

# DT-INSU

Division Technique  
de l'Institut National des Sciences de l'Univers

## Rapport d'activité 2007/2010



**INSU**  
Institut national des sciences de l'Univers

**DT-INSU**  
**UPS 855**



# Division Technique de l'INSU

---

Rapport d'activité  
2007/2010

1	INTRODUCTION .....	6
2	LES PROJETS .....	9
2.1	ASTRONOMIE – ASTROPHYSIQUE .....	9
2.1.1	Magnétomètre ACDC .....	9
2.1.2	MOMA .....	11
2.1.3	MEO .....	13
2.2	OCEAN-ATMOSPHERE .....	15
2.2.1	ALBATROSS, Observatoire fond de mer sur le site ANTARES .....	15
2.2.2	AMOVOC .....	18
2.2.3	ASTAN, Bouée instrumentée .....	19
2.2.4	Capteurs pCO <sub>2</sub> .....	20
2.2.5	Capteur Ph/alc .....	22
2.2.6	CORIOLIS .....	23
2.2.7	DGLAB .....	24
2.2.8	FLUX, système de mesure .....	27
2.2.9	LEANDRE II .....	29
2.2.10	MEUST .....	31
2.2.11	MONA .....	33
2.2.12	OPTIMISM .....	34
2.2.13	PROLIPHYC .....	37
2.2.14	RALI .....	39
2.2.15	ROSAME-NIVMER .....	41
2.2.16	SAMU .....	43
2.2.17	Sismique de réflexion .....	44
2.2.18	Station Benthique .....	45
2.2.19	Station maregraphique et bouée GPS .....	47
2.2.20	PicoSDLA .....	49
2.3	SCIENCES DE LA TERRE .....	52
2.3.1	RESIF vélocimétrie .....	52
2.3.2	Sonde PIV en forage (Particle Image Velocimetry) .....	55
3	EXPERTISES ET SPECIALITES .....	57
3.1	BUREAU D’ETUDES .....	57
3.2	ATELIER DE MECANIQUE .....	58
3.3	EXPERTISE EN CALCUL DE STRUCTURES .....	59
3.4	EXPERTISE EN ELECTRONIQUE .....	60
3.5	SERVICE INFORMATIQUE .....	61
4	GESTION ET IMPLEMENTATION DE PLATES-FORMES ET PARCS NATIONAUX, TGIRS .....	63
4.1	LES BATEAUX .....	63
4.2	L’INSTRUMENTATION EMBARQUEE SUR LES NAVIRES INSU .....	68
4.3	PARC NATIONAL D’INSTRUMENTATION OCEANOGRAPHIQUE .....	70
4.4	LE PARC NATIONAL DE PLANEURS SOUS-MARINS (GLIDERS) .....	72
4.5	LE CENTRE DE CAROTTAGE ET DE FORAGE NATIONAL .....	74
4.6	PARCS NATIONAUX D’INSTRUMENTATION GEOPHYSIQUE .....	79
4.7	SERVICE NATIONAL D’ETALONNAGE PCO <sub>2</sub> .....	82
5	LES MOYENS GENERAUX .....	83
5.1	CELLULE ADMINISTRATIVE .....	83
5.2	PREVENTION ET SECURITE .....	83

6	FORMATION EN ALTERNANCE .....	85
6.1	INGENIEUR SPECIALITE GENIE ELECTRIQUE ET FORMATION INDUSTRIELLE .....	85
6.2	INGENIEUR SPECIALITE GENIE MECANIQUE.....	86
7	PUBLICATIONS .....	87
7.1	ANNÉE 2011 .....	87
7.2	ANNÉE 2010.....	87
7.3	ANNÉE 2009.....	88
7.4	ANNÉE 2008.....	91
7.5	ANNÉE 2007.....	92
7.6	ANNÉE 2006.....	93
7.7	ANNÉE 2005.....	95
7.8	ANNÉE 2004.....	95
7.9	ANNÉE 2003.....	96
7.10	ANNÉE 2002.....	96
7.11	ANNÉE 2001.....	96
7.12	ANNÉE 2000.....	97
7.13	ANNÉE 1999.....	97
8	ANNEXES.....	99
8.1	ORGANIGRAMME .....	99
8.2	GLOSSAIRE .....	100





# 1 INTRODUCTION

La Division Technique (DT) de l'Institut National des Sciences de l'Univers (INSU) est une *Unité Propre de Service* (UPS 855) du CNRS.

Forte de 126 personnes, dont 66 ingénieurs, techniciens ou administratifs, et de 60 marins, elle a pour missions principales :

- La gestion opérationnelle, la maintenance et la mise en oeuvre de moyens et instruments nationaux tels que : la flotte de navires côtiers, le parc d'instrumentation océanographique, le parc géophysique mobile. De plus, la DT participe à la construction ou à l'acquisition de certains de ces moyens et assure le développement et la maintenance de nombreux autres instruments nationaux.
- L'aide à la réalisation et la conception de projets techniques pour les laboratoires relevant de l'Institut National des Sciences de l'Univers du CNRS, et à l'exécution de nombreuses campagnes de mesures impliquant ces projets.
- Le soutien aux laboratoires pour des tâches d'intérêt général.
- La gestion administrative de grands programmes de recherche interdisciplinaires et pluriannuels, tels que AMMA et MISTRALS.

Son implication dans les campagnes et programmes de recherches auprès des unités du CNRS/INSU, ainsi que la mutualisation de moyens et d'instruments nationaux en fait un partenaire scientifique et technique privilégié des organismes tels que l'IRD, l'IFREMER, Météo-France, le CNES, l'IPEV, le BRGM, ainsi qu'évidemment les universités.

La DT, à Meudon, abrite l'antenne parisienne de SAFIRE, Service des Avions Français Instrumentés pour la Recherche en Environnement, UMS 2859, qui regroupe les moyens humains, financiers et les trois avions de recherche du CNRS/INSU, de Météo-France et du CNES. Ce regroupement géographique permet de maintenir les liens très forts entre les deux unités au bénéfice de la mise en oeuvre de projets instruments destinés aux activités de recherche aéroportée.

Ce rapport élaboré par l'ensemble équipes de l'unité trace un bilan des projets menés sur la période 2007/2010. Il présente de plus une liste *non-exhaustive* des publications issues des projets et campagnes soutenus par la DT depuis 1999.

*Quelques faits marquants, détaillés dans ce rapport :*

Au cours des quatre dernières années, la DT INSU, sous l'impulsion de la direction de l'institut, a évolué de manière significative de façon à s'impliquer plus efficacement, et surtout plus en amont dans l'initiation, la préparation et le montage des projets scientifiques et techniques, en lien et au bénéfice des laboratoires de recherche au travers de partenariat.

La DT a également renforcé son implication dans le fonctionnement parcs, avec notamment la création du parc Gliders en septembre 2008. Du fait de la forte technicité de ces instruments sous-marins, la nécessité de créer une structure technique est largement partagée par l'ensemble des utilisateurs de gliders. Recommandée dans le cadre des prospectives *Océan Atmosphère 2006-2011* elle s'est concrétisée en juillet 2007 par la mise en place d'un comité de pilotage inter-organismes (CNRS, IFREMER, IRD) et un chargé de mission.

Toujours dans le domaine des activités marines, la flotte océanographique évolue, passant du statut de plateforme de l'INSU à celui de TGIR du CNRS. Dans ce nouveau cadre, la DT a participé activement aux travaux du CSTF (Comité Stratégique et Technique de la Flotte), qui ont conduit à la création par les quatre opérateurs de flotte océanographique (CNRS, Ifremer, IRD et IPEV) d'une UMS commune en charge de la programmation coordonnée de la flotte nationale et de son évolution.

Sur le terrain, il convient de souligner la sortie de flotte du navire côtier Côte d'Aquitaine, et la livraison de deux nouveaux navires de station :

- La Néomysis, en 2008, qui remplace la Mysis, navire en bois de 1962, à la station biologique de Roscoff, pour le soutien des activités de recherche, d'enseignement et d'observation de l'environnement côtier. Ce navire armé en 3e catégorie (navigation à moins de 20 miles d'un abri) est équipé, entre autres, du système Daufin (Dispositif d'Acquisition Unifié pour la Flotte de l'INSU). Sa coque présente deux quilles latérales d'échouage lestées qui abaissent le centre de gravité du bateau et augmentent sa surface de dérive en agissant en mer comme des quilles anti-roulis.
- L'Albert Lucas, en 2010, navire polyvalent doté de nombreux équipements scientifiques, qui vient renforcer les capacités de l'IUEM de Brest, pour la recherche, l'observation et la formation ; ce navire fait l'objet d'un partenariat particulier avec l'Agence des Aires Marines Protégées.



Une autre évolution de la DT au cours des quatre dernières années est le renforcement des actions dans le domaine des sciences de la terre, avec notamment :

- La création du parc d'instrumentation géophysique mobile, mutualisé et réparti nationalement, regroupant les parcs sismologiques, gravimétriques, OBS, magnétiques ; celui-ci a rapidement évolué en TGIR CNRS nommée Résif.
- La constitution du C2FN (Centre de Carottage et Forage National), intéressant également la communauté océanographique et regroupant dans une plateforme INSU mutualisée et répartie toutes les activités de carottage et forage continentaux, marins et glaciaires, y compris le développement de l'instrumentation en puits,

Enfin, la Division Technique participe activement en tant qu'unité support à plusieurs grandes campagnes de mesures et de validation technologique dans le cadre de programmes nationaux et internationaux parmi lesquels :

- AMMA sur la mousson africaine (campagne aéroportée AMMA COPS avec Léandre 2).
- MISTRALS, depuis 2008, tant au niveau administratif qu'au niveau technique et logistique.
- NIVMER, dans les Terres Australes et Antarctiques Françaises, et à la base antarctique Dumont D'Urville.
- FORCLIM (ANR) (Campagne PECH pour préciser l'écologie des faunes et foraminifères planctoniques dans le Golfe de Gascogne.
- POLARCAT avec RALI et le Lidar Nouvelle Génération dans l'ATR-42 de SAFIRE.
- BONUS GOODHOPE sur les échanges, les trajets et les cycles biochimiques des masses d'eau dans l'Océan Austral et Atlantique Sud-Est.
- PROLIPHYC (ANR 2007-2010) sur le système opérationnel pour la surveillance et l'alerte en temps réel des PROLiférations PHYTOplanctoniques-application aux Cyanobactéries dans les lacs.
- PICO SDLA H2O, avec plusieurs campagnes de validation à Teresina (Brésil) et à Kiruna (Allemagne et Suède).

Pour conclure le bilan, il convient de souligner que les travaux de la DT ont été récompensés par deux distinctions attribuées à plusieurs de ses ingénieurs :

- Le Cristal du CNRS, qui distingue chaque année des ingénieurs, techniciens et personnels administratifs du CNRS, a été attribué en 2008 à Claudie Marec, pour la travail remarquable accompli sur le parc d'instrumentation océanographique de l'INSU, au service des la communauté nationale et internationale.
- Le Prix des Ingénieurs de l'année 2008, catégorie pour la science, a été remis à l'équipe qui a conçu et réalisé, à l'Observatoire de Paris, le détecteur hétérodyne HIFI destiné au satellite d'astronomie Herschel. Dans cette équipe figurent deux ingénieurs de la DT de Meudon, Joseph Spatazza et Christophe Berthod.

Etienne Ruellan  
Directeur





## 2 LES PROJETS

### 2.1 ASTRONOMIE – ASTROPHYSIQUE

#### 2.1.1 MAGNETOMETRE ACDC

##### CONTEXTE

Le LPP (Laboratoire de Physique des Plasmas) conçoit depuis plus de 30 ans des magnétomètres alternatifs pour des missions spatiales renommées, telles que Geos, Cluster, Cassini, etc.

L'avènement de nouvelles technologies telles que le dépôt en couches minces à des échelles nanométriques combiné à une meilleure compréhension de l'électronique de spin a favorisé l'émergence de nouveaux composants. Citons, les magnétorésistances anisotropes, les magnétorésistances géantes, et les vannes de flux. Ces nouvelles technologies permettent d'envisager de nouveaux types de magnétomètres qui offriraient d'excellentes sensibilités au champ magnétique quasi-continu pour des masses très faibles.

Le LPP s'intéresse à l'association des magnétomètres alternatifs avec ces composants pour la réalisation de magnétomètres large bande et haute sensibilité. Il s'agit notamment de combiner des concentrateurs de flux de quelques cm de longueur pour confiner le champ magnétique vers des puces de quelques  $\mu\text{m}$  d'épaisseur. Le dispositif mécanique devrait permettre d'anticiper les conditions climatiques sévères de l'environnement spatial telles que les

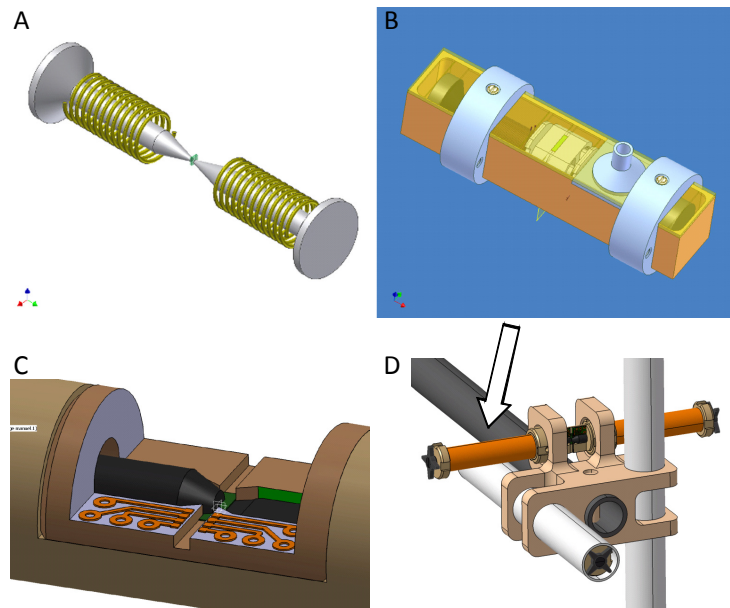
vibrations lors du lancement et la large gamme de température de fonctionnement.

Ce type de magnétomètre serait tout à fait adapté aux objectifs des missions spatiales en permettant d'assurer la redondance sur les mesures des composantes faibles fréquences du champ magnétique, et ce, pour une masse faible.

##### LE PROJET, LES MISSIONS

Ce projet s'inscrit dans la continuité de la collaboration entreprise avec la DT INSU depuis 2004, sur la conception et la mise au point d'une nouvelle génération de magnétomètre. La première étude et réalisation commune concernaient un magnétomètre à base de capteur à effet Hall quantique.

De 2008 à 2010, grâce à l'accompagnement du projet par la DT INSU, un principe nouveau a été mis en œuvre pour confiner le champ magnétique au niveau d'une magnétorésistance anisotrope. Il est à noter que la puce n'est plus disposée à l'horizontale mais à la verticale. Ce magnétomètre, en cours de réalisation, sera embarqué sur la fusée norvégienne ICI-3 et lancé de la station scientifique de Ny-Alesund en décembre 2011. Les figures ci-dessous résument les principes mis en œuvre.



A : les concentrateurs magnétiques (en gris) confinent le champ magnétique détecté par la puce à effet Hall et à puits quantique. B : vue du prototype de version spatiale. C : concentrateurs magnétiques concentrant le champ dans une puce AMR. D : Tri-axe composé de 3 magnétomètres, la flèche indique le capteur de champ alternatif.

## Les projets : Astronomie - Astrophysique

Dans la continuité des précédents projets et de la collaboration avec l'agence norvégienne ARR (Andoya Rocket Range), le soutien de la DT INSU est sollicité pour les missions fusées ICI4 et ICI5, dont les lancements se feront, respectivement, en décembre 2013 et décembre 2014. Les magnétomètres proposés utiliseraient des nouvelles solutions de magnétorésistances anisotropes (pour ICI4) et des magnétorésistances à effet tunnel (ICI5). Les dispositifs électroniques (réalisés en technologie ASIC) seraient directement intégrés aux capteurs.

### CALENDRIER

#### Projet ICI3 :

Septembre 2010 à mai 2011 :

- assemblage mécanique du magnétomètre tri-axe
- participation aux tests environnementaux (essais en vibration, essais thermiques) et participation aux intégrations en Norvège.

#### Projet ICI4 :

Décembre 2010 à mars 2011 :

- définition de l'instrument
- conception préliminaire

Janvier 2011 à décembre 2011 :

- caractérisation des puces AMR au LPP
- design des amplificateurs magnétiques

Janvier 2012 à décembre 2013 :

- conception de l'électronique d'amplification et de suppression des offsets
- conception et fabrication d'un support mécanique de test et conception d'un prototype de modèle de vol
- fabrication des pièces
- métrologie, mise en place d'un dispositif mécanique en laboratoire
- assemblage et métrologie avec le prototype de modèle de vol
- étalonnage du magnétomètre

- intégration à Andoya et réalisations des tests environnementaux

#### Projet ICI5

Il suivra le même échéancier que le projet ICI4, sur la période décembre 2011 à décembre 2014.

