

Rapport de Projet Pluridisciplinaire Cycle des Ingénieurs diplômés de l'ENSG 2^{ème} année (IT2)

Mouvements verticaux des marégraphes par GPS :
Installations, rattachements, traitements et analyses en
soutien des actions de l'équipe ULR :



Emmanuel BARDIERE

le 15 Septembre 2009

Non confidentiel Confidentiel IGN Confidentiel Industrie jusqu'au

Jury

Président du jury

Christine Salgé, directrice adjointe ENSG

Encadrement de stage :

Guy Woppelmann, ULR, maître de stage

Jacques BEILIN, DPTS, ENSG/IGN, rapporteur principal

Serge BOTTOM, DPTS

Responsable pédagogique du cycle IT2 :

Serge Botton, Département Positionnement Terrestre et Spatial

© ENSG

Stage Pluridisciplinaire du 15 Juin 2009 au 28 Août 2009

Diffusion Web : Internet Intranet Polytechnicum Intranet ENSG

Situation du document :

rapport de stage pluridisciplinaire présenté en fin de 2^{ème} année du cycle des Ingénieurs

Nombre de pages : 95 dont 61 d'annexes

Systeme hote : Word 2008 MAC

MODIFICATIONS

EDITION	REVISION	DATE	PAGES MODIFIEES
1	0	02/09/2009	Création

« Cette immense sphère du monde que Platon appelle avec tant de raison
l'ouvrage de l'éternel géomètre. »¹

¹ Voltaire, *Memnius*, 3

Remerciements

Je souhaite tout d'abord remercier Guy Woppelmann pour son accueil chaleureux tout au long de mon stage. Il a de surcroît répondu à toutes mes questions, des plus stupides aux plus saugrenues !

D'autre part, je remercie Serge Bottom qui m'a proposé ce sujet de stage ainsi que Jacques Beillin qui a poussé son encadrement à venir me voir sur place pendant ses vacances...

Tout particulièrement, je voudrais remercier et saluer Pascal Tiphaneau avec qui j'ai travaillé. Merci Pascal pour les bons moments passés à travailler dans la bonne humeur !

Merci encore à tous les chercheurs des autres disciplines du bâtiment ILE avec qui les dialogues débridés permettent de s'échapper vers des horizons lointains.

Enfin merci à tous mes relecteurs et correcteurs, dont le temps précieux a souffert de mes difficultés rédactionnelles ... merci Mathilde, merci Papa.

Résumé

Ce rapport reprend différents aspects d'un stage réalisé au cours de l'été 2009 à l'Université de La Rochelle.

Le laboratoire a en charge le suivi, l'entretien et l'installation de stations GPS conjointement à des marégraphes. Le but de l'installation de station GPS en relation avec des marégraphes est de permettre le suivi des mouvements verticaux. Ces mouvements sont aussi bien ceux de la croûte terrestre et des plaques continentales que des mouvements locaux. Par exemple, le quai qui sert de support au marégraphe peut s'affaisser ou se tasser.

Aussi, ce rapport comprend des aspects allant des installations techniques de stations GPS aux méthodes mises en œuvre pour l'exploitation des mesures en passant par l'étude des divers modes de collectes des données en temps réel

Un ensemble de documents ont été réalisés au cours de ce stage, ils figurent en annexes.

Abstract

This report ends an internship done at the University of La Rochelle during the summer 2009.

The subject was to do all jobs around the tide level instruments and mostly the installation of GPS stations. The goal in installing GPS stations is to take part in analysis long time series of sea level of the vertical movements. These vertical movements can be caused by the crustal deformation or by a local phenomenon, typically the vertical movement of the ground where the tide gauge is installed.

So this report detailed different aspects around this problematic from real installations to data management and finally a small analysis in the way to process these data.

Many documents had to be produced during this Internship, they are joined in appendixes.

Table des matières

Remerciements	4
Résumé.....	5
Abstract.....	6
Table des matières.....	7
Liste des figures	8
Liste des annexes	9
Glossaire et sigles utiles.....	10
Introduction	12
Installation de nouvelles stations	13
Réalizations d'installations simple : aspect purement technique	14
Bâtiment ILE.....	14
Fort Enet / Fort Boyard	15
Roscoff	15
Prise en charge des aspects administratifs / relationnels.....	17
Ile d'Aix.....	18
Fort Boyard.....	19
Port de La Pallice	19
Automatisation de la collecte des données GPS	21
Présentation des matériels et des intervenants	21
Solutions retenues.....	21
Solution court terme (fiche de vidage).....	21
Solutions pérennes (réseau).....	21
Traitements et analyses	23
Rattachement des zéros.....	23
Historique	23
GPS + Nivellement.	23
Les différentes méthodes de calcul.....	26
Comparaison des méthodes et résultats sur SETE.....	30
Conclusion	33

Liste des figures

Figure 1 : Etapes d'installation de la station du bâtiment ILE	14
Figure 2 : Station installée sur le bâtiment ILE	15
Figure 3 : Diagramme de Van de Casteele (Roscoff Août 2009)	17
Figure 4 : Simulation d'une antenne GPS Île d'Aix	18
Figure 5 : Antenne GPS de La Pallice	20
Figure 6 : Installation d'une antenne GPS sur Fort Enet	24
Figure 7 : Fort Boyard et la barge d'accueil.	25
Figure 8 : Interface Tkx, étape 1	27
Figure 9 : Script Perl, interface étape 2	28
Figure 10 : Script Perl, étape 3	29
Figure 11 : Oscillations des solutions composante Esting	30
Figure 12 : Oscillations des solutions composante Northing	30
Figure 13 : Oscillation des solutions calculées sur la composante verticale	31
Figure 14 : Droite de régression sur la composante Esting	31
Figure 15 : Droite de régression sur la composante Northing	31
Figure 16 : Droites de régression sur les composantes verticales	32
Figure 17 : Tableau récapitulatif des méthodes de calcul GPS	32
Figure 18 : Opérations de nivellement sur Fort Boyard	48
Figure 18 : Suivi de la marée	52

Liste des annexes

Annexes	34
Annexe 1 : Compte rendu d'installation d'une antenne GPS sur Fort Enet	35
Annexe 2 : Compte rendu d'installation d'une antenne GPS sur Fort Boyard	40
Annexe 3 : Compte rendu de désinstallation sur Fort Enet et Fort Boyard	46
Annexe 4 : Compte rendu d'installation d'une antenne GPS à Roscoff	49
Annexe 5 : Compte rendu de la réunion avec les élus de l'île d'Aix	54
Annexe 6 : Courrier a l'architecte des Bâtiments de France	71
Annexe 7: Fiche de vidage du contrôleur GPS (Mission de Sete)	81
Annexe 8 : Etude sur les méthodes de nivellement (SHOM 1960)	86
Annexe 9 : Soumission de fichiers rinex pour calcul PPP	91

Glossaire et sigles utiles

GPS	Global Positioning System, système américain de positionnement par satellites (exemple à effacer)
IGS	International Gps Service
ITRF	International Terrestrial reference Frame
LIENSs	Littoral Environnement et Sociétés
CIRCE	Logiciel gratuit fourni par l'IGN permettant les transformations de coordonnées.
GAMIT	Gps Analysis MIT : Associé ou on à GLOBK, c'est un ensemble de logiciel permettant d'analyser les mesures GPS en relation avec les mouvements de l'écorce terrestre.
RINEX	Receiver Independant EXchange Format. C'est le format d'échange de données GPS standard. Toutes les observations sont au préalable enregistrées dans un format constructeur puis exploitées grâce à ce format. Il est possible de comprimer ce format pour obtenir un Rinex Hatanaka, qui occupe nettement moins de place et qui contient néanmoins toutes les informations originelles.
SHOM	Service Hydrographique et Océanographique de la Marine
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line.
NGF	Nivellement Général de la France
RTK	Real Time Kinematic
FTP	File Transfert Protocol

SONEL	Surveillance et Observation du Niveau des Eaux Littorales
LIENSs	
ILE	Institut du Littoral et de l'Environnement
TIGA	Tide GAuge
ULR	Université de La Rochelle
PPP	Precise Point Position

INTRODUCTION

Le niveau de la mer et plus encore ses variations sont au cœur de nombreuses études. En effet, plus encore que les causes «directes» habituelles, une question importante de la communauté scientifique est de déterminer si oui ou non l'activité des hommes est en lien direct avec les variations observées.

Ce n'est certes pas l'objet de ce rapport. On s'intéressera ici aux mesures et aux calculs qui sont effectués.

Dans cet exposé, dans un premier temps, en passant en revue quelques installations de stations GPS attachées à des marégraphes, on insistera sur les aspects techniques et administratifs.

Dans une deuxième partie, seront évoqués quelques problèmes rencontrés et les solutions techniques retenues.

Enfin, seront présentés les résultats de l'étude réalisée sur les différentes méthodes de calcul GPS. En comparant ces méthodes du point de vue de la précision des résultats et de l'investissement à la fois financier et en temps, un tableau des principales caractéristiques de chacune des méthodes sera dressé.

INSTALLATION DE NOUVELLES STATIONS

Il est de prime abord important de détailler les infra-structures de gestion des marégraphes présentes au sein du laboratoire d'accueil.

Le laboratoire LIENSs (Littoral ENvironnement et Sociétés) de L'Université de La Rochelle est un des centres d'Analyse de l'IGS et participe avec le projet TIGA (Tide GAuge) à un retro-processing des données enregistrées depuis environ cinquante ans.

A l'aide de GAMIT et de la machine YMIR², il a été possible (en trois semaines quand même !) de redéterminer les positions et les vitesses d'un ensemble de stations GPS directement reliés à des marégraphes et d'obtenir ainsi une mesure plus fine du niveau de la mer en ces lieux, en permettant la surveillance des mouvements verticaux des marégraphes.

SONEL, une structure Française qui s'intéresse à la Surveillance et l'Observation du Niveau des Eaux Littorales est hébergée au sein du laboratoire. Parmi les attributions de SONEL, on note :

- L'établissement de standards. La qualification de mesures.
- La diffusion de ces mesures, la valorisation du patrimoine (parfois séculaire), ainsi que la participation à des programmes internationaux.
- Enfin, SONEL est aussi impliquée dans des actions de recherches, en analysant et publiant des résultats scientifiques, mais aussi en poursuivant l'amélioration des méthodes d'analyse actuelle.

Dans le cadre de ce stage, il a été possible de participer à l'implantation de nouvelles stations GPS, liées ou non à des marégraphes. Ces installations ont principalement combiné deux aspects, l'aspect purement technique et l'aspect plus administratif.

² C'est le nom de la machine (un super calculateur)

Réalisations d'installations simple : aspect purement technique

Bâtiment ILE

Le Bâtiment ILE (Institut du Littoral et de l'Environnement), qui héberge le laboratoire a été choisi comme site privilégié d'installation d'une antenne GPS. En effet, la possibilité de disposer d'une antenne sur place est importante dès lors qu'elle permet de se familiariser avec les différents récepteurs (anciens et surtout à venir). De plus, pouvoir faire des tests sur une installation réelle permet d'étudier la faisabilité de telle ou telle manipulation sur un site plus distant.

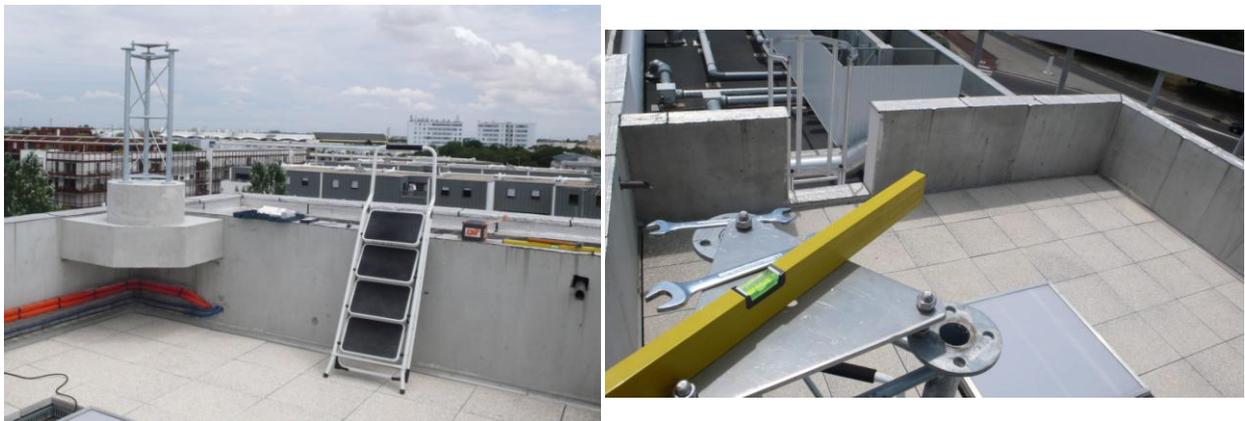


Figure 1 : Etapes d'installation de la station du bâtiment ILE



Figure 2 : Station installée sur le bâtiment ILE

Fort Enet / Fort Boyard

L'installation d'une antenne sur le Fort Enet / Fort Boyard entre dans le cadre de la campagne de mesures qui a été réalisée pendant la durée de ce stage. Les mesures sur le Fort Enet et le Fort Boyard ont été effectuées en appui au travail de Th. GOURIOU³ dans le cadre d'une thèse sur l'étude du niveau de la mer sur une période d'une cinquantaine d'années à cheval entre le 18^{ième} et 19^{ième} siècle.

Dans l'optique du rattachement des zéros déjà déterminés, une station a été installée pendant une durée de quatre semaines (du 23/07/2009 au 19/08/2009).

Les installations ont été faites de façon très classique, avec à chaque fois l'installation d'un boulon scellé dans le sol. Des comptes rendus de mission sont disponibles en annexes et détaillent chaque intervention ainsi que les intervenants.

Roscoff

L'installation du GPS sur le site de Roscoff s'est effectuée au cours de la dernière semaine de stage.

³ Doctorant s'intéressant à des mesures historiques du niveau de la mer (entre autre).

Les opérations sur place ont été les suivantes :

- Installation de pilier support du GPS (perçage, scellement chimique, vissage).
- Installation de l'antenne proprement dite ainsi que le contrôleur.
- Nivellement de précision (avec les moyens du bord) du support de plaque de l'antenne, du repère situé à l'aplomb de l'antenne. Une stabilité du quai a été réalisée en faisant un nivellement entre les différents repères situés sur le quai (distants de 200m environ).
- Enfin, en profitant de l'aide d'une équipe du SHOM, un test de Van de Casteele a pu être réalisé. Ce test a pour vocation de déterminer les erreurs du marégraphes (à l'origine un système mécanique pur dont les mesures sont entachées d'erreurs instrumentales) et du puits de tranquillisation. Le test est conduit pendant une marée complète, c'est à dire pendant une durée de 12 à 13 heures. Il consiste en la réalisation d'une mesure toutes les dix minutes à l'aide d'une sonde lumineuse préalablement étalonnée. A chaque observation, l'opérateur qui effectue la mesure note à la fois la mesure manuelle et la mesure automatique du marégraphe programmé pour faire la moyenne des n observations autour de l'heure choisie. Afin de disposer de mesures les plus précises possibles, l'utilisation d'un garde-temps⁴ peut être utile si on décide de faire dans le même temps des mesures sur l'échelle de marée qui peut être distante du marégraphe. Un diagramme (dit de Van de Casteele) permet de visualiser les écarts entre les mesures faites manuellement et celles provenant du marégraphe. Il caractérise le puits en terme de précision et permet d'en connaître le dérèglement.

⁴ Horloge dont la dérive est connue et maîtrisée, mais en tout état de cause très faible.

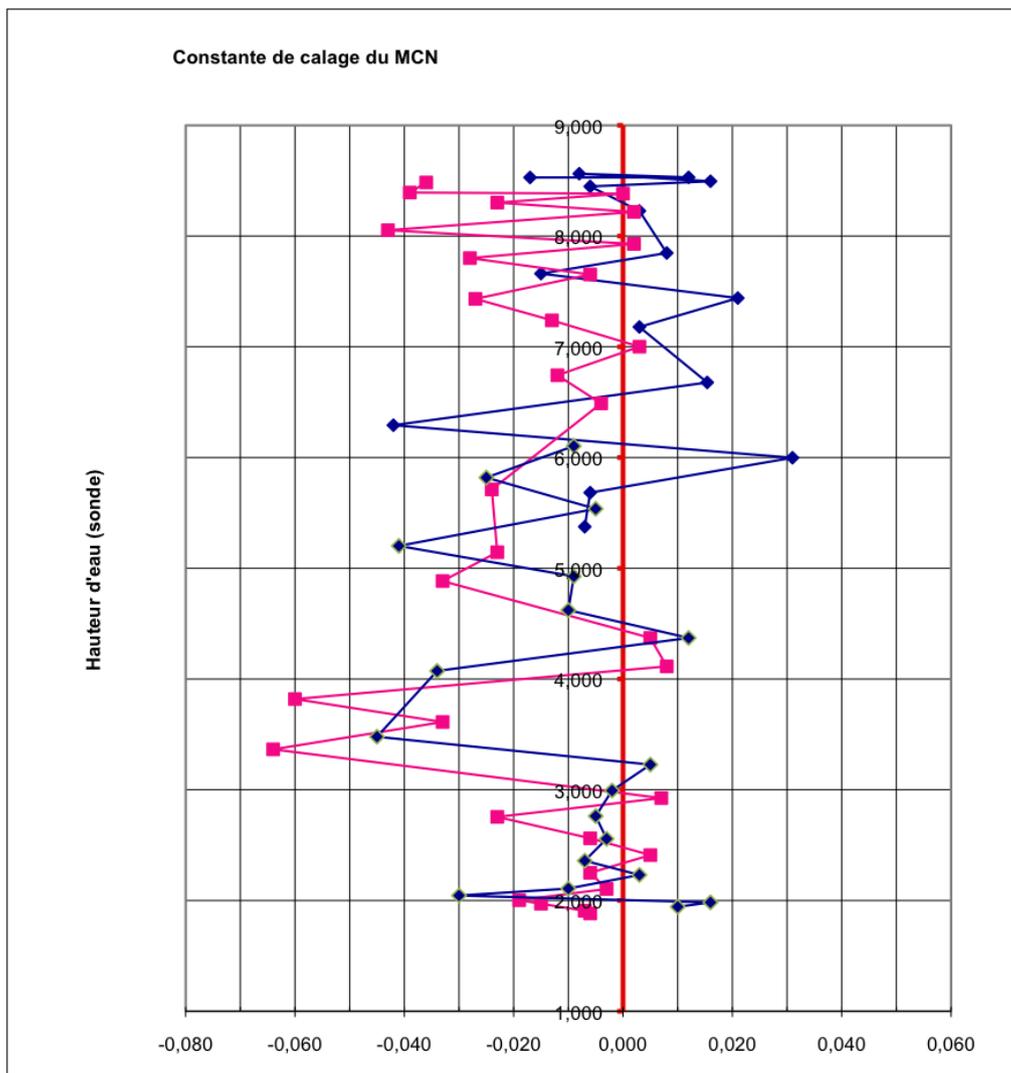


Figure 3 : Diagramme de Van de Casteele (Roscoff Août 2009)

Prise en charge des aspects administratifs / relationnels

Une projet assez complet d'installation d'un ensemble de matériel (marégraphe, échelle de marée, gravimètre, station météo et GPS) s'inscrit dans les futurs développements des activités du laboratoire. En effet, grâce à la conjonction de ces différents appareils l'exploitation de leurs mesures permettra de dé-corréler certaines observations de phénomènes réalisées sur un autre matériel. Ex : La pression atmosphérique et le niveau de la mer, mais aussi la modification du champ de pesanteur et les mesures du niveau de la mer.

