

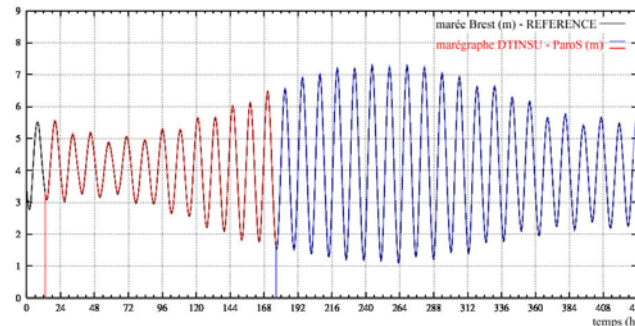
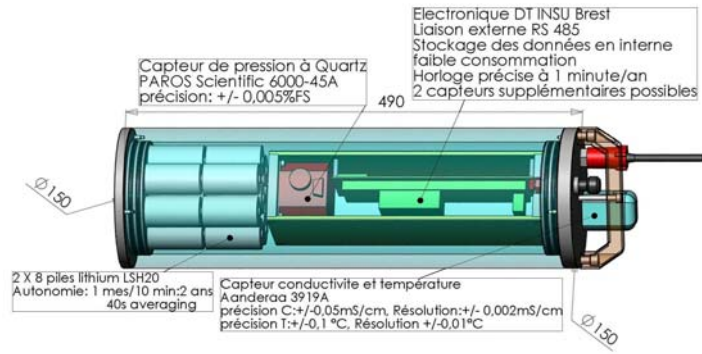
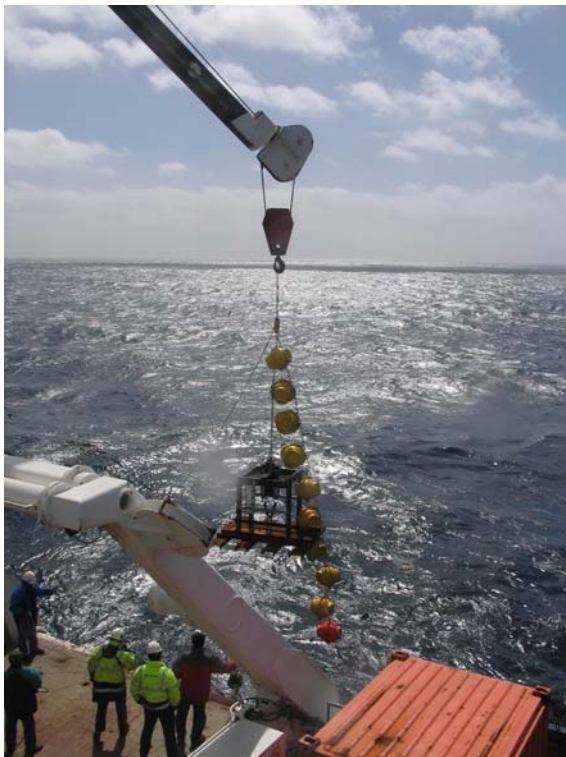
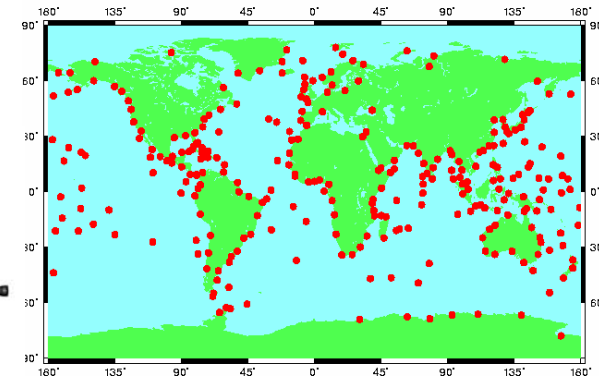
La DT INSU a la responsabilité technique du réseau de marégraphe (OSU) dans les TAAF:(maintenance et évolution de marégraphes côtiers et immergés) depuis 1998 Observatoire de l'INSU, Global Sea Level Observing System (GLOSS)

3 stations aux Îles Crozet, Kerguelen, Saint Paul et 2 en Terre Adélie + mouillages

- Mise à niveau temps réel des stations, compatibilité SATOI (réseau de prévention es tsunamis)-UNESCO
- Partenariat avec le CNES pour calibration satellite altimétrique Jason II
- Expertise pour l'Université de Bakou, Azerbaïdjan: 1 station en mer Caspienne

Coordination des travaux avec:

- OMP/LEGOS (**PI Laurent Testut**)
- IPEV (programmation navire/travaux à terre)
- les TAAF (autorisations/personnels aide technique)

