

Précisions sur la liquéfaction du globe terrestre

Autor(en): **Mercier, André**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **24 (1942)**

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-741763>

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.

PUBLICATIONS CITÉES

1. ARNI, P., *Tektonische Grundzüge Ostanatoliens und benachbarter Gebiete*. « M.T.A. », Série B, N° 4, Ankara, 1939.
2. ARNI, P., *Relations entre la structure régionale et les gisements minéraux et pétrolifères d'Anatolie*. « M.T.A. », N° 2, Ankara 1939.
3. HELKE, A., *Die osttürkische Chromitprovinz*. XVII. Bericht der Freiburger Geologischen Gesellschaft, 1938.
4. ROSIER, G., *Recherches géologiques sur la région de Guleman (vilayet d'Elâzığ, Anatolie)*. Revue Fac. Sciences Université Istanbul, à l'impression.

*Université de Genève.
Laboratoire de Minéralogie.*

Séance du 19 mars 1942.

André Mercier. — *Précisions sur la liquéfaction du globe terrestre.*

Dans l'hypothèse d'un globe terrestre polytropique initial, on peut montrer dans quelle proportion la liquéfaction doit se produire pratiquement immédiatement. Si l'indice polytropique du globe est 3, on trouve qu'une zone extérieure de plus de la moitié du rayon total doit se liquéfier immédiatement si la température centrale vaut 6.000°K ¹. Naturellement, on ne sait rien de précis sur la température que le globe initial devait avoir au centre; la valeur de 6.000° est choisie arbitrairement. L'argument que nous avons donné pour ce choix avait été fourni par la comparaison avec le soleil, dont la température effective est de cet ordre de grandeur.

Si la masse gazeuse qui s'est ramassée en un globe terrestre a été soumise à une contraction considérable, elle a gagné par là une énergie considérable aussi, à laquelle correspondrait éventuellement une très haute température. Il se pourrait donc que la température centrale ait été beaucoup supérieure à 6.000° .

¹ A. MERCIER, Archives de Genève, 5^{me} période, 20, 31, 1938.

H. Jeffreys a voulu rendre plausible une liquéfaction très rapide d'un globe initial gazeux (mais pas nécessairement polytropique) en calculant le taux de son refroidissement par suite du rayonnement¹. Toutefois ses conclusions nous semblent prêter à une critique. Il admet qu'on peut calculer la perte de chaleur par suite du rayonnement en l'égalant à l'énergie qui est en équilibre avec un corps noir à la température T ; elle est alors donnée par la formule de Stefan et vaut par gramme du globe rayonnant

$$H = \frac{3\sigma T^4}{\bar{\rho}a}, \quad (1)$$

où T est la « température absolue » qu'il faut attribuer au globe lors de ce phénomène, $\bar{\rho}$ la densité moyenne du globe, a son rayon et $\sigma \sim 5 \cdot 10^{-5}$ c.g.s. degrés⁻⁴ la constante de Stefan.

Nous avons des raisons de croire que le rayon du globe était au moins de l'ordre de 10^9 cm. On peut prendre $\bar{\rho} \sim 10^{-3}$ c.g.s. (ce serait une valeur plutôt trop grande, voir *loc. cit.*) et Jeffreys propose de poser $T \sim 6.000^\circ$. Avec ces valeurs, on trouverait pour la perte de chaleur par gramme du globe la valeur

$$H \sim 400 \text{ cal. gr}^{-1} \cdot \text{jour}^{-1}.$$

Prenant pour valeur possible de la chaleur de vaporisation du gaz 10^4 à 10^5 cal. (pour le fer $8,8 \cdot 10^4$), on en concluerait qu'après quelques révolutions du globe autour du soleil (années planétaires de l'ordre de 300 jours), la perte de chaleur aurait été assez grande pour que le globe se liquéfie (le refroidissement est négligeable, la chaleur spécifique des gaz étant de l'ordre de $R/\mu \sim 1/16$, où R est la constante des gaz et $\mu \sim 32$ le poids moléculaire moyen, voir *loc. cit.*).

Le choix de $T = 6.000^\circ$ proposé par Jeffreys est tout aussi arbitraire dans ce problème qu'il l'était dans celui que nous avons traité (*loc. cit.*). Insistons sur la différence suivante: Jeffreys égale à 6.000° une certaine température effective tandis que nous prenons cette valeur pour température centrale.

La radiation n'étant en réalité pas en équilibre avec le

¹ H. JEFFREYS, *The Earth* (2^{me} éd., Cambridge, 1929, p. 29).

corps qui l'émet, il faut justifier l'emploi de la formule (1). Il existe une formule permettant de calculer H avec une certaine approximation ¹, elle s'écrit

$$H \sim \frac{3\sigma T'^4}{\rho a}$$

où T' doit être pris en première approximation environ 1,2 fois plus petite que la température effective T_e. La différence n'est pas grande, de sorte que l'hypothèse de Jeffreys n'est pas trop grossière quant à l'emploi de la formule, pourvu qu'on prenne pour température une valeur de l'ordre de grandeur de la température effective. Or la température effective est définie comme celle d'un corps noir qui serait en équilibre avec la radiation; il est donc impossible de dire ce qu'elle valait pour le globe terrestre gazeux, à moins d'avoir déjà une donnée sur la température vraie de ce corps.