Ile d'Aix

L'île d'Aix devant accueillir l'ensemble des matériels, une réunion a été organisée avec les élus lors d'une première visite sur l'île.

Ceux-ci s'étant montrés très intéressés par le projet les contours de celui-ci ont été précisés au cours d'une nouvelle réunion organisée la semaine suivante. (Compte rendu en annexe.)

Un autre aspect est à signaler quant aux installations prévues sur l'île d' Aix.

Le site choisi, susceptible d'accueillir la majeure partie des installations est la propriété de la SAIA (Société des Amis de l'Île d'Aix). Or l'association, qui ne s'oppose en rien au prêt de ses installations pour l'intérêt scientifique souhaite avoir l'aval des Architectes des Bâtiments de France. Un dossier a été rédigé dans ce sens en indiquant précisément l'impact des installations sur le site qui est classé. Ce dossier figure en annexe.



Figure 4 : Simulation d'une antenne GPS Île d'Aix

Fort Boyard

Pour la réalisation du rattachement des zéros (dans le cadre de la Thèse de Th. GOURIOU), une intervention sur Fort Boyard était nécessaire. L'accès étant soumis à une réglementation stricte, une réunion avec les responsables du Conseil Général était indispensable. Cette réunion a permis d'expliquer le cadre général de l'étude ainsi que de présenter le projet d'équipement de l'île d'Aix.

A la suite de cette réunion (Compte rendu en annexe), des contacts ont été pris et une date d'intervention a été fixée.

Port de La Pallice

Le port de la Pallice a été contacté pour résoudre la difficulté rencontrée dans la collecte des données. Jusqu'à une date récente la collecte des données était effectuée de manière automatique. Avec les changements intervenus de statuts du port (devenu Port Autonome) et de gestionnaire (établissement public doté d'une large autonomie) la collecte s'effectue désormais manuellement (la ligne ADSL ayant été coupée!).

Malheureusement, les responsables du Port étant restés indifférents aux préoccupations des chercheurs, une autre solution technique a été envisagée. Il s'agit d'utiliser la connexion radio à l'instar du RTK (Real Time Kinematic) entre l'antenne GPS du port de La Pallice et celle nouvellement installée sur le bâtiment ILE. Faute de temps, cette solution n'a pu encore être testée.



Figure 5 : Antenne GPS de La Pallice

AUTOMATISATION DE LA COLLECTE DES DONNEES GPS

Présentation des matériels et des intervenants

Les instruments suivants sont susceptibles d'être connectés sur Internet pour une collecte automatique des données:

- . Un récepteur GPS (via le protocole FTP directement ou bien via une connexion RS232 voire une connexion USB)
- . Le marégraphe (via une connexion RS232)
- . Eventuellement une station météo (protocole RS232).

Les intervenants sont institutionnels. Il s'agit des membres du SHOM, des chercheurs du CNRS, et des collectivités locales qui hébergent les installations.

Les ingénieurs du SHOM sont soumis à des contraintes de sécurité assez fortes, et il n'est pas possible (en général) d'ouvrir les ports d'accès au routeur installé pour gérer les connexions.

Solutions retenues

Solution court terme (fiche de vidage)

Dans un premier temps, pour répondre à la première contrainte, à savoir récupérer les données le plus efficacement possible, la solution de la fiche de vidage a été retenue. Pour cela une fiche détaillant au maximum les opérations à réaliser a été mise au point. Cette fiche (cf. annexe), s'adresse à tout utilisateur familiarisé avec l'interface de Windows. Elle permet à un non spécialiste de l'informatique, et surtout à un non utilisateur du matériel GPS de faire les opérations de vidage du contrôleur GPS à partir d'un ordinateur portable et d'un câble USB (ou série).

Solutions pérennes (réseau)

Pour un vidage automatique des données, deux solutions ont été étudiées, en fonction des impératifs de sécurité des intervenants.

. La solution la plus sûre consisterait en l'installation d'un «mini-pc» sur le site qui lui procurerait une connexion en mode SSH (Secure SHell, «SSH fait référence pour l'accès distant sur les stations Linux et Unix.» Wiki) qui avec sa déclinaison libre openSSH permet une connexion via Tunnel extrêmement sûre. A noter qu'OpenSSH chiffre tout le trafic (mots de passe inclus) de façon à déjouer les écoutes réseau, les prises de contrôle de connexion, et autres attaques réseaux. De plus, OpenSSH fournit des possibilités de création de tunnels sécurisés, plusieurs méthodes d'authentification et supporte toutes les versions SSH propriétaires (cf www.openssh.org/)

. Une solution plus simple, consisterait, dans la mesure où les données récupérées ne sont pas critiques, de permettre le mappage de l'adresse IP du GPS au travers du routeur. Ainsi, à distance, via le protocole ftp (qui n'est lui sécurisé qu'avec un mot de passe «simple») il est possible de récupérer les fichiers depuis le contrôleur GPS et de l'administrer (par exemple changer la configuration du contrôleur)

TRAITEMENTS ET ANALYSES

Rattachement des zéros.

Historique

Un des objectifs identifié du stage consistait en une étude des méthodes de rattachements des « zéros » entre les trois sites Enet-Aix-Boyard. Dans le cadre de l'étude d'une série temporelle d'observations du niveau de la mer sur cette zone, il est important de savoir comment les informations de nivellement ont été transmises d'un site à l'autre. Cette problématique est abordée dans la thèse de Th. GOURIOU qui étudie justement cette série d'observations. Les documents utiles à cette étude ont été numérisés par Th. GOURIOU lors de la visite des archives du SHOM à Brest, ainsi qu'avec le concours de N. POUVREAU⁵.

La méthode utilisée peut être présentée succinctement comme suit : des levés de nivellement obtenus par des moyens optiques exclusivement (mais avec deux niveaux de classe de précision différente) ont permis de déterminer les dénivelées entre les repères installés sur Fort Enet-L'île d'Aix-Fort Boyard.

La méthode est expliquée en annexe.

GPS + Nivellement.

Une campagne de mesures a été réalisée au cours de l'été 2009 dans le but de comparer et déterminer les différences altimétriques entre les positions du marégraphe qui a été déplacé successivement de Fort Enet à l'île d'Aix en passant par Fort Boyard.

En 1960 des opérations comparables ont été réalisées par le SHOM avec des moyens optiques. C'est à ces mesures que l'on souhaitait se confronter, puisque même si des mesures antérieures ont été faites, elles ne sont pas disponibles.

Pour cela, deux antennes GPS ont été installées pendant un mois sur les sites de Fort Enet et de Fort Boyard.

Des opérations de nivellement complémentaires entre les repères nouveaux installés et ceux déjà existants ont été réalisées.

⁵ Chercheur du LEGOS (Laboratoire d'Etudes en Géophysique et Océanographie Spatiale)

Remarque : Des travaux de Génie civil sur Fort Enet ayant amené le déplacement d'un repère important (le NGF 42), les travaux de nivellement complémentaires ont fourni l'occasion de déterminer son altitude et surtout la qualité de son re-positionnement. Il a donc fallu rédiger une fiche à destination des services de l'IGN en charge de la conservation des repères de nivellement.

L'importance de ce repère tient à ce qu'il a servi à l'établissement des altitudes du NGF de nombreux points de la zone étudiée par Th. GOURIOU.

L'intérêt d'avoir les différences d'altitudes entre les différents repères est qu'il existe un décalage entre les zéros hydro et les zéros NGF.

Sur les deux sites choisis, les résultats des calculs PPP sont les suivants (La méthode de calcul est présente ci-après) :

Fort Enet

Les calculs ont été effectués le jeudi 27 Août 2009, ce qui permet de bénéficier des calculs des orbites précises de l'IGS (disponibles 14 jours après le jour courant). Les observations ont été enregistrées pendant 27 jours, offrant ainsi une bonne estimation des coordonnées.

Enet : Latitude : 46°00'14,04 / Longitude : -1°08'35,3538 / Hauteur E⁶ 61,0075 m

Une fois passées dans CIRCE pour obtenir l'altitude NGF (grâce à la grille du RAF 98), on obtient l'altitude finale.



Figure 6 : Installation d'une antenne GPS sur Fort Enet

⁶ Hauteur E : Hauteur Ellipsoïdale

Fort Boyard

Tout comme pour Fort Enet, l'enchaînement des calculs a été fait le jeudi 27 Août 2009. Par contre, les observations n'ont porté que sur 13 journées d'observations GPS, le système initialement mis en place ayant subi une interruption d'alimentation électrique. Les données ont été cadencées à 30 secondes. La moyenne des calculs est la suivante :

Boyard : Latitude : 45°59'59,0462 / Longitude : -1°12'49,9068 / Hauteur E¹ 69,4378 m

Une fois passées dans CIRCE pour obtenir l'altitude NGF (grâce à la grille du RAF 98), on obtient l'altitude du point.



Figure 7 : Fort Boyard et la barge d'accueil.

Résultats et comparaison

Les différences d'altitudes entre les déterminations de 1960 et de la campagne 2009 donnent les différences suivantes :

. En 1960 : Delta = 8,215 m

. En 2009 : Delta = 8,212 m

Soit un écart de 3 mm.

On constate que la détermination actuelle (entachée elle aussi d'erreurs) procure un écart assez proche de celui obtenu quelque cinquante ans plus tôt.

L'écart étant assez faible, il est impossible de savoir si la différence est imputable aux procédés exclusivement optiques de 1960 (dont la précision annoncée est de l'ordre de 1,5 mm) aux erreurs instrumentales et de calculs mis en oeuvre en 2009 ou si cet écart est représentatif d'un mouvement relatif réel de l'altitude des points.

Le Fort Boyard peut être soumis à des mouvements (car situé sur un enrochement lui même supporté par un banc de sable : la longe de Boyard)

Les différentes méthodes de calcul

GAMIT

Le logiciel GAMIT est un des logiciels référence en terme de calculs GPS.

GAMIT (tel qu'il est configuré par l'équipe de SONEL), conduit à une solution de calcul hebdomadaire pour chaque site étudié.

La solution de GAMIT s'interprète comme une solution d'un réseau Global «bien réparti» sur la surface du globe.

BERNESE

Les calculs menés à titre expérimental ont pu être conduits sur un autre «poids lourd» du marché dans le domaine des logiciels de calculs GPS de haut niveau. Il s'agit de BERNESE. Les calculs ont été réalisés à l'ENSG, par Jacques BEILIN, et les solutions ont été envoyées directement sur une adresse mail créée pour l'occasion (calcul.gps@gmail.com)

BERNESE a été configuré pour produire une solution journalière. La méthode utilisée est celle d'un calcul en réseau local, BERNESE allant chercher les 12 stations disponibles les plus proches du site étudié (Sete en l'occurrence).

PPP(Precise Point Position)

C'est la méthode qui était au cœur de l'étude. Plusieurs implémentations de calculs PPP sont disponibles, et c'est la solution proposée par Les Ressources naturelles du Canada (RNCAN) qui a été utilisée. Elle permet le traitement des fichiers RINEX intégrant les observations obtenues de récepteurs mono ou bi-fréquence en mode statique ou cinématique.

« Le **PPP** (Precise Point Positioning) de RNCAN est un service de post-traitement offert gratuitement en ligne, qui permet aux utilisateurs du GPS au Canada (et à l'étranger) de calculer des positions de

plus grande exactitude à partir de leurs **données GPS brutes.**» (source http://www.geod.rncan.gc.ca/products-produits/ppp_f.php)

En effet, cette méthode s'affranchit virtuellement d'un logiciel. En effet, l'utilisateur soumet directement en ligne un fichier RINEX. La méthodologie de soumission d'un fichier RINEX sur les serveurs est détaillée en annexe. Une fois récupéré l'ensemble des fichiers comprimés (420 calculs), il était impossible de faire l'ensemble des opérations permettant d'avoir un jeu de coordonnées « à la main ».

Le choix du développement d'un ensemble d'outils (en perl principalement) pour automatiser les traitements s'est rapidement imposé.

L'interface perl a été écrite avec le module Tkx (qui est maintenant le module standard de gestion des graphiques en lieu et place de Tk depuis la version 5.10 de ActivePerl).

La logique retenue est la suivante :

. Ecriture d'une interface simple qui permet de chercher (via un filtre) des fichiers d'un certain type (en fonction de l'extension), dont le nom contient éventuellement telle chaîne de caractères dans un répertoire donné. Le script réalise le parcours récursif de tous les sous-répertoires du répertoire d'origine et applique ensuite un ensemble de commandes.

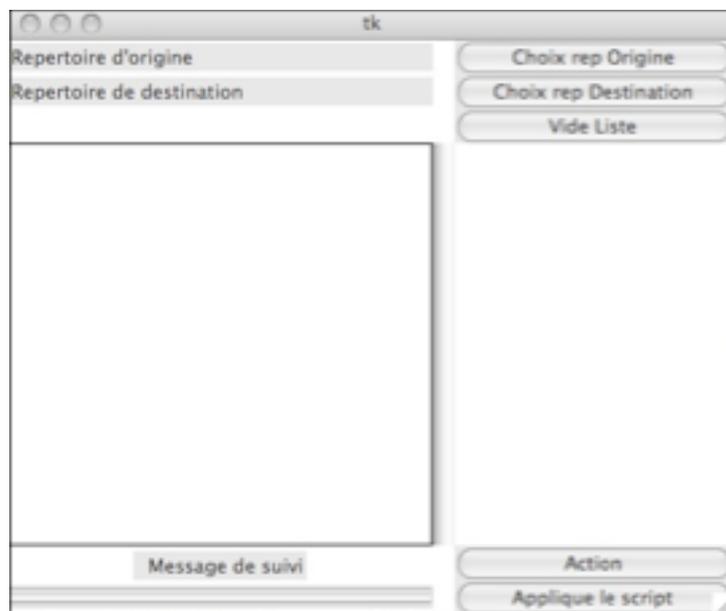


Figure 8 : Interface Tkx, étape 1

. Choix du répertoire d'origine de recherche.

- . Choix du répertoire de destination (s'il y a lieu).
- . Exécution de la requête de recherche des fichiers correspondants.

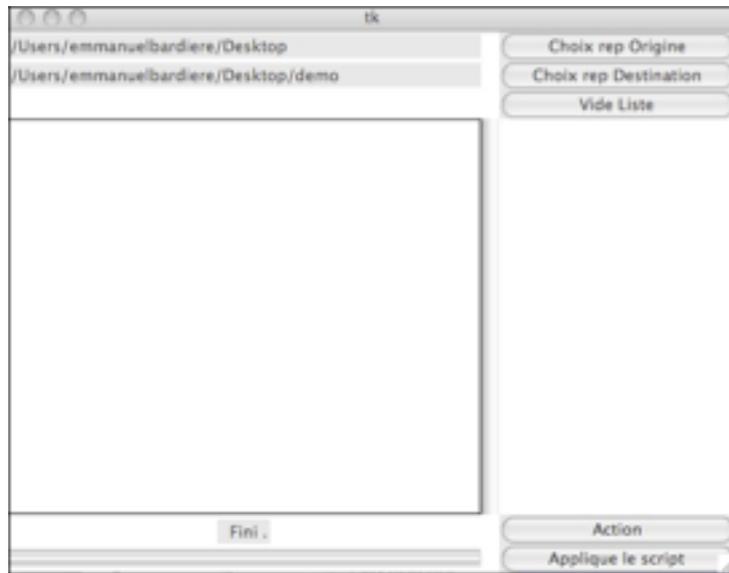


Figure 9 : Script Perl, interface étape 2

- . Sur la liste ainsi créée, un ensemble de traitements est appliqué. Par exemple:
 - . les fichiers .zip sont dé-zippés
 - . les fichiers textes sont explorés pour en extraire les informations de dates (avec ou sans conversions dans le système GPS international), de coordonnées, d'écarts type des solutions, etc...

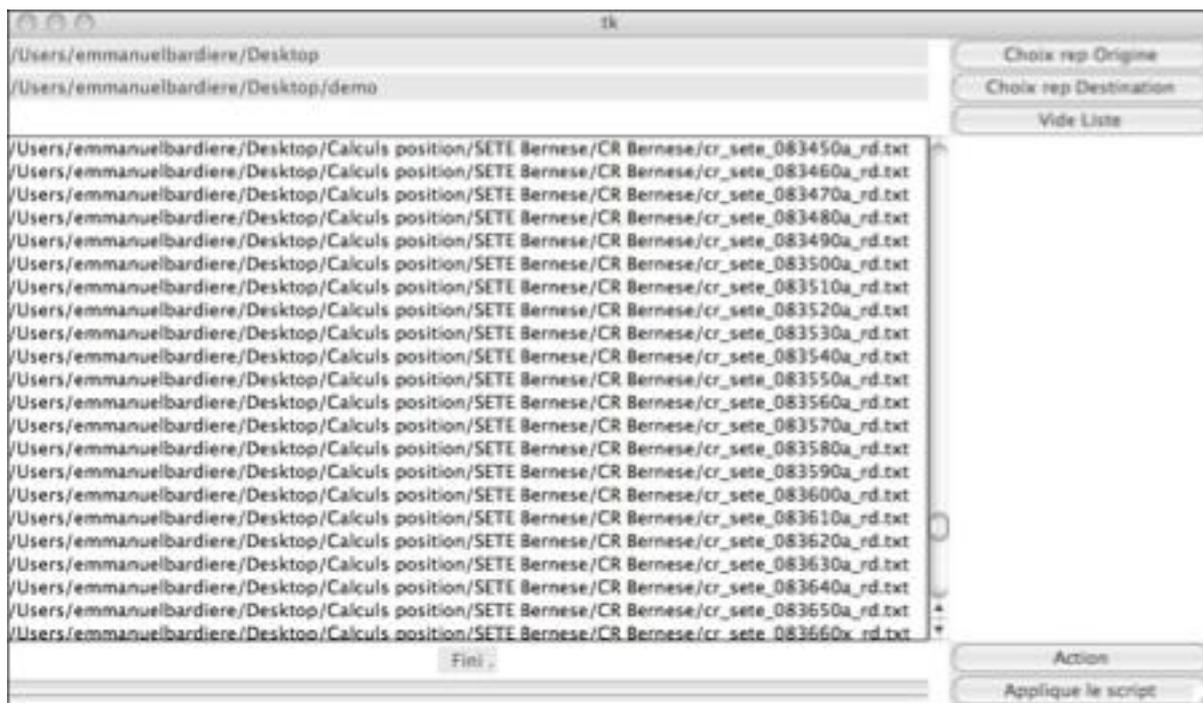


Figure 10 : Script Perl, étape 3

L'avantage d'avoir crée un gabarit de traitements, est qu'il est réutilisable pour de nombreuses opérations. Le fichier Perl du gabarit est présenté en annexe.

Le script a été écrit en Perl d'une part parce que c'est le langage qui a été choisi par le laboratoire, d'autre part, c'est probablement le langage qui permet le mieux l'automatisation de enchaînements de traitements sur des fichiers. Enfin, ce langage est multi plates-formes, et les scripts s'appliquent aussi bien sur des OS différents (OS X / Windows / Unix / Linux).

Liste des opérations réalisées :

- a) Upload des Rinex (Hatanaka pour prendre moins de place) sur le site de calcul choisi (http://webapp.csrn.nrcan.gc.ca/field/Scripts/CSRS_PPP_main_f.pl)
- b) Réception dans la boîte mail créée pour l'occasion du lien de téléchargement de la solution (le lien n'est actif que pendant 24h). Au delà, les données sont effacées des serveurs PPP.
- c) Désarchivage des fichiers solutions
- d) Extraction des coordonnées ITRF des fichiers «sum» contenus dans les répertoires des fichiers dé-zippés

e) Mise en forme du fichier solution dans un fichier texte.

f) Calculs et intégration dans Matlab pour traitements statistiques.