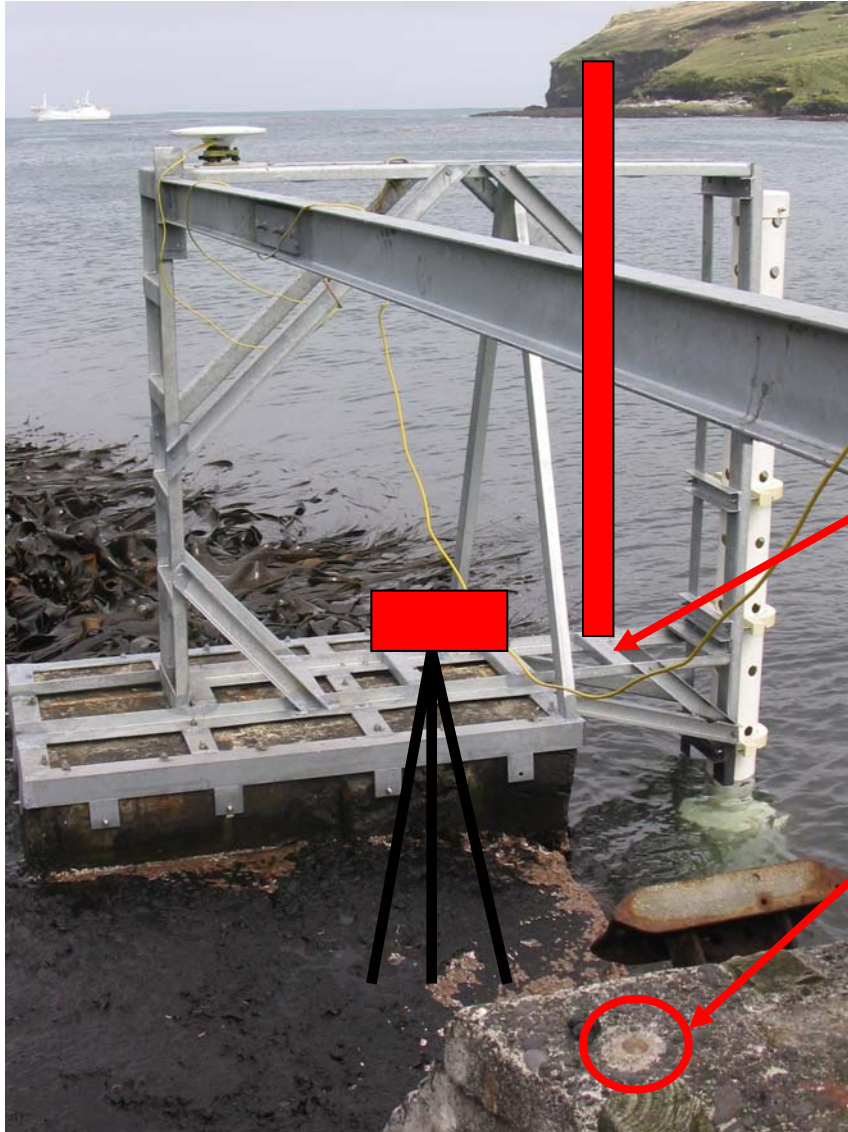


Référence absolue du niveau de la mer par nivellement:

- Pour suivre la dérive instrumentale des marégraphes
- Pour rattacher les mesures à un point de référence géodésique



Example: CROZET



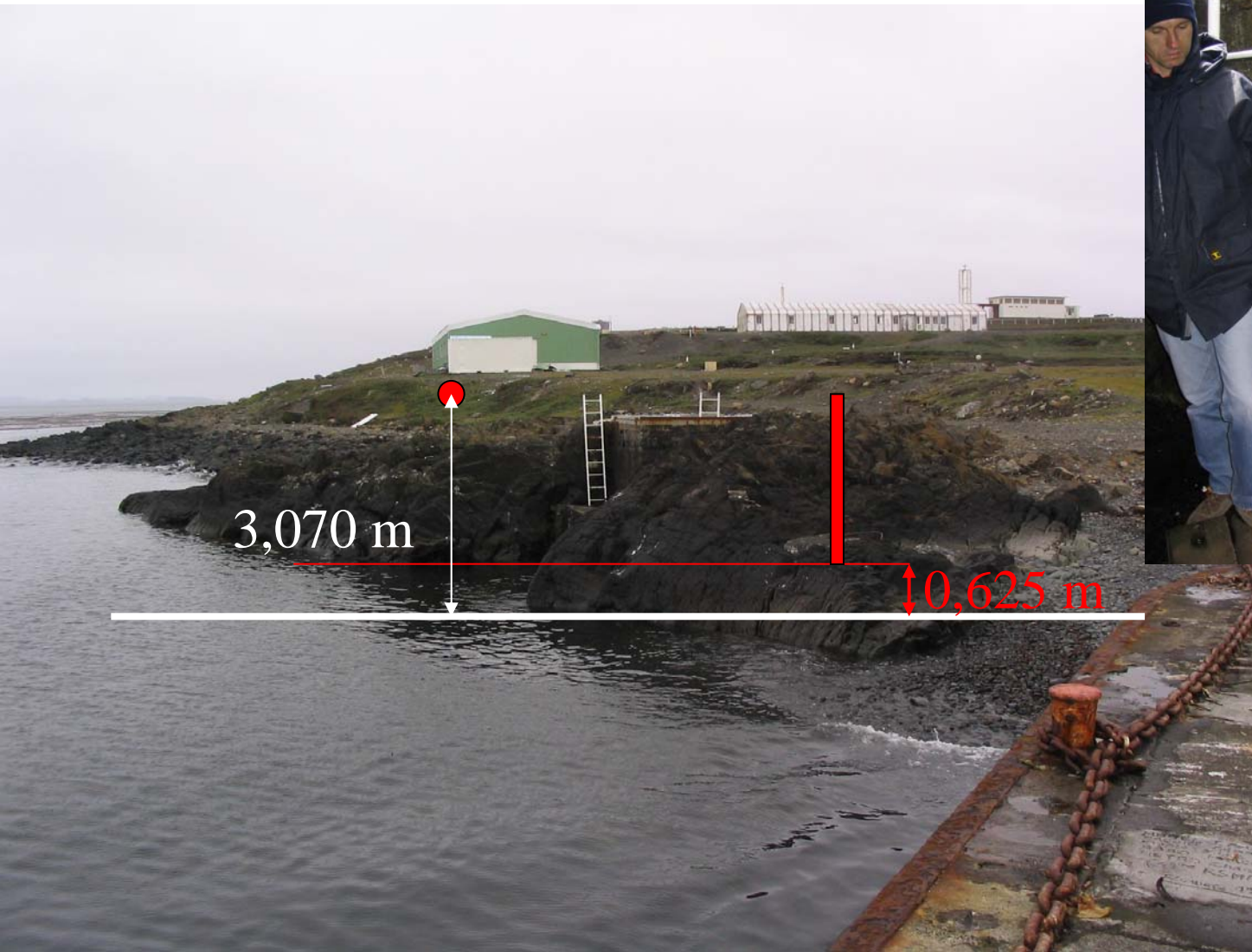
Rattacher le repère de marée au capteur de pression:

1) Rattacher le capteur de pression wlr7 au barreau métallique surplombant l'eau par lecture à la sonde lumineuse.

