

Zeitschrift: Archives des sciences [1948-1980]
Herausgeber: Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève
Band: 14 (1961)
Heft: 10: Colloque Ampère

Artikel: Comparaison des mesures fournies par deux magnétomètres à RMN de types différents : éclipse de soleil du 15.2.1961
Autor: Hochstrasser, G. / Erbeia, A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-739632>

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: 14.07.2025

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

Comparaison des mesures fournies par deux magnétomètres à RMN de types différents: éclipse de soleil du 15.2.1961

par G. HOCHSTRASSER et A. ERBEIA

Laboratoire de Spectroscopie Hertzienne, Institut de Physique expérimentale
Université de Genève (Suisse)

Le Laboratoire de spectroscopie hertzienne de l'Institut de physique expérimentale de Genève s'étant entre autres spécialisé dans les mesures de résonance magnétique nucléaire en champ faible voisin ou égal au champ terrestre, il est à même d'utiliser les appareils de R.M.N. qu'il possède comme magnétomètres de haute précision. L'éclipse de soleil du 15 février dernier — par son effet sur la valeur du champ terrestre — a été l'occasion de faire des mesures de comparaison systématique pendant une semaine. Il nous paraît judicieux d'exposer ici à Leipzig les résultats de nos mesures, puisqu'elles nous ont été indirectement suggérées par les spécialistes géophysiciens de l'Observatoire de Niemegek, voisin du siège de ce Colloque.

On trouvera dans Chapman et Bartels [1], ainsi qu'entre autres dans deux articles de Volland [2, 3] des exposés théoriques sur l'effet qu'a une éclipse de soleil sur la variation diurne du champ terrestre. Rappelons rapidement qu'on peut rechercher l'origine de la variation diurne du champ terrestre dans l'ionosphère. Les particules ionisées de celle-ci, circulant parallèlement à la surface de la terre selon un schéma fixe par rapport au soleil (voir [1], p. 229), créent un faible champ magnétique \vec{F}_s *. Ce champ est variable en grandeur et en direction au cours du jour, pour un observateur lié au sol; il reprend les mêmes valeurs après 24 heures, pour autant que l'ionisation — due au rayonnement solaire — n'ait pas varié; c'est lui qui, directement ou indirectement, est la cause de la variation diurne du champ terrestre.

Si la lune vient à intercepter le rayonnement solaire — lors d'une éclipse de soleil —, l'ionisation baisse dans la partie ombrée; la répartition des lignes de courant particulière change quelque peu. Il s'en suit une

* Notation: \vec{F}_s partie due au soleil (s) de la « force totale » \vec{F}_{tot} .

variation du champ terrestre, ou plus exactement une perturbation dans la variation diurne de celui-ci. Cette perturbation n'a lieu que dans et au voisinage de la zone d'ombre. Elle est très faible et est facilement masquée par d'autres perturbations, d'origine solaire principalement. Comme disent Chapman et Bartels: « It is difficult to establish that small magnetic changes observed *during* an eclipse are *due* to the eclipse ».

L'éclipse du 15 février dernier n'était pas totale à Genève (max. 0,985 en diam.). La distance entre notre station de Jussy [4] et le parcours du centre de l'ombre à l'altitude de l'ionosphère (couches E et F_1) était à évaluer à environ 400 km. La réduction de l'ionisation étant ainsi plus faible au-dessus de nous qu'au centre de la zone d'ombre, nous ne nous attendions à trouver qu'un petit effet, difficile à mettre en évidence, surtout si tous les jours d'observations n'étaient pas magnétiquement calmes. Nous n'avions par contre pas à tenir compte de ce que le soleil se levait déjà légèrement éclipsé, ceci n'étant vrai qu'au sol et non à l'altitude des couches ionosphériques intéressées.

Les mesures ont été effectuées au moyen de deux magnétomètres à R.M.N. L'un de ceux-ci est le magnétomètre asservi décrit dans un précédent travail [5]. Rappelons que cet appareil a une précision supérieure à $1 \mu G$ (10^{-6} gauss), précision qui n'avait précédemment été déterminée que par des mesures directes de rapport signal-sur-bruit, et non point par comparaison. La perturbation à mettre en évidence n'étant pas rapide (de l'ordre de l'heure), nous avons poussé au maximum l'amplification alternative, à la limite de l'oscillation des circuits, pour réduire l'amplification continue, génératrice de dérives.

