

INSTALLATION D'UNE STATION GPS PERMANENTE (ROTG) AU MAREGRAPHE DE ROSCOFF & CONTROLE DU MAREGRAPHE 25 août 2009

Rédacteurs : Pascal TIPHANEAU et Emmanuel BARDIERE



Table des matières

1. INTRODUCTION.....	5
2. ORGANISATION DE LA MISSION.....	5
2.1. CONTACTS PRATIQUES	5
2.2. MATERIEL EMPORTE	6
2.3. ACCES AU SITE ET SITUATION.....	6
2.4. PRISE EN CHARGE DE LA MISSION.....	7
3. DESCRIPTION DES TRAVAUX ET RESULTATS OBTENUS.....	7
3.1. INSTALLATION DU PYLONE.....	7
3.2. DETERMINATION DE LA HAUTEUR D'ANTENNE	9
3.2.1. <i>Mesures au distance-mètre laser.....</i>	9
3.2.2. <i>Mesures par nivellement optique sur mire inverse.....</i>	9
3.2.3. <i>Bilan des déterminations de hauteur d'antenne.....</i>	10
3.3. INSTALLATION DE L'ANTENNE ET DU RECEPTEUR	10
3.4. OPERATIONS DE NIVELLEMENT	12
3.5. TEST DE VAN DE CASTEELE	13
4. ACTIONS A ENVISAGER.....	15
REMERCIEMENTS	16
REFERENCES.....	16
ANNEXES	17
ANNEXE 1 : CORRESPONDANCE ENTRE LE SHOM ET LA CCI DE MORLAIX	18
ANNEXE 2 : DIAGRAMME DE L'ANTENNE TPSPG_A1+GP FOURNI PAR L'UNAVCO.....	26
ANNEXE 3 : SCRIPT GRIL FIXANT LES PARAMETRES DU RECEPTEUR GB-1000.....	27
ANNEXE 4 : SITELOG DE LA STATION GPS PERMANENTE DE ROSCOFF (ROTG).....	27
ANNEXE 5 : DETAIL DES MESURES DE NIVELLEMENT	34
ANNEXE 6 : DIAGRAMME DES DIFFERENCES DE HAUTEUR DES REPERES NIVELES.....	35
ANNEXE 7 : VUE D'ENSEMBLE DES REPERES NIVELES	36
ANNEXE 8 : TABLEAU DES MESURES DE CONTROLE A LA SONDE LUMINEUSE	37

Liste de diffusion

Extérieur :

Jean-Claude LE GAC, chef du département PEP, SHOM, Brest
Ronan CREACH, chef de projet RONIM, SHOM, Brest
Marie-Françoise LALANCETTE, responsable équipe gravimétrie, SHOM, Brest
Alain HARMEL, chef de service SGN (Géodésie – Nivellement), IGN, Saint-Mandé
Thierry DUQUESNOY, responsable RGP, SGN/IGN
Jean CHERY, responsable RENAG, Montpellier
Laurent TESTUT, LEGOS, Toulouse
Philippe SCHAEFFER, CLS, Toulouse
Guillaume VALLADEAU, CLS, Toulouse
Gilles SIMON, CCI de Morlaix
Actualités SONEL, www.sonel.org

Interne :

Jean-François BREILH
Pascal TIPHANEAU
Guy WOPPELMANN
Eric CHAUMILLON, chef d'équipe DPL
Archives LIENSs/DPL, Axe Niveau marin

1. Introduction

Le marégraphe de Roscoff est opérationnel depuis le 2 juin 2004. Ce marégraphe côtier numérique (MCN) a été installé dans le cadre du réseau RONIM en partenariat avec la CCI de Morlaix. Il est situé à l'extrémité du quai sud du port devant la Capitainerie du Port (cf. *figure 1*) sur un puits de tranquillisation carré en béton de 1 mètre de côté. La configuration d'origine était un capteur radar KROHNE de type BM100 équipé d'un câble inox de 4mm de diamètre et maintenu tendu dans le puits par un lest ; l'acquisition des mesures étant assurée par une centrale ELTA.

Le 24 avril 2009 a eu lieu une jouvence du matériel permettant au système de supporter l'application temps réel. Le capteur a été remplacé par un OPTIFLEX équipé d'un câble inox lesté de 2mm de diamètre, dans le but de limiter les encrassements de ce dernier. La centrale ELTA a elle aussi été changée pour un modèle de nouvelle génération, compatible avec les capteurs OPTIFLEX, et un module "Temps Réel" a été ajouté.

Ce changement de matériel justifiait un nouveau test de Van de Castele (IOC 1985, Martin Miguez et al. 2008), mais cette mission était principalement motivée par le fort intérêt des mesures du niveau de la mer à Roscoff en raison de la proximité (moins de deux kilomètres) de cet observatoire avec la trace de référence de Topex/Poséidon, Jason I, puis Jason II (cf. figure en annexe 1). En complément des observations du niveau de la mer, il devient primordial de déterminer d'éventuels mouvements verticaux de la côte à laquelle est rattaché le marégraphe. L'installation d'un GPS géodésique permanent répondrait à ce besoin. Cet équipement s'inscrit dans une action GRGS du SHOM dans laquelle l'Université de La Rochelle (ULR) est partenaire.

Le 23 juin 2009 un courrier motivé de demande d'installation est envoyé par le SHOM à la Direction du Port de Roscoff, et le 20 juillet 2009 un avis favorable est retourné (cf. Annexe 1).

La mission pour l'installation du matériel GPS est programmée pour la journée du 25 août 2009. Cette présence sur site sera mise à profit pour réaliser un test de Van de Castele sur un cycle complet de marée grâce au concours du personnel du SHOM.

2. Organisation de la mission

L'équipe de l'ULR participant à cette mission est composée des personnes suivantes :

- Emmanuel BARDIERE, élève ingénieur à l'ENSG en stage à LIENSs
- Nicolas LACHAUSSEE, technicien CNRS à LIENSs
- Pascal TIPHANEAU, Adjoint Technique BIATOSS à LIENSs

Virginie GOIRAND et Ronan LE GALL de l'EPSHOM ont apporté un soutien important une bonne partie de la journée, ce qui a permis de mener de front les différentes opérations.

2.1. Contacts pratiques

A Brest (SHOM) :

- | | |
|-----------------------|--|
| - Ronan CREACH : | Tél. 02 98 22 15 89 (ronan.creach@shom.fr) |
| - Virginie GOIRAND : | Tél. 02 98 22 17 55 (virginie.goirand@shom.fr) |
| - Ronan LE GALL : | Tél. 02 98 22 17 55 (rlegall@shom.fr) |
| - Jean-Claude KERINEC | Tél. 02 98 22 08 92 (kerinec@shom.fr) |

Sur place à Roscoff :

- Chambre de Commerce et d'Industrie de Morlaix :
 - Gilles SIMON, Directeur Exploitation du Port de Roscoff
Tél. 02 98 61 27 85 (gilles.simon@morlaix.cci.fr)
 - Jean-Charles BERNARD, Responsable Technique du Port de Roscoff
Tél. 02 98 61 27 85
- Capitainerie du Port de Roscoff
M. LE JANNOU, Officier de Port Tél. 02 98 61 27 84

A l'ULR (équipe DPL de LIENSs), partenaire de l'équipe SHOM/GRGS :

- Guy Wöppelmann : Tél. 05 46 45 86 13 (gwoppelm@univ-lr.fr)
- Pascal Tiphaneau : Tél. 05 46 45 82 72 (ptiphane@univ-lr.fr)

2.2. Matériel emporté

- 1 mallette TOPCON "GB-1000 UNAVCO package" contenant :
 - 1 récepteur "TOPCON GB-1000" SN/T225723 (désignation IGS : TPS GB-1000), Firmware : 3.3 Dec,22,2008 p6
 - 1 antenne "TOPCON PG-A1 with Groundplane" SN/310-0972 (désignation IGS : TPSPG_A1+GP)
 - 1 boîtier d'alimentation 230V-AC/12V-DC
 - 1 câble d'antenne GPS de 4 mètres fourni par TOPCON
 - 1 bobine de câble coaxial, RG58A/U, 52 OHM IMP., 20AWG
 - 3 batteries Lithium-ion de type BT-60Q
 - Connectiques d'alimentation
- 1 mât de fabrication "LECLERC-Type IGN" de trois mètres (livré sur place au préalable)
- 1 plaque d'aluminium triangulaire servant de support d'antenne GPS
- Lot de visserie inox A4 pour fixation de la plaque support d'antenne GPS
- Lot de chevilles inox de marque SPIT et de type "FIX Z 10X75/15 A4"
- 1 vis laiton 5/8'' hexagonale de 24mm percée dans son axe pour centrage optique
- 1 cartouche de scellement chimique
- Lot de repères bronze hémisphériques à sceller
- 1 embase avec plomb optique
- Outillage divers : perforateur, clés
- 1 niveau optique de précision Leica NA2 S/N 5427060 + GPM3 S/N 5402850
- 1 mire à ruban invar de 3 mètres S/N 022004
- 1 mire à ruban invar de 2 mètres S/N ?
- 1 mire de chantier télescopique
- 1 carnet de prises de notes des lectures de nivellement
- 2 trépieds coulissants
- 1 théodolite Leica T100 SN/ 563 851
- 1 distance mètre Leica "DATA DISTO GSI" SN/ 563 867 non étalonné
- 1 PC portable de terrain pour les calculs
- **Matériel complémentaire fourni par le SHOM :**
 - 1 trépied coulissant
 - 1 tachéomètre T 1000
 - 1 pied à coulisse
 - 1 sonde lumineuse de 20 mètres "Lepont" calibrée et référencée 20-1 par le SHOM

2.3. Accès au site et situation

Le marégraphe de Roscoff se trouve dans l'enceinte du port qui dépend de la CCI de Morlaix. L'accès y est possible dans la journée après avoir prévenu au préalable la direction du Port et la Capitainerie. Le quai du marégraphe est juste en face de cette dernière. Il est possible d'accéder avec un véhicule jusqu'au local abritant le matériel.

