

Note

« Sur la théorie astronomique des périodes glaciaires »

A. Dauvillier

Cahiers de géographie du Québec, vol. 16, n° 39, 1972, p. 461-464.

Pour citer cette note, utiliser l'information suivante :

URI: <http://id.erudit.org/iderudit/021083ar>

DOI: 10.7202/021083ar

Note : les règles d'écriture des références bibliographiques peuvent varier selon les différents domaines du savoir.

Ce document est protégé par la loi sur le droit d'auteur. L'utilisation des services d'Érudit (y compris la reproduction) est assujettie à sa politique d'utilisation que vous pouvez consulter à l'URI <https://apropos.erudit.org/fr/usagers/politique-dutilisation/>

Érudit est un consortium interuniversitaire sans but lucratif composé de l'Université de Montréal, l'Université Laval et l'Université du Québec à Montréal. Il a pour mission la promotion et la valorisation de la recherche. Érudit offre des services d'édition numérique de documents scientifiques depuis 1998.

Pour communiquer avec les responsables d'Érudit : info@erudit.org

SUR LA THÉORIE ASTRONOMIQUE DES PÉRIODES GLACIAIRES

I. — En 1920 l'éminent théoricien serbe M. Milankovitch¹ présentait une théorie mathématique des périodes glaciaires basée sur les variations séculaires des éléments de l'orbite terrestre, tout en tenant compte de l'atmosphère. Parmi ces éléments, la variation de l'excentricité de l'orbite modifiait le flux reçu par la Terre, tandis que les variations dues à la précession et à l'obliquité de l'axe de rotation, changeaient la répartition du rayonnement. Il publia des courbes d'irradiation moyenne annuelle pour diverses latitudes des deux hémisphères calculées depuis 600 000 ans. La variation de l'inclinaison de l'axe étant prépondérante, et agissant de même sur les deux hémisphères, ces courbes étaient quasi-périodiques et présentaient des minimums d'insolation tous les 40 000 ans, ce qui aurait causé 15 glaciations depuis 600 000 ans.

Cette théorie avait l'avantage de dater les époques glaciaires en valeur absolue. Elle ne fut cependant pas retenue, car elle ne rendait pas compte de la glaciation Permo-Carbonifère australe, qu'elle prédisait des glaciations tertiaires non reconnues et que quelques glaciations seulement, au lieu de 15, étaient observées depuis 600 000 ans.

La théorie, fondée sur les éléments astronomiques, était pourtant à l'abri de toute critique. Ce désaccord montre seulement qu'elle devait tenir compte d'autres facteurs d'origine cosmique. L'objet de cette note est de montrer qu'elle rend parfaitement compte des faits lorsqu'on y introduit les migrations polaires et une longue période d'activité solaire.

II. — Nous avons montré² comment la glaciation Permo-Carbonifère résultait d'une migration polaire amenant le pôle austral successivement sur l'Amérique du Sud, l'Afrique australe, l'Inde et l'Australie. Ce déplacement du Globe par rapport à l'axe était dû aux courants océaniques, en accord avec les conceptions de W. Thomson (1876), G.H. Darwin (1877), G.V. Schiaparelli (1889), P. Rudzki (1911). L'observation paléoclimatique indique une migration de l'ordre du degré par mégaans, nécessitant une dépense

¹ MILANKOVITCH, M. (1920) *Théorie mathématique des phénomènes thermiques produits par la radiation solaire*. Paris, Gauthier-Villars. 1 vol., 338 p.

MILANKOVITCH, M. (1938) *Mathematischer Klimalehre und astronomische Theorie der Klima Schwankungen*. *Handb. Klimat. Handb. Geoph.* IX.

MILANKOVITCH, M. (1941) *Kanon der Erdbestrahlung*. *Kgl. A.K. Serb.*, Belgrade.

² DAUVILLIER, A. (1963) *Bull. Acad. Roy. Belgique*, 5^e série, 49 : 947 ; *Ciel et Terre* 81 : 193-213 (1965).

