



Observatoire volcanologique
et sismologique
de Martinique
INSTITUT DE PHYSIQUE DU GLOBE DE PARIS



Observatoire volcanologique
& sismologique
de Guadeloupe
INSTITUT DE PHYSIQUE DU GLOBE DE PARIS



METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance



Compte-rendu de l'installation du Marégraphe Côtier Numérique de Fort-de-France du 7 au 15 décembre 2011

TSUAREG : Mise en place de la partie montante de l'alerte aux tsunamis dans l'arc Antillais

Participants :

Noé Poffa (SHOM)
Bernard Croguennoc (SHOM)

Rédacteur :

N. Poffa

SHOM • Service Hydrographique et Océanographique de la Marine • Programme Tsuareg
CS 92803 29228 BREST CEDEX 2 • France • Tél : +33 (0)2 9822 1747 • Fax : +33 (0)2 9822 0591





Résumé :

Dans le cadre du projet TSUAREG, le SHOM s'est engagé au titre de sa participation à la partie montante de l'alerte aux tsunamis dans l'arc Antillais à moderniser ses 3 marégraphes dans la région (Fort-de-France, Pointe-à-Pitre et Ile Royale) et à les équiper de transmissions satellitaires. A terme, ces trois MCN (Marégraphes Côtiers Numériques) pourront ainsi contribuer au système d'alerte aux tsunamis dans les Caraïbes. Au niveau français, le réseau de marégraphes dans les Caraïbes se compose aujourd'hui des trois marégraphes SHOM, des stations marégraphiques de la Désirade et de Deshaies opérées en Guadeloupe par l'Observatoire Volcanologique et Sismologique de Guadeloupe (OVSG/IPGP) et du marégraphe du Prêcheur opéré par le Conseil Général de la Martinique. Ce compte rendu résume l'intervention de décembre 2011 sur le MCN de Fort-de-France par les techniciens du SHOM.

Historique du site marégraphique de Fort-de-France

5 mars 2004 :	Signature de la convention n° E69/2003 SHOM/Météo-France/Marine Nationale pour l'installation d'un MCN dans le local du marégraphe situé sur le Quai aux Huiles de la base navale de Fort-de-France (où se trouvait l'ancien marégraphe à flotteur OTT R16 en service depuis 1981).
2 novembre 2005 :	Installation du MCN composé d'un capteur radar Krohne BM70A et d'une centrale Marelta.
15 décembre 2010 :	Notification d'acceptation du projet Tsuareg par le programme Interreg Caraïbe IV, comprenant le financement de la transmission satellitaire des marégraphes de Martinique, Guadeloupe et Guyane.
4 Octobre 2011 :	Signature de la convention n°172/2011 SHOM/Ministère de la Défense pour l'installation d'un moyen de transmission satellite sur le MCN.
17 novembre 2011 :	Signature de la Convention Tsuareg, entre le Conseil Régional de Guadeloupe et l'Institut de Physique du Globe de Paris, chef de file de l'opération.
15 décembre 2011 :	Changement du capteur de distance (Krohne Optiwave) et de la centrale d'acquisition (Marelta dernière génération). Mise en place d'une station GPS permanente en partenariat avec l'Université de La Rochelle dans le cadre du GRGS. Installation d'un moyen de transmission satellite dans le cadre du projet TSUAREG.





Situation du marégraphe

L'ensemble constituant le marégraphe côtier numérique de Fort-de-France est installé dans un abri dédié, à l'extrémité Sud-Ouest du Quai aux Huiles dans la zone appartenant à la base navale. La Marine Nationale a procédé en 2005 à la remise en état du local, avec déplacement de la porte d'entrée vers la partie protégée du Quai aux Huiles où se fait dorénavant l'entrée. L'extrait de carte marine et les photographies ci-après illustrent l'emplacement exact du MCN :