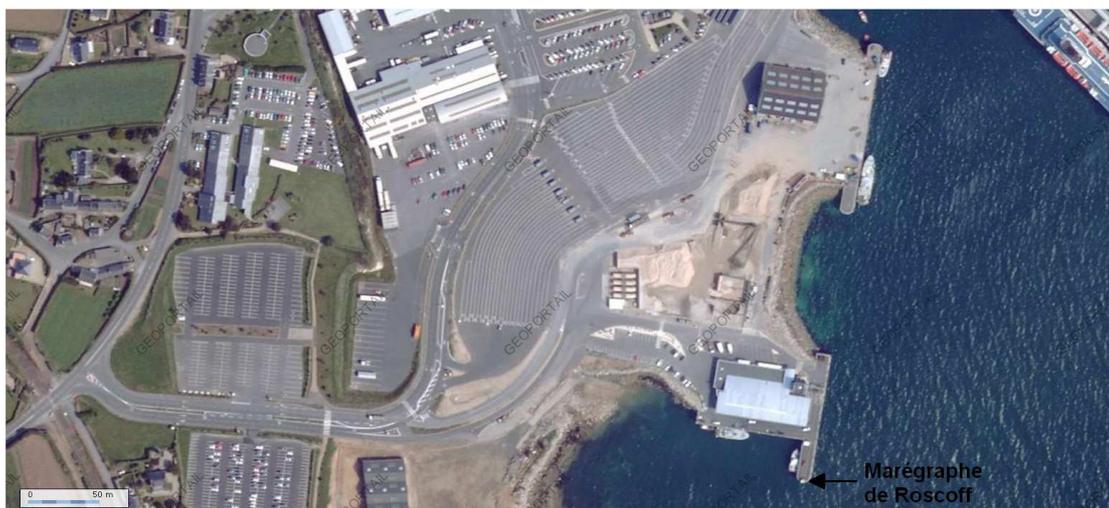


Fig. 1 : Situation du marégraphie de Roscoff © GEOPORTAIL 2007

2.4. Prise en charge de la mission

La mission est prise en charge par l'ULR sur des crédits RENAG. Une estimation de son coût (hors salaires des personnes qui sont intervenues) est :

- Frais de transport : AR par voiture administrative, soit :	90 €
- Frais de séjour : 3 personnes x 3 jours, soit :	560 €
	TOTAL : 650 €

3. Description des travaux et résultats obtenus

3.1. Installation du pylône

A notre arrivée sur site le matin du 23 août nous rencontrons Jean-Charles BERNARD qui nous donne les consignes de sa direction pour l'implantation du pylône support d'antenne GPS. Il est rapidement convenu de sa position à droite du local du MCN en réservant suffisamment de place pour l'accès aux marins à la bitte d'amarrage (cf. *figure 2*).



Fig. 2 : Implantation du pylône

Le pylône est solidement ancré au sol en béton par 6 chevilles inox : 2 par pied. Nous nous apercevons que le mât ainsi fixé n'est pas parfaitement vertical, mais nous décidons de le laisser tel quel, l'ajout de cales sous les pieds risquant de nuire à sa stabilité.

La plaque triangulaire (repère Y) est montée au sommet et nivelée au niveau de maçon et les vis inox serrées fermement (cf. *figure 3*).



Fig. 3 : Fixation et mise à niveau de la plaque triangulaire

Reste à installer un repère de sauvegarde verticale (repère Z) à l'aplomb du centre de l'antenne GPS... Pour cela nous avons envisagé d'utiliser deux théodolites, positionnés perpendiculairement par rapport au pylône. Il suffirait alors de viser les bords de l'antenne, puis de ramener le centre au sol pour y implanter précisément le repère. Mais la situation à l'extrémité du quai ne le permet pas. Nous procédons donc à un centrage du repère par plomb optique : un opérateur monte une embase optique sur la plaque triangulaire et indique où percer le sol à l'aplomb. Un trou de diamètre 12mm est percé pour garder une certaine marge de manœuvre, puis le repère sera fixé par scellement chimique (cf. *figure 4*) au centre du cercle virtuel décrit par la rotation de l'embase sur sa plaque. Ce cercle lié au dérèglement du plomb optique et au défaut de mise à niveau de la plaque mesure environ 5mm de diamètre.



Fig. 4 : Vue du repère de sauvegarde (repère Z)

3.2. Détermination de la hauteur d'antenne

La détermination de la hauteur de l'antenne n'a pas pu être réalisée par nivellement direct car il est impossible de placer le plan optique du niveau au-dessus de la plaque, située à plus de 3 mètres du sol.

Cette configuration ayant été prévue, nous procéderons à deux déterminations par deux méthodes différentes : une série de mesures avec un distance-mètre laser et un nivellement optique sur mire inverse.

3.2.1. Mesures au distance-mètre laser

Une série de huit mesures au distance-mètre laser a été réalisée, l'appareil en appui sur le repère Z et visant la face inférieure de la plaque. Les mesures et résultats figurent dans le *tableau 1*.

La moyenne de la dénivelée entre le repère Z et la face inférieure de la plaque triangulaire par cette méthode est $3,0315 \pm 0,0006$ mètres.

Mesures disto laser Z -> Y (Face inférieure) (m)	3,032
	3,031
	3,032
	3,032
	3,030
	3,029
	3,032
	3,034
Moyenne (m)	3,0315
Ecart-type (m)	0,0015
Erreur sur la moyenne (m)	0,0006

Tableau 1 : mesures au distance-mètre laser entre les repères Z et Y (face inférieure)

3.2.2. Mesures par nivellement optique sur mire inverse

Les mesures ont été réalisées sur une mire de chantier télescopique, la seule pouvant être glissée dans le pylône sans avoir à démonter la plaque triangulaire. La mire est tenue plaquée contre la face inférieure de la plaque et son réglage de verticalité assurée grâce à un niveau de maçon, sa nivelle ne pouvant pas s'inverser. Les mesures par mire inverse ont été exploitées de la manière suivante :

Une lecture au NA2+GPM3 qui donne 142 centimètres et un complément de 49 dixièmes de millimètre devient 142 centimètres moins 49 dixièmes de millimètre, soit 14151 dixièmes de millimètre. La dénivelée est obtenue par la somme des coups arrière et coups avant.

Les mesures et résultats en dixième de millimètres figurent dans le *tableau 2*. La dénivelée moyenne entre le repère Z et la face inférieure de la plaque triangulaire par cette méthode est de $3,0318 \pm 0,0004$ m.

Coups arrière	Coups avant	Repérage		Remarques	Dénivelée
16169	14151	Rivet aplomb (Z)	---->	Plaque GPS (Y) Face inférieure	Lue 142/49 -> 14151 30320
13946	16369	Plaque GPS (Y) Face inférieure	---->	Rivet aplomb (Z)	Lue 140/54 -> 13946 -30315

Tableau 2 : mesures par mire inverse

3.2.3. Bilan des déterminations de hauteur d'antenne

Les deux méthodes de détermination décrites ci-dessus arrivent à des résultats très similaires. Leur différence n'est pas statistiquement significative et leur moyenne pondérée par leurs écarts-types est de $3,0317 \pm 0,0003$ m.

L'épaisseur de la plaque triangulaire a été mesurée au pied à coulisse à $0,0082 \pm 0,0002$ m, ce qui donne une dénivelée entre Z et le dessus de la plaque support (repère Y) :

$$3,0317 + 0,0082 = \underline{3,0399 \pm 0,0004 \text{ m}}$$

Une rehausse est nécessaire pour permettre la connexion du câble d'antenne. Elle a été mesurée en laboratoire à $0,0496 \pm 0,0001$ m.

