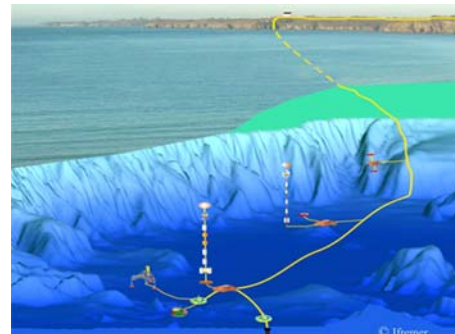


## Observatoires fond de mer, les laboratoires du futur ?

Assemblée générale du réseau européen ESONET<sup>1</sup>

Le réseau d'excellence ESONET, coordonné par l'Ifremer, vise à préparer la mise en œuvre d'observatoires fond de mer pluridisciplinaires sur 12 sites en Europe. Associé à ce réseau, le projet européen d'infrastructure EMSO<sup>2</sup> vise la mise en place des observatoires en préparant le contexte juridique et financier à partir du cahier des charges ESONET.



Les scientifiques associés à ESONET se sont réunis à Marseille dans le cadre de la dernière assemblée générale du 13 au 16 décembre 2010 sur le site du Pharo à Marseille, l'occasion de présenter l'état d'avancement de 5 projets emblématiques : les projets LOOME, LIDO, MARMARA, MOMAR et TEXREX.

**Projet LOOME** : Observatoire à long terme des éruptions de boues volcaniques (Long term Observatory on Mud volcano Eruptions), par **Bénédicte Ferré** et **Jurgen Mienert** de l'Institut for geologi, Universitetet i Tromsø, Norvège

**Projet LIDO** : A l'écoute de l'environnement océanique profond (Listening to the Deep Ocean environment), par **Michel André** de l'Universitat Politècnica de Catalunya, Espagne

**Projet MARMARA** : Contribuer à la création de stations d'observation permanentes des fonds marins optimisées pour la surveillance sismique, par **Louis Geli** de l'Ifremer, France

**Projet MOMAR** : Surveiller la dorsale médio-atlantique (Monitoring the Mid-Atlantic Ridge), par **Jozée Sarrazin** et **Pierre-Marie Sarradin**, de l'Ifremer, France

**Projet TEXREX** : Extension du site ANTARES (le télescope à neutrinos sous-marin, installé au sud de l'île de Porquerolles, dans le Var) pour des recherches pluridisciplinaires, par **Christian Tamburini** du CNRS/Université de la Méditerranée, Centre d'Océanologie de Marseille, France

Programme de l'assemblée générale accessible sur : [http://www.esonet-noe.org/news\\_and\\_events/esonet\\_workshops\\_and\\_meetings/2010\\_07\\_27\\_next\\_esonet\\_yearly\\_meeting\\_and\\_general\\_assembly\\_registration\\_is\\_closed](http://www.esonet-noe.org/news_and_events/esonet_workshops_and_meetings/2010_07_27_next_esonet_yearly_meeting_and_general_assembly_registration_is_closed)

En savoir plus : <http://www.esonet-emso.org/>

<sup>1</sup> « European Sea Observatory Network of Excellence ». Lancé en mars 2007 pour une durée de 4 ans, ESONET est coordonné par l'Ifremer dans le cadre du 6<sup>ème</sup> Programme Cadre de Recherche et Développement (PCRD).

<sup>2</sup> « European Multidisciplinary Sea Observatory ». EMSO est le nom du projet d'infrastructure financé depuis avril 2008 par la Commission Européenne dans le cadre du 7<sup>ème</sup> PCRD. EMSO est fondé sur le travail de coordination scientifique et technologique mené par ESONET.

## Les observatoires fond de mer pour mieux connaître les océans

Les observatoires fond de mer sont comparables à des laboratoires placés au fond des océans. Ils sont équipés d'un ensemble d'instruments de mesure capables d'enregistrer différents types de données : des paramètres physico-chimiques de l'eau comme la pression, la salinité, ou le taux d'oxygène, des ondes acoustiques, des données sismiques. Ils sont aussi sources d'images photos et vidéos des fonds marins. Ces données, transmises par des câbles sous-marins ou par liaisons acoustiques, servent à comprendre les phénomènes océaniques. Placés sur les sites sensibles de la planète comme les zones de formation des eaux profondes, les zones sismiques ou hydrothermales, ces instruments pluridisciplinaires permettront de surveiller la mer en temps réel, de prévenir les risques naturels (sismiques, tsunamis, stabilité des pentes), d'assurer le suivi à long terme des évolutions climatiques et de l'impact des changements globaux sur le milieu marin, en particulier sur les écosystèmes et la biodiversité.



