

Des modèles pour prédire les marées océaniques

Christian le Provost – directeur du Legos (Laboratoire d'Études en Géophysique et Océanographie Spatiales)

Comme l'océan est un fluide, sa réponse aux forces d'attraction luni-solaire est intimement liée à la forme des bassins océaniques, à la topographie de leurs fonds, et aux détails des tracés de leurs côtes. Pour prédire les marées en un endroit à un instant donné, il faut donc connaître la position de la Lune et du Soleil, ainsi que les caractéristiques locales de cette réponse dynamique de l'océan.

À l'origine les marégraphes, seuls outils d'observation

La seule méthode fut pendant longtemps de l'observer. Aujourd'hui encore c'est à partir d'observations que les services hydrographiques prédisent les annuaires de marées. Mais loin de ces lieux d'observation, les seules méthodes pour tenter de définir cette réponse ont été l'imagination, puis la modélisation numérique, car le problème est trop complexe pour être résolu analytiquement. Pendant longtemps, les marégraphes ont été le seul outil d'observation in situ, d'abord installés le long des côtes dans les ports. À partir des années 1960, des stations marégraphiques adaptées aux grands fonds permettent de réaliser des mesures au large et au milieu des océans. Mais la lourdeur logistique de leur mise en œuvre n'a permis d'explorer qu'une faible partie de l'océan mondial, essentiellement l'Atlantique Nord et le Pacifique Nord-Est. De même que les développements de la modélisation numérique, considérables au cours de ces dernières années, ne permettent toujours pas de définir la distribution des marées à l'échelle globale avec la précision centimétrique exigée maintenant pour les études géophysiques.

Mise au point d'un modèle hydrodynamique opérationnel

L'arrivée des satellites altimétriques de haute précision, comme Topex-Poséidon, a totalement révolutionné la situation. À partir de la fin de l'année 1992, ce satellite a commencé à jouer le rôle de milliers de marégraphes, le long de ses traces, entre + 63° et - 63° de latitude. Certes, la fréquence d'échantillonnage est singulière : un point tous les dix jours seulement pour Topex-Poséidon et tous les 35 jours pour ERS 1, alors que

la période de la marée est de l'ordre de 12 heures. D'où un problème de "stroboscopie" qui fait que la marée vue par le satellite Topex-Poséidon a une période apparente de 60 jours. Les scientifiques ont donc développé des méthodes adaptées pour extraire, du signal altimétrique, les informations spécifiques sur la marée. C'est ainsi qu'une équipe française a pu construire un modèle qui prédit désormais la marée en tout point de l'océan mondial avec une précision supérieure à 3 cm sur l'océan profond, à 10 cm le long de toutes les côtes du monde entier. Ces résultats ont été obtenus grâce à la précision exceptionnelle de la mission Topex-Poséidon et à la conception d'un modèle hydrodynamique original simulant la propagation des marées avec la résolution spatiale nécessaire sur tout l'océan, c'est-à-dire jusqu'à quelques kilomètres le long des côtes. Ce modèle est désormais opérationnel et mis à la disposition de la communauté internationale. Une dizaine de modèles de ce type ont été développés simultanément par diverses équipes du Science Working Team de Topex-Poséidon. Mais notre modèle reste l'un des plus performants.

Pour autant, le problème des marées océaniques n'est pas encore totalement résolu. Il reste à mieux comprendre comment l'énergie des marées est dissipée dans l'océan, par frottement des courants sur les fonds océaniques, et par génération d'ondes internes qui se propagent loin à l'intérieur de l'océan à partir des reliefs sous marins sur lesquels elles sont engendrées. Il reste à comprendre également comment la marée agit sur le ralentissement de la vitesse de rotation de la Terre, et sur l'éloignement progressif de la Lune de notre planète. Il reste par ailleurs à améliorer les méthodes qui permettent de déduire les caractéristiques des courants de marée des observations altimétriques, via les modèles hydrodynamiques assimilant ces observations. La prédiction des courants de marée est en effet d'un intérêt majeur pour les études d'environnement côtier, l'exploitation pétrolière en mer, la navigation pour ne citer que quelques exemples. L'usage combiné du modèle de prédiction global et

de modèles hydrodynamiques locaux de très haute résolution est une solution actuellement à l'étude pour répondre à ces besoins. Nous avons déjà quelques exemples de réalisation, comme l'application faite par le Laboratoire National d'Hydraulique d'EDF pour prédire les courants de marée lors des Jeux Olympiques d'Atlanta (États-Unis) en 1996.

Avec l'aimable autorisation
de CNES-Magazine (n° 3, oct. 98)
© CDT 50, R. Busch, 1998 (Photo)
© SMET 50, 1998 (Photo)