### ROLE DE LA DT

La DT INSU a la responsabilité de la conception, du prototypage, de la simulation numérique et de la métrologie du capteur et du système tri-axe du capteur pour la fusée ICI3. Elle aura les mêmes responsabilités pour les fusées ICI4 et ICI5.

Ces projets fusées prendront aussi une dimension pédagogique de premier plan avec la création du Centre Spatial Etudiant de l'Ecole Polytechnique. Leur contribution instrumentale pourrait être encadrée par le LPP et la DT INSU.

### PERSONNEL IMPLIQUE

N. Geyskens : conception et métrologie,  
F. Quenault : fabrication et métrologie,  
C. Berthod : calculs et simulations numériques.

### COLLABORATIONS

Le programme ICI fait l'objet d'une collaboration entre la Norvège (Université d'Oslo et le Andoya Rocket Range), le Japon (ISAS) et la France (LPP et la DT INSU)

Contacts  
Nicolas Geyskens,  
nicolas.geyskens@dt.insu.cnrs.fr



Vue d'artiste du Tri-axe déployé sur la fusée ICI 3 en vol



### 2.1.2 MOMA

#### CONTEXTE

En 2018, l'engin spatial Exomars doit être envoyé sur Mars dans le cadre du programme d'exploration Aurora dont le but est à terme l'élaboration d'une mission habitée vers Mars. Exomars a pour mission d'envoyer sur la surface de Mars un rover automatisé équipé d'un ensemble d'instruments de mesures appelé PASTEUR afin de faire des expériences exobiologiques *in situ* par prélèvement et analyse d'échantillons du sol, pour déterminer si la planète a, ou a connu dans son passé, une présence de vie biologique.

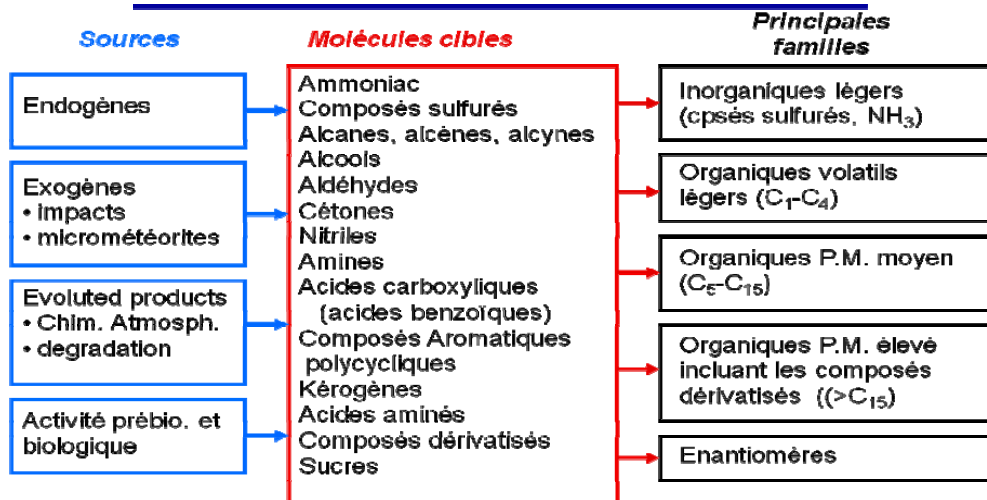
#### DESCRIPTIF DU PROJET.

MOMA, Martian Organic Molecule Analyser, est l'un des instruments de PASTEUR. Le sous-ensemble GC (Gas Chromatograph) de MOMA est un chromatographe en phase gazeuse, pouvant opérer individuellement ou en couplage avec

un spectromètre de masse (MS). MOMA a pour objectifs d'analyser la matière organique et inorganique à la surface martienne ainsi qu'en sous-surface, d'étudier l'évolution de cette matière en fonction des conditions de l'environnement (telle l'oxydation) et de déterminer le rapport possible entre cette matière et une éventuelle activité biologique et /ou prébiotique.

MOMA est piloté par une équipe du laboratoire Max Planck Institute Solar System Research, à Lindau, Allemagne. Le LISA et le SA sont impliqués dans MOMA au travers du GC et du réservoir d'hélium utilisé pour le transfert des échantillons préparés en amont et la séparation des constituants dans les colonnes chromatographiques de MOMA-GC, avant analyse par le MS. Le GC est la partie centrale de MOMA sans laquelle l'ensemble instrumental ne pourra fonctionner.

### Objectifs scientifiques du GC



## ROLE DE LA DT

Dans ce cadre, il est demandé à la Division Technique un soutien technique en bureau d'étude et mécanique afin d'étudier, en collaboration étroite avec le bureau d'étude du LATMOS, l'ensemble mécanique du GC-MOMA. Ainsi, la partie structure a été entièrement réalisée par la Division Technique aussi bien en conception, réalisation et calcul de structure. Ce travail de conception est accompagné de la réalisation des plans détaillés sous logiciel CATIA, ces plans répondant à des critères précis définis et fournis par l'Agence Spatiale Européenne (ESA), ainsi que de la validation des conceptions mécaniques par des calculs de réponses dynamiques, réalisés en collaboration étroite entre l'expert de la Division Technique et le bureau d'étude du LISA.

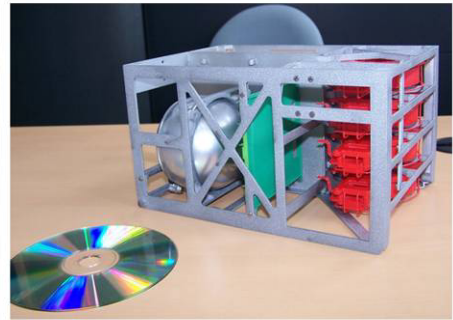
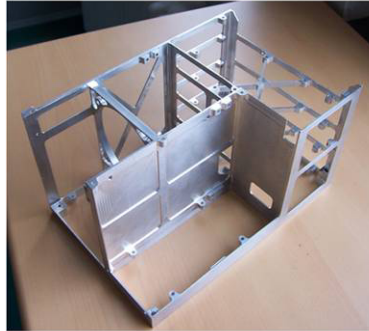
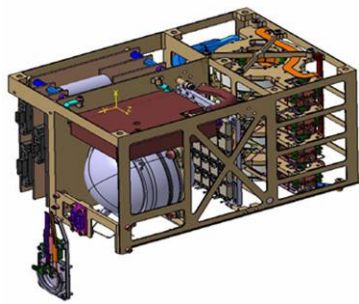
## DUREE, BUDGET ET PERSONNEL IMPLIQUE.

La participation de la Division Technique au projet MOMA a commencé en 2008 et doit s'étendre jusqu'en 2011.

Le budget 2009 pour le projet était de 1,35 M€, source de financement CNES.

Personnel de la DT participant au projet :

- Bureau d'étude : Thierry Lesourd à 100% sur 2008-2010
- Calcul de structure : Christophe Berthod à 20% sur 2008-2010
- Atelier mécanique : Fabrice Quenault à 20% en 2010



De gauche à droite : Vue d'ensemble de MOMA-GC, structure réalisée en usinage à la Division technique, maquette en impression 3D à l'échelle 1

## ETAT D'AVANCEMENT.

Le modèle fonctionnel a été réalisé et est passé avec succès devant l'ESA. Nous travaillons maintenant sur le modèle de Qualification Spatial QM. Le soutien de la Division Technique est d'autant plus vital que sans son aide, la conception devrait être entièrement reprise par une autre unité de R&D, entraînant par conséquent des délais incompatibles avec les jalons imposés par l'ESA.

Contact :  
Thierry Lesourd,  
thierry.lesourd@dt.insu.cnrs.fr

## RETOMBES SCIENTIFIQUES

La mission martienne a pour objectif de rechercher des matériaux organiques et des traces de vie, présente ou passée, de caractériser la distribution de l'eau et la géochimie martienne, d'identifier les risques potentiels de la surface martienne pour les futures explorations humaines et d'augmenter les connaissances sur l'environnement martien y compris de son sous-sol.



### 2.1.3 MEO

#### CONTEXTE

La nouvelle station de télémétrie laser MEO (Métrologie Optique) est l'évolution de la station Laser-Lune de l'OCA (Observatoire de la Côte d'Azur) sur le plateau de Calern. L'opération de remotorisation du télescope Laser-Lune s'inscrit dans un programme de recherche et développement récemment engagé par l'OCA. Il doit permettre d'élargir le champ d'action de l'instrument par une augmentation de la vitesse d'entraînement du télescope et une amélioration de l'exactitude du pointé. Cette évolution est nécessaire pour atteindre les objectifs scientifiques liés au transfert de temps des horloges ultra-stables, à la géodésie spatiale, à la télémétrie Laser-Lune et interplanétaire, et à diverses expériences externes.



Vue du télescope sur le plateau de Calern

#### DESCRIPTION TECHNIQUE

Il s'agit d'un télescope Cassegrain coudé de 1,54 m de diamètre, à monture altazimutale avec table Nasmyth. Pour chacun des deux axes du télescope, en azimut et en élévation, l'entraînement était assuré par un moteur couplé à un système roue-vis sans fin. Ses performances de poursuite étaient, pour les deux axes :

- vitesse maximale de rotation  $0,5^\circ/\text{s}$ ,
- accélération maximale de rotation  $0,05^\circ/\text{s}^2$ ,
- exactitude du pointé  $\pm 5$  arcsec.

Il a été demandé à la DT de faire une nouvelle motorisation des 2 axes azimut et élévation pour obtenir :

- vitesse maximale de rotation  $6^\circ/\text{s}$ ,
- accélération maximale de rotation  $1^\circ/\text{s}^2$
- exactitude du pointé  $\pm 1$  arcsec.

Le projet a démarré en 2004 sur les tâches de :

- définition des moteurs, codeurs et freins,
- analyse dynamique du télescope et cinématique du freinage,
- étude de l'intégration mécanique de la motorisation,
- définition et conception des pièces d'interface pour le moteur en azimut,
- définition des travaux de génie civil entre les structures en béton et la mécanique,
- définition et réalisation du module contrôle commande des axes,
- définition et réalisation des armoires électriques,
- gestion des sécurités.

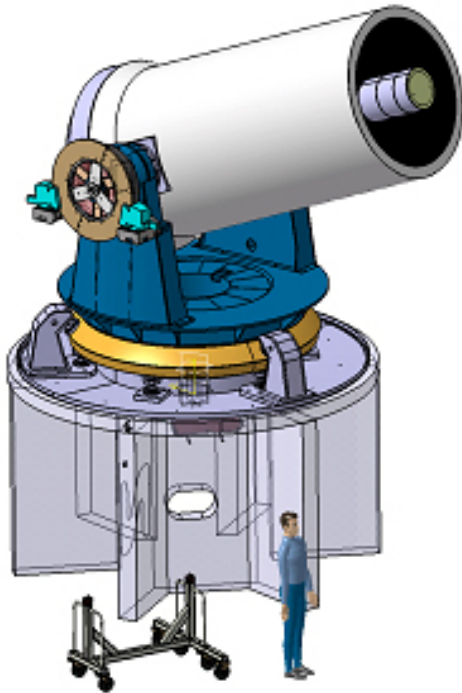
Puis le projet s'est poursuivi jusqu'à son terme sur la période 2007-2008, sur les réalisations suivantes:

- conception et fabrication des pièces d'interface des deux axes,
- réalisation du câblage,
- intégration sur site,
- remise en place des paliers hydrostatiques,
- rééquilibrage,
- obtention de la table de correction,
- réglage des asservissements.

Ainsi, les premiers échos sur satellite ont été obtenus en juillet 2008 et sur la Lune fin 2009.

#### PERSONNEL IMPLIQUÉ DE LA DT :

- N. Geyskens : conception mécanique
- C. Deléglise, S. Denise : réalisations mécaniques
- C. Berthod : simulations dynamiques
- A. Abchiche : électronique, asservissement axes
- F. Frérot : automatismes
- G. Buchholtz : informatique de pilotage



*Vue 3D du télescope MEO avec le chariot d'intégration du moteur azimut*

Contacts :

Responsable scientifique : Etienne Samain,  
[etienne.samain@obs-azur.fr](mailto:etienne.samain@obs-azur.fr)

Mécanique : Nicolas Geyskens,  
[nicolas.geyskens@dt.insu.cnrs.fr](mailto:nicolas.geyskens@dt.insu.cnrs.fr)

Electronique : Abdel Abchiche,  
[abchiche@dt.insu.cnrs.fr](mailto:abchiche@dt.insu.cnrs.fr)

## 2.2 OCEAN-ATMOSPHERE

### 2.2.1 ALBATROSS, OBSERVATOIRE FOND DE MER SUR LE SITE ANTARES

#### CONTEXTE ET DESCRIPTIF TECHNIQUE

La collaboration internationale ANTARES (Astronomy with a Neutrino Telescope and Abyss environmental REsearch) vise à détecter et à étudier la production de neutrinos de haute énergie dans l'Univers. L'infrastructure ANTARES est également un observatoire marin permanent en eau profonde via une transmission de données temps réel à haut débit sur fibre optique.

ANTARES est situé en mer Méditerranée à 42 km de La Seyne-sur-Mer (Var, France). Le détecteur comprend une matrice d'environ mille photomultiplicateurs (PMT), sensible à la lumière Cherenkov émise par l'interaction des neutrinos de haute énergie à proximité du détecteur. Les PMT sont répartis sur 12 lignes de détection, chacune mesurant près de 500 m de haut et installées sur le fond marin à une profondeur de 2500 m. Une boîte de jonction permet de connecter un maximum de seize lignes. Un câble sous-marin électro-optique relie le détecteur à la station à terre.

C'est en 2009 que le projet ALBATROSS (Autonomous Line with a Broad Acoustic Transmission for Research in Oceanography and Sea Sciences) a été défini. Ce projet a pour but de déployer des capteurs océanographiques temps réel sur le site ESONET (European Sea Observatory Network) en mer ligurienne.

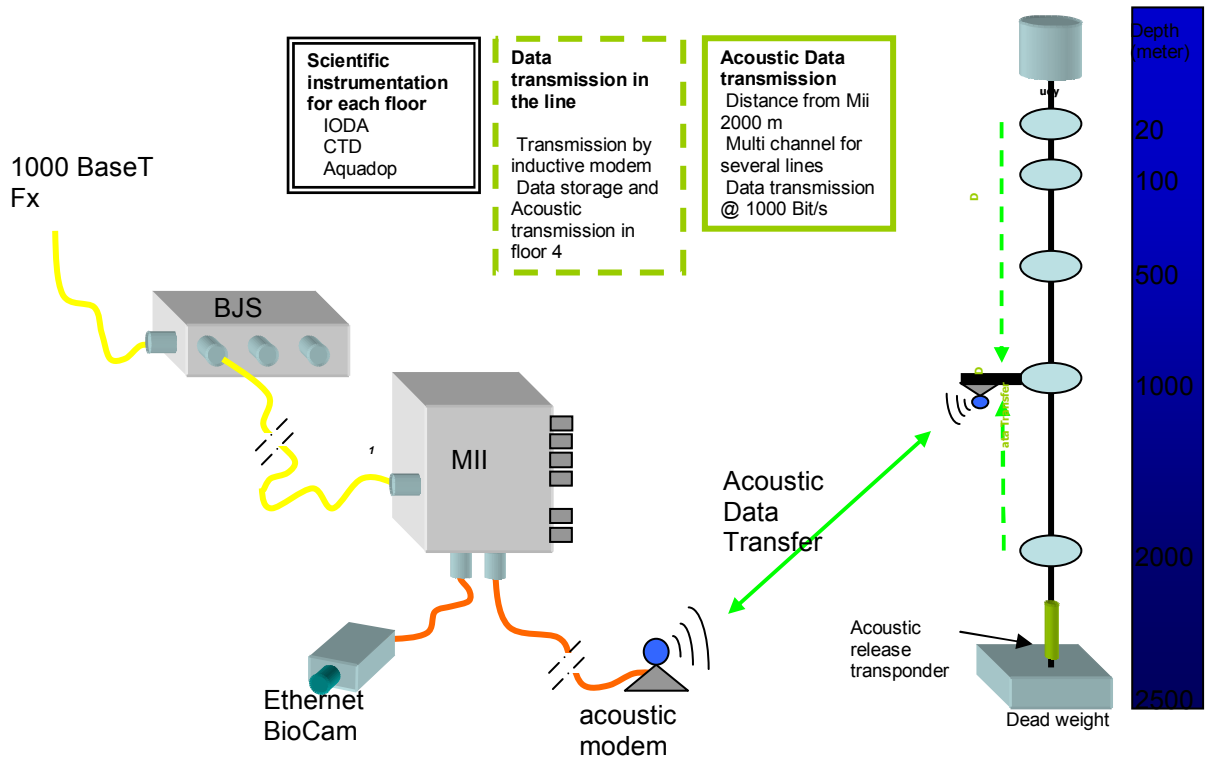
Le projet ALBATROSS est rendu possible grâce à la mise en place d'une boîte de jonction secondaire (BJS) sur le site ANTARES (projet piloté par l'IFREMER). La BJS permet de fournir à plusieurs systèmes sous-marins l'énergie électrique (400 VDC, 1 kW) et une connexion Ethernet à 100 Mbits/s. ALBATROSS est constitué d'un Module Interface Instrumenté (MII), d'une ligne instrumentée de 2000 m de hauteur et d'une

communication acoustique entre ces deux éléments (figure 1). L'intérêt de cette typologie est de pouvoir déployer à moindre coût une ou plusieurs lignes instrumentées à proximité du site en ayant une communication temps réel sans contact avec les équipements à terre (serveurs, bases de données,...). La maintenance des équipements est donc simplifiée et les coûts réduits car on se passe d'interventions sous-marines onéreuses telles que l'utilisation d'un ROV à chaque déploiement de ligne.

