

1.3. Systèmes d'observations marégraphiques

Introduction

L'année 2011 a été marquée par le séisme de magnitude 9.0 survenu le 11 mars 2011 au large des côtes nord-est de l'île de Honshu (Japon). Le tsunami trans-Pacifique qui a fait suite au tremblement de terre a été mesuré par les marégraphes français installés aux marquises à un peu moins de 10 000km de l'épicentre (<http://refmar.shom.fr/fr/news#14-03-2011>). Cet événement a rappelé la pertinence des systèmes d'observations marégraphiques comme une composante des réseaux d'alerte aux tsunamis.

Le risque de tsunami pour l'ensemble des bassins océaniques a mené à la constitution de systèmes d'alerte aux tsunamis, sous l'égide de la Commission Océanographique Intergouvernementale. Il continue d'être un moteur de développement de l'ensemble des réseaux marégraphiques, **étendant à la fois le nombre d'installations d'observatoires permanents et des coopérations autour des réseaux d'observations.**

Les développements ont ainsi été poursuivis en 2011 en Polynésie française (UPF, SHOM, CEA), dans l'Océan Indien (SHOM, LEGOS), aux Antilles (IPGP, CG Martinique, SHOM) et en métropole. La création d'un Centre Régional d'Alerte aux Tsunamis en Atlantique Nord-Est et Méditerranée (CRATANEM) qui associe le CNRS et le SHOM au CEA s'est poursuivie en 2011 et sera inauguré en Juillet 2012. Ce projet a permis au cours de cette année l'ajout d'une capacité temps réel Internet à tous les marégraphes de métropole et seuls 12 marégraphes restent à relier au CENALT pour une contribution exhaustive au système d'alerte. Ce projet **inscrit la marégraphie dans un contexte opérationnel et crée un réseau intrinsèquement multirisque disponible en particulier pour la prévention des ondes de tempêtes.**

Cette prévention des ondes de tempête est actuellement en place par Météo France dans le cadre de la vigilance météorologique lancé en octobre 2011. Les systèmes d'observations marégraphiques quasi temps réel, opérés par le SHOM, apportent leur contribution à cette vigilance. L'expertise de la cellule HydroDynamique Côtière (HDC) travaille pour l'amélioration continue du système.

Cette année a aussi permis de voir élever l'observation du niveau de la mer au rang des mesures phares du plan français d'adaptation au changement climatique présenté le 20 juillet 2011 par N. Kosciusko-Morizet, ministre de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement (<http://refmar.shom.fr/fr/news#22-07-2011>).

Sur le plan international, l'année 2011 a été marquée par la 12^{ème} réunion du groupe d'expert GLOSS à l'UNESCO, à Paris, en Novembre. A cette occasion, deux "workshops" sur les niveaux extrêmes et sur la surveillance par GPS des mouvements verticaux des sites marégraphiques étaient aussi programmés. La France était représentée par l'Université de la Rochelle, le LEGOS et le SHOM (<http://refmar.shom.fr/fr/news#20-10-2011>). Lors des différents ateliers, l'accent a été mis sur la **nécessité et la standardisation du contrôle des données** collectées au travers la publication par le groupe d'expert international d'un nouveau manuel dédié : Quality control of sea level observations.

L'importance de la numérisation et de la valorisation des marégrammes papier historiques, notamment en Afrique, a également été fortement rappelée pour soutenir les études climatiques à l'échelle des océans. Les marégraphes de Leava situé sur l'île

de Futuna et de Toamasina (côte Est de Madagascar) ont été approuvés pour intégrer le réseau fondamental d'observation GLOSS et recevront un numéro GLOSS lors de la prochaine session prévue en 2014.

Enfin, cette fin d'année a vu l'acquisition par le SHOM grâce à des crédits GRGS de différents types de capteurs marégraphiques (radar, pression, ...) afin de mener à bien des études comparatives multi appareils. Les marégraphes, mesureront le niveau de la mer depuis un même site : l'observatoire marégraphique de Brest. Par son suivi depuis plus de cent ans, ce site est une référence internationale en matière d'observation marégraphe. Le déploiement des capteurs est prévu pour 2012. De même, cette fin d'année a vu la réalisation de la première bouée GPS SHOM, financée également par le GRGS. Les premiers résultats préliminaires sont encourageants. Une première campagne bouées GPS est programmée fin mars 2012, sur le site de l'observatoire marégraphiques de l'île d'Aix avec l'Université de La Rochelle, les bouées GPS du LEGOS, de l'OCA et du SHOM.

Développement des réseaux de marégraphes français

Extension et modernisation du réseau RONIM

Au 1^{er} janvier 2012, le **réseau RONIM** (SHOM) est constitué de 41 marégraphes (36 au 1^{er} janvier 2011) dont sept dans les territoires d'Outre-mer, un en Principauté de Monaco et un dans le port de Toamasina (Madagascar). L'ensemble du **réseau marégraphes** est **homogène** et constitué de télémètres radar et de centrales d'acquisition de nouvelle génération.

