

LA COORDINATION NATIONALE DE L'OBSERVATION DU NIVEAU DE LA MER

par Nicolas Pouvreau,

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

RÉSUMÉ :

Le livre bleu « Stratégie nationale pour la mer et les océans » (CIMER, 2009) annoncé par le Président de la République en juillet 2009 a été adopté lors du comité inter-ministériel de la mer, par le Premier ministre en décembre 2009¹. Ce document mentionne la constitution 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.

Dans ce cadre, une instruction du Premier ministre relative à l'observation du niveau de la mer et à la gestion et la diffusion des données en résultant² a été signée par le Secrétaire général de la mer (SGMer) en avril 2010. Cette instruction désigne le Service hydrographique et océanographique de la marine (SHOM) comme le référent national pour l'observation *in situ* du niveau de la mer.

Cette fonction vise à coordonner les efforts des services nationaux réalisant l'acquisition de données du niveau de la mer, dans un contexte où l'accès à ces données vise à répondre à des enjeux nationaux et internationaux, comme les programmes sur le suivi des évolutions 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 unique : REFMAR (pour réseaux de référence des observations marégraphiques) hébergé depuis décembre 2010 à l'adresse <http://refmar.shom.fr>.

ABSTRACT :

The Blue Book "A national strategy for the sea and oceans" (CIMER, 2009) announced by the "Président de la République" in July 2009 was adopted at the inter-ministerial committee of the sea, by the "Premier ministre" in December 2009. This document mentions the establishment of a network of national referents in charge of coordinating the collection of knowledge by public bodies and their provisions of putting it the disposal.

*In this context, a statement of the "Premier ministre" concerning the observation of sea level and the management and dissemination of the resulting data was signed by the "Secrétaire général de la mer (SGMer)" in April 2010. This statement appoints the "Service hydrographique et océanographique de la marine (SHOM)" as the national reference for the *in situ* sea level observation.*

This function consists to coordinate the efforts of national services performing data acquisition from sea level, in a context where access to such data is to respond to national and international issues, such as programs on the Global Sea Level Observing System (GLOSS) or the emergence of operational systems for the prevention of risks in relation to coastal flooding or tsunami. This responsibility leads among others to get involved in collecting and classifying all water level datas as well as disseminating them through a single portal: REFMAR (for tidal observation reference networks) since December, 2010 hosted at <http://refmar.shom.fr>.

¹ http://www.sgmer.gouv.fr/IMG/pdf/2009-12-08-Livre_bleu.pdf

² http://www.circulaires.gouv.fr/pdf/2010/06/cir_31210.pdf

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, etc. Des besoins opérationnels sont apparus récemment, dont la légitimité a été rappelée lors d'événements notables (séisme du 26 décembre 2004 dans l'océan Indien ayant engendré un tsunami frappant notamment l'Indonésie, les côtes du Sri Lanka et du sud de l'Inde, ainsi que l'ouest de la Thaïlande et causant la mort de plus de 200 000 personnes, tempête Xynthia dans la nuit du 27 au 28 février 2010 qui par la conjonction de vents violents et de fortes marées au moment de la pleine mer a donné lieu à une onde de tempête qui a occasionné d'importantes inondations principalement en Charente-Maritime et en Vendée, etc.) et il apparaît désormais indispensable d'établir les réseaux d'observation utiles pour prévenir de futures submersions marines ayant pour cause des tsunamis, des ondes de tempêtes, de fortes vagues ; et comprendre dans quelle mesure ces phénomènes pourraient être renforcés dans l'avenir par le changement climatique.

Le rôle de référent 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'OHI³, de l'OMM⁴ ou de la COI⁵, dont le programme Global Sea Level Observing System (GLOSS) par exemple. 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 de marégraphes numériques précis ayant une cadence d'acquisition élevée, la maintenance et les contrôles des marégraphes, la vérification de la stabilité locale par nivellement géométrique et par la surveillance géodésique, etc. Cette coordination s'intègre dans le projet des réseaux de référence des observations marégraphiques (SHOM) (figure n°1 ci-dessous).



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

³ OHI : Organisation Hydrographique Internationale

⁴ OMM : Organisation Météorologique Mondiale

⁵ COI : Commission Océanographique Intergouvernementale

Cet article, reprend des extraits de la communication écrite pour les XI^{es} journées nationales du génie côtier et civil aux Sables-d'Olonne (Pouvreau, 2010 [1]) en l'actualisant. Il a pour objet de dresser un bref rappel sur les mesures du niveau de la mer (section 2), d'expliquer le rôle du référent national sur cette thématique (section 3) et enfin de présenter le portail d'accès aux données (section 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* 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.