#### ROLE DE LA DT

La DT INSU est partenaire pour la réalisation de la BJS au côté de l'IFREMER et du Centre de Physique des Particules de Marseille. La DT INSU est en charge de réaliser la transmission des données à haut débit sur fibre optique (figure 2) et de définir et installer le système informatique à la station de contrôle (figure 3).

La DT-INSU est maître d'œuvre du projet ALBATROSS pour le compte de l'LMGEM (Laboratoire de Microbiologie Géochimie et Ecologie Marine) à Marseille. L'équipe de la Seyne sur Mer a pris en charge la réalisation du module fond de mer MII (Module Interface Instrumenté) (figure 4) qui représente l'élément de base du projet ALBATROSS. Ce module a pour but d'interfacer des instruments permanents fixés sur la structure mécanique du MII. Cet ensemble de capteurs mesure en temps réel les paramètres suivants : turbidité, conductivité, pression, température, courant, pression absolue et la bioluminescence du plancton grâce à une caméra vidéo haute sensibilité. Ce module est équipé d'un connecteur sous-marin pour la mise en place de la liaison acoustique avec les lignes autonomes.



Synoptique du projet ALBATROSS

#### BUDGET ET PERSONNEL IMPLIQUE

ALBATROSS est une mission de démonstration financée par ESONET à hauteur de 150 k€. L'implication humaine pour l'observatoire fond de mer sur le site ANTARES représente l'équivalent de 3 hommes/an répartis sur 3 IR, 1 IE et 1 T.

A la DT, le personnel impliqué est Karim Bernardet, Carl Gojak, Zouhir Hafidi, Yannick Lenault, et Karim Mahiouz.

Contact :

Carl Gojak, carl.gojak@dt.insu.cnrs.fr

#### ETAT D'AVANCEMENT

L'ensemble des instruments BJS, sismomètre et Module Interface Instrumenté a été déployé avec succès lors de la mission TEXREX à bord du navire océanographique « Pourquoi pas ? » en octobre 2010. L'interconnexion des différents éléments avec le télescope ANTARES a été réalisée par le ROV Victor6000. L'ensemble de l'observatoire fonctionne correctement et transmet des données océanographiques et environnementales en temps réel depuis sa mise sous tension. La deuxième phase du projet ALBATROSS, qui consiste en la mise en

place de la liaison acoustique et la réalisation d'une ligne instrumentée autonome, aura lieu au cours du premier semestre 2011.

#### RETOMBÉES SCIENTIFIQUES

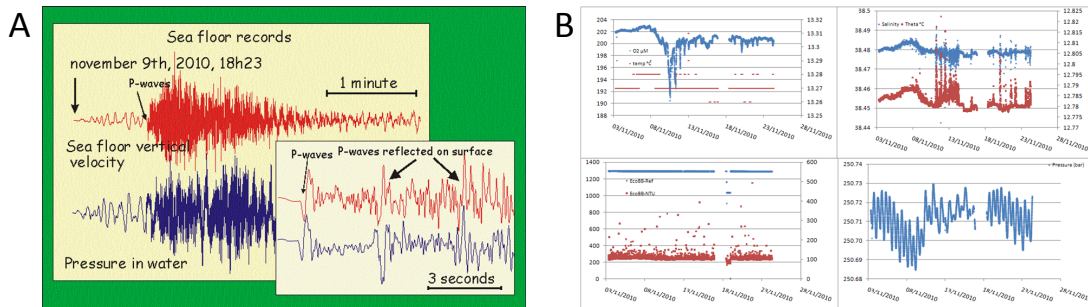
Les données recueillies par les MII sont envoyées à la base de données SISMER ouverte à la communauté scientifique. Le contrôle de la qualité et la validation des données sont effectués en utilisant la procédure standard.

Quelques jours après le déploiement, nous sommes déjà en mesure de voir la complémentarité des différents domaines scientifiques. En effet, des événements observés sur les données environnementales ne peuvent pas être expliqués sans les observations géophysiques acquises par le sismomètre. Par exemple, le 9 novembre 2010, des variations de signal observées sur les capteurs océanographiques ont été expliquées par un événement sismique local de magnitude 4 enregistré par le sismomètre. Ces approches multidisciplinaires ouvrent une nouvelle façon d'observer et de comprendre l'écosystème.





Ensemble des équipements déployés lors de la mission TEXREX

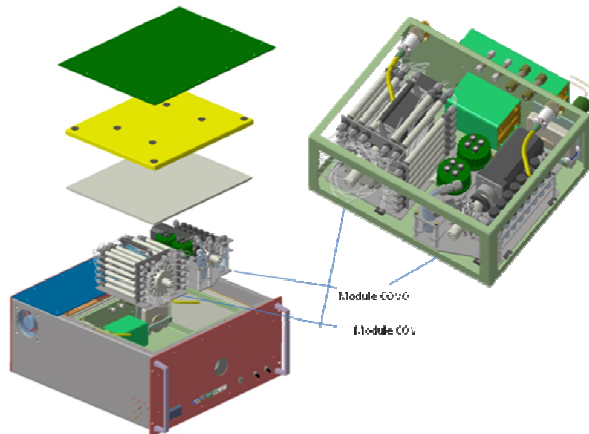


Données observées via la BJS. A : Données sismiques (GéoAzur) : événement du 9 novembre 2010 ; B : Données océanographiques du 3/11/2010 au 28/11/2010.

### 2.2.2 AMOVOC

AMOVOC (Airbone Measurements Of Volatil Organic Compounds) est un instrument qui a été développé par le LISA pour la mesure de Composés Organiques Volatils (COV). Il s'agit d'un rack 4U monté dans les avions de recherche français et ayant pour fonction d'échantillonner l'air pour ensuite l'analyser en laboratoire. Il a notamment servi pendant la campagne AMMA en été 2006 sur le Falcon 20 et l'ATR 42 de la flotte aéroportée SAFIRE.

A l'état de prototype, il a été demandé à la Division Technique de l'INSU d'assurer sa fiabilité et sa pérennité. Les tâches prioritaires, définies avec les scientifiques du LISA consistaient en la refonte de l'implantation mécanique et de l'électronique (alimentation, câblage).



Modèle virtuel de l'instrument reconçu

#### MECANIQUE :

Afin de mieux maîtriser la circulation de l'air dans l'instrument, la hauteur du rack est augmentée de 1U. Ce volume supplémentaire est réservé à l'ensemble des modules électroniques les séparant ainsi de la partie pneumatique de l'instrument. Le rack est fait sur mesure afin d'optimiser sa largeur et sa profondeur.

Caractéristiques du rack :  
hauteur : 5U  
largeur : 19" (440mm utile)  
profondeur : 490mm

Le caisson thermostaté a été redéfini afin d'améliorer sa régulation en température par le module à effet Peltier. Un hublot sur la face avant a été rajouté pour contrôler visuellement la fiole de garde du module COVO.

#### ELECTRONIQUE :

Une carte électronique spécifique a été

développée par Fabien Frérot. Cette carte rassemble les fonctionnalités suivantes :

Distribution des alimentations (24V,  $\pm 15V$ , 5V).

Protection par fusible des différents modules.

Relais des différents modules.

Distribution du bus série RS485.



Instrument réalisé

#### Contacts :

Stéphane Letourneur (chef de projet et instrumentiste),  
Bernard Brient (Bureau d'études mécaniques)  
Rodrigue Loasil (Bureau d'études mécaniques)  
Fabien Frérot (Electronique et intégration)  
Aurélien Cléménçon (Mécanique atelier et intégration)

### 2.2.3 ASTAN, BOUEE INSTRUMENTEE

#### OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

Le fonctionnement des écosystèmes marins côtiers et océaniques est gouverné par des processus physiques et biogéochimiques dont les interactions sont complexes et encore insuffisamment comprises à ce jour. Les écosystèmes marins répondent à des cycles climatiques mais peuvent être également influencés par des perturbations anthropiques pouvant altérer les cycles naturels. Afin de mieux distinguer la variabilité naturelle des cycles biogéochimiques des changements induits par les activités anthropiques, il s'avère nécessaire d'étudier ces interactions de manière régulière sur de longues périodes de temps afin d'améliorer notre compréhension de la sensibilité de l'océan au changement global.

Ces dernières années, le service d'Observation de la Station Biologique de Roscoff (SBR) a souhaité franchir une nouvelle étape dans ses activités en travaillant à la mise en place d'un outil de surveillance environnemental automatique, autonome et en temps réel. L'existence de très peu d'instruments de ce type dans des zones côtières exposées, prouve la difficulté de réaliser ce genre d'appareillage.

#### DESCRIPTION TECHNIQUE



Vue d'ensemble de la bouée Astan

Cet instrument est constitué d'un mouillage instrumenté et autonome fournissant des données océanographiques (température, salinité, fluorescence) et météorologiques (température de l'air, pression atmosphérique, vitesse et direction du vent, ...) du milieu selon une fréquence d'acquisition de 30 minutes et avec transmission des données en temps quasi réel sur le site web de l'observatoire. Les capteurs océanographiques installés sont une

sonde Seabird SBE16 équipée d'un fluorimètre Turner Designs Cyclops 7 et les capteurs météorologiques un thermomètre Campbell, un capteur de vent Wind Sonic et un baromètre Vaisala. La centrale d'acquisition et de transmission des données est une Campbell CR1000.



Electronique d'acquisition

Les données sont transmises à terre sur un serveur ftp par protocole GPRS toutes les 30 minutes.

L'ensemble est alimenté par un panneau solaire de 50 W.

#### ACTIVITES

Le projet a démarré en 2006 et a été confié à l'équipe développement instrumental de la DT-Brest. Les activités ont débuté par l'établissement du cahier des charges, l'intégration des capteurs et la programmation de l'automate.

La mise en place de la centrale sur la bouée phare et balises a eu lieu durant l'été 2006.

L'activité courant 2010 consiste au remplacement du capteur vent (mal adapté aux conditions en milieu extrême), à l'amélioration du programme d'acquisition des données et au remplacement du protocole d'envoi des données (tunnel VPN).

Contacts DT Brest :

Christophe Guillerm,

[christophe.guillerm@dt.insu.cnrs.fr](mailto:christophe.guillerm@dt.insu.cnrs.fr)

Michel Calzas,

[michel.calzas@dt.insu.cnrs.fr](mailto:michel.calzas@dt.insu.cnrs.fr)

Responsable scientifique à la station de Roscoff : Pascal Morin, [morin@sb-roscoff.fr](mailto:morin@sb-roscoff.fr)

## 2.2.4 CAPTEURS PCO2

### INTRODUCTION

La mesure des flux de CO<sub>2</sub> entre l'océan et l'atmosphère est devenue une priorité de la communauté océanographique face aux changements climatiques mondiaux ou régionaux.

Le caractère hautement variable de ces flux tant à l'échelle spatiale que temporelle a été démontré et implique de pouvoir mesurer ces flux en dehors des campagnes océanographiques.

Des systèmes autonomes ont ainsi été développés pour être utilisés sur des flotteurs lagrangiens (bouées Carioca), ou eulériens (capteurs de mesure de pCO<sub>2</sub> sur bouées Pirata ou sur bouée Marel), et sur des navires d'opportunité (capteur pCO<sub>2</sub> Colibri).

### Bouées Carioca

#### PROGRAMME CARBOOCEAN

Le programme Carboocean ([www.carboocean.org](http://www.carboocean.org)) vise à évaluer les puits et sources de carbone au niveau spatial et temporel. Il se concentre sur l'Océan Atlantique Nord et l'Océan Sud. 7 bouées Carioca ont été mises à l'eau dans l'Océan Austral sur la période 2006/2008 (collaboration avec LOCEAN, J. Boutin).

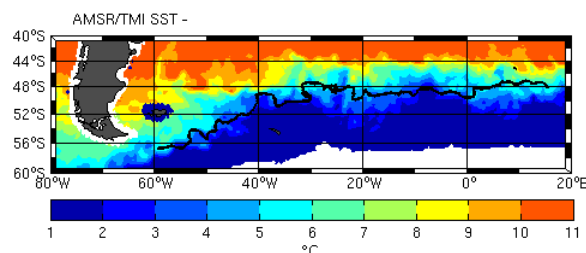


Mise à l'eau d'une bouée Carboocean (01/07)

Chaque bouée a effectué des mesures horaires de plusieurs paramètres physico-chimiques (pCO<sub>2</sub>, salinité, fluorescence, température, vent et pression atmosphérique) et ce pendant environ un an. Les données sont transmises par Argos.

La Division Technique a effectué les étalonnages des divers capteurs de pCO<sub>2</sub>, ainsi que la préparation et l'intégration des bouées.

Personnel impliqué : T. Danguy (IR électronicien), L. Beaumont (AI chimiste), V. Dutreuil (CDD électronicien).



Dérive d'une bouée Carboocean dans l'océan Atlantique Sud

### PROJET LATEX

Le projet LATEX a pour objectif d'étudier le rôle de la dynamique couplée physique / biogéochimie dans le golfe du Lion. La stratégie de la campagne Latex est fondée sur une utilisation sélective et combinée d'observations satellite, de modélisation numérique et d'observations in situ visant à suivre une structure tourbillonnaire.

Ainsi, pendant cette campagne de 3 semaines en septembre 2010, une bouée Carioca a été mise à l'eau et a permis de mesurer plusieurs paramètres physico-chimiques (pCO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, salinité, fluorescence, température, vent, pression atmosphérique).

### Capteurs bouées Pirata

L'Océan Atlantique tropical est une source de CO<sub>2</sub> pour l'atmosphère, mais sa magnitude et sa variabilité temporelle sont peu connues. Un suivi du CO<sub>2</sub> à long terme est nécessaire pour comprendre les processus responsables de la distribution du CO<sub>2</sub> dans l'océan et déterminer le comportement de l'océan lors de l'augmentation du CO<sub>2</sub> atmosphérique.



Mise à l'eau d'une bouée Pirata



## Les projets : Océan - Atmosphère

Deux capteurs de pCO<sub>2</sub> de type Carioca ont été installés sur 2 mouillages Pirata à 6°S, 10°W (depuis juin 2006) et 8°N, 38°W (depuis avril 2008). Ils permettent d'obtenir des séries temporelles de paramètres biogéochimiques en plus des paramètres physiques enregistrés sur les mouillages, et ainsi d'étudier les différents processus jouant un rôle significatif dans les variations de CO<sub>2</sub>.

Ainsi, les capteurs effectuent des mesures horaires de pCO<sub>2</sub>, oxygène, température de l'eau et de l'air et pression atmosphérique. Les données sont transmises par le système Argos.

Les capteurs sont permutés tous les ans afin d'être réétalonnés, nettoyés et révisés à la Division Technique.

### CAPTEUR SUR BOUEE MAREL

Un capteur de mesure de la pCO<sub>2</sub> est installé sur la bouée Marel-Iroise (rade de Brest) depuis 2003. Ce capteur a permis d'obtenir des séries temporelles à haute fréquence de la pCO<sub>2</sub> et permet d'étudier la variabilité et l'évolution de la pCO<sub>2</sub> dans des eaux côtières.

En pratique, ce sont 2 capteurs installés à tour de rôle qui permettent ainsi d'obtenir des mesures en continu.

Les capteurs sont permutés tous les 3 mois afin d'être nettoyés et réétalonnés.



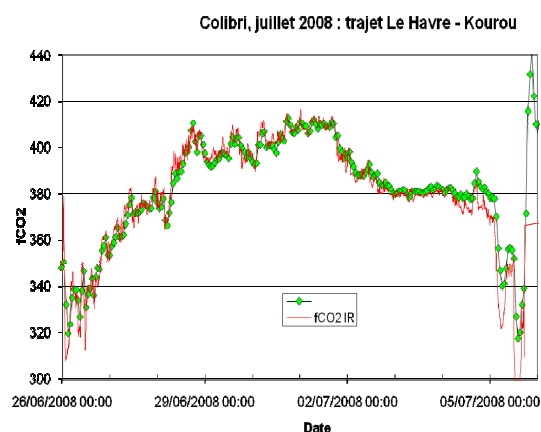
CAPTEUR PCO2 SOUS LA BOUEE MAREL

### CAPTEUR SUR BATEAU D'OPPORTUNITE : COLIBRI

Un capteur colorimétrique basé sur la technologie Carioca a été développé par la DT afin de pouvoir être installé sur des bateaux, en série sur un circuit d'eau de mer.

