

Ondes de seconde classe dans le golfe du Lion

par

CATHERINE ROUAULT* et BERNARD SAINT-GUILY**

* *Laboratoire Arago, Banyuls-sur-Mer (France)*

** *Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris (France)*

L'existence théorique des ondes de seconde classe a été mise en évidence de façon très claire par H. POINCARÉ [1910]. L'apparition de ces modes dans les oscillations d'un bassin tournant est due à deux causes : les variations de profondeurs et celles des composantes du vecteur rotation. Ces modes sont caractérisés par des périodes longues, supérieures à la période d'inertie, qui tendent vers l'infini (courants permanents) lorsque la rotation tend vers zéro, et par une direction de propagation qui laisse les petits fonds sur la droite. Les conditions météorologiques (pression, vent) qui évoluent de façon relativement lente, peuvent donner naissance à des ondes de ce type. De plus dans une région où le relief du fond est accidenté et proche de la surface libre, la variation du paramètre de Coriolis avec la latitude a moins d'importance que ce relief. On peut donc s'attendre à trouver sur les plateaux et talus continentaux des ondes de seconde classe, au moins en hiver, en l'absence de thermocline.

Ces ondes ont été l'objet d'études théoriques sous le nom d' « ondes de talus continental » par divers auteurs, et sous le nom d'ondes « captées » ou « guidées » par une pente du fond par M.S. LONGUET-HIGGINS [1968].

Jusqu'à maintenant leur existence a été constatée le long des côtes australiennes, des côtes japonaises, des côtes de l'Oregon et le long des côtes de la Caroline du Nord par L.A. MYSAK & B.V. HAMON [1969]. Nous allons voir qu'elles peuvent se produire également en mer Méditerranée.

Nous avons construit, à partir des enregistrements du marégraphe de Banyuls-sur-Mer (Figure 1), les courbes de niveau dynamique, c'est-à-dire les courbes de niveau moyen corrigé de la marée et de la

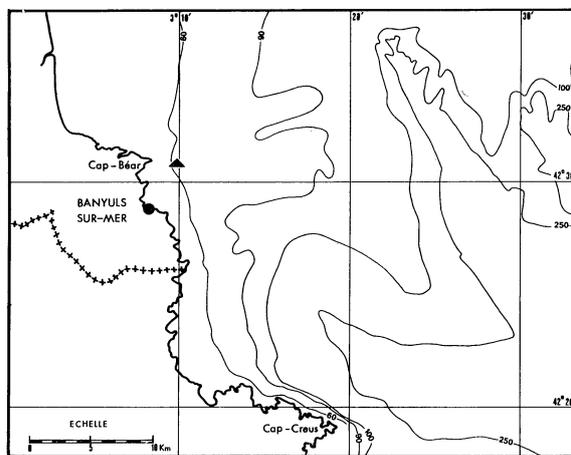


FIG. 1. — Position des observations.

pression barométrique, pour les trois premiers mois de l'année 1969. Des oscillations de longue période sont nettement visibles sur la courbe du mois de janvier entre le 5 et le 19. Nous avons donc calculé les spectres de Fourier du niveau dynamique pour chacun de ces trois mois. La figure qui reproduit les spectres des mois de janvier et février, fait apparaître deux pics importants pour des périodes voisines de 73 et 146 heures. Au mois de mars le pic de 146 heures subsiste seul. Ces deux périodes représentent à 3 p. 100 près, quatre et huit fois la période d'inertie locale qui vaut 17 h 50 mn. Il s'agit très probablement d'ondes de seconde classe qui sont des modes propres liés à la géométrie du golfe. Remarquons que l'on trouve aussi sur les spectres obtenus par L.A. MYSAK & B.V. HAMON [1969] sur l'année 1953, un pic important pour quatre fois la période d'inertie locale.

Nous disposons également d'enregistrements continus de la vitesse et de la direction du courant que nous avons obtenus du 17 janvier au 26 mars 1969. Le point de mesure se trouve à un mille au large du cap Bear (Figure 1), à une profondeur de 20 m, sur des fonds de 60 m. Ces observations montrent que les renverses du courant coïncident avec des variations brusques et importantes du niveau dynamique (20 cm en 24 heures), qui coupent le niveau moyen mensuel. Le courant est quasi géostrophique, puisqu'il passe au sud pour une montée du niveau, et au nord pour une baisse, et lié au niveau de la surface libre au moins pour les variations de grande amplitude. Un calcul d'autocorrélation sur ces mesures n'a pas apporté de résultats décisifs. En effet il laisse apparaître seulement un faible maximum pour 64 heures. Les mesures de courant ne confirment donc pas les informations données par le niveau moyen. Il est vrai que les oscillations les plus fortes se sont produites entre le 5 et le 18 janvier, avant le début des mesures de courant.

