

Descriptif du Sismographe

TRAVAUX

DE

L'OBSERVATOIRE DE MARSEILLE

III

*(Extrait du Bulletin de la Commission de Météorologie
des Bouches-du-Rhône - 1914)*

MARSEILLE

IMPRIMERIE NOUVELLE DE MARSEILLE

29-31, Rue Sainte, 29-31

—
1915

DESCRIPTION

DU

SISMOGRAPHE DE L'OBSERVATOIRE DE MARSEILLE

par M. Henry BOURGET

1. — Les recherches sismologiques ne sont devenues systématiques, en France, que depuis 1905 environ. Avant cette époque, il existait seulement quelques sismographes isolés, parmi lesquels il convient de citer celui que M. Kilian avait installé au laboratoire de géologie de l'Université de Grenoble et dont il publiait régulièrement les indications. A vrai dire, les principes de la construction de ces instruments n'étaient pas fixés. C'est seulement en 1905, grâce aux efforts de M. Angot, directeur du Bureau Central météorologique de France, que des instruments perfectionnés furent installés dans divers observatoires français, au Parc St-Maur, à Alger, à Besançon, au Puy-de-Dôme et à Marseille. L'installation de Marseille doit beaucoup à M. Angot; ses conseils bienveillants et éclairés, dans un domaine où tout était nouveau, nous ont été extrêmement précieux. Je tiens à l'en remercier bien sincèrement ici.

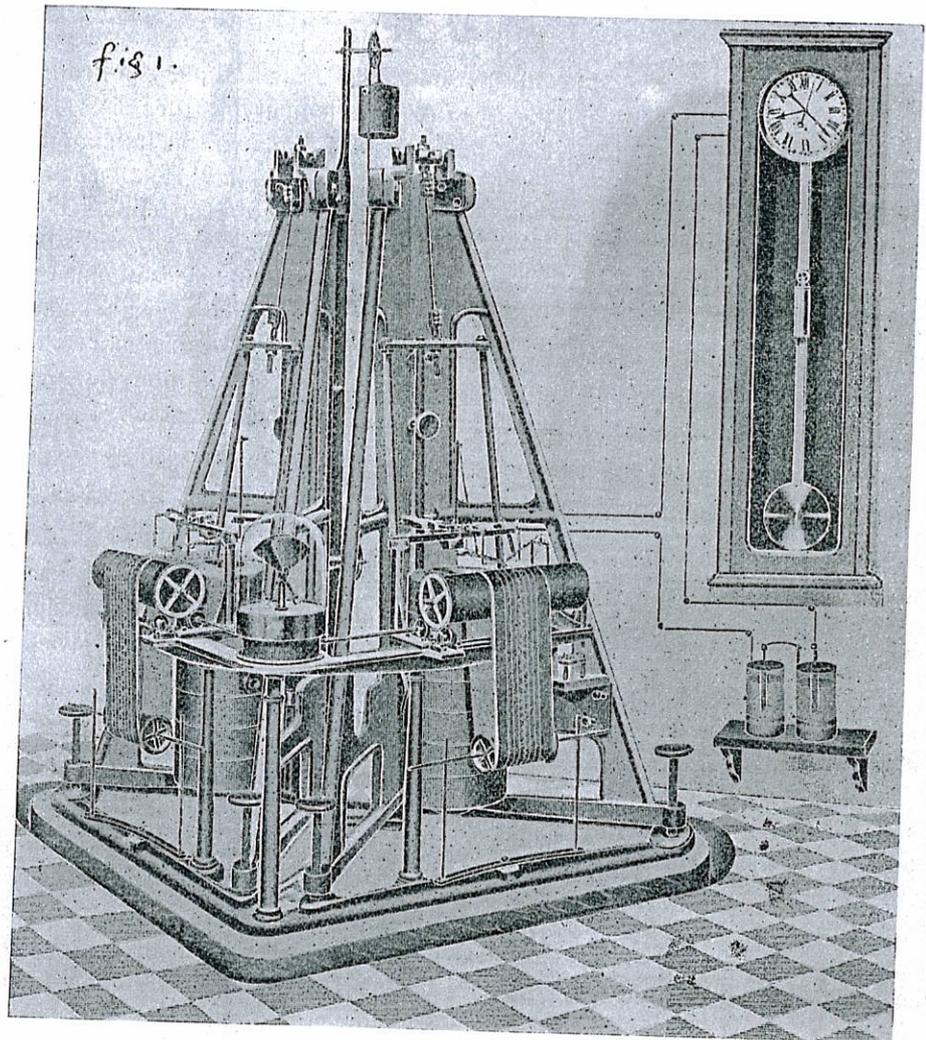
2. — L'étude des mouvements du sol serait très simple si l'on possédait des repères fixes. Mais le sol entraîne dans ses mouvements les objets qui reposent sur lui. Heureusement, il ne les entraîne pas tous avec la même vitesse, par suite de l'inertie de la matière. Grâce à cette circonstance, nous pouvons obtenir des repères *à peu près fixes* pendant un temps court. Il suffit d'employer des masses considérables reliées au sol de manière à être soustraites autant que possible à l'action de la pesanteur. C'est le principe des sismographes.*

