

PUBLICACIONES
DEL
INSTITUTO DE FISIOGRAFIA Y GEOLOGIA
de la

Facultad de Ciencias Matemáticas, Físico-Químicas y Naturales aplicadas
a la Industria de la Universidad Nacional del Litoral

Director: Dr. ALFREDO CASTELLANOS

VII

Autoendomorfismo

et

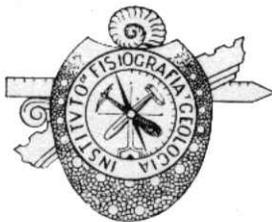
La Nature Électromagnétique

*de la Gravitation, et les
théories de Laplace, de Thomas C. Chamberlin,
et R. D. Salisbury, sur l'origine des planètes*

PAR LE

DR. CORNELIO L. SAGUI

Géologue Conseil. Collaborateur aux services de la
Carte Pédologique de la France



ROSARIO
ARGENTINA

1939

AUTOENDOMORPHISME

On trouve parfois dans les roches encaissantes, des magmas granitiques, des apophyses et des digitations où aucune trace de métamorphisme n'est visible. Ces cas sont d'ailleurs assez rares. Dans les mines d'or du Limousin, et tout spécialement à la Forêt (Ladignac) et au Tindeix (Chalard), j'ai eu l'occasion cependant de constater que lorsque les digitations ne sont que des filonnets de 20 à 30 cm. d'épaisseur, le métamorphisme est insignifiant et parfois inexistant, cela surtout lorsque les roches encaissantes du magma sont des micaschistes.

En général, les roches traversées par des magmas granitiques sont toutefois métamorphosées et ce phénomène y apparaît comme une auréole d'intensité décroissante. Rosenbusch (1) trouva, en effet, en Alsace, les zones de métamorphisme suivantes :

- 1° — Cornéenne à andalusite et disparition de la schistosité des roches encaissantes et de la matière charbonneuse.
- 2° — Micaschistes noduleux cristallins, avec du mica noir à la place de la chlorite et de petits cristaux de staurotide. Au Limousin, des micaschistes ainsi transformés se trouvent notamment à Ladignac.
- 3° — Schiste argileux.

L'analyse n'a point révélé des différences entre la composition des roches de ces trois zones, si ce n'est pour l'eau et le carbone. Ce fait n'est d'ailleurs pas général ; je dirais même

(1) Rosenbusch H. — Die Steiger Schiefer und ihre contactzone an den Graniten Van Barr. Andlau un Hohvald. Abh. Z. geol. spécial Karte, V. Els. Lothr. I, n° 2, 315 p., 1877.

qu'il paraît peu fréquent. Au Limousin, par exemple, où l'observation est possible, dans les mines d'or de Cheni, à des profondeurs assez grandes, on constate que l'apport de silice de la venue magmatique aux roches encaissantes est considérable. De même pour les granites en contact avec les calcaires, on a formation de silicates calciques (Wollastonite, grenats, etc.).

D'ailleurs, Lacroix (2), Michel-Lévy et d'autres encore ont observé sur les contacts dont je viens de parler des cristaux de feldspath, ce qui prouve l'apport d'alcalis du granite aux roches encaissantes, en sorte que sur ces zones les roches cristallophyliennes, comme les micaschistes, les gneiss, amphibolites et leptynolithes, dominant et deviennent même d'une puissance considérable, en profondeur. Les feldspath se développeraient, tantôt par injection, et d'autres fois par imbibition (3), de manière que les gneiss ne seraient que des schistes feldspathisés. J'ai remarqué les gneiss d'une telle origine notamment à la Fagassière (Limousin) suivis par des micaschistes noduleux.

Lyell (1825) appelait roches métamorphiques les roches cristallines qui, ainsi que Huton (1797) l'avait déjà observé, n'étaient que des roches sédimentaires transformées par la chaleur et la pression. Plus tard, ce phénomène fut mieux étudié et on constata qu'il s'intensifiait en général en allant des couches de surface à celles plus profondes. Certains géologues ont même supposé que les granites seraient eux aussi un produit en même temps que le dernier terme du métamorphisme. Il paraît toutefois que leur consolidation s'est faite en deux temps. Dans la première phase, des cristaux plus anciens de Zircon, biotite, sphène, apatite, orthose, se formeraient tandis que dans la seconde une nouvelle poussée cristalline (quartz, orthose) apporterait en quelque sorte le ciment nécessaire à lier les éléments de la première phase. Cela pouvait bien faire croire les granites d'origine métamorphique.

La géologie magmatique a aujourd'hui établi n'être les granites que des roches éruptives et, d'une certaine manière,

(2) Lacroix A. — Les granites des Pyrénées, I, II, Bull. Ser. Cartagéol, Nros. 64, 71, 68 p., 1898, 1900.

(3) Michel-Lévi. — Contribution à l'étude des granites de Flamanville et des granites français. Bull. Ser. Carte géol V, n° 36, 41 p, 1893.

des laves acides et très anciennes. Cependant, un *endométamorphisme* qu'on observe très souvent dans leur masse, nous prouve que les granites aussi sont quelque peu modifiés au contact des roches qu'ils traversent. Michel-Lévy et Lacroix ont du reste abondamment prouvé que *l'endométamorphisme* est un phénomène assez général, bien que les pétrographes de l'école allemande nient l'influence des roches encaissantes sur les granites. Moi-même, j'ai constaté à la fosse Maurice de Dadignac que la venue magmatique était moins acide au contact des micaschistes silicifiés qui, d'ailleurs, n'ont fait en quelque sorte qu'absorber une partie de la silice, que la différenciation magmatique avait accumulée pendant les différentes phases de transformation du magma à travers une chute progressive de la température. Le long d'un contact du reste, le refroidissement étant plus brusque, la silice s'y serait portée aussi avec une plus grande abondance.

A la Tournerie (Limousin), j'ai étudié un gisement de quartz aurifère d'une cassure de retrait dont une paroi était formée par les roches encaissantes. Il est utile de dire à ce point que tous les feldspaths, par exemple, et tous les mica sont très stables en présence de l'acide silicique circulant dans leur masse, fait que les pétrographes connaissent bien d'ailleurs. Cette stabilité est si grande qu'on trouve de l'orthose intact noyé dans le quartz aurifère.

Dans le cas de la Tournerie, nous aurions d'abord (dans une phase de refroidissement du magma au contact même des roches encaissantes), qu'une cassure de retrait se serait formée en pleine période de solidification. Les feldspaths se seraient solidifiés tandis que la silice, encore en fusion aqueuse, les aurait quittés, en remplissant la cassure dont je viens de parler. Vers les extrémités du gîte et en profondeur, fig. 1, le quartz devient progressivement moins pur, les feldspaths augmentent et finalement on ne trouve plus que des rognons de silice noyés dans une pâte feldspathique. On peut, par conséquent, suivre les diverses phases de différenciation du magma. Cette distribution quartzreuse au contact du magma granulitique, et dans sa masse, lui donne cependant une plus grande acidité où le gîte est sur le point de disparaître, ce qui serait, paraît-il, un cas d'endomorphisme.

Mais n'y aurait-il pas d'autres phénomènes d'endomorphisme qui ne se rattacheraient nullement à ceux rappelés plus haut? Il me paraît possible de répondre par l'affirmative. En effet, pourquoi la masse magmatique n'aurait-elle totalement changé sa structure à travers les millions d'années qui la séparent de sa phase éruptive?

C'est d'abord en étudiant les laves du Mont Etna (Sicile) que cette transformation structurale m'a paru possible puisque l'aspect des laves les plus anciennes est moins vitreux et d'une teinte moins vive. Ces roches éruptives seraient le siège permanent de phénomènes *autoendomorphiques*, c'est-à-dire que leur matière en partie amorphe, se cristalliserait peu à

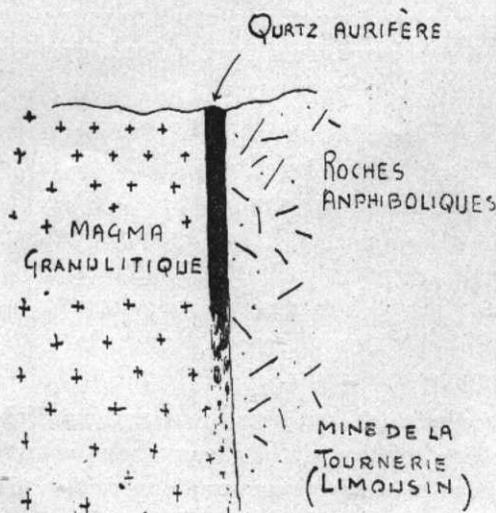


FIG. 1

peu en se groupant autour des centres moléculaires les plus stables. Les laves qu'on dénomme basaltiques, bien qu'elles paraissent homogènes, sont souvent formées par la réunion microcristalline de pyroxène et de labrador. Le basalte de Wickestein, près Querbaek (Silésie) serait, d'après Lowe (4), formé de 55,58 % d'augite, 4,61 % de fer oxydulé, et 39,81 % de Zéolithe. Toujours est-il que le basalte représenterait déjà un stade avancé d'*autoendomorphisme* de la lave. Il serait

(4) Love. — Annales de Poggendorff, t. XXXVIII.

utile par conséquent de voir pourquoi le pyroxène du Vésuve du côté de Somma est noir, comme toutes les augites, tandis qu'en général les coulées vésuviennes sont formées de pyroxènes verts et transparents. L'âge de la coulée ne jouerait-il pas un rôle ici? Que la pâte basaltique soit formée du reste par de petits grains cristallins est un fait depuis longtemps établi, puisque Cordier (5) l'avait déjà constaté en 1815.

Dès lors, pourquoi les granites ne seraient-ils, eux aussi, des anciennes laves que *l'autoendomorphisme* aurait feldspathisées avec une concentration progressive de la silice, de la soude et de la potasse, en éliminant en même temps une assez grande partie du fer? La leucite et les zéolithes paraîtraient les sources normales de la potasse et de la soude d'une paraille feldspathisation. En effet, l'orthoclase est stable au-dessous de 1170°, puisque c'est uniquement au-delà de cette température qu'il se transforme, d'après Bowen et Morey, en leucite et silice, en revenant ainsi aux éléments du magma originaire, de même que le mica chauffé à la pression atmosphérique se décompose en augite, olivine, spinelle et scapolite.