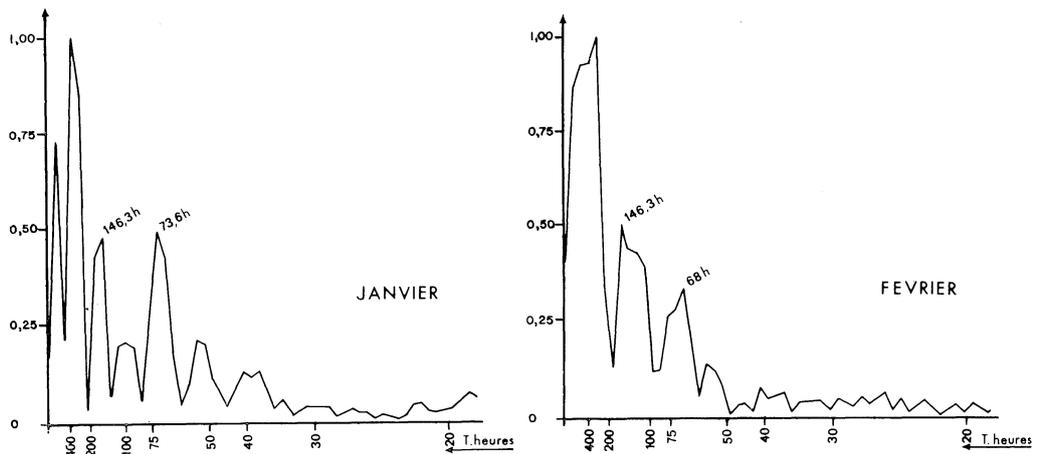


FIG. 2. — Spectres du niveau dynamique des mois de janvier et février 1969.

Le golfe du Lion a la forme d'un demi-cercle compris entre le cap de Creus et Marseille. En l'absence de rotation, les oscillations propres d'une baie semi-circulaire, ne sont autres que celles du bassin circulaire ayant au moins une nodale suivant un diamètre. Ceci n'est plus exact dans un bassin en rotation, puisque les oscillations propres sont des ondes progressives tournant dans le sens direct ou rétrograde. Cependant les périodes propres d'un golfe semi-circulaire sont vraisemblablement très voisines de certaines périodes propres d'une mer circulaire. Le cas d'un bassin circulaire de fond parabolique a été étudié par H. POINCARÉ [1910], H. LAMB [1932] et M.S. LONGUET-HIGGINS [1968]. Les fréquences propres sont les racines de l'équation

$$(1) \quad \varepsilon (v^2 - 1) + \frac{2s}{v} - 2s - 4n(n + s + 1) = 0$$

où on a posé

$$(2) \quad v = \frac{\sigma}{2\omega}, \quad \varepsilon = \frac{4\omega^2 a^2}{g h_0}$$

et où ω désigne la vitesse angulaire de rotation, σ la fréquence, a le rayon, g la pesanteur et h_0 la profondeur au centre. Cette équation est du troisième degré; deux racines correspondent aux ondes de gravité

habituelles, et la troisième correspond au mode de seconde classe. Dans le cas d'un bassin comparable au double du golfe du Lion, nous avons $2\omega = 0.99 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$, $a = 80 \text{ km}$, $h_0 = 150 \text{ m}$ et $\varepsilon = 0.043$. le paramètre ε étant très petit devant l'unité, on peut écrire le développement suivant pour le mode de seconde classe :

$$(3) \quad v = \frac{s}{s + 2n(n + s + 1)} + o(\varepsilon)$$

Dans le tableau ci-dessous nous donnons les premières valeurs de l'inverse de v , c'est-à-dire du rapport de la période propre à la période d'inertie $\frac{T}{T_i}$.

Périodes propres de seconde classe.

$\begin{array}{c} s \\ \backslash \\ n \end{array}$	1	2	3	4	5	6
1	7	5	13/3	4	19/5	11/3
2	17	11	9	8	37/5	7
3	31	19	15	13	59/5	11

Les modes propres $s = 4$, $n = 1, 2$, qui correspondent respectivement à 4 et 8 périodes d'inertie, sont très probablement ceux dont nous avons constaté l'existence aux mois de janvier et février 1969.

Références bibliographiques

- LAMB (H.), 1932. — *Hydrodynamics* Londres, Cambridge University Press XV — 738 p.
- LONGUET-HIGGINS (M.S.), 1968. — The eigenfunctions of laplace's tidal équation over a sphere. *Phil. Trans. (A)*, **262**, pp. 611-607.
- LONGUET-HIGGINS (M.S.), 1968. — Double Kelvin waves with continuous depth profiles. *J. Fluid Mech.*, **34**, pp. 49-80.
- MYSAK (L.A.) & HAMON (B.V.), 1969. — Low-frequency sea level behavior and continental shelf waves off North Carolina. *J. Geophys. Res.*, **74**, 6, pp. 1397-1405.
- POINCARÉ (H.), 1910. — *Leçons de mécanique céleste*, **3**. Paris, Gauthier-Villars.