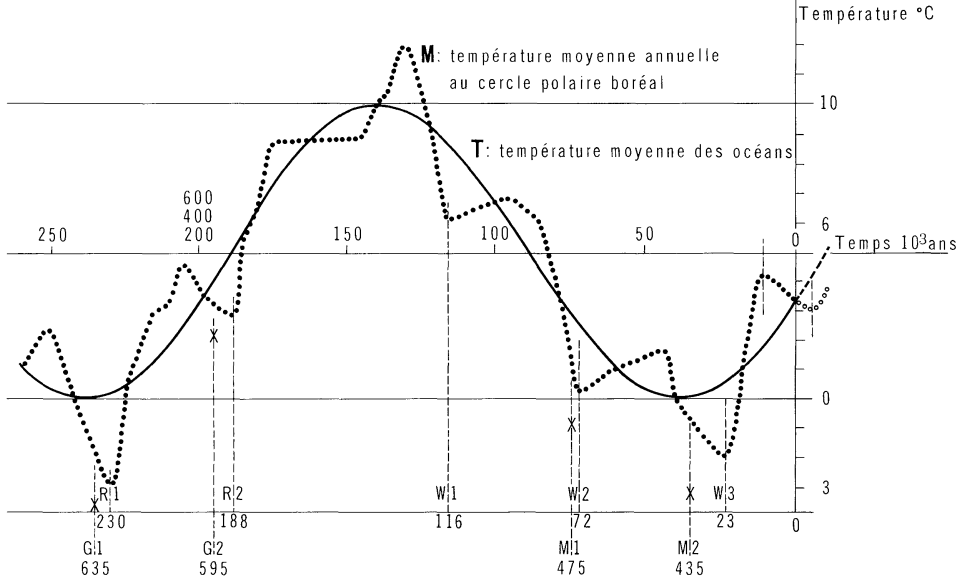
d'énergie de $0,73 \cdot 10^{26}$ ergs/an, que l'on retrouve dans les grands séismes accompagnateurs, soit 10^{26} ergs/an, selon B. Gutenberg et C.F. Richter. Bien que l'extrapolation soit très grande, il est remarquable que cette migration géographique s'accorde avec le résidu séculaire actuel de la polhodie, soit 0'',200 depuis 72 ans, d'après Mme A. Stoyko. Il s'agit là, comme dans le domaine des marées, de l'un de ces petits effets, qui s'accumulant, engendrent à la longue, des phénomènes géophysiques importants. En accord avec les considérations développées par P. Bellair³, une glaciation ne peut se développer que lorsqu'un pôle traverse une région continentale étendue.

III. — Mais cette limitation géographique n'est pas encore suffisante pour justifier la théorie astronomique et il est nécessaire d'introduire une longue période prohibant la moitié des glaciations prévues. La théorie elle-même montre déjà une périodicité de 200 000 ans ($5 \times 40\,000$) qui se retrouve dans de multiples faits géologiques. Les dépôts sédimentaires et houillers ont décelé des périodes de cet ordre. C'est ainsi que J.M. Weller⁴ étudiant les dépôts marins du Pennsylvanien, y a reconnu 84 cycles de 75 000 à 250 000 ans. Si nous attribuons à la glaciation Permo-Carbonifère australe, une durée de 80 Ma, du Dinantien au Saxonien, les 400 strates houillères du bassin franco-belge — dues aux régressions et transgressions marines associées —, accusent aussi une période de $8 \cdot 10^7 / 4 \cdot 10^2$, soit $2 \cdot 10^5$ ans. C'est sensiblement la durée de chacun des 4 cycles, glaciaire et interglaciaire, reconnus par A. Penck et E. Brückner, comme constituant la glaciation Pléistocène. Une aussi longue période conditionnant les glaciations, ne peut guère être attribuée qu'au rayonnement solaire, mais au lieu d'admettre arbitrairement une variation périodique du rayonnement nécessitant une grande dépense d'énergie, nous avons suggéré⁵ l'existence d'une période d'activité solaire de 200 000 ans agissant seulement sur l'albedo terrestre jouant le rôle de relais. L'observation des éclipses de Lune et de la lumière lunaire cendrée, montre en effet, que la constante solaire observée au sol, varie inversement avec l'albedo de la haute atmosphère et dans le même sens que l'activité solaire undécennale. Tout se passe comme si la Terre absorbait plus de rayonnement en période d'activité. La mise en évidence d'une aussi longue période ne peut se déduire que d'observations climatiques à l'échelle géologique. Elle serait aujourd'hui d'autant plus importante que la non observation des neutrinos solaires remet en question le rôle des réactions nucléaires de Weizsäcker-Bethe et de Critchfield-Bethe. La réalité d'une telle oscillation nucléaire de relaxation permettrait de préciser la température centrale du Soleil.

³ BELLAIR, P. (1960) *C.R.*, 251 : 2061.

⁴ WELLER, J.M. (1930) Cyclical Sedimentation of the Pennsylvanian Period and its Significance. *J. of Géol.*, 38 (2).

⁵ DAUVILLIER, A. *Rev. Sc.* 89 : 90-100 (1951) ; *Sciences*, (15) : 47-55 (1961) ; *Ciel et Terre*, 84 : 389-407 (1968).