Les premiers sismographes pour l'étude des mouvements horizontaux du sol ont été constitués par des pendules très lourds et très longs. Ils sont ainsi très difficilement entraînés et leur période, plus longue que celle de la plupart des mouvements oscillatoires du sol, ne se mêle pas avec ceux-ci sur les graphiques d'enregistrement. Des phénomènes de résonance viennent toutefois troubler ces graphiques et l'encombrement de ces appareils croît rapidement avec la période. Un dispositif qui évite ce dernier inconvénient et qui a constitué un grand progrès, est celui du *pendule horizontal*, formé par un corps solide, mobile autour d'un axe incliné d'un petit angle i sur la verticale et dont une porte, ayant la ligne de ses gonds non verticale, donne une assez bonne image. Tout se passe dans ce pendule comme si la pesanteur était $g \sin i$ et on peut atteindre une période longue en prenant i petit. Les travaux de Milne, le père de la sismologie contemporaine, ont été faits avec cet instrument.

* La comparaison de la verticale aux étoiles n'a servi jusqu'à présent qu'à mettre en évidence des changements lents de cette direction et non des changements brusques sismiques. Ce dernier emploi ne paraît pas impossible a priori, non plus que l'utilisation d'un gyroscope comme repère.

Depuis quelques années, on a compris l'importance des organes d'amortissement dans ces appareils et la nécessité de rendre l'instrument apériodique afin d'éviter les phénomènes de résonance. La réalisation de cet autre grand progrès est particulièrement parfaite aujourd'hui dans les sismographes électromagnétiques du prince Galitzine, à l'observatoire de Poulkovo (Pétrograd).

3. — Le sismographe que possède l'observatoire de Marseille, depuis 1910, a été construit sur les indications du docteur Mainka. Il n'enregistre que les mouvements horizontaux du sol, décomposés selon deux composantes Nord-Sud et Est-Ouest. Les mouvements verticaux, considérés jadis comme moins importants, ne sont pas inscrits.



Il consiste en deux instruments identiques, l'un pour la composante Nord, l'autre pour la composante Est, placés côte à côte sur un même pilier de béton solidement fondé en sol profond sur le rocher et isolé dans toute sa hauteur, par un fossé, du sol qui l'entoure.

Dans la description, je n'aurai donc à parler que de l'un de ces instruments.

On peut classer comme il suit les organes de cet instrument :

Masse lourde.

Dispositif d'amplification et transmissions.

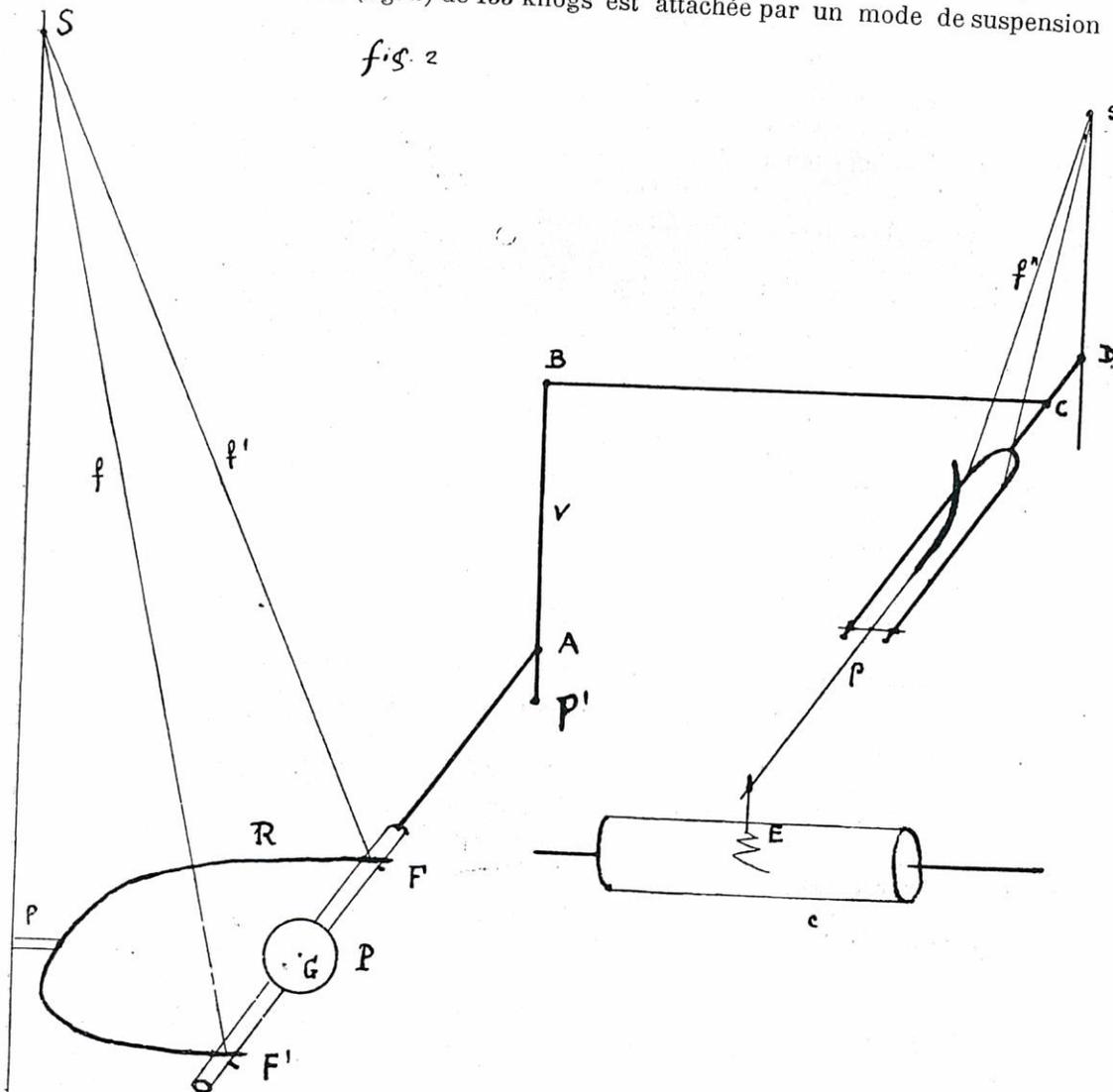
Amortisseur.