Le *processus d'autoendomorphisme* paraît être confirmé aussi par le fait que les plus gros cristaux d'une roche magmatique sont ceux du minéral le plus abondant. Ainsi, dans un granite les cristaux de feldspath sont mesurables en centimètres, ceux du quartz et du mica, en millimètres, tandis que l'apatite et le zircon auraient des dimensions allant du centième au dixième de millimètre. D'ailleurs, dans certaines veines magmatiques et certaines laves, la grosseur des cristaux du même minéral augmente avec l'âge. Il est à remarquer aussi que les minéraux les plus communs des roches sont des solutions solides et non pas des composés chimiques.

Dans un magma, la différenciation aurait lieu tout de même dans le sens classique, et une cristallisation plus lente produirait des cristaux plus gros. C'est ainsi qu'à Quincy (Massachusetts) (6), on a trouvé à l'intérieur même du granite des masses cylindriques de pegmatite. *L'autoendomorphisme*, en conséquence, ne ferait qu'accentuer le phénomène de différenciation magmatique.

(5) Cordier. — Journal des Mines, t. XXIX, p. 389, 1815.

(6) Warren C. H. and Palache C.—Bull. Geol. Soc. Am. 784, 1910.

Dans l'horizon géologique triasique, qui, en suivant les côtes atlantiques, traverse les États de New Jersey, Pennsylvania et Virginia (7), on trouve des veines basaltiques qui, en profondeur, se transforment en diabase à structure granitoïde ou ophitique d'un mélange de plagioclase et d'augite. C'est -à-dire que, d'après la théorie de *l'autoendormorphisme*, il y aurait ici aussi une première phase de feldspathisation du basalte. On y remarque en même temps, trois zones de contact minéralisées. Dans la première, la plus profonde, on trouve de la magnétite, de la pyrite et de la chalcopyrite. Dans la seconde, on a, par contre, de la pyrite, de la chalcopyrite et de la bornite, tandis que dans la troisième, la moins profonde, on ne trouve plus que de la chalcosine et du cuivre natif.

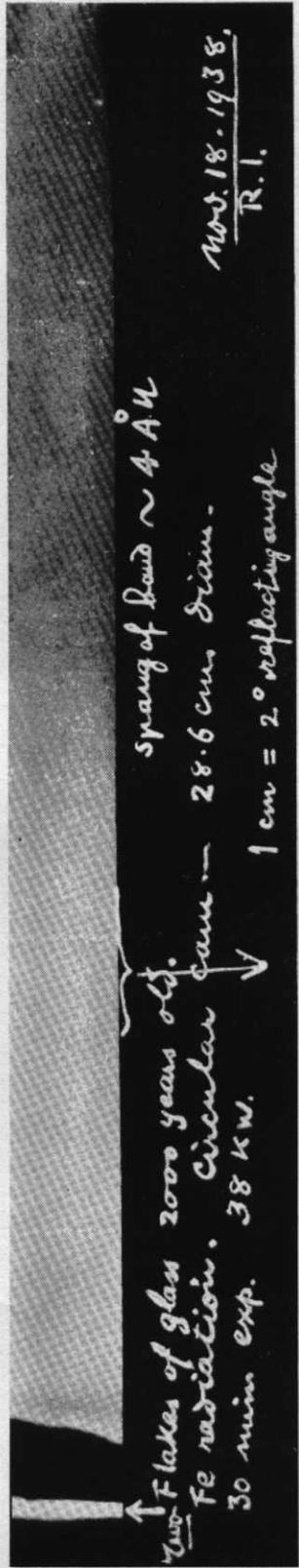
Le fer est donc l'élément qui domine en profondeur, tandis que le cuivre, d'un poids atomique plus élevé, se trouve dans la partie du magma qui se serait frayé un chemin à travers la croûte terrestre et qui aurait, par conséquent, rencontré les plus fortes résistances en développant les plus hautes pressions nécessaires à la transformation en cuivre d'atomes plus légers (8), réunis par des phénomènes de transmutation.

Ces transformations *autoendormorphiques* m'ont été suggérées par une récente découverte, faite dans le sous-sol de la Ville d'AVIGNON (France), de deux morceaux de verre gallo-romains, c'est-à-dire ayant un âge d'environ deux millénaires. Ce verre, enfoui depuis des siècles dans la terre, a été profondément modifié. Toute sa surface se changea en des lamelles extrêmement minces et irisées, les unes superposées aux autres, en affectant ainsi la structure du mica. Ces lamelles étaient très friables et peu adhérentes entre elles, ce qui explique pourquoi, sur tous les vases en verre de ces époques lointaines, ces lamelles n'existent plus; un frottement, même léger, de ces objets, dans le but de les nettoyer, suffit à les détruire.

Cette structure m'a paru un commencement de cristallisa-

(7) Newhouse W. H. — Econ. Geol., vol. XXVIII, p. 61, 1933.

(8) Sagui C. L. — La Métallogenèse magmatique. Publ. Inst. de Fisiog. y Geol. Universidad Nacional del Litoral, III, pp. 1-15, Rosario (Argentina), 1938.



↑ Flakes of glass 2000 years old.
 Fe radiation. Circular cam. —
 30 min exp. 38 kw.

Spang of Band ~ 4 Å
 28.6 cm diam.
 1 cm = 2° reflecting angle

Nov. 18. 1938.
 R. I.

Fig. 2. — Two Flakes of glass 2000 years old. Spang of band ~ 4 Å u Fe radiation. Circular cam. — 28.6 cm. diam. 30 min. exp. 38 kw. 1 cm. = 2° reflecting angle. Nov. 18 1938
 R. I.

tion, et pour m'assurer sur ce point, j'ai envoyé à Sir W. H. Bragg, Directeur du *Davy Faraday Laboratory*, de Londres, un morceau de ce verre en le priant de voir si les rayons X auraient confirmé cette supposition. M. BRAGG, auquel je suis très reconnaissant, a aimablement essayé: les résultats ont été cependant douteux ainsi que la fig. 2 l'indique. M. Bragg pense néanmoins que les lamelles sont légèrement séparées.

Une étude microscopique de ce verre m'a révélé, d'autre part, la structure des fig. 3 et 4. La structure de la fig. 3 est observable dans le sens de l'épaisseur du verre, et l'autre, fig 4, est celle qui paraît à la surface même d'une lamelle. La première nous montre comment le verre, en se déplaçant sous forme de solutions colloïdales, affecte l'aspect de bandes

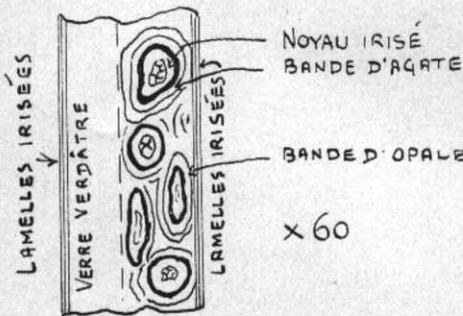


FIG. 3

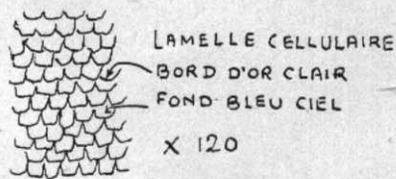


FIG. 4

d'agate rubannée, auréolées d'opale claire très irisée. Il est utile de dire à ce point que ce même type d'opale se trouve encore assez souvent en petites veines au milieu des trachytes et tufs trachytiques. L'ensemble des bandes d'opale et d'agate forme une sorte d'onyx. Au centre de ces bandes, il y a un noyau grumeleux où les grumeaux paraissent des cristaux informes. Dans un de ces grumeaux, se dessinait vaguement la forme cristalline du quartz.

La fig. 4 est l'aspect géométrique de la surface d'une lamelle qui est cependant fortement irisée par des reflets où dominant le jaune or et le bleu ciel, couleurs intenses et de toute beauté. Ces reflets changent avec la position et son chatoyants et lumineux. La silice de ces spécimens n'est pas

attaquée de la même manière par l'acide hydrofluorique faible, ce qui prouverait les différents états de ce minéral. La fig. 4 montre aussi la structure cellulaire, plutôt irrégulière des lamelles, où le bord des cellules est jaune or et leur fond, bleu ciel.

Cette transformation, qui m'a suggéré la transformation *autoendomorphique* des roches, s'amorce cependant en surface et gagne, avec le temps, l'intérieur. Il paraît néanmoins certain que l'équilibre en quelque sorte physique des minéraux est instable et comme le produit d'une vie lente et profonde de la matière, mais toujours opérante, vie qui aurait profondément transformé les laves des plus anciennes périodes géologiques.

Cornelio L. SAGUI

Avignon (France) de 20 Février 1939.

La Nature Électromagnétique

*de la Gravitation, et les
théories de Laplace, de Thomas C. Chamberlin,
et R. D. Salisbury, sur l'origine des planètes*

PAR LE

DR. CORNELIO L. SAGUI

LA NATURE ÉLECTROMAGNÉTIQUE

de la GRAVITATION, et les THÉORIES de LAPLACE,
de Thomas C. CHAMBERLIN, et R. D. SALISBURY,
sur l'origine des planètes.

Dans un certain nombre de travaux publiés depuis 1922
(1), je développai les points fondamentaux suivants :

- 1^o — L'unification des champs électromagnétique et gravitatif;
- 2^o — L'hypothèse qu'à la base de toute réalité physique est un *quantum* électromagnétique, possédant un caractère corpusculaire, dans lequel et entre ses limites, la substance électromagnétique est animée d'un mouvement cyclique;
- 3^o — La nature ondulatoire de la matière et de la gravitation, l'une et l'autre considérées comme formées, avec des concentrations différentes, par des quanta électromagnétiques. En cette théorie, le champ de gravitation d'un astre serait fini et son rayon varierait avec la masse même de l'astre.

Après avoir ainsi brièvement rappelé les points principaux de la théorie du quantum électromagnétique, je dirai comment le principe de relativité constitue dans cette théorie un critère physique, au lieu d'être une propriété géométrique de l'espace.

(1) Boll. Ass. Naz. ingegneri e arch. Italiani. Sez. Ancona Macerata, Anno II, n° 1 pp. 13-18, 31 gennaio 1924. Riassunto conferenza del 16 Décembre 1923 di C. L. Sagui; Sagui L. C., Phys. Rev. Vol. 29, p. 371, 1927; Resoconti Istituto Marchigiano di scienze, lettere ed arti, 1931.