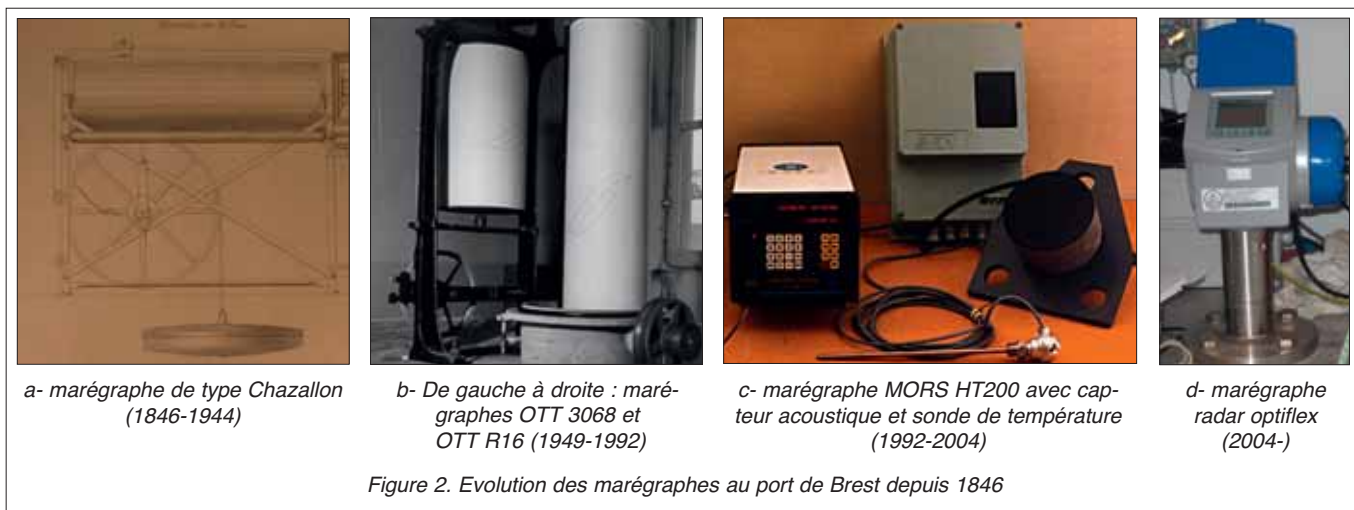
C'est en France et plus particulièrement à Brest que les premières mesures systématiques du niveau de la mer sont réalisées depuis 1679. Elles sont l'œuvre des astronomes Philippe de La Hire et Jean Picard. Au 18^e siècle, sur des demandes insistantes d'astronomes de l'Académie royale des sciences, les hauteurs d'eau sont observées grâce au concours et à l'abnégation d'observateurs locaux. Elles sont directement lues sur des échelles de marée (Pouvreau 2008 [2]).

L'ingénieur hydrographe Chazallon, pour le compte du nouveau service des marées, du Dépôt des cartes et plans de la marine, met en place dès la deuxième moitié du 19^e siècle le premier réseau d'observatoires automatiques du niveau de la mer sur les côtes françaises (Pouvreau, 2008 [3]) (voir tableau 1). Pour ce faire, il est aidé par l'apparition des premiers marégraphes à flotteur (voir figure 2.a page suivante) dont il est à l'origine en France. L'édification de réseau a pour but l'étude, l'analyse et la prédiction de la marée afin de garantir, avec les annuaires de marée et les cartes marines, la sécurité de navigation le long des côtes de France.

En parallèle à l'édification de ce réseau géré par le Service hydrographique dépendant du ministère de la marine, se mettent en place d'autres observatoires dépendant du ministère des travaux publics pour les besoins de leurs missions (voir tableau 1). En effet les services des ponts et chaussées et de nivellement général de France (NGF) exploitent aussi ce type de données pour gérer les voies navigables, quantifier les crues et déterminer des niveaux d'alerte, étudier les installations portuaires et les constructions d'ouvrages côtiers, déterminer le niveau moyen de la mer pour définir l'altitude de référence en France (observatoire de Marseille), etc.

L'observation s'est ainsi poursuivie aux cours des 19^e et 20^e siècles grâce aux marégraphes analogiques à flotteur mais sans réelles avancées technologiques.

Alors que la qualité des observations issues des marégraphes à flotteur vieillissants se dégradait et était réalisée



indépendamment dans chaque port (voir figure 2.b), en interaction avec les acteurs portuaires (DDE, grands ports maritimes), le SHOM initia dès 1992 en France la mise en place de marégraphes côtiers numériques (MCN). A cette date, les technologies de mesures employées ont été successivement la mesure de tirant d'air par des capteurs acoustique (figure 2.c) puis par des télémètres radar (figure 2.d).

Jusqu'alors, les marégraphes mesuraient la hauteur d'eau à l'intérieur d'un puits de tranquillisation, système permettant d'atténuer les oscillations hautes fréquences liées à la houle et au clapot notamment.