Les 12 sites du futur réseau d'observatoires fond de mer EMSO. En jaune, les 6 missions de démonstration sélectionnées par ESONET.

### ESONET en chiffres :

50 partenaires de 14 pays

300 chercheurs, ingénieurs et techniciens (100 au niveau français)

2011 : Début de la construction des infrastructures du réseau d'observatoires (câbles, systèmes de bouées, etc.).

500 M€ : l'estimation du coût d'installation par câblage du réseau EMSO complet. Le coût de fonctionnement annuel est estimé à 15 M€.



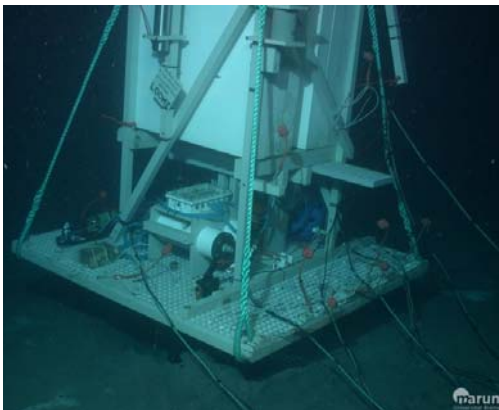
## Projet LOOME : Observatoire à long terme des éruptions de boues volcaniques (Long term Observatory on Mud volcano Eruptions)

La mission de démonstration LOOME est conduite sur le volcan de boue « Håkon Mosby » sur la marge norvégienne, l'objectif étant **d'étudier en détail la variabilité temporelle des émissions de gaz du volcan avant, pendant et après une éruption**. En particulier, l'effet des éruptions sur la stabilité des hydrates de gaz, la morphologie du fond marin et la distribution des communautés benthiques sont analysés. Une des principales expériences est d'écouter le son provenant des sédiments profonds, qu'on suppose augmenter à la suite de mouvements de boue.

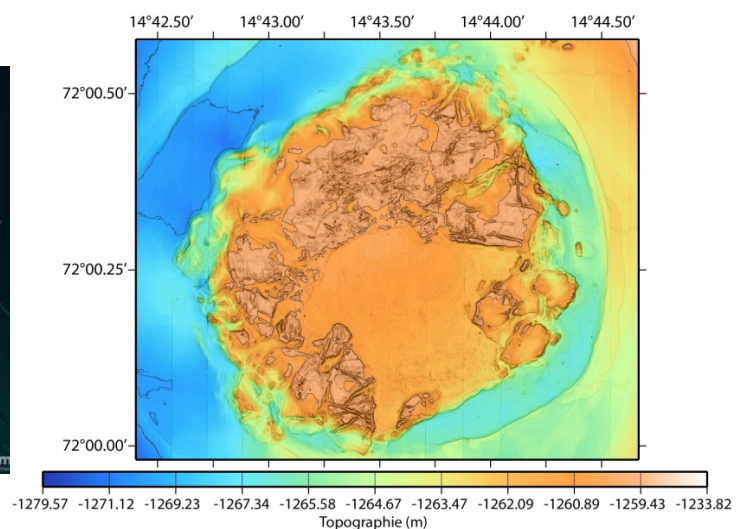
**Cette expérience est unique au monde puisque personne n'a jamais écouté un volcan en mer profonde.**

Le volcan a un diamètre d'environ 1.4km pour une hauteur de seulement 15m, au sommet d'une cheminée de gaz formant une fenêtre sur le sous-sol profond jusqu'à des profondeurs de 3000m, d'où s'infiltrent des fluides chauds et riches en méthane. La colonisation du volcan s'avère être irrégulière et instable, s'adaptant à la structure des écoulements de fluide. La tendance montre la présence de vers tubicoles sur les bords du volcan, et des plaques grises microbiennes là où les hydrates sont érodés et les liquides chauds et riches en gaz atteignent la surface des sédiments. Au centre du volcan, des boues grisâtres recouvrent le fond et présentent des ondulations, des fissures et des trous parfois de plusieurs mètres de diamètre en raison de fuite de gaz, liquides et boues.