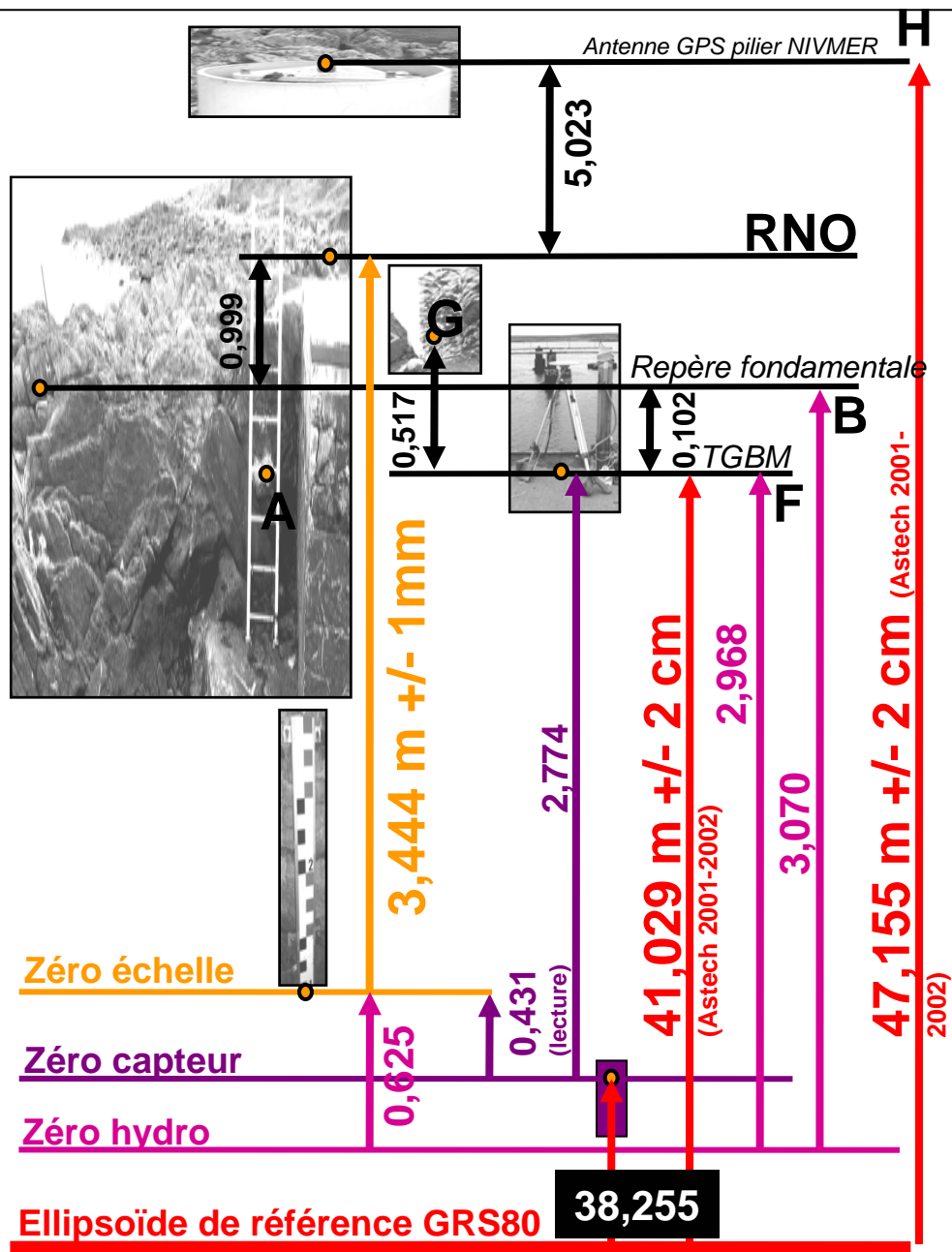
2) Rattacher par nivellement le barreau bas surplombant l'eau au repère de marée

Former le VAT à la lecture à la sonde lumineuse et lui laisser la sonde pour qu'il fasse une lecture par mois et un test de van de casteele par an.

