

Confirmation, par l'Observation, du Rôle Négligeable de la Marée Terrestre dans la Production des Séismes

M. ANDRÉ GOUGENHEIM

Ricevuto il 5 maggio 1961

Divers auteurs ont pensé que les tensions variables provoquées dans la croûte terrestre par la déformation du globe sous l'effet de la marée luni-solaire étaient susceptibles, en se composant avec les forces qui sont à l'origine des séismes, d'influer sur leur déclenchement.

Pour certains la concordance de phase de l'action de la Lune et de celle du Soleil, à laquelle correspond pour les océans la marée de vive-eau, doit favoriser la production des séismes.

Plusieurs estiment cependant que, en raison de sa faiblesse relative, la déformation d'origine luni-solaire ne peut jouer aucun rôle dans le déclenchement d'un séisme, mais que, par contre, elle est suffisante pour intervenir dans le mécanisme des répliques.

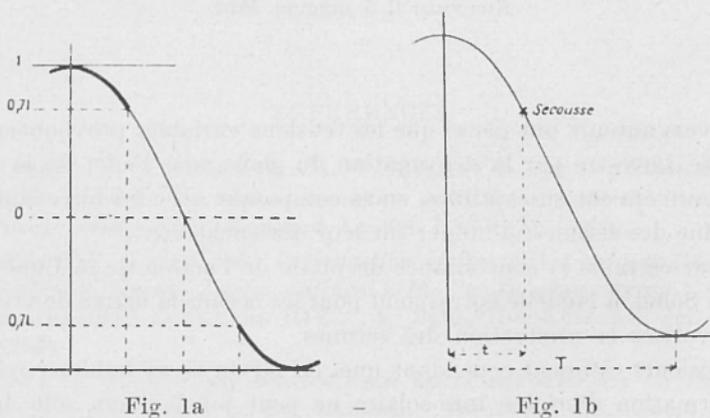
Selon d'autres enfin, les tensions d'origine luni-solaire sont si minimes qu'il est absolument vain de les prendre en considération dans la production des phénomènes séismiques. Diverses actions d'origine météorologique font naître dans la croûte terrestre des tensions d'une valeur nettement plus élevée et une corrélation devrait également se manifester entre les séismes et certaines circonstances météorologiques; de nombreux travaux faits à ce sujet n'ont pu la mettre en évidence.

* * *

Il est vraisemblable qu'il en est de même entre les séismes et les marées terrestres, mais, pour pouvoir infirmer avec certitude les hypothèses favorables à une corrélation et pour vérifier l'absence de corrélation, il paraît nécessaire de recourir à l'observation et, après avoir choisi un nombre suffisant de séismes, de déterminer quelles étaient, lors des secousses, l'amplitude et la phase de la marée terrestre. L'interprétation de cette comparaison ne serait d'ailleurs pas simple en ce qui concerne les

répliques des grands séismes si, conformément à certaines hypothèses, les séismes surviennent aux époques des extremums de la marée terrestre, car il faudrait alors tenir compte de ce que, après un séisme, les matériaux ébranlés retrouvent un état d'équilibre qui, au moins pendant un certain temps, ne correspond plus en général à une valeur nulle de l'action luni-solaire.

Nous avons fait choix pour une telle étude de dix-neuf séismes relativement récents, très dispersés à la surface du globe, survenus dans



des régions continentales aussi bien que dans des zones insulaires ou maritimes et nous avons fait tracer, pour l'époque de ces séismes et de leurs répliques, la courbe de la marée terrestre, à l'aide de la machine à prédire les marées du Service Hydrographique, en utilisant les 17 ondes principales de la décomposition harmonique du potentiel luni-solaire (*). Pour les courbes obtenues, comme pour les courbes usuelles de la marée océanique, les variations d'altitude du sol sous l'effet de la déformation luni-solaire du globe terrestre sont dirigées positivement vers le haut; les plus hauts niveaux du sol correspondent aux sommets des courbes, les plus bas aux dépressions des courbes.

Les planches jointes, à l'échelle de 1/17 pour les hauteurs, reproduisent des parties de ces courbes sur lesquelles ont été cochées les secousses prémonitoires (*P*), les séismes (*S*) et les répliques (*R*). Les magnitudes et

(*) M. A. GOUGENHEIM — *Etude pratique de la marée gravimétrique*. « Bulletin géodésique », n° 20 (1^{er} juin 1951).