Depuis 2009, un nouveau marégraphe radar, en phase de test, est installé hors du puits de tranquillisation à l'observatoire de Brest. Pour plus d'information, voir l'article « Évolution instrumentale des marégraphes du réseau RONIM » (Poffa, 2011 [4]) publié dans ces annales.

Cette mise en place de marégraphes numériques répondait en premier lieu aux besoins d'exploiter des mesures du niveau marin continues et justes afin de produire des prédictions de marée précises dans les ports et d'améliorer la réduction des sondages bathymétriques. Aujourd'hui, le réseau d'observatoires du niveau des mers (RONIM) compte 36 marégraphes⁶.

Pour autant, l'exemple de RONIM est loin d'être unique. De nombreux organismes publics sont aussi producteurs de données du niveau marin comme les services de prévision des crues, les grands ports maritimes, etc. afin de répondre à leurs besoins spécifiques. Aujourd'hui, la mesure du niveau de la mer trouve de très nombreuses applications. Malheureusement, cette importante production de données n'est pas toujours partagée, ni même connue par les autres organismes alors que la mutualisation des observations permettrait de les utiliser pour un champ élargi d'applications.

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 indiqué dans le livre bleu « Stratégie nationale pour la mer et les océans » (CIMER, 2009 [7]) de la mise en place 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. Le présent chapitre revient sur la genèse de la coordination et sur ces rôles.

3.1 Genèse et enjeux de la coordination

La fin du 20^e siècle voit émerger un besoin accru en observations précises du niveau de la mer destiné à satisfaire de nouvelles applications et études comme : la calibration des radars altimètres des satellites (Topex - Poséidon, ERS, Jason 1, Jason 2, futur Jason 3 dont le lancement est prévu en 2013, etc.), la calibration et validation des modèles hydrodynamiques côtiers, l'étude statistique des surcotes et des décotes et le calcul des niveaux extrêmes pour les dispositifs de prévention des risques, l'accessibilité en temps réel des hauteurs de la mer pour les systèmes d'alertes aux tsunamis ou pour les prévisions à court terme de l'environnement côtier, les études liées à l'évolution du niveau marin et à l'aménagement du littoral, etc.

Ainsi, les données produites par l'ensemble des marégraphes français se trouvent donc à la croisée de nombreuses et diverses applications comme l'illustre la figure 3 en page suivante.

Aujourd'hui, trois réseaux structurés produisent et diffusent une majorité des mesures recueillies dans les eaux françaises et répondent à une utilisation multi applications des mesures du niveau de la mer. Il s'agit de RONIM, du réseau d'observation subantarctique et antarctique du niveau de la mer⁷ (ROSAME) où les données sont contrôlées et exploitées au laboratoire d'études en géophysique et océanographie spatiales (LEGOS) et d'un réseau de stations de surveillance du niveau de la mer en Polynésie française.

⁶ http://www.shom.fr/fr_page/fr_act_oceano/maree/maree14.htm

⁷ <http://www.legos.obs-mip.fr/observations/rosame/>

Port	Période de fonctionnement (*)	Autorité de référence (**)	Réseau RONIM
Dunkerque	1865 – 1899	PeC	Depuis le 09/1996
Calais	1891 – 1899	PeC	Depuis le 10/1998
Boulogne-sur-mer	1876 – ?	PeC	Depuis le 12/2000
Le Havre	1850 – 1920	SdM	Depuis le 08/1993
	1920 – 1934	PeC	
Cherbourg	1846 – 1920	SdM	Depuis le 03/1994 Saint-
Malo (Saint-Servan)	1850 – 1917	SdM	Depuis le 09/2003
Heaux de Brehat	1889 – 1896	PeC (P. et B.)	
Brest	1846 –	SdM	Depuis le 02/1993
Saint-Nazaire	1863 – 1920	SdM	Depuis le 01/2007
	1920 – 1934	PeC	
Rochefort	1860 – 1918	SdM	
Fort-Enet	1859 – 1973	SdM	
Fort Boyard	1873 - 1909	SdM	
La Rochelle	1863 – 1874	SdM	Depuis le 04/1997
Cordouan	1905 – 1934	PeC (P et B.)	
Arcachon	1877 – ?	PeC	Depuis le 06/2000
Bayonne (Le Boucau)	1899 – 1934	PeC	Depuis le 06/1999
Saint-Jean-de-Luz (Socoa)	1875 – 1920	SdM	Depuis le 05/2004
Sète	1857 – ?	PeC	Depuis le 11/2007
Marseille	1885 –	NGF	Depuis le 06/1998
Toulon	1844 – 1861	SdM	Depuis le 03/1998
Nice	1882 – ?	PeC	Depuis le 03/1998

Tableau 1. Inventaire des premiers marégraphes français d'après Lallemand & Prévot (1927) [5] et Courtier (1934) [6] et appartenance éventuelle des ports au réseau RONIM. (*) Il est probable que les marégraphes du Havre, de Saint-Nazaire, de Cordouan et du Boucau ont continué à fonctionner après 1934 date de publication du rapport de Courtier ; (**) SdM : Service des Marées, PeC : Ponts et Chaussées, PeC (P et B.) : Ponts et Chaussées, service des Phares et Balises ; NGF : Nivellement Général de France.