L'autre magnétomètre est un appareil du type précession libre [6, 7] du commerce, dont nous avons pu multiplier la précision par un facteur 20 environ. Il s'agit du magnétomètre portable ELSEC * qui est spécifié être précis à $10 \mu G$ près pour un champ de $0,5 G$ environ. Or la mesure du rapport signal-sur-bruit à la sortie des amplificateurs et celle du temps de relaxation de l'échantillon de la tête de mesure nous a permis de constater que l'adjonction du compteur de fréquences Hewlett-Packard que nous possédons permettait une mesure améliorée, à $0,5 \mu G$ environ.

L'oscillateur du compteur délivre, après division du 10 mHz, un top chaque 10 secondes, qui déclenche le processus de prépolarisation. Peu

* De la maison « Littlemore Sci. Eng. Co. » Oxford et obligeamment mis à notre disposition par l'Institut français du Pétrole.

après l'apparition du signal de précession libre (qui est amplifié, écrêté et appliqué au compteur), le déclenchement du cycle de comptage a lieu. On mesure le temps qui s'écoule pour le passage de 5000 périodes (env. 2,5 s). Le résultat est relevé par un enregistreur digital; une sortie analogique alimente un traceur de courbe. On obtient ainsi directement la variation de la période de précession T en fonction du temps (c'est-à-dire \sim la variation du champ). Il est donc effectué 6 mesures par minute, la valeur moyenne de la période de précession pouvant être lue à mieux que 10^{-9} s près, ce qui correspond à $0,9 \mu G$ [9].

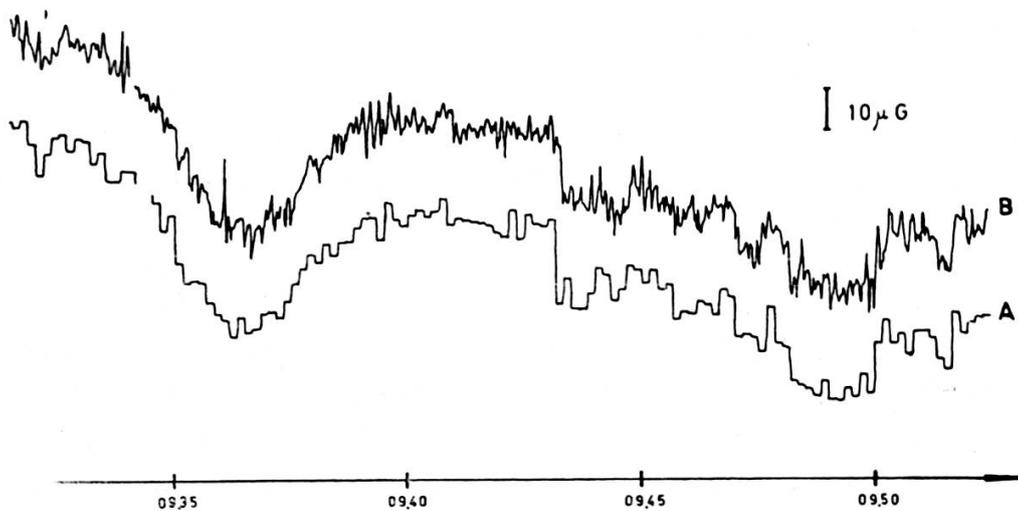


Fig. 1.

La figure 1 montre d'une part (A) un élément de courbe de la variation diurne relevée par précession libre (sens. 10^{-9} s/mm). Elle comprend d'autre part (B) le même élément enregistré par le magnétomètre asservi, auquel on a connecté un traceur de courbe dont la sensibilité a été réglée à $0,9 \mu G/mm$. La concordance des mesures est bonne, compte tenu de ce qu'un appareil indique une valeur quasi-instantanée, tandis que l'autre affiche pendant 10 s une valeur moyenne mesurée pendant 2,5 s. Le bruit apparaissant sur la courbe B est essentiellement dû aux périodes de pré-polarisation de l'autre magnétomètre, situé à faible distance.