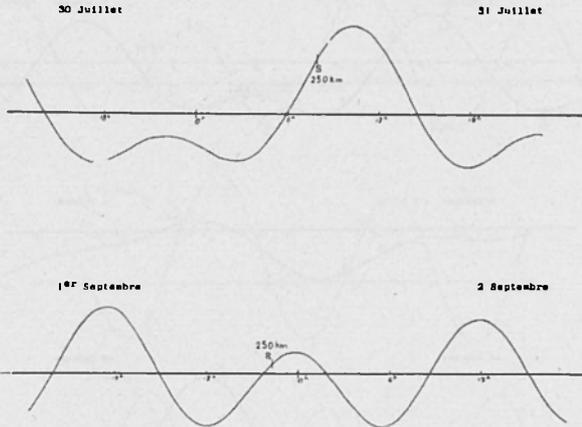
les profondeurs de foyer ont été indiquées à côté des secousses, lorsqu'elles figuraient dans la liste des séismes que nous avons utilisée.

* * *

L'examen de ces planches suggère les remarques suivantes:

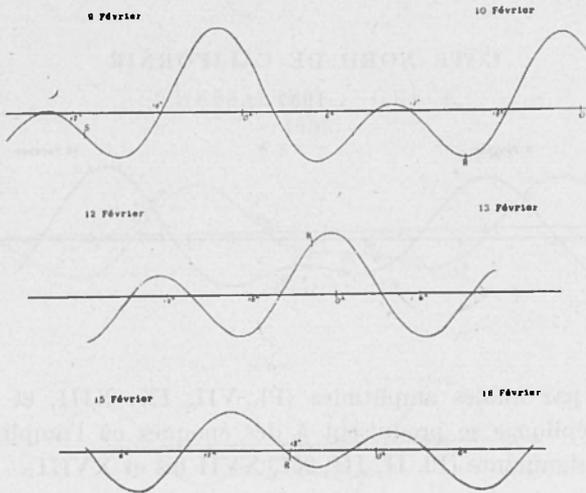
MER TYRRHENIENNE

1947



DODECANESE

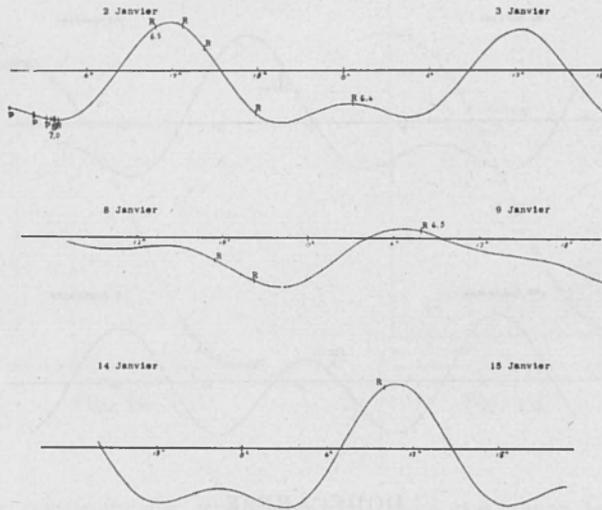
1948



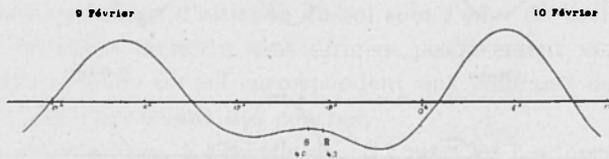
a) *amplitude de la marée.*

Aucun rapport net n'apparaît entre l'amplitude de la marée terrestre et le déclenchement du seisme ou des répliques. Certains seismes ont lieu

ILES ALEOUTIENNES (ILE AUX RENARDS)
1957



COTE NORD DE CALIFORNIE
1957



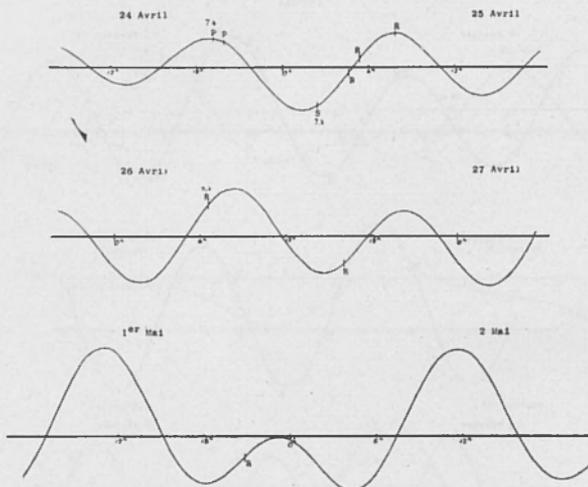
notamment par faibles amplitudes (Pl. VII, IX, XIII, et XIX). De même des répliques se produisent à des époques où l'amplitude de la marée est insignifiante (Pl. II, III, XI, XVII bis et XVIII).