Ce capteur a été installé sur le MN Colibri qui effectue régulièrement les trajets entre Le Havre et Kourou.

Ce capteur, ainsi qu'un système infra-rouge, effectue des mesures de pCO<sub>2</sub> en parallèle.



Intercomparaison Carioca / IR effectuée en juillet 2008 à bord du MN Colibri



Capteur pCO<sub>2</sub> Carioca (à gauche) installé en série avec un TSG (à droite) sur le MN Colibri

#### Contacts :

Laurence Beaumont  
beaumont@dt.insu.cnrs.fr  
Antoine Guillot  
guillot@dt.insu.cnrs.fr

## 2.2.5 CAPTEUR PH/ALC

### CONTEXTE

L'étude du cycle du carbone est une problématique complexe puisque cet élément intervient dans de nombreux processus industriels, géologiques, climatiques et biologiques.

Les différents compartiments de l'hydrosphère étant les principales pompes à CO<sub>2</sub>, il convient de mieux comprendre le rôle du système carbonate afin de quantifier les flux entre les différents réservoirs.

L'étude a pour objectif de concevoir un système de mesure *in situ* et en continu de deux des paramètres du système carbonate : le pH et l'alcalinité. Ces grandeurs seront accessibles directement par une mesure spectrophotométrique du mélange échantillon / indicateur coloré.

### POURQUOI DEVELOPPER UN NOUVEAU CAPTEUR ?

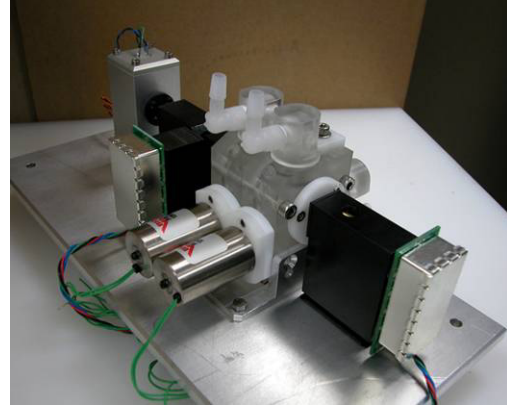
A l'heure actuelle, aucun système de mesure spectrophotométrique *in situ* et en continu mesurant le pH et l'alcalinité simultanément n'a été développé. La plupart du temps, ces mesures sont effectuées par potentiométrie dans le milieu pour le pH et lors d'une titration pour l'alcalinité.

### NOUVEAUX CONCEPTS ET AVANCEES TECHNIQUES

La R&D concerne le développement du capteur comprenant :

- Une cellule de mélange (pompe d'injection, agitateur, clapet antiretour, thermistance) conçu à Brest et usiné à l'atelier de Meudon
- Un spectrophotomètre (sphère intégrante et source à 4 longueurs d'onde, optique, photodétecteurs, électronique faible bruit) conçu et assemblé à la DT Meudon
- Une carte électronique pour commander les éléments de la cellule et alimenter/numériser le spectrophotomètre

La partie chimie et validation de la mesure (préparation des réactifs, équations pour déterminer le pH et l'alcalinité, tests en laboratoire) est traitée par le Laboratoire de Géochimie des Eaux (LGE) de l'Institut de Physique du Globe de Paris (IPGP).



Spectrophotomètre et cellules de mélange

La finalité est d'intégrer un tel dispositif de laboratoire dans un instrument utilisable en eau douce pour une précision de  $\pm 0,005$  unité pH.

Perspectives :

- LGE IPG Paris. Responsable Scientifique : François Prévot
- 1ères applications : en laboratoire, aux lacs d'Enghien et du Bourget

Financement : R&D DT INSU : 10 k€ (2008) et 12 k€ (2009) – Autres : IPGP

Contacts DT Brest :

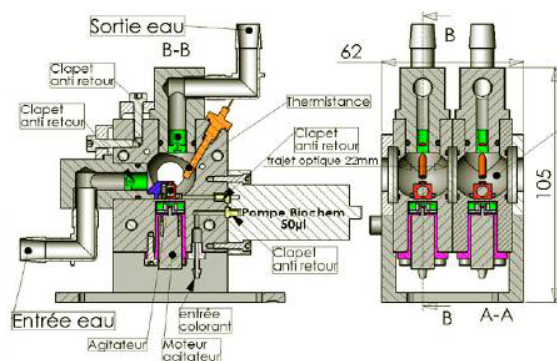
Antoine Guillot, antoine.guillot@dt.insu.cnrs.fr

Michel Calzas, michel.calzas@dt.insu.cnrs.fr

Contact DT Meudon :

Théodore Danguy, danguy@dt.insu.cnrs.fr

Usinage : atelier DT Meudon



A gauche : Cellule de mélange. A droite : Carte électronique

## 2.2.6 CORIOLIS

### DESCRIPTIF

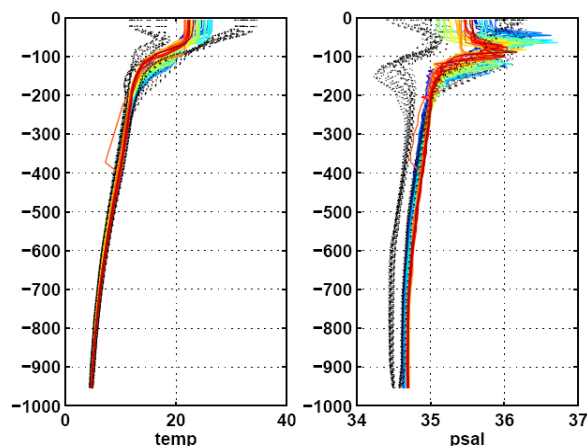
Le projet CORIOLIS est un projet inter-organismes (CNES, CNRS, IFREMER, IRD, METEO-FRANCE, SHOM, IPEV) qui a pour but d'opérer et de faire évoluer une structure permettant l'acquisition, la collecte, la validation et la diffusion en temps réel et différé de données *in situ* relatives à l'océan mondial.

Au sein de ce projet, une cellule R&D a été mise en place en 2008 pour participer à la validation et à la valorisation scientifique des données gérées par le centre de données CORIOLIS. Un ingénieur de recherche DT-INSU fait partie de la cellule R&D CORIOLIS depuis fin 2008. Pour ce projet, la DT-INSU est donc particulièrement impliquée dans la validation des données et dans le support scientifique et technique au centre de données CORIOLIS.

### ACTIVITES

En ce qui concerne le support scientifique et technique au centre de données CORIOLIS et la validation des données, la cellule R&D est principalement intervenue sur les actions suivantes:

- Adaptation et installation d'une méthode de validation des données développée par la société GLAZEO
- Développement d'outils de comparaison de profils T et S à la climatologie, de visualisation et de correction de flags de qualité (voir figure ci-contre)
- Validation et documentation de la base de donnée CORA2.2 (Coriolis Ocean database for ReAnalysis) produite par le centre de données CORIOLIS
- Définition d'une nouvelle procédure pour la production annuelle d'un jeu de données CORA, utilisé dans le cadre du projet MYOCEAN
- Inter-comparaison de flotteurs pour le contrôle qualité Argo
- Correction statistique des profils XBT



Visualisation des profils de température (à gauche) et de salinité (à droite) de la plateforme Argo 3900062. Les couleurs correspondent à la date du profil, du plus ancien (bleu) au plus récent (rouge). La dérive de la mesure de salinité au cours du temps est très nette pour ce flotteur. Une telle dérive peut être corrigée a posteriori par comparaison à des données climatologiques.

Contact :  
Cécile Cabanes  
cecile.cabanes@ifremer.fr

Responsable scientifique CNRS / INSU :  
Gilles Reverdin  
Responsable scientifique IFREMER :  
Sylvie Pouliquen

## 2.2.7 DGLAB

### CONTEXTE, DESCRIPTION TECHNIQUE

Le golfe de Corinthe, en Grèce, est la zone sismique la plus active de l'Union Européenne, avec 5 événements de magnitude supérieure à 6 au cours des 30 dernières années. Les mouvements tectoniques qui affectent la région écartent le Péloponnèse du continent d'environ 1,5 cm par an. Le golfe de Corinthe s'est formé à la suite de cette lente dérive.

L'objectif du projet DGLAB (Deep Geodynamic LABORatory) est d'étudier les interactions entre les mouvements des fluides et le comportement mécanique des failles actives par l'intermédiaire d'une instrumentation permanente installée en forage profond. Le laboratoire géodynamique doit ainsi permettre de suivre et d'enregistrer la pression et la circulation d'eau, l'activité sismique haute fréquence, la résistivité électrique, la température et l'inclinaison du puits de forage.

Des boîtiers étanches doivent y être installés, reliés entre eux par le train de tiges de forage. Des obturateurs gonflables viennent compléter le dispositif. Un certain nombre de capteurs sont répartis dans les boîtiers :

- sismomètres (X,Y,Z) situés au fond, filtré à 1000 Hz, avec une fréquence d'échantillonnage de 2500 Hz
- Des accéléromètres, échantillonnés à 150 Hz.
- Des hydrophones, échantillonnés à 2500 Hz.
- Des capteurs de pression statique et dynamique.
- Une boussole et un inclinomètre.
- Des électrodes.
- Des thermistances.
- Des capteurs pour les mesures annexes (tensions d'alimentation, températures des boîtiers, etc.).

Les mesures numérisées sont transmises jusqu'à la surface par câbles électriques. La gestion numérique des données s'effectue à l'aide d'un ensemble de

cartes électroniques programmables, de type micro-contrôleurs, répartis dans les boîtiers et en surface. La datation des données est un élément particulièrement important de la chaîne d'acquisition, les événements sismiques doivent être datés à la milliseconde près : cela est rendu possible grâce à une synchronisation GPS. La sauvegarde des données s'effectue sur disques durs et sur bande magnétique.

### ROLE DE LA DT

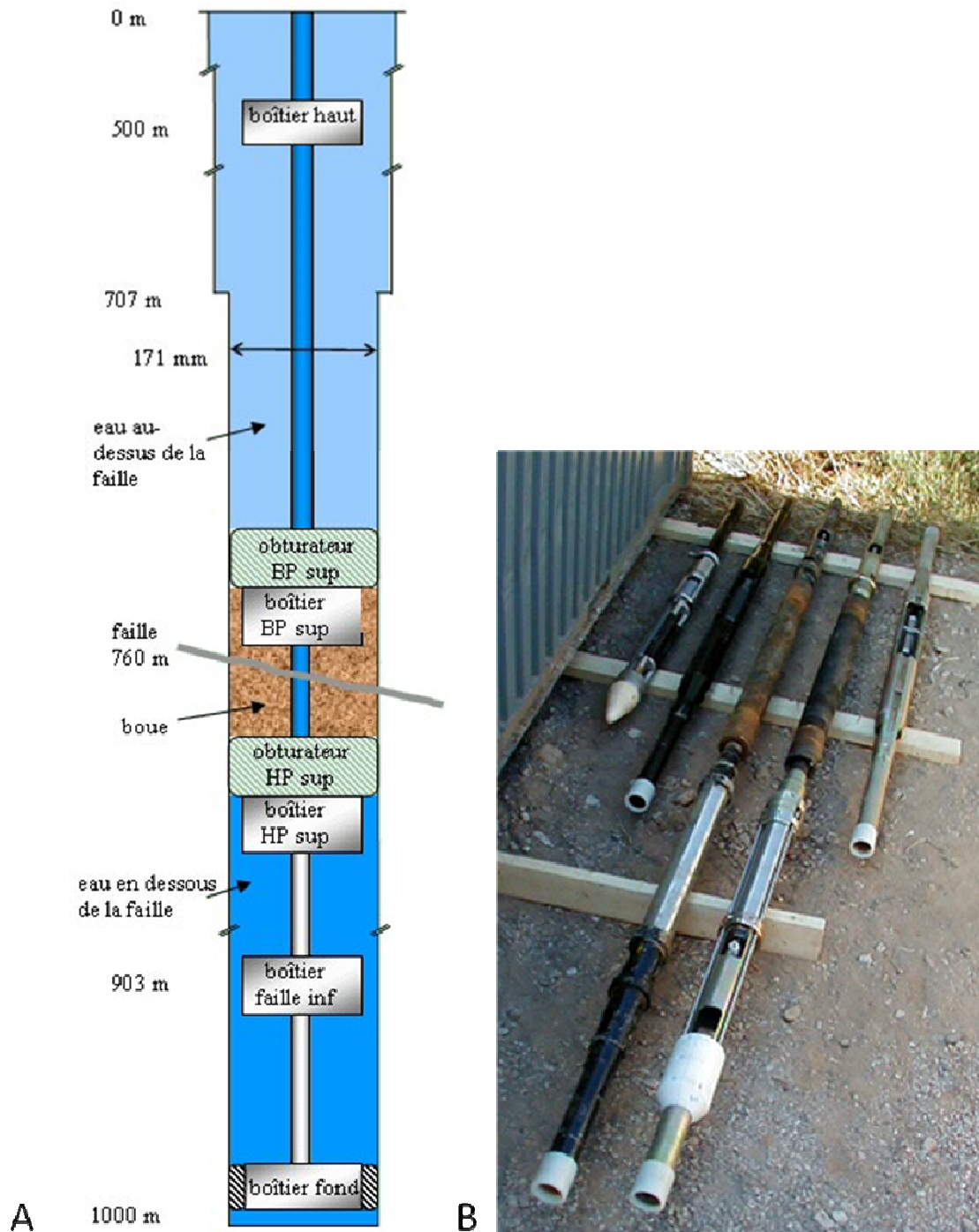
A la demande de l'IPGP (Institut de Physique du Globe de Paris), l'équipe de la DT-INSU prend en charge la responsabilité technique de l'instrumentation du forage profond (1000 m) localisé à Aigion sur la côte sud du golfe de Corinthe. La gestion du forage ainsi que les infrastructures sur place sont prises en charge par l'IPGP.

### DUREE

Suite à la phase de définition qui a débuté en 2001, la conception et la fabrication des divers éléments de l'instrumentation ont été réalisées à la DT. Au cours de l'année 2003, les tests de fonctionnement mécanique et électronique se sont répétés dans le hall d'intégration de Meudon. Le matériel a ensuite été transporté sur le site d'Aigion pour y être descendu dans le puits. La tentative d'instrumentation de septembre 2003 a été partiellement couronnée de succès, suite à une production d'eau trop importante en sortie de forage, seuls les boîtiers « haut » et « HP sup » ont été installés. Ils ont permis de fournir des mesures pendant près d'un an et demi avant une interruption suite à un orage, durant lequel la foudre a endommagé les câbles. Par suite, les boîtiers de mesure ont été remontés en surface à l'automne 2005.

En parallèle, sur la période 2004 à 2006, les activités de la Division Technique ont porté sur l'amélioration des performances électroniques du système, en particulier la numérisation des signaux et la réduction du bruit.





A: Schéma global de l'instrumentation du puits; B: instruments: Les boîtiers étanches et les obturateurs

En 2007, le projet se poursuit sous le nom de **CatTel@CRL** (un laboratoire européen in-situ pour une meilleure anticipation des Catastrophes Telluriques – Corinth Rift Laboratory), qui a été sélectionné par l'Agence Nationale de la Recherche. Sa durée est de 3 années : 2007-2009. L'ensemble de l'instrumentation, intégré et testé dans le hall d'intégration de la DT, fut transféré à Aigion pour une nouvelle mise en place dans le forage AIG10 en juin 2007. Le système d'observation continu de la faille d'Aigion a donné lieu à deux interventions en juillet pour corriger un problème de fuite de la tête de forage. La solution finalement retenue a consisté à injecter une boue de densité 1.15 de façon à équilibrer la pression produite par le karst, sous la faille. Durant ces travaux, l'acquisition a continué de fonctionner, de sorte qu'une série continue de données a été obtenue pour la période 17 juin - 8 octobre, avec des conditions stables d'écoulement nul dans le forage à partir du 23 juillet. Le 8 octobre une interruption d'alimentation électrique du site a entraîné un arrêt de l'acquisition jusqu'au 23 octobre, suivie d'une nouvelle interruption du 10 novembre au 21 novembre. Ces difficultés proviennent de la gestion de la protection anti-foudre mise en

place suite aux destructions subies lors des essais de 2004. Une solution stable sur le long terme reste à être trouvée, mais les données obtenues, et dont l'acquisition en surface continue, permettent déjà de valider le système d'observation mis en place.

#### **4-Budget et personnel impliqué :**

Le budget a toujours été géré par l'IPGP.