En fait le quantum électromagnétique peut être défini par sa longueur d'onde (espace), ou par sa période (temps). C'est à-dire que l'espace et le temps seraient, dans un certain sens, des variables physiques intimement liées dans un mécanisme fonctionnel unitaire. L'espace et le temps surgiraient donc d'un pareil mécanisme, en dehors duquel il n'y aurait ni espace, ni temps.

Voyons maintenant comment ce mécanisme peut représenter aussi bien l'énergie que la matière.

Un courant électrique alternatif, en variant son intensité i varie aussi le flux φ de son champ magnétique qui est défini de la façon suivante :

$$\int_0^{\varphi} i d\varphi \quad (1)$$

En supposant un coefficient L de selfinduction, constant, nous pouvons écrire :

$$\varphi = Li \quad \text{où} \quad d\varphi = L di$$

Et en substituant cette valeur de $d\varphi$ en (1), nous aurons :

$$\int_0^{\varphi} iLdi = \frac{1}{2} i^2 L$$

L'énergie qui figure sous l'intégrale développe un champ magnétique qui, à son tour, régénère le courant dans un mouvement alternatif sans fin, si nous imaginons que ce mouvement a lieu dans un résonateur électrique sans résistance ohmique. On sait, en effet, que si dans un résonateur pareil, un mouvement de charge et de décharge, venait de s'amorcer, il se poursuivrait sans fin, et le principe de la conservation de l'énergie serait de la sorte sauvegardé.

Le quantum électromagnétique peut dès lors être comparé à un semblable résonateur, en même temps que nous pouvons supposer une certaine quantité de matière formée par un nombre N de ces quanta, dont le courant global développé serait i . La valeur de l'unité fondamentale i/N serait alors :

$$\int_0^{\varphi} \frac{i}{N} d\varphi \quad \text{où} \quad d\varphi = L \frac{i}{N}$$

$$\int_0^{\varphi} \frac{i}{N} L d \left(\frac{i}{N} \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{i}{N} \right)^2 L$$

La totalité des quanta contenus dans la matière formerait aussi bien les ondes électromagnétiques stationnaires de celle-ci, que les ondes, énormément plus raréfiés, de son atmosphère de gravitation G. Cette dernière peut donc paraître sous la forme suivante :

$$G = \Sigma \frac{1}{2} \left(\frac{i}{N} \right)^2 L$$

où un certain nombre, assez réduit d'ailleurs, de la totalité des quanta formant la matière, en formerait l'atmosphère de gravitation, atmosphère évidemment finie et ondulatoire.

Je rappellerai ici comment ces quanta, d'après cette théorie, s'uniraient dans une nébuleuse, par exemple, en formant aussi bien les astres que leur atmosphère de gravitation. Dans un autre mémoire (2), j'ai développé assez longuement les hypothèses qui seraient à la base d'un pareil mécanisme, en conséquence, je me limiterai ici à rappeler ces travaux par quelques mots seulement.

Nous pouvons nous représenter le regroupement des quanta comme une pluie fine qui tomberait uniformément. En effet, les *quanta* e. m. sollicités vers un centre d'attraction formeraient cette pluie, en sorte que des couches de ces quanta s'établiraient autour de ce centre, couches dont la densité décroîtrait en allant vers la périphérie de la masse sphérique qu'elle finirait par former. En revenant à la comparaison de la pluie, tout se passerait comme si on exposait, dans un premier temps, sous cette pluie, un unique récipient. Si dans un deuxième temps, et tout à côté du premier récipient, on en mettait un autre pareil, et dans un troisième temps, un autre encore, et ainsi de suite, à la fin de *n* intervalles de temps, on aurait *n* récipients contenant de la pluie, dont la quantité diminuerait du premier récipient au dernier, d'après l'équation :

(2) **Sagui L. C.** — Resoconti Ist. Marchigiano di Scien., lett. ed arti, 1931.

$$y = \frac{x^2 + x}{2}$$

où x serait le numéro d'ordre des récipients auquel on s'arrêterait, dans le but de connaître la quantité pluie contenue dans la série envisagée. De même, le gradient de l'atmosphère de gravitation varierait d'après une pareille loi.

En conséquence, de ce que je viens de dire, et surtout d'après ce que j'ai dit en d'autres travaux (3), la gravitation peut se considérer ici comme formée par des courants électriques radiaux, puisqu'une différence de potentiel devrait bien s'établir le long du gradient de gravitation que je viens de rappeler.

En considérant maintenant ces courants entre le soleil et la Terre, ils auraient évidemment des directions opposées, tandis que ces directions seraient les mêmes du côté extérieur de ces astres. Et puisque des courants électriques parallèles s'attirent quand ils ont la même direction et se repoussent quand ils en ont une opposée, il se produirait entre les astres une sorte de raréfaction e.m. et on aurait par contre une condensation e.m. de leur côté extérieur, qui déterminerait une différence de niveau e.m. qui solliciterait les deux astres l'un vers l'autre.

La chute réciproque de ces astres aurait cependant comme résultat une condensation de la substance e.m. (électromagnétique) de leurs atmosphères de gravitation, dans l'espace qui les sépare, en même temps qu'une raréfaction de cette substance aurait lieu dans leur partie extérieure. Si bien que la vitesse de chute, en augmentant progressivement, effacerait peu à peu la différence de niveau e.m. dont je viens de parler, de façon que l'orbite de la Terre autour du Soleil ne serait au bout du compte que la courbe d'équilibre de cette réaction. Il est à remarquer en ce point qu'une atmosphère de gravitation pourrait bien se comparer à un gaz extrêmement raréfié, mais qui offrirait néanmoins une certaine résistance à un corps qui se déplacerait dans son sein.

J'ai expliqué ailleurs (4) comment les lois de Newton sur

(3) **Sagui L. C.** — Op. cit.; Agric. de Prov. et du Languedoc, 27ème Année, n° 11, pp. 1-3, 1937.

(4) **Sagui L. C.** — Op. cit.

la gravitation universelle sont confirmées par les résultats théoriques découlant de la conception e.m. de l'Univers ici envisagée.

A la résistance dont je viens de parler, se rattacherait aussi le déplacement des raies d'un spectre vers le rouge dans un champ de gravitation plus intense que le champ terrestre. En effet, un électron oscillant, d'après cette théorie, dans un atome d'hydrogène statique, par exemple, ou même tournant autour de son noyau, dans l'atome planétaire de Bohr, serait gêné dans son mouvement par la résistance susdite, en sorte qu'il y aurait un ralentissement dans ce mouvement, en fonction du potentiel de gravitation où l'atome serait excité.

Voyons maintenant comment l'on pourrait calculer ce déplacement. Un atome d'hydrogène qui tomberait dans le champ de gravitation de la Terre, par exemple, mesurerait en quelque sorte en ergs, l'intensité ϵ de celui-ci, en prenant en ce cas comme unité de départ la masse de ce même atome, laquelle établirait aussi l'énergie de ses niveaux. De ceux-ci surgiraient, en cas d'excitation, les raies spectrales de l'hydrogène.

En prenant maintenant une raie moyenne $\lambda = 3\ 800 \text{ \AA}$, d'énergie E , le déplacement $\Delta\lambda$ sur le Soleil, par exemple, où le potentiel de gravitation est G (27 fois celui de la Terre), nous sera donné par l'équation suivante :

$$\Delta\lambda = 2 \frac{\lambda \epsilon G}{E} \quad (1)$$

Cela signifie que non seulement l'oscillation de l'électron est ralentie par le champ de gravitation solaire, mais que celle de l'onde rayonnée l'est aussi, et dans la même mesure, puisque les deux oscillations sont l'expression d'une énergie identique.

En substituant aux lettres leurs valeurs numériques nous aurons :

$$\Delta\lambda = 2 \frac{1,65 \times 10^{-24} \times 980 \times 980 \times 27 \times 3\ 800}{5,2 \times 10^{-12}} = 0,006 \text{ \AA}$$

La relativité trouve par contre $\Delta\lambda = 0,008 \text{ \AA}$ pour une onde lumineuse de $4\ 000 \text{ \AA}$. Les deux valeurs sont d'ailleurs

assez rapprochées, bien que les méthodes suivies pour les calculer soient profondément différentes.

Cet effet doit évidemment être considérable sur les étoiles naines. Ainsi, il devrait être d'environ 32 km./sec. sur O_2 Eridan B, où la densité d est $0,2 \times 16^6$, rapportée à celle de l'eau, de 19,5 sur Sirius B ($d = 0,04 \times 10^6$), de 22,5 sur Wolf 1346 ($d = 0,12 \times 10^6$), de 76 sur Et. Van Maanen ($d = 2,54 \times 10^6$), et de 85 sur 70° . 8247 ($d = 36 \times 10^6$). Les rayons de ces étoiles rapportés à celui de la Terre sont respectivement de 2,1 — 3,5 — 2,8 — 0,90 — 0,52.

L'équation (1) paraît aussi mettre en évidence la possibilité d'un ralentissement progressif d'une onde e.m. qui se déplacerait dans un champ de gravitation. Plus la distance à parcourir serait grande et plus accentué serait aussi le ralentissement de l'onde e.m. . Pour la lumière, cela signifierait un déplacement progressif vers le rouge. Si nous imaginons par conséquent, un univers où les nébuleuses sont distribuées comme le seraient les molécules d'un gaz très raréfié dans un vase clos, le ralentissement de l'onde e.m. que je viens de rappeler serait en fonction linéaire de la distance franchie. Du reste, la distribution des nébuleuses envisagée ici me paraît la seule possible dans un univers avec des champs de gravitation en équilibre.

Ce résultat théorique paraît bien correspondre à la distribution spatiale des nébuleuses trouvée par Hubble, jusqu'à la distance de $1,6 \times 10^8$ par sec., ce qui indique que l'univers n'est pas en expansion. Le ralentissement dont je parle aurait été aussi confirmé par Ten Bruggencate qui trouva, que, pour des amas d'étoiles situés à peu près à la même distance de la Terre, la lumière qu'ils nous envoient se déplace vers le rouge d'une quantité en rapport avec l'intensité de leur champ de gravitation.

Les étoiles naines, que je viens de rappeler, paraissent avec leurs énormes densités, comme des astres mystérieux ne suivant point l'évolution stellaire. Si toutefois nous considérons le rayon de l'électron, qui est de l'ordre de $1,8 \times 10^{-13}$ em. et celui de l'atome d'hydrogène, d'environ 10^{-8} em., et si, en même temps, nous faisons état de l'atome statique, tel

(5) Nature 138, 1001 (1936).

qu'il est envisagé en cette théorie, nous verrons comment il est possible, avec une diminution de son rayon, d'augmenter considérablement sa densité.

