

Pourquoi et comment faire de la géodésie en fond de mer ? (Les enjeux à plusieurs échelles)

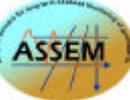
- Échelle Globale**
- Équilibre global de la Planète, niveau moyen des mers
 - nécessité de connaître les mouvements verticaux au fond des océans
 - important au regard de la précision croissante des données satellitaires et donc des questions que l'on peut aborder. (GRACE, JASON, etc...)
- Échelle Régionale**
- Déformation intra plaque
 - Plaques entièrement immergées (leur mouvement?)
- Échelle Locale**
- Les objets géodynamiques ne sont pas limités par un trait de cô... (volcans, zones de rift, failles décrochantes, etc...)
 - Certains objets géodynamiques sont spécifiquement sous-marins : (dorsales, zones de subduction)
 - Applications industrielles : (surveillance des barrages hydro-électriques, subsidence des plateformes pétrolières, pipelines et réservoirs, etc...)

Situation de l'instrumentation au niveau international

- Quelques études existent, démontrant la faisabilité : US (Scripps et NOAA) et Japon.
- Observation des mouvements verticaux par **desmesures de la pression** océanique
 - Observation des mouvements horizontaux
 - par des **mesures acoustique seules**
 - par des mesures combinées entre **GPS et acoustique** sous-marine.

Et en France...

(voir ci-dessous)



Projet Européen ASSEM WorkPackage 2.2 : Capteurs Géodésiques IPGP

Dans le cadre du projet Européen ASSEM, nous avons développé nos deux premiers capteurs géodésiques. Le premier est une double jauge de pression précise - **PRÉSSIONMÈTRE**. Le deuxième est un **DistanceMètre Acoustique Précis** constitué par 2 balises «DPXP».

LE PRÉSSIONMÈTRE

P1 : Absolute Pressure Transducers série 3000 et 4000 Modèle 42 K (1200-001)

Full Scale: 0 à 2000 PSI → 0 à 137.8 bars - water depth from 0m to -1378 m
 Repeatability: ± 0.01% F.S.
 Hysteresis: ± 0.01% F.S.
 Resolution: 10k-6 F.S.

P2 : Absolute Pressure Transducers série 3000 et 4000 Modèle 42 K (1202-001)

Full Scale: 0 à 6000 PSI → 0 à 413.4 bars - water depth from 0m to -4134 m
 Repeatability: ± 0.01% F.S.
 Hysteresis: ± 0.01% F.S.
 Resolution: 10k-6 F.S.

Designer: Main Board MB01 IPGP
 Micro-controller Parasetur type CF1

Temperature probe: PT 100 (12 bits A/D resolution)
 Repeatability: 0.01%

Tiltmeter: Model: MD900-T Digital/Analog Chromator Biastat.
 Angular Range: ± 30° Resolution: 0.01 1st angle (12 bits A/D resolution over full span)
 Repeatability: 0.02° at constant temperature

Autonomie du pressionmètre:
 de 6 mois avec (1 mesure par minute par capteur de pression) à 2 ans (1 mesure toutes les 5 minutes par capteur) à plus (selon programmation)

Premiers Tests du pressionmètre en bassin (IFREMER Brest)



Installation de pressionmètre sur un bassin Monitoring Node (PRÉSSIONMÈTRE)

Enregistrement de la pression sur les 2 capteurs Paramétriques à différentes températures

Précision et événements que l'on espère observer avec le PRÉSSIONMÈTRE
 Data from Seaport Chart, Juan de Fuca Ridge (Chadwell et al., 1993).

LE DISTANCEMÈTRE à 2 balises «DPXP»

Main Board DPXP: MPL, SIO, University of California San Diego

Detection method: Cross correlated digital signal
 Reference signal (pretransmit): 2ms each of 12 kHz followed by 8 kHz with 180 degree phase flip per frequency.
 Range: 1.5km (nominal)
 Micro-controller Parasetur type CF2
 Travel time oscillator: Frequency: 1.000000 MHz, Stability: ± 0.1 ppm
 Real time clock: Oscillator: 32.768KHz TCXO, Accuracy: ± 1 Month

Hydrophone (Acoustic transducer): Model: ITC-3013
 Resonant Frequency: 80K & 12.5MHz, Usable Frequency Range: 8KHz-160KHz
 Beam Pattern: Hemispherical, Acoustic transmit level: SL=170dB re 1 µPa @ 1m
 Nominal S/N: 120dB, Receiver voltage gain: 50dB from.

Tiltmeter: Model: MD900-T Digital/Analog Chromator Biastat.
 Angular Range: ± 30° Resolution: 0.01 1st angle (12 bits A/D resolution over full span)
 Repeatability: 0.02° at constant temperature

Compass: TCM2-20
 Reading information: Accuracy when level: 0.5° RMS
 Accuracy when tilted: 1.0° RMS, Resolution: 0.1° Repeatability: ± 0.1°

Autonomie du DistanceMètre:
 2 ans (1 mesure toutes les heures par balise)

Couplage des capteurs géodésiques avec le sol (BENCHMARK)



Sensor board
 Point of contact (see note)
 Precision electronic connector
 Clamp system
 Anchor

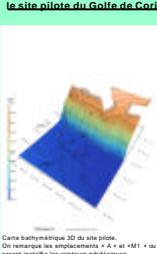
Quadrant/intermediate: S/NK-TGS, IFREMER and IPGP