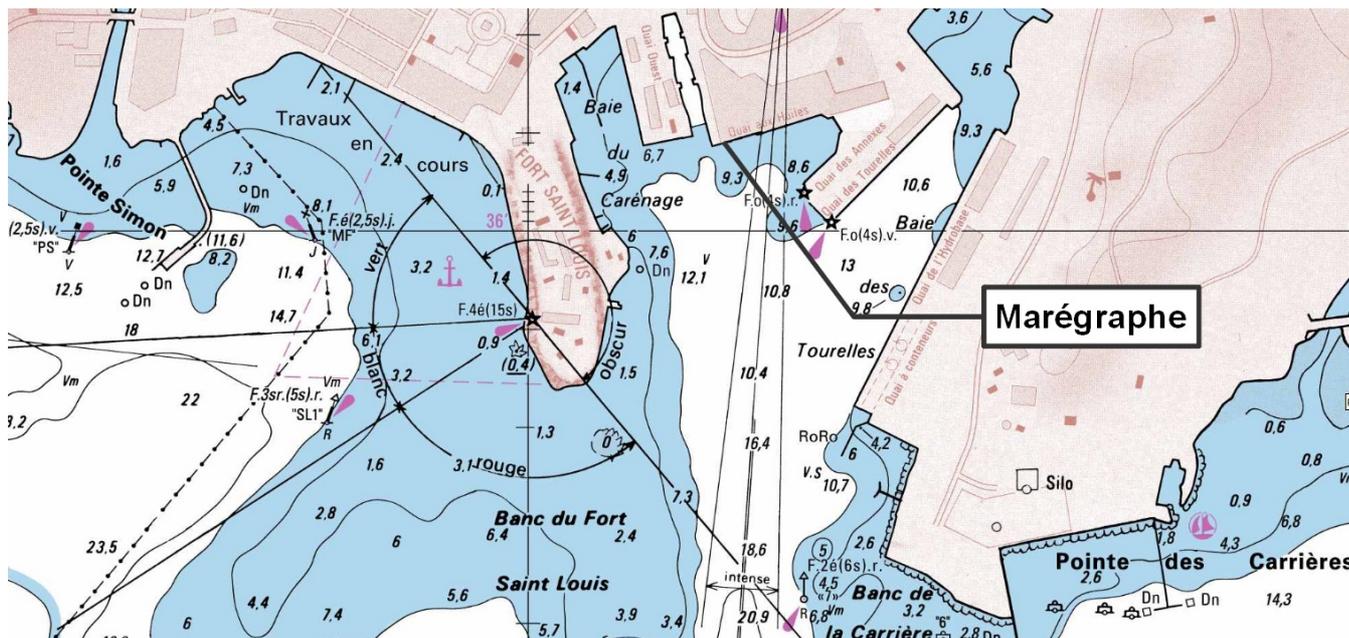


Figure 1. Extrait de la carte SHOM n° 6892



Figure 2. Vue du quai aux Huiles et du Fort St Louis (Base Navale)





Acquisition et transmission des mesures de hauteur d'eau

Le matériel installé est décrit ci-dessous. Le capteur radar existant a été remplacé par un radar Krohne Optiwave plus performant, la centrale d'acquisition Marelda a été remplacée par son équivalent de dernière génération, un système de transmission des données en temps réel par ligne ADSL a été installé ainsi qu'une balise de transmission satellitaire. Par ailleurs l'ensemble du matériel est alimenté par des batteries chargées en continu afin de pallier à une coupure secteur (5j).

