

Académie des sciences (France). Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Série 2, Mécanique-physique, Chimie, Sciences de l'univers, Sciences de la Terre. 1981.

1/ Les contenus accessibles sur le site Gallica sont pour la plupart des reproductions numériques d'oeuvres tombées dans le domaine public provenant des collections de la BnF. Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n°78-753 du 17 juillet 1978 :

*La réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur et notamment du maintien de la mention de source.

*La réutilisation commerciale de ces contenus est payante et fait l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

Cliquer [ici](#) pour accéder aux tarifs et à la licence

2/ Les contenus de Gallica sont la propriété de la BnF au sens de l'article L.2112-1 du code général de la propriété des personnes publiques.

3/ Quelques contenus sont soumis à un régime de réutilisation particulier. Il s'agit :

*des reproductions de documents protégés par un droit d'auteur appartenant à un tiers. Ces documents ne peuvent être réutilisés, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

*des reproductions de documents conservés dans les bibliothèques ou autres institutions partenaires. Ceux-ci sont signalés par la mention Source gallica.BnF.fr / Bibliothèque municipale de ... (ou autre partenaire). L'utilisateur est invité à s'informer auprès de ces bibliothèques de leurs conditions de réutilisation.

4/ Gallica constitue une base de données, dont la BnF est le producteur, protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle.

5/ Les présentes conditions d'utilisation des contenus de Gallica sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

6/ L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur, notamment en matière de propriété intellectuelle. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

7/ Pour obtenir un document de Gallica en haute définition, contacter reutilisation@bnf.fr.

PHYSIQUE DE L'ATMOSPHERE. — Sur l'existence et l'amplitude de la variation undécennale des microséismes météorologiques. Note (*) de **Pierre Bernard**, présentée par **Jean Coulomb**.

La période undécennale a été isolée sur la moyenne des microséismes de plusieurs stations portant sur une durée de 70 ans. Les conséquences en sont déduites concernant l'influence de l'activité solaire sur la météorologie.

The undecennial variation of meteorological microseisms is studied on the mean of measurements of several stations (curve 1) and after application of a Labrouste filter (curve 3). The amplitude decreases rapidly between 1930 and 1950 (curve 5), as does (curve 4) the 11 year term found by R. G. Currie in Earth rotation. Microseismic minima coincide with the increases of solar activity, which are suggested (4, 5) to cause a lessening of solar irradiance; therefore the results could be an approach to the origin of time variations in cyclonic activity.

On sait que ce qu'on appelle agitation microsismique (ou microséismes) consiste en une ondulation perpétuelle du sol causée par la houle marine, de préférence là où une convergence (centres dépressionnaires océaniques) ou une réflexion (côtes de forme circulaire) lui donne une forme ponctuellement stationnaire. L'amplitude de ces microséismes, de l'ordre de 0,1 à 10 μm , a été régulièrement mesurée, en général quatre fois par jour, dans plusieurs stations qui ont publié des séries homogènes et continues sur un certain nombre d'années. Quelques unes avaient déjà été examinées [1]. L'existence de mesures plus récentes fournit l'opportunité de reprendre cette étude sur les stations suivantes:

Uppsala 1906-1955, Göttingen 1906-1911, Hambourg 1909-1913 et 1919-1924, Paris-Saint-Maur 1910-1964, Eskdalemuir 1913-1925 suivi de Kew 1926-1945, Uccle 1914-1922, Strasbourg 1920-1940 et 1946-1966, Venise 1925-1951, La Plata 1926-1955, Varsovie 1946-1964, Tolède 1948-1964, Lisbonne 1957-1971, Rabat 1966-1973, Porto 1969-1974.