Ce dernier réseau est développé en partenariat entre les acteurs scientifiques concernés de Polynésie (université de Polynésie française (UPF), SHOM, commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA)) et les autorités.

Trois stations américaines sont déployées en Polynésie française (Papeete, Rikitea et Nuku-Hiva) au profit du système d'alerte aux tsunamis. Il répond tout particulièrement :

- au besoin de contribuer au système d'alerte aux tsunamis dans le Pacifique par des mesures de hauteurs d'eau diffusées en temps réel ;
- à la surveillance des variations à long terme du niveau moyen de la mer, qui nécessite alors une surveillance géodésique des sites d'observation.

Enfin il existe aussi les réseaux portuaires des grands ports maritimes dans les estuaires, quelques stations des services de prévisions des crues en domaine maritime et des réseaux émergents aux Antilles ou en Nouvelle-Calédonie, Wallis et Futuna.

La coordination de l'observation du niveau de la mer en France trouve naturellement sa genèse dans l'intérêt croissant de ce type de données mais aussi dans le fait qu'il n'est pas toujours facile de répondre aux questions suivantes :

- Quels sont les organismes qui possèdent des mesures ?

- Quels sont les organismes qui réalisent actuellement des observations ?
- Où se trouvent les données ?
- Quels sont leurs protocoles de mesure ? Quel est le type de mesures ? Quels sont les lieux et les périodes de mesures des séries de données ? Quel est le type d'instrument qui a été utilisé pour acquérir les hauteurs ? Comment les observations ont-elles été obtenues ? Quels sont les critères de contrôles utilisés ? Quelle est la précision des mesures ?

Devant l'enjeu de ces questions, plusieurs acteurs impliqués dans l'observation du niveau de la mer se sont rassemblés, en juillet 2005. Cette rencontre a montré qu'il apparaissait nécessaire de coordonner les activités inhérentes à l'observation du niveau de la mer. Faisant suite à une succession de demandes (recommandations de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (Courteau, 2007 [8]) et par le secrétariat général de la mer (SGMer, 2008), rencontres des producteurs et utilisateurs de données, etc. La coordination a été actée dans l'instruction n° 863/SGMER du 20 avril 2010 [9] confiant ce rôle au SHOM. Des moyens liés à l'exercice de cette coordination lui ont été donnés jusqu'en 2013 dans le cadre du projet de centre régional d'alerte aux tsunamis pour l'Atlantique nord-est et la Méditerranée (CRATANEM).