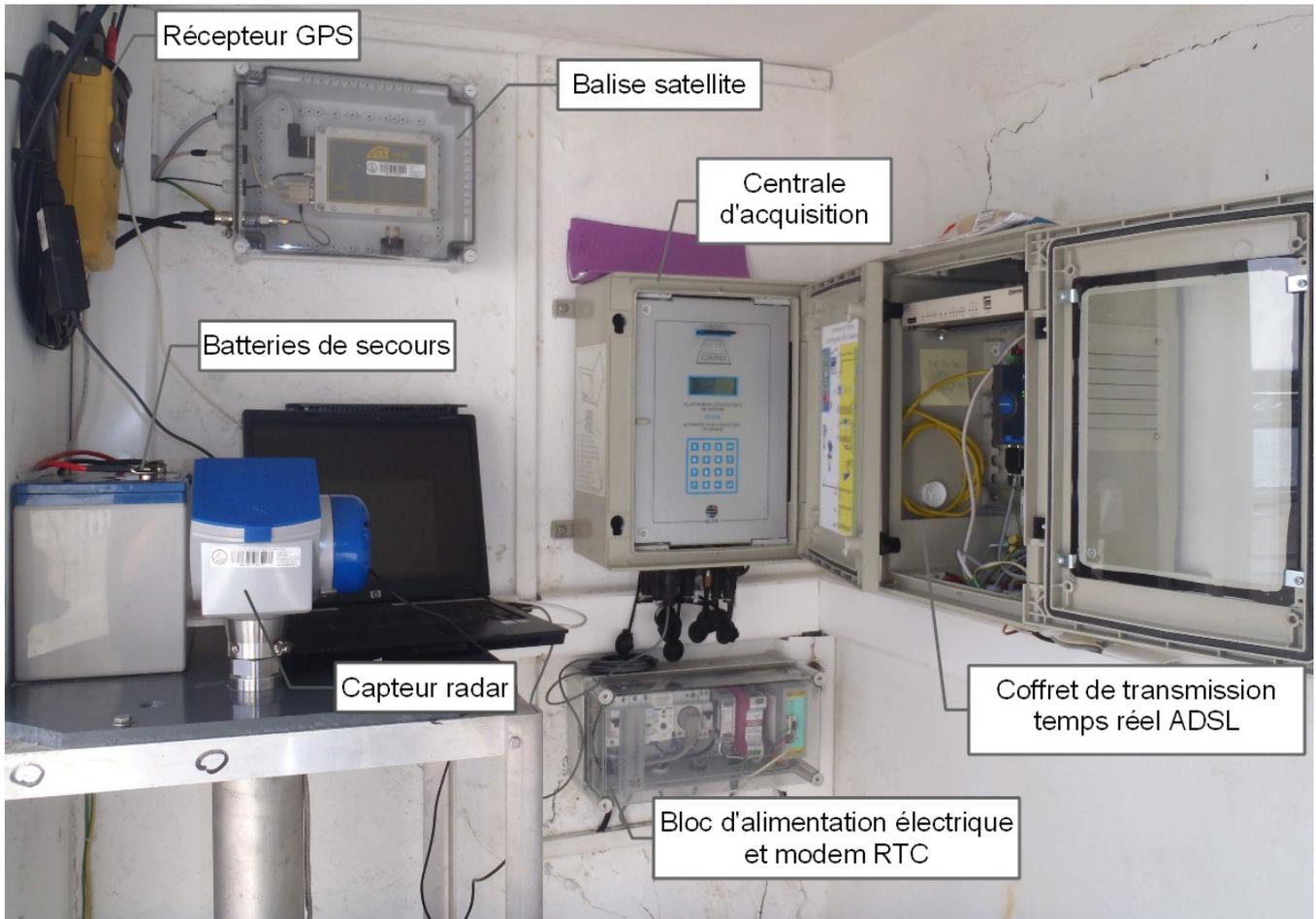


Figure 3. Ensemble du matériel constituant le MCN

En accord avec les exigences techniques du système d'alerte aux tsunamis dans les Caraïbes (CarTWS), la transmission des mesures de hauteur d'eau par satellite a été choisie comme mode de diffusion fiable des données. Le marégraphe de La Désirade installé en juin 2010 par l'OVSG/IPGP transmet par exemple ses données via le satellite GOES avec un créneau à 5 min obtenu auprès de la NOAA. Les mesures transmises sont des mesures échantillonnées chaque minute et le message est codé au format constructeur SHEF. Le SHOM étant déjà opérateur de réseaux de marégraphes dans l'Océan Indien et en Méditerranée sur les projets de centre d'alerte aux tsunamis CNATOI et CENALT, il a été décidé d'utiliser pour les Caraïbes le même satellite géostationnaire Météosat-9 que pour ces deux autres régions. Le





satellite géostationnaire Météosat-9 situé à 0° de longitude permet en effet de couvrir l'arc Antillais (figure 4) Un créneau à intervalle de transmission de 6 min a ainsi été obtenu auprès de l'agence européenne Eumetsat afin de transmettre les données du marégraphe vers les centres de traitement via le SMT (Système Mondial de Télécommunications). Le codage des messages de données est le format standard CREX défini par l'OMM. Une description des codages CREX et SHEF utilisés par les marégraphe notamment dans le cadre des alertes aux tsunamis peut être trouvée dans le document technique de la NOAA en référence (http://tidesandcurrents.noaa.gov/publications/tech_rpt_026.pdf).