Eddington a trouvé une formule, applicable dans le cas des étoiles en tout cas, d'après laquelle la température effective et la température centrale T_c d'un globe de masse M sont proportionnelles entre elles:

$$T_c \propto M^{-1/5} (1 - \beta)^{-1/2} \mu^{-2/5} T_e^{8/5} .$$

Mais il n'est pas possible de déterminer numériquement le coefficient de proportionnalité. Dans cette relation, β est le rapport de la pression du gaz à la pression de radiation et μ le poids moléculaire moyen. Si cela a un sens d'appliquer cette relation pour la terre et de comparer la terre au soleil, on peut, connaissant T_c, T_e, β et μ pour le soleil, estimer la valeur qu'il faut attribuer à T_e pour la terre si on en connaît la température centrale. Pour le soleil, M = 2 · 10³³ g, μ = 2,2, 1 - β = 0,057, T_e = 6.000°, T_c = 39 · 10⁶. Pour la terre, M = 6 · 10²⁷ g et il convient de poser μ ~ 32 ainsi que β ~ 1; si l'on applique alors la formule

$$1 - \beta = 0,00309 \left(\frac{\text{Terre}}{\odot} \right)^2 \beta^4 \mu^4$$

¹ Voir A. EDDINGTON, *The internal constitution of the stars* (Cambridge, 1930, pp. 323 ss.).

et qu'on y fait $\beta^4 \sim 1$, on trouve pour la terre $1 - \beta \sim 0,028 \cdot 10^{-6}$.

Ayant toutes ces valeurs, sur l'application desquelles on pourrait émettre de sérieux doutes dans le problème du globe terrestre, on trouverait pour le globe une température centrale de l'ordre de 10^9 si la température effective était de 6.000° ! Inversement, on trouverait $T_e \sim 0,1^\circ \text{ K}$ si $T_c \sim 6.000^\circ$ et par exemple $T_e \sim 1^\circ \text{ K}$ si $T_c \sim 200.000^\circ \text{ K}$. La seconde valeur $T_c \sim 200.000^\circ$ de la température centrale envisagée dans ce calcul serait celle d'un globe polytropique dont le rayon serait égal au rayon actuel de la terre sans son atmosphère.

On voit que le choix $T \sim 6.000^\circ$ de Jeffreys est arbitraire. Les calculs que nous venons de faire suggèrent que la température effective du globe était beaucoup plus petite que cela, même si l'application à la terre de formules établies pour des étoiles est fort sujette à caution.

Dans ces conditions, nos considérations sur la liquéfaction du globe nous semblent présenter des avantages sur celles de Jeffreys. Si la température centrale du globe était inférieure à 6.000° , la liquéfaction eût été encore plus probable que nous ne l'avions prétendu (*loc. cit.*). Si elle était plus grande, elle ne pouvait cependant être supérieure à une certaine valeur. Dans un globe polytropique, les températures centrales sont entre elles comme l'inverse des rayons. Avec le rayon actuel de $6,4 \cdot 10^8 \text{ cm}$, T_c serait de l'ordre de 200.000° et les conclusions de notre mémoire devraient être rejetées. Mais le rayon n'était sûrement pas si petit, car on sait que l'atmosphère actuelle s'étend à plus de 10^9 cm du centre (voir *loc. cit.*). Cela réduit la limite supérieure de la température centrale suffisamment pour conserver à nos conclusions leur valeur d'estimation.

Dès lors, on peut essayer de reprendre le calcul de Jeffreys au moyen de la formule (1) et chercher quelle température effective le globe aurait dû avoir pour que la perte de chaleur ait suffi à le liquéfier rapidement. Admettons que « rapidement » veuille dire en une période plus courte que 10.000 ans (*cf.* à l'âge des dernières glaciations). Il faudrait qu'en cette période 10^5 cal. soient perdues; la température effective (supposée

constante) qui correspondrait à cette perte serait de l'ordre de $550^{\circ} \text{K} \sim 280^{\circ} \text{C}$. Elle est de beaucoup inférieure au point d'ébullition de la plupart des substances terrestres. Cela confirme une fois de plus notre point de vue d'après lequel c'est le modèle polytropique qui assure le mieux la liquéfaction rapide du globe initial.

*Université de Berne.
Séminaire de Physique théorique.*

Amédée Weber. — *Terminaisons nerveuses dans le cerveau d'un Téléostéen, le Poisson rouge.*

Les théories sur l'organisation générale du système nerveux, concernant notamment l'individualité des neurones ou la continuité du neuroplasma, sont le plus souvent basées soit sur des observations faites à la périphérie dans le sympathique ou bien dans des régions très localisées des centres, comme les glomérules olfactifs ou cérébelleux. Nous ignorons presque tout des synapses de la substance grise encéphalique, où seules à peu près ont été entrevues des terminaisons péricellulaires de neurites dans quelques noyaux centraux, ou bien ont été aperçus des contacts entre fibres grimpantes ou boutons terminaux avec les dendrites des cellules de Purkinje, par exemple.

Dans l'inextricable fouillis que constitue l'enchevêtrement des fibres fines qui parcourent la substance grise de l'encéphale et de la moelle spinale, aussi bien que le centre des ganglions de nombre d'animaux, beaucoup d'observateurs à la suite de H. Held décrivent un réticule continu, le réseau fondamental, qui résulterait de la fusion de neurites et de dendrites associés à des prolongements névrogliaux. Cajal lui-même, le maître de l'imprégnation argentique, avouait qu'il lui était impossible avec ses propres techniques d'apercevoir les extrémités des dendrites et leurs connexions dans une substance grise telle que celle du cortex cérébral.

Ayant récemment mis au point une méthode de fixation permettant, spécialement dans les centres, un meilleur dépôt d'argent sur les éléments nerveux, j'ai étudié, grâce à ce nouveau