



Refmar : Réseaux de référence des observations marégraphiques

Nicolas POUVREAU et l'équipe REFMAR¹

1. Service hydrographique et océanographique de la marine (SHOM)
13, rue du Chatellier – CS 92803 – 29288 Brest cedex 2 – France.
nicolas.pouvreau@shom.fr

Résumé :

L'instruction du Premier ministre relative à l'observation du niveau de la mer et à la gestion et la diffusion des données en résultant désigne le SHOM comme le référent national pour l'observation in situ en marégraphie.

Cette fonction vise à coordonner les efforts des organismes réalisant l'acquisition de données du niveau de la mer sur le territoire national, dans un contexte où l'accès à ces données vise à répondre à des enjeux nationaux et internationaux, comme les programmes sur le suivi de l'évolution du niveau des mers (GLOSS) ou l'émergence des systèmes opérationnels de prévention des risques par rapport aux submersions marines ou aux tsunamis. Cette responsabilité conduit entre autres à s'intéresser au recueil et à l'archivage de l'ensemble des données de hauteur d'eau collectées et à leur diffusion au travers d'un portail Internet unique : REFMAR (pour réseaux de référence des observations marégraphiques) hébergé depuis décembre 2010 à l'adresse <http://refmar.shom.fr>.

Mots-clés : Observation du niveau de la mer – Gestion et diffusion des données – SHOM – Marégraphe – Evolution du niveau des mers – Submersions marines – Tsunamis – REFMAR

1. Introduction

La mesure des hauteurs d'eau le long du littoral satisfait de multiples besoins, pour de nombreux utilisateurs et à différentes échelles de temps : sécurité de la navigation, élaboration des cartes marines, calcul de références altimétriques maritimes, amélioration des prédictions de marée et des modèles hydrodynamiques, calibration des radars altimètres embarqués sur satellite, gestion intégrée des zones côtières, aménagement et dimensionnement d'ouvrages par l'étude statistique des surcotes – décotes et des niveaux extrêmes, étude de l'évolution du niveau moyen des mers (SIMON, 2007), etc. Des besoins opérationnels sont apparus récemment, dont la légitimité a été rappelée lors d'événements notables (tragédie du 26 décembre 2004 dans l'océan Indien, tempête Xynthia dans la nuit du 27 au 28 février 2010, séisme-tsunami Mw9 de Tohoku-Oki le 19 mars 2011, etc) et il apparaît désormais indispensable d'établir les réseaux d'observation utiles pour prévenir de futures

submersions marines ; et comprendre dans quelle mesure ces phénomènes pourraient être renforcés dans l'avenir par le changement climatique.

Le rôle de référent, confié par Instruction du Premier ministre en 2010 au SHOM (863/SGMER), vise à rendre les observations du niveau de la mer exploitables et utilisables pour le plus grand nombre d'applications, dans le respect de critères définis par les programmes internationaux de l'OHI (OHI : Organisation Hydrographique Internationale), de l'OMM (Organisation Météorologique Mondiale) ou de la COI -Commission Océanographique Intergouvernementale- (2006), dont le programme Global Sea Level Observing System (GLOSS) par exemple (VOINESON *et al.*, 2011). De plus, le référent doit avoir un rôle de conseil auprès des organismes partenaires afin de répondre au plus grand nombre des recommandations permettant de contribuer efficacement aux différents systèmes et programmes, comme l'utilisation, la maintenance et les contrôles des marégraphes, la vérification de la stabilité locale par nivellement géométrique et par la surveillance géodésique, etc. Des moyens liés à l'exercice de cette coordination ont été confiés au SHOM dans le cadre du projet de Centre Régional d'Alerte aux Tsunamis pour l'Atlantique Nord-Est et la Méditerranée (CRATANEM). Elle s'intègre dans le projet des Réseaux de référence des observations marégraphiques : REFMAR (figure n°1).