Comparaison des méthodes et résultats sur SETE

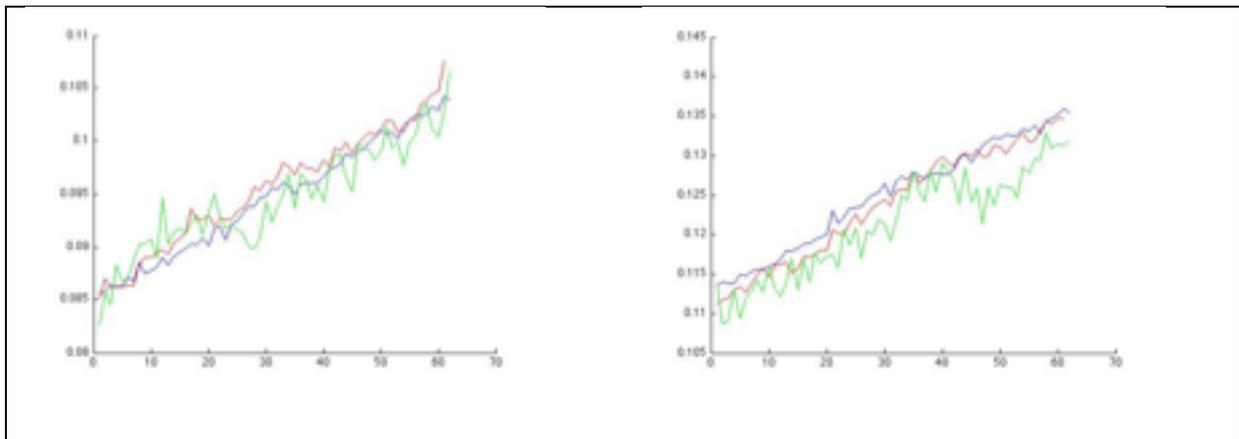
Une fois que toutes les solutions d'une méthode donnée sont compilées dans un fichier unique, on s'est attaché à comparer les résultats. Les calculs ont été effectués sous Matlab.

Des moyennes pondérées (par les écarts types des solutions) ont été calculées pour obtenir un ensemble de solutions du même type que la solution de GAMIT (une position par semaine).

Enfin, les résultats ont été comparés. Les comparaisons ont été effectuées sur la projection locale des déplacements du point calculé, ce qui permet de prendre en compte la vitesse de déplacement du point (l'ITRF 2005, donnant à la fois la position d'un point et sa vitesse).

Les résultats sont conformes à ceux attendus. En effet, l'écart type des solutions calculées par la méthode PPP sont bien plus grands que ceux de BERNESE ou de GAMIT.

Sur les courbes suivantes, on constate bien que l'incertitude des mesures est plus grande pour PPP (en vert) que pour les deux autres méthode de calculs (GAMIT en rouge et BERNESE en bleu)



*Figure 11 : Oscillations des solutions
composante Esting*

*Figure 12 : Oscillations des solutions
composante Northing*

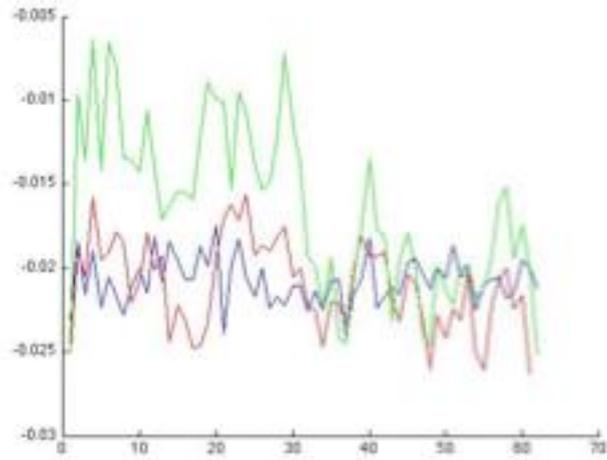
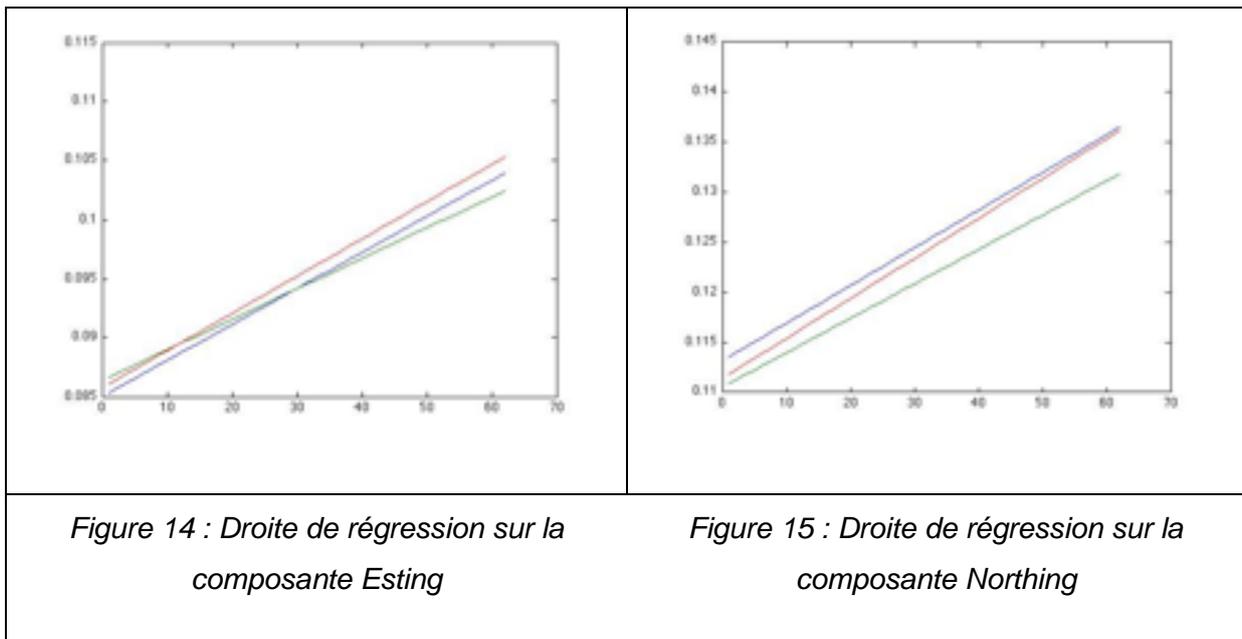


Figure 13 : Oscillation des solutions calculées sur la composante verticale

On peut également comparer les droites de régression de chacune des solutions :



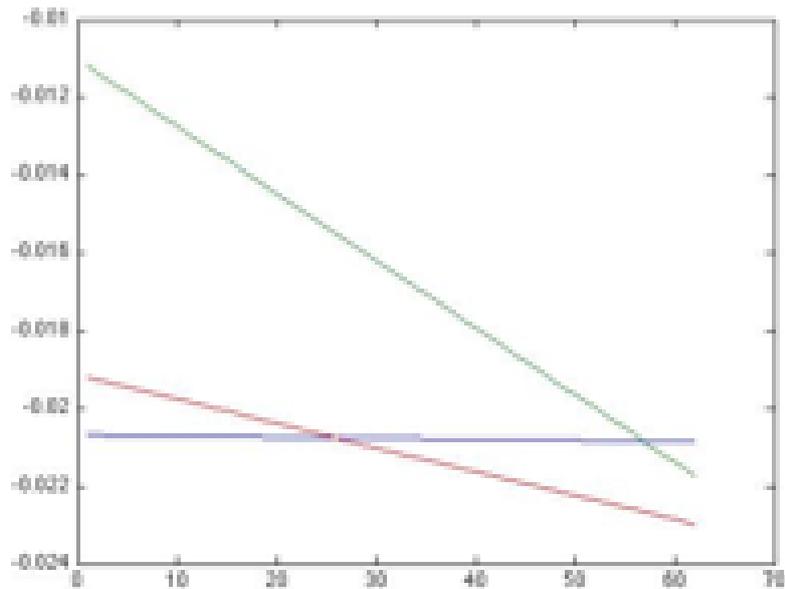


Figure 16 : Droites de régression sur les composantes verticales

On constate que sur les composantes Esting et Northing, les deux calculs GAMIT et BERNESE ne diffèrent que très peu (les droites sont parallèles). On peut donc dire que la tendance sur la position évolue dans le même sens. Par contre, sur la composante Z, les résultats sont moins probants.

Quant à la solution donnée par le calcul PPP, on voit qu'elle suit de façon moins précise la tendance.

	GAMIT	BERNESE	PPP
Coût (financier)	Cher dans un cadre autre que recherche et institutionnel	Cher dans un cadre autre que recherche et institutionnel	Gratuit
Coût (temps)	Plus long (3 semaines)	Rapide	Rapide
Précision	Précision excellente (autour du mm), la complexité des traitements permettant de supprimer les valeurs hors tolérance	Précision variable, dépendant des sites choisis pour le réseau local. Pour la méthode choisie ici.	Précision Moindre (plus proche du cm que du mm)

Figure 17 : Tableau récapitulatif des méthodes de calcul GPS

CONCLUSION

Je crois pouvoir dire que ce stage a constitué pour moi une véritable expérience professionnelle enrichissante à un double titre.

Sa vocation pluridisciplinaire m'a permis de vérifier concrètement en quoi la géomatique pouvait contribuer à l'avancée de travaux dans des domaines aussi divers et a priori éloignés que sont la biologie ou la géographie humaine. Cet apport, qui requiert imagination et efficacité, implique l'obligation de se soumettre à un dialogue (parfois exigeant) et à la prise en compte de contraintes extérieures à la spécialité.

De surcroît le fait de l'accomplir dans un laboratoire de recherche à dimension humaine a facilité mon intégration dans des équipes accueillantes et motivées qui m'ont apporté leur soutien autant que nécessaire avec le souci constant de favoriser mon autonomie dans la conduite de mes travaux. Ainsi, et ce n'est pas la moindre de mes satisfactions, la plupart des objectifs assignés ont pu être atteints.

ANNEXES

ANNEXE 1 : COMPTE RENDU D'INSTALLATION D'UNE ANTENNE GPS SUR FORT ENET

	Mission sur le Fort Enet (23/7/2009) Compte-rendu (27/07/2009) Rédacteurs : E. Bardière, N. Pouvreau et T. Gouriou
---	---

Participants	Laboratoire / Structure	Titre / Fonction
Emmanuel Bardière (<i>EB</i>)	ENSG (Institut Géographique National)	Elève ingénieur
Nicolas Lachaussée (<i>NL</i>)	LIENSs (Université de La Rochelle)	Technicien
Nicolas Pouvreau (<i>NP</i>)	LEGOS (CNES)	Chercheur contractuel
Contacts sur le terrain		
Dominique Droin (<i>DD</i>)	Fort Enet	Historien et Guide
Françoise Bellanné (<i>FB</i>)	Fort Enet	Copropriétaire
Excusés (à informer)		
Thomas Gouriou (<i>TG</i>)	LIENSs (Université de La Rochelle)	Chercheur doctorant
Guy Wöppelmann (<i>GW</i>)	LIENSs (Université de La Rochelle)	Maître de Conférences
Jean-Claude Mercier (<i>JCM</i>)	LIENSs (Université de La Rochelle)	Professeur
Mikhail Karpytchev (<i>MK</i>)	LIENSs (Université de La Rochelle)	Maître de Conférences
Pascal Tiphaneau (<i>PT</i>)	LIENSs (Université de La Rochelle)	Technicien

Ordre du jour :

Installation d'une station GPS temporaire

1. Préambule

- Départ de l'Institut du Littoral et de l'Environnement à 09h45 pour se rendre à la Pointe de la Fumée (Fouras), où le rendez-vous avec *DD* est fixé à 10h30, heure de rendez-vous pour la visite touristique de Fort Enet. Arrivée sur le Fort vers 11h (environ 30 minutes de marche à pied depuis la Pointe de la Fumée).
- Après un premier contact avec quelques membres de la famille Bellanné (copropriétaire), en vacances sur le Fort ce jour là, *EB* et *NL* installent la station GPS temporaire tandis que *NP* reste avec la famille Bellanné afin de leur présenter le projet dans sa globalité. *FB*, fille d'André Bellanné et devenue copropriétaire du Fort elle aussi, est en effet très intéressée par ce projet.

2. Installation d'une station GPS temporaire

- La station GPS de type statique a été installée à proximité de la terrasse des canons, au Nord du Fort Enet (latitude : $46^{\circ}00'14,2''$ N ; longitude : $1^{\circ}08'34,9''$ O ; *schéma 1*).



schéma 1 : (a) carte de la France avec localisation du littoral charentais ; (b) carte du littoral charentais avec localisation de Fort Enet ; (c) photo de Fort Enet (© Francis Leroy, 2006) indiquant l'emplacement de l'antenne GPS

- L'antenne GPS est posée à environ 1,8 m au dessus du sol de la terrasse, sur un bloc en béton (*photos 1 et 2*), tandis que le récepteur GPS ainsi qu'une batterie et son chargeur sont installés dans une chambre de l'habitation principale (*photo 3*), située au dessous de la terrasse des canons. L'horizon est dégagé et il n'y a aucun masque pour les observations GPS. Le temps était orageux avec une succession de grains parfois violents.



photo 1 : l'antenne GPS



photo 2 : l'antenne GPS près des canons



photo 3 : le récepteur GPS, la batterie et son chargeur

- L'antenne GPS a été installée sur un trépied Leica en aluminium qui a été stabilisé avec des pierres ramassées aux alentours du Fort (*photo 4*). De plus, le support choisi pour cette antenne étant une terrasse en béton, des pré-trous ont été percés dans le sol pour que les pointes du trépied de glissent pas. Le matériel utilisé pour cette installation est un récepteur Topcon GB1000 configuré pour enregistrer les informations de code et de phase (sur P1 et P2) cadencées à 30 secondes. La rallonge utilisée sur l'embase est une rallonge en aluminium de 10 cm.



photo 4 : NL, FB, DD et NP autour de l'antenne GPS

- Concernant l'alimentation électrique de la station GPS, nous avons pu brancher le récepteur sur le secteur, dans la chambre où est installé le matériel. Pour pallier à d'éventuelles coupures d'alimentation, une batterie ainsi qu'un chargeur de batterie ont également été installés, permettant de prendre le relais en cas de coupures.
- Le repère installé au sol (*schéma 2*) est un boulon en alliage de bronze comportant une marque de centrage (un petit trou au sommet). Le boulon a été scellé à la résine (la prise a été confirmée par le mélangeur).

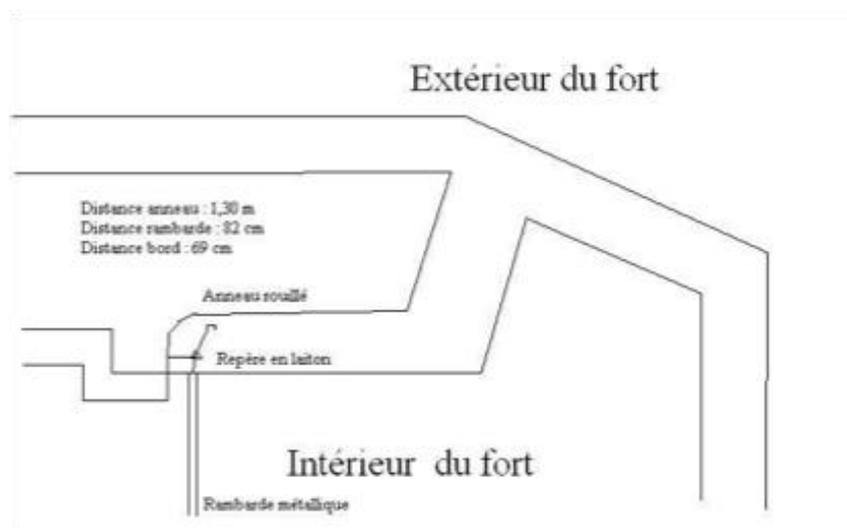


schéma 2 : localisation précise du repère installé à l'aplomb de l'antenne GPS

- Des mesures de différences de hauteurs entre le repère et la base de l'antenne GPS ont été successivement faites par *NL* et *NP*. Ces mesures (en cm) sont des distances inclinées et ont été réalisées à la canne :

<i>NL</i>	141,8	141,8	141,8	141,8	141,8	141,8
<i>NP</i>	141,8	141,8	141,8			

Moyenne : 141,8 cm

3. Rencontre avec les copropriétaires (famille Bellanné)

- Pendant que *EB* et *NL* installaient la station GPS, *NP* est resté à l'intérieur de l'habitation avec les membres et amis de la famille Bellanné afin de répondre à leurs questions et de leur expliquer en détail le projet d'installation d'une station GPS temporaire et plus globalement, le projet de reconstruction d'une série temporelle du niveau de la mer à partir des trois sites : île d'Aix, Fort Enet et Fort Boyard.
- *NP* a donc expliqué que les observations du niveau de la mer sont un des indicateurs du changement climatique et que les mesures séculaires du niveau marin sont très rares. Or, justement, il existe plusieurs jeux de mesure dans le secteur de la rade de Rochefort. *NP* a ensuite parlé de l'histoire de la marégraphie sur le littoral charentais pour la période 1824-1970 en précisant que les plus anciennes observations du niveau de la mer réalisées dans ce secteur dataient de 1824, sur l'île d'Aix.
- Puis, avec les progrès techniques de la navigation et la proximité du port militaire de Rochefort, il devenait important de connaître précisément la marée dans l'estuaire de la Charente afin de pouvoir la prédire. Le site de Fort Enet fut alors choisi pour accueillir un marégraphe, qui sera installé au prix de grandes dépenses (construction d'un ouvrage important comprenant une maçonnerie faisant office de puits de tranquillisation et d'un tunnel sous-terrain permettant au puits d'être en communication permanente avec la mer).
- Les difficultés techniques se multipliant (envasement et obstruction fréquents du tunnel sous-terrain), le marégraphe a donc été déplacé du Fort Enet au Fort Boyard le 3 juin 1873 où il fonctionnera jusqu'au 15 mai 1909. *NP* a également raconté les conditions de vie difficile des

observateurs de marée qui vivaient sur le Fort avec leur famille, conditions qui ont conduit à l'arrêt des mesures marégraphiques.

- *NP* a aussi expliqué que ce programme de recherche est piloté par *TG*, chercheur doctorant à l'Université de La Rochelle et encadré par *GW*, son directeur de thèse et responsable français du programme international GLOSS de l'UNESCO. *NP* a indiqué son rôle passé et présent en signalant qu'il a travaillé il y a quelques années sur les prémices de ce projet, notamment en quantifiant le potentiel scientifique de cette zone géographique et en travaillant aujourd'hui sur un programme de recherche financé par le CNES : « *Long term trend components in sea level from tide gauge and satellite altimetry records* » qui fait partie intégrante des travaux de recherche sur lesquels travaillent *TG* et *GW*.
- *NP* n'avait pas de plans de Fort Enet avec lui, ce qui rendait ses explications un peu délicates, cependant *FB* et sa famille se sont montrés très attentifs et intéressés. L'accueil sur le Fort a été excellent (café et apéritif partagés, et histoires personnelles relatives au Fort échangées) ! *NP* a signalé à *FB* que *TG* viendrait à Fort Enet le samedi 25 juillet et qu'elle pourrait le rencontrer à cette occasion. A la fin de sa visite, *DD* s'est joint à l'équipe déjà présente. Il s'est associé à *FB* pour exprimer la crainte de voir l'antenne GPS déplacée par le vent.
- *EB* et *NP* ont ensuite expliqué l'intérêt d'effectuer de telles mesures GPS sur des sites ayant servis d'observatoire du niveau de la mer. *FB* a émis le souhait d'être informée des futurs résultats de l'étude et d'avoir une copie des documents en notre possession concernant Fort Enet, exprimant un vif intérêt et une réelle curiosité pour notre étude. *FB* ne souhaite pas de dédommagement pour l'électricité consommée par la station GPS (pour rappel, estimation du coût : 0,35 Euros par mois).
- *EB*, *NL* et *NP* ont quitté Fort Enet vers 13h15, pour un retour à l'Institut du Littoral et de l'Environnement, via la Pointe de la Fumée.