Cela nous donne une dénivelée totale entre le repère Z et l'ARP de l'antenne de :

$$3,0399 + 0,0496 = \underline{3,0895 \pm 0,0004 \text{ mètres}}$$

3.3. Installation de l'antenne et du récepteur

L'antenne montée sur sa rehausse est vissée sur la plaque et orientée au nord magnétique. Une marque indiquant le nord est inscrite au marqueur indélébile (cf. *figure 5*).

Le diagramme d'antenne fourni par l'UNAVCO figure en *annexe 2*.



Fig. 5 : Vue de l'antenne GPS installée au marégraphe de Roscoff

Le câble d'antenne de 4 mètres fourni dans la mallette TOPCON est tiré depuis l'antenne vers le récepteur GB-1000. Il est protégé par une gaine électrique noire jusqu'à son entrée dans le local du marégraphe (cf. *figure 6*).



Fig. 6 : Vue du câble d'antenne

Le récepteur est fixé par un collier à un chemin de câble sous le plafond du local (cf. figure 7)



Fig.7 : Vue du récepteur GB-1000 installé dans le local du MCN

Le récepteur est alimenté sur le secteur par le boîtier d'alimentation 230V-AC/12V-DC fourni par TOPCON. Les batteries Li-Ion internes donnent une autonomie de 7h30 en cas de coupure du secteur.

Les paramètres d'acquisition du récepteur ont été établis par l'interface "GRIL" (GNSS Receiver Interface Language). Le script des commandes utilisées figure en *annexe 3*. Les paramètres ainsi fixés forcent la création de fichiers journaliers et un intervalle de mesure de 30 secondes. Les fichiers de mesures sont enregistrés localement dans la mémoire interne du récepteur qui offre une capacité de 300 jours d'autonomie environ. En cas de coupure d'alimentation du secteur de plus de 7 heures, ce qui correspond à la capacité des batteries internes, l'acquisition des mesures sera relancée automatiquement au redémarrage du récepteur. Les paramètres réseau sont configurés pour la connexion à l'ADSL.

L'acronyme "ROTG" ("Roscoff Tide Gauge") a été réservé auprès du service international SOPAC (http://sopac.ucsd.edu/scripts/SIMpl_launch.cgi) et un numéro DOMES a été alloué par la section repère terrestre de l'IERS pour l'observatoire de Roscoff, il s'agit du **19938M001**. Un sitelog de type IGS synthétisant toutes les informations a été renseigné et figure en *annexe 4*. Il sera diffusé en ligne dans le centre de données du projet IGS 'TIGA' qui se trouve à l'ULR, puis envoyé aux différents responsables de réseau (RENAG, RGP, IGS) pour intégration dans ces réseaux.

3.4. Opérations de nivellement

En plus des nouveaux repères liés à l'installation de l'antenne GPS les repères proches figurant sur la "fiche d'observatoire de marée" n°1569 du 25/05/2005 et mise à jour le 29/11/2006, ont été nivelés.

La tablette percée servant d'index pour les mesures de contrôle à la sonde lumineuse ne figure pas dans cette fiche et a donc été nivelée (cf. *figure 8*) et sera désigné dans ce rapport par la lettre L. La graduation 10.3 mètres de l'échelle de marée à l'extrémité nord du quai de 120 mètres désignée E 10.3 a également été nivelée. *L'annexe 7* montre une vue d'ensemble de la localisation des repères. Le tableau 3 ci-dessous résume la liste des repères observés et leur description sommaire.

Désignation	Description
P	Repère SHOM scellé en applique dans le quai dans l'escalier à proximité de l'échelle de marée (quai de 120m)
T	Douille SHOM scellée verticalement dans le quai à proximité du repère P (quai de 120m)
E 10,3	Graduation 10,3 mètres de l'échelle de marée (Quai de 120m)
R	Douille SHOM scellée verticalement dans le quai du MCN à proximité et à l'ouest de la station à gasoil
W	Téton en métal scellé verticalement dans le quai du MCN, à gauche du local et près de la bitte d'amarrage
L	<u>Nouveau repère</u> : Index de lecture des mesures de contrôle à la sonde lumineuse percé dans la tablette
Y	<u>Nouveau repère</u> : Face supérieure de la plaque triangulaire support de l'antenne GPS
Z	<u>Nouveau repère</u> : Repère laiton scellé verticalement à l'aplomb de l'axe de l'antenne GPS
ARP	<u>Nouveau repère</u> : Point de référence de l'antenne GPS = base de l'antenne

Tableau 3 : Descriptif des repères. La désignation de la fiche de marée du SHOM est reprise lorsque le repère existait. Une nouvelle désignation est proposée ici pour les nouveaux repères.



Fig.8 : Vue de l'index pour les mesures de contrôle

La valeur de la cote du repère P par rapport au zéro hydrographique est issue de la "fiche d'observatoire de marée" n°1569 du 25/05/2005, mise à jour le 29/11/2006. Parmi les repères nivelés, nous considérons qu'il est le plus stable, étant sur une structure portuaire ancienne et stabilisée. Une hypothèse de travail qu'il conviendra de vérifier ultérieurement par exemple par le SHOM lors d'une opération de contrôle du marégraphe et de ses repères de marée. Le cheminement entre les repères R et P a été marqué par une faute opératoire, certainement un mouvement de l'instrument dû à un mauvais serrage d'une jambe du trépied, et une fermeture de 29 dixièmes de millimètres en a découlé. L'incertitude du dénivélé entre R et P est donc de $\pm 1,5\text{mm}$. Le manque de temps ne nous a pas permis de renouveler les mesures.

Les autres incertitudes de dénivelés mesurés sont précisées dans le tableau et sont dans les spécifications de l'instrument.

Le détail des mesures de nivellement figure en *annexe 5* et les valeurs des dénivelés calculées figurent dans le *tableau 4*, ci-dessous.

Dénivelés	Valeurs	Erreurs
Deniv. R->W	0,0390	$\pm 0,0001$
Deniv. R->P	-0,5783	$\pm 0,0015$
Deniv. P->T	0,2291	$\pm 0,0001$
Deniv. T->E 10,3	-0,1854	$\pm 0,0001$
Deniv. W->L	1,3189	$\pm 0,0001$
Deniv. W->Z	-0,0139	$\pm 0,0001$

Tableau 4 : valeurs des dénivelés mesurés et leurs erreurs

Un diagramme des hauteurs relatives des repères nivelés figure en *annexe 6*.

3.5. Test de Van de Castele

Le contrôle des performances du marégraphe s'est déroulé de 7 heures du matin (5h TU), heure à laquelle le Capitaine du port est présent et ouvre les barrières permettant d'accéder au site, jusqu'à

19h50 (17h50 TU), soit sur une durée de 12h50. L'état de la mer formant un clapot de 20 à 30 cm, n'a pas permis de réaliser de lectures à l'échelle de marée située à l'extrémité nord du quai de 120 mètres.

Les mesures à la sonde lumineuse dans le puits ont été difficiles à effectuer car une pellicule grasse (Hydrocarbures ?) est présente à la surface de l'eau, notamment à marée haute, et perturbe le bon fonctionnement de la sonde lumineuse. Très fréquemment la mesure a du être rejetée car une pellicule entre les électrodes de la sonde maintenait un contact permanent. Les mesures figurent en *annexe 8*.

L'index de mesures de contrôle à la sonde lumineuse a été nivelé et sa cote par rapport au zéro hydrographique a été calculée à partir de la cote du repère W figurant dans la dernière fiche de marée :

$$\text{Cote/ZH de L} = 10,876 + 1,319 = 12,195 \text{ mètres}$$

L'exploitation des mesures d'étalonnage acquises simultanément au marégraphe et à la sonde lumineuse est effectuée de façon à construire un graphique qui porte le nom de *diagramme de Van de Castele* (COI 1985, Martin Miguez et al. 2008). Dans ce diagramme, sont portées en abscisses les différences de hauteur du niveau de la mer obtenues à partir des deux instruments (marégraphe – sonde), et en ordonnées les hauteurs d'eau correspondantes, obtenues à partir de la sonde qui est considérée ici comme étalon. La hauteur fournie par la sonde est obtenue en retranchant la valeur lue au ruban porte-sonde à la hauteur de l'index de lecture (repère L)

La Figure 9 donne le diagramme de Van de Castele obtenu pour le marégraphe de Roscoff le 25 août 2009. La plage de mesure explorée cette journée-là était de 6,7 mètres (coefficient de marée 83-75). La précision des écarts en hauteur entre marégraphe et sonde (abscisses) est estimée à 0,0192 m par l'écart-type des 67 valeurs de comparaison. On en déduit à partir du calcul de la moyenne des écarts en hauteur un **décalage de la référence instrumentale du marégraphe** de :

$$(-0,0106 \pm 0,0024) \text{ m par rapport au ZH}$$

Plus intéressant, la forme du diagramme de Van de Castele (Figure 9) indique un marégraphe très juste (ou exact) autour de cette valeur de décalage. Aucune pente (ou facteur d'échelle) n'est visible entre la pleine mer et la basse mer. Aucun cycle d'hystérésis n'est par ailleurs décelable entre la marée montante et la marée descendante.