D'après la théorie du quantum e.m. en effet, un atome d'hydrogène serait formé par 1 836 électrons distribués sur 60 niveaux d'énergie, et cela avec une densité décroissante en allant du centre à la périphérie; ce qui signifie que la distance entre les électrons de deux niveaux d'énergie contigus serait de l'ordre de $10^{-8}/60$, laquelle rapportée au rayon de l'électron, pris comme unité, deviendrait :

$$\frac{10^{-8}}{60 \times 1,8 \times 10^{-13}} = \sim 10^3$$

En réduisant maintenant cette distance à un centième de sa valeur, elle serait encore de dix rayons électroniques, c'est-à-dire toujours assez grande, et où l'oscillation d'un électron pourrait être encore possible. Cependant la densité du nouvel atome serait de l'ordre d'un million de fois plus grande. La période de ces oscillations ne varierait guère, toutefois; seulement, les quanta d'énergie qu'elle rayonnerait auraient des valeurs beaucoup plus grandes que celles d'un rayonnement ordinaire.

La conséquence d'un pareil raisonnement serait un accroissement considérable de la température, et cela avec un nombre relativement restreint de quanta d'énergie rayonnés. C'est-à-dire que les mêmes quanta, qui transportent dans les sources lumineuses terrestres des énergies de l'ordre de $0,01 \times 10^{-11}$, à 2×10^{-11} ergs, en transporteraient par contre dans les naines blanches d'autres énormément plus grandes. C'est ainsi que l'étoile N G C 2244⁻¹⁵ par exemple, a une température de 42 000°, tout en étant à la fin de sa carrière et ne rayonnant plus par unité de surface, d'après cette théorie, qu'un nombre de quanta d'énergie bien inférieur à celui rayonné par Kruger 60 B qui tombe sur la branche normale des naines du diagramme de Russel, dont la couleur est le rouge sombre des étoiles qui se meurent.

Cela paraît d'autant plus vrai que, d'après les recherches de Trumpler, les naines les plus massives sont aussi les plus lumineuses. Tout se passerait comme si le quantum d'action (constante de Planck) avait augmenté en fonction du temps.

Mais comment se fait-il que ces étoiles minuscules puissent avoir une densité aussi grande? Car, si nous avons vu plus haut de quelle façon cette densité peut se rattacher au volume changeant d'un atome, nous ne savons rien encore de quelle manière cet atome peut devenir plus petit et en conséquence plus dense. D'après cette théorie cependant, ce rapetissement paraît bien possible, puisque la structure des atomes ne serait qu'un assemblage d'unités formé par des ondes e.m. stationnaires, susceptible d'être comprimé.

En effet, les atomes que nous connaissons, tout en ayant des poids très différents, ont cependant tous des volumes pratiquement égaux. Cette compressibilité que nous constatons pour les atomes de la Terre occasionnerait au centre des étoiles, où la pression est énorme, des rapetissements atomiques considérables, où même les niveaux d'énergie des protons seraient obligés de s'approcher sous l'effort de cette pression stellaire centrale.

Dans un point du développement général de cette théorie (6), il est dit comment tous les corps deviendraient, avec le temps, radioactifs, à cause, cette fois, d'un rapetissement uniquement dû au mécanisme de leurs ondes stationnaires qui augmenterait encore la densité des éléments. Ces ondes, en effet, en s'opposant dans leurs phases de compression et de détente, se contracteraient progressivement. Ce seraient les corps lourds qui initieraient une pareille phase de désagrégation de la matière, en sorte que les plus légers seraient les derniers à devenir radioactifs. En effet, d'après cette théorie, les atomes lourds devraient subir une contraction plus rapide. Les ondes stationnaires deviendraient même, à un certain moment, trop courtes de manière à ne plus dépasser, par exemple, le niveau d'énergie nucléaire de la périphérie, ce qui empêcherait alors l'enchaînement de la substance électromagnétique des unités périphériques au reste. Mieux encore: la détente cyclique de cette substance pour l'ensemble de l'atome rejeterait les unités situées à la périphérie (électrons et particules Alpha, par exemple), ce qui produirait la radioactivité.

Si, par ce mécanisme, les mondes étaient appelés réelle-

(6) **Sagui L. C.** — Evolution stellaire et rayons cosmiques. L'agriculteur de Provence et du Languedoc. 27ème Année, n° 5, pp. 1-3, Mai 1937. Avignon.

ment à disparaître et à redevenir matière nébulaire, il ne faudrait plus s'étonner des résultats obtenus par Millickan et ses collaborateurs (7), en calculant l'énergie des différentes bandes de rayons cosmiques qui nous arrivent sur la Terre. Ces bandes prouveraient, en effet, la désagrégation des éléments et la mort de la matière. Cependant, une grande partie de la substance e.m. des astres disparaîtrait d'abord sous forme de radiations et les couches périphériques stellaires s'évanouiraient les premières et, finalement il ne resterait autre chose que des étoiles naines.

Dans cette théorie, il n'est point nécessaire d'avoir des températures de plusieurs millions de degrés au centre des étoiles. Ces températures deviendraient même incompréhensibles, car on ne voit pas pourquoi la seule pression, au coeur même des astres, développerait de la chaleur en l'absence de tout mouvement. Il est aussi malaisé de comprendre comment les noyaux atomiques, dépourvus de tous leurs électrons, pourraient encore rayonner de la lumière et de la chaleur.

Il est vrai qu'un refroidissement progressif de la Terre pourrait bien la contracter et créer ainsi un mouvement développant de la chaleur, et ce même effet peut avoir lieu sur tous les astres. Toutefois, à l'état actuel de notre planète, on ne voit guère comment cette contraction se produirait, puisque la chaleur rayonnée par sa surface serait, paraît-il, uniquement fournie par la radioactivité de certains éléments.

On suppose ainsi que cette même radioactivité suffirait à expliquer la haute température qui existerait dans les couches centrales de la Terre. Cependant, même en supposant ces éléments radioactifs suffisamment abondants dans les couches profondes, la pression énorme de 2 à 3 millions de mégadynes qu'on y rencontrerait, ne serait-elle pas à même de ralentir les phénomènes radioactifs? D'après la théorie ici envisagée un pareil ralentissement serait plus que probable.

En conséquence, la Terre, dans ses couches profondes, serait relativement froide. Cela paraît en contradiction avec le gradient géothermique. Si toutefois, nous réfléchissons que, pour mesurer la chaleur terrestre, il est nécessaire d'y creuser des trous, il me paraît dès lors évident que la surface

(7) Phys. Rev. Vol. 53. Sec. ser., n° 11, pp. 855, 61, 1938.

libre de ces derniers devrait permettre aux couches traversées un certain mouvement avec développement de chaleur. Et puisque plus l'on va en profondeur et plus la pression augmente, il est naturel aussi de s'attendre à un accroissement de la température en fonction de cette profondeur, sans qu'il soit nécessaire d'envisager un foyer central.

Il m'a été possible en effet de constater dans certaines mines de soufre de Sicile, où parfois la température est très élevée, que la chaleur dégagée dans les chantiers augmente avec l'ampleur du mouvement d'affaissement des couches. D'autre part, il a été constaté aussi que l'eau est très froide dans les couches plus profondes des océans. En ce cas, cependant, la température peut être mesurée sans que la pression puisse exercer aucun mouvement.

Peut-on dans ces conditions considérer l'intérieur d'une étoile comme formé par un gaz parfait? Cela paraît bien improbable, et, d'après ce que je viens de dire, les noyaux des astres, au moins à une certaine phase de leur développement, seraient solides et relativement froids. Il est vrai, toutefois, que les ondes e. m. stationnaires des atomes dans un milieu très dense, pourraient bien les exciter, en dégageant de la chaleur nécessaire au bilan thermique d'une étoile.

En conclusion, la pression de radiation, qui joue un si grand rôle dans les théories d'Eddington, n'aurait, en fin de compte, un effet important qu'à la périphérie des étoiles, où la matière à l'état gazeux aurait ses molécules et ses atomes violemment agités par la réaction entre l'attraction et les mouvements de détente et de compression des ondes e. m. stationnaires formant les éléments. Ces derniers seraient en même temps ionisés.

Ainsi que je l'ai rappelé plus haut, tous les éléments deviendraient, avec le temps, radioactifs et seraient les plus légers qui entreraient les derniers dans une pareille phase. En conséquence les étoiles naines reviendraient vers la classe spectrale O au fur et à mesure que leur densité augmenterait, car il paraît bien que les noyaux stellaires les plus denses sont aussi les plus anciens, puisque l'étoile naine 70° 8 247, de la classe spectrale O a une densité de 36×10^6 fois celle de l'eau, avec un diamètre de 0,52 rapporté à la Terre. La O₂ Eridan B a, par contre, une densité de $0,2 \times 10^6$ et un dia-

mètre de 2,1. Ainsi, nous trouvons Wolf 1 346, dans la classe spectrale B, O_2 Eridan dans la classe A et Sirius B dans la classe F.

Un mystère encore, qui paraît explicable ici, est l'équation mv^2 du mouvement stellaire, où m est la masse, et v la vitesse de l'étoile considérée. Nous savons, en effet, que l'ordre des valeurs pour mv^2 est en général le même pour les différents types d'étoiles. Ainsi, un astre du type B_3 avec une masse $m = 10$, et une vitesse $v = 15$ Km./sec. nous donne : $mv^2 = 2\ 250$. Les étoiles du type F_5 auraient, par contre, $m = 1,5$ et $v = 48$, d'où l'on a $mv^2 = 3\ 550$, tandis que le type de masse $m = 0,5$ et $v = 78$, nous donne $mv^2 = 3\ 700$. Pour les étoiles naines, cette valeur serait d'environ 4 000. Les étoiles géantes donneraient des valeurs du même ordre, bien qu'elles soient plus incertaines. En conclusion, l'équation mv^2 donnerait en général la même valeur, pour tous les types d'étoiles, avec cependant une légère augmentation de fonction de leur âge.

La théorie e.m. de la gravitation, à la guise même des lois de Newton nous donne l'équation générale suivante :

$$\frac{Mm}{R} = G \quad (1)$$

où M est la masse attirant une autre masse m , deux étoiles par exemple, dont la distance serait R . La masse M pourrait aussi bien représenter l'attraction d'un ensemble d'étoiles comme dans le cas d'une galaxie.