ANNEXE 2 : COMPTE RENDU D'INSTALLATION D'UNE ANTENNE GPS SUR FORT BOYARD

	Mission sur le Fort Boyard (20/7/2009) Compte-rendu (20/07/2009) Rédacteurs : T. Gouriou et E. Bardière
---	---

Participants	Laboratoire / Structure	Titre / Fonction
Thomas Gouriou (<i>TG</i>)	LIENSs (Université de La Rochelle)	Chercheur doctorant
Eva Cougnon (<i>EC</i>)	LIENSs (Université de La Rochelle)	Stagiaire Licence 3
Emmanuel Bardière (<i>EBA</i>)	ENSG (Institut Géographique National)	Elève ingénieur
Contacts sur le terrain		
Eric Buron (<i>EBU</i>)	Adventure Line Productions	Directeur de Production
Didier Loriou (<i>DL</i>)	DMC - Conseil Général 17 (Rochefort)	Responsable de la cellule maritime
Excusés (à informer)		
Guy Wöppelmann (<i>GW</i>)	LIENSs (Université de La Rochelle)	Maître de Conférences
Jean-Claude Mercier (<i>JCM</i>)	LIENSs (Université de La Rochelle)	Professeur
Mikhail Karpytchev (<i>MK</i>)	LIENSs (Université de La Rochelle)	Maître de Conférences
Pascal Tiphaneau (<i>PT</i>)	LIENSs (Université de La Rochelle)	Technicien

Ordre du jour :

1. Installation d'une station GPS temporaire
2. Reconnaissance géodésique

1. Préambule

- Départ de l'Institut du Littoral et de l'Environnement à 07h00 pour se rendre à la Pointe de la Fumée (Fouras), où nous avons rendez-vous à 07h45 avec *EBU*. Arrivée de *DL*, qui nous accompagnera lors de notre mission sur le Fort. Nous embarquons à bord du *Sea Surfer*, le bateau de la compagnie « Le Scaphandre » qui assure la liaison entre la Pointe de la Fumée et le Fort Boyard, en compagnie de *DL*, *EBU* ainsi que de plusieurs membres de la production se rendant sur le Fort pour travailler et terminer le démontage du matériel sur place. Départ de la Pointe de la Fumée vers 08h.
- Arrivée sur le Fort Boyard vers 08h30 (environ 30 minutes de traversée). Débarquement du matériel et des passagers sur la plate-forme attenante au Fort, via une nacelle, par groupe de 8 personnes maximum. Après un premier contact avec les personnes travaillant sur le Fort, la décision est prise de se séparer en deux groupes de travail, afin d'optimiser le temps dont nous disposons sur place, le départ du Fort étant prévu entre 10h30 et 11h. *EBA* et *EC* s'occuperont donc de l'installation de la station GPS sur la terrasse du Fort tandis que *TG*, accompagné par *EBU* et *DL* rechercheront les anciens repères de nivellement.

2. Installation d'une station GPS temporaire

- La station GPS de type statique a été installée à proximité de l'héliport, au Nord du Fort Boyard (latitude : $45^{\circ}59'59,2''$ N ; longitude : $1^{\circ}12'49,9''$ O ; *schéma 1*).

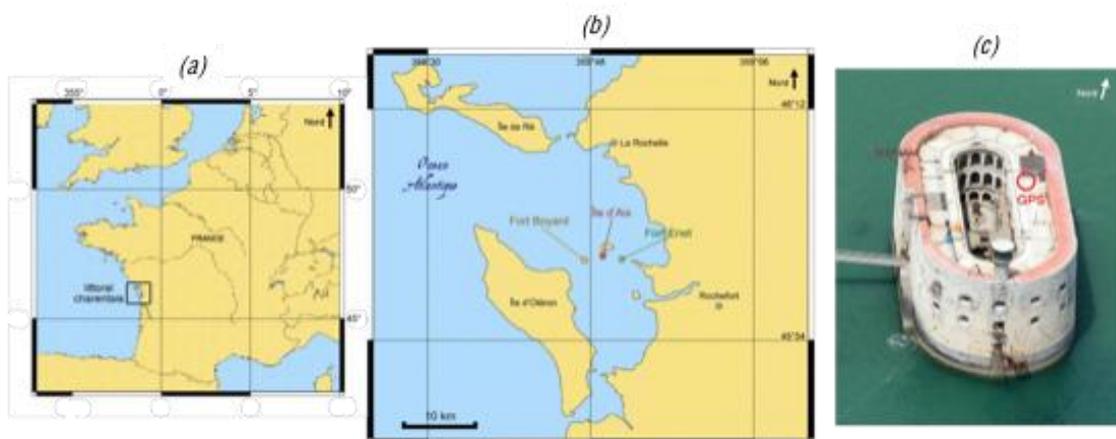


schéma 1 : (a) carte de la France avec localisation du littoral charentais ; (b) carte du littoral charentais avec localisation de Fort Boyard ; (c) photo de Fort Boyard (© Philippe Dufour, 2008) indiquant l'emplacement de l'antenne GPS

- Pour se rendre sur la terrasse du Fort (*photo 1*), il faut prendre l'escalier se situant au fond à droite lorsque nous entrons dans le Fort, escalier situé plus précisément plein Sud. La terrasse du Fort est située au sommet du Fort, l'équivalent d'un 3^e étage. L'escalier emprunté est assez haut et large pour effectuer un nivellement (*photo 2*), sauf au niveau de l'accès à la terrasse où l'escalier se resserre et devient plus bas et plus étroit (*photo 3*).



photo 1 : la terrasse du Fort



photo 2 : escalier pour se rendre sur la terrasse



photo 3 : accès à la terrasse par l'escalier

- Nous avons choisi d'installer la station GPS de type statique au Nord du Fort, à l'opposée de la vigie, près d'une cabane en bois, dont le toit sert d'héliport, permettant d'abriter la batterie ainsi que le récepteur du GPS (*photo 4*). Cette cabane en bois ne devrait pas faire de masque dans les observations GPS. De même, l'éventuel atterrissage d'un hélicoptère à proximité de l'installation ne devrait pas endommager le matériel.

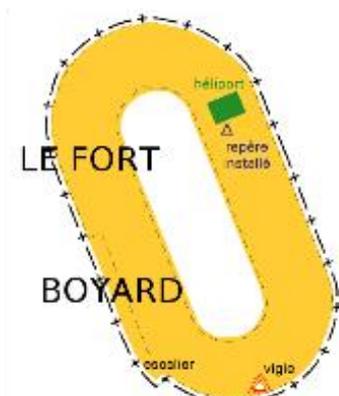


schéma 2 : plan de l'installation d'un repère dans le sol, à l'aplomb de la station GPS temporaire

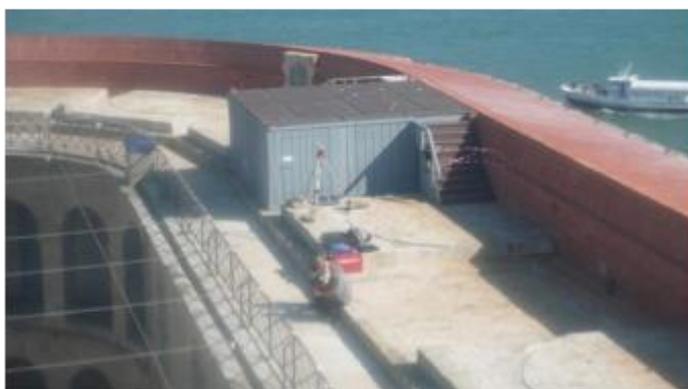


photo 4 : photo prise depuis la vigie, station GPS temporaire située juste devant la cabane bleue en bois (héliport)

- L'antenne GPS a été installée sur un trépied Leica en aluminium qui a été stabilisé avec des parpaings en béton (*photo 5*). Le matériel utilisé pour cette installation est un récepteur Topcon GB1000 configuré pour enregistrer les informations de code et de phase (sur P1 et P2) cadencées à 30 secondes. La rallonge utilisée sur l'embase est une rallonge en aluminium de 4,96 cm. La station GPS est autonome : elle est branchée sur une batterie couplée à un panneau solaire.
- Le repère installé au sol (*schémas 2 et 3*) est un boulon en alliage de bronze comportant une marque de centrage (un petit trou au sommet). Le boulon a été scellé à la résine (la prise a été confirmée par le mélangeur).



photo 5 : trépied Leica stabilisé par des parpaings en béton et panneau solaire

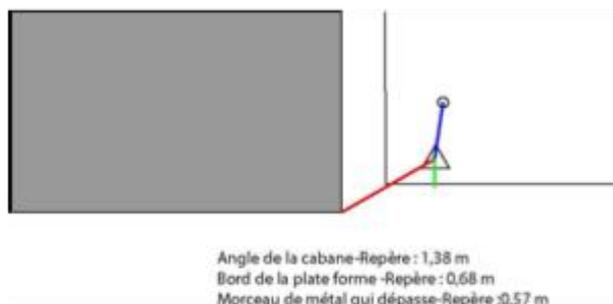


schéma 3 : localisation précise du repère en bronze

- Des mesures de différences de hauteurs entre le repère et la base de l'antenne GPS ont été successivement faites par *EC* et *EBa* (*photo 6*). Ces mesures (en cm) sont des distances inclinées et ont été réalisées à la canne :

<i>EC</i>	146,7	146,9	146,8	146,9	146,7	146,9
<i>EBa</i>	146,8	146,75	146,8	146,8	146,9	146,8

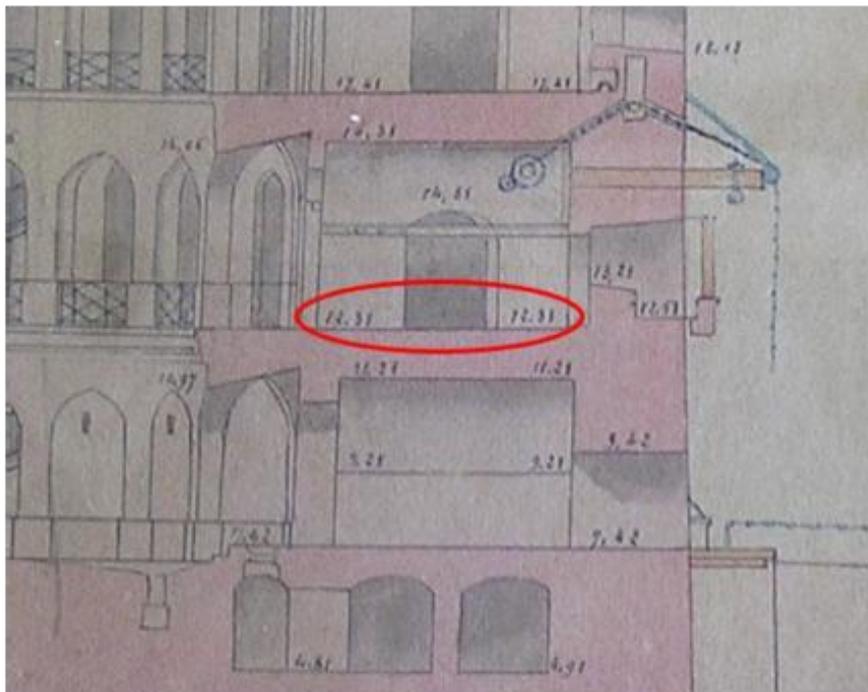
Moyenne : 146,81 cm



photo 6 : mesure de différence de hauteur entre la base de l'antenne GPS et le repère en bronze

3. Reconnaissance géodésique

- Pendant que *EBA* et *EC* installaient la station GPS, *EBU*, *DL* et *TG* sont partis à la recherche de 5 repères anciens de nivellement. Parmi ceux-ci, il y a un repère datant de 1878, et quatre repères datant de 1961. Les informations dont nous disposions étaient les suivantes :
- Repère de 1878 : Il s'agit du sol de la pièce où se trouvait le marégraphe, au 1^{er} étage, côté vigie du Fort (12,31 m).



Nous avons retrouvé la pièce où se situait le marégraphe. Il s'agit de la casemate numéro 118, au 1^{er} étage, orientée légèrement sud-sud/est. Aujourd'hui, cette casemate abrite un jeu destiné à l'émission de télévision « Fort Boyard », et est connue sous le nom de « salle du billard ». Le sol de la casemate est en partie recouvert d'un parquet peint en bleu, depuis la fenêtre jusqu'aux $\frac{3}{4}$ de la salle en se dirigeant vers la porte (*photos 7 et 8*).

Ebu certifie que le sol en pierre de cette casemate est d'origine, tout comme la fenêtre, où l'on a retrouvé les rainures creusées pour permettre le passage du fil du flotteur du marégraphe. Nous avons également retrouvé des crochets en laiton de part et d'autre de la rainure, laissant supposer un système d'accroche pour protéger le fil du marégraphe (*photo 9*). Ce que j'appelle rainure ici est la saignée creusée sur le mur extérieur du Fort partant de la fenêtre de la casemate 118 et se dirigeant, de biais, vers l'ancien quai Est du barachois, aujourd'hui détruit.



photo 7 : fenêtre de la casemate où était installé le marégraphe



photo 8 : sol de la casemate où était installé le marégraphe (partie en pierres d'origine, parquet ajouté ensuite)



photo 9 : rainure reliant la fenêtre de la casemate du marégraphe à l'ancien quai Est du barachois

➤ Repères de 1961 : Il s'agit de repères installés par le SHOM. Voici la description que nous en avons, lors de nos recherches. Les cotes sont définies par rapport à l'échelle de La Pallice :

- repère n°1 : soupape scellée sur un encorbellement situé au sud du fort au 1^{er} étage (11,781 m)
- repère n°2 : soupape scellée à gauche du repère 1 vu de l'intérieur du fort (11,783 m)
- repère n°3 : soupape scellée dans le sol d'une pièce au 2^e étage du fort, vers l'ouest (16,597 m)
- repère n°4 : repère vertical en bronze scellé dans le mur extérieur du fort, sous la fenêtre de la pièce où se trouve le repère n°3 (16,981 m)

Les repères 1 et 2 n'ont pas été retrouvés. *Ebu*, *DL* et *TG* supposent que ces repères ont été détruits lorsque le sol des « couloirs » du Fort ont été entièrement refaits en 1989, date de début de l'émission de télévision « Fort Boyard ».

Par contre, les repères 3 et 4 ont, eux, subsistés. Il a été assez aisé de les retrouver. *Ebu* avait, en effet, déjà vu un des deux repères dans une des casemates du Fort. Il s'agit de la casemate numéro 223, au 2^e étage, orientée légèrement sud-sud/ouest. C'est la première casemate à gauche que l'on rencontre lorsqu'on sort de l'escalier qui mène à la terrasse. Cette casemate est aujourd'hui occupée pour le jeu télévisé « Fort Boyard », et est connue sous le nom de « salle des mygales et des scorpions ». Le repère 3 est situé au sol, dans l'axe de la fenêtre, à environ 1 m du mur, côté mer (*photo 10*). Le repère 4 est situé sur le mur extérieur (*photo 11*). Pour le voir, il faut monter sur le rebord de la fenêtre et se pencher légèrement vers la gauche. Le repère 4 est alors juste en bas à gauche du « promontoire de la fenêtre ». Le repère 4 paraît impossible à niveller.



Photo 10 : repère 3 coté à 16,597 m



Photo 11 : repère 4, situé à l'extérieur du Fort

La mission s'est terminée vers 10h30. L'embarquement sur le Sea Surfer pour un retour vers la Pointe de la Fumée s'est fait vers 11h. La date de la seconde mission sera fixée fin juillet par téléphone.

ANNEXE 3 : COMPTE RENDU DE DESINSTALLATION SUR FORT ENET ET FORT BOYARD

	Compte rendu de mission sur Fort Enet et Fort Boyard du 19 et 20 Août 2009 Compte rendu (27/08/2009) Rédacteurs : E. Bardière,
---	--

Participants	Laboratoire / Structure	Titre / Fonction
Thomas Gouriou (<i>TG</i>)	LIENSs (Université de La Rochelle)	Doctorant
Emmanuel Bardière (<i>EB</i>)	ENSG (Institut Géographique National)	Elève ingénieur
Pascal Tiphaneau (<i>PT</i>)	LIENSs (Université de La Rochelle)	Technicien

Ordre du jour :

1. Désinstallation de l'antenne et récupération du récepteur GPS
2. Nivellement complémentaire.

Objet de la mission : Désinstallation de l'antenne et récupération du récepteur GPS + Nivellement complémentaire.

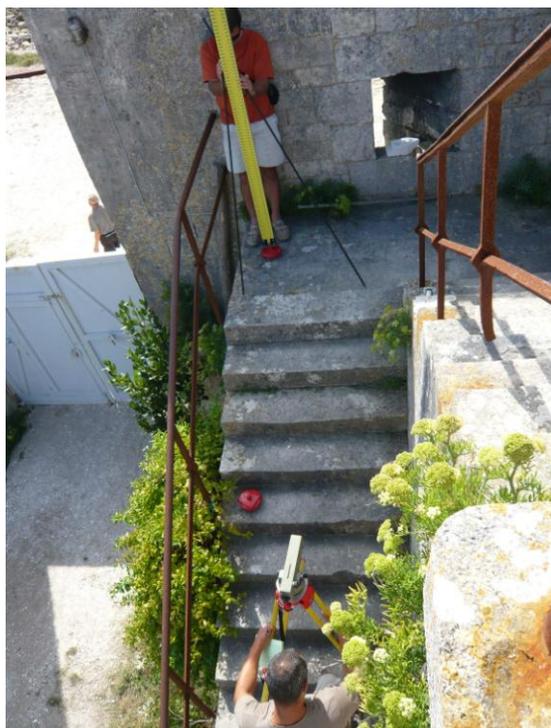
1. Désinstallation du matériel GPS

Une fois sur place, l'équipe (Th. GOURIOU / Pascal TIPHANEAU / Emmanuel BARDIERE) a procédé à la désinstallation de l'antenne GPS. Cette opération consiste à vérifier (grâce à des mesures à la canne) que l'antenne n'a pas été déplacée pendant la durée de l'observation.

Les mêmes opérations ont été réalisées le 20 Août à Fort Boyard. Le matériel n'a pas non plus été déplacé.

2. Nivellement complémentaire

De plus, la possibilité d'avoir la possibilité de faire des mesures sur place (grâce aux forts coefficients de marée) a permis à l'équipe de faire une partie du nivellement nécessaire à rattacher les nouveaux repères aux repères du SHOM (de 1960).



Les résultats sont les suivants :

Déniv S1->S2	210,5		
	Ech.I	Ech.II	Moyenne
Deniv S1->R	55757,5	55756,5	55757
Ecart	1/10 ^{ème} de mm		

S1 et S2 sont deux «soupapes» de nivellement, dont la dénivelée déterminée en 1960 donnait 208 dixième de mm. On a une différence de 2,5 dixième de mm !

La mission a été complétée par une autre mission le vendredi 21 Août 2009 dans le but de déterminer l'altitude du repère NGF 42 «remis en place» à la suite de travaux de génie civil sur les piliers de la porte de l'entrée du fort.

