



Construction d'une base de données d'états de mer le long des côtes françaises méditerranéennes par simulations rétrospectives couvrant la période 1979-2008

David MORELLATO¹, Michel BENOIT²

1. CETMEF, Technopole Brest-Iroise, BP 5, 29280 Plouzané, France.
david.morellato@developpement-durable.gouv.fr
2. Laboratoire d'Hydraulique Saint-Venant, Université Paris Est (Laboratoire de recherche commun EDF R&D, CETMEF, Ecole des Ponts ParisTech),
6 quai Watier, BP 49, 78401 Chatou cedex, France.
michel.benoit@edf.fr

Résumé :

Une base de données numériques d'états de mer en Méditerranée est en cours de construction à partir de simulations effectuées avec le logiciel de TOMAWAC sur la période 1979-2008 afin de venir compléter l'actuelle base de donnée ANEMOC couvrant la façade Atlantique-Manche-Mer du Nord des côtes françaises. Les champs de vent utilisés en entrée sont issus de la réanalyse météorologique NCEP2 du U.S. Climate Diagnostics Center of the National Oceanic and Atmospheric Administration (CDC-NOAA). Les résultats du modèle sont comparés à des mesures de bouées et des mesures satellitaires altimétriques. Les premières comparaisons des résultats de simulations aux mesures montrent un biais moyen négatif (sous-estimation) de la hauteur significative d'état de mer, qu'il convient d'améliorer en travaillant sur les champs de vent et en ajustant les paramètres physiques des termes puits / sources du modèle d'états de mer.

Mots-clés :

ANEMOC – Mer Méditerranée – Etats de mer – Hindcast – Atlas de houle – Atlas d'états de mer – TOMAWAC

1. Introduction

Ces dernières années, le CETMEF et le Laboratoire National d'Hydraulique et Environnement (LNHE) de EDF R&D ont collaboré pour construire à partir de simulations numériques rétrospectives une base de données continue d'états de mer couvrant le nord-est de l'Océan Atlantique, la Manche et le Mer du Nord avec une résolution plus fine le long des côtes françaises (BENOIT & LAFON, 2004 ; BENOIT *et al.*, 2008). Cette base de données, appelée ANEMOC (pour « Atlas Numérique d'Etats de Mer Océaniques et Côtiers »), couvre une période de temps allant du 1^{er} janvier 1979 au 31 août 2002. Une partie des résultats obtenus pendant ce projet sont

DOI: 10.5150/cmcm.2009.037-4

disponibles sur le site Internet : <http://anemoc.cetmef.developpement-durable.gouv.fr/>. Parmi d'autres applications, cette base de données a été utilisée pour construire des cartes représentant des conditions de vagues moyennes ou extrêmes (LAFON & BENOIT, 2006).

L'étude présentée suit les mêmes lignes en terme d'objectifs, de méthode et de produits de sortie en se focalisant sur la partie occidentale de la Mer Méditerranée, avec un intérêt particulier sur les côtes Sud de l'Europe (et en particulier France, Espagne et Italie).

2. Construction de la base de données d'états de mer

Les simulations numériques sont effectuées avec le logiciel de modélisation des états de mer TOMAWAC (BENOIT *et al.*, 1996), développé par EDF R&D LNHE avec le soutien du CETMEF. TOMAWAC est un modèle dit de « troisième génération », qui résout l'équation d'évolution de la densité spectro-angulaire d'action d'onde (voir par exemple BRETHERTON & GARRET, 1969 ; KOMEN *et al.*, 1994).

Le maillage construit pour cette application (figure 1) compte près de 9 000 nœuds et possède une résolution minimum de 2 à 3 kilomètres le long des côtes françaises, 6 à 10 kilomètres le long des côtes italiennes et espagnoles et une résolution maximale de 0.5° (environ 50 km) sur le reste du domaine. Les données bathymétriques sont obtenues à partir de diverses sources, et en particulier du SHOM (Service Hydrographique et Océanographique de la Marine) avec une résolution de haut niveau le long des côtes françaises.

Dans cette première version de la base, les simulations sont effectuées sur la période 1979-2008 avec un niveau marin constant (niveau moyen). L'effet des courants n'est pas représenté. En revanche, les processus de réfraction, shoaling, frottement sur le fond et déferlement bathymétrique sont activés de manière à tenir compte des effets de profondeur finie à l'approche des côtes.

