

Sur la dynamique de la mer Adriatique due aux excitations météorologiques

par

ANTONIO ARTEGIANI*, ALBERTO TOMASIN* et ANGELO GOLDMANN**

*Laboratorio per lo studio della Dinamica delle Grandi Masse (C.N.R.), Venezia (Italia)

** Centro di ricerca I.B.M., Venezia (Italia).

Ce travail regarde particulièrement les méthodes d'analyse nécessaires pour formuler les prévisions de variation du niveau de la mer sur la côte de l'Adriatique du nord, qui intéresse particulièrement Venise, étant donnée la possibilité d'inondation de la ville.

Ce bref résumé présente quelques observations sur la dynamique de l'Adriatique, qu'on a faite pendant les travaux. Différentes méthodes existent pour mettre en corrélation les observations météorologiques (comme la pression atmosphérique et le vent), avec les effets auxquels on peut s'attendre sur la mer dans les heures qui suivent.

Comme point de départ, on a choisi la méthode suggérée par un travail statistique du Service Météorologique Italien, qui consiste en une corrélation de certaines valeurs de pression, soigneusement choisies, avec les niveaux de la mer à Venise.

A partir d'observations sur plusieurs années passées, on a créé une expérience statistique qui permet de prédire les inondations « en temps réel ».

Ce type de modèle a été perfectionné dans nos laboratoires en recherchant les corrélations possibles avec différents groupes de paramètres.

En particulier, de l'observation que, dans l'Adriatique, les effets d'une tempête persistent pendant de nombreux jours (comme l'on verra plus loin) on a développé une analyse qui tient compte d'observations météorologiques et marégraphiques faites à des temps différents.

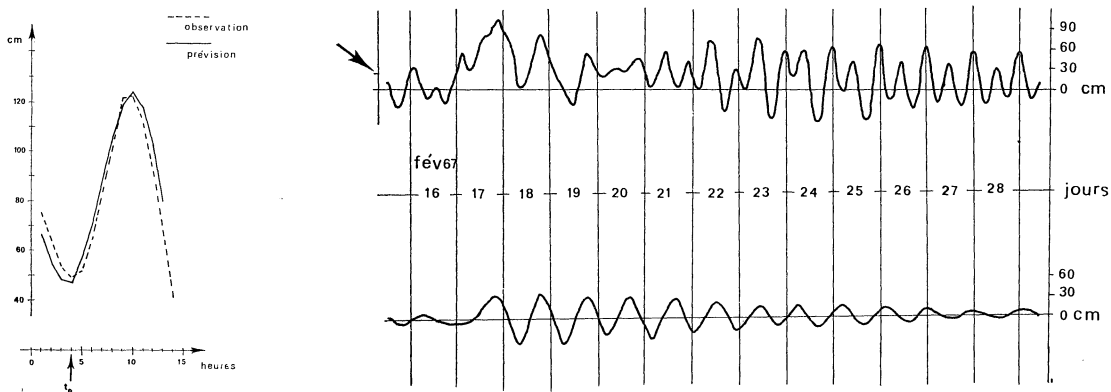


FIG. 1. — Exemple de prévision d'inondation à Venise (14 Novembre 1970)
On a employé les données du temps t_0 .

FIG. 2. — Une seiche de l'Adriatique très persistente (février 1967) : niveau de la mer observé à Venise (dessus) et seiche de 22 heures à peu près (dessous).

La méthode Munk-Cartwright, à partir de la même idée, mais qui emploie les techniques les plus modernes de l'analyse spectrale et qui a donné de bons résultats sur la mer du Nord, est en train d'être appliquée au cas de l'Adriatique; mais les premiers résultats ne pourront être obtenus qu'en 1972.

D'autres méthodes emploient les équations hydrodynamiques (les équations du storm surge) : ces équations sont intégrées pour l'Adriatique, sur la base de la distribution des paramètres météorologiques.

Un modèle de ce type a été développé dans nos laboratoires de Venise et a permis, cette année déjà, de bonnes prévisions des cas d'inondations à Venise (voir Fig. 1).

Les figures qui suivent donnent une description, du point de vue physique, de ce qui se passe dans l'Adriatique par l'effet d'un orage.