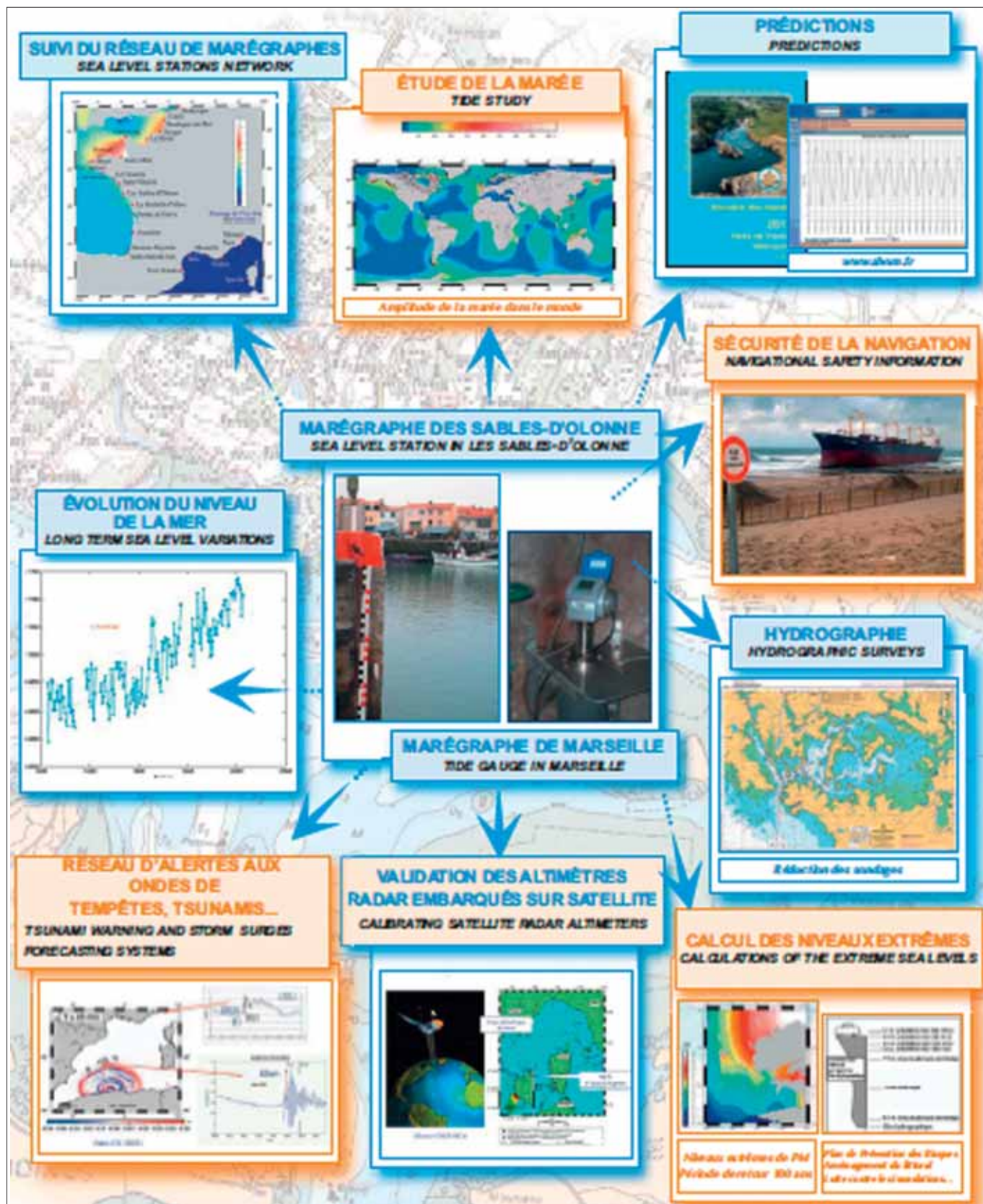


Figure 3. La mesure du niveau de la mer et ses applications
(source : http://refmar.shom.fr/IMG/pdf/poster_applications_shom.pdf)

3.2 Rôles de REFMAR

Devant la multitude des mesures du niveau marin, il est particulièrement souhaitable de disposer d'une base de données et d'une interface unique permettant de centraliser, et mettre les données à la disposition de tous les utilisateurs intéressés, mais pas seulement. Les autres attributions confiées 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.

3.3 Compétence géographique

Le rôle de la coordination s'étend sur toutes les zones sous juridiction nationale (figure n°4) c'est-à-dire en France métropolitaine et l'outre-mer.

4. PORTAIL D'ACCÈS AUX DONNÉES

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 et de l'expérience du projet système d'observation du niveau des eaux littorales (SONEL).

4.1 Archivage des données marégraphiques : TDB

La base de données marégraphiques bénéficie de l'infrastructure déjà existante au SHOM et s'appuie sur son expérience en termes de stockage, contrôle, gestion et exploitation de l'information assurant ainsi sa traçabilité. Cette base (Tide DataBase - TDB) a été refondue dans le cadre de la mise en place d'une infrastructure géospatiale, système global de gestion de l'information marégraphique, de la donnée recueillie à l'archivage (Chersoft, 2010 [10]).

Elle répond également aux exigences internationales en matière d'archivage de données marégraphiques. TDB permet la collecte, l'évaluation, l'organisation, le traitement, l'édition et l'archivage des hauteurs provenant des marégraphes à différents pas de temps ainsi que leurs références verticales (ICES, 2006 [11]).

L'interface permet de visualiser les hauteurs d'eau, d'analyser les données mais autorise aussi des traitements spécifiques dans le respect des recommandations internationales comme l'analyse harmonique de la marée (Simon, 2007 [12]), la dérive temporelle instrumentale, la recherche des hauteurs aberrantes, les filtrages de données, etc.

TDB contient aussi les métadonnées issues des fiches d'observatoire de marée comme la description des marégraphes utilisés, les références verticales utilisées, l'antenne GPS associée, etc.

Le lecteur intéressé pourra se reporter à l'article relatif à la « Refonte de la base de données *in situ* du niveau de la mer Tide DataBase (TDB) » (Créach et Texier, 2011 [13]) publié dans ces annales.