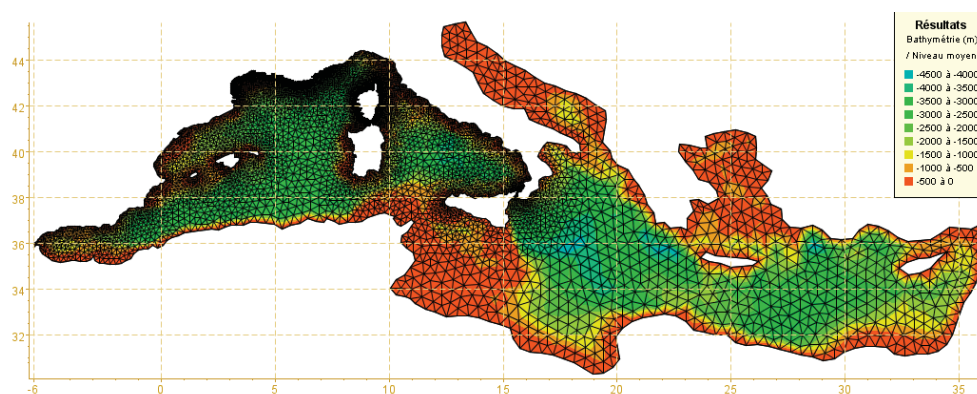


Figure 1. Maillage utilisé pour les simulations avec TOMAWAC.

Les champs de vent (vitesse du vent à 10 m sur une grille rectangulaire de résolution $1.9^\circ \times 1.9^\circ$ avec un pas de temps de 6 heures) utilisés proviennent de la réanalyse NCEP2 du U.S. Climate Diagnostics Center of the National Oceanic and Atmospheric Administration (CDC-NOAA) disponible depuis 1979.

3. Comparaison avec les mesures disponibles

Les résultats du modèle sont comparés aux mesures de 27 houlographes disponibles sur la côte occidentale méditerranéenne sur la période 1979-2008 (voir figure 2 pour la position et la période de mesures des bouées). Onze de ces bouées proviennent de la base de données française CANDHIS du CETMEF (site web), deux de Météo-France, une de la principauté de Monaco, neuf du réseau italien RON (<http://www.envirtech.org/ron.htm>) et quatre du réseau Catalan XIOM (<http://www.boiescat.org>).

Les performances du modèle sont analysées à travers (i) la comparaison des séries temporelles calculées et mesurées des paramètres d'état de mer (Hauteur significative spectrale H_{mo} , période moyenne T_{m02} , direction moyenne, etc.), (ii) le calcul de critères (erreur moyenne, etc.) entre les séries mesurées et calculées de H_{mo} , et (iii) l'établissement de diagrammes « quantile-quantile » qui montrent la correspondance entre les quantiles (de 1% à 99%) des distributions statistiques, mesurées et modélisées de la hauteur H_{mo} sur la période de mesure.

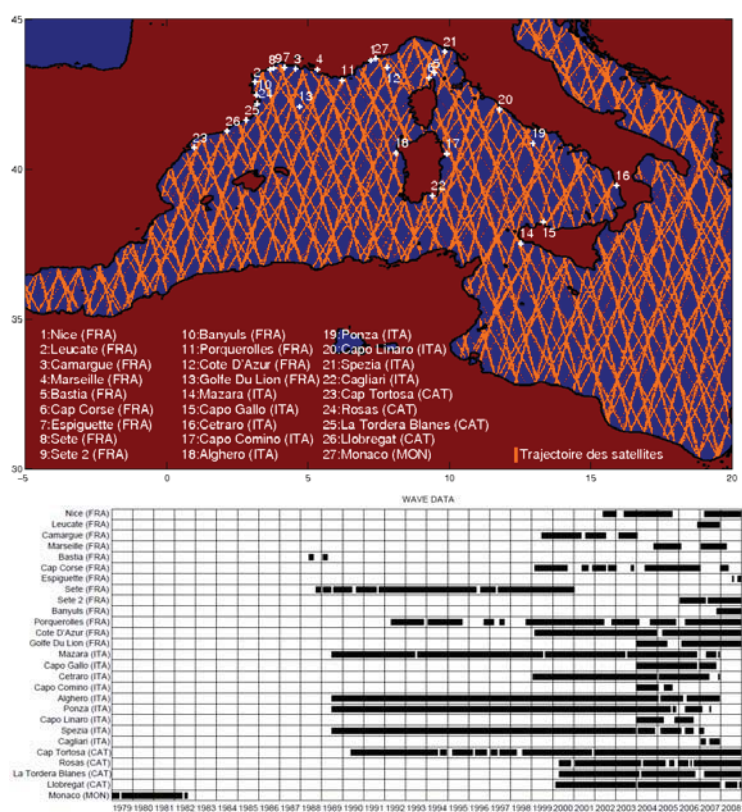


Figure 2.