Dispositif d'enregistrement.

4. — Le bâti est un trièdre trirectangle en fonte, reposant sur le sol par son sommet et deux points de ses arêtes, points constitués par des vis calantes qu'on voit en avant de la figure 1 et qui permettent de donner à la troisième arête une inclinaison plus ou moins grande sur la verticale.

La nature de cet article ne comportant pas les dessins détaillés qui seraient nécessaires à une description très complète, je vais me borner à une description schématique, espérant que la vue d'ensemble de la figure 1 permettra d'entendre assez clairement la réalisation matérielle des dispositions indiquées dans mes dessins.

Une masse lourde P (fig. 2) de 133 kilogs est attachée par un mode de suspension



équivalent aux deux fils d'acier f et f'' à la partie supérieure S du bâti et un reculoir R en forme de demi-anneau empêche le retour de la masse P à la verticale. Ce reculoir R est relié au bâti par une paillette p (lame de ressort qui sert à la suspension du balancier dans un pendule). Les choses sont disposées de façon que la masse lourde tire sur la paillette et que, ni le reculoir ni la paillette ne gênent la position d'équilibre de cette masse lourde.

Une tige t , portant deux paillettes croisées à angle droit et constituant ainsi un cardan vient, par un tube F F' traversant la masse lourde, prendre le mouvement du centre de masse G du poids P.

Cette tige t s'articule en A avec un volet d'aluminium vertical v , mobile autour d'une paillette p' fixée au bâti. Ce volet se déplace très juste dans une boîte métallique qui constitue l'amortisseur à air. Des ouvertures réglables percées dans les flancs de la boîte, parallèles au volet V, permettent de faire varier l'intensité de l'amortissement.

L'extrémité supérieure B du volet est articulée en C avec un léger levier d'aluminium mobile autour du point D et maintenu à l'horizontale par des fils f''' attachés en S au bâti. Ce levier constitue un second pendule horizontal réglable. Il est en forme de fourchette et sur les extrémités des bras de la fourchette, repose, sur deux encoches, l'axe horizontal d'une plume pl très légère d'aluminium portant à son extrémité une pointe E perpendiculaire à son plan. On peut incurver plus ou moins la queue de cette plume de façon à en modifier l'équilibre autour de son axe horizontal. La pointe E enregistre les mouvements du sol sur une feuille de papier fumé reposant sur le cylindre c qui l'entraîne.

Des pièces de réglage permettent de disposer dans certaines limites les rapports $\frac{p'A}{p'B}$ et $\frac{DC}{DE}$ et de donner par suite une *amplification* convenable aux mouvements du centre de masse G, relativement au sol.

Les jonctions A, B, C, D sont réalisées d'une manière très légère par des pointes fines reposant sur de petites coupelles.

Les cylindres c des deux instruments identiques sont mis par un même mouvement d'horlogerie avec régulateur que l'on voit sous un globe de verre en avant de la figure 1. Les feuilles de papier fumé sont collées en anneaux et tendues inférieurement par deux autres cylindres qui roulent dans elles pendant le mouvement. Une légère déviation du parallélisme de l'axe du cylindre c et du cylindre inférieur correspondant, obtenue par la butée d'un étrier contre l'axe du cylindre inférieur, donne à la feuille de papier un mouvement de progression, réglable à volonté et parallèle à l'axe du cylindre c .

Enfin, une pendule qu'on voit sur la figure envoie toutes les minutes un courant qui soulève la plume durant quelques secondes, de sorte que le temps s'inscrit sur la feuille même. Le mécanicien de l'observatoire a ajouté un contact horaire, plus long, qui facilite les relevés.