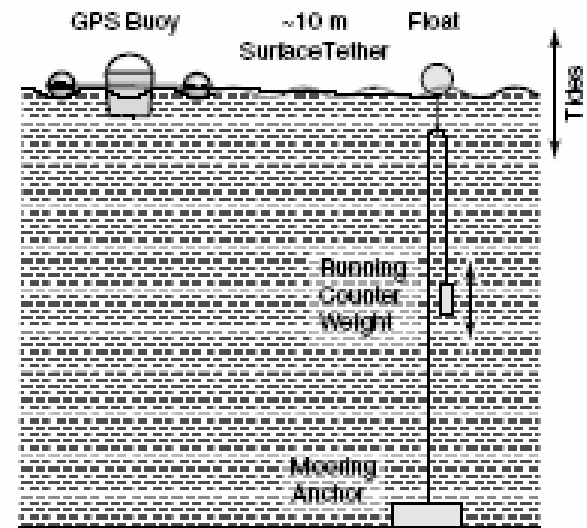
Lectures à l'échelle de marée



Rattachement du marégraphe de Kerguelen à l'ellipsoïde de référence, basé sur la fiche d'observatoire de marée de l'EPSHOM du 22/09/2003 & les lectures à l'échelle de marée des VATs géophys Kerguelen en 2004



Historique des premières bouées GPS (début années 1990): Mesure de la position de la surface libre de l'eau pour étalonner les satellites altimétriques



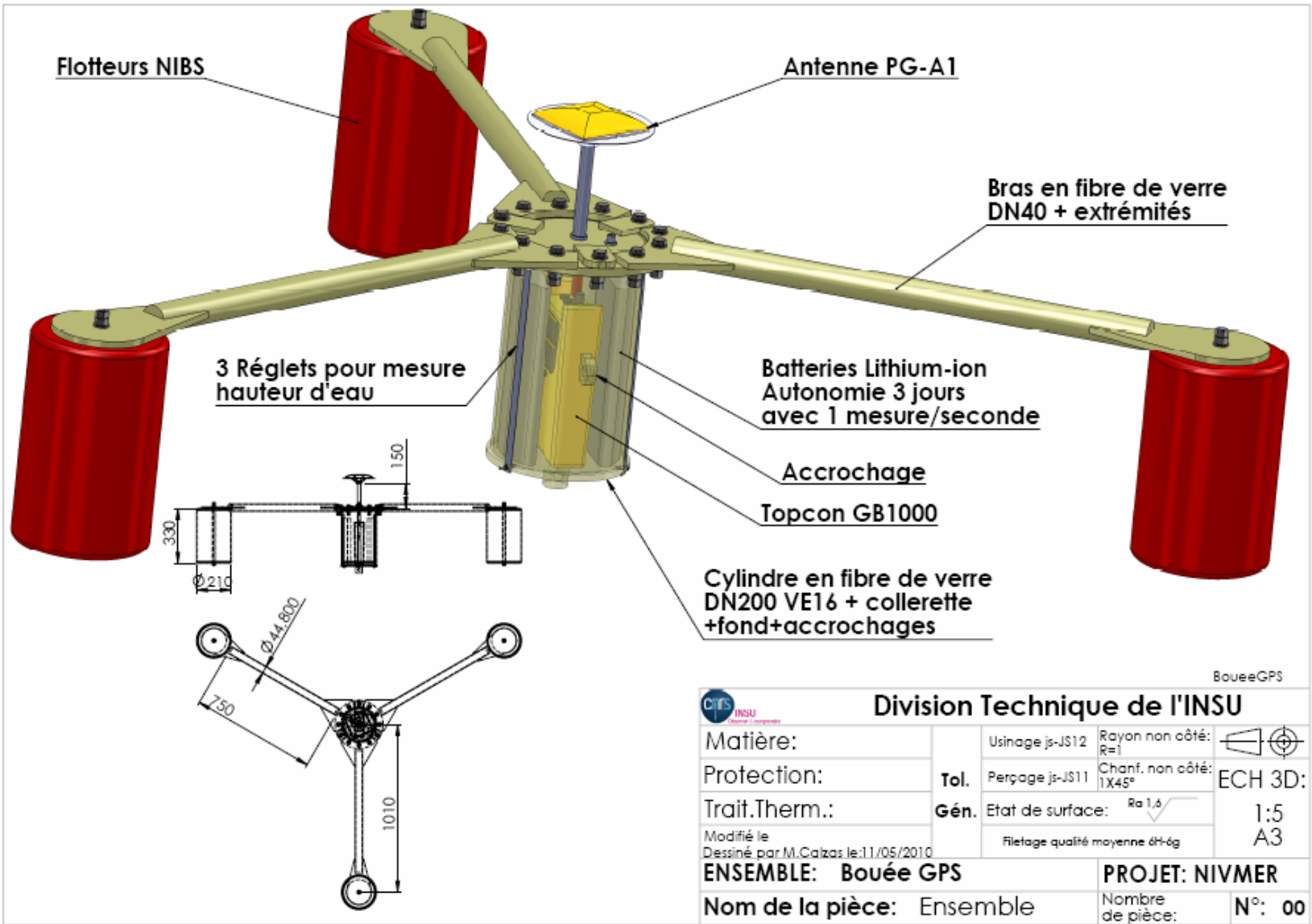
Utilisation d'une bouée GPS pour:

- Position absolue du niveau de la mer dans un système de référence global
- Acquisition données haute fréquence (1 à 10 Hz)
- Précision sub centimétrique en post-traitement (associée à une station de base)
- Possibilité de déploiement en plein océan en mode PPP

Cahier des charges:

- Autonomie de 4 jours pour une acquisition du GPS à 1 Hz (Topcon)
- Facilement montable/démontable
pour mise en œuvre à partir d'une embarcation très légère ou de la côte
- Transportable par hélicoptère (élément longueur max 1,2 mètre)
- Utilisable en mode fixe ou en mode tracté (pour rattacher différents points)
- Fonctionnelle jusqu'à mer 3,
- Température eau $-1,8^{\circ}\text{C}$ à $+30^{\circ}\text{C}$
- Température air: -40°C à $+40^{\circ}\text{C}$