Cet article a pour objet d'inventorier les principaux usages qui sont faits des observations du niveau de la mer (2), d'expliquer le rôle de référent national sur cette thématique (3) et de présenter le portail REFMAR qui permet de répondre aux objectifs alloués (4).

2. Observations du niveau de la mer

Le *niveau de la mer*, au sens de l'instruction, est la hauteur de la mer mesurée *in situ* à un endroit donné, géoréférencé, par un marégraphe par rapport à une référence verticale connue. Ses variations résultent de la conjonction de plusieurs phénomènes d'origines diverses, notamment :

- L'attraction des astres sur la mer ;
- Les effets météorologiques tels que le vent et la pression atmosphérique ;
- Les déplacements créés par les séismes et les mouvements de terrain ;
- Le changement climatique.

Ainsi, les observations collectées par les moyens de télédétection aérienne ou satellitaire ne sont pas discutées dans cet article.

L'utilisation des observations marégraphiques est multiple. Ces dernières, détaillées par la suite, contribuent notamment :

- à la sécurité de la navigation ;
- à l'anticipation et à la gestion des risques concernant le littoral ;
- à la sécurité portuaire ;
- à la planification stratégique des activités en mer et sur le littoral ;

- aux études météo-océanographiques et climatiques ;
- à l'expertise dans le cadre des demandes de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle.

2.1 Pour la sécurité de la navigation

Historiquement, les premières mesures de hauteur d'eau étaient réalisées afin d'améliorer la sécurité de la navigation y compris dans les domaines estuariens ou fluviaux comme la Gironde ou la Seine, notamment :

- pour les prédictions de marée officielles réalisées par le SHOM ;
- pour la correction des sondages réalisés lors des levés bathymétriques afin de rapporter les profondeurs mesurées au zéro hydrographique (défini au voisinage du niveau des plus basses mers astronomiques).

2.2 Pour l'anticipation et pour la gestion des risques concernant le littoral

Depuis plusieurs années, les observations du niveau de la mer contribuent à l'anticipation et à la gestion des risques concernant le littoral comme par exemple :

- par la contribution à l'évaluation des aléas (y compris tsunamis) et de la vulnérabilité associée des territoires ;
- par la contribution à l'évaluation de la hausse globale du niveau moyen des mers et des autres effets de changement climatique et de leurs impacts (www.sonel.org) ;
- par la mise en place de réseaux d'alertes multirisques (réseau RONIM) capables de transmettre en temps réel des informations relatives au niveau de la mer (cas des tsunamis et des ondes de tempêtes par exemple) ;
- par l'étude sur les niveaux extrêmes et par la modélisation des surcotes-décotes ;
- par la participation au dispositif de vigilance littorale aux aléas maritimes d'origine météorologique (fortes vagues à la côte et submersions marines : la vigilance vagues-submersion (figure n°2), inaugurée en octobre 2011, est produite par Météo-France en collaboration avec le SHOM (http://france.meteofrance.com/html/vigilance/guideVigilance/dm_vagues.html) ;
- par l'établissement d'une typologie des risques et des menaces et analyse de leurs conséquences et les modalités de gestion des crises qui s'y rapportent ;



Figure 1. Logo de REFMAR (Réseaux de référence des observations marégraphiques).



Fig. 2. Pictogramme relatif à la vigilance météorologique vagues-submersion
<http://france.meteofrance.com/vigilance/Accueil>.

Thème 3 – Instrumentation, mesures, imagerie et télédétection

- par la mise en commun des ressources au service de la planification, de la préparation et de la conduite opérationnelle, dans le cadre de l'organisation de la réponse de sécurité civile (ORSEC) ;
- pour l'expertise dans le cadre des demandes de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle, les études sur les submersions marines s'appuient sur les enregistrements marégraphiques dans le cadre des "inondations et chocs mécaniques liés à l'action des vagues" (Circulaire NOR/INT/E/98/00111-C du 19 mai 1998),

2.3 Pour la sécurité portuaire

Les premières demandes d'information sur la mesure de la mer sont venues également des besoins en navigation près des côtes et de l'accès dans les ports à marnages importants. Historiquement, lues sur une règle de marée installée dans les ports, les hauteurs d'eau peuvent aujourd'hui être transmises en temps réels à l'entrée de certains ports par voie hertzienne notamment.