Sur le fort Boyard, les opérations de nivellement ont été conduites entre le repère en laiton installé lors de la mission précédente (le 20/07/2009) et le repère identifié comme le repère n°2 dans le compte rendu de cette mission.

Le repère étant situé a un étage inférieur, il a donc fallu descendre et remonter un escalier exigu. Les contraintes pour les mires ont obligé l'utilisation d'une mire de chantier de précision moindre.

Fort Boyard : Bilan du nivellement

R = Repère fixé le 20 juillet 2009 à l'aplomb de l'antenne GPS, situé sur la terrasse, à côté de l'héliport	S3 = soupape scellée par le SHOM en 1960, située au 2e étage dans la salle des mygales	Aller	Retour
		-5757	5755
Ecart	2 mm	Moyenne retenue	5,756 m



Figure 18 : Opérations de nivellement sur Fort Boyard

ANNEXE 4 : COMPTE RENDU D'INSTALLATION D'UNE ANTENNE GPS A ROSCOFF

	Installation d'une Antenne GPS sur le quai du port de Roscoff Compte-rendu (28/08/2009) Mission du 24 au 26 Août 2009 Rédacteurs : E. Bardière.
---	--

Participants	Laboratoire / Structure	Titre / Fonction
Emmanuel Bardière	ENSG (Institut Géographique National)	Elève ingénieur
Pascal Tiphaneau	LIENSs (Université de La Rochelle)	Technicien
Nicolas Lachaussé	LIENSs (Université de La Rochelle)	Technicien

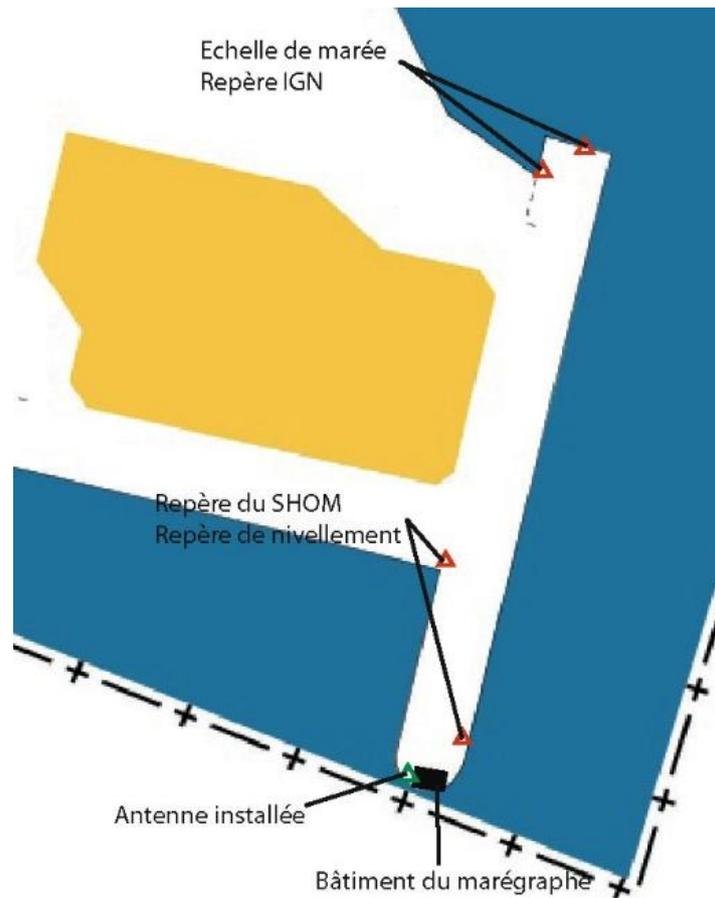
Ordre du jour :

1. Installation de l'antenne GPS.
2. Nivellement de l'antenne
3. Nivellement du quai
4. Test de Van de Casteele

La mission a consisté en l'installation d'une antenne GPS sur un mât de trois mètres, en deux opérations de nivellement ainsi qu'à la réalisation d'un test de Van de Casteele. Le premier nivellement avait pour but de déterminer l'altitude de l'antenne GPS ainsi que du repère installé à l'aplomb de l'antenne. Le second nivellement était destiné à contrôler la stabilité du quai.

1. Installation de l'antenne GPS.

Les autorités du port ayant réceptionné le mat, tout le matériel était disponible dès notre arrivée.



Emplacement de la nouvelle installation

D'autre part, lors des précédents échanges avec les autorités portuaire et de la CCI (Chambre de Commerce et d'Industrie), les problèmes d'implantation avaient été évoqués. Aussi, le choix de l'implantation de l'antenne à l'extrémité du quai et à proximité immédiate du marégraphe n'a posé aucun problème.



Roscoff : Antenne installée

2. Nivellement de l'antenne.

Comme le décalage entre la base de la plaque (dont l'épaisseur est de 8,2 mm) et la base de l'antenne est connu, il reste à déterminer la dénivelée entre la base de la plaque et le repère installé à l'aplomb de l'antenne. Ces déterminations ont été faites de deux façons différentes :

- a. A l'aide d'un distancemètre laser (Leica Disto).
- b. A l'aide d'une mire télescopique de chantier (de précision moindre que les mires Invar) qui est le seul type de mire à pouvoir être utilisé à l'intérieur du mât. Les mires Invar ne passant pas sans tout démonter.

La mire était mise à l'envers, ce qui oblige à «renverser» les compléments de lecture lors du fin pointé.

Soit au final une dénivelée de 3,0315 m entre la base de la plaque et le repère installé

En tenant compte de l'épaisseur de la plaque (0,0082 m), et de la rallonge d'antenne ,0,0496 m, on obtient finalement une dénivelée de 3,0893 m entre le repère installé et la base de l'antenne.

Le nivellement a également consisté en la détermination des dénivelées entre le repère installé a proximité immédiate du bâtiment du marégraphe et le repère installé.

La dénivelée entre le rivet connu et le repère installé est de -1,39 cm (le point est plus bas).

Cette dénivelée a été réalisée plusieurs fois, ce qui permet d'affiner les résultats.

Soit au final une dénivelée de 3,075m entre le repère connu et la base de l'antenne

Conclusion des nivellements :

Repère	Dénivellée	Altitude
Repère déjà connu		10,8771 m
Repère «à l'aplomb»	-0,0139 m	10,8632 m
Base de l'antenne	3,075 m	13,9521 m

3. Nivellement du quai

Un nivellement optique entre les différents repères présents sur le port a été réalisé. Ce nivellement avait pour but de mettre en évidence un éventuel mouvement vertical du quai qui supporte le marégraphe. Ce quai est en effet assez récent comparé aux autres repères du port.

Ce nivellement est une opération à renouveler afin de détecter des mouvements qui entacheraient les mesures du niveau de la mer.

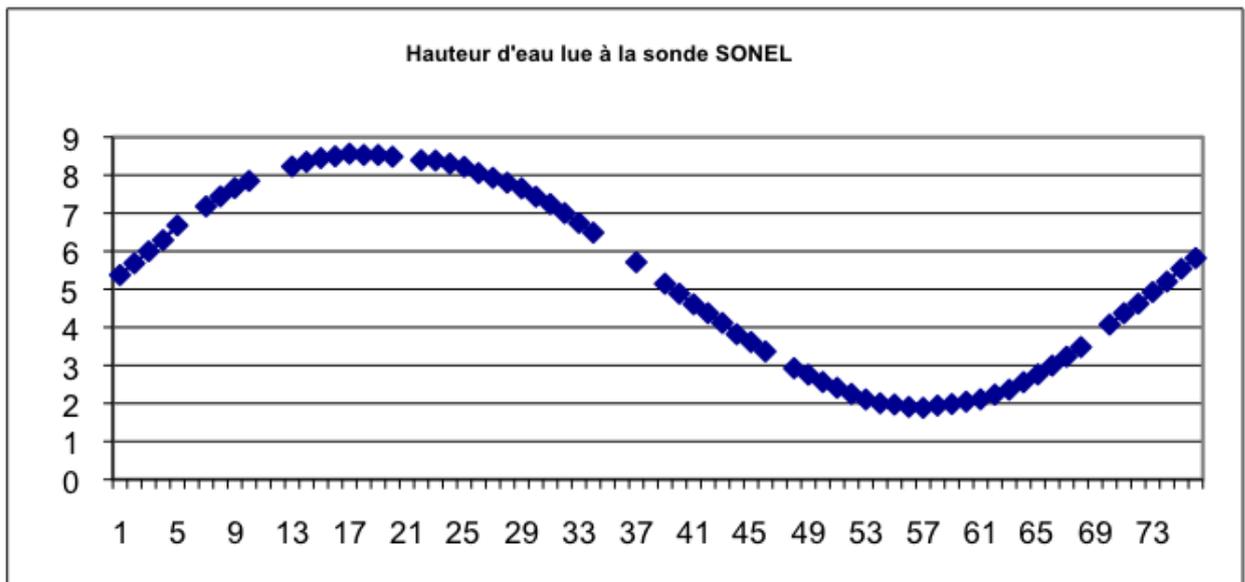
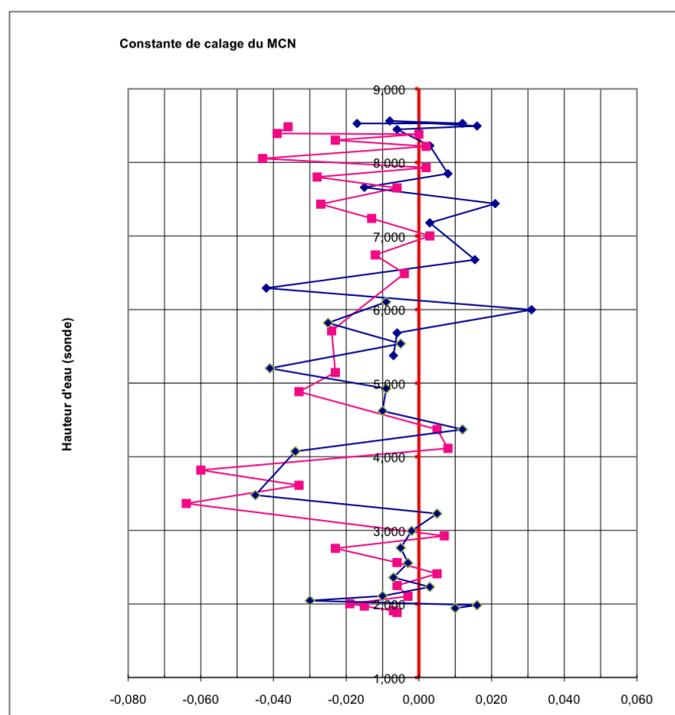


Figure 19 : Suivi de la marée

4. Test de Van de Castele.

« Il consiste à faire des relevés avec une sonde à main, résultats que l'on compare aux relevés du marégraphe pendant un cycle de marée complet. Comme on l'a déjà indiqué, la somme de ces deux valeurs devrait rester constante, mais ceci n'est vrai qu'avec un marégraphe parfait. C'est pourquoi le tests de Van de Castele a pour but de déterminer la précision du marégraphe » extrait de la documentation de l'Unesco (cahier 1 COI, Commission Intergouvernementale Océanographie, 1985)



Le test de Van de Castele réalisé lors de la mission d'Aout 2009 à Roscoff a permis de noter un décalage de 1cm entre l'origine de la sonde et celle du marégraphe.

ANNEXE 5 : COMPTE RENDU DE LA REUNION AVEC LES ELUS DE L'ILE D'AIX

	Rencontre avec les élus de la Mairie de l'île d'Aix (2/7/2009) Compte-rendu (03/07/2009) Rédacteurs : E. Bardière, T. Gouriou
---	---

Participants	Laboratoire / Structure	Titre / Fonction
Jean-Pierre Chaudet (<i>JPC</i>)	Commune de l'île d'Aix	3 ^{ème} Adjoint au Maire
Jean-Claude Poisson (<i>JCP</i>)	Commune de l'île d'Aix	Conseiller municipal
Thomas Gouriou (<i>TG</i>)	LIENSs (Université de La Rochelle)	Doctorant
Jean-Claude Mercier (<i>JCM</i>)	LIENSs (Université de La Rochelle)	Professeur
Guy Wöppelmann (<i>GW</i>)	LIENSs (Université de La Rochelle)	Maître de Conférences
Emmanuel Bardière (<i>EB</i>)	ENSG (Institut Géographique National)	Elève ingénieur
Excusés (à informer)		
Pascal Tiphaneau (<i>PT</i>)	LIENSs (Université de La Rochelle)	Technicien
Mikhael Karpytchev (<i>MK</i>)	LIENSs (Université de La Rochelle)	Maître de Conférences

Ordre du jour :

1. Présentation du projet de station d'observation du niveau de la mer à l'île d'Aix
2. Détails sur les équipements et installations envisagées

1. Présentation du projet

- Le projet est présenté par *TG* (cf. annexe 1, copie des transparents). Deux volets le constituent. Le premier vise le rattachement des zéros des différents lots de mesures du niveau de la mer acquis dans le passé sur les trois sites : île d'Aix, Fort Enet, et Fort Boyard. Le deuxième est clairement très ambitieux puisqu'il vise à redémarrer la série historique avec l'installation d'une station d'observation de longue durée équipée d'appareils modernes mesurant le niveau de la mer (marégraphe) et permettant l'interprétation de ses variations (pression atmosphérique, température, humidité, stabilité locale par nivellement et géocentrique par GPS, pesanteur).
- *JCP* explique les préoccupations de la commune liées aux PPR et à la manière assez grossière dont la DDE a procédé pour établir les risques d'inondations dans leur secteur par manque de connaissances précises. Les mesures apporteront donc des éléments de connaissance pratiques et précis sur lesquels s'appuyer à l'avenir.

- En résumé, le projet est bien accueilli par les deux élus de la commune. *JPC* souligne que nous pouvons poursuivre nos contacts en indiquant ce soutien de principe. Il prend en pratique déjà la forme d'échange d'informations précieuses sur l'environnement social et technique de la future station (détails dans la section 2), ainsi que par les contacts utiles à prendre.
- La commune souhaite que des actions régulières de communication et de vulgarisation des connaissances autour des observations de cette station soient menées. Cette demande concourt à l'intérêt et aux missions de chacun, université et commune. Les actions pourront se décliner sous de multiples formes (conférences, panneaux d'affichage, Internet). La station sera inclus dans le réseau national de marégraphes et les données seront diffusées via SONEL, dont voici un exemple : <http://www.sonel.org/spip.php?page=maregraphe&idStation=1736>, des liens ou des pages web plus spécifiques pourront également être imaginés.

2. Détails sur les équipements et installations envisagées

- **Le choix du site d'implantation du marégraphe.** *GW* précise les contraintes techniques qui ont écarté les forts (Enet et Boyard). Le choix s'est donc porté sur l'île d'Aix et, plus particulièrement, sur la jetée "Barbotin". Dans un premier temps, c'est un marégraphe à capteur de pression qui serait installé. Ce marégraphe a l'avantage d'être peu encombrant en terme de place ; il est autonome en batteries (environ 1 an). Il possède l'inconvénient de dériver et n'est pas adapté pour l'étude des phénomènes à long terme, en revanche il est bien adapté à la détermination des composantes de la marée. A terme, il est donc prévu d'installer un marégraphe de type "radar" en collaboration avec le SHOM. L'inconvénient majeur de ce type de marégraphe est l'alimentation électrique et la centrale d'acquisition, tous deux déportés du capteur dans un abri. *JCP* informe que la cabane située en bout de quai va être remplacée par une autre en dur dans laquelle pourrait s'envisager l'hébergement du matériel. Les contraintes techniques du matériel sont la disponibilité d'une alimentation électrique et d'une connexion Internet ou téléphone pour la collecte à distance des mesures. *JCP* remarque qu'il y a des forts courants en bout de jetée et que des huîtres pourraient venir se fixer sur le marégraphe à pression. Ces remarques sont très pertinentes. D'une part, le marégraphe à pression devra être solidement fixé. D'autre part, le marégraphe radar devrait s'affranchir du puits dont le niveau à l'intérieur dépendrait de ce courant (effet de dépression). La jetée Barbotin appartient au CG17 (contact Didier Loriou).
- *JPC* signale la présence d'un puits de forme ovale connu sous le nom de puits du marégraphe dans la mémoire locale et situé à l'intérieur du fort de la rade. Cette information interpelle car les recherches ne révèlent aucune mesure marégraphique ou mention de marégraphe à flotteur sur l'île d'Aix à ce jour. Une visite du puits est improvisée en fin de réunion. *JCM* confirme à l'examen de la structure qu'il ne s'agit pas d'un puits à eau. *JCP* suggère de consulter les archives au Génie à Vincennes qui ont tous les plans de l'île d'Aix et de contacter Gilles Dupuy, responsable de la cellule maritime à la DDE, qui connaît bien les aspects de marégraphie sur l'île d'Aix.
- **La station GPS.** *EB* explique l'intérêt de cette station GPS de type géodésique pour surveiller les déplacements du marégraphe dans un repère terrestre géocentrique. Le

site envisagé est le sommet du pilier droit de la porte d'entrée principale proche du pont-levis. Le récepteur qui enregistre les mesures GPS serait dans le bâtiment à côté, appelé corps de garde. Les élus précisent que les deux structures appartiennent à la société des amis de l'île d'Aix, alors que l'autre pilier appartient au CG17. De même, il existe trois compteurs électriques différents appartenant l'un à la mairie, l'autre à la société des amis de l'île d'Aix et le dernier aux marins de l'île d'Aix. *JCP* se propose d'informer du projet le président de la société des amis de l'île d'Aix, Bertrand Coudein.

- **La station météo.** L'installation d'une station météo enregistrant la pression, la température et l'humidité de l'atmosphère se ferait à proximité de l'antenne GPS sur le toit du corps de garde. *EB* signale qu'elle n'est pas sujette aux mêmes exigences de stabilité de sa monumentation que l'antenne GPS. L'encombrement est minime, de même que la consommation (cf. annexe 1). *JPC* signale qu'il existe aussi une station météo au bout de l'île appartenant à Météo France.
- **Le gravimètre.** Le choix d'un emplacement pour les mesures de gravimétrie est discuté mais sans aboutir. En effet, les mesures de gravimétrie sont sensibles aux variations thermiques et au bruit "sismique" engendré par les déplacements d'objets ou de personnes. Les mesures de gravimétrie relative se feraient sur quelques mois alors que les mesures absolues se font sur 2-3 jours. Elles peuvent s'envisager aux mois d'automne ou hiver lorsque la fréquentation touristique est minime.
- **L'échelle de marée.** L'échelle de marée permet le contrôle du marégraphe donnant la vérité terrain par une mesure directe du niveau de la mer. Cet instrument permet de contrôler le calage et les performances du marégraphe pendant un cycle de marée. L'installation se ferait sur la jetée barbotin. *JCP* avertit que le vent contre-courant provoque un clapot important. Une installation côté Est (port) serait préférable pour limiter cet inconvénient.
- **Le rattachement géodésique des Fort Enet et Fort Boyard.** Si l'accès au Fort Enet est relativement aisé et les contacts de l'université avec les propriétaires sont bons, l'accès au Fort Boyard paraît compliqué. *JPC* signale que le Fort Enet est sur la commune de Fouras et qu'il serait alors judicieux de tenir informer la maire (Sylvie Marcilly). Le Fort Boyard est sur la commune de l'île d'Aix (une propriété du CG17), mais il est loué à la société "Adventure Line Productions" (ALP). Eric Buron, le directeur technique travaillant pour cette société, est basé sur l'île d'Aix. *JPC* se propose d'informer du projet cette personne. Les tournages se font d'avril à août. Un gardien est sur place en permanence. *EB* précise que deux interventions ponctuelles seraient nécessaires pour effectuer le rattachement géodésique. La première aurait pour objet d'installer une station GPS à titre provisoire (une semaine) et de repérer les lieux pour identifier les repères de nivellement existants. La seconde intervention aurait pour objet de récupérer la station GPS et d'effectuer le nivellement direct entre le point choisi pour le GPS et les repères de nivellement identifiés. Enfin, *JCP* prévient que les environs (200 m) du Fort Boyard sont dangereux et, par suite, réglementés par un arrêté officiel. Il conviendra donc de prendre contact avec le sous-préfet de Rochefort, Henry Duhaldeborde. Par ailleurs, les élus signalent qu'il y aurait un gardien en permanence sur le fort.