Premier essai de la bouée GPS DT-INSU du 4 au 7 mai 2010



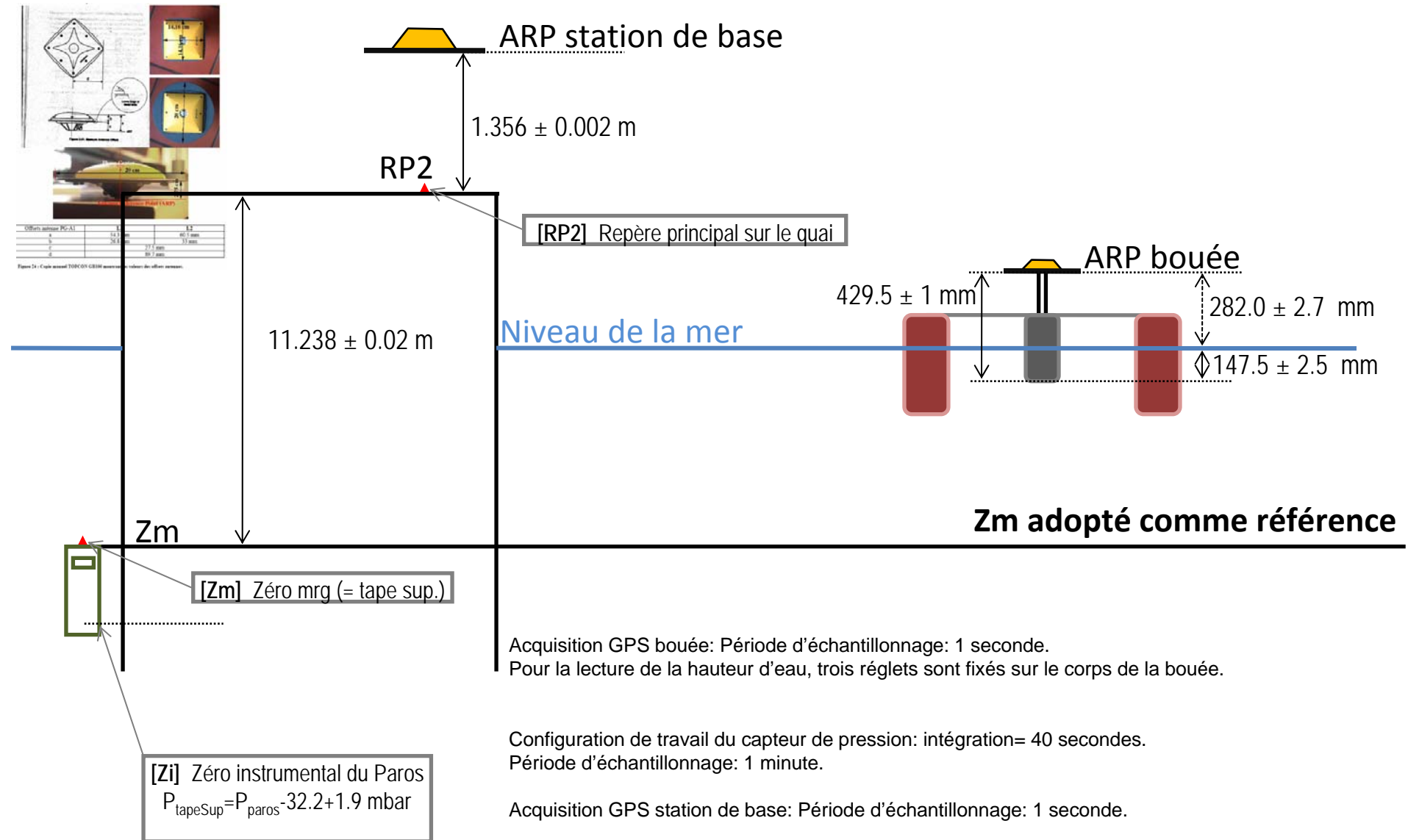
BouéeGPS

Division Technique de l'INSU			
Matière:	Usinage js-JS12	Rayon non coté: R=1	 ECH 3D:
Protection:	Tol. Perçage js-JS11	Chanf. non coté: 1X45°	
Trait.Therm.:	Gén. Etat de surface: Ra 1,6	Filetage qualité moyenne dh-ég	1:5 A3
Modifié le Dessiné par M.Calzas le:11/05/2010		ENSEMBLE: Bouée GPS PROJET: NIVMER	
Nom de la pièce: Ensemble		Nombre de pièce:	N°: 00



FICHE DE NIVELLEMENT DE LA MANIP BOUEE GPS

(Brest, Sainte-Anne du 4 au 7 mai 2010)



Acquisition GPS bouée: Période d'échantillonnage: 1 seconde.
 Pour la lecture de la hauteur d'eau, trois réglets sont fixés sur le corps de la bouée.

Configuration de travail du capteur de pression: intégration= 40 secondes.
 Période d'échantillonnage: 1 minute.

Acquisition GPS station de base: Période d'échantillonnage: 1 seconde.