Personnel DT :

- Christophe Berthod : gestion projet, mécanique structure
- Abdel Abchiche : électronique numérique et transmissions des données vers la surface
- Stéphane Letourneur : interface capteurs
- Emmanuelle Lliboutry : informatique d'acquisition
- Michel Picard : mécanique boîtiers
- Charles Deléglise : atelier et terrain

Contacts :

Contact PI : [fcornet@eost.u-strasbg.fr](mailto:fcornet@eost.u-strasbg.fr)

Contact DT : [abchiche@dt.insu.cnrs.fr](mailto:abchiche@dt.insu.cnrs.fr)

## 2.2.8 FLUX, SYSTEME DE MESURE

### OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

Dans l'étude des interactions entre la surface de la mer et l'atmosphère, la mesure des flux turbulents à la surface de la mer est un thème prioritaire de recherche. L'étude des flux turbulents passe par l'enregistrement de données au cours de campagnes océanographiques sous conditions climatiques et météorologiques variées, à l'aide d'un système instrumental monté sur les navires de campagne tels que ceux de l'Ifremer.

### 1 - Le mât instrumenté



L'instrument FLUX sur l'ANTEA, campagne GOGASMOS 2009.

Le personnel de la Division Technique a participé à la définition et au développement d'une plate-forme de mesure de flux turbulents à la surface de la mer, en concertation avec le LATMOS et le CNRM.

Il s'agit d'une potence instrumentée regroupant un anémomètre sonique, un réfractomètre, une centrale inertielle et différents capteurs.

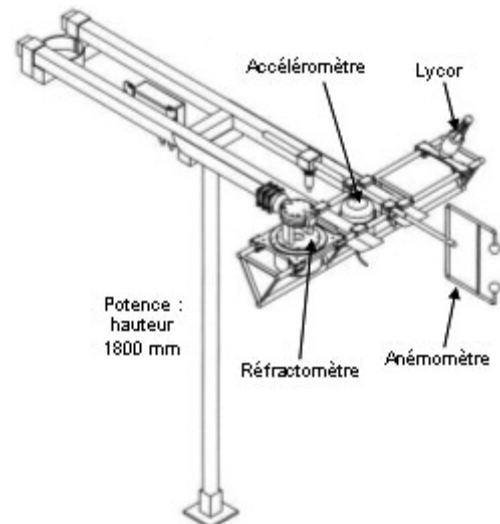
Les mesures issues de l'anémomètre sonique (composantes du vent et température), du réfractomètre (humidité), et de la centrale inertielle pour les mouvements du navire sont acquises à un rythme élevé (50 Hz). Des capteurs classiques fournissent des données de référence absolue pour la pression, la température et humidité, la mesure

de rayonnement descendant et de température de surface.

Le rôle de la Division Technique est de :

- développer et maintenir le parc d'instruments de mesure des paramètres rapides,
- réaliser la transmission numérique des signaux de sortie du réfractomètre,
- réaliser l'adaptation de la centrale inertielle pour les entrées analogiques auxiliaires de l'anémomètre sonique,
- réaliser un système d'acquisition autonome capable d'enregistrer les paramètres des capteurs rapides,
- assurer la cohésion du système avec le CNRM pour la transmission des données vers l'acquisition scientifique de bord lors des campagnes,
- travailler avec Ifremer, Genavir et le LATMOS pour définir l'emplacement de l'instrument,
- concevoir les interfaces mécaniques et les outillages nécessaires à l'intégration de l'instrument sur les navires.

La définition de l'implantation mécanique des capteurs sur les navires est assujettie à plusieurs contraintes : scientifique, en fonction des écoulements d'air qui doivent être perturbés le moins possible, et technique, en fonction des possibilités offertes sur les navires (mâtures existantes, droits d'accès à ces infrastructures).



Potence instrumentée des capteurs rapides de mesure de flux (montage sur l'Atalante)

Dans le but d'optimiser le système de mesure et pour limiter les perturbations induites par les écoulements d'air, des simulations numériques d'écoulement ont été réalisées, ainsi qu'une estimation des vibrations propres de la structure dans différents cas de montage.

## 2 - Jouvence du réfractomètre

### Tête du réfractomètre

Le réfractomètre fait partie de l'instrumentation placée en haut du mât. Le réfractomètre repose sur l'utilisation d'une cavité hyperfréquence qui est traversée par l'air ambiant. La fréquence de résonance, environ 9,45 GHz, varie avec l'indice de réfraction et est mesurée à une cadence de 50 Hz. La résolution de la mesure de la fréquence de la cavité est de 100 Hz, ce qui donne  $10^{-8}$  sur la mesure de l'indice de réfraction de l'air. A partir de la mesure de variation de cette fréquence, on peut déduire les variations rapides de l'hygrométrie. Le capteur est divisé en deux parties : la tête hyperfréquence et un rack assurant l'alimentation de la tête, la mesure de la fréquence et des tests de fonctionnement.

Deux réfractomètres ont été développés, un pour les mesures depuis un avion, l'autre pour les mesures sur un mât à bord d'un bateau.

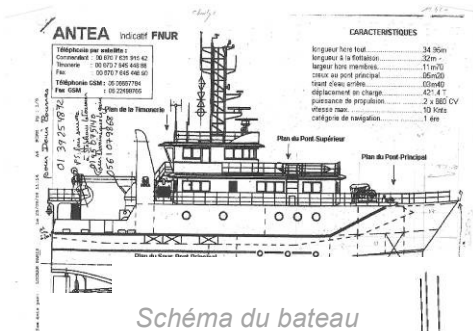
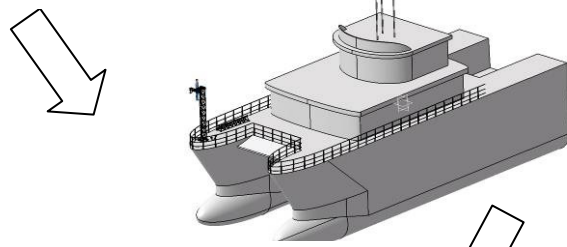
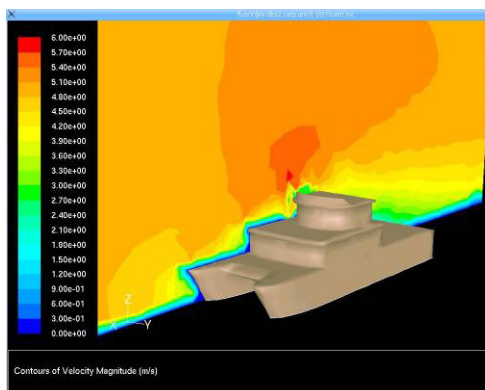


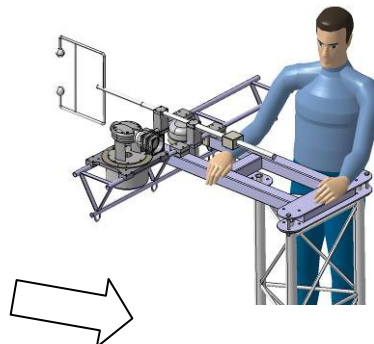
Schéma du bateau



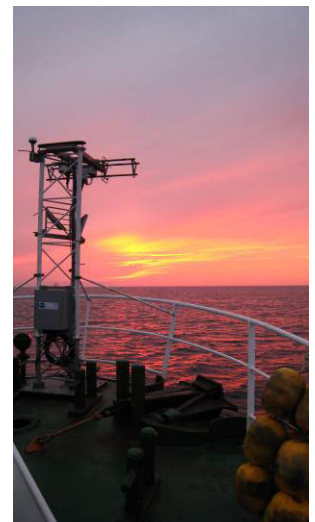
Maquette numérique du bateau



Simulation d'écoulement de l'air



Positionnement de l'instrument



Campagne de mesure

## CAMPAGNES REMARQUABLES

En mai 2007 et novembre 2008 l'instrument FLUX a participé aux campagnes CAROLS.

En 2009 une étude d'implantation a été faite pour intégrer FLUX sur le navire ANTEA. Le navire a été modélisé à la Division Technique à partir des schémas-papier, puis le LATMOS a réalisé les simulations d'écoulement sur cette maquette afin de déterminer les meilleurs emplacements de l'instrument en évitant les interférences dues aux turbulences de flux. Suite au choix définitif de cet emplacement par les 3 laboratoires impliqués, LATMOS, Division Technique et GENAVIR, la Division Technique et le LATMOS ont défini la configuration d'instrument. La conception et la réalisation de l'interface ont été réalisées sous la responsabilité de GENAVIR. Enfin, la Division Technique s'est chargée de l'intégration de l'instrument.

Suite à cette campagne, quelques améliorations ont été apportées au système, notamment l'ajout d'une antenne GPS pour dater les données.

En mai 2010, FLUX a de nouveau participé à la campagne CAROLS

Contact : Nicolas Geyskens  
[nicolas.geyskens@dt.insu.cnrs.fr](mailto:nicolas.geyskens@dt.insu.cnrs.fr)



## 2.2.9 LEANDRE II

### DESCRIPTION TECHNIQUE :

L'instrument national LEANDRE 2 est un lidar, à absorption différentielle, embarqué sur avions pour la mesure de la vapeur d'eau dans la basse et moyenne troposphère. LEANDRE 2 a été développé à l'IPSL en collaboration avec la Division technique de l'INSU et du CNES pour répondre au besoin en mesure à haute résolution spatio-temporelle de la distribution de la vapeur d'eau dans la basse troposphère (0 à 7 km) afin d'améliorer les connaissances actuelles concernant :

- la dynamique de la couche limite atmosphérique, y compris le processus d'entraînement,
- les échanges d'humidité entre surface et atmosphère,
- la formation nuageuse et les interactions aérosol-nuage-rayonnement,
- l'initiation de la convection en terrain plus ou moins complexe.

Son émetteur est un laser Alexandrite accordable qui émet deux impulsions laser voisines, l'une est accordable sur une raie d'absorption de la vapeur d'eau dans un domaine spectral compris entre 727 et 770 nm, l'autre sert de référence. Son domaine spectral contient 7 bandes d'absorption de la vapeur d'eau d'intensités différentes. De la mesure des énergies rétro diffusées, on déduit le champ de la vapeur d'eau, la température et la pression.

LEANDRE 2 est un des 3 systèmes DIAL aéroportés existant dans le monde avec ceux de la NASA et du DLR.

Spécifications techniques :

- Domaine spectral : 727 nm – 770 nm
- Energie : 2 x 50 mJ
- Durée d'impulsion : 225 ns
- Durée entre 2 pulses : 50 µs
- Taux de répétition : 10 Hz
- Diamètre télescope : 30 mm
- Echantillonnage : 14 bits / 10 MHz



LEANDRE 2 à l'intérieur du Falcon 20

### ROLE DE LA DT

La Division Technique a la responsabilité de l'ensemble de l'instrument (maintenance, logistique, station sol...) en France et à l'étranger. Pour chaque campagne de mesures, l'instrument est préparé et calibré en laboratoire, mis en place dans l'avion en tenant compte de l'adaptation électrique et mécanique de l'ensemble. Pendant la campagne le personnel LEANDRE a la responsabilité de l'acquisition des données, en tenant compte des besoins des chercheurs.

L'instrument national LEANDRE 2 est opérationnel depuis 1995.

### BUDGET ET PERSONNEL IMPLIQUE

Comme « Instrument National », LEANDRE II dispose de 10 k€ par an pour sa maintenance. Ce budget est placé à la DT/INSU.

Le tableau qui suit montre les budgets obtenus pour les 3 projets dans lesquels LEANDRE II est impliqué, ainsi que celui nécessaire pour le préparer en vue de sa participation à HYMEX.

#### Personnel impliqué dans LEANDRE 2 :

##### Personnel LATMOS

- C. Flamant : PI & analyse des données
- D. Bruneau : opticien, laser, tests, analyse des performances et post-traitement
- P. Genau : traitement différé et base de données
- J. Pelon : analyse des données

##### Personnel DT/INSU

- F. Blouzon : responsable technique électronicien
- A. Abchiche : contrôle-commande laser et lambdamètre
- A. Cléménçon : mécanique laser
- J.-C. Samaké : mécanique laser
- J. Spatazza, N. Geyskens, L. Rey-Grange : intégration dans l'ATR-42
- N. Amarouche : acquisition temps réel
- O. Aouji : électronique détection

Campagne	Source du budget	Années	Budget	Commentaires
AMMA	CIO AMMA	2006-2009	~150 k€	Opérations LEANDRE 2 et traitement des données
COPS	INSU, ANR, CNES, Météo-France	2007-2009	~150 k€	Opérations LEANDRE 2 et traitement des données
HYMEX	INSU	2011-2012	120 k€	Jouissance LEANDRE 2 et intégration dans l'ATR-42 de SAFIRE

### ETAT D'AVANCEMENT

Après AMMA, LEANDRE 2 avait participé à la campagne COPS à Baden-Baden (Allemagne) en juillet 2007. LEANDRE 2 a été conçu en 1985 et donc un certain nombre de ses éléments sont aujourd'hui obsolètes. Certains constructeurs, comme ceux des réflecteurs, jackets et optiques, ont disparu du marché. Seul le savoir-faire des équipes techniques de la DT et du LATMOS peut permettre la participation de LEANDRE 2 à HYMEX.

AERES recommande fortement que le système LEANDRE 2 soit opérationnel aux 2 SOPs HYMEX (2012 et 2013). L'INSU fournit le budget nécessaire à la jouissance de LEANDRE 2 qui sera mise en œuvre dans les prochains 18 mois (2011-2012).

### RETOMBÉES SCIENTIFIQUES

LEANDRE 2 a complètement atteint ses objectifs initiaux concernant les mesures de vapeur d'eau. De plus l'exploitation de ses données utilisées par de nombreuses équipes, nationales ou internationales, est excellente et s'est soldée par 37 publications.

Contacts :

Contact scientifique : Cyrille Flamant  
[cyrille.flamant@aero.jussieu.fr](mailto:cyrille.flamant@aero.jussieu.fr)

Contact technique : Frédéric Blouzon  
[blouzon@dt.insu.cnrs.fr](mailto:blouzon@dt.insu.cnrs.fr)

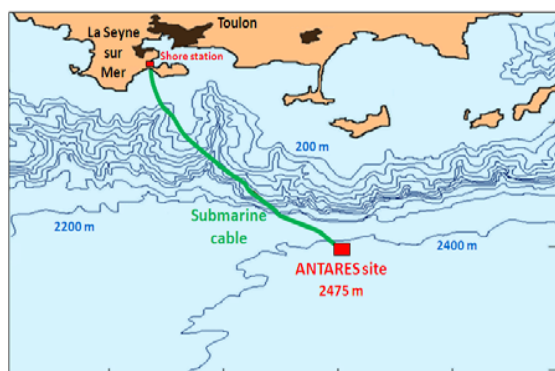
## 2.2.10 MEUST

### CONTEXTE

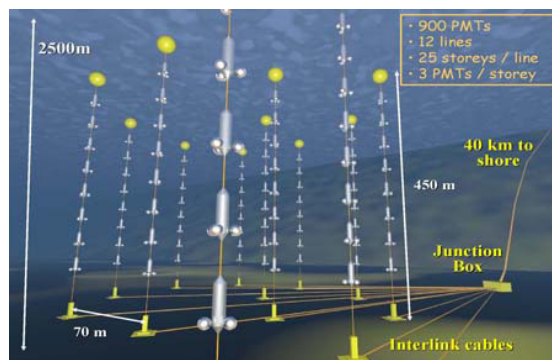
MEUST (Mediterranean Eurocenter for Underwater Sciences and Technologies) a pour objectif de développer une plateforme scientifique et technologique mutualisée, ouverte à l'international et unique au monde. Cette infrastructure alliera l'ensemble des techniques d'observation du milieu marin ainsi qu'un télescope de nouvelle génération pour l'astronomie des neutrinos. Le projet interdisciplinaire MEUST est proposé conjointement par l'INSU et l'IN2P3, l'Université de la Méditerranée et l'Université du Sud Toulon-Var, est concerté avec l'IFREMER dans le cadre du GIS Oceanomed, du CETSM et des projets européens KM3NeT et EMSO préconisés par l'ESFRI, et est en phase avec le projet de Technopôle de la Mer de TPM (Toulon Provence Méditerranée).

### DESCRIPTIF

L'observatoire câblé sous-marin ANTARES et ses extensions associent un télescope à neutrinos à des lignes instrumentées pluridisciplinaires. Il se caractérise par une connexion permanente établie entre le rivage et les grands fonds via un câble électro-optique de 45 km de long, associée à une très grande capacité d'acquisition de données en temps réel. L'observatoire sous-marin est localisé au large des îles d'Hyères au sud-est de Toulon et à 2475 mètres de fond, et relié plateforme à la station terre de La Seyne-sur-Mer, qui accueille une ferme d'ordinateurs de filtrage et de traitements des données. Après sélection, les données sont acheminées par le réseau standard de communication vers le Centre de Calcul de l'IN2P3 de Lyon.



Localisation du site ANTARES



Vue schématique de l'observatoire

### DEVELOPPEMENT DU PROJET

Ce programme pour la partie immobilière, infrastructure et équipement serait réalisé sur une période de 5 ans de 2009 à 2013 (pour les phases R&D + études + qualifications + pré-production). Quelques études ont déjà été effectuées depuis 2007.