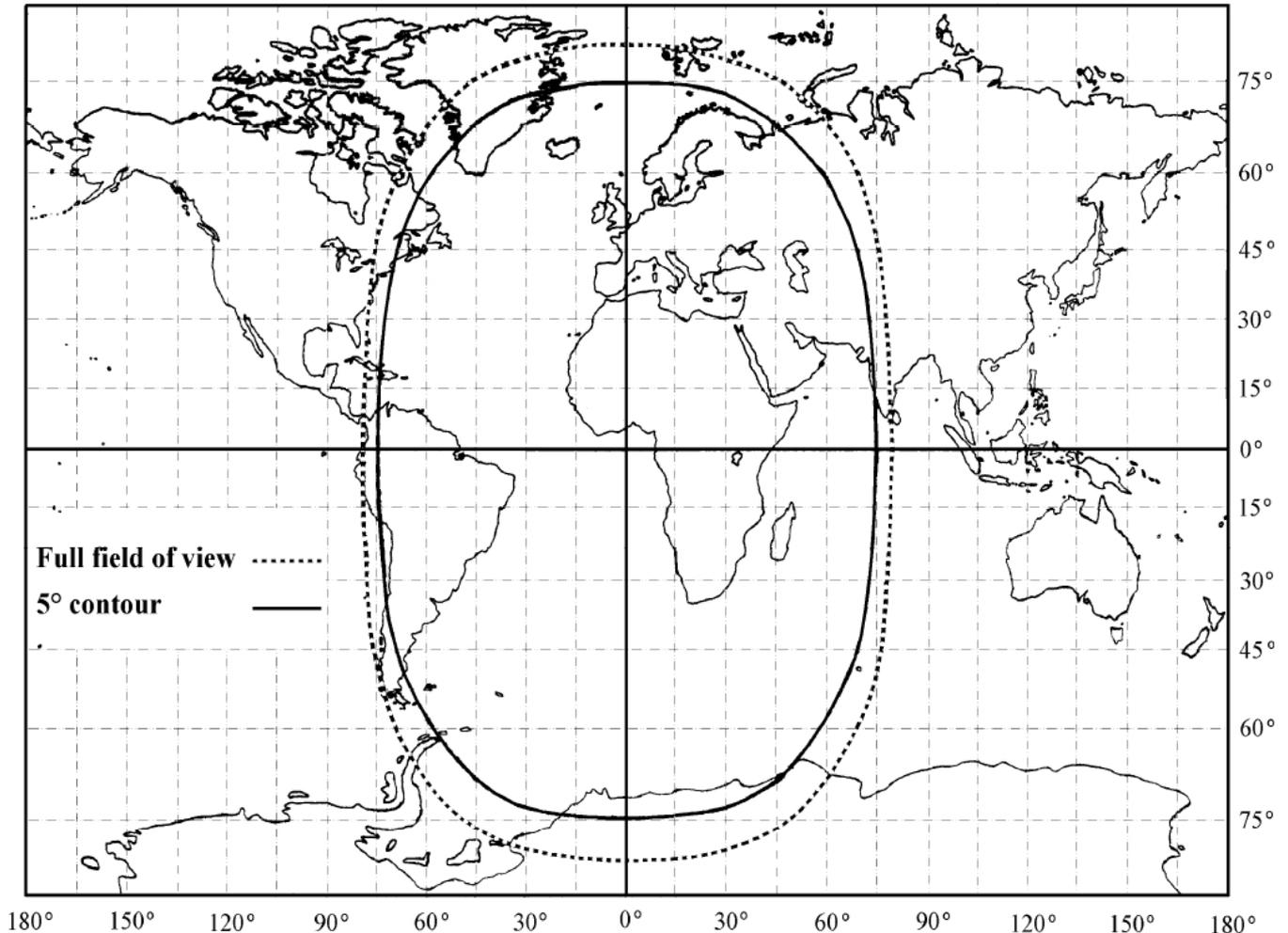


Figure 4. Aire de couverture DCS du satellite Météosat-9 (figure tirée de TD 16 - Meteosat Data Collection and Retransmission Service – EUMETSAT)

C'est a priori ce système qui sera utilisé pour les marégraphe de Pointe-à-Pitre et de l'Île Royale qui doivent être instrumentés en 2012. En plus de cette transmission satellitaire, il est prévu de relier la ligne téléphonique du marégraphe à l'ADSL afin de récupérer en temps réel la donnée (mesure de hauteur d'eau à la cadence d'1 seconde) ainsi que les données de la station GPS permanente également installée sur ce site. Cette ligne ADSL dépendant de Météo-France n'est pas encore opérationnelle à la date de publication de ce rapport.





L'antenne d'émission satellite de type Yagi a été positionnée en accord avec la convention SHOM n° 172/2011 sur le mur surplombant l'abri du marégraphe. Elle a été installée sur un mât de support relativement haut permettant d'éviter aux émissions d'être perturbées par l'éventuelle présence de bateaux à quai en raison du faible angle d'élévation de l'antenne (20°). Lors de la mise en service et des tests d'émission, la frégate *Germinal* était à quai et il a pu être vérifié que sa présence ne gênait pas les émissions. Il est peu probable mais néanmoins possible qu'occasionnellement des navires de tirant d'air plus important puissent masquer la visibilité du satellite.