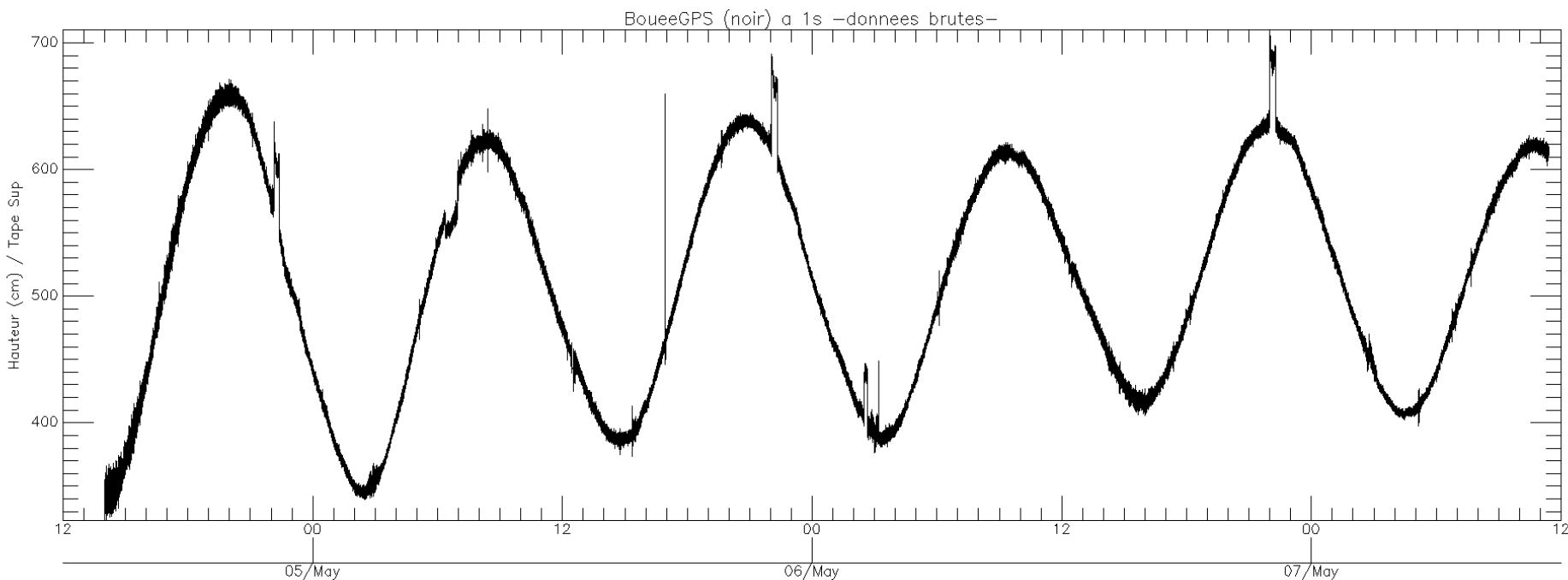
Les positions relatives des différents systèmes mis en oeuvre sont mesurées par rapport au point RP2.

Comparaison de la hauteur d'eau Echelle de marée/ marégraphe MAR-DT-3

Mise à l'eau le 4/05 à 12h56 TU	P paroS = 1426.45mbar C=39.188mS/cm T=12.12°C Patmos = 1026.40mbar	Ptape sup=369.75mbar soit 3.6742 m	Echelle : 3.675m ±25 mm
---------------------------------	---	---------------------------------------	----------------------------

Il y a une bonne concordance entre la hauteur d'eau mesurée manuellement (à ±25 mm car le niveau d'eau n'est pas stable) et la pression exercée par l'eau au niveau de la tape supérieure (correspondant à la valeur mesurée avec les corrections d'offset et la contribution de la pression atmosphérique). La référence de pression est déterminée avec une précision centimétrique.

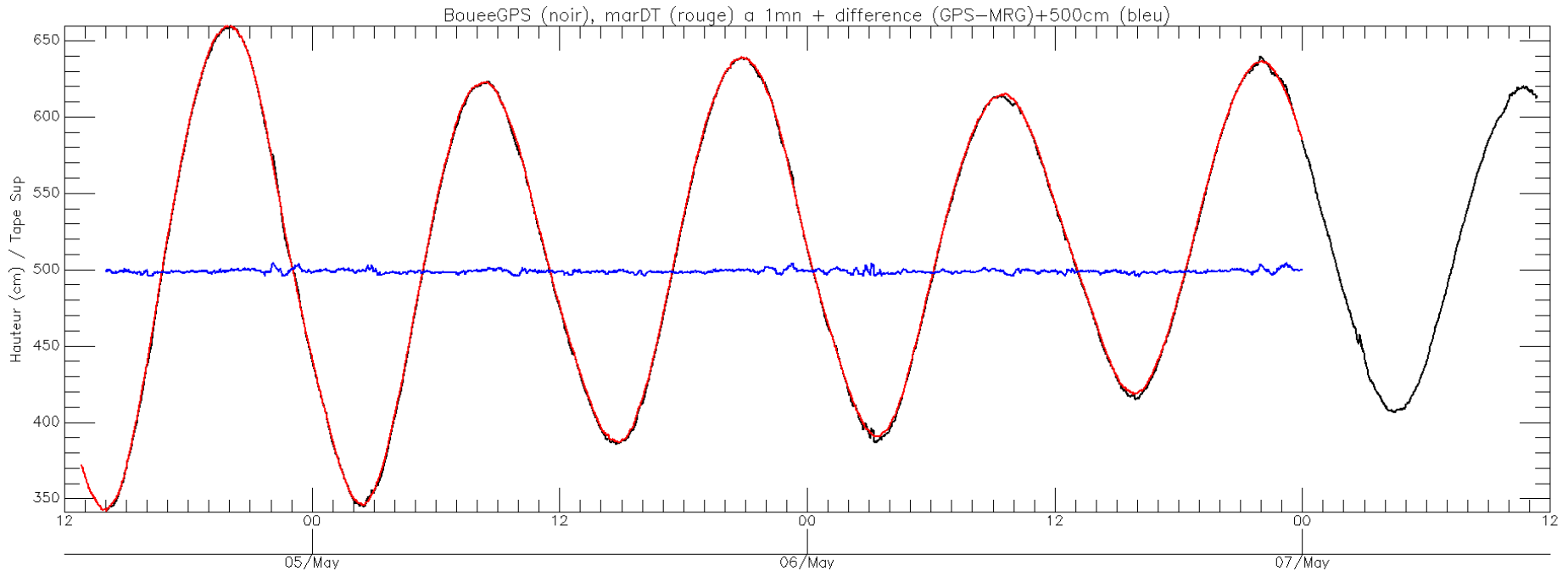
La courbe des données de la bouée GPS à 1S



Le traitement a été fait en double différence à l'aide du logiciel TTC (Total Trimble Control). Il existe des sauts dus aux traitements GPS (à voir autre traitement de type PPP (Precise Point Positioning) avec le logiciel GRGS (GINS)).

