

Variations des microséismes autour du Golfe de Gascogne

par P. BERNARD¹⁾

Summary – Microseismic recordings have been made in Brest (Hydrographic Office), Hendaye (Abbadia Observatory) and La Coruña (Observatorio meteorologico), and compared with Paris-St Maur. The amplitude ratio Brest/St Maur is dependent on the place of low atmospheric centers and the duplication of the central isobar of these seems to give rise to stronger microseisms. Swell propagation can also be timed between La Coruna and Morocco and between station K and Hendaye. Pyramidal waves are again emphasized as the cause of microseisms.

La région du Golfe de Gascogne qui termine à l'ouest le continent européen est une des sources de microséismes mentionnées par GUTENBERG [1]²⁾ dont les stations en étaient d'ailleurs très éloignées.

Plus heureux que lui, après de longs préparatifs, j'ai pu installer des appareils sur la côte et rechercher la différence de leurs résultats avec ceux de la station centrale de St. Maur. La principale difficulté rencontrée a été d'assurer une continuité suffisante des enregistrements, qui ont duré à Brest de janvier 1969 à avril 1971, à La Coruña d'août 1969 à août 1970, et à Hendaye avec beaucoup de lacunes de mars 1969 à avril 1971.

Un premier résultat est la ressemblance frappante des variations d'amplitude d'un jour à l'autre des microséismes à Brest et St. Maur, comme on peut le constater sur la Fig. 1, où les mêmes pointes se retrouvent dans les deux stations; cependant chacune d'elles n'y a pas toujours la même importance relative: les différences, dès le premier examen qualitatif, sont dues à l'emplacement des perturbations météorologiques responsables: par exemple le 18 janvier 1971 on a deux pointes égales pour une dépression à l'ouest de l'Ecosse (flèche 2, Fig. 1) et trois jours après une amplitude beaucoup plus forte à Brest pour une dépression à la pointe sud-ouest de l'Irlande, donc plus rapprochée de cette station.

Dans ce cas, les périodes du mouvement étaient également différentes: 6 secondes la première fois, 9 secondes le 21 janvier. Pour une étude quantitative, il est nécessaire de tenir compte de cet élément, ce qui a été fait à l'aide de résultats antérieurs donnant l'amplitude relative suivant la période à St. Maur et dans des stations de terrains primitifs analogues à celui de Brest: à Nantes sur du granite et dans la région de

¹⁾ Institut de Physique du Globe, Université de Paris, 11 Quai Saint-Bernard, Tour 14, Paris Ve.

²⁾ Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie, page 281.

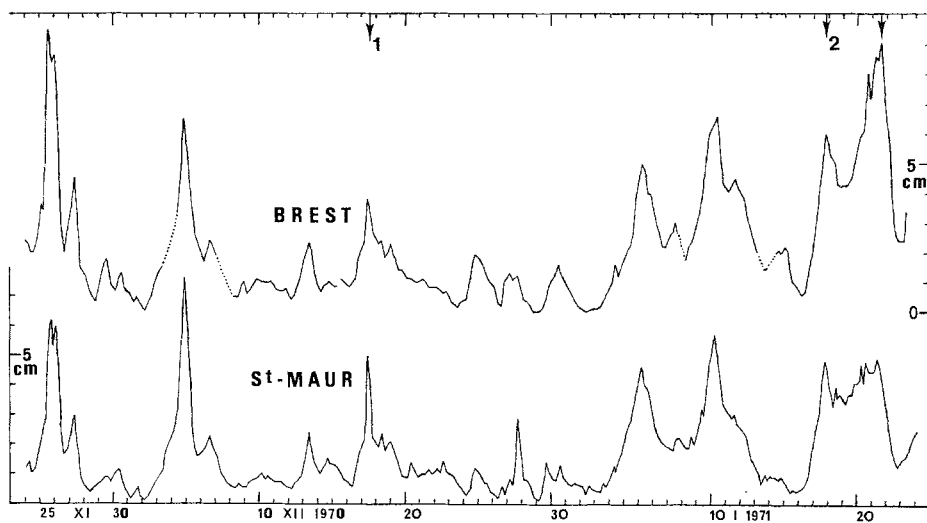


Figure 1

Variation de l'amplitude des microséismes à Brest et St. Maur. Les flèches indiquent les tempêtes citées dans le texte. L'échelle d'amplitude est celle des enregistrements indiquée sur la Fig. 8