Dès lors, les étoiles, en perdant avec l'âge, leur masse et en supposant qu'après un certain temps, cette perte soit μ , l'équation (1) ne saurait toutefois changer. En ce cas G diminuerait tout simplement d'une quantité γ , ce qui donnerait :

$$\frac{M(m - \mu)}{R^2} = (G - \gamma)$$

La perte de masse d'une étoile ne paraît donc changer l'orbite d'une étoile autour de son centre de gravité, bien que la pression de radiation sur l'atmosphère de gravitation attirante, due au rayonnement stellaire, puisse avoir une certaine influence. Dans un courant stellaire par contre, ainsi qu'il paraît s'établir le long d'une spirale de nébuleuse par

exemple, un astre se déplacerait dans un milieu où la réaction due à un grand nombre de champs de gravitation s'entre-croisant, résulterait très supérieur à l'attraction résultante qui solliciterait cet astre vers un certain point de l'espace.

En ce cas, l'équation mv^2 (énergie du mouvement stellaire) serait en quelque sorte l'expression du mouvement d'un astre dans le milieu susdit, où une puissante action de freinage s'opposerait à son déplacement. Cet astre, en perdant sa masse en fonction du temps, diminuerait l'action de freinage que je viens de rappeler, puisque celle-ci varierait avec le potentiel de gravitation de l'astre, et, par conséquent, sa vitesse s'accroîtrait.

Nous aurions alors :

$$mv^2 = (m - \mu) v_1^2 \text{ où :} \\ v_1 > v$$

LE SYSTEME SOLAIRE

Laplace imagina une région de l'espace, suffisamment éloignée des centres de gravitation stellaire, remplie d'une substance extrêmement ténue, que la pesanteur tiendrait ensemble et même condenserait progressivement autour d'un centre. Les particules formant cette substance seraient donc en mouvement et une partie de celui-ci serait, à cause de la condensation même, dont je viens de parler, transformé en chaleur en chauffant ainsi la masse tout entière de la nébuleuse solaire, tandis que le centre de cette dernière assumerait peu à peu une densité plus grande.

Au fur et à mesure que ce processus opérerait la condensation centrale, des tourbillons se formeraient au sein de la nébuleuse, et c'est de ce mouvement tourbillonnaire que les planètes devraient surgir. Le résultat final serait un mouvement giratoire en spirale, pareil à ceux des nébuleuses spirales. L'espace froid qu'engloberait un semblable mécanisme lui ferait perdre peu à peu sa chaleur, tandis que la nébuleuse se

contracterait toujours plus en même temps que sa vitesse augmenterait, jusqu'au moment où un anneau s'y détacherait. D'autres anneaux se détacheraient par la suite, lesquels en se brisant et en se réunissant autour d'un centre, formeraient les planètes.

Le physicien belge Plateau a pu réaliser un tel mécanisme de la manière suivante. Il prépara un mélange d'alcool et d'eau, de façon à obtenir la densité de l'huile d'olive. Il introduisit ensuite dans le liquide une petite boule d'huile et à travers sa forme sphérique, en coïncidence avec son diamètre vertical, il fit passer un axe qu'il faisait tourner assez rapidement.

La matière nébulaire cependant devrait avoir une densité diminuant du centre vers la périphérie du système, d'après :

$$y = \frac{x^2 + x}{2}$$

en conséquence, les planètes extérieures devraient être d'un poids spécifique inférieur à celui des planètes intérieures. En effet, il en est en général ainsi, bien que la force centrifuge de chaque planète puisse modifier quelque peu une pareille densité.

D'après Laplace, aussi bien les planètes que les satellites qui surgiraient d'un pareil mécanisme devraient tourner tous dans le même sens. Laplace, en appliquant le calcul de probabilité, conclut même qu'il y avait des milliards à parier contre un que si un nouveau corps du système solaire devait se découvrir plus tard, il tournerait dans le sens direct. L'étude d'Uranus et de Neptune a réduit à néant cette belle assurance.

On a cherché à expliquer cependant la rotation rétrograde en disant que les planètes intérieures s'étaient formées sous un régime de la gravitation qui faisait varier son action en raison inverse de la distance, tandis qu'en suite, le Soleil, en se formant, changea cette loi, et dès lors son attraction varia en raison inverse du carré de la distance. Ce serait sous l'empire de la deuxième loi que les rotations rétrogrades auraient pris naissance, sans qu'on puisse trop voir pourquoi. Car enfin, une plus grande lenteur dans la translation d'une planète n'explique point le mouvement rétrograde de ses satellites,

spécialement dans le cas d'Uranus, dont la rotation est bien directe. On ne voit pas non plus comment dans cette théorie on expliquerait la rotation rétrograde de l'VIII^e, IX^e et XI^e satellite de Jupiter (8). On ne saurait expliquer non plus le mouvement rétrograde des satellites Phébé et Thémis de Saturne. Pickering pensait que Saturne devait, à l'état gazeux et en phase de condensation, tourner en sens rétrograde, et les derniers satellites se seraient détachés à cette époque. Les marées solaires auraient par la suite changé la rotation de Saturne. Tout cela paraît bien arbitraire: toutefois, ces explications ont été provisoirement retenues.

De nos jours, on ne voit plus comment des anneaux se formeraient dans une nébuleuse gazeuse en rotation, ainsi qu'il paraît bien improbable que ces anneaux puissent se contracter et former des sphéroïdes. D'autre part, Phobos, le satellite de Mars le plus intérieur, comment pourrait-il tourner trois fois plus vite que sa planète si la théorie de Laplace était dans son ensemble valable? Si, après cela, nous considérons les conséquences du moment de rotation, nous trouvons qu'à la naissance de Neptune, ce moment devrait être deux cents fois plus grand que celui du système solaire de maintenant et à la naissance de la Terre, il aurait été 1 800 fois plus grand que le moment actuel.

Dans ces conditions, la théorie de Laplace, pour être encore valable, devait évidemment subir quelques modifications. L'hypothèse planétésimale de Chamberlin et Salisbury (9) a-t-elle alors paru ainsi qu'une modification nécessaire de la théorie de Laplace. Ces auteurs ont supposé que le système solaire était une nébuleuse spirale avec des corps centraux qui auraient été les noyaux de formation des planètes, des astéroïdes et des satellites, avec un centre de concentration d'où serait surgi le Soleil.

La matière planétésimale se serait progressivement réunie autour de ces noyaux qui, en même temps, auraient, avec l'accroissement de leur masse, suivi des orbites toujours plus

(8) Le 12 Sept. 1938, Seth Nicholson, Américain, découvrit le satellite X de Jupiter, à proximité des satellites VI et VII et le satellite XI, à proximité des satellites VIII et IX.

(9) Chamberlin-Thomas C. et Rollin D. Salisbury, *Earth History* — Geol. Vol. II.

proches d'un cercle. Cette théorie cependant n'explique guère la rotation des planètes, leur inclinaison et les mouvements rétrogrades, bien qu'elle soit une importante modification de l'hypothèse de Laplace.

Après cet aperçu rapide des théories principales à la base de la genèse du système solaire, nous essayerons de voir si la nature e.m. de la gravitation, telle que nous l'avons envisagée plus haut, a quelque chance d'éclairer les points laissés dans l'ombre par ces même théories.

La nébuleuse solaire, nous pouvons bien la concevoir au début comme la sphère laplacienne en rotation, avec un noyau central (Soleil en formation) lui aussi en rotation. Cependant, la matière planétésimale prendrait la place de la matière gazeuse et toutes ses particules, ainsi que de minuscules planètes, suivraient des orbites autour du centre solaire avec des vitesses réglées par les lois de Kleper, ce qui donnerait à l'hypothèse de Laplace, toute son importance primitive. Nous

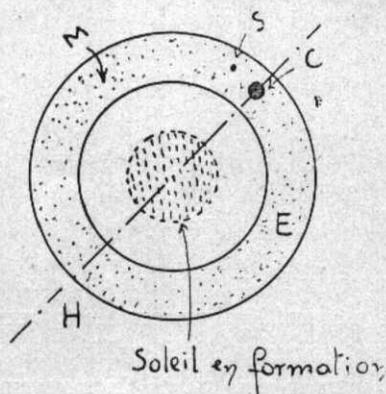


FIG. 1

aurions ainsi des zones annulaires de matière planétésimale, de densité moyenne différente. Si, dans ces anneaux contigus, nous supposons qu'il se trouve des noyaux C, leur matière planétésimale M, fig. 1, en mouvement dans le sens de la flèche, finirait par tomber sur C qui accélérerait les corps de la partie H E C, et retarderait par contre, ceux de H M C. Des centres secondaires d'agglomération S formeraient d'autre part les satellites, lesquels, en s'approchant progressivement de la pla-

nète, finiraient par acquérir une vitesse suffisante, en sorte qu'une orbite d'équilibre s'établirait, ainsi que je l'ai expliqué plus haut, entre les atmosphères de gravitation de la planète et du satellite.

Comment les anneaux planétésimaux s'établiraient-ils et de quelle manière la matière nébulaire s'aplatirait-elle dans une théorie pareille? La fig. 2 représenterait la sphère primitive de la nébuleuse solaire avec un important noyau S en rotation. Le champ de gravitation de S aurait, dans le plan de l'équateur R W, sa plus grande vitesse, puisqu'il serait entraîné, jusqu'à un certain point au moins, par la rotation solaire. C'est tout le long de ce plan donc que les orbites planétaires s'orienteraient, puisque ce serait dans cette zone qu'elles trouveraient leur équilibre stable.

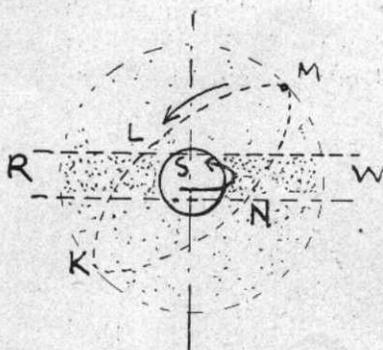


FIG. 2

En effet, un corps M en rotation sur son orbite primitive K L M N se déplacerait progressivement vers W, point de moindre résistance, puisque l'atmosphère de gravitation du Soleil en fuyant dans le sens même du mouvement planétaire, diminuerait la réaction d'équilibre, laquelle se stabiliserait finalement sur une orbite ayant un rayon inférieur au rayon de départ. Le mouvement même des planètes se produirait dans le sens direct à cause du mouvement du champ de gravitation solaire, puisque, dans ce cas aussi une planète quelconque suivrait une courbe de moindre résistance et serait en quelque sorte aiguillée par le champ tournant de gravitation solaire.