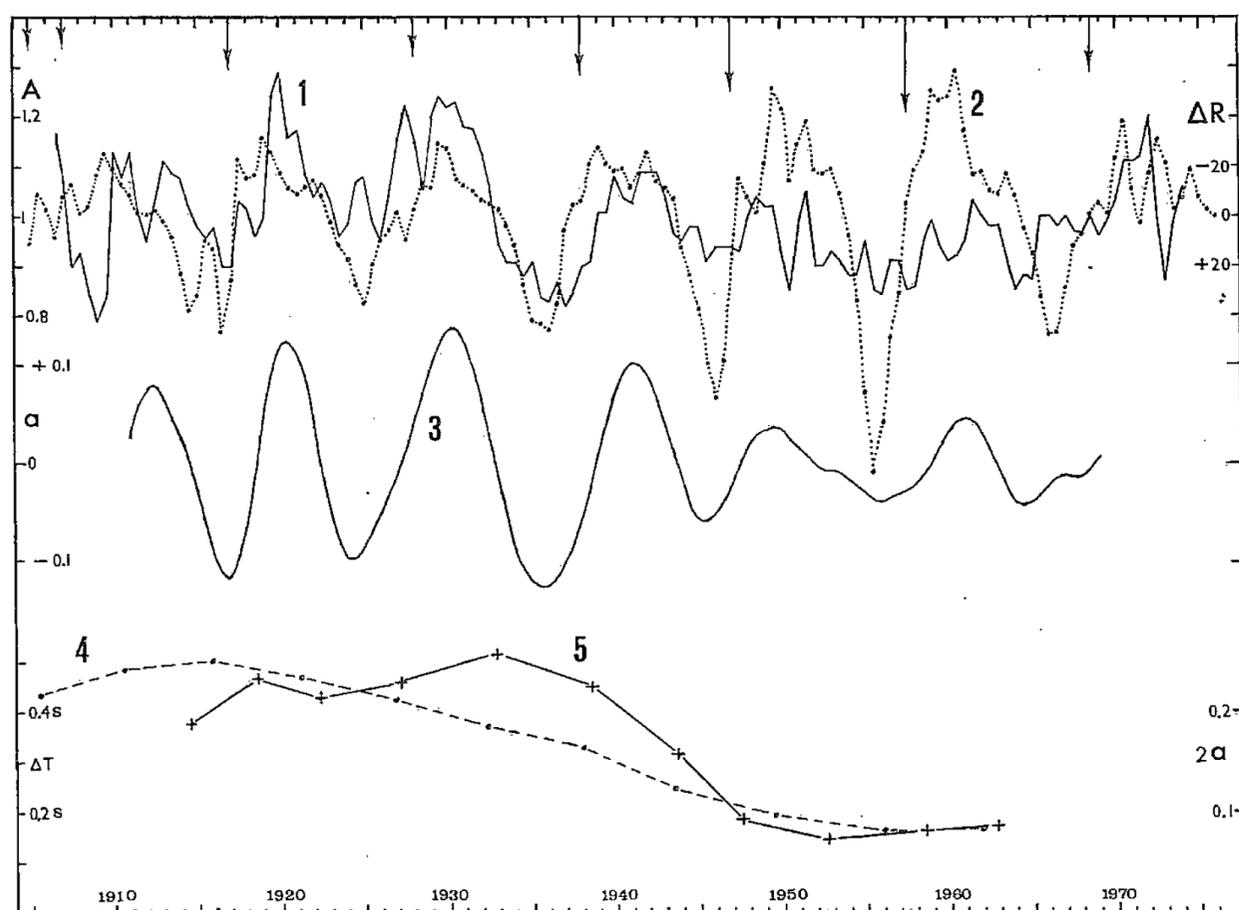
La saison de forte agitation intervenant en hiver, les moyennes annuelles de ces mesures ont été calculées de juillet à juin parallèlement à celles de janvier à décembre. Ces moyennes biannuelles ont été normalisées par rapport à la moyenne générale de chaque Observatoire, ce qui donne une suite de nombres dont la moyenne est 1 et qui, dans le temps, varient de 0,60 à 1,40. Pour chaque année, les nombres disponibles dans les stations en fonctionnement ont été groupés et leur moyenne calculée : elle porte, de 1906 à 1909 et de 1971 à 1973 sur deux stations, et sur quatre à sept stations dans les parties plus actives de la série, comme les années de Coopération Géophysique internationale.

La suite des nombres obtenus, représentés par la courbe 1, où une tendance undécennale apparaît déjà, a été traitée par la méthode des combinaisons linéaires de H. et Y. Labrouste isolant les variations périodiques, avec comme résultat la courbe 3 qui fait nettement ressortir l'existence d'une composante de période égale à celle de l'activité solaire, mais elle apparaît retardée d'un quart de période par rapport à cette dernière dont les paroxysmes sont indiqués par des lignes verticales proportionnelles.

Les maximums de microséismes se produisent donc pendant la diminution des taches solaires, ce qui est illustré par la superposition à la courbe 1 de la courbe 2 obtenue par différenciation des moyennes biannuelles des nombres de Wolf (chaque point représente la différence entre une moyenne de 12 mois et celle des 12 mois précédents, portée positivement vers le bas quand l'activité solaire augmente). Ces deux courbes présentent une analogie marquée, mais de 1945 à 1965 le cycle solaire a pris des valeurs exceptionnellement élevées, alors que l'amplitude de la variation undécennale des microséismes accuse une forte diminution, avec reprise visible à partir de 1970.