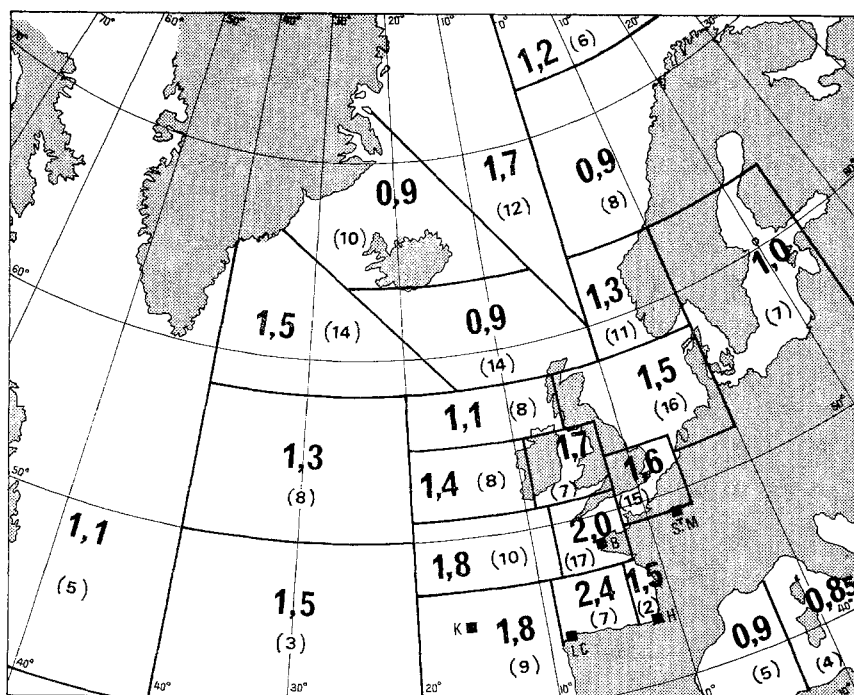


Figure 2

Rapports moyens de l'amplitude Brest/St. Maur, pour chaque région encadrée; entre parenthèses, nombre de tempêtes étudiées

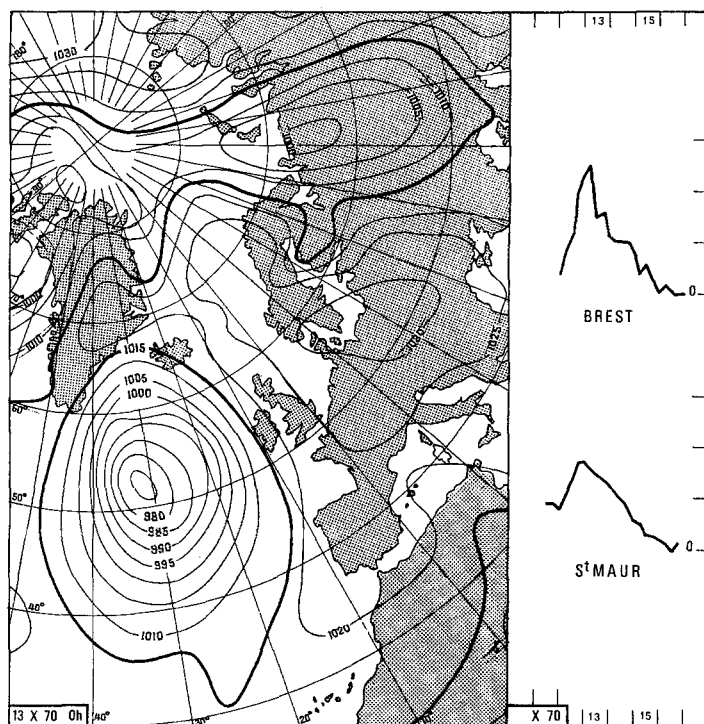


Figure 3

Situation météorologique le 13 octobre 1970 à 0h (d'après le B.Q.E. de la Météorologie Nationale) et variations correspondantes des microséismes

Coutances sur des terrains primaires [2] et [3]. A partir de la moyenne de ces expériences, on réduit les amplitudes relatives en admettant les rapports suivants Saint Maur/Brest

3 ^s	4 ^s	5 ^s	6 ^s	7 ^s	8 et 9 ^s
1.22	1.20	1.15	1	0.92	0.91

qui multiplient les rapports Brest/Saint-Maur calculés sur les mesures directes. On élimine ainsi l'influence géologique; celle de la sensibilité des appareils n'intervient que dans un rapport constant.