5. Après une période d'essais, voici le principe de réglage qui a été adopté pour cet instrument.

La masse lourde étant en équilibre, on amène le volet v de l'amortisseur en équilibre au milieu de sa course et le pendule horizontal de la plume en équilibre indifférent, la plume étant elle aussi horizontale et de direction perpendiculaire à l'axe du cylindre c . Cela fait, on établit les jonctions A, B, C, en donnant aux tiges des lon-

guezers telles qu'il ne se produise aucun tirage entre la masse lourde, l'amortisseur et le pendule horizontal portant la plume. La légèreté des tiges de jonction en aluminium permet cette opération. Ce réglage est délicat à réaliser. Il se maintient assez bien, si l'on prend quelques précautions au moment du changement des feuilles de papier fumées. Ce qui le rend difficile à réaliser, c'est qu'il faut en même temps, que les constantes dont nous allons parler, soient comprises dans certaines limites convenables; or, les diverses pièces qu'on est conduit à déplacer pour obtenir ces valeurs des constantes réagissent les unes sur les autres et l'on ne parvient à réaliser cet ensemble de conditions que par des retouches successives des divers réglages.

6. La théorie d'un pendule amorti conduit à caractériser un pareil instrument par quatre constantes mesurant :

1. La période de l'oscillation propre.
2. Le frottement.
3. L'amortissement.
4. L'amplification.

Période d'oscillation. — On soulève la plume avec un léger cavalier de papier posé sur la queue de cette plume, on ouvre en plein les ouvertures de la boîte de l'amortisseur de façon à réduire cet amortissement au minimum et on donne une légère impulsion à la masse lourde.

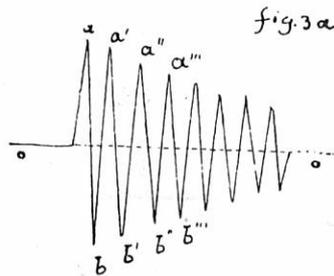
Avec un chronographe à pointage, on mesure la durée d'un assez grand nombre de périodes, de façon à avoir la période d'oscillation au 1/10 de seconde.

On peut modifier cette période en touchant également aux deux vis calantes du pied. Il est clair qu'en *dévisant* ces vis, on *diminue* la période.

Si T_0 est la période, la longueur du pendule simple synchrone L est :

$$L = \frac{g T_0^2}{4 \pi^2} \quad \text{ou} \quad \frac{T_0^2}{4} \quad \text{en pratique}$$

Frottement. — Laissant ouvertes les parois de la boîte de l'amortisseur, on laisse la plume tracer sur le papier après avoir donné une légère impulsion à la masse, on obtient un graphique de la forme suivante :



On mesure les élongations de la plume à partir de la ligne du 0, de part et d'autre, on appelle *frottement* r la valeur moyenne des quantités

$$r = \left\{ \begin{array}{l} \frac{a - a'}{4}, \frac{a' - a''}{4}, \dots \\ \frac{b - b'}{4}, \frac{b' - b''}{4}, \dots \end{array} \right.$$

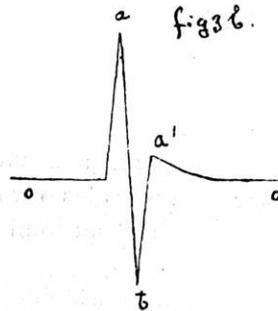
Ces quantités ne sont pas rigoureusement égales, car par suite d'un résidu d'amortissement les lignes a a' a''... b b' b''... ne sont pas des droites, mais la valeur moyenne de ces quantités est adoptée pour la mesure du frottement.

On agit sur ce frottement en modifiant la courbure de la queue de la plume, de façon à changer la fraction de son poids qui se jette sur la pointe E.

Ce frottement dépend aussi de l'état de fumure de la feuille qu'il y a intérêt à tenir peu fumée.

C'est la moins fixe des quatre constantes.

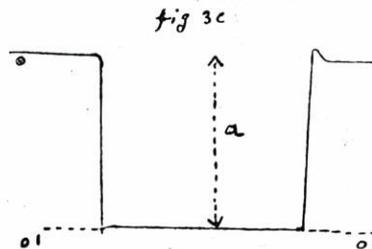
Amortissement. — Les volets de la boîte de l'amortisseur étant fermés au degré jugé convenable, on obtient, par une impulsion donnée à la masse, la figure ci-dessous :



On mesure les elongations a, b et a' à partir de la ligne du zéro et l'on prend comme mesure de l'amortissement ε

$$\varepsilon = \frac{a + b - 2r}{b + a' + 2r}$$

Amplification. — Au point A, on accroche, par l'intermédiaire d'une légère poulie, une petite masse additionnelle opérant un tirage connu dans le sens de la tige t sur la masse lourde, en pratique un tirage de 2 grammes. On fait un tracé, amortisseur fonctionnant au maximum on obtient la figure 3 c.