En étudiant attentivement ce graphe on pourrait remarquer un effet ou écart systématique dans la plage de mesures comprises entre 3 et 5 mètres. Attention toutefois, car les conditions difficiles de mesure dans le puits peuvent avoir introduit ce défaut.

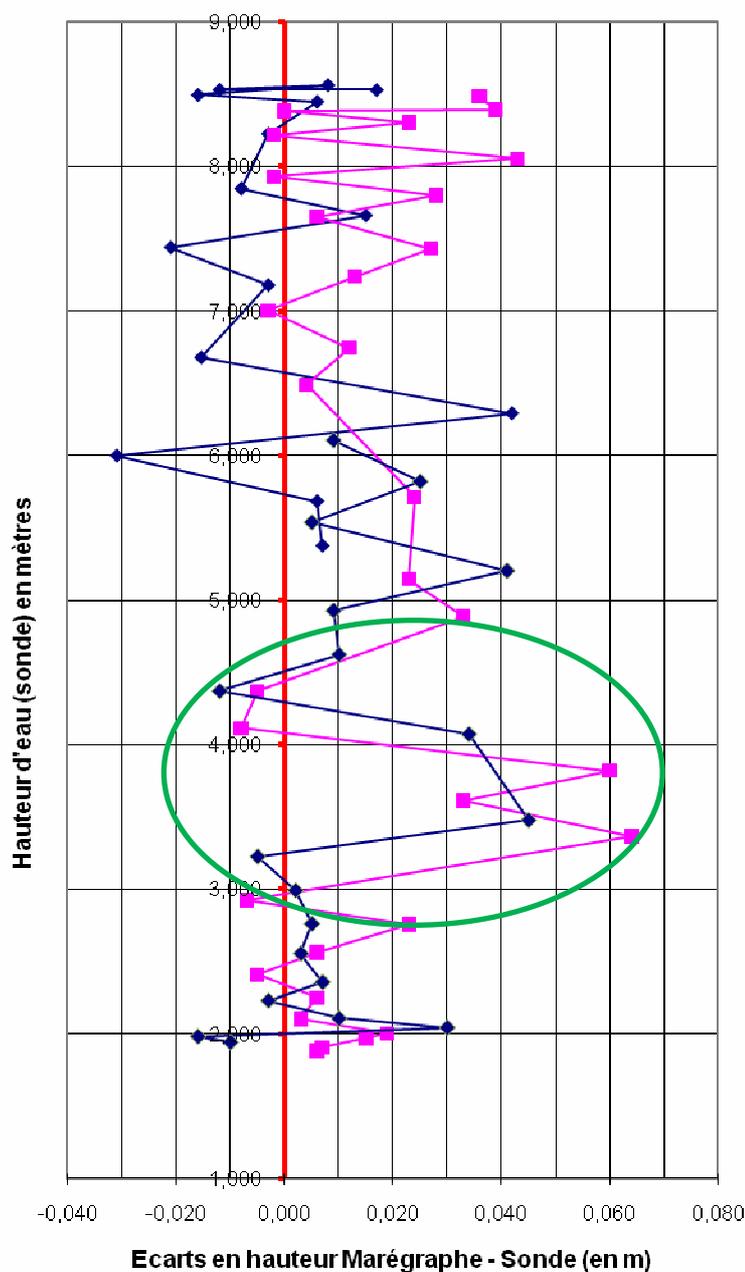


Fig.9 : Diagramme de Van de Casteele du marégraphe obtenu pour le marégraphe de Roscoff le 25 août 2009 (les carrés représentent la marée descendante alors que les triangles la marée montante).

4. Actions à envisager

Le matériel GPS a été installé et monumenté dans un objectif d'observation du niveau de la mer « absolu » à long terme (dans un repère de référence terrestre géocentrique). Le récepteur est paramétré en conséquence pour acquérir des mesures toutes les 30s dans des fichiers journaliers. Afin que la station soit pleinement opérationnelle et que ces flux de données intègrent les différents réseaux nationaux (RENAG, RGP) et internationaux (IGS, EPN), **une collecte automatique à distance et journalière des fichiers d'observation doit être mise en place**. Pour cela il a été convenu de profiter de la connexion ADSL que le SHOM doit installer pour le transfert en temps réel des mesures de hauteur d'eau à haute fréquence. Nous nous tenons prêts à intervenir pour paramétrer le récepteur

lorsque la liaison ADSL sera installée. Toutefois, il convient de garder à l'esprit que **la mémoire du récepteur sera saturée à partir du 21 juin 2010** et une visite pour décharger les fichiers de mesures et libérer de l'espace mémoire sera nécessaire si la connexion à l'ADSL n'est pas disponible auparavant.

Le nettoyage du puits de tranquillisation devrait être demandé peu avant le prochain contrôle du marégraphe (pompage en surface,...) pour faciliter la prise de mesures à la sonde lumineuse.

L'installation d'une échelle de marée à proximité du puits du marégraphe est vivement souhaitable. Par ailleurs, les opérations de nivellement conduites dans le cadre de notre installation GPS se sont appuyées sur le repère P, donnant accès au zéro hydrographique (zéro des mesures fournies par le marégraphe). Il conviendra de vérifier la stabilité de ce repère dans un avenir proche.

Remerciements

Un grand merci à Nicolas LACHAUSSEE (LIENSs) qui a interrompu ses congés pour participer à cette mission, ainsi qu'à Virginie GOIRAND et Ronan LE GALL (SHOM) pour leur précieux soutien. Nous remercions également MM BERNARD et LE JEANNOU pour leur accueil et l'intérêt qu'ils ont porté à nos opérations. Enfin, il convient de souligner que cette installation se fait aussi avec le soutien financier de RENAG (fonctionnement) et du CNES (équipement) via l'action NMER du GRGS.

Références

IOC, 1985. Manual on sea-level measurement and interpretation. Volume I: Basic procedures. Intergovernmental Oceanographic Commission, Manuals & Guides, No. 14, 84 pp

Martin Miguez B., L. Testut, G. Wöppelmann (2008). The van de Casteele test revisited: an efficient approach to tide gauge error characterization. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technologies*, 25(7), 1238-1244.

SHOM (2005). Fiche d'Observatoire de Marée de Roscoff-Bloscon. SHOM, 25 mai 2005, mise à jour le 29 novembre 2006. Accessible en ligne : http://www.shom.fr/fr_page/fr_act_oceano/maree/ronim_f.htm.

ANNEXES

Annexe 1 : Correspondance entre le SHOM et la CCI de Morlaix

Lettre de demande pour l'installation d'un GPS permanent au marégraphe de Roscoff



MINISTÈRE DE LA DÉFENSE



Brest, le 23 juin 2009

N° 57 SHOM/DO/MIP/PEP/NP

SERVICE HYDROGRAPHIQUE ET
Océanographique DE LA MARINE
DIRECTION DES OPERATIONS

Division "maîtrise de l'information et
produits mixtes"

Département "produits, études et projets"

Dossier suivi par :
IETA Ronan Créach
☎ : 02 98 22 15 89
Fax : 02 98 22 08 99
Mél : ronan.creach@shom.fr

Monsieur le directeur du port de Roscoff-Bloscon
Port de Roscoff Bloscon
29680 Roscoff

Objet : Installation d'un GPS permanent au marégraphe de Roscoff.

Référence(s) : Contrat n°E12/2004 SHOM/ CCI Morlaix.

Annexe : Une annexe.

Monsieur,

Conformément à la convention citée en référence, le SHOM et la CCI de Morlaix gèrent et exploitent l'observatoire de marée de Roscoff, pour leurs besoins en données marégraphiques.

Le site marégraphique de Roscoff apparaît très intéressant pour les problématiques d'altimétrie spatiale en raison de sa proximité à une trace au sol des satellites Jason (cf. pièce jointe en annexe). Pour ce faire le marégraphe requiert un complément de mesure qui le placerait dans la même référence géodésique que les satellites et qui permettrait de distinguer entre une véritable élévation du niveau de la mer et une subsidence locale ou régionale du sol sur lequel repose le marégraphe. Une station GPS permanente répondrait à ce besoin.

Je vous demande votre accord pour cette installation qui serait effectuée par des techniciens de l'Université de La Rochelle et doterait le site marégraphique d'une capacité de surveillance des mouvements terrestres dans les intérêts partagés du SHOM et du Port. Les techniciens de l'Université de la Rochelle sont prêts à intervenir sur site en semaine 28, 29 ou 35, en fonction de votre préférence. Le pylône (voir annexe) serait livré sur site peu avant l'installation.