L'examen des bulletins météorologiques montre, au moment de chaque paroxysme des microséismes, la présence d'une dépression en un point quelconque des étendues marines baignant les côtes d'Europe. Nous avons porté sur une carte le rapport d'amplitude Brest/St. Maur à l'emplacement de chaque centre et calculé la moyenne de ce rapport dans plusieurs régions enfermant des rapports voisins (Fig. 2). Il apparaît que Brest réagit particulièrement aux dépressions centrées de façon à donner en Bretagne des vents du Sud tandis que Saint Maur prédomine lorsqu'elles sont 1°) sur la Méditerranée ou la Baltique (effet de la distance), 2°) sur le seuil Islande Ecosse, ce que j'ai

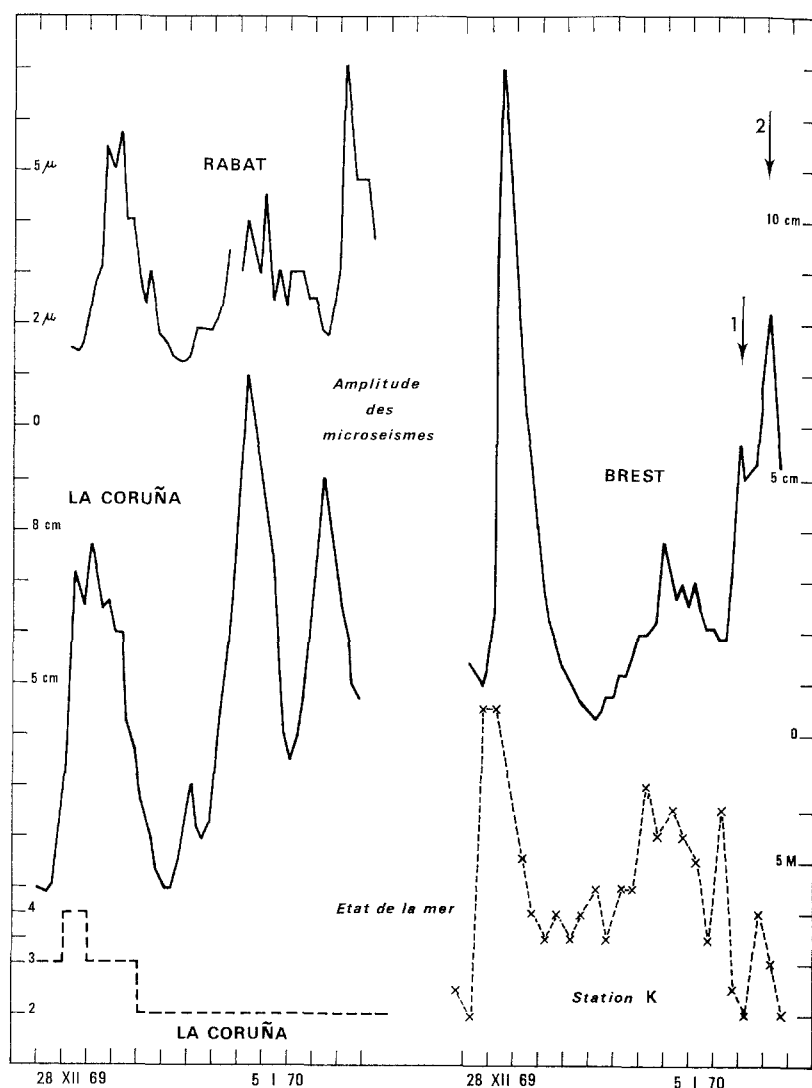


Figure 4

Variation des microséismes pendant la période du 28 décembre 1969 au 9 janvier 1970 à Brest, La Corogne et Rabat. Etat de la mer à La Corogne et à la station K. Un maximum des microséismes à Brest et la Corogne (flèche 1) coïncide avec le dédoublement du centre d'une dépression Atlantique (Fig. 5), et un deuxième maximum plus important (flèche 2) avec son arrivée au voisinage des côtes

expliqué autrefois par la liaison tectonique du Bassin de Paris avec les affleurements basaltiques alignés suivant cette direction [2] et, 3°) ce qui s'explique peut être par un effet d'écran dans la direction de Brest, pour les dépressions voisines de la côte de Norvège.