Les statistiques de réception des messages émis par le MCN de Fort-de-France sont de l'ordre de 95% de réussite (taux de données valides transmises sur le SMT) confirmant un fonctionnement optimal du système.



Figure 5. Vue de l'antenne satellite

Station	FORT DE FRANCE
Longitude	61° 03,8' W
Longitude (dec.)	61,06333
Latitude	14° 36,1' N
Latitude (dec.)	14,60167
Satellite	Météosat-9 @ 0°
Altitude géostationnaire (km)	35787
Distance station-satellite (km)	39581,98
Élévation antenne (deg)	19,7
Azimuth antenne (deg)	97,9
Declinaison magnétique	14° 47' W
Azimuth compas à relever	112,7°
Heure d'émission	HH:01:30
Période d'émission	6 MIN
Identificateur (Hexa)	186AA7DE
Canal d'émission	R76 (402.2140 MHz)



Figure 6. Paramètres d'émission et de positionnement de l'antenne satellite (calculs et www.dishpointer.com)



Étalonnage du capteur de niveau radar

L'ancien capteur de niveau KROHNE BM70 a été remplacé par un capteur KROHNE Optiwave, la plaque de support du capteur a été changée par une plaque de même dimension ne modifiant donc pas la cote des repères de tirant d'air (3,403 m/ZRS, GOA 2010). La visualisation sous le logiciel Pactware du signal radar reçu permet de confirmer que la détection du niveau d'eau n'est affectée d'aucune interférence. Le tube en inox agissant ici comme un guide d'onde, la détection du niveau de mer est optimale :

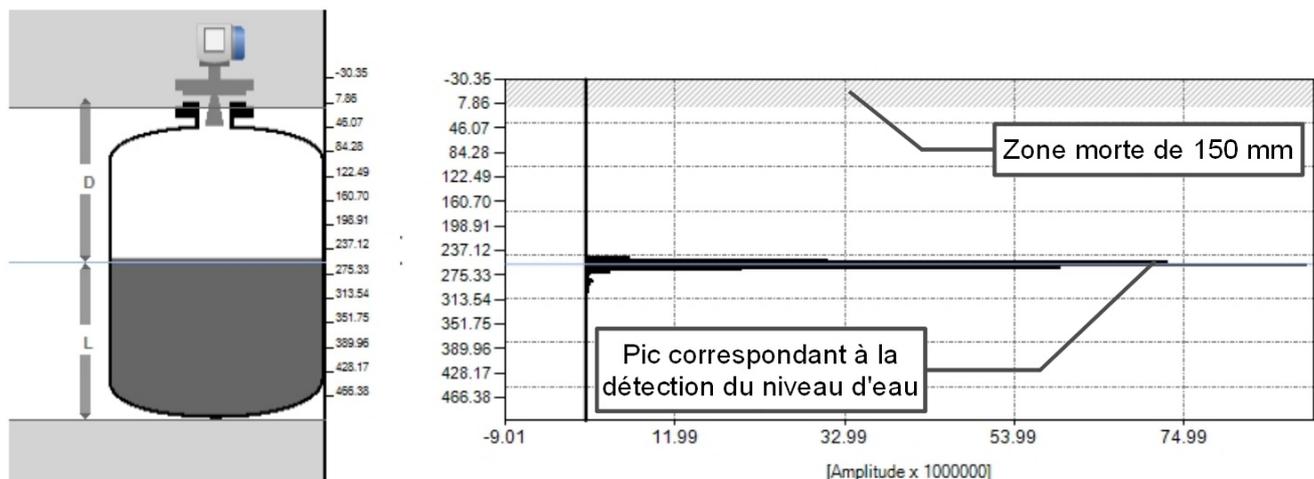


Figure 7. Visualisation du pic de signal radar sous le logiciel Pactware

L'étalonnage du capteur a ensuite été réalisé par comparaison avec une série de mesures de référence effectuées avec la sonde lumineuse étalonnée n°38. A l'issue de ces mesures un coefficient d'offset de -0,44 cm correspondant à la moyenne des écarts de mesure a été introduit dans la centrale d'acquisition Marelta afin de corriger le décalage de référence observé. Aucun coefficient de pente n'a été introduit, la comparaison des mesures ne montrant pas de pente significative. Le détail de ces mesures effectuées sur une amplitude de marnage d'une douzaine de centimètres est détaillé ci-dessous :