La figure 2 comprend deux fractions d'enregistrement, mettant clairement en évidence combien la microagitation du champ terrestre est plus grande de jour que de nuit (entre minuit et 5 heures). Il s'agit là d'un « bruit de civilisation » magnétique, qui peut perturber les mesures de

haute résolution en champ faible [8], et qu'on ne peut éviter qu'en travaillant de nuit.

Le maximum de l'éclipse ayant eu lieu le 15 février 1961 à 8 h. 35 min. 42 sec. HEC (pour Genève), des mesures ont été effectuées du 13 au 18 février 1961 de 6 heures à 11 h. 30.

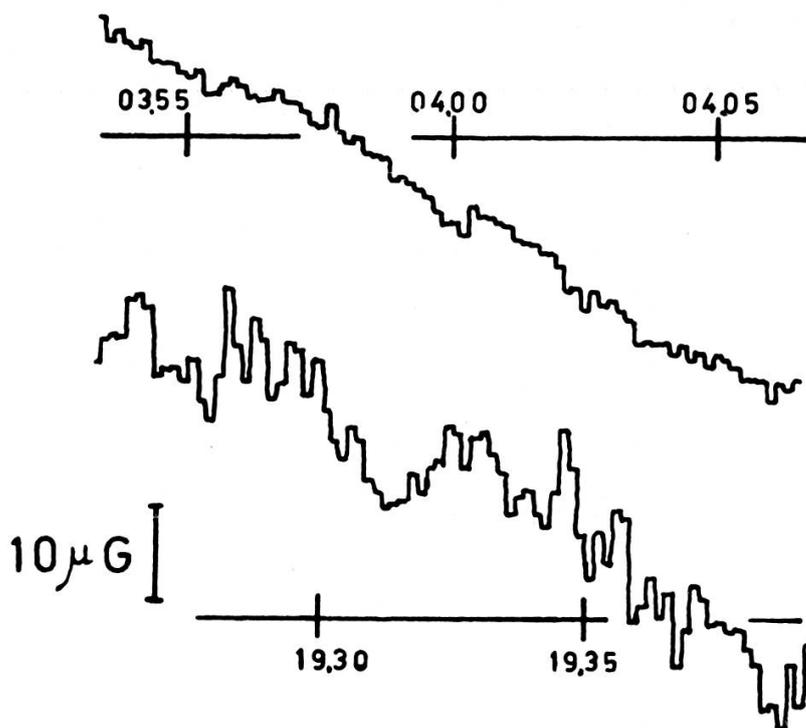


Fig. 2.

On constate tout d'abord, si l'on superpose les courbes obtenues pour les divers jours, qu'elles passent toutes par un même point (à mieux que $10 \mu G$ près !) à 7 h. 35 environ, que la variation diurne soit faible ou forte, voire même qu'elle semble quelque peu perturbée (fig. 3).

On peut expliquer cela en rappelant que la variation diurne est due au champ magnétique créé par des courants ionosphériques. Or ces courants circulent à mi-février, vers 7 h. 30, parallèlement à la direction de la composante horizontale du champ terrestre \vec{F} ; le champ \vec{F}_s qu'ils créent est donc perpendiculaire au champ terrestre \vec{F} . Comme F_s est de l'ordre de $10^{-3} \cdot F$, la partie de $\vec{F}_{\text{tot}} = \vec{F} + \vec{F}_s$ due aux courants ionosphériques est à cet instant de l'ordre de 10^{-6} et par conséquent négligeable. La valeur de \vec{F}_{tot} lue à 7 h. 35 est $\vec{F}_{\text{tot}} \simeq \vec{F}$ et donc indépendante de l'amplitude

de la variation diurne; nous avons pris ce point comme valeur commune de base.

Les enregistrements des 16 et 18 février 1961 sont relativement agités; nous les avons laissés de côté. Ceux des 13, 14 et 17 février 1961, de même que celui du 15 février 1961 sont calmes, quoique l'amplitude de la variation diurne diffère d'un jour à l'autre dans d'assez fortes proportions.

