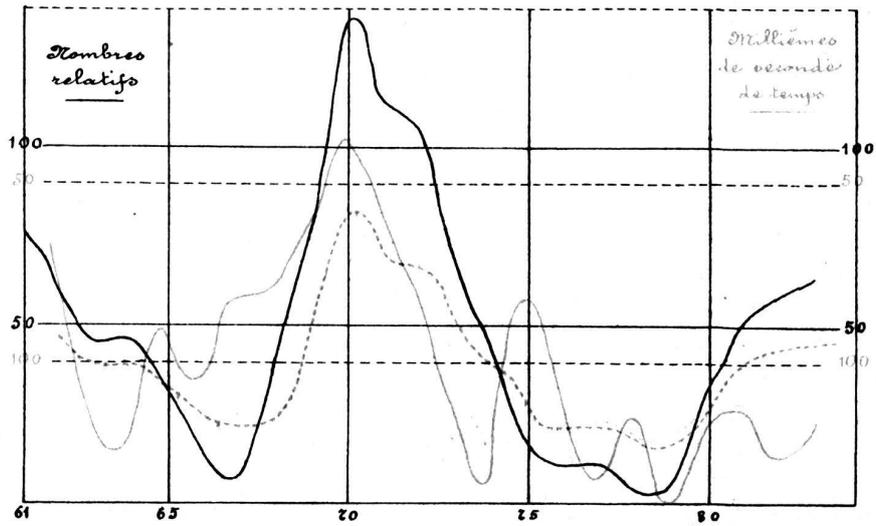
Examinons maintenant si la courbe qui représente les moyennes annuelles de notre longue série montre quelque analogie avec la marche des taches du Soleil. La courbe noire (1) représente la fréquence des taches du Soleil, l'axe des abscisses étant en bas. La ligne rouge, avec cet axe en haut, donne la marche des moyennes annuelles du demi-diamètre mesuré à Neuchâtel. Enfin, la ligne en bleu représente les valeurs du demi-diamètre, calculées par M. Wolf d'après la formule

$$R = 1^m 4^s,123 - 0,000457 r$$

(1) Voir planche.

Dr Hilfinger.

Première étude sur les diamètres du soleil observés à Neuchâtel de 1862 - 1883.



- Eclipses solaires
- Diamètre du soleil observé.
- - - Diamètre du soleil calculé d'après la formule de Wolf.

où  $0^s,000457$  désigne une constante déduite de toutes nos moyennes annuelles. Au premier coup d'œil, on voit que la concordance entre ces trois courbes est très remarquable. Il est bien vrai que le parallélisme n'existe pas partout : il y a des perturbations considérables de 1863 à 1865 et surtout entre 1874 et 1876.

Afin d'être mieux en état d'examiner la question de savoir si l'on pourrait attribuer en grande partie ces irrégularités à la manière d'observer propre à chaque astronome, j'ai indiqué, page 24, le temps pendant lequel les différents observateurs ont fonctionné. On voit, en effet, que les perturbations principales coïncident avec le changement des observateurs.

Je crois donc pouvoir constater, comme résultat principal de cette étude sur les observations du Soleil, faites à Neuchâtel depuis 1862 jusqu'à 1883 :

1. Que les variations de la valeur du diamètre du Soleil, indiquées par nos observations, sont réelles.

2. Que ces changements sont en relation avec la période des taches du Soleil, c'est-à-dire que les diamètres les plus grands coïncident avec le minimum de la période des taches du Soleil et *vice-versa*.