Le télescope à neutrinos est complètement opérationnel depuis mai 2008. Les capteurs océanographiques délivrent des données en continu depuis 5 ans et sont régulièrement maintenus et complétés. Leurs caractéristiques en font un observatoire sous-marin unique au monde, enregistré comme nœud du réseau d'observation MOOSE déployé en Méditerranée nord-occidentale en soutien à MISTRALS.

Ce projet concerne les laboratoires fédérés au sein du GIS Oceanomed, au plan régional, et, à l'échelle nationale, l'ensemble des laboratoires français concernés par MISTRALS, en particulier, pour la plateforme technologique, le LOCEAN, le LEMAR, le LPO, l'IFREMER Centre Brest; ainsi que les partenaires français du projet ANTARES.

### ETAT D'AVANCEMENT

Le projet MEUST en est à la validation de la provenance des différents financements, actuellement en cours de finalisation. La validité du projet s'en tient à la réussite du financement total du projet. Pour la partie immobilière, une pré-programmation a été faite conjointement avec TPM et est en phase de validation aujourd'hui.

### PARTENARIATS

MEUST est réalisé sur la base de partenariats, tant au niveau local (Université de la Méditerranée, Conseil Régional, Toulon-Provence-Méditerranée, Ville de Marseille, FEDER, Conseil général du Var, Mairie de la Seyne-sur-Mer, Pôle Mer PACA, TVT, SAEM port du Levant, Ifremer, Université de Toulon, D2M architecture naval) qu'institutionnels nationaux (IFREMER, CEA), industriels (Comex, Cybernetics, France telecom, Foselev, etc) et européens (INFN et le CNR en

Italie, NIKHEF, NIOZ aux pays-bas, Université d'Erlangen Allemagne, etc).

#### **ROLE DE LA DT**

La Division Technique de l'INSU est responsable de la partie immobilière du projet MEUST s'insérant dans le projet du Technopôle de la Mer mené par TPM.

Elle a également en charge la production de lignes instrumentées pour les sciences environnementales et plus particulièrement la gestion des données scientifiques associées à cette infrastructure sous-marine collectant des informations en continu.

Enfin, la DT-INSU est partenaire de l'IN2P3 sur le projet MEUST pour la conception et le déploiement du nouveau réseau mutualisé de connexions sous-marines reliées à la terre, tant pour l'évolution du télescope à neutrinos vers une taille kilométrique que pour la mise en place des instrumentations scientifiques fond de mer destinées aux mesures d'environnement.

#### **BUDGET ET PERSONNEL IMPLIQUE**

Ce programme aura un coût matériel total estimé à **23 M€** pour la partie immobilière, infrastructure et équipement, avec :

- construction du bâtiment équipé : 8,35 M€.
- déploiement du réseau de connexions sous-marines reliées à la terre : 4,8 M€.
- production d'une dizaine de nouvelles lignes de détection : 8,85 M€.
- production de lignes instrumentées pour les sciences environnementales : 1 M€.

Le personnel DT-INSU impliqué aujourd'hui est de 4,2 ETP chercheurs permanents, 91,7 ETP ITA permanents et 8,1 ETP ingénieurs non-permanents. Le personnel

à venir pour le projet MEUST côté DT INSU est de 33,6 ETP ITA permanents, 14,4 ETP post-doctorants non permanents et 16,8 ETP ingénieurs non-permanents.

Personnel DT impliqué : Karim Bernardet, Laetitia Brosolo, Carl Gojak.

#### **RETOMBÉES SCIENTIFIQUES**

Ce projet représente un programme de recherche interdisciplinaire permettant de développer de fortes synergies entre les composantes scientifiques telles que la physique, la biologie, l'océanographie et l'environnement. Le projet ANTARES avec son extension représente une excellente opportunité pour le développement de Très Grandes Infrastructures de recherche à fort caractère interdisciplinaire internationalement reconnu. Il permet l'attraction de scientifiques de haut niveau, favorise le développement des secteurs technologiques locaux de pointe dans le domaine industriel et s'inscrit dans les spécificités régionales liées aux technologies marines comme en témoigne la création du pôle de compétitivité MER. Par ailleurs, les projets scientifiques sont intégrés dans les actions européennes, tels que les programmes ESFRI : EMSO et KM3net.

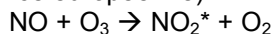
En outre, le projet ANTARES représente un excellent terrain de formation, d'une part pour les étudiants en licence et M2 à travers des stages et d'autre part pour les étudiants en thèse.

Contact :  
Laetitia Brosolo  
[laetitia.brosolo@dt.insu.cnrs.fr](mailto:laetitia.brosolo@dt.insu.cnrs.fr)

## 2.2.11 MONA

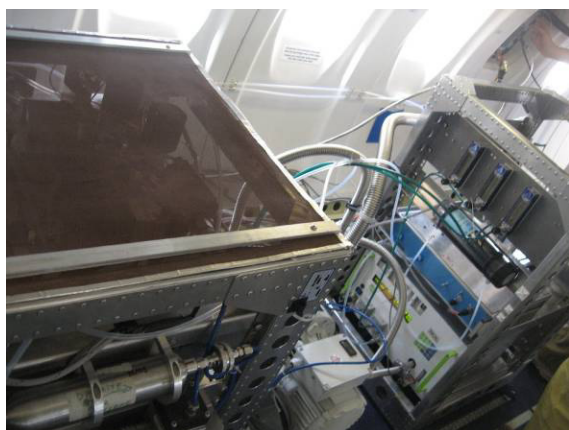
### OBJECTIF SCIENTIFIQUE

Cet instrument développé par le LISA a été repris et amélioré à la Division Technique de l'INSU. L'instrument MONA, destiné à être embarqué sur avion, permet de mesurer simultanément les espèces azotées dans l'atmosphère : NO, NO<sub>2</sub> et NO<sub>y</sub>. La méthode de mesure est la mesure du NO par chimiluminescence à l'ozone en excès grâce à des analyseurs ECOPHYSICS (méthode de référence européenne) :



Le retour à l'état fondamental de NO<sub>2</sub>\* induit une émission de photons analysée par un photomultiplicateur, on remonte ainsi à une concentration de NO.

Pour mesurer les gaz NO<sub>2</sub> et NO<sub>y</sub>, l'instrument MONA les transforme en NO qui sera ensuite mesuré. A partir de l'étalonnage effectué avant chaque vol, on établit un taux de conversion pour chacun des gaz qui permet alors de recalculer la concentration de départ en NO<sub>2</sub> et NO<sub>y</sub>.



MONA dans l'avion ATR-42

### MISSION TECHNIQUE, ROLE DE LA DT

L'instrument MONA a subi une première amélioration durant la période 2004-2006 en vue de la campagne AMMA sur Falcon.

Durant la période 2008-2009, un plan de jouvence a consisté en un certain nombre d'opérations :

- Adaptation mécanique à l'ATR-42.
- Remplacement des 6 ozoneurs des trois

analyseurs.

- Changement du convertisseur photolytique en un système à led UV (gain en encombrement et consommation).

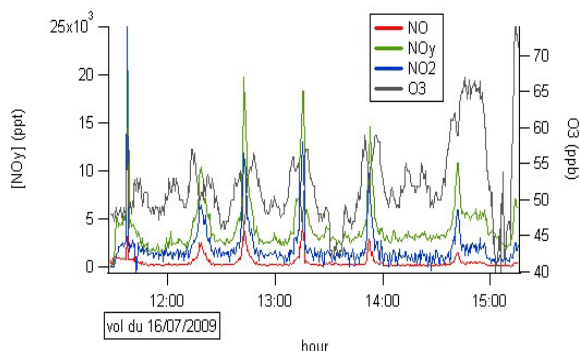
Le rôle de la DT dans cet instrument a consisté en la maîtrise d'œuvre technique :

- à revoir l'ensemble du système électrique et électronique de l'instrument,
- de développer le logiciel de contrôle commande, d'acquisition,
- de réaliser toutes les interfaces mécaniques internes à l'instrument (nouveau convertisseur) et au montage dans l'ATR-42.

La DT a installé l'instrument dans l'avion prêt à être exploité par l'équipe scientifique du LISA.

### ACTIVITE

MONA a participé à la campagne MEGAPOLI au cours de l'été 2009, dont le but était d'obtenir des mesures du panache de la pollution en Ile de France. La mise en œuvre a été assurée par la DT et le LISA à Toulouse, l'exploitation par l'équipe du LISA avec un support DT-INSU.



Mesure des oxydes d'azote : les pics correspondent au passage dans le panache parisien.

Contact :

Nadir Amarouche : coordinateur technique / instrumentation MONA

[amarouche@dt.insu.cnrs.fr](mailto:amarouche@dt.insu.cnrs.fr)

Charles Deléglise : support et intégration mécanique



## 2.2.12 OPTIMISM

### CONTEXTE

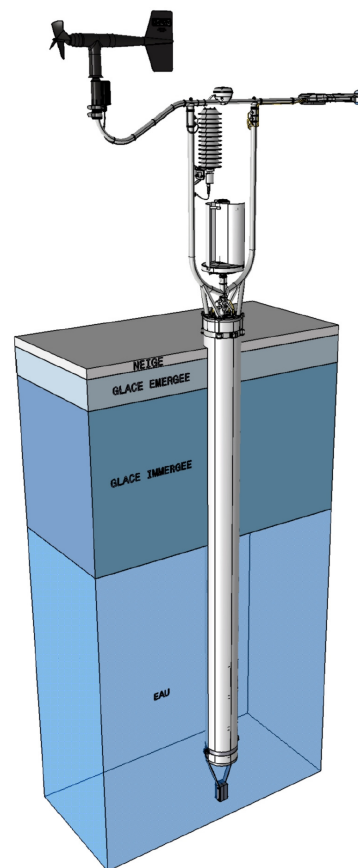
En Arctique, avec le réchauffement climatique en cours, la superficie et l'épaisseur de la banquise se réduisent considérablement. Les observations récentes indiquent une accélération de ce processus.

Les nouvelles conditions de glace en Arctique, où la glace pérenne disparaît, imposent de nouvelles contraintes à l'instrumentation polaire de surface. Il est donc nécessaire de s'orienter vers une instrumentation flottante adaptée à la glace saisonnière. Ce projet OPTIMISM, (*Observing dynamical and thermodynamical Processes involved in The sea Ice Mass balance from In Situ Measurements*), s'appuie sur le prototype de flotteur Ice-T (Ice-Thickness), instrument destiné à la mesure en glace jeune comme en glace épaisse. Il doit contribuer à l'observation des régions polaires en développant un instrument automatique permettant une mesure en temps réel de l'épaisseur de glace, de neige et des conditions météorologiques.

Les données de l'instrument, accompagnées de travaux de modélisation, permettront d'étudier l'évolution de l'épaisseur de glace en relation avec les échanges de chaleur aux interfaces, et de documenter un certain nombre de processus entourant la couche de glace. L'instrument sera déployé dans une polynie côtière de l'Arctique, véritable usine à glace où se forment des eaux denses qui s'écoulent au fond de l'océan, jouant un rôle particulier dans le climat. Il sera également déployé dans la banquise pluriannuelle, contribuant au réseau l'observation de l'Arctique, et servant de plateforme de validation des mesures satellites.

### DESCRIPTION TECHNIQUE

Il s'agit de la réalisation d'un instrument automatique pour l'observation des processus dynamiques et thermodynamiques régissant le bilan de masse de glace de mer. Il consiste en la réalisation de 8 flotteurs Ice-T instrumentés dont 4 équipés d'un mât de mesures météorologiques. L'ensemble de ces flotteurs sera réparti dans la banquise Arctique.



Vue d'ensemble du flotteur Ice-T instrumenté

La DT, partenaire sur le projet, a en charge le développement et la réalisation des mâts de mesures météorologiques (électronique et mécanique), incluant la validation des solutions technologiques par des tests sur le terrain. Le cahier des charges scientifiques inclut les systèmes de mesure suivants :

- Le vent : vitesse + direction
- Le rayonnement : direct + indirect
- La température
- L'humidité

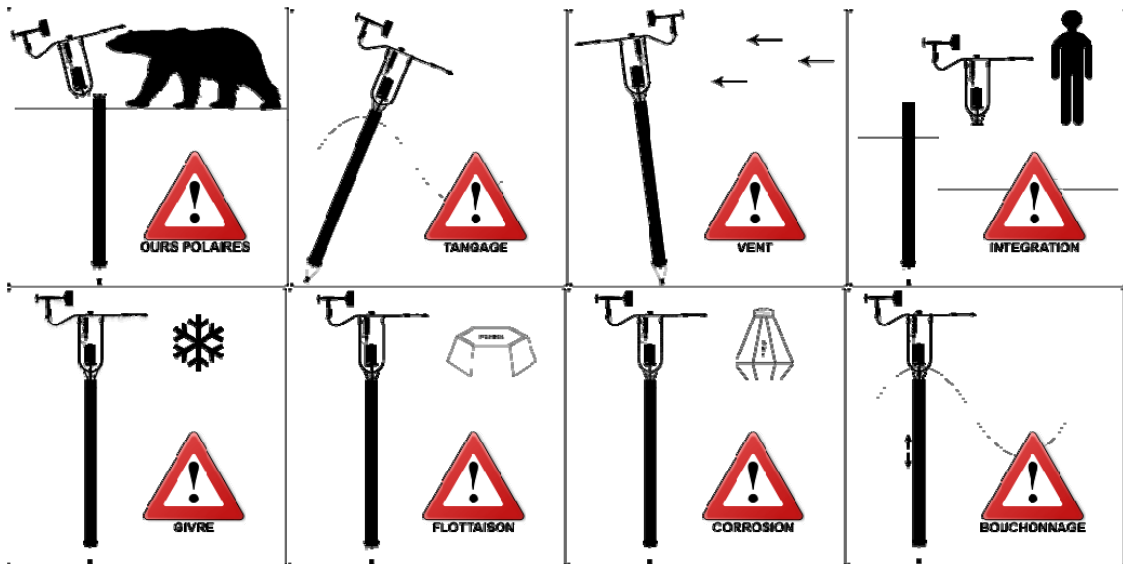
Ainsi que l'environnement nécessaire à :

- La transmission
- L'autonomie

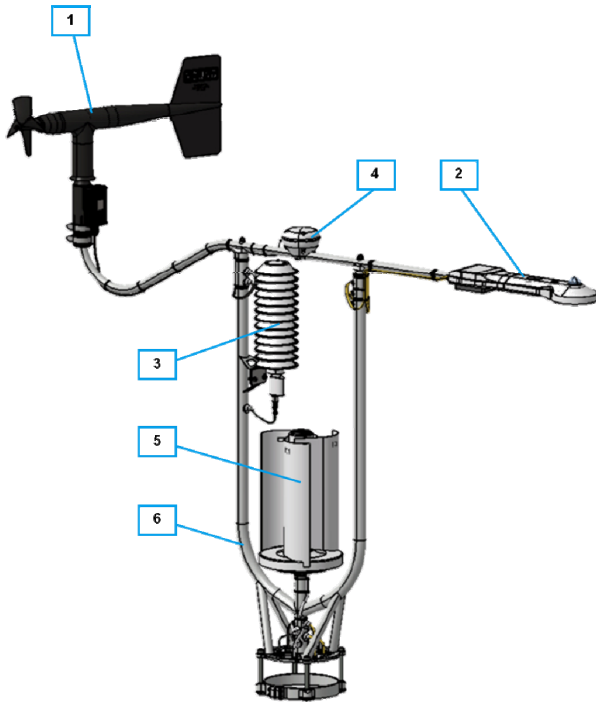
A ce cahier des charges s'ajoutent un certain nombre de contraintes physiques liées à l'environnement dans lequel sera installé le mât de mesure (voir planche figures).

Au final, la conception du mât est la suivante :

Les projets : Océan - Atmosphère



Contraintes physiques pour le cahier des charges technique



N°	Fonctions	Caractéristiques	Masse (g)
1	Mesure de Vent	Young Black	1050
2	Mesure de Rayonnement	CNR4 avec chauffage	1200
3	Mesure de Température et d'Humidité	Vaisala avec abrit à ventilation naturelle	630
4	Communication	Antenne Iridium	135
5	Générateur	Forgen 500NT	3270
6	Mât	Aluminium soudé et traité	2570
-	Alimentation, fixations, ...	Câbles, visserie,	795
<b>Total</b>			<b>9650</b>

Instrumentation du mât de mesure réalisée à la DT

#### BUDGET ET PERSONNEL IMPLIQUE

Ce projet est une collaboration entre :

- *IPSL – LOCEAN* : expertise flotteur Ice-T, représenté par Frédéric Vivier
- *IPSL – LATMOS* : expertise mesure de flux atmosphériques, représenté par Monique Dechambre
- *Ecole Centrale de Nantes* : expertise houle, représenté par Pierre Ferrant
- *INSU – Division Technique* : expertise mécanique, électronique et informatique du mât météo, représenté par Rodrigue Loisil
- *Météo France - Centre d'Etudes de la Neige* : expertise température de surface, représenté par Jean-Michel Panel

Soutenu par l'Agence Nationale de la Recherche (référence ANR-09-BLAN-0227-04, soutien de 540 k€), le projet OPTIMISM a officiellement débuté le 1<sup>er</sup> septembre 2009 pour une durée de 48 mois. Il doit se concrétiser avant le 1<sup>er</sup> septembre 2013 avec le déploiement de l'ensemble des flotteurs en Arctique.

