

Chapter 11

CARACTÉRISTIQUES DU DÉFERLEMENT GÉOHYDROLOGIQUE DES VAGUES AU-DESSUS DE SOURCES SOUS-MARINES

Agatino D'Arrigo
Ingénieur Principal du Génie Civil,
Catane, Italie.

Aucun traité de travaux à la mer mentionne le déferlement géohydrologique, c'est-à-dire celui dû non pas au manque de profondeur suffisante mais au brisement du mouvement orbitalaire par le jaillissement de sources d'eau sous-marines, et aussi encore on néglige souvent la corrélation technique entre les caractéristiques géohydrologiques du milieu et celles du pouvoir réfléchissant des ouvrages maritimes exposés à l'action de la houle.

Le physiographe sicilien Carlo Gemmellaro avait publié en 1836 d'avoir observé à Catane le déferlement des vagues, pendant les tempêtes, par une profondeur de 15 mètres, tandis que la digue à parois verticale, détruite le 26 mars 1933, avait été malheureusement exécutée, arasée à la cote de 12 mètres seulement.

L'ingénieur hydrographe Lieussou avait publié en 1849 d'avoir observé en Algérie le déferlement des vagues par une profondeur de 12 mètres, tandis que les projeteurs de non jours aucun marge suffisante de sécurité ont laissé à la digue à parois verticales détruite à Alger, après celle de Catane.

Mais les ingénieurs modernes, qui projeteront les digues à parois verticales de Catane et d'Alger, ne connaissaient pas probablement les publications, d'un siècle avant, de Gemmellaro et de Lieussou. Ils n'ont jamais soupçonné peut-être la possibilité même du déferlement géohydrologique proprement dit.

Du moins, il n'y a aucune trace de cela, dans leurs publications avant ces deux désastres.

Toutefois, l'histoire critique et l'historiographie des désastres des ouvrages à la mer et la connaissance de leur milieu géohydrologique naturel, à notre avis, c'est toujours profitable.

En Italie, dans le Golfe de La Spezia et dans le Golfe de Policastro (Mer Tyrrhénienne), à Torre d'Albidona en Calabre (Mer Ionienne), en Sicile à Donnalucata (Canal de Sicile), à Capo Molini et à Catane (Mer Ionienne), on a observé, depuis longtemps, le phénomène du déferlement des vagues au-dessus de sources d'eau douce jaillissant sur le fond marin.

Lazzaro Spallanzani en 1783 avait observé la source sous-marine de Cadimare (Golfe de La Spezia) qui jaillissait sur le fond marin à une profondeur de 11 mètres environ et dont "le courant ascendant d'eau douce interceptait les vagues de la mer".

152 "En face du village de Villamare, on aperçoit, à près d'un kilomètre du rivage, deux cercles d'eau apparemment tranquilles avec la mer houleuse, tandis qu'ils présentent un léger bouillonnement avec propagation houleuse circulaire quand la mer est calme".

Les cercles sont distants d'une cinquantaine de mètres l'un de l'autre et ils présentent un diamètre, respectivement, de 50 et 30 mètres.

La profondeur de la mer, en ce lieu, est de 19 et 21 mètres.

Au-dessus on aperçoit un tourbillon des eaux qui ont une densité à l'intérieur de 1,02, à l'extérieur de 1,03, à la surface.

Le même phénomène se présente en Sicile à Donnalucata à une profondeur de 5 mètres, à Capo Molini et à Catane, dans la Mer Ionienne, où les anciennes rivières Aci et Amenano ont été ensevelies par les laves de l'Etna.

Dans le Tables XII ("Calabria Citra: da Torre d'Albidona a Punta Fiumenica") et XIII ("Dal Bosco della Palude Mulitana a Torre e Capo Spulico o sia di Roseto") de l'Atlas Maritime du Royaume des Deux-Siciles (levé de 1785 à 1792, par Antonio Rizzi Zannoni et Salvatore Trama) on trouve dans la mer, avec l'indication de Vortice ("tourbillon"), une source sous-marine en face de Torre d'Albidona, à une profondeur de 20 brasses (m 32,40).

Dans la Carte nautique N° 231 ("Dal fiume Sinni a Punta Alice"), levée en 1893 par l'Institut Hydrographique de la Marine Italienne, à l'emplacement du fond marin moderne qui a obstrué la vieille source sous-marine, on rencontre la profondeur de 7 mètres et il n'y a plus ni tourbillons ni sources à signaler.