En haut : Position des bouées et trajectoire des satellites ;

En bas : Périodes de mesure des bouées utilisées pour la comparaison.

Les hauteurs des vagues calculées par le modèle sont aussi comparées aux mesures satellitaires altimétriques (QUEFFEULOU & CROIZE-FILLON, 2009) sur la période 1992-2008 (voir figure 2 pour les trajectoires des satellites). Les satellites sont ERS1, ERS2, ENVISAT, TOPEX, POSEIDON, JASON et GFO.

Sur les deux types de mesures, en utilisant les champs de vent bruts issus de la réanalyse NCEP2, nous obtenons une sous-estimation moyenne de la hauteur H_{mo} de 0 à 20 % sur les côtes italiennes ou espagnoles et pouvant atteindre jusqu'à 40 % sur les côtes françaises. Un travail de calibration des champs de vent utilisés en entrée et un ajustement des termes puits/source du modèle d'états de mer sont actuellement en cours pour améliorer ces résultats.

4. Production de la base et diffusion des résultats

Une fois cet ajustement effectué, les simulations seront réalisées sur la période cible (1979-2008) et une archive contenant les séries temporelles complètes avec un pas de temps horaire de plusieurs paramètres d'état de mer (hauteur significative spectrale des vagues, période moyenne, période de pic, période énergétique, direction moyenne et étalement directionnel moyen) et de quelques spectres directionnels complèteront, courant 2010, l'actuelle base de donnée ANEMOC. Les résultats d'analyses de climatologie des états de mer (conditions moyennes et extrêmes) seront aussi disponibles sur le site Internet ANEMOC. Les principaux résultats de ce projet seront présentés lors de la Conférence.

5. Références bibliographiques

- BENOIT M., MARCOS F., BECQ F. (1996). *Development of a third generation shallow water wave model with unstructured spatial meshing*. Proc. 25th Int. Conf. on Coastal Eng. (ICCE'1996), Orlando (Floride, USA), pp 465-478.
- BENOIT M., LAFON F. (2004). *A nearshore wave atlas along the coasts of France based on the numerical modelling of wave climate over 25 years*. Proc. 29th Int. Conf. on Coastal Eng. (ICCE'2004), Lisbonne (Portugal), pp 714-726.
- BENOIT M., LAFON F., GOASGUEN G. (2008). *Constitution et exploitation d'une base de données d'états de mer le long des côtes françaises par simulation numérique sur 23 ans. Base ANEMOC en Atlantique – Manche – Mer du Nord*. European Journal of Env. and Civil Eng., Vol. 12/1-2, pp 35-50.
- BRETHERTON F.P., GARRET C.J.R. (1969). *Wavetrains in inhomogenous moving media*. Proc. Roy. Soc. London, Series A, 302, pp 529-554.
- CANDHIS (site web). <http://candhis.cetmef.developpement-durable.gouv.fr/>
- KOMEN G.J., CAVALERI L., DONELAN M., HASSELMANN K., HASSELMANN S., JANSSEN P.A.E.M. (1994). *Dynamics and modelling of ocean waves*. Cambridge Univ. Press, 532 p.
- LAFON F., BENOIT M. (2006). *Estimation of extreme wave conditions from hindcast simulations with application to the wave climate along French coasts*. Proc. 30th Int. Conf. on Coastal Eng. (ICCE'2006), San Diego (Californie, USA), pp 739-751.
- QUEFFEULOU P., CROIZE-FILLON D. (2009). *La mesure satellite de hauteur de vague par altimètre. État des lieux, application à la climatologie et à la modélisation des états de mer*. AMA 2009. Les ateliers de modélisation de l'atmosphère, Toulouse, 27-29 janvier 2009.