Châssis double (pressionmètre + DistanceMètre) monté sur le benchmark géodésique (entre 2 sections)

System clamp (le pêne en aluminium est solidaire de la partie femelle est solidaire de ce bassin)

Précision et événements que l'on espère observer avec le DISTANCEMÈTRE
 Data from Juan de Fuca Ridge (Chadwell et al., 1993)

Le site pilote du Golfe de Corinthe



Land stations: GPS, tiltmeter, (PARAM-1)

Monitoring Node Point: A (benchmark), Acoustic DPXP sensor

Monitoring Node Point: B (benchmark), Acoustic DPXP sensor

Distance = 1500 m

Horizontal movement: One Direct Path Acoustic distance measurement
 Vertical movement: One Precise Pressure-meter

Carte bathymétrique 3D du site pilote. On remarque ici emplacement, A et B et MB1 + ou selon les besoins les capteurs géodésiques

Projet financé en collaboration avec le site Monitoring Node ASSEM

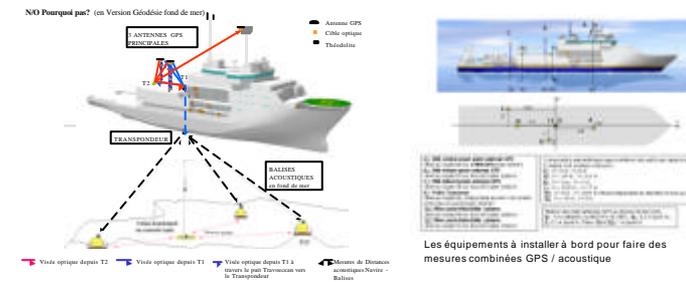
la géodésie sous-marine par combinaison GPS / acoustique à bord du N/O Pourquoi-pas ? (proposition d'instrumentation)



- Principe

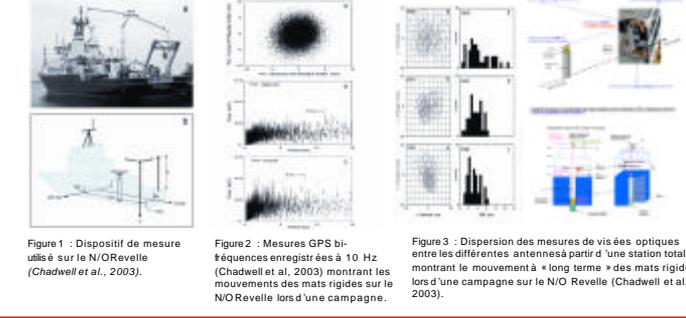
Le but est d'accéder à la déformation du sol en domaine sous-marin. Les déformations horizontales peuvent être mesurées en positionnant de façon centimétrique des points repérés au fond par propagation acoustique couplée à du GPS précis. Pour cela des balises sont disposées sur le fond. Leur position est déterminée par rapport au navire par mesures acoustiques sous-marines. La position du navire étant connue dans un référentiel absolu par GPS aérien, on en déduit la position absolue des balises (schéma ci-dessous).

⇒ le navire sert de plate-forme relais entre mesures acoustiques sous-marines et GPS aérien.



Une technique déjà bien au point

La géodésie sous-marine par combinaisons GPS/acoustique est mise en œuvre par la **Marine Physical Laboratory** de la **Scripps Institution of Oceanography**.



Réseau Terre & Espace

GEODESEA « Système de mesures précises de positionnement sous l'eau. »

L'objectif

L'objectif de notre « projet RTE » est de développer un système de mesures précises de positionnement sous l'eau. Ce projet vise une précision de quelques cm sur une portée moyenne de l'ordre de 5 km avec éventuellement plusieurs balises pour couvrir cette distance selon la topographie des fonds. Ces mesures sont rattachées avec précision en surface, via GPS, à des repères à terre et/ou des plates-formes en mer.

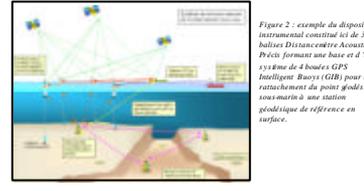
Tout comme on le faisait en GPS au début des années 90, ce projet répondra aux besoins en métrologie par des mesures de positionnement statique sur des repères géodésiques sous-marins. L'instrumentation et les méthodologies émergentes de ce projet permettront de faire un pas décisif dans le domaine de la mesure sous-marine précise et pourront avoir des répercussions sur les mesures cinématiques (positionnement d'engins en mouvement). Aussi, ce projet ouvre des perspectives de services pour le futur système GALLIEO liées au transfert de positionnement satellitaire au domaine sous-marin.

Le programme de travail

On propose de partir d'expériences existantes par les différents partenaires et d'instruments acquis pour améliorer les performances au cours de ce projet et de mettre au point des méthodes de mesures pour atteindre l'objectif souhaité.

- Développement de nouveaux outils:
 - Tests et validation de concepts
 - Instrumentation « légère »

Collaborations : IGN/LAREG, TOTAL, EDF, ACSA, ORCA-Instrumentation, GEOIDE



La Valorisation (phase de expérimentation sur sites)

Afin de valider en situation réelle les nouveaux outils de ce système de mesures précises de positionnement sous l'eau, on choisira 2 sites pilotes représentatifs du marché pour cette phase d'expérimentation.