Relevé de décisions

- Préciser le nom et les coordonnées des personnes à contacter (*Tous*). Listing (*TG*) :
 - Etienne Bartzcak, architecte des bâtiments de France.

- Eric Buron, Directeur technique pour la société "Adventure Line Productions" ;
 - Bertrand Coudein, Président de la Société des Amis de l'île d'Aix ;
 - Dominique Drouin, historien et guide du fort Enet ;
 - Henry Duhaldeborde, sous-préfet de Charente-Maritime à Rochefort ;
 - Gilles Dupuy, responsable de la cellule maritime au service d'aménagement territorial de l'Aunis ;
 - Jean-Louis Léonard, député de la 2^e circonscription de la Charente-Maritime
 - Didier Loriou, Conseil Général de la Charente-Maritime, direction de la mer et de la coopération ;
 - Sylvie Marcilly, maire de Fouras ;
 - Michel Rautureau, physicien rattaché à l'université d'Orléans ;
 - Jean-Pierre Tallieu, vice-président du Conseil Général, élu à la commission mer et milieu maritime
 - Préfecture à La Rochelle, direction de l'environnement
- Rencontrer D. Loriou (CG17) pour présenter le projet et, le cas échéant, obtenir le soutien et l'autorisation pour : 1/ effectuer la campagne sur Fort Boyard, 2/ installer le marégraphe sur la jetée "Barbotin" (*TG, EB, PT, MK, JCM*).
 - Prendre contact avec E. Buron, directeur technique pour "Adventure Line Productions" afin d'envisager la campagne de rattachements géodésiques sur le Fort Boyard (*JPC*, puis *TG*).
 - Prendre contact avec Bertrand Coudein, président de la société des amis de l'île d'Aix pour demander l'autorisation d'installer une antenne GPS sur leur pilier et l'hébergement du récepteur (*JCP*, puis *TG*). L'autorisation de l'architecte des bâtiments de France devra ensuite être demandée (*JCM* et *TG*).
 - Déterminer avec le SHOM quelle est la distance maximale à la quelle peut être déportée la centrale d'acquisition du marégraphe radar (*PT* et *EB*).
 - Consulter les archives du Génie à Vincennes pour découvrir l'existence du marégraphe de l'île d'Aix (*TG*).

Annexe 1 : Transparents présentés par T. Gouriou

Présentation du projet d'installation d'un observatoire scientifique de surveillance du niveau de la mer sur l'île d'Aix

Jeudi 02 Juillet 2009 - Mairie de l'île d'Aix



1

1 – Contexte

2 - Présentation

3 - Installations envisagées

4 - Avantages d'un tel observatoire



1 – Contexte du projet

- Ce projet intervient dans le cadre d'une thèse de doctorat sur l'évolution du niveau marin sur le littoral charentais
- Il existe de nombreuses séries marégraphiques anciennes :
 - île d'Aix : une dizaine d'années entre 1824 et 1986
 - Fort Enet : 14 ans, de 1859 à 1873
 - Fort Boyard : 36 ans de 1873 à 1909
- Possibilité de recomposer une série temporelle unique à partir de ces trois sites, de 1824 à 1909
- Puis possibilité d'étendre cette série à aujourd'hui en installant un nouvel observatoire sur l'île d'Aix

=> Série du niveau de la mer couvrant plus de 180 ans !



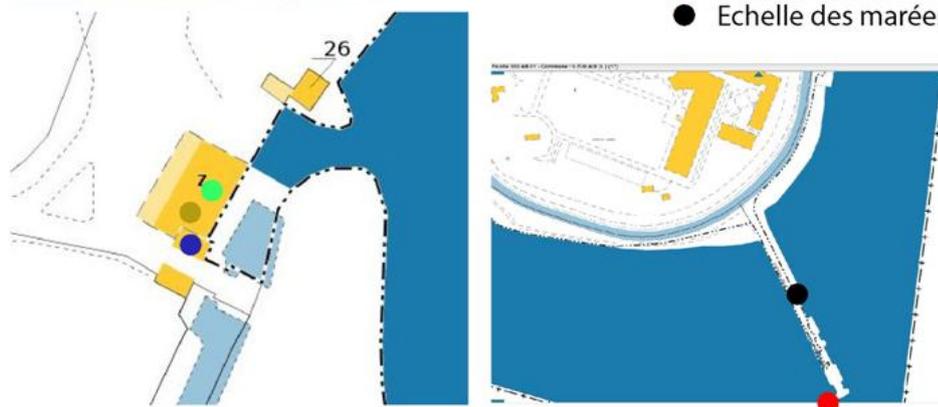
2 – Présentation du projet



Projet d'installation

Légende :

- Station GPS
- Marégraphe
- Gravimètre
- Station Météo
- Echelle des marées



Jeudi 02 Juillet 2009 - Mairie de l'île d'Aix

4

3 – Installations envisagées

- Marégraphe
- Echelle de marée
- Station GPS
- Station météorologique
- Gravimètre



3 – Installations envisagées

➤ Marégraphe à pression :

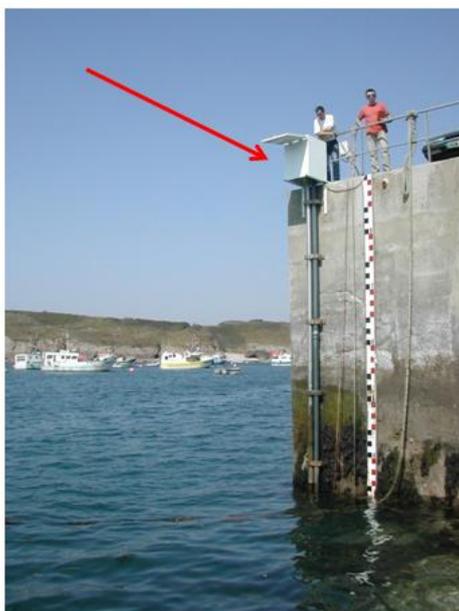


- **Dimensions** : boîtier : 25*21*12 cm, câble de 15 mètres
- **Besoins** :
 - installation protégée du public
 - boîtier fixé sur la rembarde au bout du quai
- **Electricité** : aucune, marégraphe avec autonomie d'un an
- Temps qu'il faut pour installer l'appareil : 1/2 journée
- Coût de l'installation : nul
- Coût de l'entretien éventuel : nul
- **Durée de l'installation sur place** : 1 an, puis installation d'un marégraphe radar



3 – Installations envisagées

➤ Marégraphe radar :

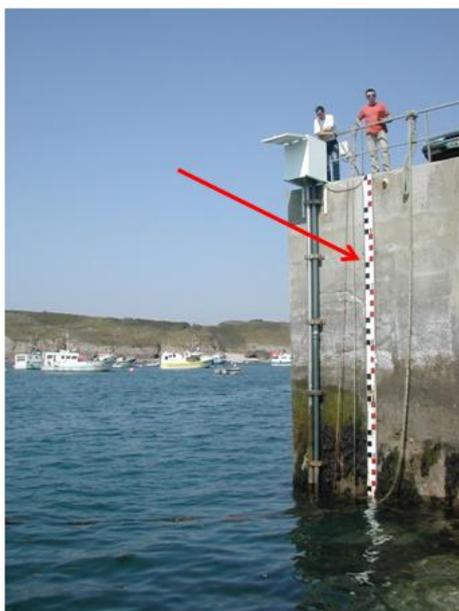


=> Possibilité d'obtenir les mesures en temps réel
Besoin d'une ligne ADSL



3 – Installations envisagées

➤ Echelle de marée :



- **Dimension** : hauteur du quai de la jetée Barbotin
- Coût de l'installation : nul
- **Durée de l'installation sur place** : permanente



3 – Installations envisagées

➤ Station GPS :



- **Dimensions :** Antenne de 20 cm de diamètre idéalement montée sur un mât de 1 mètre, boîtier du récepteur : 25*15*6cm + boîtier d'alimentation
- **Besoins :**
 - récepteur dans un local protégé du public
 - nécessite d'être posé en hauteur
- **Electricité :** 4 W soit 35 kWh/an et 4 euros/an)
- Temps qu'il faut pour installer l'appareil : 1/2 journée
- Coût de l'installation : nul
- Coût de l'entretien éventuel : nul
- **Durée de l'installation sur place :** permanent



3 – Installations envisagées

➤ Station météorologique :



- **Dimensions** : abri meteo extérieur : 20 cm diamètre * 23cm, hauteur idéalement sur mât de 1m, boîtier convertisseur des mesures : 15*12*7cm

- **Besoins** :
- installation protégée du public

- **Electricité** : négligeable, 30 mA

- Temps qu'il faut pour installer l'appareil : 1/2 journée

- Coût de l'installation : nul

- Coût de l'entretien éventuel : nul

- **Durée de l'installation sur place** : permanente

Mesures de 3 paramètres :

- Température
- Pression atmosphérique
- Humidité



3 – Installations envisagées

➤ Gravimètre :



- **Dimensions** : 50*50*50 cm + PC portable
- **Besoins** :
 - local protégé du public
 - nécessite d'être posé sur une surface solide représentative du sous sol.
 - les variations de température doivent être faibles dans le temps
- **Electricité** : gravimètre + PC portable = env. 50 W, soit 450 kWh/an, soit 45 euros/an
- Temps qu'il faut pour installer l'appareil : 1/2 journée
- Coût de l'installation : nul
- Coût de l'entretien éventuel : nul
- **Durée de l'installation sur place** : campagnes de mesures de 6 mois à 1 an

4 - Avantages d'un tel observatoire

➤ Pour le laboratoire LIENSs (Université de La Rochelle) :

- obtention de données très intéressantes pour nos travaux de recherche
- utilisation des données, sans contrainte, uniquement à des fins scientifiques et non commerciales
- observatoire local (proche de La Rochelle) et sur le littoral, très intéressant dans le contexte actuel de réchauffement climatique



ANNEXE 6 : COURRIER A L'ARCHITECTE DES BATIMENTS DE FRANCE

Cadre et enjeux.

Le projet d'installation d'un ensemble de matériel pour l'observation du niveau de la mer s'inscrit dans de nombreux projets internationaux. Il est d'une très grande importance car il apportera une nouveauté en concentrant un ensemble de matériel permettant de dé-corréler certains phénomènes.

Dans un projet d'ampleur international, l'Unesco (par le GLOSS) s'intéresse au niveau des mers et bien entendu dans l'estimation de l'évolution de ce niveau. En effet, la majeure partie de la population mondiale habite à proximité d'une côte.

Le réseau SONEC (dont le centre opérationnel pour la France est installé à la Rochelle) qui s'intéresse à l'observation du niveau des eaux littorales en est la déclinaison nationale.

Ce réseau est intégré à une Fédération de Recherche « Environnement et Développement Durable » (FREDD) impliquant le CNRS, l'IFREMER et l'Université de La Rochelle (ULR).

L'Institut Géographique National qui gère le RGP (Réseau Géodésique de Précision) est intéressé par une station temps réel supplémentaire qui s'intégrera tout naturellement à l'ensemble de ses stations d'observation.

D'un point de vue plus anecdotique, les satellites d'observations de la terre (dont Topex Poséidon) propose une trace qui passe directement au nadir (à la verticale) de la zone observée.

Le département de la Charente Maritime est impliqué dans ce projet dans le sens où il est associé à la thèse de Thomas Gouriou qui s'applique à étudier les évolutions du niveau de la mer dans une zone qui comprend les trois forts que sont Fort Boyard, Fort Enet et les fortifications de l'île d'Aix.

D'autre part, pour le département et la région, il offre la possibilité (grâce à la mutualisation des mesures) de marquer une empreinte forte dans son implication aux préoccupations actuelles de la prévention des risques.

En effet, les côtes locales sont particulièrement sensibles par ses aspects économiques et sociaux à une inondation.

Enfin, d'un point de vue très local, la commune de l'île d'Aix est particulièrement préoccupée par ces aspects. Cela permettrait une rédaction plus précise de leur Plan de Prévention des Risques (PPR).

Liste des installations envisagées.

Dans le cadre de ce projet scientifique de grande ampleur, les matériels suivants vont être installés :

- a. Un marégraphe qui permet un enregistrement en temps réel du niveau de la mer.
- b. Une échelle de marée qui permet de contrôler les mesures du marégraphe. Cet instrument est également de sensibiliser le « grand public » à la notion de variation du niveau de la mer.
- c. Un gravimètre relatif qui mesure les variations du champ de pesanteur terrestre.
- d. Enfin, l'Université de La Rochelle est associée à l'Université de Montpellier pour financer un appareil exceptionnel : un gravimètre absolu (il n'existe que deux appareils de ce genre en France et une petite vingtaine au monde). Des campagnes d'observation sont prévues si le site est amené à devenir une station unique d'observation.

Dans cette optique, tout le projet est conditionné à l'autorisation de l'installation d'une antenne GPS qui permettrait de connaître indépendamment du marégraphe les oscillations locales de la croûte terrestre. Les mesures du gravimètre permettraient une fois combinées avec celles du GPS de déterminer la contribution des modifications du champs de pesanteurs sur les mesures d'altitudes (de part les oscillations du géoïde ainsi mises en évidence).

On voit donc (sans entrer trop dans les détails) que l'installation d'une station GPS est au cœur du dispositif envisagé. Le projet n'est pas réalisable sans.

C'est la raison pour laquelle, dans la mesure où le projet revêt une dimension d'une ampleur rare, mais qu'il implique la mise en place d'un équipement discret sur un monument classé de l'île d'Aix, il est primordial que nous puissions obtenir votre aval.

Choix du site.

Le choix du site a été contraint par l'ensemble de ces considérations. Il est proche de l'université de La Rochelle, il est situé sur l'un des sites d'étude.

En effet, une telle installation n'est pas possible sur Fort Enet ou fort boyard de par les difficultés d'accès que présentent ces deux sites. Fort Enet est un site privé et l'accès à Fort Boyard est conditionné à l'obtention d'autorisations contraignantes et le fort est inaccessible en hiver. Enfin, Fort Boyard est situé sur un banc de sable dont la stabilité n'est pas avérée.

Le choix de l'île d'Aix apparaît donc comme le plus judicieux.

Une fois ce constat fait, le choix de l'emplacement sur l'île a été discuté avec les élus. Tout d'abord, de précédentes campagnes de mesures ayant été réalisées sur l'île, le choix d'une installation au même endroit a été envisagée. Pour avoir une bonne visibilité, les ingénieurs du SHOM (en 1960) avaient choisi le du pilier gauche (en entrant sur l'île).

Ce choix n'a pas été retenu l'accès à ce pilier est trop facile et l'installation du matériel est donc « vandalisable ». D'autre part, une alimentation électrique est nécessaire. Il a donc été envisagé de localiser l'antenne GPS (qui est l'élément le plus visible de l'installation) au centre du pilier de droite.

Ainsi, l'alimentation électrique peut se faire de façon discrète en faisant courir un câble qui relierait l'installation présente dans les locaux de la Société des Amis de l'Île d'Aix (SAIA).

Cette association conditionne naturellement l'installation de l'antenne à l'obtention de l'autorisation faisant l'objet de la présente requête.

Contraintes d'installation d'une station GPS

Le choix de ce site est primordial car il répond à toutes les contraintes suivantes :

- a. Le site est dégagé, ce qui est la condition de base de bonnes mesures GPS. Le ciel est dégagé quelle que soit l'orientation ce qui garantit des observations GPS non perturbées par un masque (d'un bâtiment entre autre).
- b. Le site est d'une grande stabilité car ces bâtiments massifs et anciens ne sont plus soumis à des mouvements verticaux aléatoires.
- c. Il est facile de protéger le matériel (puisque l'accès à la terrasse est difficile et que le bâtiment ferme à clef)
- d. Le site est facile d'accès, ce qui permet une maintenance et un accès simplifiés aux installations.

Calendrier

La priorité est la réalisation de la thèse de Thomas Gouriou qui s'attache à déterminer les différences des « zéros » altimétriques utilisés par le marégraphe qui a été installé successivement sur Fort Enet, l'île d'Aix et Fort Boyard.

Dans cette optique, à titre provisoire un GPS a été installé sur Fort Boyard ce lundi 20 Juillet (par Emmanuel Bardière, ingénieur stagiaire de l'IGN) et le même matériel sera monté jeudi 23 sur Fort Enet (les propriétaires ayant approuvé cette installation).

Une installation provisoire sur l'île d'Aix est prévue pour le vendredi 24 Juillet. Celle-ci est constituée d'un mat de 1m ce qui est moins préjudiciable pour la vue que la présence d'un trépied (d'au minimum 1,5 m, de couleur jaune et sensible aux mouvements, système habituellement utilisé pour une installation provisoire)

Les élus de l'île d'Aix ont approuvé le projet et ont facilité les contacts pour l'installation des matériels provisoires, à réaliser en urgence à l'occasion du séjour d'un technicien pour les calculs de rattachements GPS

Ce qui souligne l'urgence de la démarche.

Annexe du courrier.

STATION D'OBSERVATION DU NIVEAU DE LA MER A L'ILE D'AIX



PARTENAIRES SCIENTIFIQUES

GLOSS : Système Global d'Observation du Niveau de la Mer (UNESCO)

SONEL : Système d'Observation du Niveau des Eaux Littorales (F, La Rochelle)

FR-EDD : Fédération de Recherche IFREMER-CNRS-ULR (F, La Rochelle)

PSMSL : Service Permanent pour le Niveau Moyen de la Mer (UK)

SHOM : Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (F, Brest)

IGN : Institut Géographique National (F, Saint-Mandé)

ESeaS : Service Européen du Niveau de la Mer (UE ; 21 partenaires)

LEGOS : Lab. d'Etudes en Géophysique et Océanographie Spatiales (F, Toulouse)

FINANCEMENTS

FEDER : Fonds Européen de Développement Régional (UE)

CG-17 : Conseil Général de la Charente Maritime

CDA-LR : Communauté D'Agglomération de La Rochelle

RPC : Région Poitou-Charentes

MESR : Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche

CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique

ULR : Université de La Rochelle



Localisation de l'instrumentation à implanter à l'Île d'Aix, jetée Barbotin et pilier nord de la porte Vauban.



Echelle de marée, marégraphe radar (à quai), marégraphe à capteur de pression et équipement à installer dans l'abri prévu en début de jetée.



Porte Vauban, face intérieure et extérieure, avant toute construction extérieure à l'enceinte.
Le pilier Nord devant servir d'assise au système GPS est à gauche sur la photo du haut et à droite sur celle du bas.



Instrumentation à installer sur le pilier Nord (figure de gauche) de la porte Vauban et dans le local adjacent.