On mesure sur ce tracé la distance a des deux zéros oo, o'o', V désignant l'amplification, L la longueur du pendule simple synchrone, on a

$$V.L = a \frac{133.000}{2}$$

d'où V.

On peut faire varier V, en modifiant les rapports $\frac{p'A}{p'B}$ et $\frac{DC}{DE}$

On détermine ces constantes de temps en temps. Le mieux paraît être de les déterminer après chaque tremblement de terre sur les feuilles où s'est inscrit le séisme. Toutefois ce que nous allons dire au sujet de l'interprétation des sismogrammes montre qu'on ne doit pas s'exagérer l'importance de ces constantes.

L'expérience a montré que dans les sismographes du type Mainka les valeurs les plus convenables des constantes étaient les suivantes :

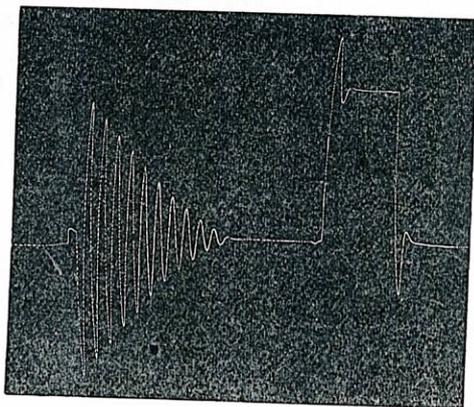
La période doit être comprise entre 8 et 10 secondes.

Le frottement ne doit pas dépasser 1^{mm} .

L'amortissement doit être compris entre 4 et 10.

L'amplification varie entre 45 et 70.

Nous donnons ici le fac-simile d'une feuille de constantes de notre instrument obtenue par M. Carrère le 30 mars 1914.



L'amplification a été déterminée avec l'amortissement réglé ; on a ainsi un tracé de moins à faire.

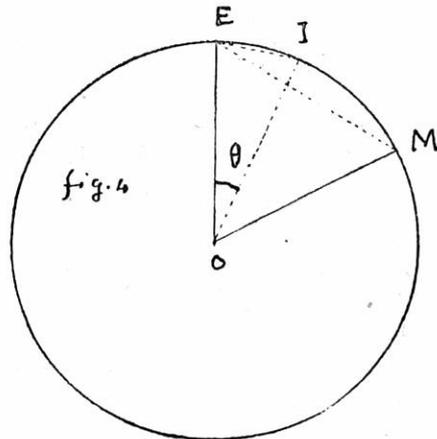
7. Dans quelle mesure peut-on déduire, de l'examen des sismogrammes, le mouvement réel du sol et quelles conclusions a-t-on tirées jusqu'à présent, touchant la constitution de la terre, des observations sismologiques.

Pour répondre à cette importante question, il faudrait exposer toute la théorie de la propagation d'un ébranlement dans un milieu solide. Ce serait sortir des bornes que je me suis imposées.

Je me contenterai de notions générales suffisantes pour faire comprendre les difficultés que présente l'interprétation des sismogrammes et la nature des conclusions intéressantes qu'on peut espérer de ces recherches.

Dans un solide élastique isotrope indéfini, un ébranlement initial donne lieu à la propagation de deux ondes sphériques : l'une de vitesse V_1 *longitudinale*, c'est-à-dire où le déplacement des molécules a lieu dans le sens de la propagation ; l'autre de vitesse V_2 *transversale*, c'est-à-dire où le déplacement des molécules a lieu perpendiculairement à la direction de la propagation. Les vitesses V_1 et V_2 sont constantes et V_1 est plus petite que V_2 .

Quand le solide est limité par une surface sphérique les phénomènes se compliquent.



Supposons que le lieu de l'ébranlement initial soit en E à la surface de la sphère, ce qui paraît être habituellement voisin de la réalité pour la terre et soit M un point de la surface percevant les ondes provoquées par l'ébranlement.

L'onde longitudinale atteindra la première le point M, puis après l'onde transversale; les rayons d'onde étant pour les deux la ligne droite EM. Ce sont les deux phases principales du phénomène F_1 et F_2 .

Quand l'une des deux ondes atteindra un autre point I de la surface de la sphère, elle se réfléchira sur cette sphère, c'est-à-dire qu'en vertu du principe d'Huygens, le point I jouera le rôle d'un nouveau centre d'ébranlement et de ce point partiront deux nouvelles ondes, transversale et longitudinale, qui atteindront elles aussi, en leur temps, le point O. La marche de ces ondes diffractées s'étudient comme Huygens et Fresnel l'ont fait dans leurs explications de la reflexion de la lumière.

On aura une onde longitudinale réfléchie provenant de l'onde longitudinale initiale qui produira un effet maximum en M quand le point I sera au milieu de l'arc EM; ce sera la phase F_1' du phénomène qui arrivera après F_1 , et avant F_2 .

De même l'onde transversale réfléchie provenant de l'onde transversale initiale produira en M une phase F_2' postérieure à F_2 .

