

LE CHOC MÉCANIQUE DES VAGUES

par Jean-Paul GIORGETTI & Jean-Pierre RAMBAUD

L'IMPACT du choc des vagues le long des côtes de Corse ainsi que sur le trajet des navires entre la Corse et le continent est considérable. La connaissance de l'état de la mer sur l'ample étendue maritime qui entoure notre île est, comme celle du vent, indispensable aux études de site pour l'implantation des ports, à la navigation, à la maintenance et à la sauvegarde des navires, à leur routage, à la protection de leur chargement, à la programmation

des campagnes en mer, mais aussi à la sauvegarde du patrimoine côtier et à la lutte contre la pollution marine.

L'ensemble de nos côtes est soumis à un effet d'érosion directement lié à l'action des vagues. L'importance de cette érosion varie en fonction de l'exposition aux conditions hydrodynamiques et du contexte géomorphologique et géologique. Cette érosion est potentiellement plus importante sur les côtes sableuses et sur les côtes à

Jean-Paul Giorgetti est attaché clientèle pour Météo-France en Corse
Jean-Pierre Rambaud est délégué départemental de Météo-France pour la Haute-Corse.

falaises calcaires que sur celles à falaises granitiques. Sur les quarante dernières années, certaines plages de la côte orientale corse ont régressé de près de 80 m !

Les vagues sont formées par le vent à la surface de toutes les mers du globe. C'est donc le vent qui transmet aux vagues toute leur énergie. Par vent faible ou quand elle se propagent en dehors



Tempête du 28 novembre 2008 : l'eau envahit les quais du vieux port de Bastia.

Degrés	Termes descriptifs français/anglais	Hauteur des vagues
0	calme / <i>calm, glassy</i>	0
1	ridée / <i>calm, rippled</i>	0 à 0,1 m
2	belle / <i>smooth</i>	0,1 à 0,5 m
3	peu agitée / <i>slight</i>	0,5 à 1,25 m
4	agitée / <i>moderate</i>	1,25 à 2,5 m
5	forte / <i>rough</i>	2,5 à 4 m
6	très forte / <i>very rough</i>	4 à 6 m
7	grosse / <i>high</i>	6 à 9 m
8	très grosse / <i>very high</i>	9 à 14 m
9	énorme / <i>phenomenal</i>	> 14 m

Échelle d'état de la mer

de la zone ventée, les vagues formées continuent leur parcours librement : c'est ce que l'on appelle la houle.

Les caractéristiques des vagues dépendent tout particulièrement :

- de la vitesse du vent ;
- de la durée d'action du vent ;
- de la taille de l'aire génératrice, appelée aussi fetch*.

Plus l'action du vent se fait sentir sur une longue distance et plus les vagues prendront de l'importance.

Ainsi, les vagues quittant leur aire génératrice (zone de la mer du vent) pour se propager dans une direction donnée s'ordonnent rapidement de façon régulière : plus leur période (mesurée en secondes) est brève, plus tôt elles s'amortissent ; plus cette période est longue, plus vite et plus loin elles se déplacent en rayonnant depuis leur aire génératrice. Ce sont ces trains de vagues de grande longueur d'onde (cette fois mesurée en mètres), régulières et puissantes, pouvant se propager très loin de leur lieu de formation, qui composent la houle.

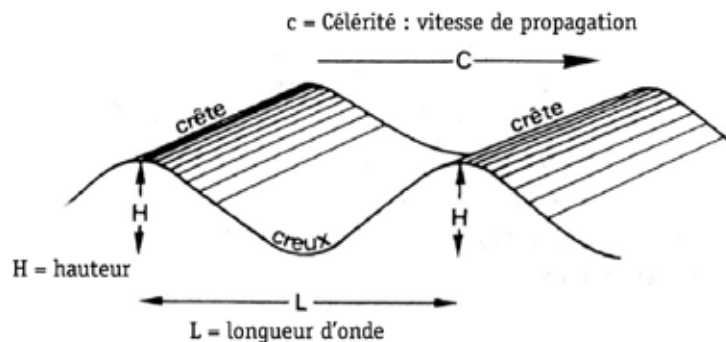
Aux abords des côtes, suivant la bathymétrie, les vagues sont modifiées par la présence des fonds, des baies, des caps. Les vagues perdent alors leur énergie qui est communiquée aux courants. Ce sont ces courants et ces vagues qui sont responsables de

l'essentiel des mouvements de sédiments sur les plages, par érosion et formation de barres (c'est-à-dire de hauts-fonds proches de la côte).

Les vagues parcourent les océans à une vitesse moyenne qui varie de 20 à 50 km/h suivant leur taille et leur période.