Par contre, aucune trace de tourbillons est signalé par l'Atlas Maritime de 1792 à l'emplacement du Golfe de Policastro.

Le tourbillon de Torre d'Albidona témoigne des variations géohydrologiques dans le plateau continental de la Calabre, dûes aux séismes et au bradyséismes de la région.

Le tourbillon d'eau douce brise et rompt le mouvement orbitaire alterné des particules liquides de la mer en mouvement houleux, exactement comme les barres et les brisants calment devant eux la surface des eaux, en causant une solution de continuité dans la propagation des vagues.

Ces observations géohydrologiques se relient aux brise-lames à air comprimé proposés par l'ingénieur américain Philippe Brasher dans le fascicule d'avril 1907 du "Compressed Air Magazine" et exécutés à Crutch Island (Maine) et à El Segundo (Californie).

Une série de tuyaux, reliée par une tuyauterie flexible à une installation produisant l'air comprimé, forme un circuit plus ou

moins fermé, autour de la surface d'eau à protéger contre les vagues. L'air fourni par les compresseurs et refoulé dans l'eau environnante par les orifices percés dans les tuyaux, en s'élevant à la surface, brise et rompt le mouvement orbitalaire des vagues et de cette façon les empêche de pénétrer à l'intérieur de la surface ainsi abritée.

La production d'air comprimé ne doit être mise en fonction que si une tempête l'exige. Il peut être fourni par le mouvement même des vagues et on peut, ainsi, préconiser le véritable brise-lames de l'avenir: non pas des murailles, toujours périssables et toujours fragiles, mais de l'huile ou de l'air comprimé, donné aussi par des bouées flottantes guidées, comprimant l'air, constituant des digues suis generis, mobiles intermittentes, fonctionnant seulement dans les tempêtes.

Cependant, de simples bulles d'air, lorsqu'elles sont nombreuses et serrées, jouent un rôle protecteur de digues d'air.

Lorsqu'un bâtiment doit affronter une mer trop dure pour lui, on dit qu'il met à la cape, c'est-à-dire que, gardant aussi peu de toile que possible, il gouverne de manière à avancer lentement, en faisant un angle de 45° avec la direction des vagues.

Dans ces conditions, la dérive l'emporte sur la progression et les flots se précipitent sans cesse dans le vide créé par le déplacement de la coque. Il en résulte un remous bouillonnant qui, par suite de l'air entraîné, se transforme en écume où les bulles d'air, en remontant, viennent interrompre et briser le mouvement orbitalaire et former à la surface le revêtement protecteur dont bénéficie le navire.

Le déferlement donne lieu à la désintégration de l'énergie potentielle de la houle d'oscillation du large en énergie cinétique du brisant.

Le filage de l'huile sur l'eau de la mer est de fait une pratique très ancienne, un moyen d'apaiser les flots irrités ou d'augmenter leur transparence en nivelant les courbures extérieures de leur surface.

Il faut mieux pénétrer donc le mécanisme orbitalaire des mouvements houleux en étudiant et en observant systématiquement les caractéristiques géohydrologique des sources sous-marines, le long des littoraux, qui ont la propriété d'apaiser, pendant les agitations de la mer, les vagues à la surface des eaux.

On doit lutter habilement contre la force immense de la Nature, et en particulier de l'océan, avec des moyens subtils, en appliquant l'ancienne maxime très sage: Ne coneris contra ictum fluctus; fluctus obsequio blandiuntur. Il faut donc adopter des moyens relative-

ment modestes, en produisant temporairement, si possible, des zones d'accalmie, comme celles que réalisent en mer les sources sous-marines d'eau douce.

Il faut prendre garde encore, lorsqu'il s'agit de projeter des digues à parois verticales - qui sont justifiées seulement dans le cas où l'on peut s'assurer de la réflexion de la houle du large et par conséquent dans l'absence absolue de déferlement - qu'il n'y ait pas de sources sous-marines dans le fond de la mer, aptes à déranger la libre réflexion des vagues, là où l'on devrait placer ce type d'ouvrages.