Par contre, l'onde transversale réfléchie provenant de l'onde longitudinale initiale et l'onde longitudinale réfléchie provenant de l'onde transversale initiale ne parviendront en M que si l'angle θ est plus grand que l'angle donné par la racine de l'équation.

$$\cos \frac{\theta}{2} = \frac{V_2}{V_1}$$

Avec les valeurs de V_1 et V_2 correspondant à la terre, on obtient pour θ 110° environ et pour la longueur EM sur la sphère 12.000 km. Au voisinage de cette valeur critique, on a donc deux nouvelles phases F_1'' et F_2'' qui risquent de venir troubler l'arrivée de la phase F_2 .

Enfin, on constate que l'onde longitudinale réfléchie, provenant de l'onde longitudinale initiale, peut seule aussi parvenir en M après avoir fait le tour de la terre, à moins toutefois que l'arc θ ne satisfasse à l'inégalité.

$$\sin \frac{\theta}{4} > \frac{V_2}{V_1}$$

ce qui donne pour la valeur critique de θ , 140° et pour la distance EM, 15.000 km. Cette onde, qui arrive après F_2 , peut encore troubler cette phase.

Nous allons voir dans quelle mesure on retrouve des diverses phases sur les sismogrammes.

La théorie de la réflexion nous donne encore deux résultats qui ont leur importance. On démontre que la propagation d'une onde longitudinale de déplacement parallèle à la surface de la sphère ne peut se faire parallèlement à cette surface et qu'il en est de même pour une onde transversale de déplacement perpendiculaire à la surface de la sphère. Enfin, lord Rayleigh a fait connaître des ondes particulières dont l'amplitude diminue exponentiellement quand on s'éloigne de la surface et qui peuvent par contre se propager parallèlement à la surface.

8 — Si nous supposons un sismographe installé en M, toutes ces phases vont s'enregistrer sur cet instrument, théoriquement parlant, tout au moins. — L'expérience vérifie-t-elle les conclusions de la théorie ?

Il importe de remarquer avant tout, qu'un tel instrument ne donne d'image fidèle (à une certaine échelle), des mouvements du sol, que s'il est complètement apériodique. Il semble donc qu'il soit illusoire de comparer à la théorie les sismogrammes donnés par des sismographes autres que ceux du prince Galitzine qui sont les seuls réalisant actuellement cette condition de l'apériodicité. Cette remarque montre que dans les instruments du type Mainka on ne doit pas accorder une importance exagérée aux constantes et qu'on ne doit guère demander plus à ces instruments que l'enregistrement des heures, en s'estimant heureux de pouvoir distinguer sur leurs graphiques les deux phases principales F_1 et F_2 .

Voici l'aspect d'un sismogramme complet (les trois composantes) donné par un instrument apériodique du type Galitzine :

On observe une première phase nommée P dans la terminologie usitée (*premières ondes*) qui débute par un tracé brusque ou une suite de tracés brusques plus accentués dans la composante verticale que dans les composantes horizontales. P est suivi de tracés irréguliers à élongations très pointues et nullement arrondies comme dans une sinusoïde. On n'y constate aucune période bien nette. Cette phase P est considérée comme correspondant à la phase F_1 des ondes longitudinales.

On rencontre assez souvent dans cette phase une onde plus marquée que P et qui semble bien être la phase F'_1 de la théorie. Par exemple sur les sismogrammes d'Esksdalemuir, pour tous les séismes ayant leur origine aux Philippines, cette onde nommée PR, arrive 4 minutes après P.

Après P et PR, le sismogramme change d'aspect. On observe une onde S (*secondes ondes*) dont le début est moins net en général que celui de P et quelquefois même très difficile à préciser. Par contre, le trajet est plus large et plus accentué sur les composantes horizontales que sur la composante verticale. Cette phase S paraît bien être l'arrivée F_2 de l'onde transversale. Sest suivi d'ondes SR irrégulières plus larges que celles qui suivent P et séparées par de plus longs intervalles de temps. Les élongations sont arrondies et offrent parfois l'aspect sinusoïdal. Il semble que le manque de netteté du début de S soit dû à la présence des ondes F'_1 et F'_2 de la théorie.

Le sismogramme change encore une fois d'aspect. Le tracé devient nettement périodique et sinusoïdal. Ce sont les ondes L dites *ondes longues* qui arrivent. Leur début est souvent difficile à préciser et n'est pas caractérisé par une grande amplitude. Pour

des distances d'ébranlement supérieures à 2.000 km, cette phase débute par des ondes dont la période est environ 20 secondes et dont l'amplitude croît de plus en plus en même temps que la période diminue un peu. Cette amplitude passe par un ou plusieurs maximums, puis décroît graduellement jusqu'à la phase finale. Pour des distances inférieures à 2.000 km, L succède rapidement à S et offre des périodes de l'ordre de 12 secondes. La phase entière est beaucoup plus courte dans ce cas.