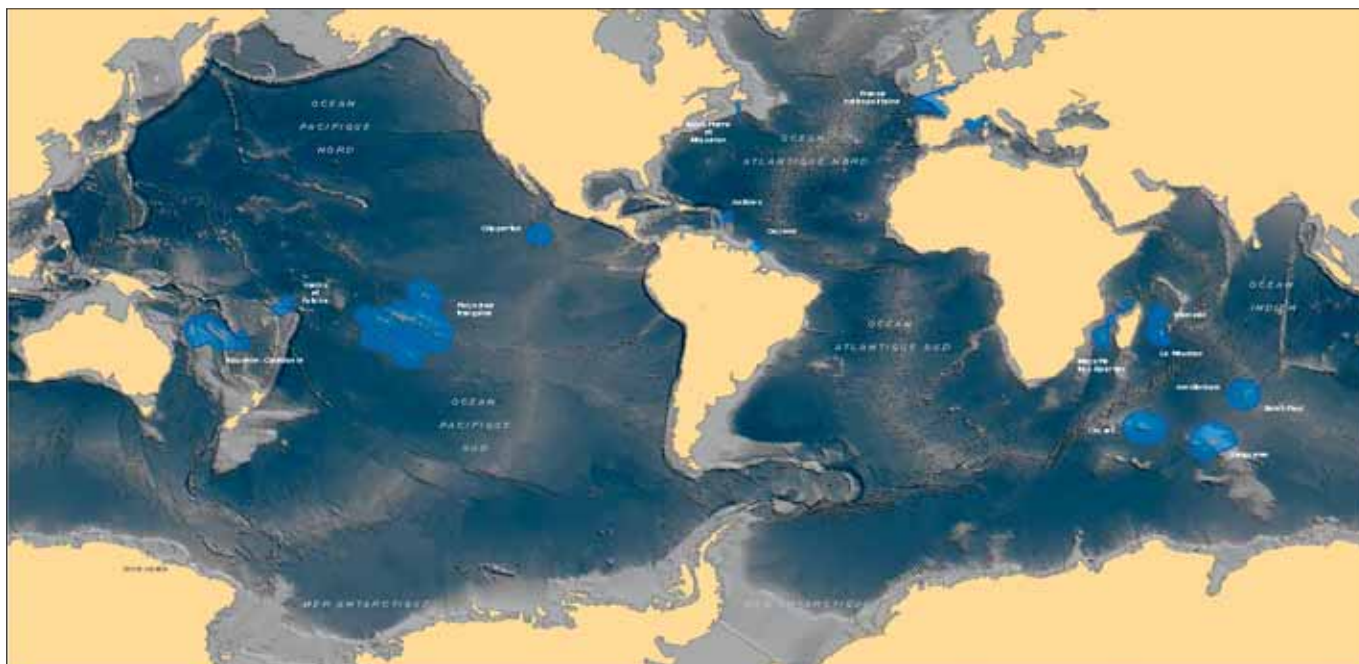


Figure 4. Zones de compétence de la coordination (source : SHOM_GEBCO)

4.2 Portail REFMAR

4.2.1 Origine du portail REFMAR

Le SHOM et l'IGN ont initié en 1999 le projet SONEL, rejoints en cela par l'université de La Rochelle (ULR) et le LEGOS. L'objectif d'origine de SONEL (<http://www.sonel.org>) était la diffusion dans un portail unique et pour la recherche, des observations du niveau marin à la côte enregistrées par des marégraphes permanents en France et ce conjointement avec des données issues des techniques spatiales de positionnement précis (GPS, DORIS pour détermination d'orbite et de radiopositionnement intégrés par satellite, etc.). Cette synergie entre les deux types de mesures permet de s'assurer de la stabilité géodésique du socle sur lequel reposent les marégraphes⁸.

Le service national de diffusion des observations du niveau marin a été migré en 2010 de l'université de La Rochelle vers le SHOM. Le service REFMAR (<http://refmar.shom.fr>) mis en place par le SHOM est ainsi directement transposé des développements réalisés par SONEL depuis 2008 et préfigure les futurs services associés au rôle de référent.

La composante scientifique de SONEL a été conservée et son nouveau périmètre a été décrit dans un dossier soumis à l'appel d'offre systèmes d'observation et d'expérimentation au long terme pour la recherche en environnement (SOERE) de l'alliance pour l'environnement (Allenvi) du ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche.

Le portail SONEL évolue ainsi vers un système d'observation des variations du niveau de la mer à long terme pour la recherche concentrant données de niveaux moyens associées aux informations GPS nécessaires à leur exploitation.

4.2.2 Portail REFMAR

Le site Internet REFMAR est ouvert depuis le 8 décembre 2010 (figure 5). Il met à disposition les données à cadence d'acquisition brutes ou validées des réseaux RONIM, ROSAME et celui de Polynésie (université de Polynésie française – SHOM) via le serveur ftp de REFMAR, après inscription et acceptation de la politique de diffusion du site⁹.

Les observatoires français équipés de moyens de transmission en temps réel diffusent les hauteurs d'eau sur le portail Internet (<http://www.ioc-sealevelmonitoring.org/map.php>) de la COI « Sea level station monitoring facility » (figure 6 *in fine*).