Ce phénomène inattendu est corrélé avec le cycle trouvé par R. G. Currie [2] sur la rotation de la Terre en appliquant aux données de la longueur du jour une méthode de filtrage analogue : la sinusoïde qu'il a obtenue présente la même chute d'amplitude (courbe 4) que celle relative aux microséismes (courbe 5).

L'ensemble de ces résultats correspond aux faits que l'agitation microsismique traduit l'activité cyclonique sur les océans et que la vitesse de rotation de la Terre est influencée



Les flèches indiquent les dates et l'importance des maximums de l'activité solaire. La courbe 1 (trait plein) représente la suite des moyennes biannuelles de 12 mois de l'amplitude A des microséismes (échelle de gauche), et la courbe 2 (pointillé) la variation ΔR des nombres relatifs de Wolf d'une année à l'autre (échelle de droite). La courbe 3 est obtenue à partir des ordonnées de la courbe 1 par la combinaison $s_1 s_2 Z_3 Z_4$ et la courbe 5 en donne l'amplitude totale $2a$ entre chaque crête et les creux voisins. De même la courbe 4 traduit l'amplitude de la variation undécennale des écarts ΔT du temps universel sur le temps des éphémérides [2].

par la circulation générale de l'atmosphère, liée aux perturbations cycloniques [3]. L'existence d'une période undécennale dans les deux phénomènes prouverait une influence de l'activité solaire sur la météorologie.

L'analyse de cette influence comportera donc la recherche d'une explication valable de la disproportion de l'effet terrestre lors des différents cycles solaires. De récentes observations astrophysiques signalent des changements énergétiques du rayonnement solaire : un radiomètre de précision a mesuré à bord d'un satellite des variations de $-0,15\%$ lors du passage d'un important groupe de taches en avril 1980 [4]. Antérieurement, Livingston [5] en mesurant par des méthodes spectroscopiques la température moyenne du disque solaire, trouve entre 1976 et 1977, c'est-à-dire au début du cycle d'activité, une diminution de cette température de 6°C pour une augmentation de 25 de l'indice de Wolf, ce qui correspondrait à une diminution de $0,4\%$ du rayonnement total d'un corps noir.

Ces évaluations, sans posséder un caractère définitif, donnent un ordre de grandeur des fluctuations du rayonnement. Sa puissance dite constante de $1\,370\text{ W/m}^2$ est concentrée dans la partie visible du spectre et traverse la haute atmosphère dans la proportion de 98%. Une partie importante (albédo) est ensuite renvoyée dans l'espace, et 60% du rayonnement parvient aux basses couches atmosphériques où son effet est avant tout de nature thermique. Une variation éventuelle de +0,4% par décroissance du nombre de Wolf apporterait donc pour l'ensemble du Globe une puissance supplémentaire instantanée de $4,1 \cdot 10^{14}\text{ W}$, supérieure à celle des perturbations cycloniques (de l'ordre de $2 \cdot 10^{10}\text{ W}$) qui, d'après les microséismes, croissent en fréquence et intensité au moment de la régression des taches solaires.

Considérons alors le cas d'une surface des taches anormalement élevée : un déficit de la chaleur reçue par la Terre (qu'il est impossible d'évaluer dans l'état actuel des observations) s'accumulera pendant plusieurs années et sera plus sensible dans la zone intertropicale, qui avec une surface totale de 25% du globe terrestre reçoit presque exactement la moitié du rayonnement solaire. Par suite, la marche vers le retour du rayonnement normal (sans taches) se ferait avec une moindre différence d'énergie interne entre la zone chaude et la zone froide de la Terre, raison plausible d'une diminution d'amplitude de la composante undécennale de la circulation générale et des perturbations atmosphériques qui en manifestent les déséquilibres.

(*) Remise le 15 juin 1981, acceptée après révision le 21 septembre 1981.

[1] P. BERNARD, *Comptes rendus* 206, 1938, p. 1585.

[2] R. G. CURRIE, *Science*, 211, n° 4479, 1981, p. 388.

[3] P. BERNARD, *Comptes rendus*, 250, 1960, p. 2738.

[4] R. C. WILLSON, *Solar Total Irradiance Observations by the Active Cavity Radiometer (Communic. 14th Eslab symposium, Scheveningen, septembre 1980)*.

[5] W. C. LIVINGSTON, *Nature*, 272, n° 5651, 1978, p. 340.

Institut de Physique du Globe, 4, place Jussieu, 75230 Paris Cedex 05.