Ici, une remarque importante me paraît possible. Le champ de gravitation tournant, dont je viens de parler, ne

tournerait point, à cause de sa nature même, comme un bloc rigide; ses différentes couches glisseraient au contraire les unes sur les autres, lorsque la vitesse d'une couche intérieure, par exemple, aurait atteint une vitesse limite, compatible avec les forces e.m. qui s'opposeraient à la déformation du champ.

Si nous considérons ce décalage des vitesses tout le long d'un rayon de la nébuleuse solaire, il devient évident que le champ de gravitation de cette dernière subirait une torsion en spirale dont le développement ferait finalement plusieurs tours autour du soleil, tandis que son rayon polaire croîtrait suivant une loi aussi précise que les lois de Newton et de Kepler, puisque ce ne serait que d'un nouveau détail de la mécanique céleste qu'il s'agirait ici.

Les spires distinctes de cette courbe devraient par conséquent avoir entre elles des distances déterminées par la loi de torsion mentionnée plus haut, et qui ne serait autre que la loi de Bode, laquelle de ce fait, acquerrait une signification physique précise. Les spires dues à la torsion du champ de gravitation deviendraient dès lors, les orbites des planètes et des satellites du système solaire, fig. 2, puisque les anneaux nébulaires d'où surgiraient ces astres seraient eux aussi centrés en quelque sorte sur ces spires.

L'hypothèse de cette spirale solaire paraîtrait nous permettre aussi de donner aux nébuleuses spirales une signification physique précise.

Une nébuleuse en formation ne serait, au commencement, dans cette théorie, qu'un immense nuage de matière planétésimale, avec un centre de gravitation dont le pouvoir d'agglomération serait d'abord faible. Cette nébulosité a un spectre sillonné de lignes brillantes, pareilles à celles des gaz incandescents. Cela ne signifie point, d'après moi, que ces nébuleuses sont vraiment des boules de gaz. Elles n'auraient pas d'atmosphère absorbante, voilà tout. La matière planétésimale se chaufferait progressivement pendant le processus de condensation de la nébuleuse, en sorte qu'elle apparaîtrait comme plongée dans une flamme, en réalisant ainsi un immense bec de gaz de Bunsen qui brûlerait vers sa partie centrale. Si, au lieu d'une matière planétésimale, nous avons du gaz dans la partie la plus froide de la nébuleuse, son spectre nous donnerait alors des lignes et des bandes d'absorption.

Peu à peu, la nébuleuse, en devenant plus dense, serait sollicitée par les champs mouvants de gravitation d'autres univers environnants et finirait par tourner sur elle-même.

Si nous imaginons que dans sa première phase, cette nébuleuse soit formée par un noyau K avec de la matière planétésimale parsemée de centres secondaires a, b, c, d, \dots , fig. 3, cette matière tournerait autour de K dans le sens de R (mouvement de rotation de la nébuleuse), sollicitée par la pesanteur, bien faible d'ailleurs à l'aube même d'un pareil univers, puisqu'il n'y aurait que de légères contractions de matière. Cependant, dans une deuxième phase, la matière nébulaire près du centre K aurait une vitesse supérieure de

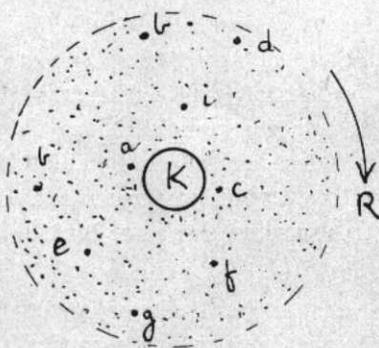


FIG. 3

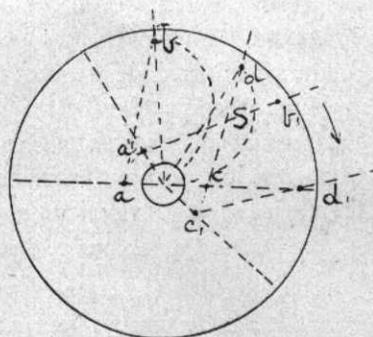
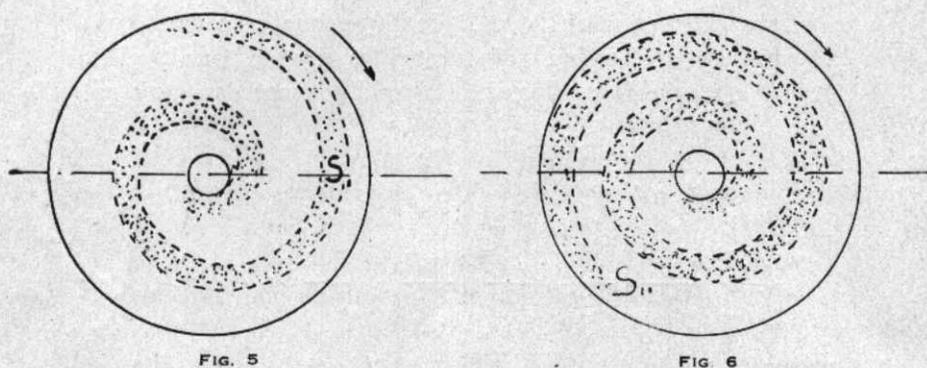


FIG. 4

celle plus éloignée, en sorte que cette différence de vitesse des couches nébulaires décalerait progressivement tous les corps, grands et petits de l'ensemble, et nous aurions finalement la déformation de la fig. 4. C'est-à-dire qu'une tranche nébulaire, au lieu de se déplacer comme un corps rigide pour se trouver au bout d'un temps t , en a, b, c, d , elle prendrait la forme en spirale S . Dans une troisième et quatrième phase, et en considérant toujours la tranche $a b c d$, la nébuleuse assumerait les formes des fig. 5 et 6.

En conclusion, ce serait toute la matière nébulaire qui subirait cette torsion en spirale; cependant, les centres de condensation secondaires a, b, c, d, e, \dots de la fig. 3, détermineraient les spires dont le développement, et même la netteté, devraient augmenter avec l'âge de la nébuleuse.



On sait que l'hypothèse de Laplace est impuissante à expliquer les systèmes binaires des étoiles. Dans cette théorie, par contre, l'explication ne paraît nullement difficile. Deux noyaux de concentration, assez proches, de la fig. 3, tomberaient pour ainsi dire l'un sur l'autre, tant que la réaction de leurs atmosphères de gravitation ne serait en équilibre avec l'attraction réciproque. En ce moment, les deux astres tourneraient l'un autour de l'autre. Le nombre de couples semblables peut être évidemment assez grand dans une nébuleuse.

LES PLANÈTES ET LES SATELLITES

La théorie e.m. de la gravitation nous a permis d'établir, d'une manière générale, le mécanisme probable de la genèse d'une nébuleuse spirale, et dans un sens plus restreint, la distribution, d'après la loi de Bode, des planètes et des satellites. Nous verrons maintenant si, tout en appliquant toujours les mêmes principes, nous pouvons expliquer d'autres particularités, parfois troublantes, de notre système solaire.

Commençons par voir pourquoi le mouvement de rotation des planètes se fait dans le sens de rotation du soleil.

Le mouvement de translation de la planète M dans le champ de gravitation G du Soleil, fig. 7, développerait des

réactions différentes en A et B de façon que celle en A, où la pesanteur référée au Soleil est plus grande, serait plus fortée. Ce simple fait obligerait l'astre à tourner dans le sens direct.

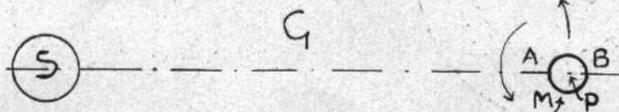


FIG. 7

Cela n'explique cependant pas l'inclinaison de l'axe PP, de la planète M, qui prendrait la direction $\pi \pi$, fig. 8 où le plan de l'orbite ferait un angle α avec le plan équatorial OZ du Soleil. Dans ces conditions, nous n'aurions pas en A seulement une réaction supérieure à celle en B, mais aussi celle en C serait plus forte que celle en D, puisque la plus grande vitesse de l'atmosphère de gravitation du soleil dans le plan de son équateur déterminerait aux pôles de la planète M avançant dans le sens de V une résistance qui serait en C un peu supérieure que celle en D. Cette inclinaison varierait aussi d'après la position des planètes, et en fonction de leur diamètre et de leur densité.

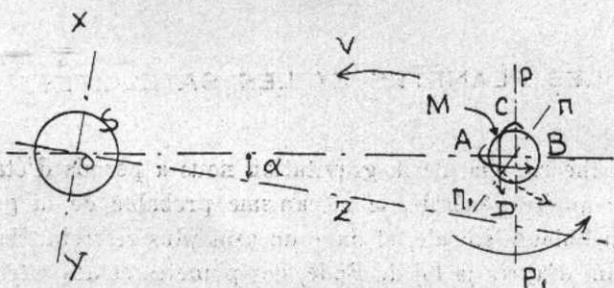


FIG. 8

Les planètes telles que Mercure et Vénus, qui paraissent présenter toujours la même face au Soleil, tourneraient sur elles-mêmes, en faisant un tour seulement, pendant qu'elles en feraient un aussi autour du soleil. La densité élevée de l'atmosphère de gravitation en ces régions proches du Soleil,

serrerait en quelque sorte les planètes comme dans un étaiu en les obligeant à se déplacer sans qu'elles puissent en même temps tourner rapidement sur elles-mêmes. Cela signifierait que la différence de réaction entre A et B, due au déplacement planétaire, fig. 7, serait inférieure à la réaction que le mouvement de rotation de l'astre développerait.

Par contre, les planètes éloignées du Soleil, seraient animées d'un mouvement de rotation assez rapide, étant donné que le rapport des réactions du couple A B ne varierait point, tandis que l'atmosphère de gravitation du Soleil, en devenant plus ténue avec la distance, permettrait à ce même couple de faire tourner les planètes sur elles-mêmes.

Il me paraît possible maintenant de vérifier si, par exemple, de tels rapports existent vraiment entre la vitesse de rotation de la Terre et celle de Mars, ces planètes se trouvant dans des régions où l'atmosphère solaire de gravitation est encore assez dense, paraissent par conséquent, permettre un calcul où l'influence de leurs satellites n'aurait pas une grosse importance.