2.4 Pour la planification stratégique des activités en mer et sur le littoral

Plusieurs planifications stratégiques des activités en mer et sur le littoral s'appuient sur les observations marégraphiques et notamment :

- l'aménagement des zones côtières ;
- la délimitation du domaine public maritime ;
- la définition des références altimétriques maritimes et du zéro hydrographique en particulier (http://www.shom.fr/fr_page/fr_act_oceano/RAM/RAM.htm, Décret n°2006-272 du 3 mars 2006).

2.5 Pour les études météo-océanographiques et climatiques, conduites en réponse aux enjeux détaillés précédemment

Les mesures du niveau marin servent aux études météo-océanographiques et climatiques comme :

- la validation des produits relevant de l'océanographie opérationnelle hauturière et côtière (exemples avec Previmer - <http://www.previmer.org/>, projet PROTEVS - http://www.shom.fr/fr_page/fr_shom/Fiche_projets/CV_PROTEVS.gif) ;
- la calibration des altimètres embarqués sur satellite (Topex/Poseidon, Envisat, Jason...);
- études de l'évolution du niveau moyen des mers (informations et données diffusées sur le portail SONEL (<http://www.sonel.org>)) ;
- études probabilistes sur les niveaux extrêmes ;
- contribution à l'évaluation de l'aléa tsunami.

Ainsi les données produites par l'ensemble des marégraphes français se trouvent à la croisée de nombreuses et diverses applications. Revenons maintenant sur ce rôle de référent.

3. Le rôle de référent

La mise en place d'un rôle de référent est la somme d'une demande forte émanant de la communauté scientifique et le souhait exposé dans le livre bleu "stratégie nationale pour la mer et les océans" (CIMER, 2009) de l'installation d'un réseau de référents nationaux en charge de la coordination du recueil des connaissances par les organismes publics et de leur mise à disposition (§ 4).

Devant la multitude des observations du niveau de la mer, il est indispensable de disposer d'une interface unique permettant de centraliser, de traiter, d'archiver et de mettre les données à la disposition de tous les utilisateurs intéressés, mais pas seulement. Les autres attributions confiées dans l'instruction (863/SGMER) sont :

- la coordination de la collecte des observations du niveau de la mer réalisées par l'ensemble des organismes, établissements et services publics relevant d'autorités publiques ;
- la gestion et l'archivage en temps différé des observations collectées ;
- la définition des réseaux d'observation du niveau de la mer et notamment de leur architecture ainsi que leurs spécifications liées aux nouveaux déploiements ;
- la définition et la promotion des moyens de transmission opérationnels adaptés ;
- la coordination de la diffusion en temps réel et en temps différé des observations en assurant les conditions d'accessibilité et d'utilisation conformément aux dispositions en vigueur relatives à l'information du public à travers un portail Internet dédié à la coordination ;
- la définition, la diffusion, la promotion et le suivi des normes nationales et internationales ;
- le contrôle de conformité des observations reçues au regard des normes en vigueur.

Aujourd'hui, 9 producteurs de données produisent et diffusent une majorité des mesures recueillies dans les eaux sous juridiction françaises (figure n°3) et répondent à une utilisation multi applications des mesures de hauteur d'eau. Il s'agit, par ordre alphabétique :

- du Commissariat à l'énergie atomique (CEA)
- de la Direction de la mer de Guyane (DM973) ;
- du Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie ;
- de l'Institut de physique du globe de Paris (IPGP) ;
- du Laboratoire d'études en géophysique et océanographie spatiales (LEGOS) – Réseau d'observation subantarctique et antarctique du niveau de la mer (ROSAME)
- du Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement (Services de prévision des crues) ;
- du Service hydrographique et océanographique de la marine (SHOM) – Réseau d'observation du niveau de la mer (RONIM) ;
- de l'Université de la Polynésie française ;
- de l'University of hawaii sea level center (UHSLC).