En météorologie, on décrit l'état de la mer par la résultante vectorielle des vagues engendrées par le vent (ou mer du vent) et de la superposition des trains de houles, venus de plusieurs aires génératrices. Une échelle permet de décrire cet état, relativement à la hauteur des vagues observées. La description se fait à partir des hauteurs moyennes du tiers de vagues les plus hautes (appelés H1/3) dont on retrouve une classification avec l'échelle Douglas utilisée pour l'observation et la prévision

Mesures qui caractérisent une vague. La mer réelle résulte de la superposition d'un grand nombre d'ondes élémentaires de caractéristiques différentes.



de l'état de la mer (à ne pas confondre avec l'échelle Beaufort utilisée pour la description et la prévision du vent moyen en mer). Il faut savoir également que la probabilité qu'une vague sur 100 puisse atteindre 1,5 fois la hauteur moyenne (H1/3) existe et qu'il est même possible qu'une vague sur 1000 puisse atteindre 1,8 fois cette hauteur moyenne.

Les 1000 km de côte de la Corse sont soumis régulièrement, lors des grandes tempêtes, aux violents chocs mécaniques des vagues et ceux-ci peuvent se révéler destructeurs pour le littoral et les infrastructures qui y sont implantées car les énergies transportées par les vagues sont de grande amplitude. En Méditerranée, les longueurs d'ondes des fortes houles venant du sud peuvent atteindre 200 m et les périodes 5 à 12 secondes. Il s'agit de longueurs d'onde plus courtes qu'en Atlantique où les périodes sont comprises entre 8 et 20 secondes.

L'année 2008 aura été marquée en Corse par de fréquentes tempêtes, particulièrement au cours du mois de novembre. Ces tempêtes auront, pour certaines, engendré de fortes mers à l'origine de dégâts considérables. Nous vous proposons d'étudier la situation météorologique du 27 au 28 novembre 2008 qui représente un "cas d'école" dans un contexte défini comme étant exceptionnel.

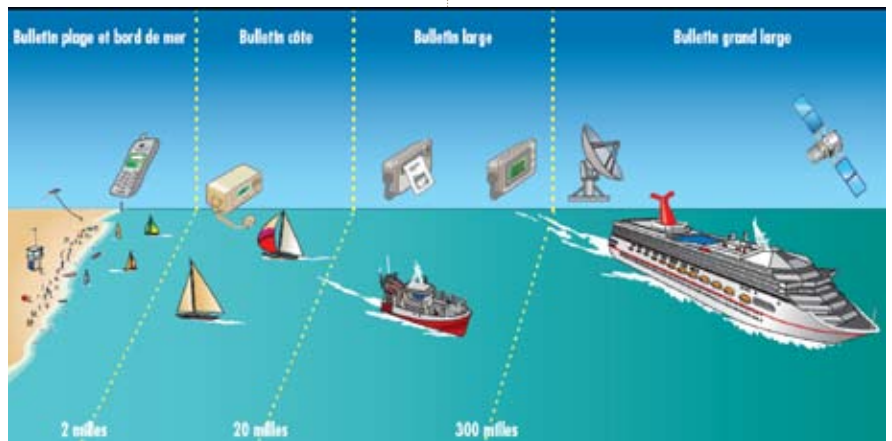
Situation météorologique générale et description des phénomènes observés :

Le jeudi 27 vers 12 h, une dépression (1008 hPa) centrée sur le nord de l'Algérie se déplace vers le nord et gagne la Méditerranée occidentale. Une telle circulation de dépression "type saharien" est fréquente à cette période. En arrivant sur la mer, cette dépression va se creuser, en raison des eaux chaudes du moment qui accentuent la cyclogénèse, pour atteindre une valeur de 990 hPa en son centre, le vendredi 28.

De ce fait, cette situation isobarique va engendrer de forts vents de sud-est qui s'accroissent sur la mer Tyrrhénienne par effet d'"entonnoir". Dans un premier temps, de secteur est-sud-est et de 20 à 25 nœuds (40 à 50 km/h), ces vents moyens s'orientent ensuite au sud-est en se renforçant jusqu'à 35-40 nœuds et même 50 nœuds sur le Cap Corse (65 à 75 km/h, et localement 90 km/h) dans la nuit du jeudi 27 au vendredi 28. Les rafales sont généralisées et supérieures à 100 km/h (jusqu'à 140 km/h sur le Cap Corse). Le vent ne faiblira que progressivement le soir du 28 novembre



Cliché D. Tison



Doc. Météo-France

Les bulletins de sécurité en mer : zones d'application.

Avis de très fortes vagues et de surcôtes sur le littoral

Direction Interrégionale Sud-Est

Téléphone : 04 42 95 90 00

Télécopie : 04 42 95 90 59

Bulletin rédigé le jeudi 27 novembre 2008 à 15 h17 (heure légale).