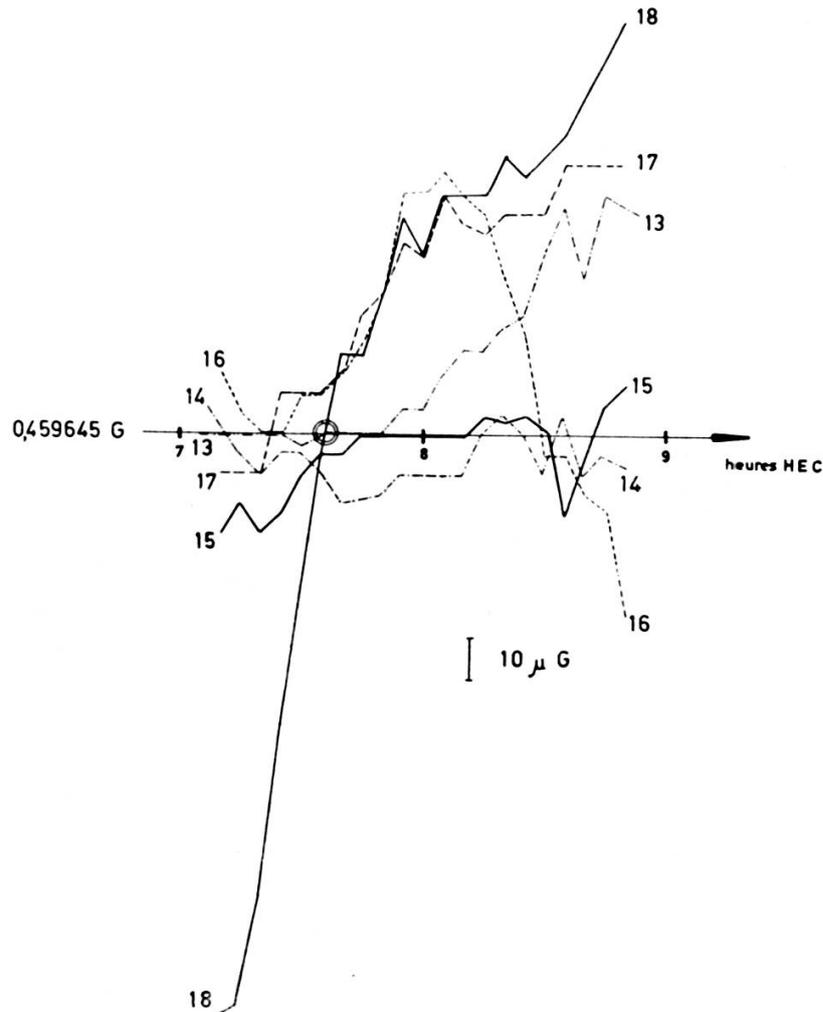


Fig. 3.

Sachant que ces différences dans l'amplitude de la variation diurne proviennent d'activités solaires qui sont différentes d'un jour à l'autre, nous avons supposé que l'on pouvait considérer en première approximation l'activité solaire comme constante pendant quatre heures un jour calme. Ceci nous a autorisé à normaliser l'amplitude de la variation; nous avons

choisi comme points communs 7 h. 35 (pour les raisons énoncées plus haut) et 11 h. 20 (il n'y a certainement plus d'effet d'éclipse le 15 à cette heure-là).

Les courbes normalisées des 13, 14 et 17 sont fort semblables; nous en avons tracé la courbe moyenne, puis avons comparé celle-ci avec la courbe normalisée du 15. La figure 4 montre la différence. La non-normalisation n'aurait pas changé l'allure générale de la courbe, la normalisation par un autre procédé non plus.