Soit donc T les tours faits par la Terre et T₁ ceux faits par Mars dans le même temps. Ces tours devraient augmenter au fur et à mesure que la densité gravifique du Soleil diminue. Et puisque cette diminution varie d'après l'équation :

$$y = \frac{x^2 + x}{2} \quad (1)$$

ainsi que nous l'avons vu ailleurs, la réaction que la Terre et Mars devraient vaincre serait tout d'abord en fonction de (1), ce qui nous donnerait l'équation que voici :

$$T = T_1 \left(\frac{x^2 + x}{2} \right)$$

La différence de réaction cependant entre la partie intérieure et l'extérieur de la planète Mars doit varier approximativement aussi en fonction du carré de sa vitesse w sur son orbite. L'équation générale s'établirait donc alors de la manière suivante :

$$T_1 = T \left(\frac{x^2 + x}{2} \right) w^2$$

Soit maintenant 1.524 la distance de Mars du Soleil, en prenant celle de la Terre égale à l'unité. La vitesse de Mars soit de même 0,75 de celle de la Terre sur son orbite. Nous aurons :

$$T_1 = T \left[\frac{(1.524)^2 + 1.524}{2} \right] (0,75)^2$$

$$T_1 = T (1.075)$$

c'est-à-dire que la durée du jour et de la nuit martiens serait, d'après ce calcul, légèrement inférieure à celle de la Terre. La différence, en effet, entre la vitesse de rotation réelle et calculée de la planète Mars n'est que de 8 % environ, ce qui est compréhensible car ici commence à se faire sentir l'influence des atmosphères de gravitation des satellites.

Il est même à prévoir qu'une pareille différence soit sensiblement plus forte pour la rotation de Jupiter, étant donné son cortège de satellites dont les atmosphères de gravitation freineraient en quelque sorte le mouvement de rotation de la planète, qui, cependant, à cause de sa plus grande distance du Soleil, aurait tendance par contre, à tourner plus vite.

Faisons donc ci-après, le même calcul que nous avons fait pour Mars :

$$T_1 = T \left(\frac{x^2 + x}{2} \right) w^2$$

$$T_1 = T \left[\frac{(5,2)^2 + 5,2}{2} \right] (0,45)^2 = \sim 3 T$$

Pour Saturne, la valeur théorique de T_1 serait d'environ 5 T, ce qui prouve qu'au fur et à mesure qu'on s'éloigne du Soleil, le freinage et l'action des satellites sur les planètes se font plus intenses. Cette action et ce freinage devraient, dans une certaine région du champ de gravitation solaire, être prépondérants, et c'est en ce moment que les mouvements des satellites et les rotations des planètes peuvent devenir rétrogrades, ainsi que nous le verrons maintenant.

Le cortège des satellites de Jupiter est formé de II lunes dont la VIII^e, la IX^e et XI^e, sont rétrogrades. Le satellite VIII qui se trouve à une distance de Jupiter de 357 rayons de cette planète, est attiré par cette dernière avec une force

sensiblement égale à celle qu'y exerce le Soleil. Tant que l'orbite des satellites était petite, ces derniers s'orientaient dans le sens du mouvement de l'atmosphère de gravitation de Jupiter. Aux points A et B fig. 9, la différence d'intensité des potentiels de gravitation devenant toutefois assez grande, le potentiel en A, pour l'orbite du satellite VIII, l'emporterait sur celui en B et le satellite orienterait dès lors son mouvement dans le sens rétrograde en suivant la poussée de rotation de l'atmosphère solaire de gravitation.

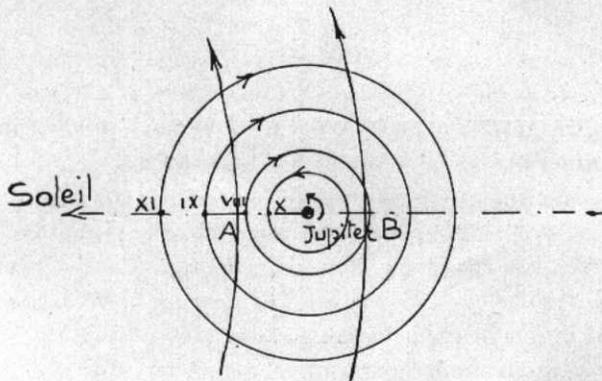


FIG. 9

Les deux derniers satellites de Saturne sont aussi rétrogrades. Lorsque Pickering découvrit Phébé, l'avant-dernier de ces satellites, expliqua son mouvement rétrograde en disant que Saturne étant encore à l'état gazeux et en phase de condensation, devait tourner en sens inverse de son mouvement actuel. Phébé se serait détaché à cette époque en conservant par conséquent le mouvement rétrograde. Les marées solaires auraient par la suite changé la rotation de Saturne. Cette explication ne paraît point suffisante.

Nous arrivons ainsi à Uranus où tous les satellites aussi bien que la rotation de la planète sont rétrogrades. Ici, pour les raisons déjà dites, la réaction minima d'une part, de l'atmosphère de gravitation solaire sur les bords d'Uranus et celle, d'autre part, encore considérable de la vitesse de cette même atmosphère sur les satellites, obligent ces derniers à prendre une direction rétrograde. L'ensemble du système, fig. 10, se rangera aussi dans une position d'équilibre où la réaction dont je parle sera sensiblement la même tout le long

des orbites des satellites. Ainsi ces orbites, originaires dans le plan $X Y$ de l'équateur solaire, se placeront presque perpendiculairement à ce plan et l'axe $X Y$ prendra la position $W Z$. En même temps, l'axe de rotation d'Uranus se déplacera aussi et tournera en prenant une position d'équilibre dans le sens même de ses lunes.

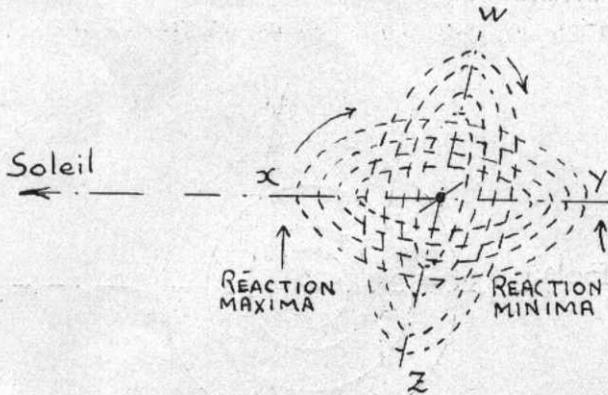


FIG. 10

Pour le système de Neptune, les mêmes raisons sont valables pour en expliquer les mouvements rétrogrades.

L'avance de périhélie de Mercure paraît aussi pouvoir s'expliquer en cette théorie d'une manière assez simple. L'axe $X Y$ du système Soleil-Mercure devrait lentement tourner dans le sens de la rotation du Soleil, poussé justement par l'atmosphère solaire de gravitation tournant en cette direction. Ainsi, on aurait une raison valable qui expliquerait l'avance de $43''$ d'arc du mouvement séculaire du périhélie de Mercure que la théorie de cet astre n'explique point.

En cette avance, Mercure paraît bien pouvoir se comparer à un corps se déplaçant dans l'air, où W serait la vitesse du champ de gravitation solaire et V celle de la planète sur son orbite. Ce serait donc en fonction de $(W - V)^2$, que l'avance du périhélie de Mercure se produirait. Ces vitesses seraient cependant assez voisines $W > V$, d'une quantité α . Pour Mars, par exemple, ce serait W_1 et V_1 , les vitesses intéressées dans l'avance du périhélie de cette planète, et nous aurions en ce cas: $\beta = W_1 - V_1$. Le rapport suivant paraîtrait être

alors la cause de la différence entre l'avance du périhélie de Mercure et celle de Mars :

$$V + a = W \quad ; \quad V_1 + \beta = W_1$$

$$\frac{W - V}{W_1 - V_1} = x \quad ; \quad \frac{V + a - V}{V_1 + \beta - V_1} = x \quad ; \quad \frac{a}{\beta} = \sim \frac{V}{V_1}$$

Si nous voulons maintenant calculer l'avance du périhélie de Mars en rapport à celle de Mercure, il nous faut tenir compte de $\frac{a}{\beta}$ en faisant a proportionnel à la vitesse de Mercure sur son orbite et β à celle de Mars. Nous aurions donc :

$$\frac{a}{\beta} = \frac{46,80}{22,60} = 2,07$$

où 46,80 et 22,60 km./sec. seraient les vitesses orbitales de Mercure et de Mars. L'équation générale peut donc s'établir ainsi :

$$\Lambda = 42'' \left(\frac{a}{\beta} \right)^2 \frac{R}{(D^2 + D)}$$

où Λ serait l'avance séculaire du périhélie de Mars, D la distance de cette planète du Soleil, en faisant celle de Mercure égale à l'unité, et R le rapport entre les longueurs des orbites de Mercure et de Mars.

$$R = \frac{0,387}{1,524} = 0,254$$

où les orbites sont calculées en considérant égale à l'unité celle de la Terre. La vitesse de rotation du champ de gravitation solaire dans un point quelconque paraîtrait donc suivre, d'après cette théorie, les lois de Kepler.

Nous aurons, en conclusion :

$$\Lambda = 43'' (2,07)^2 \frac{0,254}{10} = 4''7$$

L'avance observée pour le périhélie de la planète Mars, celle provenant des actions perturbatrices connues exclue, est

de 5". L'accord avec 4''7, valeur calculée, paraît donc assez bon. La relativité d'Einstein donne pour cette même avance 1''3.

Pour Vénus et la Terre, le mouvement de leurs sommets ne paraît pas permettre des observations utiles, puisque leurs orbites sont trop près d'un cercle. Ces avances des périhélies cependant paraissent résulter d'une accélération très petite de la vitesse planétaire, la propulsion due au mouvement de rotation du soleil étant une force toujours agissante. Ainsi peu à peu, les planètes tomberaient vers le Soleil, car à chaque nouvelle vitesse planétaire correspondrait une orbite plus petite.

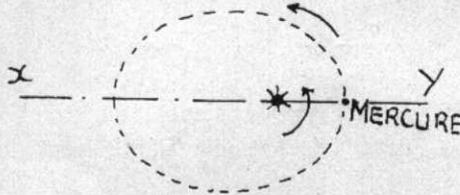


FIG. 11

La Lune, dont l'axe de l'ellipse tourne assez vite, serait poussée aussi par l'atmosphère de gravitation terrestre qui se déplacerait à la hauteur de notre satellite avec une vitesse bien supérieure à celle de ce dernier sur son orbite. Ainsi, l'accélération séculaire de la Lune résulterait assez importante et par conséquent mesurable, d'autant plus qu'elle s'ajouterait à celle due au freinage de la lumière solaire dont j'ai parlé dans un autre mémoire (10).