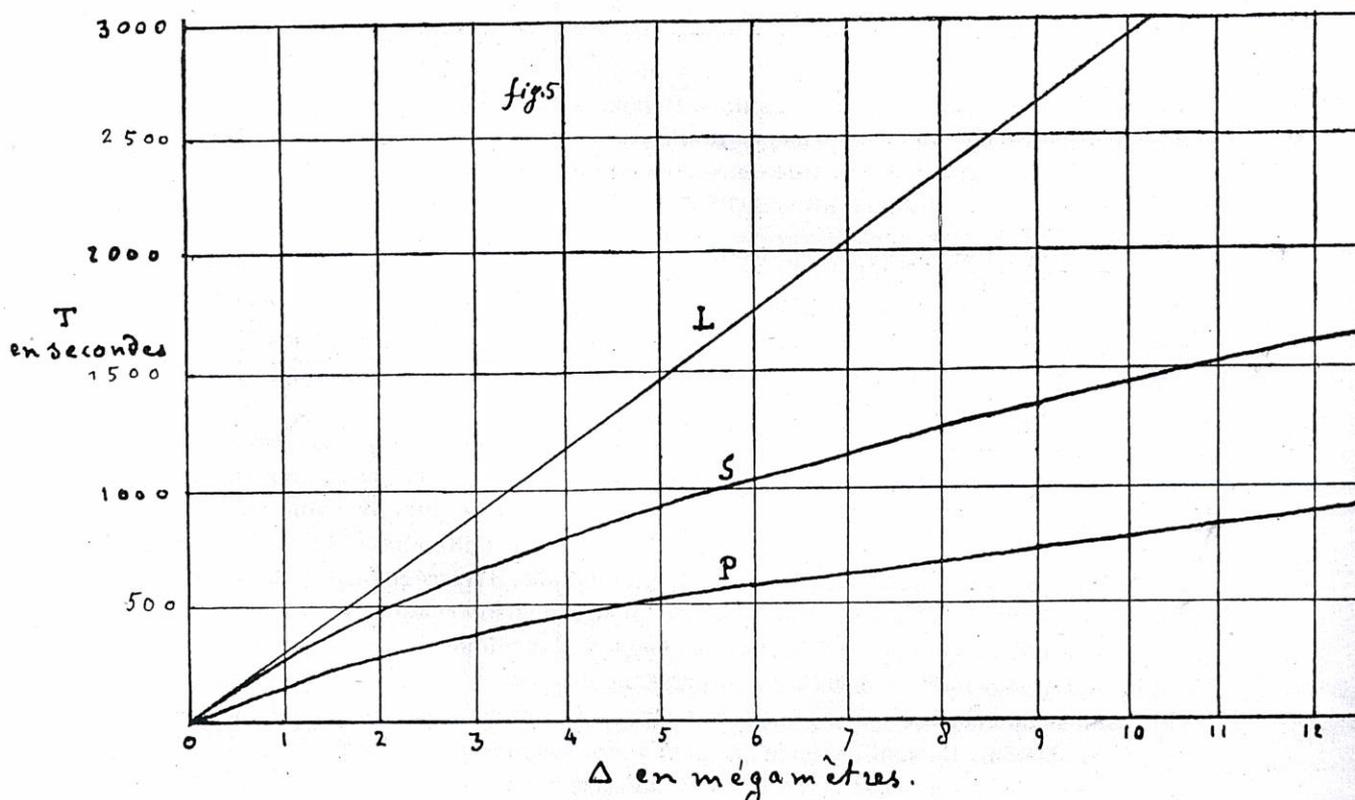
Pendant la phase finale, les mouvements sont de plus en plus faibles, tout en restant nettement périodiques et sinusoïdaux. Si le séisme est de longue durée, on voit arriver assez fréquemment, 2 h. 1/2 après P environ, des ondes longues qui ont fait le tour de la terre.

On ignore jusqu'à présent l'origine des ondes L.

En ce qui concerne l'onde antipode, le prince Galitzine a constaté sur le sismogramme de tremblement de terre de Messine (décembre 1908) que cette onde avait une vitesse de 3,53 kilomsecondes, ce qui semblerait prouver que cette onde est une onde de lord Rayleigh dont la vitesse théorique est, en effet, 3,69 kilomsecondes.

En résumé, il paraît établi que les phases F_1 , F_2 , F'_1 , F'_2 de la théorie correspondent bien aux phases P, S, PR, SR des sismogrammes.

9. — D'autres conséquences ont été tirées de l'examen des sismogrammes. Appelons *foyer* la région de l'ébranlement initial et *épiceutre* l'extrémité du rayon terrestre joignant le centre au foyer. On peut déterminer la distance de l'épiceutre au sismographe qui a enregistré la secousse sismique. Les observations ont permis de cons-



truire des courbes dites « courbes de temps de parcours », qui donnent pour chacune des ondes P, S, L le nombre de secondes T mis pour parcourir une distance Δ en mégamètres (1.000 kilom.) en admettant que le foyer coïncide avec l'épicentre. La figure 5 montre ces courbes.