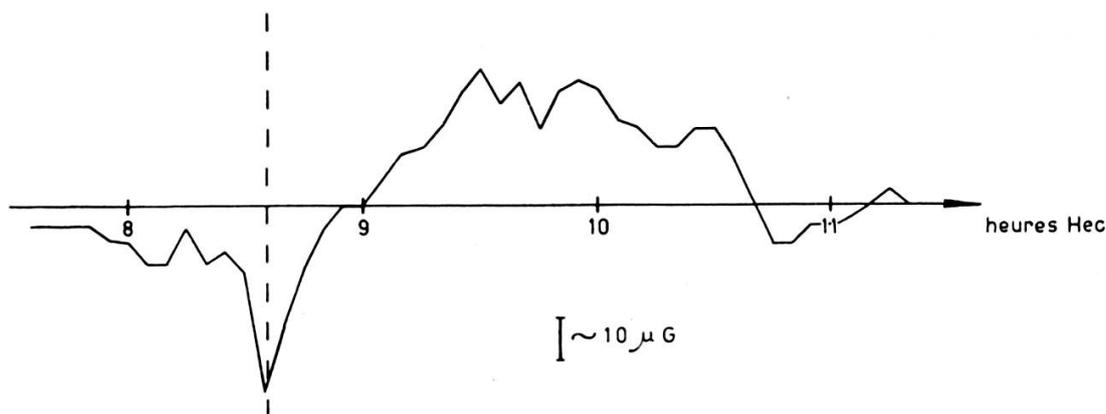


Fig. 4.

La précision des mesures effectuées nous a certainement permis de mettre en évidence un effet d'éclipse, sous la forme de la courbe $\Delta F_{\text{écl.}}$. Nous ne sommes toutefois pas assez spécialistes de ces questions pour en donner une interprétation détaillée; nous tenons nos enregistrements à la disposition des géomagnéticiens qui pourraient souhaiter les recevoir pour les étudier.

Un point est encore à relever. Le champ terrestre F_{tot} passe chaque jour par un maximum en début de matinée. Ce maximum est situé à 8 h. 57, 8 h. 50 et 8 h. 43 (moyenne: 8 h. 50) les 13, 14 et 17 respectivement. Le 15, il a eu lieu à 9 h. 20, soit trente minutes plus tard que les jours voisins; il y a là aussi un net effet d'éclipse.

Nous serions heureux de recevoir des critiques et observations à propos des mesures ici publiées.

Veuille le Dr H. Schmidt, de l'Observatoire de Niemegek, trouver ici l'expression de nos vifs remerciements pour les suggestions qu'il nous a faites.

RÉFÉRENCES

1. CHAPMAN et BARTELS, *Geomagnetism*, Oxford, 794, 1940.
2. VOLLAND, H., *Journ. Atm. Terr. Phys.*, 9, 131, 1956.
3. —, *Journ. Atm. Terr. Phys.*, 11, 1, 1957.
4. HOCHSTRASSER, G., *Helv. Phys. Acta*, 34, 189, 1961.
5. —, *ibid.*, 234.
6. WATERS, G. S. et P. D. FRANCIS, *Journ. Sci. Instr.*, 35, 88, 1958.
7. GRIVET, P., *Bull. Ampère* (fasc. spéc.), 586, 1960.
8. —, *ibid.*, 585.
9. J. H. NELSON, *Journ. Atm. Terr. Phys.*, 19, 292, 1960.

DISCUSSION

A. Schmidt-Niemegk. — Vom geomagnetischen Institut der DAW wurde im Februar 1961 anlässlich der Sonnenfinsternis ein Messnetz unter Verwendung von geomagnetischen Reise-Registrierstationen und Protonenmagnetometern auf dem Balkan betrieben. Es ist besonders zu begrüßen, dass bei den genfer Messungen, die zur Ergänzung der Messungen in Albanien, Bulgarien und Rumänien sehr willkommen sind, gleichzeitig ein Vergleich zweier unterschiedlich arbeitender Protonenmagnetometern vorgenommen wurde. Auf diese Weise können sehr präzise Messungen garantiert werden, wie die Fig. 1 zeigt.

Die erwähnte Verschiebung des Maximums steht in Übereinstimmung mit unseren Messungen und wurde von Fanselau auf der diesjährigen Ionosphären-tagung in Klein-Heinbach vorgetragen. Die Interpretation der Fig. 4 kann nicht unsere volle Zustimmung finden, da unsere Messungen (z.B. in Burgas) keinen mit Sicherheit auf einen Sonnenfinsternis-Effekt rückführbaren Einfluss der angegebenen Grössenordnung erkennen lassen. Wir sind der Meinung, dass man aus den Messungen einer einzelnen Station wegen örtlichen, z. T. tiefen tellurisch bedingter Variationen und Fremdstörungen keine verbindlichen Schlüsse durch Vergleich mit Registrierungen andere Tage ziehen kann. Eine sichere Aufgabe hierüber ist erst nach Abschluss der Bearbeitung aller im mitteleuropäischen Raum durchgeführten Messungen möglich.