c) *profondeur du foyer.*

La profondeur est connue pour quatre seismes. Pour trois d'entre eux (250-280 km Pl. I — 60 km Pl. VIII, — 100 km Pl. XIII) les seismes et les répliques se trouvent manifestement loin des extremums de la

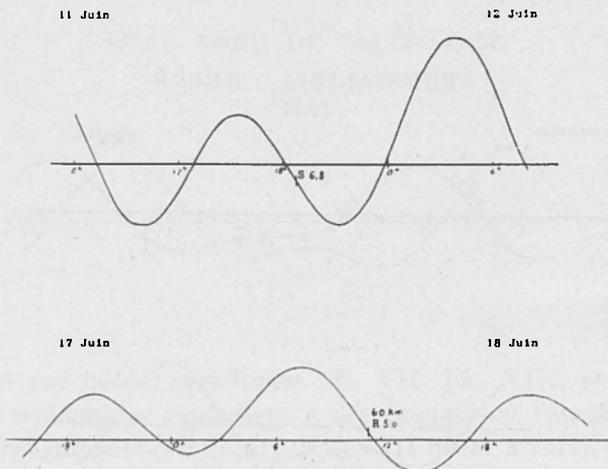
ILE DE RHODES

1957



PRES DE LA COTE DE LUÇON — PHILIPPINES

1957

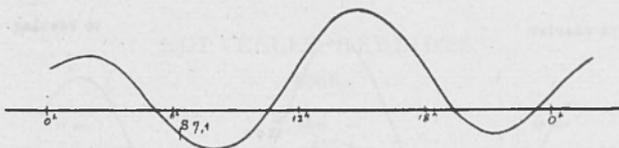


courbe de marée. Pour le quatrième au contraire (33 à 100 km Pl. XVII et XVII bis), qui présente de très nombreuses répliques, aucune tendance particulière n'apparaît.

MEXIQUE (COTE DU CHIAPAS)