Destinataire(s): Port de Roscoff Bloscon
Copie(s) extérieure(s) : CCI Morlaix - Université de La Rochelle
Copie(s) intérieure(s) : DO - MGS/IES - MIP - MIP/PEP (3 dont 1 CP RONIM, 1 gestionnaire RONIM)

BCRM de BREST - SHOM - CC 8 - 29240 BREST CEDEX 9.
SHOM - 13 rue du Chatellier - CS 92803 - 29228 BREST CEDEX 2

L'annexe ci-jointe montre que cet équipement complémentaire consomme très peu d'énergie (35 kWh), engendrant un coût annuel supplémentaire marginal de quelques euros.

Veillez agréer, Monsieur, l'assurance de ma considération distinguée.

L'ingénieur général de l'armement Alain Fourgassié
directeur des opérations du SHOM

Signé IGA Fourgassié

ANNEXE

Projet d'installation d'une station GPS permanente au marégraphe de Roscoff

La reconnaissance géodésique effectuée en février 2005 lors du contrôle des performances du marégraphe montre que l'installation d'une antenne GPS permanente peut être envisagée de la manière suivante :

- Le meilleur emplacement est l'extrémité du quai où se trouve le marégraphe MCN. La condition de dégagement de l'horizon nécessaire à la bonne qualité des observations GPS y est également remplie.



Rappel de la localisation du marégraphe dans le port de Roscoff

- La sécurité du matériel est cependant posée : cette partie du port sert à l'activité de la pêche et l'accès y est réglementé mais non surveillé.
- Il n'est pas envisagé de monter l'antenne directement sur le toit de l'abri du marégraphe (en tôles) pour des raisons d'étanchéité, de pérennité et de stabilité de cette structure.
Il est cependant possible de monter l'antenne à une hauteur supérieure à celle du toit en assemblant depuis le sol trois éléments de mât de un mètre chacun. Le pylône ainsi constitué pourrait être fixé dans le bord massif du quai de l'un ou l'autre côté de l'abri du marégraphe. Sur la figure ci-dessous il est représenté sur la gauche du local. (Bien entendu dans la réalité le pylône serait derrière la bouche à incendie ou de l'autre côté).
- Le récepteur du GPS, électronique qui enregistre les mesures, pourra quant à lui être abrité dans le même local que la centrale d'acquisition du marégraphe. Le câble reliant l'antenne au récepteur pourra être protégé par une gaine.

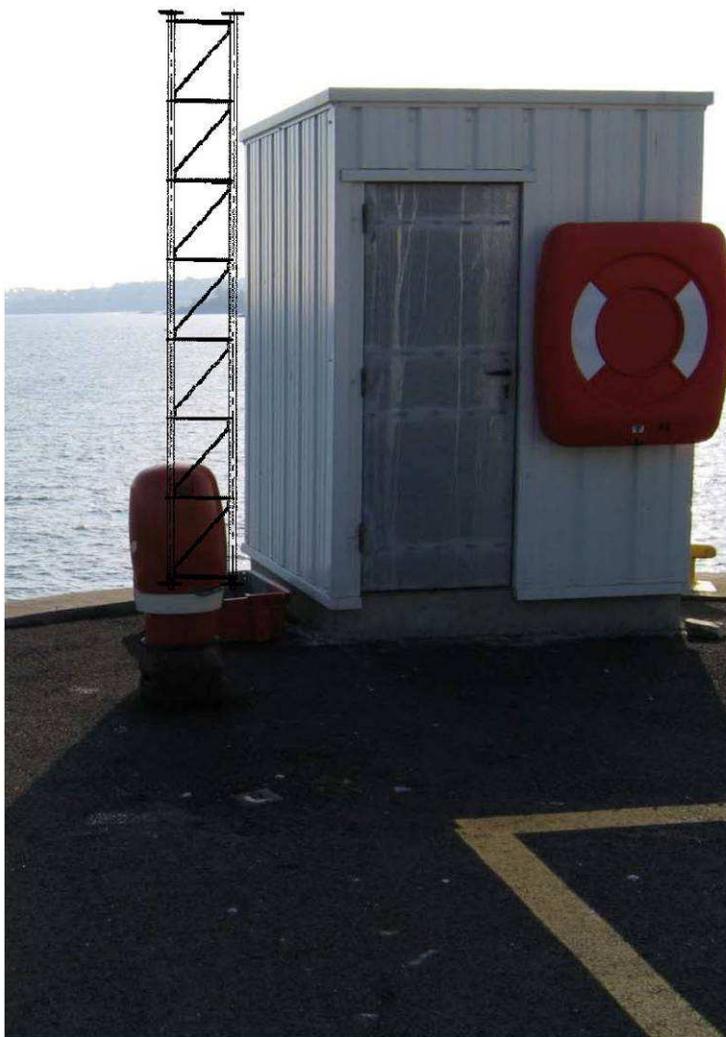
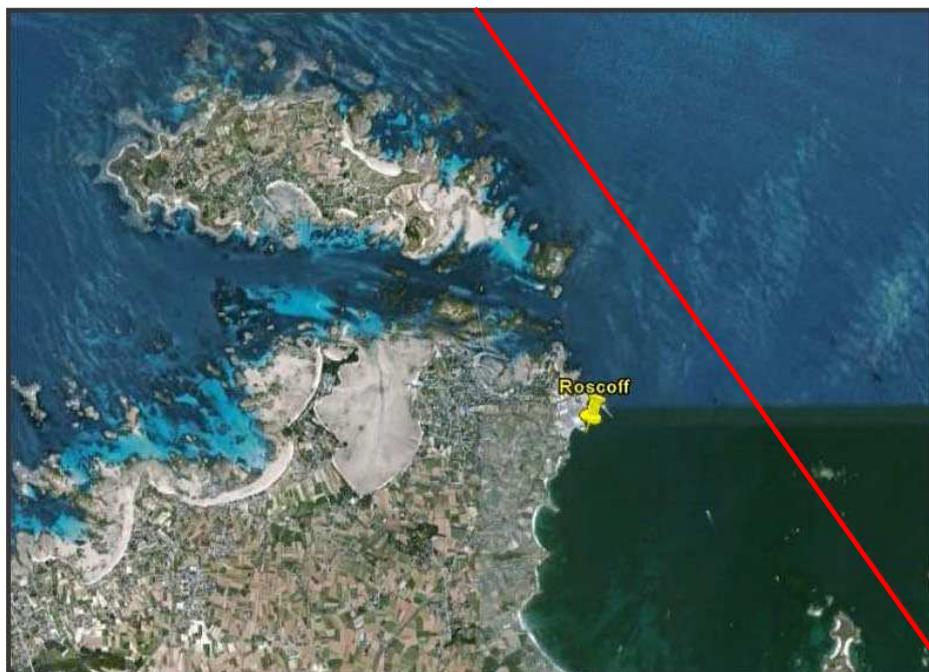


Schéma d'implantation envisagée du pylône support d'antenne GPS

- Le dispositif nécessite également une alimentation en énergie électrique 220 volts/50Hz. A noter que la consommation est très faible : 4 W/h soit environ 35 kWh par an et un coût de moins de 4 € par an.



Exemple d'installation d'une antenne GPS au marégraphe de Sète



Situation du marégraphe par rapport à la trace au sol des satellites Jason (distance 1,6 km)



CHAMBRE DE COMMERCE
ET D'INDUSTRIE

Roscoff, le 20 juillet 2009

CCI Morlaix – Port de Roscoff
GS090720
Tél : 02.98.61.27.85
gilles.simon@morlaix.cci.fr

S.H.O.M
Direction des opérations
13 rue du Chatellier
CS 92803
29228 BREST CEDEX 2

A l'attention de Monsieur l'ingénieur général de l'armement Alain FOURGASSIE

Objet : installation d'un GPS permanent au marégraphe de Roscoff

Référence : Contrat n°E12/2004 SHOM/CCI Morlaix

Monsieur,

Par courrier référence n°57-SHOM/DO/MIP/PEP/NP, en date du 23 juin 2009, vous nous demandiez notre accord pour pouvoir installer un pylône porteur d'une antenne GPS à proximité du local abritant le marégraphe situé à l'extrémité du quai criée.

Nous vous informons, qu'après consultation du Commandant du port de Roscoff-bloscon, nous vous donnons notre accord pour réaliser cette installation.

Il est bien entendu que cette installation sera réalisée par vos soins, y compris les éventuels travaux de génie civil nécessaires à la fixation du pylône.

Par ailleurs nous vous informons que l'installation du pylône doit tenir compte de la présence à l'extrémité du quai d'une bouche à incendie dont l'accès et l'utilisation ne doivent pas être perturbés par votre antenne.