Les positions GPS de la bouée évoluent au gré de la marée et de la houle. On peut reporter ces oscillations au niveau Zm de la tape supérieure du marégraphe (en passant par la référence de position RP2 commune à tous les dispositifs). Le capteur de pression du marégraphe donne la hauteur d'eau au dessus de sa tape supérieure (Zm / niveau de la mer). En reportant les oscillations de la bouée GPS en Zm, on peut voir si elles suivent les variations de pression enregistrées par le marégraphe.

Superposition des données GPS (en noir) et MRG (en rouge) à 1 minute. En bleu c'est la différence des deux auquel on a ajouté 500cm pour l'avoir dans le graphe à la même l'échelle



Les deux séries ont été calées par rapport au point Zm (tape supérieure du marégraphe) par des mesures de nivellement en RP2 totalement indépendantes.

La pression globale enregistrée par le marégraphe est traduite en hauteur d'eau (Zm/niveau de la mer) en déduisant les effets de la pression atmosphérique et en prenant en compte la densité du milieu (salinité).

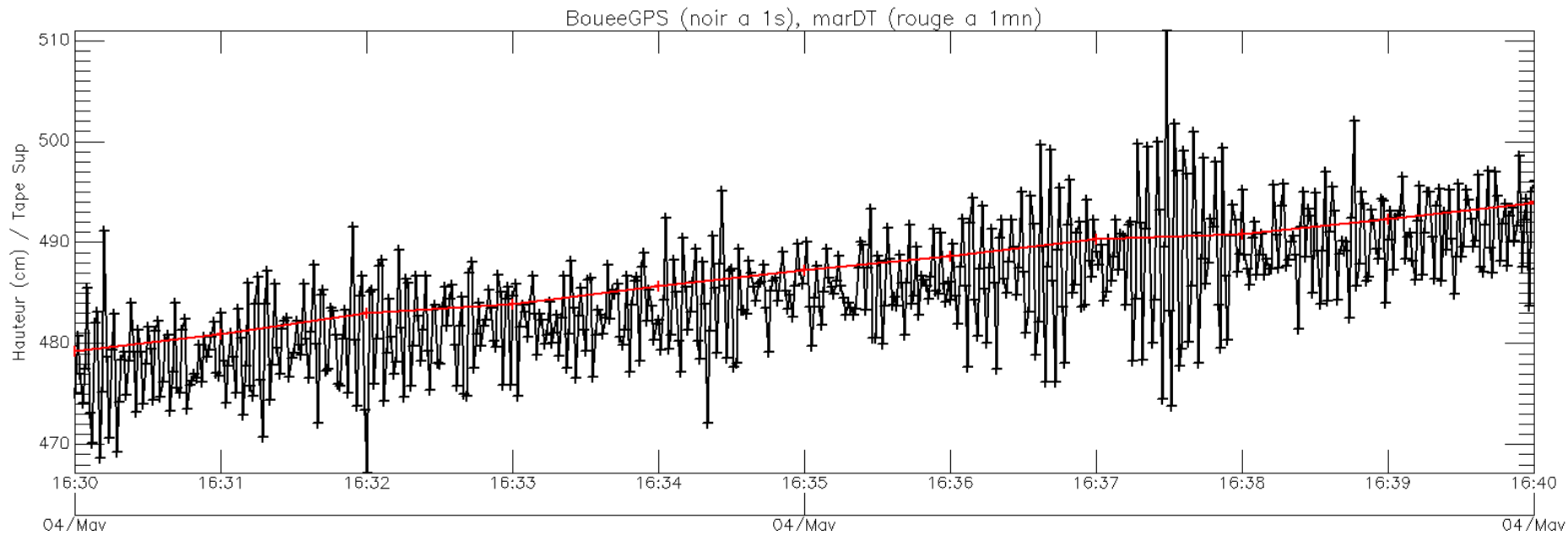
La différence moyenne sur les hauteurs d'eau mesurées par 2 instruments différents (BGPS-MAR) est de -1.1cm (offset) avec une déviation moyenne (rms) de 1.17cm.

Si on compare ces résultats par rapport aux précisions de mesure de nivellement, on a

-MAR (tape supérieure/RP2) : $11.223\text{m} \pm 0.016\text{m}$, c'est-à-dire que le marégraphe n'est pas référencé en RP2 à mieux que $\pm 1.6\text{cm}$

La différence de hauteur d'eau en Zm entre bouée GPS et marégraphe tient dans la précision de mesure de position rapportée au point de référence commun RP2.