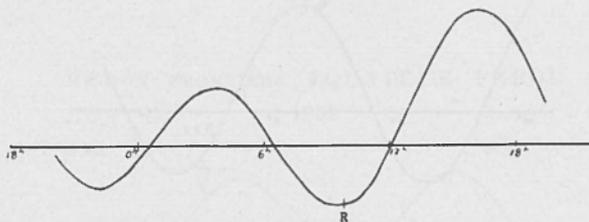
1957

22 Juin



23 Juin

24 Juin

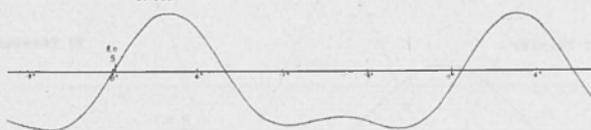


N. E. LAC BAIKAL

1957

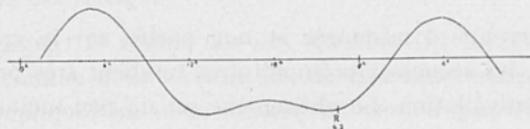
27 Juin

28 Juin



29 Juin

30 Juin

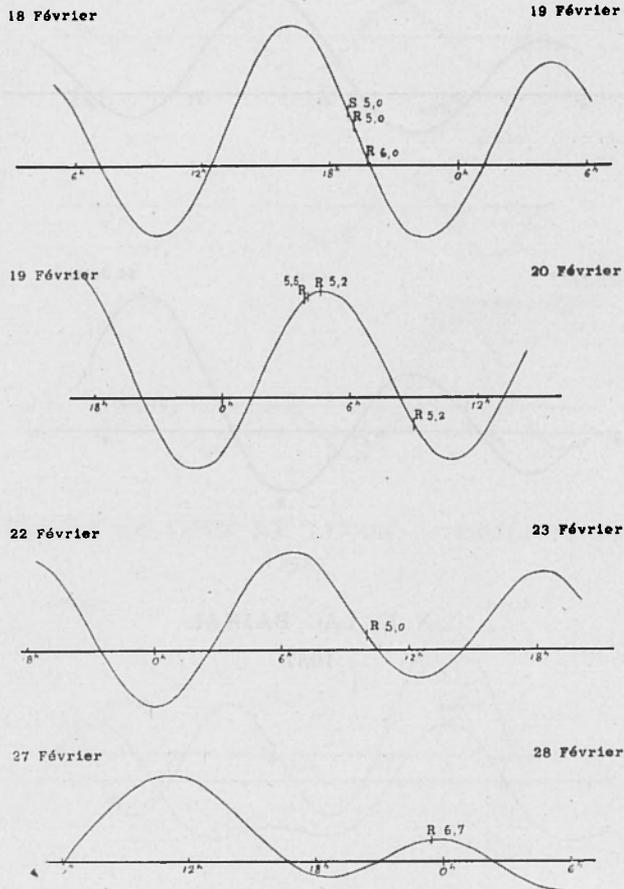


d) *situation des secousses prémonitoires.*

Neuf des seismes considerés présentent des prémonitoires. Pour quatre d'entre eux (Pl. III, VII et XIV), et si l'on excepte une secousse

ILES BATAN

1958



antérieure survenue à mi-marée et non portée sur le graphique de la planche XIV, les secousses prémonitoires tombent très près d'un maximum de la dénivellation. Le phénomène est un peu moins marqué pour

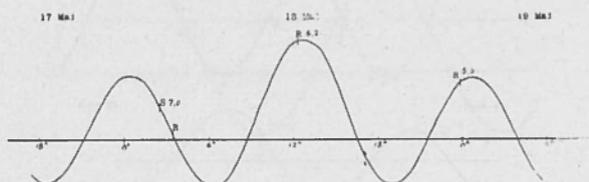
un cinquième seisme (P. XIX). Pour les quatre autres seismes les prémonitoires sont voisins de la mi-marée.

e) *situation des seismes.*

Sur les dix-neuf seismes en cause, quatre seulement coïncident pratiquement avec un extremum de la courbe (Pl. III, XV, XVII et XVIII), trois autres en sont assez voisins (Pl. IV, VII et XIX).

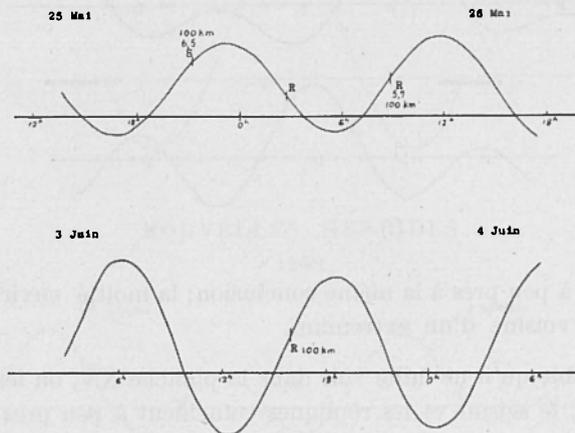
NOUVELLES HEBRIDES

1958



RÉGION FRONTIÈRE EQUATEUR-PEROU

1958



f) *situation des répliques.*

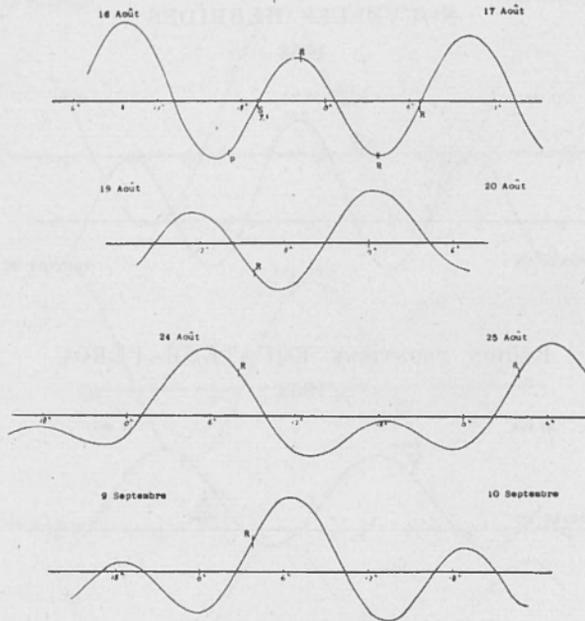
Laissant à part le seisme des îles Kouriles (Pl XVII et XVII bis) qui présente, comme nous l'avons dit, de très nombreuses répliques et répliques de répliques un mois durant, on trouve que, sur environ 80

répliques relatives à l'ensemble des autres séismes la moitié se place sensiblement à un maximum de la dénivellation.