La rotation anormale du Soleil, dont la vitesse est plus grande à l'équateur qu'aux pôles, paraît aussi pouvoir s'expliquer en cette théorie, puisque la réaction des champs de gravitation stellaires, qui paraît la cause d'une pareille rotation, varieraient avec la latitude λ . En effet, la force centrifuge diminue à l'équateur le frottement des couches solaires entre elles, de manière que la réaction agirait davantage en cette zone dont les couches en conséquence seraient animées d'une plus grande vitesse.

(10) Sagué C. L. — Recherches Sélénologiques. Publicaciones del Instituto de Fisiografía y Geología, Universidad Nacional del Litoral, III, pp. 19-22, Rosario (Argentina), 1938.

Soit un point de masse m , fig. 12, soumis à l'attraction solaire S et à la force centrifuge $E = r v^2$, où V est la vitesse angulaire de m . La résultante de ces deux sollicitations est g , qui est la vraie verticale passant par m . L'angle a est la déviation de la verticale produite par la rotation du Soleil: la vitesse V diminue en fonction du cosinus de la latitude λ , tandis que le frottement des couches solaires de surface entre elles, dont j'ai parlé plus haut, augmenterait en fonction de sinus λ , tout en ralentissant d'une quantité W le mouvement de rotation de m . Et puisque la force centrifuge est en fonction de V^2 , le freinage résultant serait en fonction de $\sin^2 \lambda$. D'autre part, la vitesse V et le ralentissement W nous donneraient pour le point m une vitesse:

$$V_1 = V - W$$

En projetant sur la direction de g et sur celle perpendiculaire, contenue dans le plan de la figure, on a:

$$\begin{aligned} g &= S \cos a - V^2 r \cos \lambda \\ S \sin a &= V^2 r \sin \lambda \end{aligned}$$

Il est possible maintenant d'exprimer en degrés la vitesse V_1 , en établissant l'équation suivante:

$$V_1 = 14^{\circ}54' - 3^{\circ}48' \sin^2 \lambda$$

Ces mêmes raisonnements sont valables pour expliquer les anomalies de la vitesse de rotation de Jupiter aux différentes latitudes.

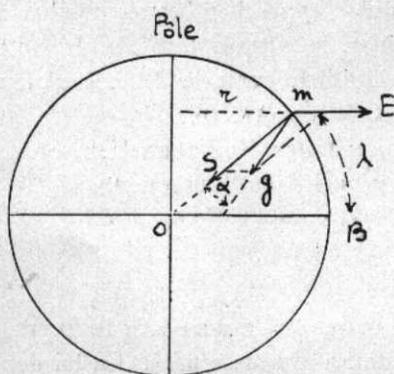


FIG. 12

$$r^2 \frac{d\theta}{dt} = C = \text{constante}$$

D'après le théorème des forces vives, on a :

$$d \frac{m V^2}{2} = F dr$$

où $F dr$ est le travail élémentaire d'une force centrale. En remplaçant F , nous avons donc :

$$d \frac{m V^2}{2} = - \frac{m m_1}{r^2} dr$$

En simplifiant et en intégrant, nous avons :

$$V^2 = \frac{2 m_1}{r} + K$$

K est la constante des forces vives. D'autre part, on a que :

$$\frac{1}{r} = \frac{1}{p} + \frac{e}{p} \cos(\theta - \gamma)$$

où e est l'excentricité de la trajectoire p , le paramètre, et γ l'angle polaire du sommet le plus proche du foyer O . Les éléments de la trajectoire peuvent être déterminés de la manière suivante :

$$p = \frac{C^2}{m_1} ; \quad \frac{e}{p} = \sqrt{\frac{m_1^3}{C^4} + \frac{K}{C^2}}$$

d'où on a :

$$e = \sqrt{1 + \frac{K C^2}{m_1^2}} \quad (1)$$

Si K est négatif, e devient plus petit que l'unité et la trajectoire est une ellipse ; si K est zéro, e est égal à l'unité et la trajectoire devient une parabole ; si, par contre, K est positif, e est plus grand que l'unité et la trajectoire est une branche d'hyperbole avec sa concavité tournée vers O . Pour une trajectoire circulaire :

$$K = - \frac{m_1^2}{C^2}$$

La vitesse orbitale de la Lune étant accrue par la poussée même du champ de gravitation terrestre, K de l'équation (1) devient inférieur à :

$$— \frac{m_1^2}{C^2}$$

et e acquiert une valeur supérieure à zéro, bien plus petite que l'unité cependant, ce qui donne à l'orbite lunaire sa trajectoire elliptique.

D'après ce que je viens de dire plus haut, toutefois, l'attraction d'un certain méridien de la Terre sur la Lune est diminuée en A et accrue en C d'après l'équation suivante :

$$M \Delta_1 = D C \sin. a$$

tandis que :

$$O M = O C \cos a$$

Ce même effet, bien que négatif cette fois, aurait lieu en A . La déformation de la trajectoire lunaire serait cependant due à la poussée du champ de gravitation terrestre, sur tout le parcours de la Lune.

Si on considère maintenant la Lune immobile et son attraction sur un point A de la Terre, fig. 14, se déplaçant avec le mouvement de rotation de cette dernière, l'effet maximum ne serait point sur le méridien OB , mais plus à gauche, le long d'une ligne OS . Cela signifierait aussi que la courbe sinusoïdale réelle de l'attraction lunaire retarderait sur celle théorique d'une certaine quantité que l'observation devrait révéler.

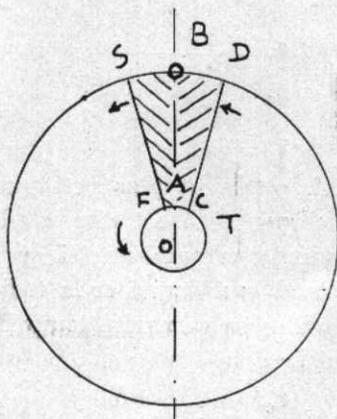


FIG. 14

Le champ de gravitation T de la Terre, en tournant pous-
serait, en effet, celui de la Lune vers $O B$, de manière que les
courants e.m. radiaux du champ de gravitation lunaire s'oppo-
seraient à la déformation de l'espace occasionnant l'attraction.
Ainsi, dans le triangle $O D B$, nous aurions eomme résultat
une diminution de l'attraction lunaire jusqu'au méridien
 $O B$. Du point A en allant vers F , et même plus loin, une
attraction lunaire supplémentaire augmenterait en fonction
du sinus de l'angle $S O B$, tandis que l'attraction ordinaire
diminuerait en fonction du cosinus du même angle pendant
le même parcours de A vers F .

Nous pouvons mieux comprendre ce mécanisme de la gra-
vitation, en nous aidant du raisonnement suivant. Soit G ,
fig. 15, l'intensité globale du champ de gravitation de la
Terre T et Q celui de la Lune, à la distance R . D'après ce
que j'ai dit ailleurs, les courants radiaux p , ayant la même
direction que ceux de la Terre, sont attirés par ces derniers,
tandis que les courants q sont repoussés. On aurait, par con-
séquent, une densité e.m. renforcée en A et une autre affaiblie
en B . Les deux effets détermineraient, en s'ajoutant, la dif-
férence de niveau e.m. D qui solliciterait la Lune vers la Terre.

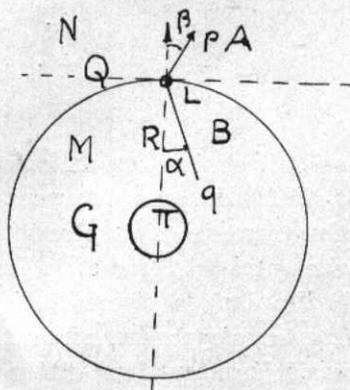


FIG. 15

L'intégrale de toutes les composantes radiales du champ
de gravitation lunaire soustraite à l'intensité G nous donnerait
l'attraction qui sollicite L vers T . Dans un anneau méridien
infinitiment mince de la Lune, la sollicitation de la gravité
serait la suivante:

$$\Delta D = G \left[\int_0^{\pi} Q \frac{\sin a \, da}{\pi} + \int_0^{\pi} Q \frac{\sin \beta \, d\beta}{\pi} \right]$$

La sollicitation totale serait donc :

$$D = G \frac{8}{2\pi} \left[\int_0^{\pi} Q \frac{\sin a \, da}{\pi} + Q \frac{\sin \beta \, d\beta}{\pi} \right] \times$$

$$\times \operatorname{arc} \sin \frac{\pi}{2} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{1}{2\pi} \left(\frac{Q \sin a \, da + Q \sin \beta \, d\beta}{\pi} \right) dx$$

$$D = G \frac{8}{2\pi} Q \left[(-\cos a) + (-\cos \beta) \right]_0^{\pi} \operatorname{arc} \sin \frac{\pi}{2} \frac{Q}{2\pi^2} \times$$

$$\times \left[(-\cos a) + (-\cos \beta) \right]_0^{\pi}$$

Ce résultat varierait en fonction du carré de la distance R, par conséquent l'effet dû au mouvement de rotation du champ de gravitation terrestre serait plus intense dans la région de M, comprise entre la Terre et la Lune, de ce qu'il serait en N, c'est-à-dire dans la région de l'espace opposée à M. Ces deux effets, en s'opposant, seraient tout de même différents, et ce serait justement leur différence qui compte.

A ce résultat théorique, j'étais déjà arrivé en 1929. N'ayant cependant pas la possibilité de voir s'il correspondait à une réalité, les choses en sont restées là. Cinq ans plus tard, en 1933, Kemeth Harley (11), en mesurant directement l'effet de gravitation de la Lune sur un point de la Terre, trouva que sa variation est sinusoïdale, et en retard d'environ 24 minutes sur celle calculée en considérant comme maximum

l'effet au moment où la Lune passe au méridien du point d'observation.

Les résultats obtenus par Kemeth Hartley trouvent donc une explication dans les conclusions théoriques que je viens d'exposer plus haut.

Cornelio L. SAGUI

Avignon(France), le 20 Février 1939.

(11) **Kemeth Hartley.** — Direct measurement of the Gravitational Effect of the moon. *Physics*, vol. 4, pp. 162-163, April 1933.

Se terminó de imprimir el 28 de
diciembre de 1939 en los Talleres
Gráficos Emilio Fenner, S. R. L.,
Sarmiento 575, U. T. 5076, Rosario.