Nous vous informons aussi que dans l'éventualité de la construction d'un futur port de plaisance au port de Roscoff-Bloscon, il est prévu d'installer à l'extrémité de ce quai criée un feu latéral tribord (plan focal situé à +14,50 CM). Votre installation devra tenir compte de cet



CHAMBRE DE COMMERCE
ET D'INDUSTRIE

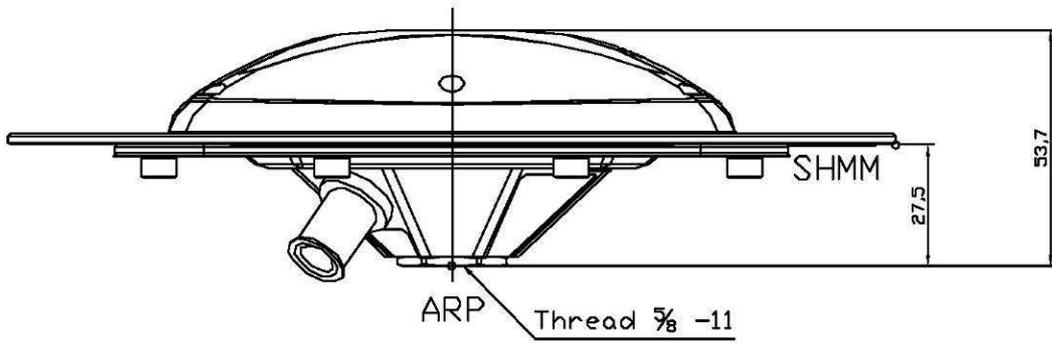
élément et ne pas générer de contrainte tant au niveau de l'installation de ce feu que de son fonctionnement.

Nous vous prions d'agréer, Monsieur, l'assurance de nos salutations distinguées.

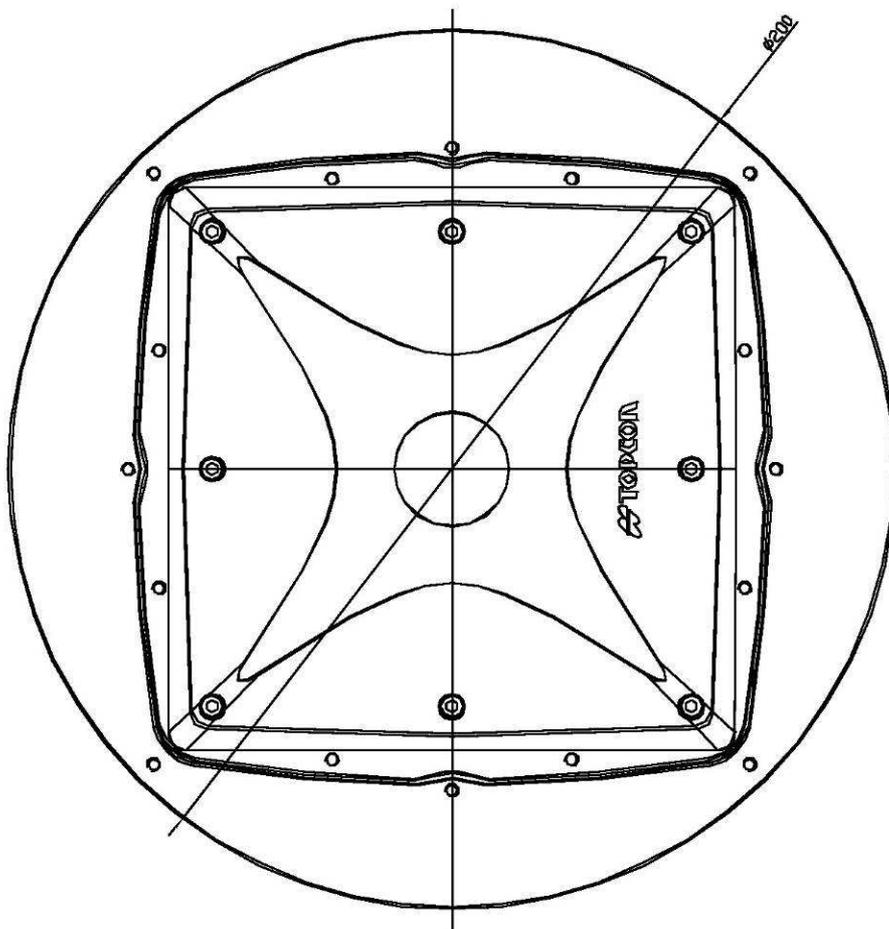
Gilles SIMON
Directeur exploitation du port

Copie : CCI - Direction équipements gérés
Capitainerie port de Roscoff Bloscon
CG29 – Erwan LE BARILLEC

Annexe 2 : Diagramme de l'antenne TPSPG_A1+GP fourni par l'UNAVCO



Dimensions are in mm
ARP - Antenna Reference Point
SHMM - Slant Height Measure Mark



Annexe 3 : Script GRIL fixant les paramètres du récepteur GB-1000

```
set,/par/log/rot/mode,on #active l'AFRM
set,/par/log/rot/sc/period,86400 #durée en seconde d'un fichier
set,/par/log/rot/sc/phase,0 #décalage du début de fichier par rapport à 00:00TU
set,/par/log/rot/sc/count,0 #nombre de fichiers avant d'arrêter l'enregistrement
set,/par/log/rot/rmold,on #« remove oldest first »
set,/par/log/sc/period,30 #période d'échantillonnage en seconde
set,/par/cmd/create/prefix,ROTG #nom du fichier (jusqu'à 20 caractères)
set,/par/button/auto,always #redémarrage automatique de l'enregistrement à la mise
sous tension
set,ref/ant/id,TPSPG_A1+GP #Nom IGS de l'antenne
set,net/ip/addr,10.10.10.6 #adresse IP
set,net/ip/mask,255.255.255.0 #masque de sous-réseau
set,net/ip/gw,10.10.10.1 #passerelle
```

ANNEXE 4 : SITELOG de la station GPS permanente de Roscoff (ROTG)

ROTG Site Information Form (site log)
International GPS Service
See Instructions at:
ftp://igscb.jpl.nasa.gov/pub/station/general/sitelog_instr.txt

0. Form

Prepared by (full name) : Pascal TIPHANEAU
Date Prepared : 2010-02-22
Report Type : NEW
If Update:
Previous Site Log :
Modified/Added Sections : (n.n,n.n,...)

1. Site Identification of the GNSS Monument

Site Name : ROSCOFF
Four Character ID : ROTG
Monument Inscription : None
IERS DOMES Number : 19938M001
CDP Number : (A4)
Monument Description : STEEL MAST
Height of the Monument : 3 m
Monument Foundation : CONCRETE PORT QUAY
Foundation Depth : (m)
Marker Description : BRASS NAIL
Date Installed : 2009-08-26T00:00Z
Geologic Characteristic : MAGMATIC
Bedrock Type : granite
Bedrock Condition : (FRESH/JOINTED/WEATHERED)
Fracture Spacing : (1-10 cm/11-50 cm/51-200 cm/over 200 cm)
Fault zones nearby : NO
Distance/activity : (multiple lines)
Additional Information : (multiple lines)

2. Site Location Information

City or Town : Roscoff
State or Province : Finistere
Country : France

Tectonic Plate : EURASIA
Approximate Position (ITRF)
X coordinate (m) : 4205957.800
Y coordinate (m) : -291581.038
Z coordinate (m) : 4770000.561
Latitude (N is +) : +484306.3726
Longitude (E is +) : -0035756.6133
Elevation (m,ellips.) : 00056.133
Additional Information : (multiple lines)

3. GNSS Receiver Information

3.1 Receiver Type : TPS GB-1000
Satellite System : GPS+GLONASS
Serial Number : T225723
Firmware Version : 3.3 Dec,22,2008 p6
Elevation Cutoff Setting : 5
Date Installed : 2009-08-26T00:00Z
Date Removed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Temperature Stabiliz. : NONE
Additional Information :

3.x Receiver Type : (A20, from rcvr_ant.tab; see instructions)
Satellite System : (GPS/GLONASS/GPS+GLONASS)
Serial Number : (A20, but note the first A5 is used in SINEX)
Firmware Version : (A11)
Elevation Cutoff Setting : (deg)
Date Installed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Date Removed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Temperature Stabiliz. : (none or tolerance in degrees C)
Additional Information : (multiple lines)

4. GNSS Antenna Information

4.1 Antenna Type : TPSPG_A1+GP
Serial Number : 310-0972
Antenna Reference Point : BAM
Marker->ARP Up Ecc. (m) : 3.0895
Marker->ARP North Ecc(m) : 000.0000
Marker->ARP East Ecc(m) : 000.0000
Alignment from True N : -2.8
Antenna Radome Type : NONE
Radome Serial Number :
Antenna Cable Type : RG58A/U TNC-LEMO
Antenna Cable Length : 4
Date Installed : 2009-08-26T00:00Z
Date Removed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Additional Information : (multiple lines)

4.x Antenna Type : (A20, from rcvr_ant.tab; see instructions)
Serial Number : (A*, but note the first A5 is used in SINEX)
Antenna Reference Point : (BPA/BCR/XXX from "antenna.gra"; see instr.)
Marker->ARP Up Ecc. (m) : (F8.4)
Marker->ARP North Ecc(m) : (F8.4)
Marker->ARP East Ecc(m) : (F8.4)
Alignment from True N :
Antenna Radome Type : (A4 from rcvr_ant.tab; see instructions)
Radome Serial Number :
Antenna Cable Type : (vendor & type number)