Pour le séisme des îles Kouriles, en considérant seulement les répliques pour lesquelles la magnitude ou la profondeur du foyer ont été déterminées, c'est-à-dire vraisemblablement les répliques les plus inten-

I R A N

1958



ses, on arrive à peu près à la même conclusion; la moitié environ de ces répliques est voisine d'un extremum.

g) Il semble qu'il ne faille voir dans la planche XV, où les secousses prémonitoires, le séisme et les répliques coïncident à peu près tous avec des dénivellations extrêmes, qu'un hasard curieux qu'un autre séisme survenu dans les mêmes parages ne confirme pas (Pl XII).

* * *

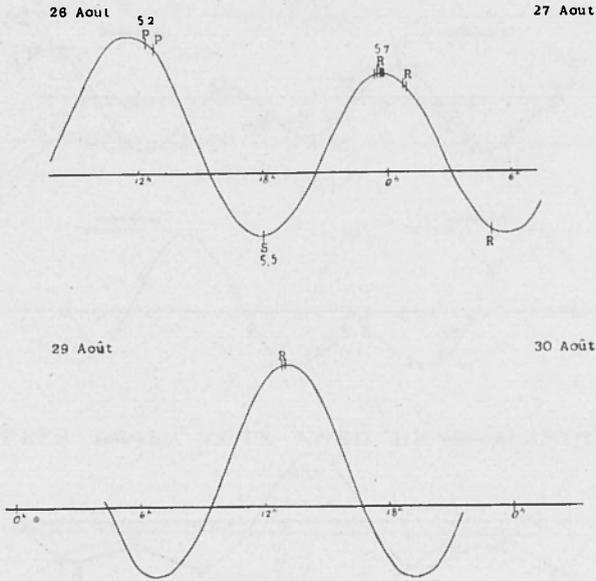
Bien que l'examen précédent porte sur un nombre de cas relativement peu élevé, il semble qu'il pourrait déjà fournir quelques indications

s'il existait une corrélation quelconque entre les séismes et la marée terrestre.

Or aucun rapport n'apparaît manifestement entre la production des séismes et l'amplitude de la marée, ni entre la magnitude des séismes, ou la profondeur de leur foyer, et la phase de la marée. Par contre le fait

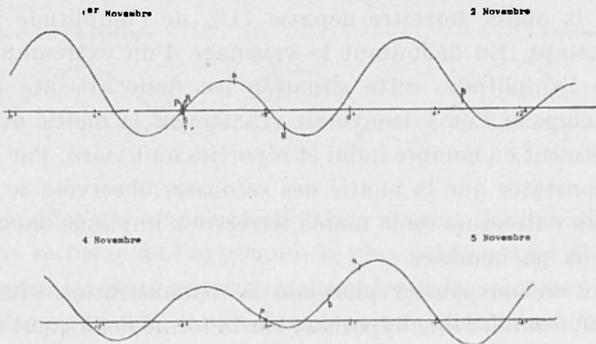
NOUVELLES HEBRIDES

1958



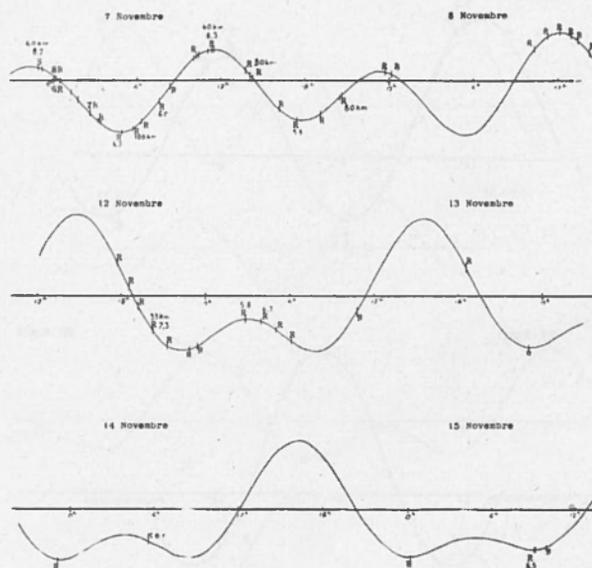
NOUVELLES HEBRIDES

1958



qu'à peu près la moitié des répliques et un peu moins de la moitié des séismes et des prémonitoires surviennent lors d'un extremum de la marée, ou à un instant assez voisin, pourrait être considéré comme une indication en faveur d'une certaine corrélation. Nous allons voir qu'en réalité cette distribution correspond presque exactement au hasard.