Thème 3 – Instrumentation, mesures, imagerie et télédétection

D'autres producteurs de données existent. Ils sont identifiés et sont invités à transmettre et diffuser leurs données sur le portail REFMAR (SHOM, 2011). Parmi eux, citons notamment les grands ports maritimes (Rouen, Nantes – Saint-Nazaire, Bordeaux), les DREAL (Languedoc-Roussillon), le CNRS (station Antarès), l'Observatoire de Côte d'Azur, l'IRSN,

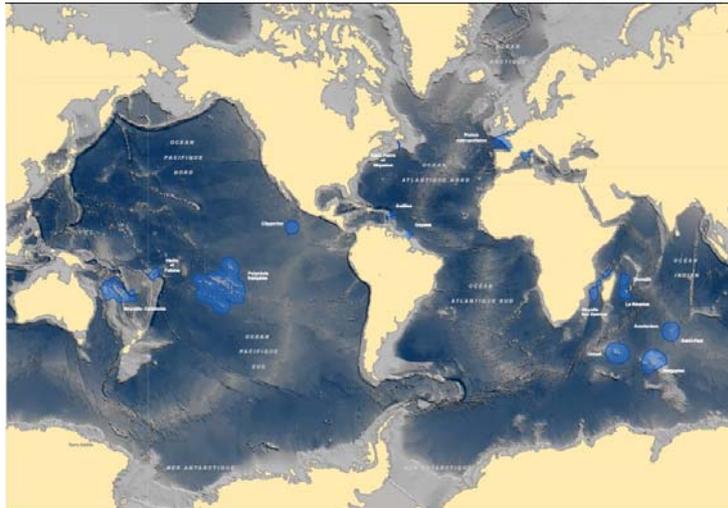


Figure 3. Zones de compétence de la coordination en bleue (source : SHOM_GEBCO).

4. Portail d'accès aux données REFMAR

Un des objectifs donné à la coordination est le développement d'un guichet unique des observations du niveau de la mer. Pour ce faire, un portail diffusant les hauteurs d'eau ainsi que les indications connexes a été mis en place, s'appuyant sur l'infrastructure déjà existante au SHOM en terme de base de données du niveau marin (CREACH *et al.* 2011) et de l'expérience du projet SONEL (POUVREAU, 2010).

4.1 Présentation

Une première version du portail REFMAR, a fonctionné du 8 décembre 2010 jusqu'au 24 novembre 2011. Le service mis en place par le SHOM était alors directement transposé des développements du volet marégraphique réalisés par SONEL depuis 2008 (POUVREAU, 2011).

Depuis le 24 novembre 2011, le portail REFMAR se présente au publique sous sa forme définitive (figure n°4). Le nouveau site Internet, en plus de diffuser les observations en temps différé, propose les hauteurs d'eau en temps quasi réel (mise à jour toutes les heures pour l'instant) à haute fréquence (1 donnée par minute) pour les observatoires équipés de ce type de moyen de transmission.

Les données des réseaux, susnommés au paragraphe 3, sont mises à disposition dans le respect des droits de propriété des organismes producteurs sur le portail à cadences d'acquisitions brutes ou validées, après inscription, acceptation de la politique de

diffusion du site (<http://refmar.shom.fr/fr/politique-d-acces-aux-donnees>) et validation par un gestionnaire. Actuellement, les données brutes pour 69 stations référencées sont disponibles.

Autre élément innovant, les prédictions de marée peuvent être visualisées sur le site, sur le même graphique que les observations du niveau de la mer. Les prédictions proposées sur REFMAR sont les mêmes que celles diffusées sur les produits de marée du SHOM, organisme de référence dans les zones sous juridiction française.