#### ETAT D'AVANCEMENT

Un prototype de mât de mesures météorologiques autonome abouti a très rapidement été produit par la DT afin d'effectuer les premiers tests de validation. Ainsi, trois campagnes ont été réalisées en extérieur afin de valider l'instrumentation et l'architecture du mât et d'évaluer la consommation réelle du système en énergie :

*Bellevue*, site du CNRS à Meudon, du 10/12/2009 au 14/12/2009 et du 04/02/2010 au 18/02/2010 : tests d'acquisition.

*Col du Lac Blanc*, Alpe d'Huez, alt.3800 m, du 16/12/2009 au 27/01/2010 : comparaison avec les mesures effectuées par Météo France.

*Ny-Alesund*, Svalbard, latitude 79°N, du 28/04/2010 au 09/05/2010 : comparaison avec les mesures effectuées par les équipes italiennes et allemandes.



Campagne de validation à Ny-Alesund

Un deuxième mât instrumenté est actuellement en cours de production pour être *in fine* monté sur le flotteur Ice-T. dans un premier temps, l'ensemble sera testé en bassin pour valider sa tenue à la houle, puis sur les rives de la base scientifique de Ny-Alesund au Svalbard. La conclusion de ce test devra aboutir au lancement de fabrication de tous les flotteurs.

A noter, ces premiers travaux ont permis au projet OPTIMISM d'être présélectionné dans les 40 projets qu'étudie BNP Paribas pour un mécénat scientifique. Il s'agirait d'un financement de 580 k€ sur 3 ans à partir de 2011.

Ce travail bénéficie d'une aide de l'Agence Nationale de la Recherche portant la référence ANR-09-BLAN-0227-04.

Contacts DT-INSU :

Rodrigue Loisil :  
loisil@dt.insu.cnrs.fr  
Nadir Amarouche :  
amarouche@dt.insu.cnrs.fr

### 2.2.13 PROLIPHYC

#### OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

Le projet PROLIPHYC (Système opérationnel pour la surveillance et l'alerte en temps réel des PROLiférations PHYtoplanctoniques - application aux Cyanobactéries) vise au développement, à la validation et à la pré-industrialisation d'un système de surveillance (dynamique et activité) du compartiment phytoplanctonique et notamment des cyanobactéries toxiques dans les écosystèmes aquatiques continentaux.

L'application sur la Directive Cadre sur l'Eau et l'obligation de surveillance des proliférations de cyanobactéries dans les plans d'eau utilisés pour les activités récréatives ou la production d'eau potable entraînent une forte demande pour des systèmes d'évaluation et de suivi de la qualité de l'eau.

Le projet comprend la mise au point opérationnelle des éléments du système : conception et fabrication d'une bouée de mesure adaptée aux eaux continentales avec télétransmission des données, automatisation de l'intégration des données dans la modélisation prédictive, développement de procédures d'alerte (GPRS, email ...), validation du système sur 3 sites représentatifs de la diversité de nombreux plans d'eau européens.

Ce système couplé de suivi des plans d'eau et d'exploitation des données au travers d'indicateurs et d'un modèle prédictif de la croissance algale, fournira tout d'abord aux gestionnaires de nouveaux outils plus fiables et plus complets. Ce système constitue aussi un outil de recherche de premier ordre pour mieux comprendre, à des échelles temporelles fines, la dynamique des populations phytoplanctoniques dans les écosystèmes aquatiques.

#### LA STATION DE MESURES

La station de mesure PROLIPHYC est composée d'une bouée autonome profileuse à treuil mesurant à intervalles de temps réguliers (15 min) des paramètres météorologiques de surface (pression atmosphérique, force et direction du vent, température et humidité de l'air, irradiance solaire), et 5 paramètres immergés sur une gamme de profondeurs entre 1 et 20 mètres (conductivité, température, pression, oxygène, chlorophylle).

La bouée est équipée d'un ensemble énergie (panneau solaire, régulateur de charge et batterie), d'un automate pour la gestion de l'ensemble, l'enregistrement des mesures et la transmission des données par GPRS (envoi d'emails), d'un panier instrumenté profileur actionné par un treuil basse consommation, et d'un système de chloration innovant en eau

douce (bio salissures).

#### DESCRIPTION TECHNIQUE

Le panier de capteurs pour la mesure des paramètres de qualité de l'eau est constitué :

- d'une sonde CTD nke MPX : conductivité (0-2 mS/cm), température (0 - +30°C), pression (0-20 m).
- d'une optode Aanderaa 3835 (0-600 µM) mesurant l'oxygène dissous.
- d'un fluorimètre multi-longueur d'onde BBE fluoroprobe 100 (450, 525, 570, 590 et 610 nm) mesurant la chlorophylle-a (0-200 µgChlA/l) et sa répartition pour différentes classes phytoplanctoniques.



La bouée prototype DT au lac du Bourget.

#### ACTIVITES

Le projet a été financé en 2007 par l'ANR (850 k€) dans l'appel à projets PRECODD et dans le cadre d'un partenariat multiple incluant SOGREAH Grenoble, partenaire industriel nke electronics, laboratoires publics : CEREVE, LGE, MNHN, INRA, CISALB, DT-INSU.

La DT Brest est responsable de la conception et de la réalisation de la bouée prototype mono-profondeur sans transmission GPRS (mécanique, électronique, interfaces, programmation embarquée) pour la validation du principe de mesure. La DT Brest assure la conception des mouillages et la participation à la mise en œuvre sur site naturel, ainsi que le suivi de l'industriel (cahier des charges, choix technologiques). Sous l'impulsion de la DT Brest, le partenaire industriel nke assure la conception mécanique de la bouée finale (plans, définition du treuil, définition de l'amortisseur de houle, panier instrumenté), la mise en œuvre de la carte automate et du logiciel embarqué, et la mise au point du système de chloration. La société nke fabrique et fournit les bouées (type PL : petit plan d'eau, flotteur de 200 l; type GL : grand lac pour conditions de houle et de vent plus sévères, flotteur de 1000 l, trancanage du treuil, câble du profileur équipé d'un amortisseur de houle



pour limiter les effets de pilonnement).



Essai de la bouée PL en bassin

### RESULTATS

- Le prototype DT-INSU au lac du Bourget : 1 mesure tous les ¼ d'heure pendant 27 mois (couvre 3 efflorescences d'algues), enregistrements validés des blooms de cyanobactéries, données valorisées par les équipes scientifiques.
- La bouée PL au lac d'Enghien : 1 mesure toutes les 1/2 heures pendant un an.
- La bouée GL sur la retenue EDF de Grangent : 1 mesure toutes les 1/2 heures depuis septembre 09. Les mesures se poursuivent en 2010.

Le projet s'est clôturé en juin 2010. Un accord de valorisation pour l'industrialisation des bouées est en cours.

FINANCEMENT : Projet financé à hauteur de 850 k€ par l'ANR et l'ADEME.

PARTENAIRES INDUSTRIELS : SOGREAH (gestion du projet, système d'alerte) et nke (fabrication des bouées).

LABORATOIRES OU UNITES DE RECHERCHE PUBLIQUE : LEESU (Laboratoire Eau Env. Systèmes Urbains)-modélisation prédictive, IPGP-LGE (Laboratoire de Géochimie des Eaux) Université Paris 7-validation des données, INRA de Thonon les Bains, Muséum National d'Histoire Naturelle équipe "Ecosystèmes et Interactions Toxiques", Division Technique de l'INSU-développement technologique, CISALB (Comité Intersyndical pour l'Assainissement du Lac du Bourget).

COMITE DE SUIVI : Agences de l'Eau Loire Bretagne, Rhône Méditerranée & Corse, Seine Normandie, l'ONEMA, EDF et VEOLIA.

CONTACTS DT Brest :

Christine Drezen

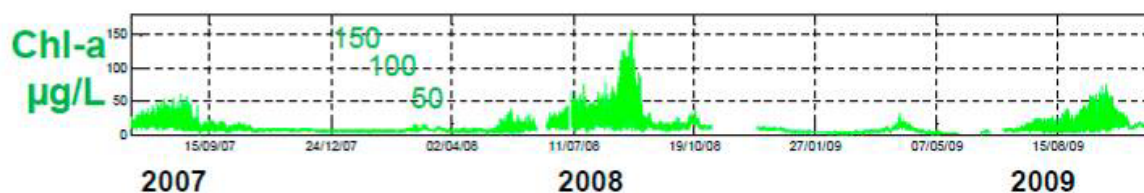
[christine.drezen@dt.insu.cnrs.fr](mailto:christine.drezen@dt.insu.cnrs.fr)

Michel Calzas

[michel.calzas@dt.insu.cnrs.fr](mailto:michel.calzas@dt.insu.cnrs.fr)

Christophe Guillerm

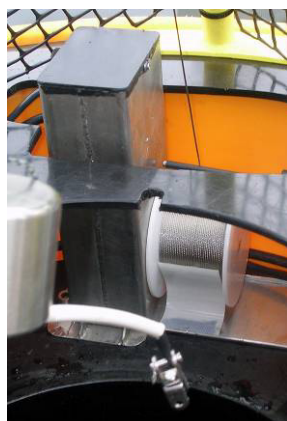
[christophe.guillerm@dt.insu.cnrs.fr](mailto:christophe.guillerm@dt.insu.cnrs.fr)



3 saisons d'enregistrement d'efflorescences de cyanobactéries *Planktothrix Rubescens* au lac du Bourget, profondeur 15 m.



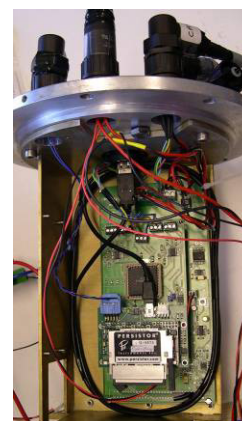
Bouée GL à Grangent



Treuil



Panier instrumenté



Electronique prototype

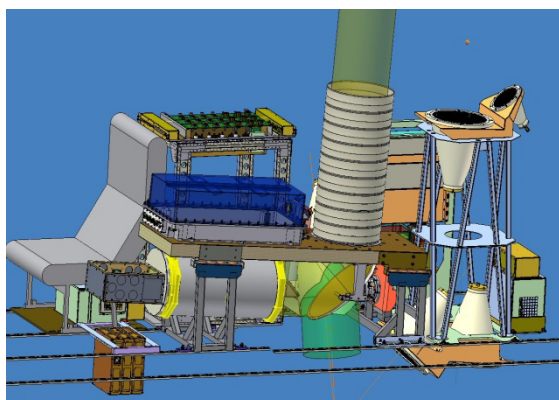


## 2.2.14 RALI

### CONTEXTE, DESCRIPTION TECHNIQUE

Le projet RALI a été initialement proposé au CNES et à l'INSU en 1994.

L'objectif du projet RALI est de caractériser les propriétés macrophysiques, microphysiques, dynamiques et radiatives de tous types de nuages et leurs interactions à haute résolution spatio-temporelle à l'aide de la synergie instrumentale d'un radar doppler 95 GHz, **RASTA**, et d'un lidar rétrodiffusion, **LNG**, réunis en un même ensemble instrumental.



Etude et réalisation de RALI dans le Falcon 20

Le **LNG** est un lidar rétrodiffusion à trois longueurs d'onde (355, 512 et 1024 nm) équipé d'un système innovant, la HRS (Haute Résolution Spectrale) permettant, sous certaines conditions, de s'affranchir de l'écho de sol. Le laser est un YAG pulsé à 20 Hz et le télescope a une ouverture de 30 cm de diamètre. 4 à 6 voies sont acquises (selon la configuration) à une cadence de 20 MHz (résolution 6 m) pour 14 bits de résolution.

Le **RASTA** est un radar 95 GHz. Son intégration dans l'avion Falcon 20 a permis l'utilisation séquentielle de 5 antennes cornet-lentilles (4 de 12" et une de 6") réparties de façon à reconstituer un champ 3D des propriétés microphysiques des nuages tant en visée haute que visée basse. Les données mesurées sont échantillonnées à une cadence de 40 MHz pour une résolution de 14 bits. La porte radar est de 50 m.

L'électronique du radar est développée au Centre d'étude des Environnements Terrestre et Planétaires (CETP) maintenant LATMOS, et la mécanique est réalisée à la Division Technique. Le lidar et le système informatique sont réalisés à la Division Technique en collaboration étroite avec le personnel du LATMOS.



Intérieur du Falcon 20 (vue vers l'arrière) avec, au premier plan, le châssis du radar RASTA

### DUREE

Le développement du projet RALI a démarré en 2000 et se poursuit encore actuellement.

### ROLE DE LA DT

La Division Technique est le maître d'œuvre de RALI et a pris en charge la gestion du projet dans sa globalité. Le développement du lidar LNG a été fait en collaboration avec le LATMOS alors que seule la mécanique de RASTA a été réalisée par la DT ; le reste, y compris la responsabilité technique, étant du ressort du LATMOS.

### PERSONNEL IMPLIQUE

#### Personnel impliqué dans LNG :

##### Personnel LATMOS

J. Pelon : PI, analyse données

D. Bruneau : Opticien, laser, tests, analyse des performances et post-traitement

P. Genau : Informatique IHM, traitement différé et base de données

##### Personnel DT/INSU

A. Abchiche : Responsable projet, contrôles commandes lidar

F. Blouzon : Responsable technique, électronicien

A. Cléménçon : Mécanique laser

J.-C. Samaké : Mécanique laser

J. Spatazza : Bureau d'études, intégration dans les avions Falcon 20 et ATR-42

C. Berthod : calculs mécaniques et modélisation pour la certification

N. Amarouche : Acquisitions temps réel DET et HRS

O. Aouji : Electronique ECL et détection

G. Buchholtz : Informatique, traitement et enregistrement des données

**Personnel impliqué dans RASTA :**

**Personnel LATMOS**

Alain Protat : PI, analyse données  
Jean-Paul Vinson : Responsable technique,  
électronique hyper  
C. Caudoux : Electronique, FPGA

**Personnel DT/INSU**

J. Spatazza : Mécaniques antennes,  
intégration dans Falcon 20  
C. Berthod : calculs mécaniques et  
modélisation pour la certification  
C. Deléglise : support intégration guide d'onde  
et antenne

**ETAT D'AVANCEMENT**

RALI a été intégré, dans un premier temps, dans le Falcon 20 pour essentiellement la campagne AMMA, nécessitant un gros effort de compacité et d'optimisation de l'espace. Puis RALI fut intégré aussi dans l'avion ATR-42 pour la campagne POLARCAT (2008). Le LNG et RASTA ont aussi été intégrés séparément et ont participé à d'autres campagnes ou programmes (EUCARRI, EUFAR, validation CALIPSO,...).

Des améliorations notables ont été faites aussi bien sur LNG et que sur RASTA, et ils ont participé tous les 2 à Toulouse à une campagne de validation CALIPSO et de tests des évolutions.

**Contacts**

Contacts scientifiques :  
PI LNG : jacques.pelon@aero.jussieu.fr  
PI RASTA : alain.protat@latmos.fr

Contacts techniques :  
LNG : blouzon@dt.insu.cnrs.fr  
RASTA : Vinson@latmos.fr



## 2.2.15 ROSAME-NIVMER

### OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

Le niveau de la mer est une composante fondamentale observable de la variabilité de la dynamique océanique, aux différentes échelles de temps. Le programme NIVMER (NIVEau de la MER), est un S.O (Service d'Observation) labellisé de l'INSU. Il s'intègre dans le réseau ROSAME (Réseau d'Observation Subantarctique et Antarctique du niveau de la MER) inscrit au programme international GLOSS (Global Sea Level Observing System). Il contribue à exploiter l'observation du niveau des océans à l'échelle globale, dans le cadre de l'étude dynamique du climat.

Des stations marégraphiques mesurant le niveau de la mer ont été mises en place sur le domaine des Terres Australes et Antarctiques Françaises (TAAF) :

- Sur les districts de Crozet, Kerguelen, et Saint Paul-Amsterdam.
- En Terre Adélie à la base Dumont d'Urville.

Le programme scientifique de NIVMER s'articule autour de cinq objectifs:

- Obtenir des données du niveau de la mer en milieu hostile.
- Contribuer à la validation et à l'exploitation des mesures altimétriques satellitaires, incluant l'étude des marées océaniques.
- Contrôler la variabilité du Courant Circumpolaire Antarctique (CCA).
- Observer les variations séculaires du niveau de la mer.
- Fournir des données en temps réel pour le réseau de prévention des Tsunamis (SATOI).