Date	H.d'eau sonde (cm)	H.d'eau MCN (cm)	Ecart (cm)
12/12/2011 14:10	80,6	79,9	-0,7
12/12/2011 14:20	82,5	82,4	-0,1
12/12/2011 15:30	87,9	87,7	-0,2
12/12/2011 16:00	88,1	87,7	-0,4
12/12/2011 18:30	92,0	91,4	-0,6
12/12/2011 18:50	92,2	91,5	-0,7
12/12/2011 19:20	91,2	90,6	-0,6
12/12/2011 20:00	89,2	89,0	-0,2
<i>Écart type des écarts :</i>			0,24
<i>Moyenne des écarts (coefficient d'offset a) :</i>			-0,44

Figure 8. Mesures d'étalonnage du 12/12/2011



Afin de vérifier la validité de la correction appliquée, une nouvelle série de mesures comparatives a été réalisée les jours suivants l'installation, le tableau ci-après présente ces résultats.

Date	H.d'eau sonde (cm)	H.d'eau MCN (cm)	Ecart (cm)
12/12/2011 20:10	89,2	89,0	0,2
12/12/2011 20:20	86,3	86,3	0,0
12/12/2011 20:30	86,9	87,3	0,4
13/12/2011 14:40	79,6	79,5	0,1
13/12/2011 14:50	79,8	79,8	0,0
13/12/2011 15:00	80,8	81,1	0,3
14/12/2011 18:20	89,0	89,3	0,3
14/12/2011 18:30	89,3	89,5	0,2

Figure 9. Mesures de contrôle du 12 au 14/11/2011

Les écarts individuels observés ne sont pas significatifs et restent inférieurs au centimètre en accord avec les recommandations de l'IOC (Manual on Sea-Level Measurement and Interpretation. Volume 4-An update to 2006).

Diffusion des données

Trois types de liaisons permettent le transfert des données du marégraphe :

-La liaison téléphonique permet au SHOM le téléchargement des données de hauteur d'eau moyennées sur 2 minutes toutes les 10 minutes ainsi que de recevoir des alarmes (avaries, dépassement de seuils...)

-La liaison satellitaire permet de transmettre toutes les 6 minutes les données échantillonnées à la minute et moyennées sur 15 secondes. Elles sont diffusées sur le SMT afin d'être mis au service des opérateurs agréés (Météo-France, SHOM, IOC, centres d'alertes).

-La transmission par ADSL (non opérationnelle à ce jour) permettra au SHOM de recevoir les données brutes à la seconde du MCN. Celles-ci sont traitées (échantillonnage à la minute et moyenne sur 15 secondes), archivées et re-diffusées par ftp vers les organismes demandeurs.

Les mesures sont diffusées sur divers sites Internet accessibles au public et sont téléchargeables sur inscription. Les mesures temps réel sont sur le site de l'IOC (<http://www.ioc-sealevelmonitoring.org/station.php?code=ffr>) et l'intégralité des données (temps réel et validées en temps différé) ainsi que toutes les informations liées aux marégraphe côtiers sont disponibles sur le portail Refmar (<http://refmar.shom.fr/fr/fort-de-france>) du SHOM.