Destinataires institutionnels : COGIC, COZ Valabre, Préfecture et Codis concernés

1-Localisation et période :

Départements correspondants concernés menacés : Corse-du-Sud, Haute-Corse

Début d'événement : vendredi 28 novembre 2008 à 07 h 00 (h légale)

Fin d'événement : vendredi 28 novembre 2008 à 20 h 00 (h légale)

Zones côtières concernés par l'évènement : côte orientale Corse

2-Description de la situation générale :

Dépression 1003 hPa jeudi soir sur les côtes algériennes, remontant vers le nord en se creusant, prévu 995 hPa en fin de nuit de jeudi à vendredi entre Baléares et Corse entraînant un flux de sud-est fort à très fort de la Sicile à la Corse et de fortes précipitations.

3-Evolution prévue :

En journée de vendredi 28 novembre, vagues atteignant 6 à 7 mètres avec une houle de 5 à 6 mètres sur la côte orientale Corse.

Surcôtes prévues :

Des surcôtes importantes peuvent avoir lieu, dues au fort vent de sud-est et aux fortes précipitations.

4-Conséquences au niveau du rivage :

La conjugaison de ces différents facteurs engendrera de fortes vagues déferlant sur le littoral et une élévation temporaire du niveau de la mer pouvant submerger certaines parties du littoral.

L'écoulement des différentes rivières sur les zones concernées, ayant subi des précipitations importantes sur leurs bassins versants, pourra être perturbé.

FIN

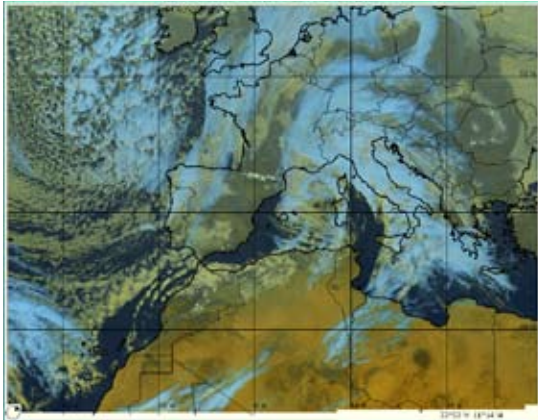
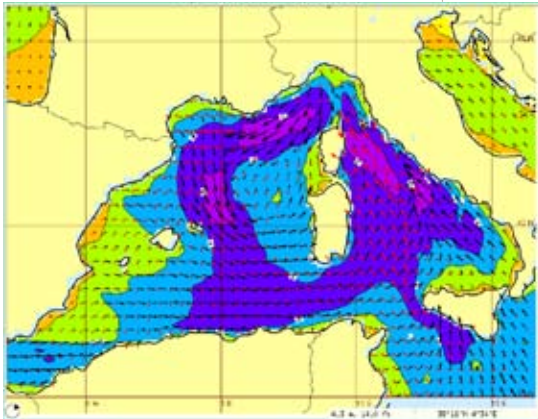
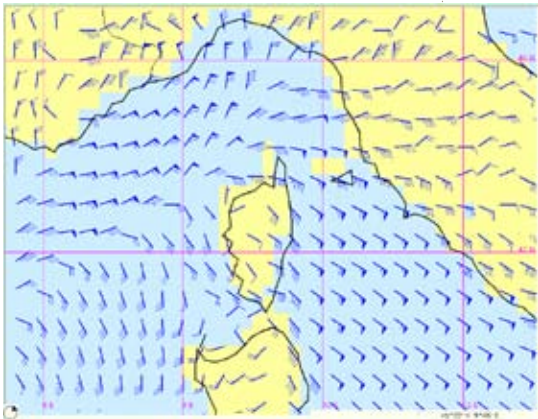


Image satellitaire du 28-11-09 – 12 h.



Mer totale : analyse de l'état de la mer totale issue du modèle AVAG 0.1. 28/11/2008 12 h 00 UTC.



Analyse des vents en rafales (modèle Aladin). 28/11/2008 à 06 h UTC



Ci-dessous : analyse de la pression au niveau de la mer et des vents moyens à 10 mètres (Modèle Aladin). 28/11/2008 à 06 h UTC

L'isoligne de couleur rouge et en gras (vitesse du vent égale à 28 nœuds) délimite la zone de vents forts (≥ 28 nœuds ou 7 Beaufort).