Il est intéressant de relever des cas où la tempête microsismique accompagne une

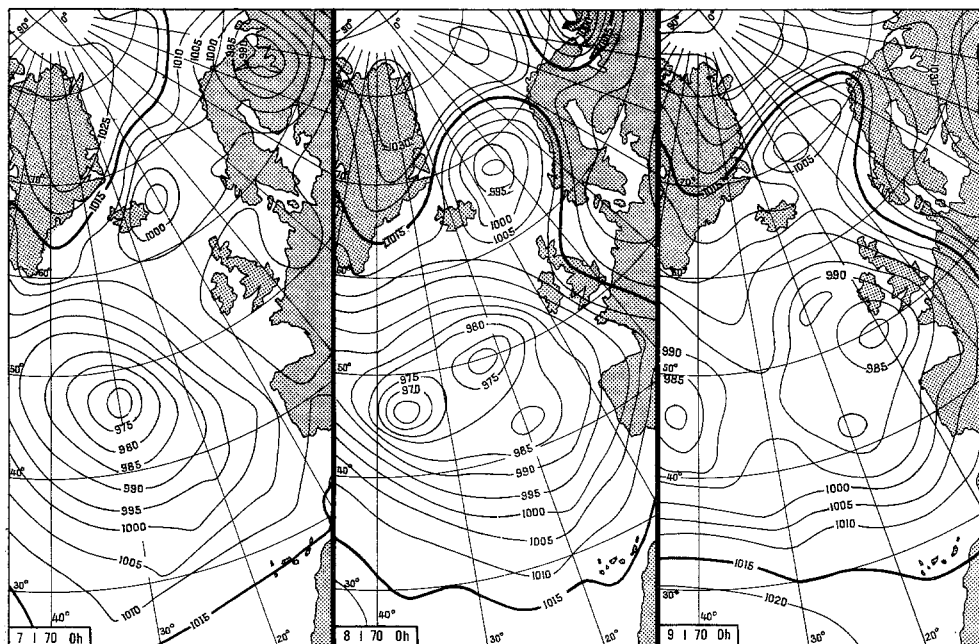


Figure 5

Situations météorologiques correspondant à la figure précédente
(d'après le B.Q.E. de la Météorologie Nationale)

dépression en plein océan, sans que rien au voisinage des côtes puisse en fournir une explication de rechange, comme le 13 octobre 1970 (Fig. 3). Dans d'autres cas on remarque que le maximum d'agitation (Fig. 4) a accompagné le dédoublement d'une dépression en deux centres (Fig. 5), évolution très fréquente que nous devons retenir comme une des circonstances caractéristiques de tempêtes microsismiques, mais il ne s'agit pas d'une succession de dépressions, que nous trouvons dans un seul cas responsable d'une tempête microsismique de courte durée (Fig. 1, flèche 1) accompagnant un renversement de vent à la frégate météorologique I (Fig. 6).

La plus forte tempête de Brest, le 29 décembre 1969 (Fig. 4) accompagne une dépression voisine de la Bretagne (Fig. 7). A la Corogne le maximum de cette tempête est décalé de 18 h, correspondant à un temps de propagation de la houle. Dans cette station, la plus forte agitation est relevée le 5 janvier avec un centre dépressionnaire peu profond, mais coiffant exactement la station (Fig. 7). Chose remarquable, la mer n'y était pas mauvaise (Fig. 4).

Nous avons pu étendre la comparaison aux mesures faites à Rabat (Maroc) [4]: la plus forte tempête, du 29 décembre 1970, est également due à une chaîne locale de dépressions. Les pointes de cette station, comme on peut le voir (Fig. 4) suivent de 24 h en moyenne celles de la Corogne, ce qui correspond à une vitesse de propagation de la houle de 45 km/h pour une période de 10 secondes observée à la station K pendant ces quelques jours.

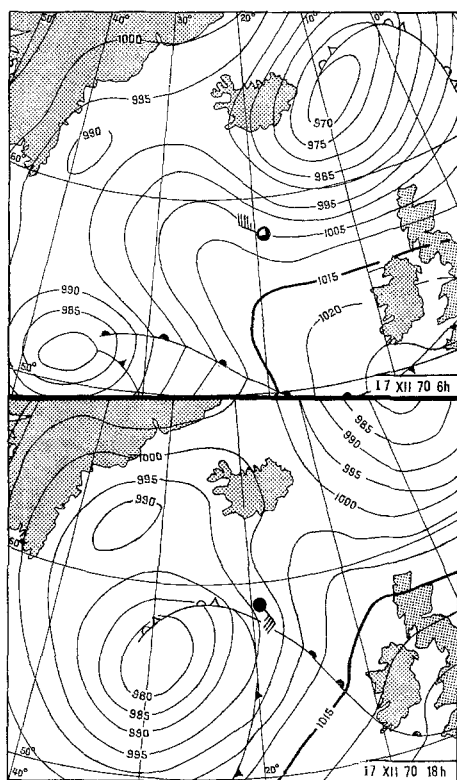


Figure 6

Situation météorologique correspondant à la tempête microsismique du 17 décembre 1970
(Fig. 1, flèche 1)