On observe que la distance entre deux quelconques de ces courbes, P et S par exemple, mesurée parallèlement à l'axe des temps, augmente constamment. Il en résulte qu'à un intervalle de temps donné S — P correspond une distance bien déterminée. On peut donc obtenir très simplement la distance épacentrale.

Le prince Galitzine a montré que l'examen des tracés initiaux des trois composantes permettait d'avoir l'azimut de l'épicentre. Il est clair, en effet, que le rapport des déplacements initiaux des composantes Nord et Est donne la tangente trigonométrique de l'azimut. La composante verticale permet de lever l'ambiguïté de 180° qui subsiste. On peut donc, *par des observations faites en un même lieu*, obtenir la position sur la surface terrestre de l'épicentre. D'ailleurs, trois déterminations de distances épacentrales faites de trois stations différentes, détermineraient également la région épacentrale comme point commun à trois cercles.

Une autre conséquence importante de ces observations a été la détermination des vitesses V_1 , et V_2 dans le cas de la terre : Par des observations faites à des distances inférieures à 1.000 mètres on a trouvé :

$V_1 = 7,2$ kilom. secondes $V_2 = 4,0$ kilom. secondes.

Et aussi que ces vitesses, pour des distances plus grandes, ne pouvaient être considérées comme constantes.

De plus, les mêmes recherches ont fait voir que les ébranlements ne se propageaient pas en ligne droite, mais que les rayons sismiques étaient des courbes dont la concavité est tournée vers surface de la terre.

Ces dernières observations ont pour conséquence de faire abandonner l'hypothèse d'une terre homogène et isotrope. Cet ordre de considérations promet d'être du plus grand intérêt pour la connaissance de l'état intérieur de la terre.

10. L'examen des sismogrammes montre parfois, durant de longues heures de petits mouvements très réguliers d'allure. Milne qui les a signalés le premier les nommait « tremors » ou « ripples ».

Un examen plus approfondi de ces microséismes a permis de les partager en deux classes.

a) Mouvements petits et très réguliers, de période comprise entre 4 et 8 secondes.

b) Mouvement plus irréguliers, de période plus longue, comprise entre 12 et 30 secondes.

Les mouvements de la seconde classe paraissent dus à l'action du vent sur l'ensemble des bâtiments et des instruments.

On ignore l'origine des microséismes de la première classe.

On a mis en avant diverses causes météorologiques, mais la solution définitive reste à trouver.

11. Le docteur Hecker a pu mettre en évidence, à Postdam, à l'aide de pendules horizontaux soigneusement installés, à l'abri des variations de température, les marées de l'écorce terrestre. Je renvoie le lecteur désireux de se mettre au courant de cette intéressante question à la remarquable notice publiée sur ce sujet par M. Ch. Lallemand, dans l'Annuaire pour Bureau des Longitudes pour 1910.

12. On voit l'ensemble de questions intéressantes que soulève l'examen approfondi des observations sismographiques. Ce que nous venons de dire montre également quelles précautions on doit prendre pour se mettre à l'abri des influences de l'instrument lui-même. Il semble bien que les sismographes apériodiques du prince Galitzne soient les seuls actuellement dont on puisse tirer des conclusions irréprochables.

Le rôle des instruments de types analogues à celui que nous venons de décrire est nécessairement beaucoup plus modeste et paraît se borner à l'enregistrement des heures des phases désignées par P, S et L.

Pour cet objet ces instruments peuvent encore rendre de précieux services.

Pour n'en citer qu'un exemple, je signalerai l'enregistrement par le sismographe de l'Observatoire de Marseille de petits tremblements de terre qui se produisent dans le bassin minier de Gréasque et de Fuveau.

Les lignites exploitées dans ce bassin sont intercalées entre des bancs de roches calcaires. Quand on a enlevé le charbon compris entre deux assises de roche, il arrive assez souvent que ces assises, sous l'action des pressions supérieures, se rompent, et que cette rupture provoque un ébranlement très notable. On a ce qu'on nomme en termes de métier « *un coup de toit* ». M. L. Fabry a nettement mis en évidence sur les sismogrammes de l'Observatoire de Marseille que ces ébranlements se propagent jusque là.

13. Le sismographe de l'Observatoire, à son arrivée, a été monté par M. Carrère, mécanicien de cet établissement. Il a procédé au réglage, à la mise en marche de l'instrument et a obtenu à lui seul les premières feuilles d'enregistrement. Il a en outre, à diverses reprises, réparé le mouvement d'horlogerie de cet appareil que le constructeur avait livré très défectueux. Il est resté chargé du réglage délicat de cet instrument.

M. Louis Fabry a assumé, presque dès le début, la direction du service de cet instrument et l'a conservée jusqu'en 1915. C'est lui qui a organisé le travail à cet instrument, qui a procédé aux relevés des feuilles, a construit toutes les tables nécessaires à ces relevés et a déterminé régulièrement les constantes.

Grâce au zèle et au dévouement de ces deux fonctionnaires, cet instrument a une marche satisfaisante.

Il a enregistré en 1914 vingt-huit secousses. Il est publié chaque mois un bulletin sismologique donnant les relevés de ces secousses.