En 2011, la **transmission des données** de hauteurs d'eau vers le Système Mondial de Télécommunication été implémentée via des balises satellite et le codage des messages au format CREX. Cette transmission, indépendante des réseaux Internet et téléphonique constitue une **redondance sûre**, utile dans le cadre de système d'alerte (Tsunamis, tempête) et répond aux directives internationales adoptées par l'UNESCO. L'effort sur la redondance des transmissions par satellite sera poursuivi notamment en métropole dans le cadre du Plan Submersion Rapide.

Neuf marégraphes sont aujourd'hui co-localisés avec un GPS permanent (Saint-Malo, Roscoff, Brest, La Rochelle, Saint-Jean-de-Luz, Sète, Marseille, Ajaccio et Fort-de-France).

L'année 2011 a également été marquée par le déploiement du réseau d'observation dans de nouveaux ports, avec l'équipement des observatoires de marée :

- de L'île Rousse en Corse et La Figueirette (PACA) dans le cadre du projet CRATANEM.
- sur l'Île d'Aix en partenariat avec l'université de La Rochelle.
- de Sainte-Marie (La Réunion) dans le cadre du développement du Système d'Alerte aux Tsunamis dans l'océan Indien (SATOI) et de l'aide apportée par la France aux États affectés par la catastrophe du 26 décembre 2004.

Le dernier marégraphe à flotteur de Port-Tudy a été remplacé par un marégraphe radar numérique.

Enfin le réseau RONIM en métropole a poursuivi sa contribution aux **initiatives et programmes internationaux**, notamment au niveau européen. Il participe de manière

notable à la mise à disposition de données temps réel sur le portail Internet mis en place par la COI (<http://www.ioc-sealevelmonitoring.org/>). Les marégraphes RONIM participent de plus au **développement de l'océanographie côtière opérationnelle**. En particulier, ces marégraphes contribuent par la production de données en temps quasi réel, aux composantes NOOS (North west european shelf Operational Oceanographic System) et IBI-ROOS (Ireland-Biscay-Iberia Regional Operational Oceanographic System) du programme EuroGOOS (European Global Ocean Observing System). Enfin il convient de mentionner la production de données **au profit du système d'alerte aux tsunamis** dans l'Océan Indien (SATOI) depuis 2007 et du Système d'Alerte aux Tsunamis en Atlantique Nord-Est et Méditerranée (SATANEM) depuis 2009. En 2012, les marégraphes des Caraïbes ont tous été passés en temps quasi réel afin de contribuer également au système d'alerte aux tsunamis des Caraïbes (CarTWS)

Modernisation du réseau ROSAME

Le **réseau ROSAME** (LEGOS) est constitué de 4 stations marégraphiques côtières établies dans les Terres Australes et Antarctiques Françaises. Ces quatre stations font partie du réseau mondial de surveillance du niveau de la mer GLOSS. Hormis la station de Dumont d'Urville, située sur le continent Antarctique, les observatoires se trouvent sur des îles localisées dans la partie subantarctique de l'Océan Indien. Les stations de Kerguelen et Dumont d'Urville sont co-localisées avec des GPS permanents tandis que les îles de Saint Paul et de Crozet font l'objet de campagnes GPS régulières depuis 2003. Les 3 observatoires subantarctiques sont équipés de stations bi capteurs (comprenant un radar et un capteur de pression). Les données sont **transmises** en temps réel par ARGOS **et archivées au centre GLOSS** sur une base mensuelle.

En 2011, la station de Saint-Paul a été modernisée et une station GPS permanente a été installée.

Dans le but de compléter le réseau de marégraphes dédié à la validation des mesures altimétriques, à l'étude du niveau de la mer (GLOSS) ou du SATOI, une étude préliminaire d'installation d'observatoires a été effectuée aux îles Eparses et en Antarctique. Des mesures marégraphiques ont ainsi été réalisées sur les îles Eparses de Juan de Nova et Europa, dans le canal du Mozambique. Seule l'île d'Europa semble disposer des critères nécessaires à l'implantation d'un marégraphe permanent. En 2012, la station de Dumont d'Urville devrait être remise en état avec la mise en place de nouveaux capteurs à oxygène, PAR et fluo. Le site de Commonwealth Bay (Cap Denison, Antarctique) est quant à lui en cours d'installation. Ce site sera intégré au réseau ROSAME ainsi qu'au réseau mondial GLOSS.

Réseau de marégraphes dans les Caraïbes

Le projet Interreg IV Caraïbes de mise en place de la partie montante de l'alerte aux tsunamis dans l'arc Antillais baptisé TSUAREG s'est poursuivi en 2011 avec des travaux d'installations et de modernisations de marégraphes aux Antilles. Ce volet marégraphique dans les Caraïbes est opéré par l'IPGP, le SHOM et le Conseil Général de Martinique.

Ce besoin de contribution de marégraphes français à ce système d'alerte a conduit l'IPGP à initier en 2009 l'installation de nouveaux marégraphes à Deshaies et La

Désirade en Guadeloupe. Le SHOM a appuyé l'IPGP en présentant les matériels utilisés pour RONIM. **Cette coopération a mené** à la sélection du capteur radar Khrono Optiflex, avec un premier déploiement de ce type de télémètre en 2010 à La Désirade.