Equipements / missions:

Site de référence : Ile d'Aix

Jetée Barbotin (CG-17 / DMC / Didier Loriou) :

Marégraphe radar et échelle de marées

Porte Vauban (Soc. Amis Ile d'Aix / Bertrand Coudein)

GPS, station météo, gravimètre

Rattachement géodésiques

Fort Boyard (CG-17 / DCBD / Ch. Lecamus + Adventure Line prod. / Eric Buron)

Fort Enet (SCI Fort Enet / Dominique Drouin)

Programme de Juillet 2009 sur Aix-Enet-Boyard :

- Vendredi 17 juillet :

réunion au Service de Prévisions des Crues à Rochefort

=> stratégie de réseau de marégraphes dans les pertuis charentais

=> existence d'un marégraphe à l'île d'Aix au début du 20e siècle

- **Lundi 20** Juillet :

mission de terrain sur le **Fort Boyard**

=> installation d'une station GPS temporaire

=> reconnaissance des anciens repères de marée

- 21 au 23 Juillet :

mission dans les archives du SHOM, à Brest

=> mesures marégraphiques de Fort Enet et Fort Boyard

=> métadonnées sur les mesures marégraphiques de Dakar

- **Jeudi 23** Juillet :

mission de terrain sur le **Fort Enet**

=> installation d'une station GPS temporaire

- **Vendredi 24** Juillet :

mission de terrain sur l'**île d'Aix**

=> installation d'une station GPS temporaire

DMC = Direction de la Mer et de la Coopération CG-17

DCBD = Direction des Collèges et des Bâtiments Départementaux

ANNEXE 7: FICHE DE VIDAGE DU CONTROLEUR GPS (MISSION DE SETE)

Enchaînement des opérations :

1. Connexion du câble USB :
 - a. Ouverture du capot du récepteur



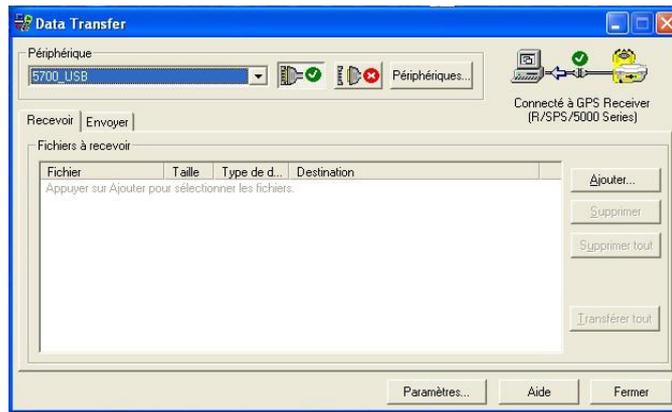
- b. Connexion du câble USB (d'abord sur le contrôleur, ensuite sur l'ordinateur)



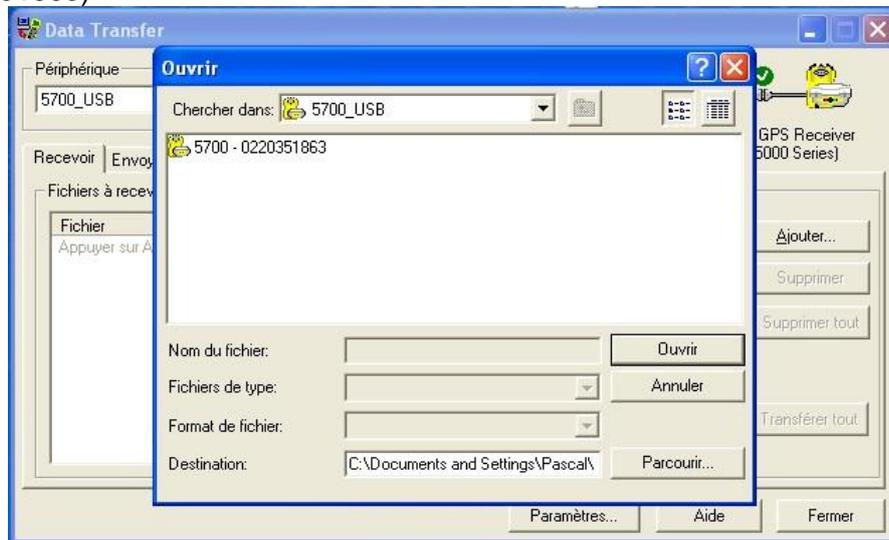
2. Lancement de l'application DataTransfert :



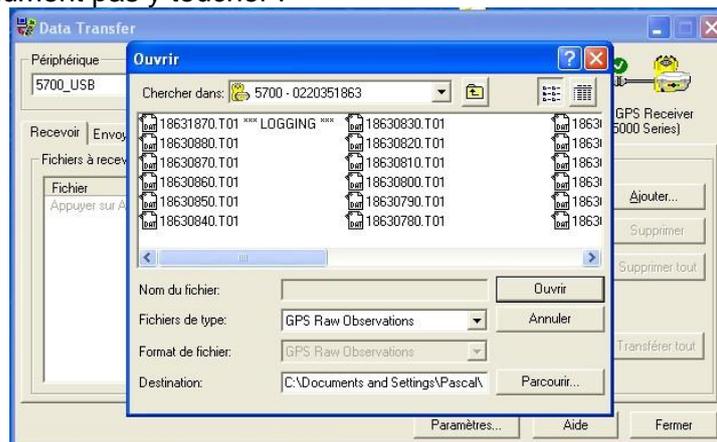
3. Une fois connecté (on peut le vérifier en constatant que l'icône verte est « enfoncée »), il faut choisir « Ajouter »



4. La fenêtre suivante s'ouvre. Il faut alors choisir le contrôleur qui apparaît (ici 5700-0220351863)



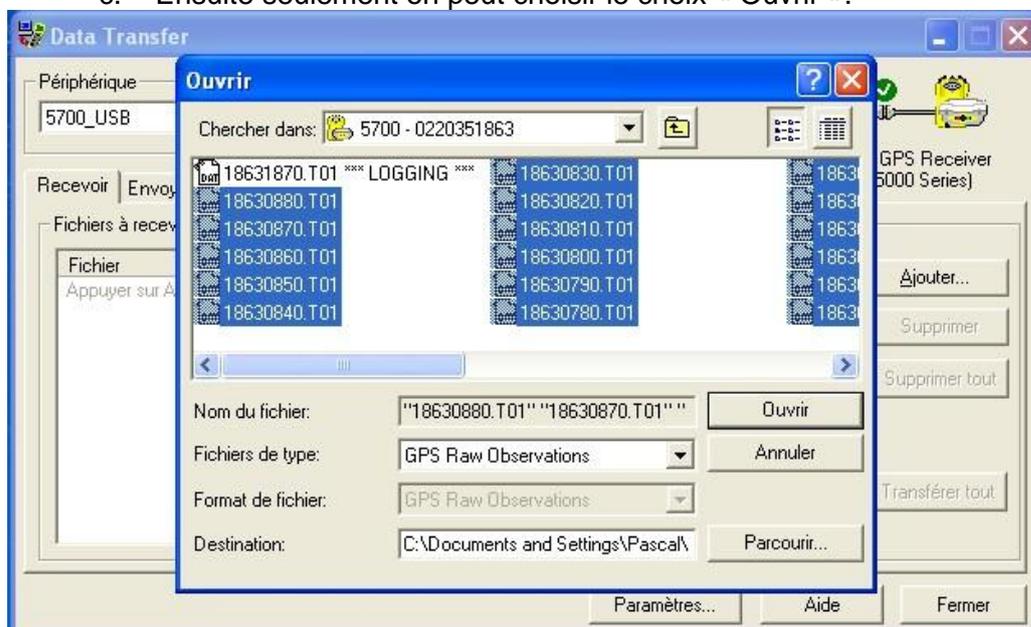
5. Une fois ouvert, le répertoire du contrôleur montre une liste du type suivant. On y voit un fichier avec la mention « LOGGING », c'est le fichier en cours d'enregistrement. Il ne faut absolument pas y toucher !



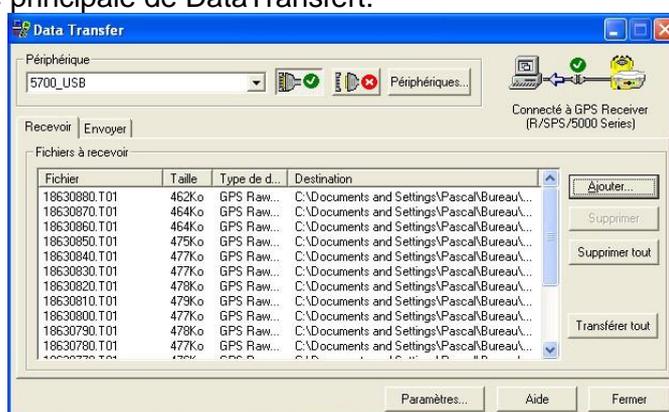
6. Il faut alors maintenant sélectionner les fichiers à transférer et le répertoire de destination.
 - a. Pour cela, sélectionner le premier fichier de la liste et en appuyant sur la touche « shift » (la flèche vers le haut) sélectionner alors le dernier fichier. Pour désélectionner le fichier en cours et « Recycle Bin » (qui contient les

fichiers supprimables), il faut appuyer sur la touche « Ctrl » et cliquer les deux fichiers cités.

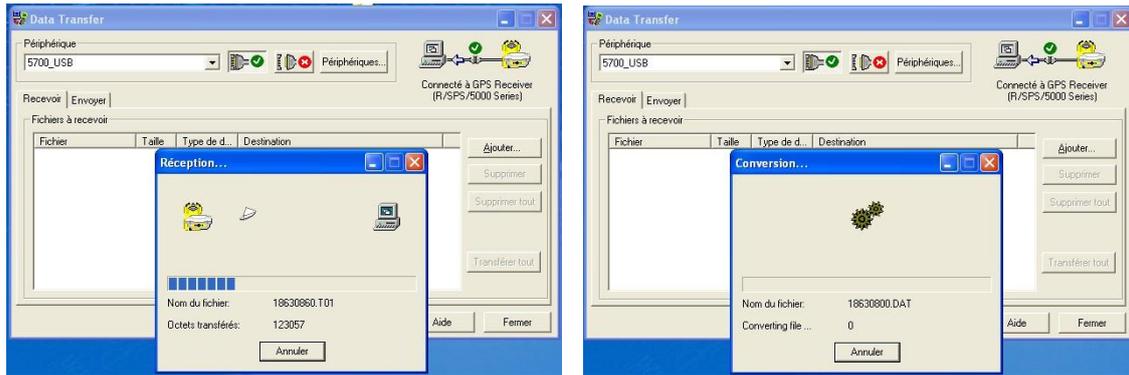
- b. Dans la fenêtre le chemin de destination des fichiers à transférer apparaît. C'est à ce moment qu'il est possible de modifier (vérifier) ce chemin. Pour cela, il suffit de cliquer sur le bouton « Parcourir » et de choisir le répertoire qui accueillera les données.
- c. Ensuite seulement on peut choisir le choix « Ouvrir ».



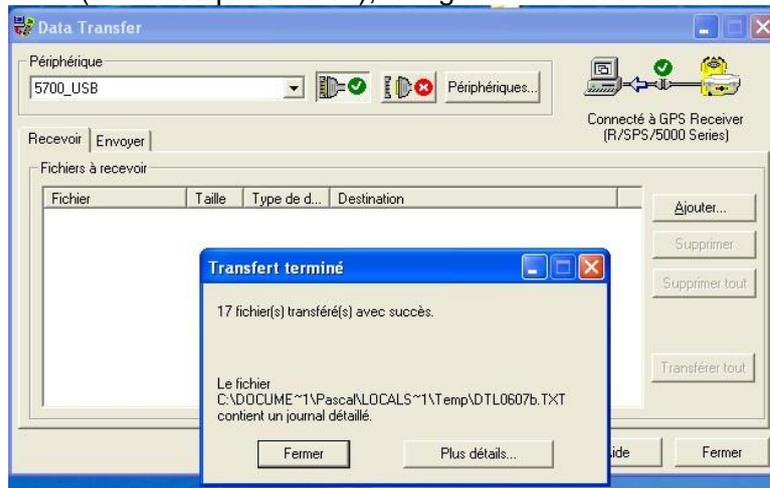
7. L'écran devient alors le suivant, et une liste des fichiers sélectionnés apparaît alors dans la fenêtre principale de DataTransfert.



8. Reste à cliquer sur le bouton « Transférer tout » pour avoir les écrans suivants qui s'enchaînent.

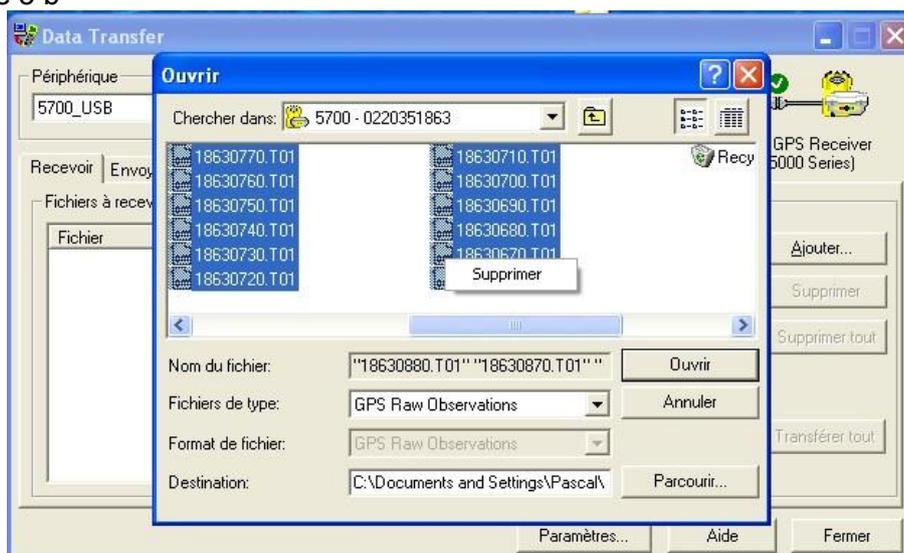


9. Une fois terminé (si tout se passe bien), le logiciel affiche la fenêtre suivante



Il faut « Fermer » cette fenêtre.

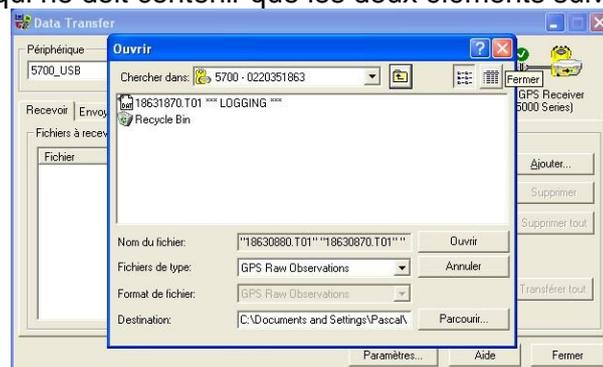
10. Il faut maintenant supprimer les fichiers transférés afin de libérer de la mémoire sur le contrôleur. Pour cela, on retourne à l'étape 3 et on répète les opérations jusqu'à l'étape 5 b



11. Puis en effectuant un « clic droit », on a le choix « supprimer ». Cette action déplace les fichiers sélectionnés dans la corbeille du contrôleur, ce qui a pour effet de libérer de l'espace mémoire.
12. La fenêtre de confirmation suivante est alors affichée :



13. Il faut choisir « Oui ». La suppression est effectuée et le programme affiche alors la fenêtre suivante qui ne doit contenir que les deux éléments suivants :



Voilà, à ce stade, si tout s'est bien déroulé, vous avez récupéré les données du GPS et libéré de l'espace sur le contrôleur sans l'avoir éteint.

Pour que tout soit remis dans la configuration d'origine, il reste juste à déconnecter le câble USB et à refermer le capot de protection du boîtier.

ANNEXE 8 : ETUDE SUR LES METHODES DE NIVELLEMENT (SHOM 1960)

Description de la méthode utilisée pour la «transmission du zéro» altimétrique entre Fort Enet et l'Île d'Aix en 1960.

Remarque : La même méthode a aussi été utilisée entre l'Île d'Aix et Fort Boyard.

La méthode peut être résumée en trois étapes principales :

- Préparation des mesures
- Mesures proprement dites
- Exploitation des mesures.

I Préparation des mesures

Le niveau :



Il s'agit de s'assurer que le(s) niveau(x) sont bien étalonnés. Pour cela, il est d'usage de procéder aux mesures de dérèglement du niveau.

Le dérèglement est un systématisme (que l'on corrige habituellement en pratique en équilibrant les portées).

Or ici, il est matériellement impossible (sur la mer !) de faire des stations intermédiaires, c'est pourquoi une évaluation précise du dérèglement est indispensable.

elle est calculée sur 100m (avec des portées de 50m), probablement pour des raisons de mise au point minimum de l'instrument.

D'autre part, pour pouvoir assurer une bonne qualité des données, il faut pouvoir réaliser une fermeture (c'est à dire se contrôler sur un point annexe pour s'assurer au moins que l'instrument n'a pas bougé). Celle-ci nécessite d'avoir une

mire dite AR (comme pour une visée arrière). La lecture sur cette mire est effectuée à l'aide d'une méthode décrite dans un document du SHOM :

« -Conduite des opérations-

Les lectures sur les mires arrières sont effectuées avant et après chaque série de la manière suivante :

Les positions relatives du niveau et de la mire doivent être telles que si on éclaire l'objectif de la lunette, le faisceau lumineux qui émerge donne sur l'échelle de la mire un petit cercle lumineux très voisin du cercle oculaire. On prend sur la mire la moyenne des lectures entre le point le plus haut et le point le plus bas, ce qui constitue la lecture arrière. »

Ce procédé permet d'effectuer une mesure précise alors que l'appareil ne permet pas une mise au point sur une mire aussi rapprochée.

Pour assurer une meilleure précision, les niveaux sont échangés de place pour réaliser autant d'observations de A vers B que de B vers A.

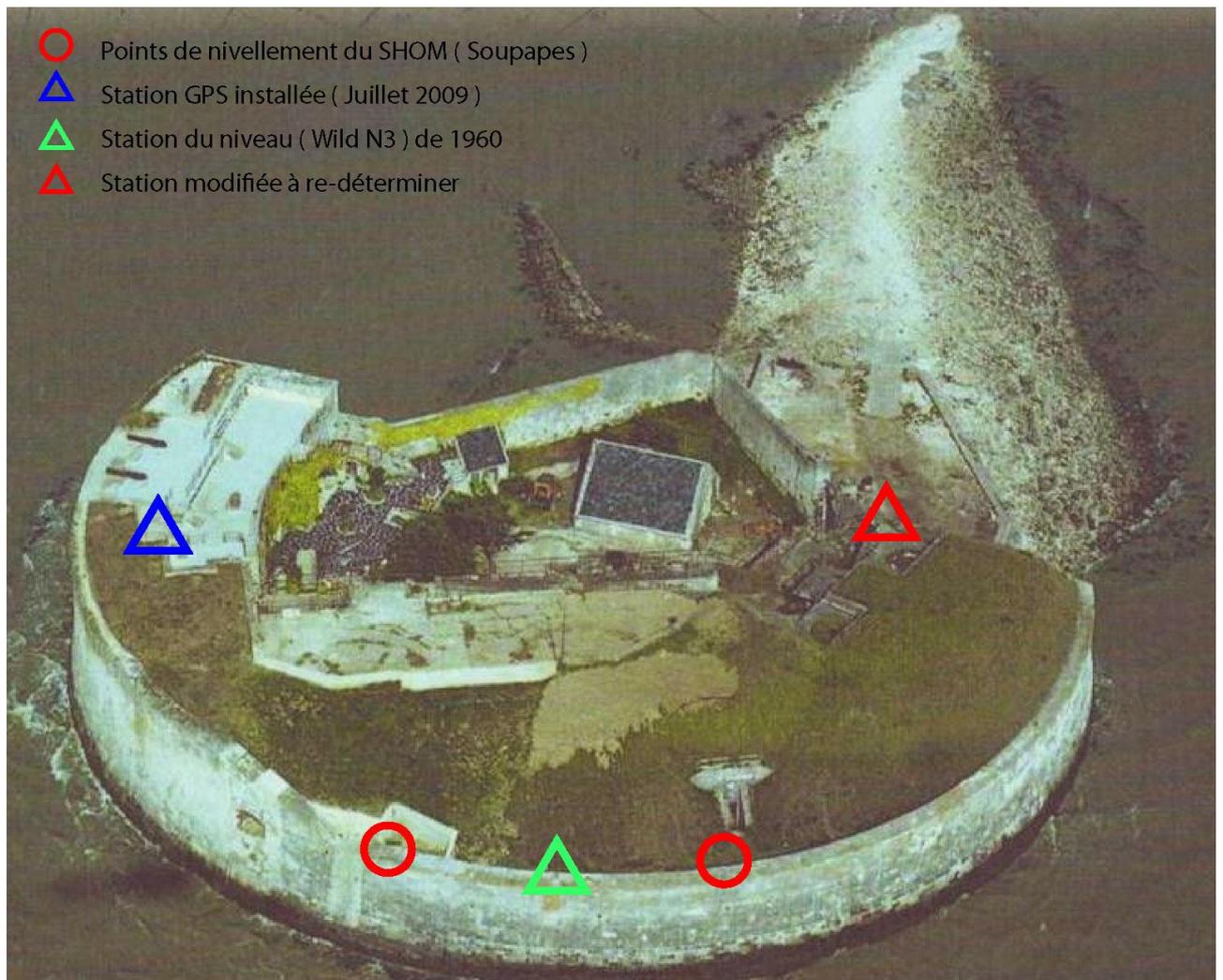
Enfin, les déformations du talon des mires est pris en compte (le talon est la partie en métal qui se trouve à l'extrémité de la mire et qui est en contact avec les repères de nivellement).