Ce sont de simples observations qui ont de l'importance pour la réalisation pratique du modèle.

L'Adriatique, une fois perturbée, retourne dans sa position d'équilibre en suivant ses propres modes d'oscillation (le 1^{er} mode est la seiche de 22 heures de période, le 2^e celle de 11 heures, à peu près).

Le retour à l'équilibre se réalise au moyen d'une longue série d'oscillations.

Comme on voit dans la figure 2, à la suite de la perturbation la mer continue à osciller avec sa fréquence principale pendant plus de dix jours.

En regardant ce long train de seiches on peut donner une évaluation de l'atténuation d'amplitude de l'ordre de 15 à 20 pour cent pour chaque période.

Il en résulte qu'après une « acqua alta », même si les conditions météorologiques se maintiennent tranquilles, on peut avoir, dans les jours suivants, d'autres inondations, dues seulement au retour, en phase, de la seiche et de la marée astronomique; elles sont, peut-être, pires que la première.

Par l'analyse théorique du phénomène des seiches dans la mer Adriatique on trouve que l'oscillation principale a une longueur d'onde à peu près égale à 4 fois la longueur du bassin, on a donc pour cette oscillation un nœud près de la bouche de la mer, c'est-à-dire à Otranto.

Nous avons élaboré les maréogrammes enregistrés dans six ports de l'Adriatique (Fig. 3). Sur la figure 4 on voit la seiche de 22 heures dans ces six ports.

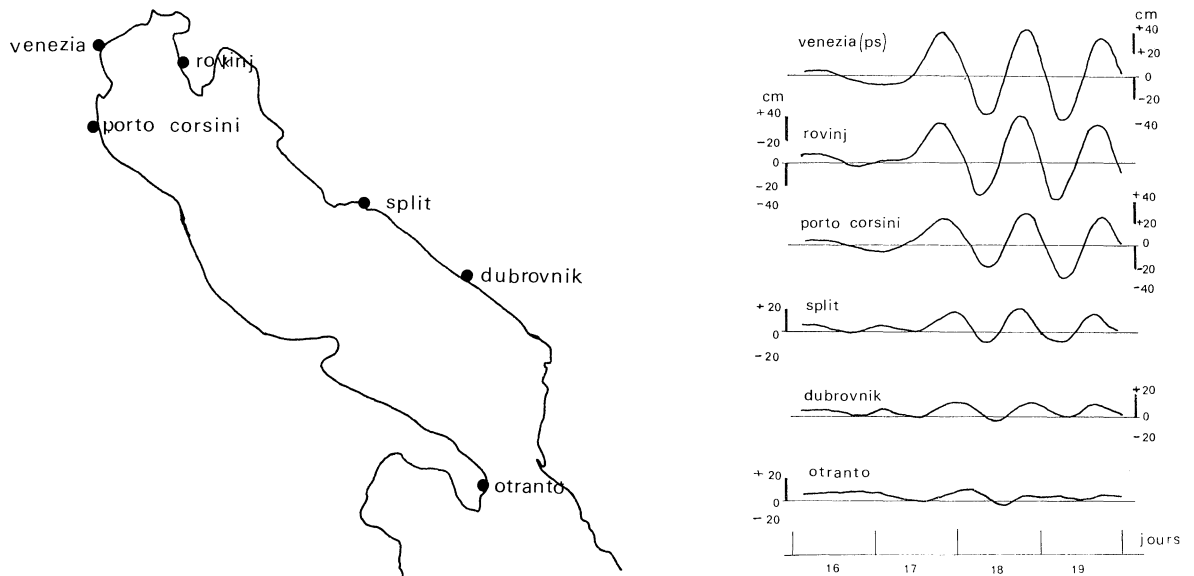


FIG. 3. — La mer Adriatique.

FIG. 4. — Seiche de 22 heures observée dans six ports de l'Adriatique (février 1967).

On a obtenu cette composante avec une technique numérique de moyennes mobiles pondérées.

On remarque clairement que toute l'Adriatique oscille en phase autour d'une ligne nodale un peu plus loin d'Otranto vers la mer Ionienne : en effet, à Otranto on observe une oscillation avec une amplitude assez petite mais pas zéro.