Issus des observations et des prédictions, les données de surcotes-décotes, résultat de la différence entre les observations et les hauteurs d'eau prédites au même temps (observation moins prédiction), sont visualisables sur un second graphique, indépendant du premier détaillé précédemment.

Les autres nouveautés notables sont :

- une partie "*données historiques*" recensant les observations connues consignées sur des supports papiers (marégrammes, tableaux, ...) ;
- une partie "*programmes - références*" inventoriant tous les projets exploitant les observations du niveau de la mer ;
- un volet "*événements exceptionnels*" ;



Figure 4. Page d'accueil du portail REFMAR <http://refmar.shom.fr> (le 23/01/2012).

5. Conclusions

Les nombreux et nouveaux enjeux qui entourent les observations du niveau marin (voir § 2) montrent le besoin d'une coordination, fédératrice des activités marégraphiques comme l'avait proposé le Sénateur Courteau en 2007 (COURTEAU, 2007).

L'option choisie pour REFMAR s'appuie sur la mise en réseau des acteurs nationaux de l'observation du niveau de la mer, autour d'un organisme référent en charge de promouvoir les standards de mesure et d'avoir les structures permettant d'accueillir les données, d'améliorer leur niveau de fiabilité et de validation, en s'appuyant sur les organismes producteurs et de les mettre à disposition au travers d'un guichet unique. Cette approche vise à permettre avant tout la mutualisation des données au profit du plus grand nombre afin de : *coordonner* la mise en place des réseaux de marégraphes en France au profits des différentes applications répondant aux critères définis par les programmes internationaux et pouvant servir ainsi pour le plus grand nombre d'applications possibles ; *centraliser* les mesures de hauteurs d'eau acquises ou restaurées par les organismes dans une base de données commune avec une normalisation et une standardisation ; *diffuser* les données, les recommandations, l'expertise, les communications scientifiques, via le portail Internet REFMAR.

6. Références bibliographiques

- CIMER (2009). *Livre bleu - Stratégie nationale pour la mer et les océans*. 41 p.
- COI -Commission Océanographique Intergouvernementale- (2006). *Manual on Sea-Level Measurement and Interpretation*. Volume 4-An update to 2006. COI, Manuels et Guides, n°14, 80 p.
- COURTEAU R. (2007). *Tsunamis sur les côtes françaises : un risque certain, une impréparation manifeste*. Rapport n°488 Assemblée Nationale – n°117 Sénat. Office Parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, 168 p.
- CREACH R. équipe projet INFRAGEOS-Marée (2011). *Refonte de la base des données in situ du niveau de la mer "tide database (TDB)"*. Annales hydrographiques, 6ème série, vol. 8, n°777, pp. 8.1-8.8.
- POUVREAU N. (2010). *Vers une coordination de l'observation du niveau de la mer en France*. XI^{èmes} Journées Nationales Génie Côtier – Génie Civil, Les Sables-d'Olonne, pp 539-548, doi:10.51.50/jngcgc.2010.063-P
- POUVREAU N. (2011). *La coordination nationale de l'observation du niveau de la mer*. Annales hydrographiques, 6ème série, vol. 8, n°777, pp. 6.1–6.10.
- SGMER (2010). *Instruction du Premier ministre Relative à l'observation du niveau de la mer et à la gestion et la diffusion des données en résultant*. n°863/SGMer.
- SHOM (2011). *Rapport annuel d'activité 2010 REFMAR sur l'observation du niveau de la mer, la gestion et la diffusion des données en résultant*. N°001/2011, 54 p.
- SIMON B. (2007). *La marée océanique côtière*. Collection "synthèse". Institut océanographique éditeur. 434 p.
- VOINESON G., POUVREAU N., TESTUT L., COULOMB A., BARRIOT J-P., WOPPELMANN G. (2011). *National Report of France to the XIIth GLOSS Group of Expert Meeting*. UNESCO, Paris, 09-11 November 2011. 10 p.