Aujourd'hui, le marégraphe de l'IPGP vient densifier le réseau déjà constitué des 3 marégraphes du réseau RONIM du SHOM (Fort-de-France, Pointe-à-Pitre, Iles du Salut) et du marégraphe du Prêcheur, opéré par le Conseil Général de la Martinique.

2011 a vu la **modernisation de la station marégraphique** de Fort-de-France avec la mise en place d'un ensemble Mareta nouvelle génération avec un capteur optiwave et l'installation d'une **balise satellite** GOES et de l'**ADSL** pour la transmission des données en temps réel. Cette modernisation de l'observatoire c'est également accompagné par l'ajout d'un **GPS** financé dans le cadre du GRGS et réalisé par l'ULR.

Le Conseil Général de la Martinique, l'IPGP et le SHOM poursuivront la modernisation du réseau marégraphique avec dans les deux années qui viennent l'installation de nouveaux observatoires ou la modernisation des stations marégraphiques existantes.

Réseau de marégraphes en Polynésie Française

Le réseau de marégraphes en Polynésie française est désormais constitué de 8 marégraphes suite à l'installation courant avril 2011 d'un marégraphe à Vairao (presqu'île de Tahiti). Cette nouvelle installation poursuit la **coopération** entre le CEA/LDG, la Protection Civile, le SHOM et l'UPF, contributeur le plus important localement, qui avait conduit en 2008, 2009 et 2010 à installer un marégraphe à Tubuaï (aux Iles Australes), à Rangiroa (aux Tuamotu) et à Huahine (îles Sous-le-vent).

Equipées de radar, capteur de pression et d'un GPS permanent co-localisé avec le marégraphe, les stations marégraphes de Tubuaï, Rangiroa et Vairao participent à la fois au **réseau d'alerte aux tsunamis et à la surveillance à long terme du niveau de moyen de la mer** tandis que l'installation de Huahine, ne comprenant qu'un capteur de pression seul, est plus particulièrement dédiée à la **détection des tsunamis**.

Un réseau régional se développe ainsi en Polynésie Française en synergie entre les organismes, en complément des marégraphes déjà opérés par le CEA/LDG (Hiva Oa, Marquises) et l'UHSLC (Papeete, Tahiti - Nuku Hiva, Marquises et Rikitea, Gambier). **Les opérations de maintien en condition opérationnelle** (MCO) ont été effectuées en cours de 2ème semestre 2011 grâce au financement de la DÉGÉOM. Les MCO complets (à faire tous les 3 ans) des stations de Tubuaï et Rangiroa ont eu lieu en septembre et octobre 2011 puis les MCO semestriels (comportant sur un test de Van de Castele pour vérifier la cohérence des données) des installations de Huahine, Vairao et Papeete (marégraphe américain) ont été effectués.

Deux autres installations de stations marégraphes sont prévues courant 2012 : une en mars 2012 à Rikitea (aux îles Gambier) et une en septembre 2012 à Makemo (aux Tuamotu centre).

Réseau de marégraphes en Nouvelle-Calédonie

Le développement des réseaux de marégraphes dans le Pacifique au profit des problématiques de sécurité civile est suivi par la Délégation Générale du Secrétariat d'Etat à l'Outre-mer. Les récents tsunamis générés suite aux séismes aux îles Salomon

les 1er avril 2007 et 6 janvier 2010 et aux Samoa le 30 septembre 2009 ont en particulier guidé à la définition et au lancement d'un projet de constitution d'un réseau de marégraphes d'alerte en Nouvelle-Calédonie, à Wallis et Futuna. Ce projet est aujourd'hui conduit par la Direction de la Sécurité Civile en partenariat avec le SHOM. Les premières installations de marégraphes permanents, en complément du marégraphe RONIM existant à Nouméa (Numbo) ont été réalisées à Hienghène en février 2011, Ouinné en mai 2011 et Lifou en août 2011 en ce qui concerne la Nouvelle-Calédonie et à Futuna (Leava) en octobre 2011 en ce qui concerne Wallis et Futuna. Les futures installations prévues à Mare et à Wallis ont été préparées et seront réalisées dans le courant de l'année 2012.

Participants au projet

| | |
|----------------------------|-----------------------|
| Gaël André | SHOM |
| Jean-Pierre Barriot | UPF |
| Valérie Clouart | OVSM/IPGP, Martinique |
| Gwenaële Jan | SHOM |
| Ronan Creach | SHOM |
| Thomas Gouriou | Univ. La Rochelle |
| Nicolas Pouvreau | SHOM |
| Marie Protat | SHOM, Papeete |
| Yves-Marie Tanguy | SHOM |
| Philippe Techine | LEGOS |
| Laurent Testut | LEGOS |
| Pascal Tiphaneau | Univ. La Rochelle |
| Guillaume Voineson | SHOM |
| Guy Woppelmann | |