Pour cette oscillation nous n'avons pas trouvé un point amphidromique à l'intérieur de l'Adriatique. Dans la figure 5 on montre la seiche de 11 heures.

On peut voir ici que les ports de l'Adriatique du nord sont à peu près en phase entre eux; les ports de la zone centrale et méridionale sont aussi en phase entre eux, mais en opposition avec ceux du nord.

Une analyse plus rigoureuse montre que la seiche de onze heures a une structure très semblable à celle de la composante semi-diurne de la marée, qui a un point amphidromique près d'Ancona.

Les diagrammes de la figure 6 montrent les résultats de l'analyse d'un des derniers cas d'inondation (« acqua alta ») qu'on a eu à Venise, le 26 novembre 1969.

Cette « acqua alta » a été provoquée par une perturbation qui a suivi la trajectoire : Gibraltar — Nord Méditerranée — plaine du Pô — Venise — Europe nord-orientale.

Le premier diagramme montre la marée enregistrée. Le deuxième montre la composante météorologique (on a soustrait de la marée enregistrée la marée astronomique). Le troisième montre la seiche de 22 heures. Le quatrième diagramme montre la seiche de onze heures. Les considérations précédentes sont utiles pour les modèles de prévision : il est évident qu'on ne peut pas employer seulement les données d'observation des dernières heures, mais aussi celles des jours précédents, dans lesquels, peut-être, la mer a déjà été excitée.

Aussi, la mesure de la seiche qui agit déjà la mer au moment de la prévision peut aider, puisqu'elle est employée comme un input des modèles avec les données météorologiques.

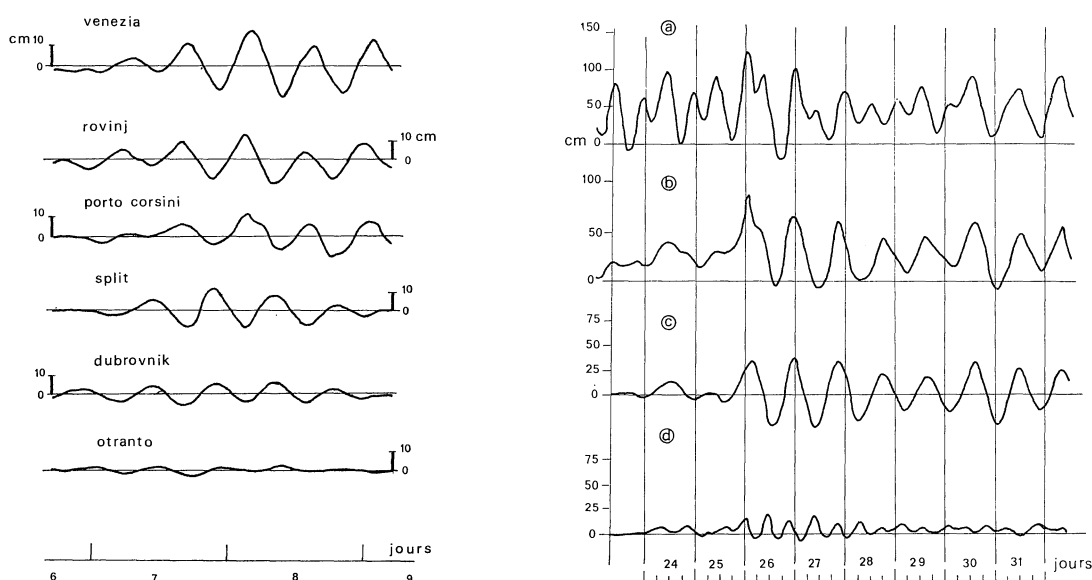


FIG. 5. — Seiche de onze heures observée dans six ports de l'Adriatique (janvier 1968).

FIG. 6. — Un cas d'inondation analysé (novembre 1969) : a. niveau observé à Venise, b. composante météorologique, c. seiche de 22 heures, d. seiche de onze heures.

Les seiches donnent aussi la possibilité de contrôler le modèle hydrodynamique, puisqu'il doit montrer, dans sa simulation de la mer, les fréquences d'oscillation observées. On a pu constater par notre méthode, que cela est satisfaisant.