A la station d'Hendaye-Abbadia les choses se présentent d'une façon plus compliquée [5]: la plus forte agitation est relevée le 25 janvier 1971, correspondant à une dépression de la mer d'Irlande également marquée à Brest et Saint Maur, mais elle est suivie d'une remontée presque égale le 27 de 0 à 6 h alors que la mer s'est aggravée à la station K le 26 à 18 h avec des vagues de 6 m. Un autre cas plus modéré est présenté par le cliché de la Fig. 8 où un maximum le 4 décembre 1970 à 24 h correspond à une dépression entre l'Islande et l'Ecosse dont on observe le dédoublement au moment précis du maximum de Saint Maur et Brest. Abbadia présente un deuxième maximum, inexistant aux autres stations, le 6 à 0 h, succédant au maximum de houle à la frégate K de 4^h50 le 5 à 18 h.

Résumons les conclusions de notre expérience en ce qui concerne l'origine des microséismes: les dépressions cycloniques jouent le rôle essentiel dans la genèse des tempêtes microsismiques. Il est exceptionnel que l'on puisse invoquer la succession de deux perturbations donnant naissance à des houles opposées: le dédoublement de leur centre, beaucoup plus fréquemment observé au moment des paroxysmes microsismiques, ne provoque pas de vents assez violents pour avoir un tel effet, mais par

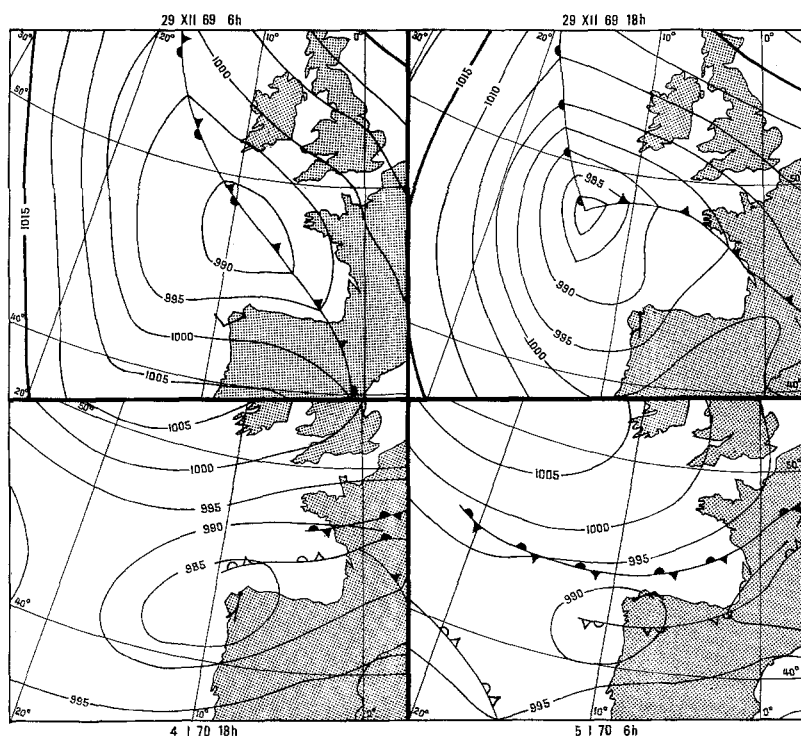


Figure 7

Situations météorologiques correspondant aux tempêtes très violentes du 29 décembre 1969 à Brest (en haut) et du 5 janvier 1970 à La Corogne (en bas) (d'après le B.Q.R. de la Météorologie Nationale)

contre il entraîne très probablement une turbulence pseudo-périodique soulevant par résonance des vagues plus hautes. Il en est de même à l'approche d'une côte par un centre dépressionnaire.