Charles Gemmellaro avait étudié les nombreuses sources d'eau douce qui jaillissent sur le fond marin du port de Catane. Il y a, entre autres, une véritable rivière souterraine, l'Amenano, décrite jadis par Strabon et aujourd'hui couverte par les laves de l'Etna, mais qui fragmente aujourd'hui ses embouchures dans le fond sableux du Port de Catane en forme aussi de sources sous-marines d'eau douce.

Nous ne savons pas avec certitude s'il y a eu des rapports de dépendance ou moins entre l'action géohydrologique de ces sources et le dérangement à la libre réflexion le long de la paroi verticale où le 26 mars 1933 a été complètement détruite la digue maritime. Nous savons qu'ayant été observé le déferlement des vagues à l'occasion de cette tempête, en avant de la digue, il faudrait, avec des recherches systématiques, achever, étendre et développer les observations à la mer déjà publiées en 1902 et exécutées par la Torpediniera 136 S pour la rivière sous-marine Aci, près de Capo Molini.

REFERENCES

- D'Arrigo, A. (1951). Influenza meteoromorfolitologica inerente alla caratterizzazione del moto ondoso in mare, in correlazione alla piattaforma litorale, al "fetch" ed alla disintegrazione dell'energia potenziale dell'onda d'oscillazione in ~~energia~~ cinetica del frangente: Atti del Convegno Internazionale di Meteorologia Marittima, Geofisica pura e applicata, Vol. 21, pp. 86-95, Milano.
- Gemmellaro, C. (1836). Della zoologia del Golfo di Catania, Atti dell'Accademia Gioenia di Scienze Naturali, Vol. XII, Sem. I, Catania.
- Lieussou, A. (1849). Études sur les ports de l'Algérie, Annales Hydrographiques, Paris.
- Crema, C. (1939). Lazzaro Spallanzani e la polla sottomarina di Cadi-mare nel Golfo della Spezia: Commemorazioni Spallanzaniane, Vol. II, Pavia.

CHARACTÉRISTIQUES DU DÉFERLEMENT GÉOHYDROLOGIQUE 155
DES VAGUES AU-DESSUS DE SOURCES SOUS-MARINES

- Regno D'Italia: Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio (1906). Carta Idrografica d'Italia: Corsi d'acqua dell'Appennino Meridionale e dell'Appennino Adriatico a sud del Sele e del Sangro, p.58, Roma.
- Repubblica Italiana: Ministero dei Lavori Pubblici - XVIII° Congresso Internazionale di Navigazione (1953). La Ricostruzione dei Porti Marittimi Nazionali, pp.516-518, Roma.
- Rizzi Zannoni, G.A. and Trama, S. (1792). Atlante Marittimo delle Due Sicilie. Parte Prima, Napoli.
- Bogolepoff, I.A. (1937). Le brise-lames à air comprimé: Bulletin de l'Assoc. Internat. Perman. des Congrès de Navigation, n.23, Bruxelles.
- Le Génie Civil (1931). Utilisation des vagues marines à la production d'air comprimé, n.10, p.244, Paris.
- Reitano, G. (1923). Studi e ricerche sul corso sotterraneo del fiume Amenano nei dintorni di Catania: Il Monitore Tecnico, Anno XXIX, nn. 14 et 15, Milano.
- D'Arrigo, A. (1947). The Port of Catania: The Dock and Harbour Authority, Vol.XXVIII, nn.323-324, London.
- Marini, L. (1902). Densità e temperatura del mare tra Santa Tecla e Capo Molini: Bollettino Società Geografica Italiana, Serie IV, Vol.3, fasc. 11, pp. 941-951, Roma.

RESUME

HYDROGEOLOGICAL BREAKING CHARACTERISTICS OF WAVES
ABOVE FRESH WATER SUBAQUEOUS SOURCES

Agatino D'Arrigo

After a short review of the usefulness of maritime structures, particularly vertical wall breakwaters, long term observations of hydrogeological breaking on the bottom of Italy's Seas, as caused by the subaqueous source of fresh water, are discussed. The correlation between hydrogeological breaking and wave motion perturbation produced by compressed air or by oil is presented. These considerations are related to the observations of Admiral Alessandro Cialdi on the morphological breaking of waves above sand banks, thus producing calmness in the upper water.

Therefore, it appears possible to establish a very suggestive analogy between the atomic disintegration of the transformation of potential energy of the oscillatory tide wave into kinematic energy of its components (because of breaking), in accordance with the disintegration of the circular motion.