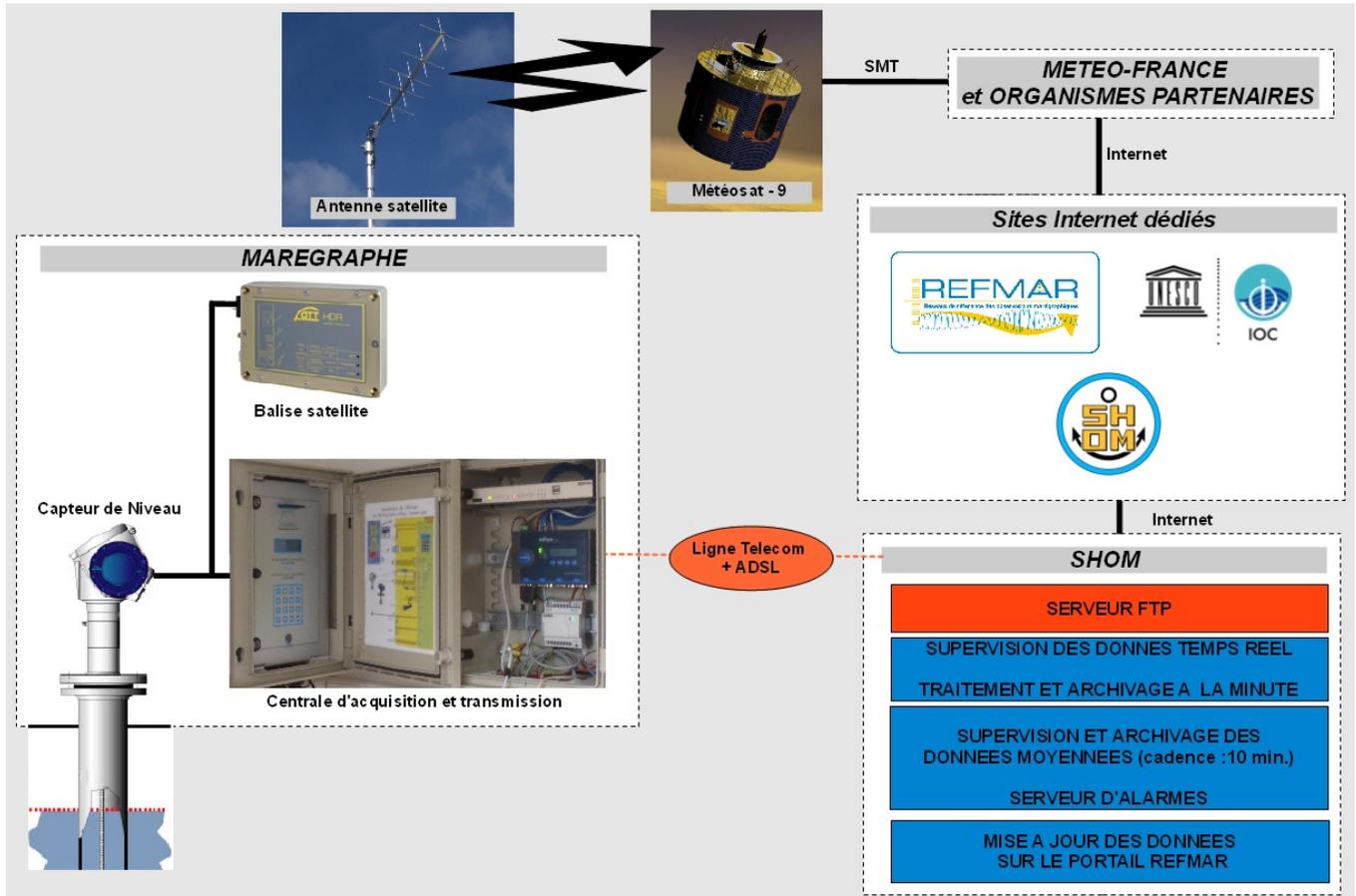


Figure 10. Synoptique des transmissions de données du MCN de Fort-de-France

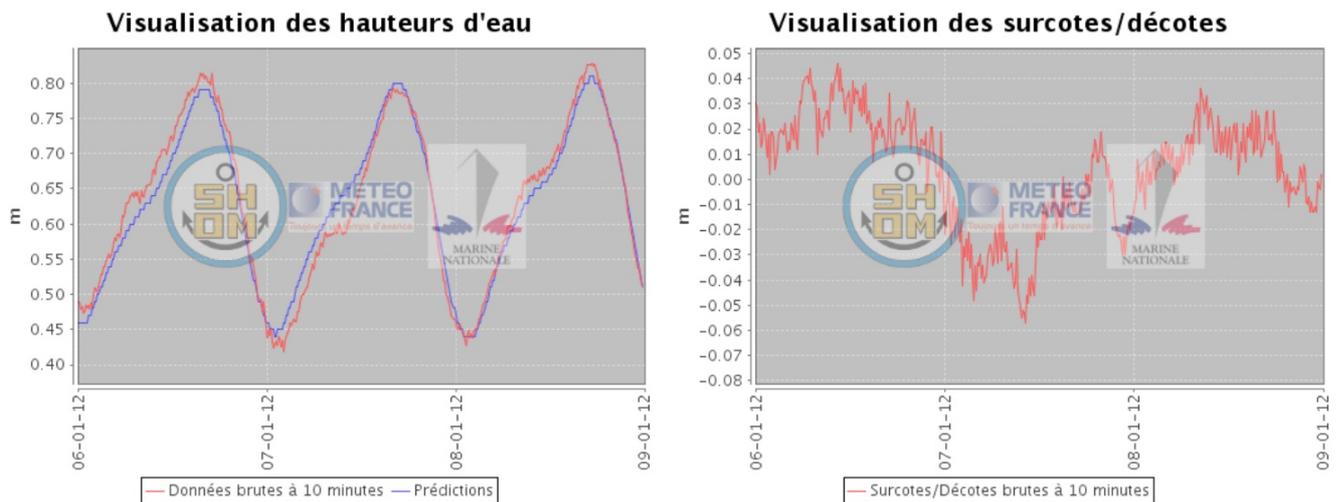


Figure 11. Exemple de visualisation (mesures validées) sur le portail Internet Refmar