Actuellement, les données brutes de 29 stations du réseau RONIM (Calais, Boulogne, Dieppe, Le Havre, Cherbourg, Saint-Malo, Roscoff, Le Conquet, Brest, Concarneau, Le Crouesty, Saint-Nazaire, Sables-d'Olonne, La Rochelle, Port Bloc, Arcachon, Port-Vendres, Fos-sur-Mer, Marseille,

Toulon, Nice, Monaco, Ajaccio, Solenzara, Centuri, Pointe des Galets, Dzaoudzi, Nouméa-Numbo et Tomasina à Madagascar), 1 station du réseau ROSAME (Kerguelen), 2 marégraphes en Nouvelle-Calédonie (Hienghene, Ouinné) et 8 marégraphes en Polynésie française (Hiva-Oa, Huahine, Nuku-Hiva, Papeete, Rangiroa, Rikitea, Tubuaï, Vairao), y sont consultables. De plus, l'institut de physique du globe (IPG) de Paris dans le cadre du système d'alerte aux tsunamis y diffuse les observations de son marégraphe installé à La Désirade (Guadeloupe).

4.2.3 Évolution future du portail REFMAR

Le SHOM a spécifié un futur portail marégraphique dont la réalisation a été confiée à une société de services en ingénierie informatique. Ce portail actualisé, va s'appuyer sur le volet marégraphique et le contenu ftp proposé sur le portail initial mais en l'élargissant avec la diffusion des données en temps réel.

Il pourra diffuser les informations transmises par les organismes contributeurs après que ces données aient été validées par les producteurs et contrôlées par le référent.

Il informera sur les mesures disponibles en France. Les valeurs de surcotes/décotes, différence entre les observations et les prédictions de marée pourraient aussi y être visualisées. Chaque organisme partenaire pourra insérer des informations sur les appareils dont il a la charge afin d'informer la communauté des utilisateurs de toute nouvelle pertinente.

5. CONCLUSIONS

Les nombreux et nouveaux enjeux qui entourent les observations de hauteurs d'eau (voir section 3.1) montrent clairement le besoin d'une coordination, fédératrice des activités marégraphiques comme l'explique Woodworth *et al.* (2009) [14].

L'option choisie pour REFMAR s'appuie sur la mise en réseau des acteurs nationaux de l'observation du niveau des mers, autour d'un organisme référent en charge de promouvoir les standards de mesure et de mettre en place les structures permettant d'accueillir les données, de les porter à un niveau de validation qualifiée et de les mettre à disposition au travers d'un guichet unique. Cette approche vise à permettre avant tout la mutualisation de ces données au profit du plus grand nombre afin de :

- coordonner la mise en place des réseaux de marégraphes en France au profit des diverses applications (systèmes d'alerte aux tsunamis et aux ondes de tempête, prévisions des niveaux de la mer et des surcotes/décotes, hydrographie, études environnementales, climatologie...) répondant aux critères définis par les programmes internationaux, dont GLOSS, 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 et de développer un guichet unique des observations de hauteurs d'eau.

⁸ <http://www.sonel.org/-Objectif-et-motivation-de-SONEL-.html>

⁹ (<http://refmar.shom.fr/spip.php?article64>)

6. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

COI (2006) : « Manual on Sea-Level Measurement and Interpretation ». *Volume 4 - An update to 2006*. manuels et guides, n°14, 80p.

[1] Pouvreau N. (2010) : « Vers une coordination de l'observation du niveau de la mer en France ». XI^e journées nationales génie civil – génie côtier, 2-24 juin 2010, Sables-d'Olonne, pp.539-548, DOI:10.4150/jngcgc.2010.063-P. URL : http://www.paralia.fr/jngcgc/11_63_pouvreau.pdf

[2] Pouvreau N. (2008) : « Trois cents ans de mesures marégraphiques en France : outils, méthodes et tendances des composantes du niveau de la mer au port de Brest ». Thèse, université de La Rochelle, 466p. URL : <http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/35/36/60/PDF/ThesePOUVREAU.pdf>

[3] Pouvreau N. (2008) : « Chazallon, père du premier réseau marégraphique en France ». *La lettre de RONIM*, n°6, 9pp. URL : http://www.shom.fr/fr_page/fr_act_oceano/maree/lettre_RONIM_2008.pdf

[4] Poffa N. (2011) : « Évolution des marégraphes du réseau RONIM » (*Annales Hydrographiques 777*).

[5] Lallemand C., Prévot E. (1927) : « Le nivellement général de la France de 1878 à 1926 ». Exposé préliminaire, procès-verbaux, documents administratifs, comptes rendus des travaux du service. Paris, Imprimerie Nationale, 664p.

[6] Courtier A. (1934) : « Données numériques concernant les marées des côtes de France ». *Publication SHOM n°14-1016*, 71p.

[7] CIMER (2009) : « Livre bleu - Stratégie nationale pour la mer et les océans », 41p.

URL : http://www.sgmer.gouv.fr/IMG/pdf/2009-12-08_-_Livre_bleu.pdf

[8] 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, 168p.