L'observatoire a été récupéré en octobre 2010, après être resté sur le fond pendant un an. L'analyse des données est toujours en cours mais les séries temporelles de températures et les images prises montrent déjà qu'une éruption a eu lieu à la fin du mois d'octobre 2009.



©MARUM  
Observatoire LOOME



©WHOI  
Topographie du volcan mesurée par un AUV (Autonomous Underwater Vehicle, véhicule sous-marin autonome)



## **Projet LIDO : A l'écoute de l'environnement océanique profond (Listening to the Deep Ocean environment)**

L'environnement marin est rempli de sons naturels et biologiques, bien qu'un nombre de plus en plus important de sources anthropiques contribuent au bruit général des océans.

**L'ampleur avec laquelle le son dans la mer impacte et affecte la vie marine est actuellement un sujet d'intérêt considérable** tant pour la communauté scientifique que pour le grand public.

L'intérêt scientifique vient d'un besoin d'améliorer la compréhension du rôle de la production sonore et de la réception sur le comportement, la physiologie et l'écologie des organismes marins. Les sons anthropiques, y compris les sons nécessaires pour étudier le milieu marin, peuvent interférer avec les sons naturels produits par des organismes marins. L'intérêt du grand public provient essentiellement de répercussions potentielles des bruits anthropiques sur les mammifères marins, compte tenu de la grande importance du son dans la vie de ces espèces.

Pour les océanographes acousticiens, les sismologues marins et les explorateurs de minéraux, **le son est le plus puissant outil de télédétection permettant de déterminer la structure géologique des fonds marins et de découvrir des réserves de pétrole et de gaz, situées en grande profondeur sous le fond marin.**

La société dans son ensemble a tiré de substantiels avantages intellectuels et pratiques de ces activités, y compris les sonars de cartographie et les technologies menant à la découverte de réserves de pétrole offshore.

Les scientifiques et le public sont aussi très conscients que **le son est un des principaux moyens par lesquels de nombreux organismes marins appréhendent leur environnement et que le son est également le principal moyen de communiquer, de naviguer et de se nourrir** pour de nombreuses espèces de mammifères marins et de poissons. En effet, l'étude des sons provenant d'organismes marins donne un aperçu des aspects importants de leur biologie et permet de gérer l'environnement de l'écosystème marin.

Parmi les autres sources de données, **cette étude permet de mieux évaluer la dynamique des structures de la communauté en eaux profondes** (à savoir la composition des espèces), l'influence d'un approvisionnement alimentaire variable, spatialement et temporellement ; les mouvements verticaux et latéraux des animaux en eaux profondes, notamment des espèces de cétacés comme le cachalot, les baleines à bec ou à fanons, ainsi que les dauphins ; l'importance de ces mouvements dans le transport des nutriments provenant d'animaux des fonds marins; l'influence temporelle et spatiale des perturbations naturelles sur les communautés en eau profonde, les effets anthropiques sur les communautés de cétacés en profondeur ; et **le suivi et la surveillance sur le long terme des interactions entre les sources naturelles et artificielles de bruit.**





## **Projet Marmara : contribuer à la création de stations d'observation permanentes des fonds marins optimisées pour la surveillance sismique**

**La mer de Marmara et la région d'Istanbul** est le seul système situé au nord de la faille anatolienne n'ayant pas connu d'important séisme au cours du XXe siècle. Cette région fortement peuplée (plus de 15 millions d'habitants) présente donc un **risque exceptionnellement élevé de tremblement de terre**.