La hampe indique la direction du vent.
Les barbulles indiquent la vitesse en nœuds selon le code suivant :

- vent calme
- └ 5 nœuds
- └└ 10 nœuds
- ▲ 50 nœuds

Exemple
vent de WNW pour 25 nœuds

pour reprendre une forte intensité, 30 nœuds avec des rafales de 45 à 50 nœuds, cette fois de secteur ouest, au cours de la nuit du vendredi 28 au samedi 29.

Le jeudi 27, la mer totale* est "peu agitée", avec des hauteurs significatives de 0,5 à 1,25 m sur la côte est; elle est agitée (1,25 à 2,50 m) au large des côtes. Durant la nuit du jeudi au vendredi, elle s'amplifie rapidement pour devenir "forte", avec des hauteurs significatives de 2,5 m à 4 m, puis très forte en milieu de nuit, avec des hauteurs de 4 à 6 m. Au petit matin du vendredi 28, elle est qualifiée de "grosse", avec des hauteurs significatives de 6 à 9 m. Dans l'après-midi du 28, la houle s'est progressivement amortie mais reste quand même très forte au large des côtes.

Un bulletin de forte de vague est émis le 27-11-2008

La prévision de ces phénomènes a été fort bien appréhendée par les prévisionnistes spécialisés "marine" et les prévisionnistes départementaux, avec une retransmission dans les divers bulletins météorologiques. En effet, le bulletin "côte" du 26 novembre à 18 h 30 annonçait un fraîchissement du vent avec la menace d'un coup de vent sur les côtes corses. Celui du 27 novembre à 6 h 30 confirmait cette aggravation et le premier avis de "grand frais à coup de vent localement fort" était diffusé pour la zone concernée. Le soir du 27, la prévision accentuait également l'état de la mer avec une tendance de mer "grosse" pour la journée du 28.

L'événement des 27 et 28 novembre 2008 (vents très forts à violents, de secteur compris entre le nord-est et le sud-est, très fortes vagues à la côte et fortes précipitations) est à l'origine des importants dégâts constatés sur les côtes de la Haute-Corse, dégâts engendrés par les chocs mécaniques des vagues et les submersions marines.

Au regard de la climatologie, cette tempête, associée aux phénomènes de

La digue du vieux port de Bastia a cédé sous la force des vagues.



Cliché D. Tison

vent et de houle observés, est qualifiée d'exceptionnelle de par son intensité, c'est-à-dire un événement dont la fréquence est observable une année sur trente. Ses conséquences ont pu être évaluées par l'ampleur des dégâts constatés sur les milieux littoral et marin porteurs aujourd'hui de très nombreuses activités socio-économiques capitales comme la pêche, la conchyliculture, les services portuaires et le tourisme. Dans

POUR EN SAVOIR PLUS

• www.marine.meteofrance.com

Tous les bulletins de sécurité en temps réel, l'information sur les services de Météo-France, des cartes de vent, des fronts, d'état de la mer, des images satellitaires et diverses informations à caractère pédagogique.

Téléchargement des cartes des zones météo au format jpg et l'information du guide Marine.

un contexte de changement climatique, le réchauffement attendu provoquera inéluctablement une élévation du niveau des mers et des océans sur tout le globe. Lorsqu'on sait que près de la moitié de la population mondiale est concentrée à moins de 70 kilomètres des côtes, on saisit mieux l'impact social, économique et humain qu'auront les occurrences de telles tempêtes dans un futur vraisemblablement pas si lointain que ça.

• weather.gmdss.org

Site rassemblant les bulletins météorologiques pour la sécurité de la navigation maritime préparés par les pays responsables de chacune des 16 zones (bientôt 21) Metarea couvrant le globe.

LEXIQUE

> **Fetch** : la hauteur significative des vagues qui se forment va dépendre de la force du

En effet, la dispersion d'énergie réalisée par le déferlement des vagues se produira bien plus près du rivage qu'aujourd'hui et la mer pénétrera profondément dans les criques, anses, golfes, ports, estuaires et zones urbanisées littorales. D'ores et déjà, Météo-France a prévu d'intégrer prochainement le phénomène "très fortes vagues à la côte" à sa procédure de "vigilance météorologique" à destination du grand public et des autorités. +

vent et de sa durée d'action, mais aussi du fetch, qui est la longueur du trajet suivant lequel le vent souffle au-dessus de la mer sans changer notablement de vitesse ni de direction.

> **Mer totale** : correspond à l'état de la surface de la mer résultant de la superposition des trains de houle et des vagues engendrées par le vent (ou mer du vent).

Pour chaque microclimat du département, une prévision élaborée par votre centre Météo-France de Corse par téléphone au **32 50** (0,34 euro TTC/mn depuis un poste fixe)

Accès direct aux prévisions marines :

0 892 68 08 20

Accès direct aux prévisions de la Corse :

0 892 68 02 20