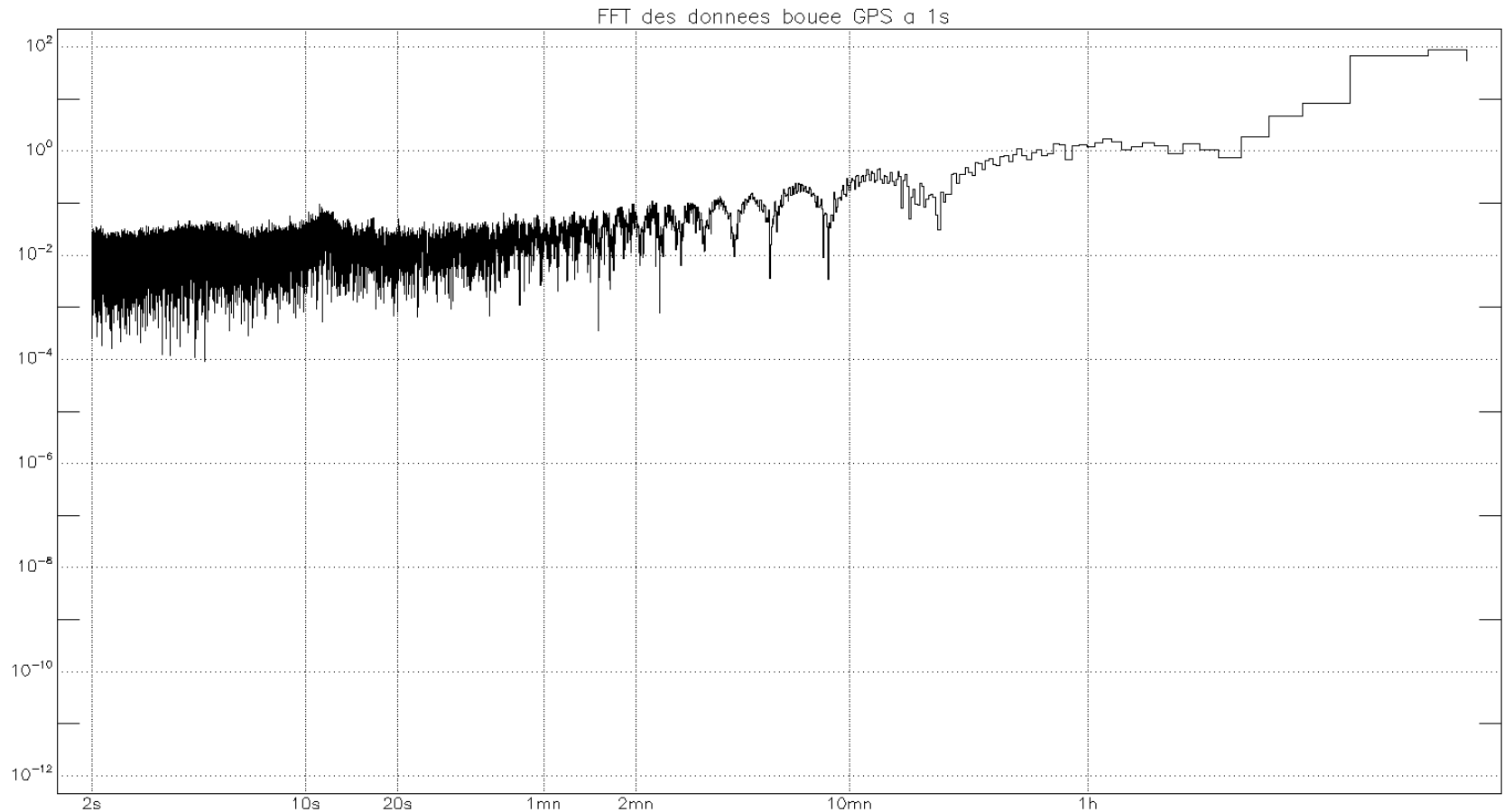
partie HF de la bouée (en noir à 1s) et MRG (en rouge à 1 minute) sur une période de 10 min



La bouée GPS offre la possibilité d'échantillonner à plus haute fréquence que le marégraphe. Son autonomie est ainsi plus réduite, mais il est possible d'observer d'autres évènements plus rapides.

Il y a ici beaucoup de bruit dans les données de la bouée à 1s. La houle pourrait contribuer au phénomène, mais il est probable qu'il y ait du bruit dû à des problèmes de multi trajet sur la station de base.

FFT des données de la bouée (en noir à 1s) sur la tranche des courtes périodes 2s à 1heure



Le spectre dans la bande de période 1 à 10 minutes est étrange.
Un problème de multi-trajet est envisagé

CONCLUSION

Après un traitement préliminaire des données de l'essai à Ste Anne, il est clair que la bouée GPS est capable d'observer le niveau de la mer avec une précision comparable à un très bon capteur de pression. La DT/INSU a mis au point un instrument utilisant un capteur de pression de qualité équivalente et dans certain cas nettement meilleurs que les instruments du marché.

L'exactitude et la précision du niveau de la mer observé par la bouée et par le marégraphe DT sont de l'ordre du cm. Il reste un peu de bruit à haute fréquence dans les données de la bouée (probablement dû à des effets de multi trajet sur la station de base).

Il est presque certain que l'amélioration des traitements GPS, des méthodes de filtrage des données HF de la bouée (1Hz ou 10Hz) vont permettre à la fois d'améliorer la précision et l'exactitude de la mesure, mais aussi d'obtenir des informations pertinentes sur le contenu HF (1s à 1min) du niveau marin.

Les grands avantages de la bouée sont :

- Un niveau absolu géocentrique précis
- Une facilité de déploiement et de rattachement par rapport au capteur de pression
- L'obtention du niveau en plein océan (avec traitement PPP des observations).

Son inconvénient majeur reste le volume des données produites, qui interdit pour l'instant les séries longues, la transmission par satellite et le traitement temps réel des données.

La bouée possède des atouts notables en comparaison des lectures à l'échelle de marée.