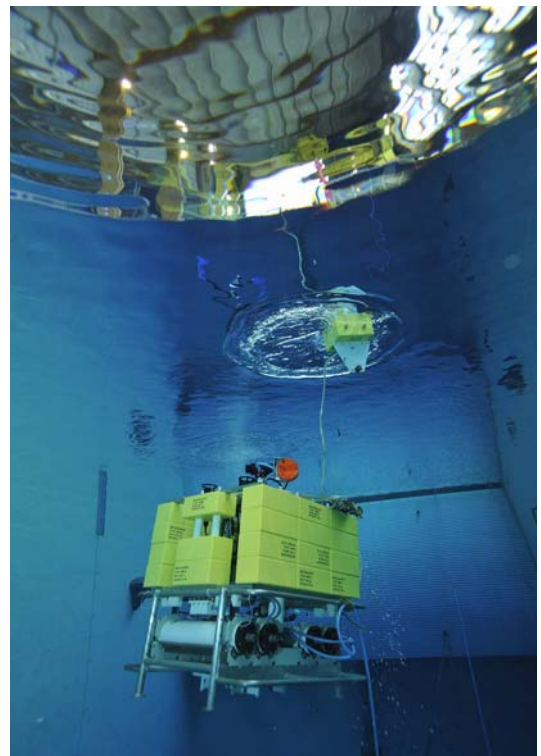
L'objectif de la mission de démonstration de Marmara est de contribuer à la création de stations d'observation permanentes des fonds marins optimisées pour la surveillance sismique. La mer de Marmara offre une situation idéale pour les observations du fond marin séismogénique dirigé vers l'évaluation des risques.

Le taux de déformation (20 mm/an) est très élevé par rapport aux autres sites marins d'Europe, ce qui provoque des processus sous-marins actifs qui sont mesurables sur des échelles de temps relativement courtes. En outre, de nombreux échappements de fluides et des processus connexes ont été découverts le long du système de failles de la Mer de Marmara.

La région est donc unique pour **tester des hypothèses sur les relations entre la déformation, l'activité sismique, l'écoulement des fluides et l'expulsion du gaz dans la zone de faille active**.

Une meilleure compréhension des processus couplés fluide-faille, pourrait hypothétiquement, déboucher sur la reconnaissance des signes précurseurs des séismes et sur l'amélioration de l'évaluation de l'instabilité des pentes.

Les institutions partenaires impliquées dans le projet sont : l'Ifremer, le Collège de France, et le CNRS/INSU en France; l'INGV et l'ISMAR en Italie; l'Université technique d'Istanbul (ITU) et le DEU (Dokuz Eylul University, Izmir) en Turquie. De fortes relations ont également été établies avec KOERI (Kandilli observatory and Earthquake Research Institute) à Istanbul, qui est en train d'élaborer un projet de sismomètres de fond marin câblé en mer de Marmara.



BOB en test au bassin d'essais  
du Centre Ifremer Bretagne  
©Ifremer/Olivier Dugornay

C'est dans le cadre d'ESONET que la **campagne océanographique MARMESONET** a été menée en mer de Marmara en 2009 à bord du navire de l'Ifremer *Le Suroît*. Codirigée par Louis Geli, chercheur à l'Ifremer et Pierre Henry, directeur de recherche au CNRS (CEREGE, CNRS-INSU), cette campagne a permis de franchir un nouveau cap en contribuant à l'implantation d'observatoires sous-marins permanents destinés à la surveillance de l'activité sismique qui menace l'agglomération d'Istanbul. C'est dans ce cadre que « **BOB** » (**Bubbles OBServatory module**), **système de surveillance des sorties de bulles de gaz en fond de mer**, a été déployé pour la première fois.

Pour en savoir plus sur la campagne MARMESONET :

<http://wwz.ifremer.fr/institut/Les-ressources-documentaires/Medias/Communiquees-de-presse/Archives/2009/campagne-Marmesonet>



## **Projet MoMAR : surveiller la dorsale médio-Atlantique (Monitoring the Mid-Atlantic Ridge)**

La dorsale médio-Atlantique comporte, près des Açores, **quatre champs hydrothermaux aux caractéristiques différentes**, étudiés depuis de nombreuses années par la communauté française et internationale.

Le champ Lucky Strike, découvert dans les années quatre-vingt dix, a déjà fait l'objet de plusieurs campagnes océanographiques. Situé à 1700 mètres de profondeur, au sommet d'un volcan axial possédant une chambre magmatique peu profonde, il abrite une centaine de sources hydrothermales entourant un ancien lac de lave.

Les **températures des fluides émis par les sources hydrothermales actives s'échelonnent entre 330°C aux événements les plus chauds et à peine 20°C pour les émissions diffuses**. La chimie de ces fluides indique un système hydrothermal complexe, lié à des sources d'origine distincte. Les communautés biologiques associées aux édifices de sulfure sont composées d'assemblages de modioles colonisées par des tapis de microorganismes ainsi que d'essaims de crevettes colonisant les pôles chauds. La chaîne alimentaire est basée sur la chimiosynthèse c'est-à-dire que les microorganismes utilisent l'énergie des composés chimiques présents dans les fluides pour synthétiser de la matière organique.