ILES KOURILES 1958

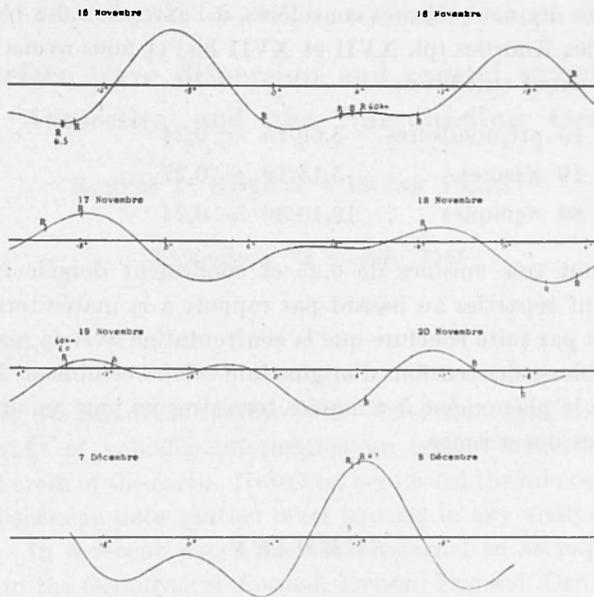


Si l'on considère en effet la courbe de marée comme sinusoïdale entre deux extremums consécutifs, ce qui n'est pas loin de la réalité, la hauteur de la marée terrestre dépasse 71% de l'amplitude pendant la moitié du temps. En délimitant le voisinage d'un extremum par cette fraction de l'amplitude, cette situation est donc atteinte pendant la moitié du temps et l'on y trouverait exactement la moitié des secousses si celles-ci étaient en nombre infini et réparties au hasard. Par conséquent le fait de constater que la moitié des secousses observées se produisent non loin d'un extremum de la marée terrestre n'implique aucune relation entre les deux phénomènes.

On peut même pousser plus loin la démonstration sans qu'il soit nécessaire de formuler une hypothèse sur la forme de la courbe de marée.

ILES KOURILES

1958



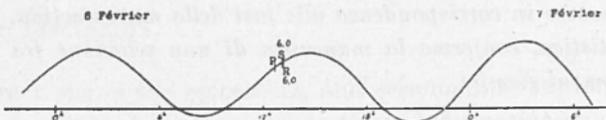
PRES DE LA COTE NORD DE L'ISLANDE

1958



ILES GALAPAGOS

1960



Désignons en effet par t , compté en valeur absolue, l'intervalle de temps séparant une secousse de l'extremum le plus voisin et par T l'intervalle de temps entre les deux extremums encadrant la secousse. Le rapport t/T est au plus égal à 0,50 et sa valeur moyenne, dans le cas d'une infinité

de secousses distribuées au hasard est évidemment égale à 0,25. Nous avons relevé les valeurs de ce rapport pour toutes les secousses enregistrées dans les dix-neuf séismes considérés, à l'exception des répliques du séisme des îles Kouriles (pl. XVII et XVII bis) et nous avons obtenu les valeurs moyennes suivantes:

pour 15 prémonitoires	$3,60/15 = 0,24$
pour 19 séismes	$5,15/19 = 0,27$
pour 80 répliques	$19,10/80 = 0,24$

Elles sont très voisines de 0,25 et confirment donc le fait que les secousses sont réparties au hasard par rapport à la marée terrestre.

On peut par suite conclure que la confrontation avec la réalité vérifie ce que la faiblesse des tensions d'origine luni-solaire conduisait à supposer, à savoir que le phénomène des marées terrestres ne joue aucun rôle dans la production des séismes.

SUMMARY

The graph of the earth tide has been plotted out for the time of about twenty seisms, occurred in very varied regions. The distribution of the shakes with regard to the phases of the tide squares with a random distribution, confirm the absence of correlation between earth tides and seismic phenomena.

RIASSUNTO

Il grafico della marea terrestre interessa un periodo di tempo relativo a circa venti terremoti, avvenuti nelle più diverse regioni. La distribuzione delle scosse in corrispondenza alle fasi della marea solida, con distribuzione statistica, conferma la mancanza di una relazione fra maree terrestri e fenomeni sismici.