II Mesures

L'ensemble des mesures comprend la mesure de la température de l'eau et de l'air avant et après la série des observations.

Pour « avoir finalement une erreur inférieure à celle que l'on admet dans un nivellement de 1er ordre, il est nécessaire de recommencer les mesures un certain nombre de fois; ce nombre varie avec la distance à franchir». Ce nombre a été choisi assez grand (10 observations) afin de diminuer l'écart type de la solution.

Enfin, comme ce sera détaillé ci-après, des corrections aux mesures sont apportées pour tenir compte de la température (en l'occurrence pour prendre en compte les différences de température entre l'air et l'eau).



Sur le plan de situation figurés par des cercles rouge les emplacements des «soupapes» destinées à recevoir les mires de nivellement. Marqué par un triangle vert, l'emplacement approximatif (non marqué au sol) du niveau. Sur l'Île d'Aix, la même infrastructure a été mise en place. On distingue aussi marqué par un triangle rouge l'emplacement du repère de nivellement du NGF, qui a servi à rattacher les deux soupapes (à l'aide d'un niveau Zeiss Ni2).

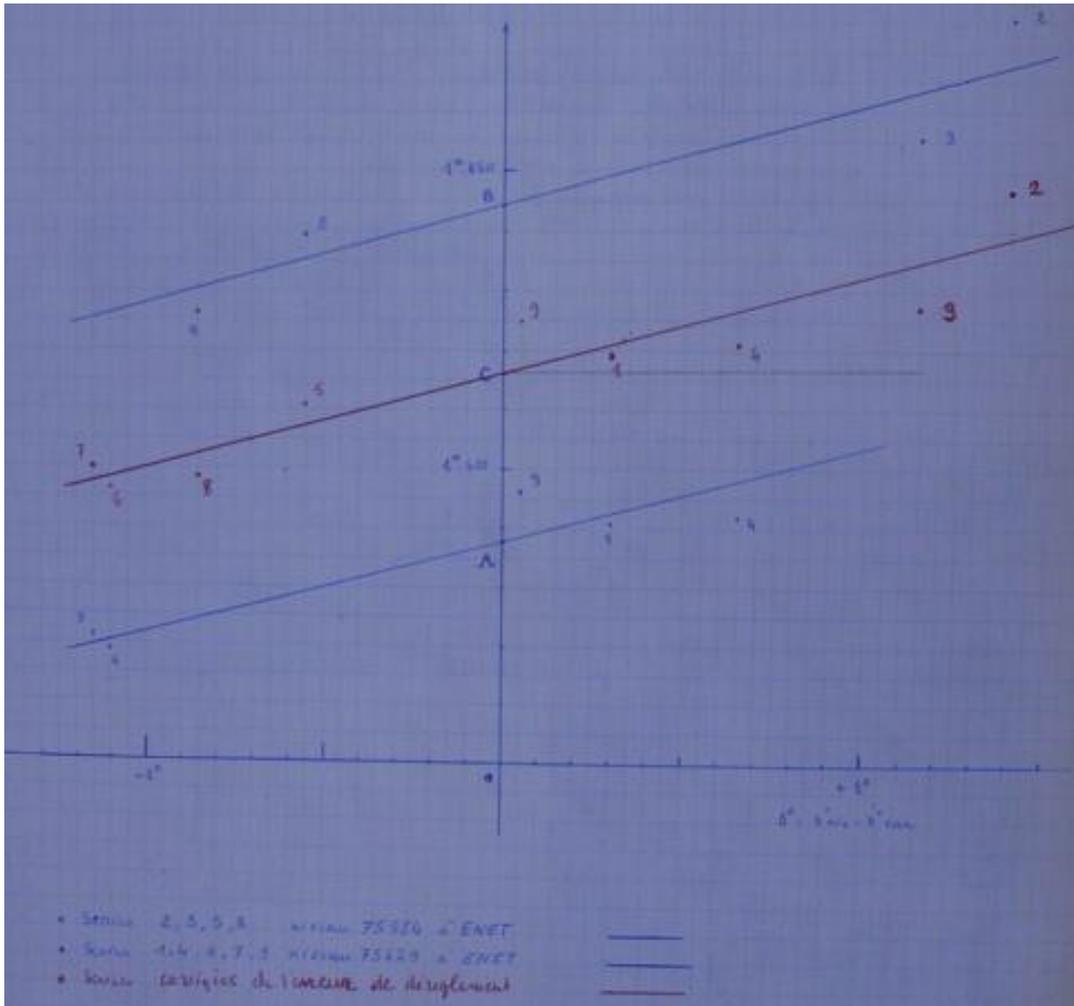
III Exploitation des mesures : Résultats.

Une fiche récapitulative des résultats figure dans les documents du SHOM :

Serie	<u>1</u>	2	3	<u>4</u>	5	<u>6</u>	<u>7</u>	8	<u>9</u>
l_2'	2.413	2.279	2.280	2.384	2.384	2.457	2.484	2.511	2.550
l_1	1.4120	1.4154	1.4154	1.4138	1.4142	1.4133	1.4134	1.5533	1.5542
L_1	1.0010	0.8636	0.8646	0.9702	0.9698	1.0437	1.0206	0.9577	0.9958
l_1'	3.557	3.551	3.512	3.492	3.545	3.477	3.461	3.545	3.529
l_2	1.5626	1.5251	1.5251	1.5261	1.4851	1.4855	1.4855	1.5231	1.5290
L_2	1.9944	2.0259	1.9869	1.9659	2.0599	1.9925	1.9755	2.0219	2.0000
L_1	1.0010	0.8636	0.8646	0.9702	0.9698	1.0437	1.0206	0.9577	0.9958
$L_2 - L_1$	0.9934	1.1623	1.1223	0.9957	1.0901	0.9488	0.9549	1.0642	1.0042
$r_2 - r_1$	2.1887	2.1887	2.1887	2.1887	2.1887	2.1887	2.1887	2.1887	2.1887
rd	3.1881	3.3510	3.3110	3.1844	3.2782	3.1375	3.1436	3.2529	3.1929
d	1.5910	1.6755	1.6555	1.5922	1.6394	1.5687	1.5718	1.6264	1.5964
Δ°	+0°3	+1°4	+1°15	+0°65	-0°55	-1°1	-1°15	-0°85	+0°05
$d' = d \pm$ erreur de régression	1.6195	1.6470	1.6270	1.6207	1.6109	1.5972	1.6003	1.5979	1.6249

Les séries de mesures sont appairées (en fonction de l'heure des mesures).
Par la suite, afin de tenir compte des différences de température entre l'air et l'eau,
un graphique intègre ces mesures en fonction du delta T°C.

Puis en utilisant une régression linéaire (méthode des moindres carrés en dimension 1), on détermine une droite qui passe «au mieux» par l'ensemble des points.



Finalement, il vient après calcul de la moyenne et de l'écart type :

Moyenne = 1,616 m

Ecart type = $\sqrt{\text{somme}(\text{ecarts})^2 / (n \times (n-1))} = 1,7 \text{ mm}$

Erreur probable 2/3 écart type = 1,2 mm

Conclusion :

Altitudes connues : NGF 42 = 4,395m

Les altitudes suivantes ont été déterminées :

Soupape 1 (proximité marégraphe) Fort Enet =

Soupape 2 (proximité tunnel) Fort Enet =

Delta = 0,0208 =

Soupape île d'Aix = 9,998m

Ces mesures permettent de mieux comprendre comment en 1960, les opérations de nivellement ont été conduites. Ceci permet au final d'avoir une dénivelée précise entre des points qui seront observés dans le cadre de se stage.

Il était important détailler les méthodes employées afin d'avoir la meilleure connaissance possible de la précision obtenue.

ANNEXE 9 : SOUMISSION DE FICHIERS RINEX POUR CALCUL PPP

Utilisation des services PPP en ligne

Cette fiche décrit visuellement les différentes étapes nécessaires pour soumettre «en ligne» un fichier Rinex (compressé ou non) sur les serveurs Canadiens. En compléments sont joint les mails d'échange avec les administrateurs du site.

1. Connexion au site de calcul + Login / Passwor

Dans un navigateur, l'utilisateur renseigne l'adresse web suivante :

http://www.geod.nrcan.gc.ca/online_data_f.php

The screenshot shows the website for the Canadian Spatial Reference System (SCRS). The header includes the Canadian flag and the text 'Ressources naturelles Canada' and 'Natural Resources Canada'. The main navigation bar contains links for 'English', 'Accueil', 'Contactez-nous', 'Aide', 'Recherche', and 'canada.gc.ca'. The breadcrumb trail reads: 'Ressources naturelles Canada > Secteur des sciences de la Terre > Priorités > Système canadien de référence spatiale'. The page title is 'Système canadien de référence spatiale' and the main heading is 'Base de données en ligne (SCRS Base de données en ligne)'. The text states: 'Il y a aucun frais d'accès en ligne à la Base de données en ligne du SCRS mais l'accès requiert un identifiant et un mot de passe.' There are two buttons: 'Ouverture de session' for existing members and 'Appliquer' for new members. A list of links is provided: 'Fichiers des éphémérides précises et RINEX', 'aux canevas planimétriques et altimétriques fédéraux archivés dans le Système canadien d'information géodésique (SCIG)', 'Le Réseau canadien de Normalisation Gravimétrique (RCNG)', 'certains logiciels/données de la DLG. (NIV2, GPS-H et TRNOBS)', and 'SCRS-PPP (Positionnement Ponctuel Précis du SCRS)'. The footer shows 'Date de modification : 2009-06-01' and a 'Haut de la page' link.

Puis, après une identification,

Ressources naturelles Canada / Natural Resources Canada

Canada

Ressources naturelles Canada
www.mcan.gc.ca

English | Accueil | Contactez-nous | Aide | Recherche | canada.gc.ca

Ressources naturelles Canada > Secteur des sciences de la Terre > Priorités > Système canadien de référence spatiale

Système canadien de référence spatiale

Base de données en ligne du SCRS

SCRS Accueil
Produits et services
Outils en ligne
SCRS Base de données
Éducation
Publications
QPF
Autres liens

Identification de l'utilisateur: calcul.gps@gmail.com
Mot de passe:

[Mot de passe oublié?](#)

Modernisation du système de référence altimétrique
Accueil

Date de modification : 2008-01-09 [Haut de la page](#) [Avis importants](#)

2. Choix de l'application



SCRS - Service pour le positionnement de précision PPP - fournit des coordonnées GPS cohérentes avec le Système canadien de référence spatiale (SCRS) et le système de référence terrestre international (ITRF).

3. Réglages de paramètres du calcul et soumission



Ressources naturelles Canada Natural Resources Canada
www.mcan.gc.ca

English **Accueil** **Contactez-nous** **Aide** **Recherche** **canada.gc.ca**

Ressources naturelles Canada > Secteur des sciences de la Terre > Priorités > Système canadien de référence spatiale

Système canadien de référence spatiale

Système canadien de référence spatiale

SCRS-PPP

Le service de positionnement ponctuel précis, SCRS-PPP, en ligne du Système canadien de référence spatiale (SCRS), fournit des estimations de position post-traitement sur Internet à partir des fichiers d'observations GPS fournis par l'utilisateur. Les estimations de position précises sont faites par rapport aux cadres de référence nord-américain de 1983 (NAD83) du SCRS et international terrestre (ITRF). Les estimations de position par station unique sont calculées pour les données obtenues en mode statique ou cinématique et en utilisant des horloges et des orbites GPS précises.

Sélectionnez votre fichier RINEX:

(Nom: seul les caractères de type Latin, incluant les traits d'union et de soulignement sont permis)
(Compression: aucune ou zip (.zip), gzip (.gz) ou compression UNIX (.Z))
(Format: RINEX ou Compact RINEX (Hatanaka))

Sélectionnez le type de traitement

Statique
 Cinématique

Sélectionnez le cadre de référence

NAD83(SCRS)
 ITRF

Indiquez/Modifiez l'adresse courriel à laquelle vous désirez recevoir les résultats:

Transmission du fichier RINEX / Traitement

Date de modification : 2009-02-25 [Avis importants](#)

4. Validation de la soumission

Lorsque le fichier et les réglages choisis sont les bons, il reste à exécuter la validation du formulaire. Une page du type ci-après confirme que le fichier a bien été transmis au centre de calcul.


 Ressources naturelles Canada / Natural Resources Canada
 



Ressources naturelles Canada

www.mcan.gc.ca

English
Accueil
Contactez-nous
Aide
Recherche
canada.gc.ca

[Ressources naturelles Canada](#) > [Secteur des sciences de la Terre](#) > [Priorités](#) > Système canadien de référence spatiale

Système canadien de référence spatiale	SCRS-PPP Confirmation de transmission de votre fichier RINEX Votre fichier RINEX BOYA2507 a été reçu.
SCRS Accueil	Vos résultats vous seront envoyés à l'adresse courriel: calcul.gps@gmail.com
Base de données en ligne	(Les résultats seront effacés du serveur de la DLG dans 24 heures)
Requête au SCRS-BD	(Les fichiers RINEX pour lesquels aucun fichier d'orbites et d'horloges ne sont encore disponible seront mis en attente. Le traitement sera fait une fois que les fichiers seront disponibles et les résultats envoyés par courriel comme d'habitude.)
Requête au SCCA	
Logiciels de la DLG	
PCA	
RBC	
RNCG	
Nordique 2D	
CAPO	
SCRS-PPP	
SCRS-PPP	
Guide de l'utilisateur	
Nouveautés (dernière mise à jour le 7 avril 2009)	

3. Récupération des résultats.

Pour que l'opération soit complète, il faut impérativement dans les 24 heures (comme stipulé sur la page web de confirmation de la requête) aller chercher les résultats.

Ci dessous, un exemple de mail tel qu'il est envoyé dans la boîte au lettre choisie pour la requête.

SCRS-PPP Solution pour BOYA2507

Sujet : SCRS-PPP Solution pour BOYA2507
De : "SCRS-PPP" <information@geod.nrcan.gc.ca>
Date : Sat, 29 Aug 2009 09:29:55 -0400
Pour : calcul.gps@gmail.com

La solution du traitement SCRS-PPP de vos données peut être téléchargée en cliquant sur l'hyperlien suivant:

http://webapp.csrn.nrcan.gc.ca/ppp_data/20090829_0170_BOYA2507/20090829_0170_BOYA2507_full_outpu

----- BOYA2507

Les coordonnées / écarts types calculées pour le fichier RINEX BOYA2507 sont les suivantes:

Latitude (ITRF05): 45 59 59.0462 (dms) / 0.003 (m)
Longitude (ITRF05): -1 12 49.9069 (dms) / 0.006 (m)
Hauteur ellipsoïdale (ITRF05): 69.435 (m) / 0.011 (m)

UTM (Nord) Ordonnée: 5095569.015m Abscisse: 638304.629m Zone: 30 Échelle: 0.99984

Hauteur orthométrique CGVD28 (HTv2.0): non définie

URL du fichier sommaire (PDF):

http://webapp.csrn.nrcan.gc.ca/ppp_data/20090829_0170_BOYA2507/zip_dir_1/BOYA2507.pdf

URL du fichier des résiduelles d'observations et des azimutes et élévations des satellites:

http://webapp.csrn.nrcan.gc.ca/ppp_data/20090829_0170_BOYA2507/zip_dir_1/BOYA2507_res.zip

Orbites & horloges GPS utilisées: IGS finale

Ellipsoïde WGS84 utilisé pour la transformation de (x,y,z) à (lat,long,h)

Version du logiciel: 1.04 1087

Pour nous rejoindre afin de signaler un problème technique ou nous faire parvenir vos commentaires ou vos suggestions:

Division des levés géodésiques
Centre canadien de télédétection
Ressources naturelles du Canada
Gouvernement du Canada
615 rue Booth, pièce 440
Ottawa (Ontario) K1A 0E4
Téléphone: 613-995-4410 Télécopieur: 613-995-3215
Courriel: information@geod.nrcan.gc.ca

Ressources naturelles Canada n'accepte aucune responsabilité à l'égard de conséquences présumées, directes ou indirectes, d'éléments de son service de positionnement en ligne SCRS-PPP.

6. Copie des mails avec les administrateurs du site PPP.

Ma question :

Prénom : Emmanuel

Nom : Bardiere

Courriel : calcul.gps@gmail.com

Téléphone :

Type : Question générale

Sujet : Calculs PPP

Message :

Bonjour, et tout d'abord merci !

Je suis un étudiant Français en Master. Je suis en train de faire un stage à l'Université de La Rochelle, dans un laboratoire du CNRS qui s'intéresse au niveau de la mer. Il participe au programme GLOSS (Global Sea Level), une émanation de l'IGS.

J'ai fait une série de tests de calculs en PPP grâce à vos serveurs durant l'été. Je souhaiterais savoir quel logiciel est à la base du calcul, je n'arrive pas à trouver cette information. S'agit-il de Gipsy, de Bernese de Gamit ou bien d'un logiciel "maison" ?

Par avance merci, Emmanuel.

Referring URL: http://www.geod.nrcan.gc.ca/online_data_f.php

La réponse :

De : Héroux, Pierre <Pierre.Heroux@nrcan-nrcan.gc.ca>

Date : 27 août 2009 16:26

Objet : RE: Question générale : Calculs PPP

À : calcul.gps@gmail.com

Cc : ISU Requests <ISU.Requests@nrcan-nrcan.gc.ca>, "Lascelles, Patrice" <Patrice.Lascelles@nrcan-nrcan.gc.ca>

Bonjour Emmanuel,

Le logiciel qui supporte notre service en-ligne est une production 'maison' qui fait uniquement le positionnement ponctuel précis, sans offrir une solution d'orbite comme le font Bernese, Gipsy ou Gamit. C'est un code simplifié mais qui offre une précision de positionnement équivalente.

Salutations,

Pierre Héroux

(613) 992-7416 FAX: (613) 995-3215

pheroux@nrcan.gc.ca