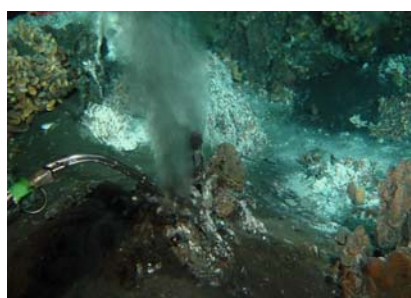
Les objectifs scientifiques du projet MoMAR sont **d'étudier la variabilité temporelle des processus actifs de cette dorsale tels que l'hydrothermalisme, les variations de la faune, le volcanisme, la sismicité et la déformation du sol**, afin de mieux comprendre la dynamique des écosystèmes : Quelles sont les interactions entre le volcanisme, la déformation, la sismicité et l'hydrothermalisme? Comment l'écosystème est-il couplé avec des processus de sub-surface? Quels sont les impacts des systèmes hydrothermaux sur les fonds océaniques? Comment la faune réagit-elle aux variations des conditions environnementales. Ce sont autant de questions auxquelles ce premier observatoire fond de mer pluridisciplinaire tentera de répondre.

Menée conjointement par l'Ifremer et l'IPGP-CNRS/INSU dans le cadre d'ESONET, la campagne océanographique MoMARSAT s'est déroulée du 1<sup>er</sup> au 16 octobre 2010 sur la dorsale médio-Atlantique au large des Açores. À bord du navire océanographique *Pourquoi pas?*, **la mission a permis de déployer un réseau d'instruments de mesures autonomes, connectés au fond de l'eau, qui permettent désormais d'observer en continu les processus hydrothermaux actifs du champ Lucky Strike**.

C'est une **expérience pilote inédite en contexte hauturier** : les données acquises à 1700 m de profondeur sont transmises à une bouée de surface qui les communique par satellite aux centres de recherche à terre, c'est-à-dire à plusieurs milliers de kilomètres.

À l'issue de cette campagne, les chercheurs pourront **suivre en continu les variations de température et de conditions physico-chimiques, l'activité sismique de la zone et observer la faune si particulière des sources hydrothermales en action** ! Cet observatoire sera fonctionnel pendant près d'un an et récupéré au cours de l'été 2011.

Pour plus de détails sur MoMAR: <http://www.momarfr.org> et <http://www.momar.org>



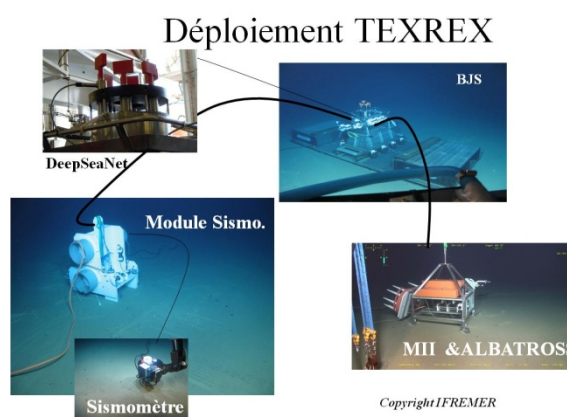


## Projet TEXREX : vers l'observation des sciences environnementales en temps réel

Une nouvelle étape pour l'observation du milieu naturel profond vient d'être franchie avec la mise en place d'un observatoire câblé sous-marin. La plupart du temps, les instruments scientifiques sont déposés sur les fonds océaniques sans connexion avec la surface, et doivent donc fonctionner sur batteries et stocker leurs propres données. Les résultats obtenus ne parviennent aux scientifiques que lors de la récupération de ceux-ci, après plusieurs mois ou années selon les équipements. Un observatoire câblé élimine ces restrictions et permet aux scientifiques d'entrevoir des perspectives nouvelles : contrôler son instrument en temps réel, modifier ses paramètres d'acquisition si nécessaire (étalonnage, pas de temps d'acquisition...), observer un événement particulier et réagir en temps réel, intervenir rapidement pour de la maintenance lors de dysfonctionnement, aide à l'échantillonnage pour d'autres propriétés de l'environnement.