Antenna Cable Length : (m)
Date Installed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Date Removed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Additional Information : (multiple lines)

5. Surveyed Local Ties

5.x Tied Marker Name :
Tied Marker Usage : (SLR/VLBI/LOCAL CONTROL/FOOTPRINT/etc)
Tied Marker CDP Number : (A4)
Tied Marker DOMES Number : (A9)
Differential Components from GNSS Marker to the tied monument (ITRS)
dx (m) : (m)
dy (m) : (m)
dz (m) : (m)
Accuracy (mm) : (mm)
Survey method : (GPS CAMPAIGN/TRILATERATION/TRIANGULATION/etc)
Date Measured : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Additional Information : (multiple lines)

6. Frequency Standard

6.1 Standard Type : INTERNAL
Input Frequency :
Effective Dates : ??????
Notes : (multiple lines)

6.x Standard Type : (INTERNAL or EXTERNAL H-MASER/CESIUM/etc)
Input Frequency : (if external)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes : (multiple lines)

7. Collocation Information

7.1 Instrumentation Type : Tide Gauge - Radar type
Status : PERMANENT
Effective Dates : 2004-06-02
Notes : (multiple lines)

7.x Instrumentation Type : (GPS/GLONASS/DORIS/PRARE/SLR/VLBI/TIME/etc)
Status : (PERMANENT/MOBILE)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes : (multiple lines)

8. Meteorological Instrumentation

8.1.1 Humidity Sensor Model :
Manufacturer :
Serial Number :
Data Sampling Interval : (sec)
Accuracy (% rel h) : (% rel h)
Aspiration : (UNASPIRATED/NATURAL/FAN/etc)
Height Diff to Ant : (m)
Calibration date : (CCYY-MM-DD)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes : (multiple lines)

8.1.x Humidity Sensor Model :

```

Manufacturer      :
Serial Number     :
Data Sampling Interval : (sec)
Accuracy (% rel h) : (% rel h)
Aspiration        : (UNASPIRATED/NATURAL/FAN/etc)
Height Diff to Ant : (m)
Calibration date  : (CCYY-MM-DD)
Effective Dates   : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes             : (multiple lines)

8.2.1 Pressure Sensor Model :
Manufacturer      :
Serial Number     :
Data Sampling Interval : (sec)
Accuracy         : (hPa)
Height Diff to Ant : (m)
Calibration date  : (CCYY-MM-DD)
Effective Dates   : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes            : (multiple lines)

8.2.x Pressure Sensor Model :
Manufacturer      :
Serial Number     :
Data Sampling Interval : (sec)
Accuracy         : (hPa)
Height Diff to Ant : (m)
Calibration date  : (CCYY-MM-DD)
Effective Dates   : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes            : (multiple lines)

8.3.1 Temp. Sensor Model :
Manufacturer      :
Serial Number     :
Data Sampling Interval : (sec)
Accuracy         : (deg C)
Aspiration        : (UNASPIRATED/NATURAL/FAN/etc)
Height Diff to Ant : (m)
Calibration date  : (CCYY-MM-DD)
Effective Dates   : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes            : (multiple lines)

8.3.x Temp. Sensor Model :
Manufacturer      :
Serial Number     :
Data Sampling Interval : (sec)
Accuracy         : (deg C)
Aspiration        : (UNASPIRATED/NATURAL/FAN/etc)
Height Diff to Ant : (m)
Calibration date  : (CCYY-MM-DD)
Effective Dates   : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes            : (multiple lines)

8.4.1 Water Vapor Radiometer :
Manufacturer      :
Serial Number     :
Distance to Antenna : (m)
Height Diff to Ant : (m)
Calibration date  : (CCYY-MM-DD)
Effective Dates   : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes            : (multiple lines)

```

8.4.x Water Vapor Radiometer :
 Manufacturer :
 Serial Number :
 Distance to Antenna : (m)
 Height Diff to Ant : (m)
 Calibration date : (CCYY-MM-DD)
 Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
 Notes : (multiple lines)

8.5.1 Other Instrumentation : (multiple lines)

8.5.x Other Instrumentation : (multiple lines)

9. Local Ongoing Conditions Possibly Affecting Computed Position

9.1.1 Radio Interferences : (TV/CELL PHONE ANTENNA/RADAR/etc)
 Observed Degradations : (SN RATIO/DATA GAPS/etc)
 Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
 Additional Information : (multiple lines)

9.1.x Radio Interferences : (TV/CELL PHONE ANTENNA/RADAR/etc)
 Observed Degradations : (SN RATIO/DATA GAPS/etc)
 Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
 Additional Information : (multiple lines)

9.2.1 Multipath Sources : (METAL ROOF/DOME/VLBI ANTENNA/etc)
 Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
 Additional Information : (multiple lines)

9.2.x Multipath Sources : (METAL ROOF/DOME/VLBI ANTENNA/etc)
 Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
 Additional Information : (multiple lines)

9.3.1 Signal Obstructions : (TREES/BUILDINGS/etc)
 Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
 Additional Information : (multiple lines)

9.3.x Signal Obstructions : (TREES/BUILDINGS/etc)
 Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
 Additional Information : (multiple lines)

10. Local Episodic Effects Possibly Affecting Data Quality

10.1 Date : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
 Event : (TREE CLEARING/CONSTRUCTION/etc)

10.x Date : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
 Event : (TREE CLEARING/CONSTRUCTION/etc)

11. On-Site, Point of Contact Agency Information

Agency : Littoral, Environnement et Sociétés
 UMR 6250 LIENSs, CNRS - Université de La Rochelle

Preferred Abbreviation : ULR

Mailing Address : Institut du Littoral et de l'Environnement
 2 rue Olympe de Gouges 17000 LA ROCHELLE

Primary Contact

Contact Name : Pascal TIPHANEAU

Telephone (primary) : (33) 5 46 45 83 94

Telephone (secondary) : (33) 5 46 45 82 74
Fax : (33) 5 46 50 76 63
E-mail : ptiphane@univ-lr.fr
Secondary Contact
Contact Name : Guy WOPPELMANN
Telephone (primary) : (33) 5 46 45 86 13
Telephone (secondary) : (33) 5 46 45 82 74
Fax : (33) 5 46 50 76 63
E-mail : gwoppelm@univ-lr.fr

12. Responsible Agency (if different from 11.)

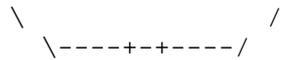
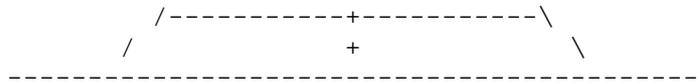
Agency : (multiple lines)
Preferred Abbreviation : (A10)
Mailing Address : (multiple lines)
Primary Contact
Contact Name :
Telephone (primary) :
Telephone (secondary) :
Fax :
E-mail :
Secondary Contact
Contact Name :
Telephone (primary) :
Telephone (secondary) :
Fax :
E-mail :
Additional Information : (multiple lines)

13. More Information

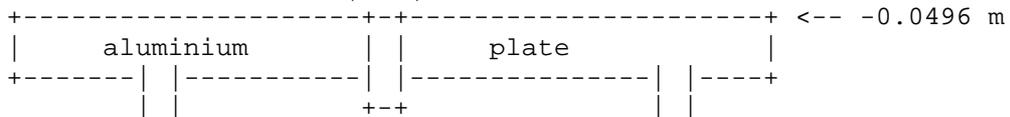
Primary Data Center : SONEl
Secondary Data Center : IGN
URL for More Information : <http://www.sonel.org/>
Hardcopy on File
Site Map : (Y or URL)
Site Diagram : (Y or URL)
Horizon Mask : (Y or URL)
Monument Description : (Y or URL)
Site Pictures : (Y or URL)
Additional Information : (multiple lines)
Antenna Graphics with Dimensions