Aux latitudes plus basses de La Corogne et des stations méditerranéennes, les fronts froids et les vents croisés qui les accompagnent sont la cause de certaines tempêtes microsismiques, mais elles sont toujours plus faibles que celles résultant de dépressions avec isobares fermés, nous en avons montré un exemple caractéristique.

Les comparaisons avec l'état de la mer aux frégates météorologiques n'ont pas encore fourni de résultat général. Il est le plus mauvais en K 6 à 12 h avant le maximum d'agitation à Hendaye, mais des vagues de 11 m (9 janvier 1971) peuvent être suivies d'une agitation moins forte que les vagues de 6 m du 27 janvier. L'agitation de la Corogne coïncide quelquefois, mais non constamment, avec des aggravations de l'état local de la mer.

C'est certainement la houle la cause des microséismes, puisqu'il existe une relation entre les périodes des deux phénomènes, mais elle doit prendre un caractère particulier qui n'apparaît pas dans les mesures de routine. J'ai proposé il y a déjà longtemps l'intervention des vagues pyramidales à courte crête qui résultent de la *convergence* de

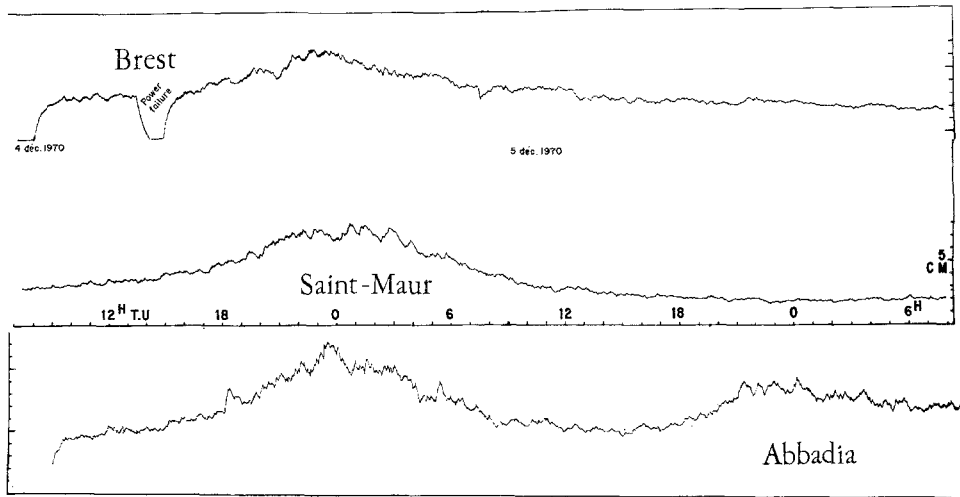


Figure 8

Enregistrements de l'amplitude des microséismes du 4 au 6 décembre 1970 aux stations de Brest, St. Maur, et Hendaye-Abbadia obtenus au moyen d'un dispositif intégrateur (P. BERNARD, 1968, Cah. Océan 20, n° 3, p. 189). L'échelle en centimètres de ces inscriptions est utilisée à la construction des courbes des Figs. 1 et 4

houles et dont les points de plus forte amplitude constituent autant de sources ponctuelles de pression sur le fond de la mer. Cette convergence souvent relatée au centre des perturbations cycloniques, se produit aussi au fond des baies circulaires convenablement orientées: ceci explique la répétition des tempêtes d'Hendaye qu'on n'observe pas à Brest.

Je terminerai en citant une description venant d'une zone très différente de notre globe: d'après FRANK H. BROWNING [6] «Lorsque les crêtes de deux séries de houles de directions différentes se rencontrent, l'eau est projetée plus haut qu'aucune des deux houles ne pourrait le faire. Ce phénomène se produit fréquemment *dans le Golfe de l'Alaska*...». Or on sait que les dépressions météorologiques du golfe de l'Alaska sont les seules à se faire sentir dans les stations microsismiques de tout le continent nord-américain.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] B. GUTENBERG, Veröffentl. Zentralb. der Intern. Seismol. Ass. Strasbourg (1921).
- [2] P. BERNARD, Ann. Géophys. 6, 3, (1950), 147.
- [3] P. BERNARD, Ann. Géophys. 12, 2, (1956), 151.
- [4] P. STAHL et M. SLIMANI, Monographie UGGI n° 31 (Symposium sur les microséismes).
- [5] P. BERNARD, C.R. Ac. Sc. 4 déc. 1961, t. 253, n° 23, p. 2732.
- [6] *L'action des vagues*. Le Yacht, 70^e année, 4 oct. 1947, p. 784.