Le télescope à neutrinos ANTARES (Astronomy with a Neutrino Telescope and Abyss environmental REsearch) constitue un grand potentiel de découverte dans un large éventail de disciplines des Sciences Marine et de la Terre. En effet, l'infrastructure ANTARES constitue également un observatoire câblé sous-marin, dès lors qu'il est équipé d'instruments dédiés.

Avec TEXREX, un nouveau pas a été franchi dans la pluridisciplinarité dans ANTARES avec le déploiement et d'une boîte de jonction secondaire (BJS) dédiée aux sciences marines et aux géosciences avec la connexion d'un câble électro-optique d'une longueur de 400m entre la boîte de jonction primaire d'ANTARES et la BJS, la connexion d'un Module d'Interface Instrumenté (MII), un sismomètre, et un nœud optique primaire pour le déploiement futur d'un réseau optique (DeepSeaNet).



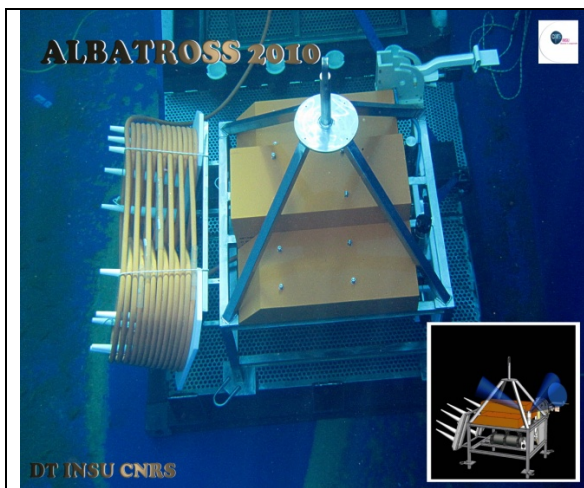
Les instruments déployés par le N/O Pourquoi Pas et mis en place par le ROV Victor au cours de TEXREX, connectés à la BJS sont ainsi actuellement reliés à la Terre (La Seyne-sur-Mer) par le câble électro-optique de la collaboration ANTARES :

(i) Le module d'interface instrumenté (MII), développé par la Division Technique de l'Institut National des Sciences de l'Univers (DT INSU) du CNRS et le Laboratoire de Microbiologie, Géochimie et Ecologie Marines (LMGEM, Centre d'Océanologie de Marseille) dans le cadre du projet ALBATROSS (ESONET Merged site call), représente la démonstration de la faisabilité et de l'intérêt du développement d'observatoires câblés pour les sciences marines. Le MII, connecté à la BJS, a pour but d'accueillir des instruments pour les sciences environnementales. Dans sa configuration actuelle, le MII accueille un capteur CTD (pour mesurer la température, la salinité, la pression et la densité des masses d'eaux profondes), un capteur d'oxygène, un capteur de turbidité (pour mesurer la teneur en particules des masses d'eaux profondes), un courantomètre (ADCP), un capteur de pression absolue ("tsunamimètre") et une caméra optique ultra-sensible. Toutes les données de ces instruments sont transmises en temps réel et permettent un suivi régulier. Enfin, sur le MII, un connecteur raccordable sous l'eau est disponible pour accueillir prochainement un modem acoustique. Le déploiement et la connexion de ce modem acoustique sont prévus pour avril-mai 2011 lors de la prochaine intervention du ROV *Victor* sur ANTARES. Ce modem acoustique est destiné à faire un