TPSPG_A1+GP

<-- 0.2000 -->



<-- 0.0000 ARP=BAM



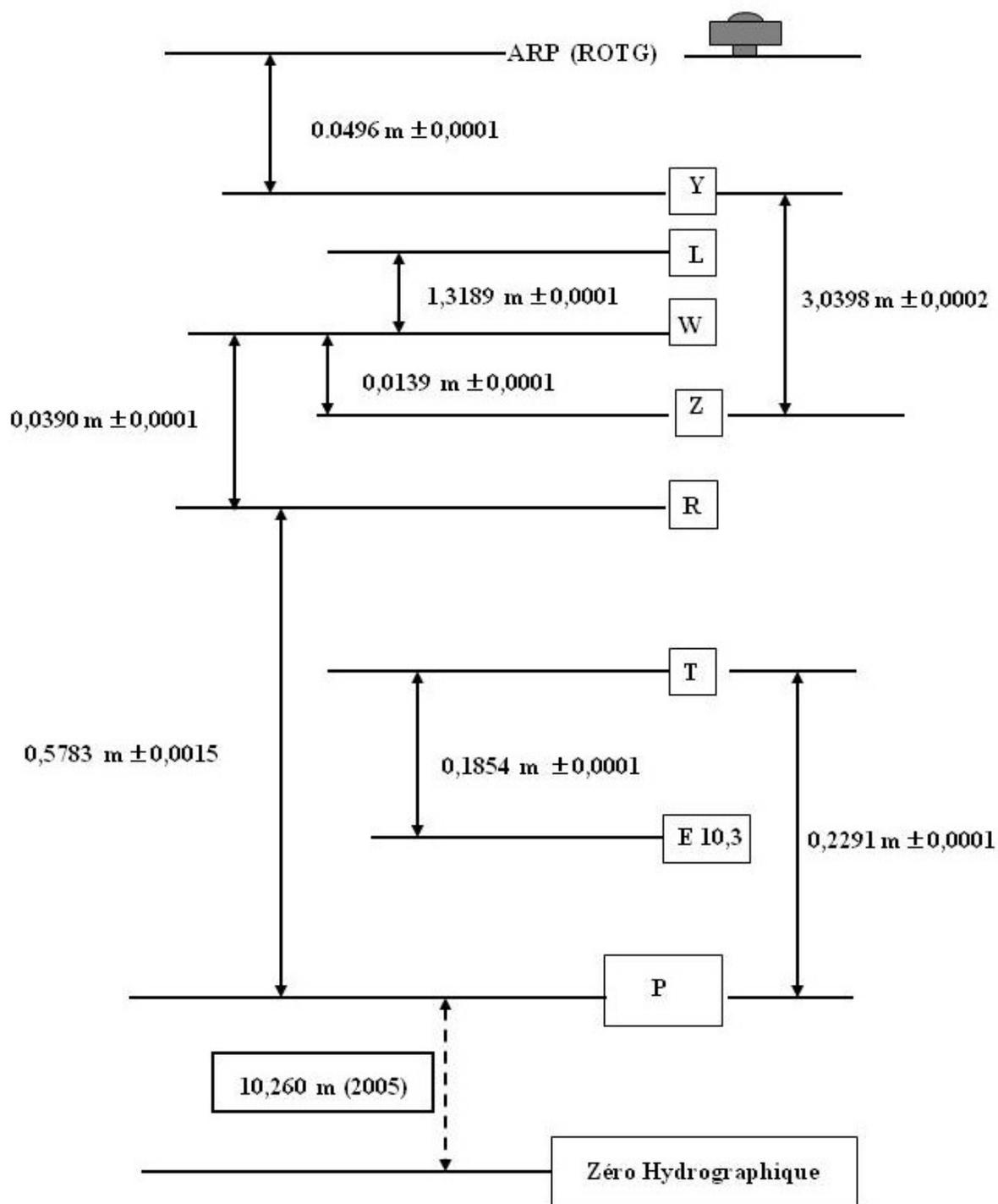
Steel mast
of about 3 meters

Benchmark BRASS NAIL

Concrete Terrace

<----- -3.0895 m

ANNEXE 6 : Diagramme des différences de hauteur des repères nivelés



Toutes les valeurs indiquées ont été mesurées lors de cette campagne.

La valeur de la cote du repère P par rapport au zéro hydrographique est issue de la "fiche d'observatoire de marée" n°1569 du 25/05/2005, mise à jour le 29/11/2006. Parmi les repères nivelés, nous considérons qu'il est le plus stable, étant sur une structure portuaire ancienne et stabilisée.

ANNEXE 7 : Vue d'ensemble des repères nivelés



ANNEXE 8 : Tableau des mesures de contrôle à la sonde lumineuse

Roscoff le 25 aout 2009
 Coeff : 80-75
 Index Shom = 12,195

Sonde SHOM n°20-1

Heure TU	Sonde Shom	Opérateur	Obs	MCN relevé	f(sonde SONEL)	h(MCN)	Observations diverses
5:00							
5:10	6,820	Pascal		5,382	5,375	0,007	
5:20	6,512	Nicolas		5,689	5,683	0,006	
5:30	6,197	Manu		5,967	5,998	-0,031	
5:40	5,903	Nicolas		6,334	6,292	0,042	
5:50	5,517	Nicolas		6,6626	6,678	-0,015	Sonde bloquée
6:00							Sonde bloquée
6:10	5,016	Pascal		7,176	7,179	-0,003	
6:20	4,755	Nicolas		7,419	7,440	-0,021	
6:30	4,534	Nicolas		7,676	7,661	0,015	
6:40	4,348	Nicolas		7,839	7,847	-0,008	
6:50							Sonde bloquée
7:00							Sonde bloquée
7:10	3,968	Manu		8,224	8,227	-0,003	
7:20	3,848	Manu		8,39	8,347		En retard
7:30	3,747	Nicolas		8,454	8,448	0,006	
7:40	3,700	Virginie		8,479	8,495	-0,016	
7:50	3,632	Virginie		8,571	8,563	0,008	
8:00	3,665	Virginie		8,518	8,530	-0,012	
8:10	3,666	Virginie		8,546	8,529	0,017	
8:20	3,711	Virginie		8,52	8,484	0,036	
8:30							Sonde bloquée
8:40	3,802	Virginie		8,432	8,393	0,039	
8:50	3,812	Virginie		8,383	8,383	0,000	
9:00	3,893	Virginie		8,325	8,302	0,023	
9:10	3,977	Virginie		8,216	8,218	-0,002	
9:20	4,142	Virginie		8,096	8,053	0,043	
9:30	4,266	Virginie		7,927	7,929	-0,002	
9:40	4,394	Virginie		7,829	7,801	0,028	
9:50	4,542	Virginie		7,659	7,653	0,006	
10:00	4,762	Virginie		7,46	7,433	0,027	
10:10	4,956	Virginie		7,252	7,239	0,013	
10:20	5,194	Virginie		6,998	7,001	-0,003	
10:30	5,452	Virginie		6,755	6,743	0,012	
10:40	5,706	Virginie		6,493	6,489	0,004	
10:50							Sonde bloquée
11:00							Sonde bloquée
11:10	6,483	Ronan		5,736	5,712	0,024	
11:20							Sonde bloquée
11:30	7,050	Virginie		5,168	5,145	0,023	
11:40	7,310	Virginie		4,918	4,885	0,033	
11:50	7,589	Virginie		4,652	4,606		Sonde bloquée
12:00	7,824	Virginie		4,366	4,371	-0,005	
12:10	8,081	Virginie		4,106	4,114	-0,008	
12:20	8,376	Virginie		3,879	3,819	0,060	
12:30	8,583	Virginie		3,645	3,612	0,033	
12:40	8,830	Virginie		3,429	3,365	0,064	
12:50							Sonde bloquée
13:00	9,270	Virginie		2,918	2,925	-0,007	
13:10	9,440	Virginie		2,778	2,755	0,023	
13:20	9,633	Virginie		2,568	2,562	0,006	
13:30	9,785	Virginie		2,405	2,410	-0,005	
13:40	9,945	Virginie		2,256	2,250	0,006	
13:50	10,091	Virginie		2,107	2,104	0,003	
14:00	10,192	Virginie		2,022	2,003	0,019	
14:10	10,224	Virginie		1,986	1,971	0,015	
14:20	10,288	Virginie		1,914	1,907	0,007	
14:30	10,312	Virginie		1,889	1,883	0,006	
14:40	10,252	Virginie		1,933	1,943	-0,010	
14:50	10,212	Virginie		1,967	1,983	-0,016	
15:00	10,150	Virginie		2,075	2,045	0,030	
15:10	10,087	Pascal		2,118	2,108	0,010	
15:20	9,964	Nicolas		2,228	2,231	-0,003	
15:30	9,836	Nicolas		2,366	2,359	0,007	
15:40	9,638	Manu		2,56	2,557	0,003	
15:50	9,433	Nicolas		2,767	2,762	0,005	En retard
16:00	9,202	Nicolas		2,995	2,993	0,002	
16:10	8,968	Manu		3,222	3,227	-0,005	
16:20	8,716	Nicolas		3,524	3,479	0,045	
16:30							Sonde bloquée
16:40	8,122	Nicolas		4,107	4,073	0,034	
16:50	7,824	Manu		4,359	4,371	-0,012	
17:00	7,573	Pascal		4,632	4,622	0,010	
17:10	7,268	Nicolas		4,936	4,927	0,009	
17:20	6,993	Manu		5,243	5,202	0,041	
17:30	6,658	Nicolas		5,542	5,537	0,005	
17:40	6,376	Nicolas		5,844	5,819	0,025	
17:50	6,091	Nicolas		6,113	6,104	0,009	En retard

Moyenne calage MCN : 0,011
 Ecart-Type 0,019
 Erreur sur la moyenne 0,002