[9] SGMer (2010). Instruction permanente du Premier ministre relative à l'observation du niveau de la mer et à la gestion et à la diffusion des données en résultant (n° 863/SGMER du 20 avril 2010).

URL : http://www.circulaires.gouv.fr/pdf/2010/06/cir_31210.pdf

[10] Chersoft (2010). TdB : Tide Data Management Software by Chersoft LTD.

URL: http://www.chersoft.co.uk/products_tdb.htm

[11] ICES (2006) : « *WGMDM Guidelines for Water Level Data* », 7p.

[12] Simon B. (2007) : « La marée océanique côtière ». Collection Synthèse. Institut océanographique éditeur, 434p.

[13] Créach R., Texier C., (2011) : « Refonte de la base des données in situ du niveau de la mer Tide DataBase (TDB) » (*Annales Hydrographiques 777*).

[14] Woodworth P.L., Rickards L.J., Pérez B. (2009) : « A survey of European sea level infrastructure ». *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 9, pp 927-934.

Figure 5. Page d'accueil du portail REFMAR (le 17/01/2011)

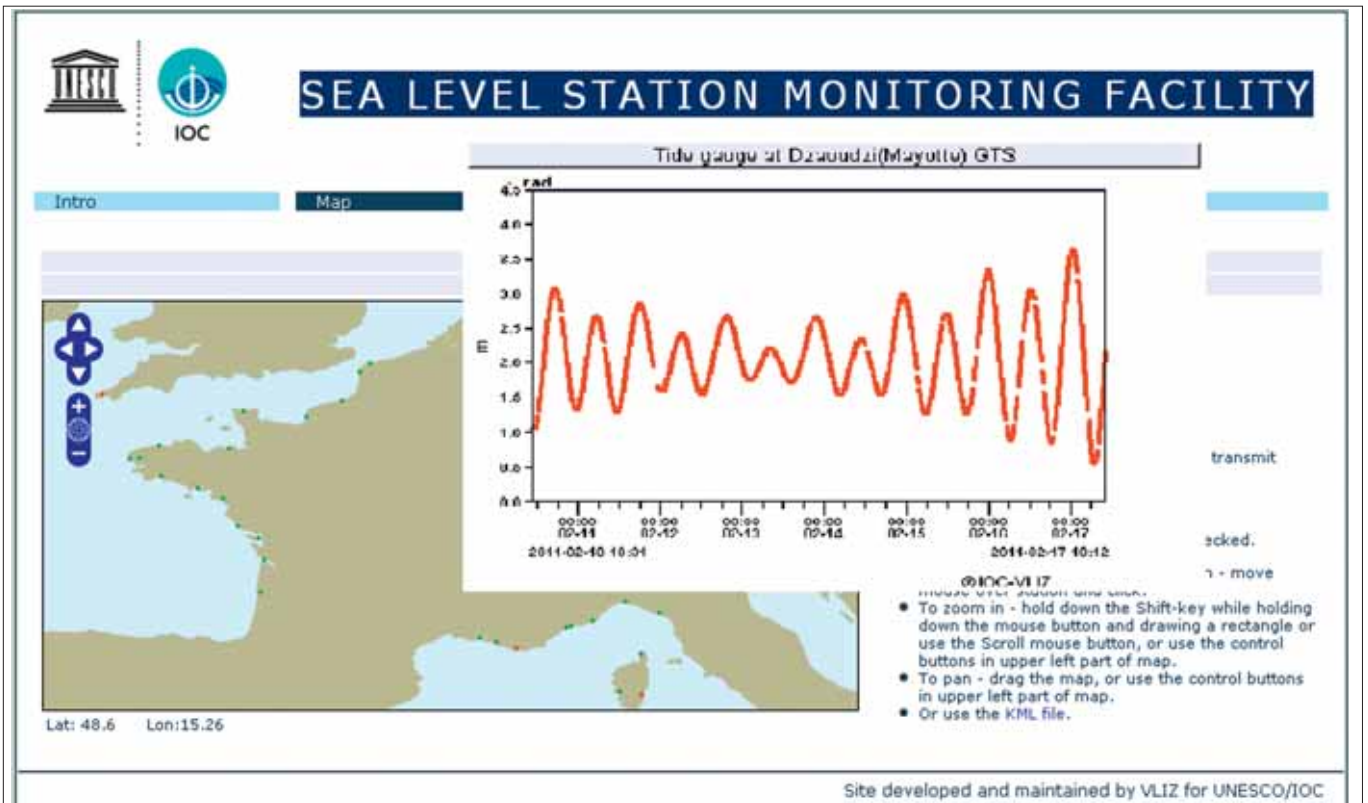


Figure 6. Extrait du portail COI temps réel des observations du niveau de la mer. Le marégramme est tiré du port de Dzaoudzi (Mayotte) du 13 au 15 février 2011).
 URL : <http://www.ioc-sealevelmonitoring.org/map.php>