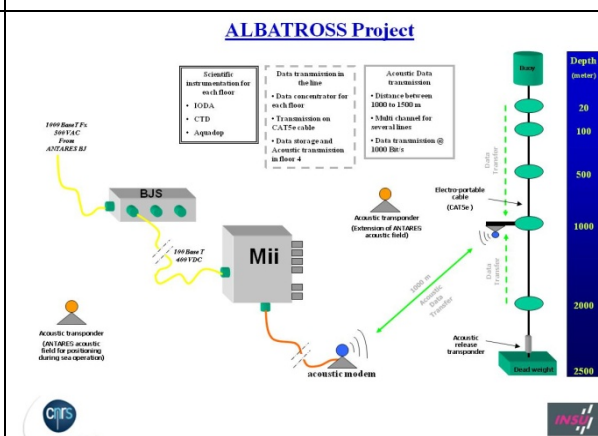
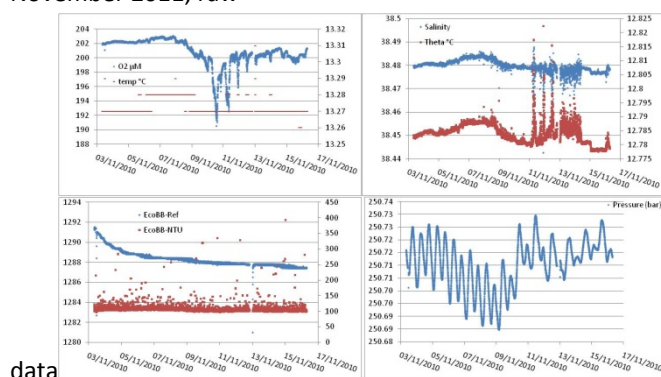




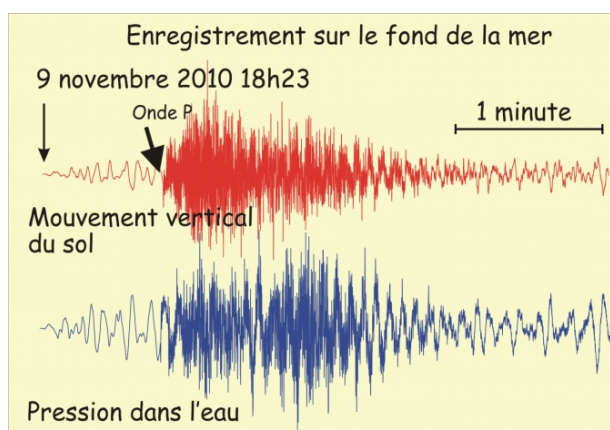
pont de communication entre le MII et une ligne instrumentée autonome déployée à sa proximité à l'aide de moyens à la mer classiques (navire océanographique). Le déploiement de cette ligne est prévu pour janvier-février 2011. L'énorme avantage d'une ligne autonome communiquant à distance avec un modem acoustique est la possibilité d'un déploiement et d'une récupération à moindre frais (sans intervention de ROV) en bénéficiant du temps réel ! Ce type de déploiement ouvre des perspectives considérables pour l'océanographie et les sciences environnementales.



Generic sensor, real time acquisition since the 3<sup>rd</sup> of November 2011, raw



(ii) Le second équipement connecté à la BJS est un sismomètre de nouvelle génération GURALP, équipé d'un velocimètre très large bande, un accéléromètre, et deux inclinomètres. Il est complété par deux capteurs de pression l'un absolu ("tsunamimètre") et l'autre différentiel pour corriger les données velocimétriques à très basse fréquence. Cet équipement, développé par Géosciences Azur avec des financements BJS Région, ANR MOGLI et FUI/RATCOM dont les données sont transmises elles aussi en temps réel, est géré par le pôle observatoire sismologique de l'OCA. Le



site BJS à 2500m de fond au large de





Porquerolles constitue un point d'observation qui complète la grande antenne sismologique permanente nationale en cours de mise en œuvre dans le projet de très grand équipement RESIF porté par le CNRS/INSU. Les données sismologiques participent aussi au réseau sismologique utilisé pour l'analyse de la sismicité régionale par le laboratoire Géoazur pour améliorer la connaissance sur l'aléa et le risque sismique dans la région PACA.

Les données de pression absolue alimentent le démonstrateur d'alerte aux tsunamis locaux développé dans le cadre du projet FUI/RATCOM porté par Thales.

(iii) Enfin, le troisième équipement déployé lors de la campagne TEXREX est la première étape pour le réseau Deep Sea Net (nœud électro-optique déployé tous les 50 km avec un connecteur raccordable sous l'eau). Deep Sea Net est managé par l'Ifremer et financé par l'ANR MOGLI et FUI/RATCOM. Une seule fibre optique est aujourd'hui connectée sur la BJS, premier nœud du réseau Deep Sea Net. Ce réseau permettra de connecter différents instruments qui pourront être interrogés régulièrement depuis la terre.

## Deep Sea Net