Glaciations: W:Würm, R:Riss, M:Mindel, G:Günz

Figure 1

IV – Cette période d'activité solaire se traduit par une oscillation thermique que nous avons schématisée sur la figure 1, par la courbe T représentant la température moyenne des océans. Nous savons que celle-ci était voisine de $+10^{\circ}\text{C}$, au début du Tertiaire et durant les interglaciaires, et que l'amplitude de sa variation était d'une dizaine de degrés. L'époque actuelle ($T = 0$) se situe à $T = 3,2^{\circ}\text{C}$, température moyenne des océans. Nous sommes à la fin de la dernière période Würmienne W3 de régression des indlandsis polaires et du permafrost. Nous avons reporté sur cette courbe celle de Milankovitch M, correspondant à la température moyenne annuelle au cercle polaire boréal. Les périodes glaciaires correspondent alors aux minimums de la courbe résultante et leur nombre est réduit de moitié. La périodicité de 200 000 ans permet aussi de représenter sur le même graphique, les glaciations Würmiennes (W1, W2, W3) et de Riss (R1, R2), ainsi que celles de Mindel (M1, M2) et de Günz (G1, G2), qui ont lieu respectivement 2.10^5 et 4.10^5 ans plus tôt. La courbe englobe ainsi 600 000 ans.

Les difficultés rencontrées pour identifier les glaciations Pléistocènes sont ainsi levées. En 1953, V. Woerkom⁶ revisant le travail de Milankovitch, fut contraint de prévoir deux fortes glaciations à 325 000 et 410 000 ans, qui tombaient dans le Grand Interglaciaire reconnu entre le Mindel 2 et le Riss 1, ce qui constituait une grave objection. Les 9 périodes glaciaires les plus récentes ont été identifiées par F.E. Zeuner⁷, mais la courbe montre

⁶ WOERKOM, J. V. (1953) The Astronomical Theory of Climatic Change in *Climatic Change*, Ed. H. Shapley.

⁷ ZEUNER, F.E. (1959) *The Pleistocene Period*, London, 1 vol.

SCHWARZBACH, M. (1961) *Das Klima der Vorzeit*, Stuttgart, Encke 1 vol.

SCHWARZBACH, M. (1963) *Climates of the Past*. London, Van Nostrand. Traduction R.O. Muir.

que son Günz 2 doit être reculé jusqu'à 595 000 ans (au lieu de 550 000 ans) et le Günz 1 jusqu'à 635 000 ans (au lieu de 595 000 ans). On voit, en outre, que le Würm 1 n'a pu se manifester au niveau de la mer, mais seulement sur le relief, au dessus de 1 km d'altitude. Il est connu dans les Alpes et les Pyrénées.

Cette courbe permet aussi de classer les glaciations Pléistocènes dont l'ampleur a été très variable. C'est ainsi que la plus forte glaciation boréale a été le Günz 1, puis le Mindel 2, le Riss 1 et la plus faible, le Würm 1. On rétablit ainsi la symétrie existant entre les doubles glaciations des trois dernières époques glaciaires, chaque période froide de 10^5 ans ayant connu deux glaciations et deux interglaciaires, chacun d'une durée moyenne de 25 000 ans. La courbe s'accorde avec les datations et les paléo-températures relevées sur les sédiments océaniques par C. Emiliani (jusqu'à 300 000 ans), N. V. Saks et Coll, G. Arrhenius, W.D. Urry, G.S. Piggot, qui ont utilisé les méthodes du radiocarbone et de l'ionium.

V. — La théorie astronomique a l'avantage d'être applicable aux autres planètes terrestres dont les éléments orbitaux sont connus. On voit cependant, qu'aucune d'elles ne subira de migrations polaires, faute de courants océaniques. Les glaciations de Mars évolueront sans se déplacer à sa surface. La vapeur d'eau étant très rare dans son atmosphère, nous avons recherché, — en reproduisant les conditions physiques régnant à sa surface, — si ses calottes polaires ne seraient pas constituées par l'hydrate $\text{CO}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ de P. Villard. On trouve en effet, en extrapolant ses mesures de tension de vapeur, une pression de 10 mbars à -60°C . Mais nous n'avons pu reproduire l'hydrate dans ces conditions. Le radiomètre de Mariner 6 avant décelé une température approchant -120°C sur la calotte australe, l'existence de neige carbonique mêlée de glace devient plus probable.

A. DAUVILLIER

Observatoire du Pic du Midi

65, Bagnères, France

RÉSUMÉ — La théorie astronomique de Milankovitch, combinée avec les migrations polaires et une longue période d'activité solaire, rend compte des observations géologiques.