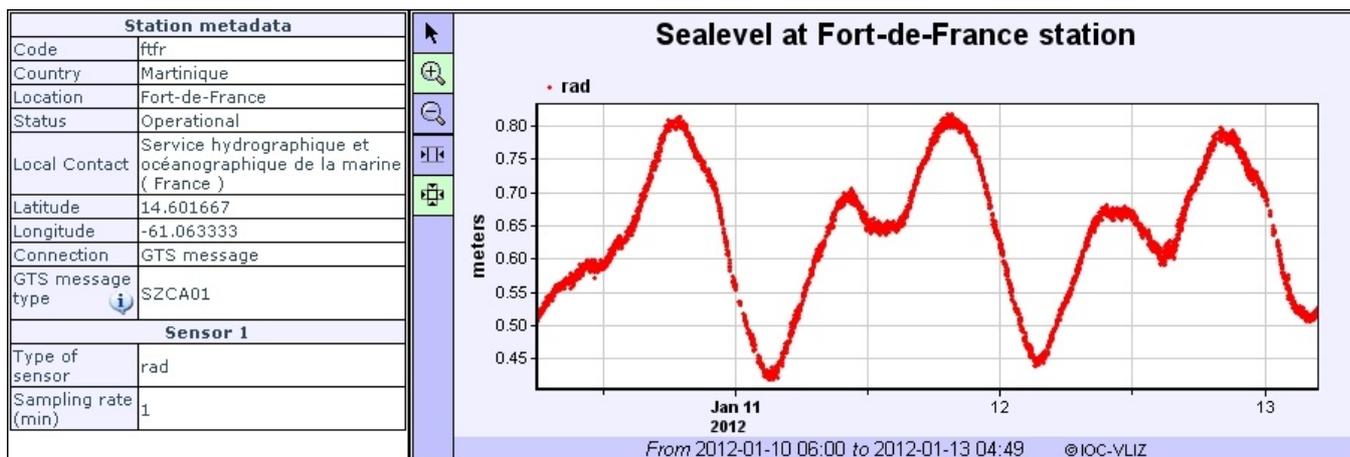


Figure 12. Exemple de visualisation (mesures diffusées sur le SMT) sur le site de l'IOC

Conclusion

L'installation s'est déroulée sans problèmes particuliers et ce site est maintenant équipé d'une transmission satellitaire permettant de diffuser les données sur le SMT ainsi que du dernier matériel en vigueur sur le réseau de MCN du SHOM. Des actions sont en cours en lien avec Météo-France pour le raccordement de la ligne ADSL et avec la Marine Nationale afin d'effectuer la remise en état de la façade Sud de l'abri qui se détériore avec le temps. Nous remercions l'IPGP, Météo-France, l'ULR et la Marine Nationale, partenaires du SHOM sur ce projet.





ANNEXE : CONTACTS

Observatoire Volcanologique et Sismologique de Martinique (OVSM)

Institut de Physique du Globe de Paris (IPGP) - Sorbonne Paris Cité

Valérie Clouard

Téléphone : 05 96 78 41 44 / 06 96 80 02 53

E-mail : clouard@ipgp.fr

Météo-France - Direction Interrégionale Antilles-Guyane

route du Général Brosset

BP 645

97262 Fort-de-France cedex

Téléphone : 05 96 63 99 66

Max Reyat, Directeur

Téléphone : 05 96 63 99 61 / 06 96 25 42 08

E-mail : max.reyat@meteo.fr

Météo-France - Service Régional en Martinique

Aéroport du Lamentin

BP 379

97288 Le Lamentin cedex 02

Téléphone : 05 96 57 23 23 / 06 96 26 07 81

Service Technique SRMA/MT

Téléphone : 05 96 57 23 26

E-mail : srmamt@meteo.fr

Henri Jacobière, Responsable de la section maintenance

Téléphone : 05 96 57 23 30

E-mail : henri.jacobiere@meteo.fr

Base navale de Fort St-Louis

97261 Fort-de-France

Téléphone : 05.96.59.48.61