### DESCRIPTION TECHNIQUE

Les observations du niveau de la mer s'effectuent avec deux types de matériel: des centrales marégraphiques côtières, et des mouillages de capteurs au large des îles (pour découpler le signal hauturier des effets côtiers). Tous les ans, un contrôle systématique de l'ensemble du réseau est mis en œuvre. Il est nécessaire de vérifier l'état des capteurs, de les calibrer et de changer leur énergie.

- Les centrales marégraphiques côtières : Ce sont des capteurs de pression, température et conductivité, immergés le long de quais et ou de rochers. Ils sont alimentés de manière continue grâce à une centrale électronique. Les données sont transmises en temps réel par satellite (Argos). Des centrales sont installées sur l'île de la Possession, à Kerguelen (quai

de Port aux Français), sur l'île de saint Paul, et à Dumont D'Urville (Antarctique).

- Les mouillages de capteurs au large des îles: Ce sont des capteurs de pression et de température qui disposent d'une énergie et d'un stockage de données autonomes. Les mouillages sont immergés pendant 1 an, puis récupérés grâce à des largueurs acoustiques et de la flottabilité. Des mouillages sont installés au large des îles de la Possession et Amsterdam.

Partenariat :

Ce Service d'Observation est soutenu financièrement par l'INSU et l'IPEV. Les TAFF nous autorisent à travailler sur leur territoire.

Le CNES nous soutient pour des actions ponctuelles.

### ACTIVITES

La DT INSU est le soutien technique officiel de ce Service d'Observation depuis 1992.

La DT assure la maintenance de ce réseau : 1 mission d'un mois/an aux Kerguelen et une mission tous les 2 ans en Antarctique.

La DT effectue une veille technologique constante afin d'avoir des instruments délivrant des données d'excellente qualité.

Quelques actions récentes :

La station du district de Saint Paul a été remplacée en 2007. En 2008 nous avons complété le dispositif par un radar.

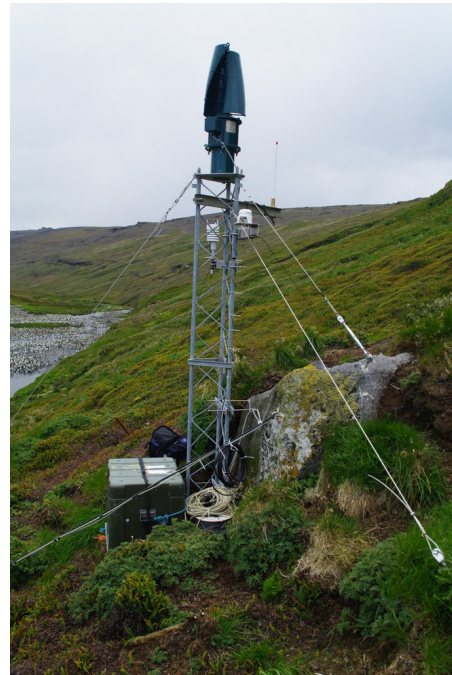
En 2009, une nouvelle centrale d'acquisition ainsi qu'un nouveau marégraphe ont été développés par la DT Brest et installés à Crozet. Cette installation comporte également un radar de mesure de niveau de la mer et est alimentée par une éolienne à axe verticale.

Courant 2010 une centrale marégraphique développée par la DT sera installée à Commonwealth Bay en Antarctique. Cette centrale sera alimentée par deux panneaux solaires mais devra tout de même fonctionner pendant la longue période de la nuit polaire (2 mois).

## Les projets : Océan - Atmosphère



Radars marégraphiques dans son puits de tranquillisation



Nouvelle installation à Crozet : la station et l'éolienne à axe vertical



Altimétrie à la bouée GPS à St Paul



Nivellement en Antarctique

### Contacts :

Antoine Guillot, antoine.guillot@dt.insu.cnrs.fr

Michel Calzas, michel.calzas@dt.insu.cnrs.fr

Lionel Fichen, lionel.fichen@dt.insu.cnrs.fr

Christophe Guillerm, christophe.guillerm@dt.insu.cnrs.fr

### Site Web :

<http://www.legos.obs-mip.fr/fr/observations/rosame/>

### Responsable scientifique :

Laurent Testut, LEGOS (Toulouse) : laurent.testut@legos.obs-mip.fr



## 2.2.16 SAMU

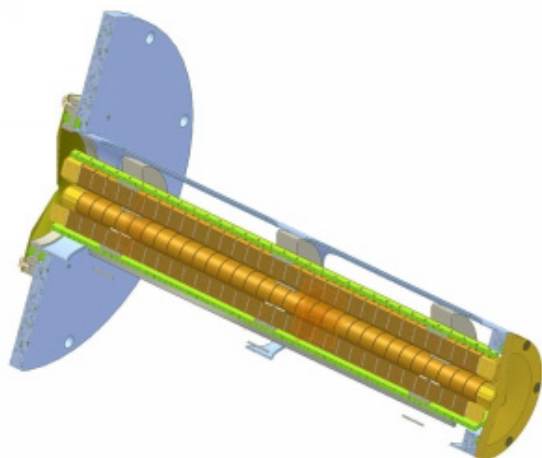
### OBJECTIFS SCIENTIFIQUES :

L'instrument SAMU, ou Spectromètre de masse Aéroporté Multi-espèces par réactions ion-molécules, permet de mesurer des composés organiques oxygénés et des radicaux HOx/ROx. L'instrument SAMU a été développé au LATMOS, la Division Technique de l'INSU a participé à sa conception.

### DESCRIPTION TECHNIQUE :

La Spectrométrie de Masse par Ionisation Chimique (SMIC) consiste à faire réagir des ions primaires choisis avec les molécules de l'atmosphère pour ensuite analyser les ions produits.

L'instrument est constitué d'un analyseur quadripolaire, d'un système de pompage à trois étages, d'une interface incluant un système de prélèvement gazeux, de focalisation et de «déclustérisation», d'une source d'ions combinée avec un réacteur ion-molécule, d'un système de détection après conversion chimique, d'un système de calibrage et d'un système d'échantillonnage dans l'atmosphère. La baie électronique est une baie standard 19" contenant les différentes alimentations, les contrôleurs et le module DSP.



Etude mécanique de l'analyseur quadripolaire

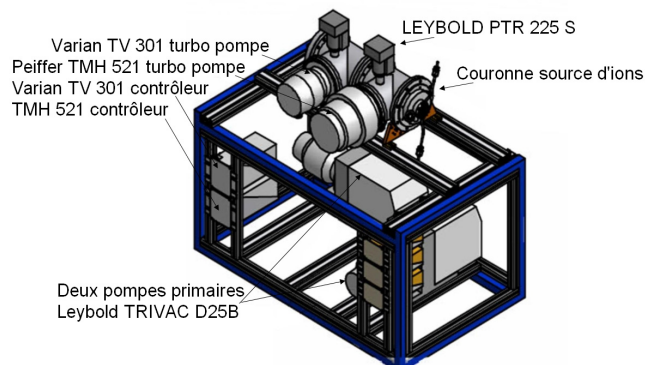
### ACTIVITES

2006/2007 : Faisant suite au développement et aux activités sol et aéroportées réalisées sur la période 2003/2006, il a été demandé à la DT de concevoir et réaliser l'intégration de cet instrument dans un local mobile dédié, de façon à ce que l'extrémité de l'instrument,

placé en vertical, puisse passer par une ouverture dans le toit de ce local.

En septembre 2005, la nouvelle version sol de SAMU a été préparée et testée pendant la campagne PNCA d'étude de la chimie rapide radicalaire en lien avec la pollution photo-oxydante en milieux pollués, pour les études photochimiques des HOx dans les environs de Paris. Ces tests ont permis de valider les modifications mécaniques apportées et également de définir l'instrument pour une intégration dans le Falcon 20. Ces tests ont permis aussi de définir le choix de la veine de prélèvement, de modifier la source d'ions radioactive, de définir les gaz pouvant être utilisés en avion et enfin de définir le cahier des charges pour l'automatisation du système et les nouvelles baies avioniques.

Ainsi, pour définir le projet SAMU dans sa forme embarquée, les actions à mener portent sur l'élaboration des dossiers de fabrication des modifications mécaniques ; la réalisation de ces modifications ; les définitions des modifications électroniques et électriques, la modification ou la réalisation du prélèvement d'air extérieur et l'assistance au niveau de l'architecture matérielle du système informatique tout en respectant les contraintes avioniques pour l'encombrement et la consommation électrique de l'ensemble.



Vue générale du banc, dimensions hors tout : l x L x H (mm) : 650 x 1072 x 958

Contact : Abdel Abchiche  
[abdel.abchiche@dt.insu.cnrs.fr](mailto:abdel.abchiche@dt.insu.cnrs.fr)



## 2.2.17 SISMIQUE DE REFLEXION

### CONTEXTE, DESCRIPTION TECHNIQUE

Cette demande de soutien concerne un dispositif d'acquisition sismique de réflexion en mer appartenant à l'UMR Géosciences Azur, mise à disposition de la communauté scientifique nationale pour des applications de recherche et d'enseignement de géophysique marine.

L'ensemble des données acquises lors de ces stages d'enseignement sont exploitées dans le cadre de projets de recherches et observation sur la marge continentale Ligure, en particulier sur des mouvements du sol et les risques associés.

Cette sismique légère comprend :

- Un compresseur à air (200 bars, 60 m<sup>3</sup>/h, modèle Compair Luchard-VHP17)
- Un canon à air type « mini GI » (48 in<sup>3</sup> de volume, modèle SERCEL - Mini GI)
- Une flûte sismique SIG (24 traces analogiques haute résolution)
- Une interface électronique permettant le déclenchement du canon
- Une informatique d'acquisition (ordinateur de contrôle et de visualisation temps réel)

### DUREE, ROLE DE LA DT

Depuis avril 2006 la DT INSU répond à cette demande de soutien. Elle représente environ 50 jours de campagne en mer par an.

La DT INSU assure :

- La maintenance et le dépannage des éléments de la chaîne sismique.
- Le chargement, l'installation de tout le système à bord lors des périodes de stage.
- La préparation et mise en œuvre du matériel lors des missions de recherche.
- Le renouvellement de l'électronique d'acquisition.

### BUDGET ET PERSONNEL IMPLIQUE

Cette demande de soutien nécessite la mobilisation d'un ingénieur à 60% de son temps de travail par an pour le suivi, entretien, maintenance et développement, ainsi qu'un technicien à la mer à 30% de son temps de travail par an pour l'installation et la mise en œuvre de la sismique lors des différentes campagnes.

### CONTACT

Yannick Lenault

[yannick.lenault@dt.insu.cnrs.fr](mailto:yannick.lenault@dt.insu.cnrs.fr)



Mise à l'eau du canon à air mini GI



Mise à l'eau de la flûte sismique

## 2.2.18 STATION BENTHIQUE

### NATURE DU PROJET, DESCRIPTION TECHNIQUE

La station benthique (SB) autonome permettra d'effectuer des séries de mesures du recyclage de la matière organique (M.O.) à l'embouchure des grands fleuves et dans les zones peu profondes de l'océan côtier. Dans ces environnements contrastés, la SB permettra d'apporter des contraintes sur leur variabilité temporelle, et de calculer des taux de minéralisation du carbone organique dans les sédiments lors d'événements transitoires.

Cette station est constituée de plusieurs éléments :

- batteries de 40 Ah chacune pour alimenter l'instrument et tenir pendant 2 mois en autonomie complète;
- Le RCM9/11 : système autonome d'acquisition et d'enregistrement de plusieurs paramètres environnementaux (turbidité, température, salinité, oxygène dissous et pression) de la société Aanderaa qui servira à pouvoir détecter les conditions environnementales particulières (événement) pour déclencher ensuite un échantillonnage à haute fréquence ;
- La tête de mesure ou profileur supportant à sa base 7 microélectrodes d'oxygène et une électrode de résistivité ;
- Le cerveau de la station ou unité de contrôle, constitué d'un caisson étanche contenant toute l'électronique de contrôles et de commandes ;
- Et enfin la structure métallique permettant, entre autres, la translation horizontale et verticale de la tête de mesure afin d'effectuer des mesures dans les parties intactes du sédiment.
- Un PC portable, contenant le programme Interface Homme Machine (IHM) et connecté à la station, permet de faire des tests et configurer la station (mode on-line) et aussi de lancer le programme embarqué avant mouillage (mode off-line).

### ROLE DE LA DT

Ce projet a été démarré à la DT en septembre 2008 et est en cours d'achèvement. Le Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE) a demandé à la DT un soutien technique pour une prise en charge totale de l'Unité de Contrôle de l'instrument, dont les fonctions sont les suivantes :

- Communication avec l'interface utilisateur IHM (programme Labview) tournant sur un ordinateur portable de terrain ;
- Acquisition et enregistrement des mesures de concentration d'oxygène issues des 7 microélectrodes, la résistivité du milieu, le courant et tension de la batterie, les positions en x et z du profileur et enfin la date et l'heure dans sa mémoire compact-flash ;
- Gestion du positionnement en x et en z du profileur grâce à 2 variateurs intelligents ;
- Détection d'événement grâce au capteur RCM9 de paramètres environnementaux connecté à une carte à base de microprocesseur utilisant un algorithme embarqué ;
- Gestion de la consommation par la technique de mise en veille des 2 cartes microprocesseurs et des commandes M/A de tous les éléments électroniques de la station via la carte de supervision d'alimentations ;
- Transmission sur un port RS485, à chaque fin de profilage, des données acquises vers la bouée phare disposant d'un automate qui retransmet ces mêmes données ASCII encapsulées dans un message mail en mode GPRS vers une station de contrôle.
- En plus du soutien technique sur l'Unité de Contrôle de l'instrument, la DT a développé le programme IHM du PC portable de terrain ; et, grâce à son atelier de mécanique et son savoir-faire dans ce domaine, elle a réalisé de nombreuses interventions sur la structure et sur les moteurs réducteurs pour améliorer les mouvements des axes x et z ; enfin, la DT a conçu et réalisé le caisson étanche devant résister à 6000 m de profondeur.

**BUDGET ET PERSONNEL IMPLIQUÉ :**

Le budget est géré au LSCE.

Personnel impliqué :

**Personnel LSCE**

- C. Rabouille : responsable scientifique
- B. Bombled : technicien et opérateur
- C. : post-doc traitement de données
- F. Toussaint : thèse

**Personnel DT/INSU :**

- A. Abchiche : responsable projet, électronique axes et CPUs
- G. Buchholtz : informatique embarquée, enregistrements des données
- N. Geyskens : conception mécanique
- A. Cléménçon : AI mécanique
- O. Aouji : AI électronique, IHM Labview

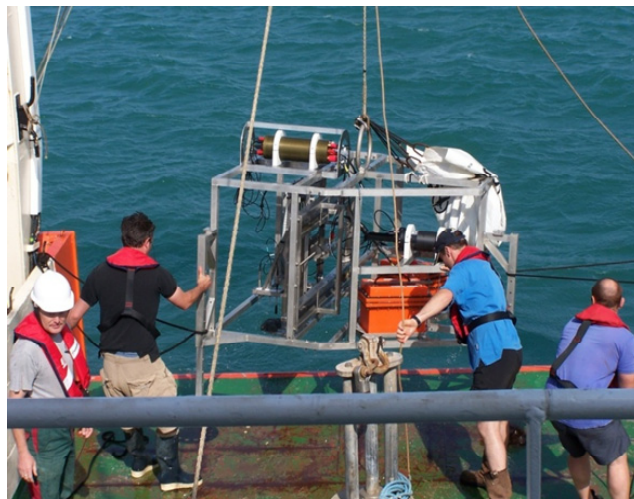
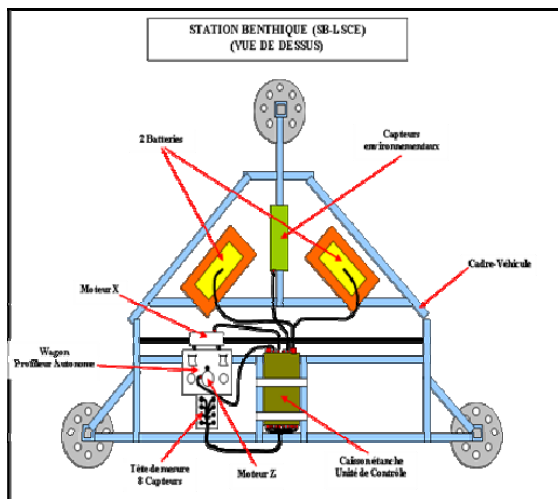
**ETAT D'AVANCEMENT**

Une année après le début des études à la DT, la station fit ses premiers tests et son premier mouillage en juin 2009 dans le golfe de Fos avec succès. Néanmoins des améliorations dans la gestion des mouvements sont planifiées et sont en cours de tests d'endurance pour pouvoir tenir en autonomie complète pendant 2 mois sous l'eau.

Contacts :

Scientifique : rabouille@ipsl.lsce.fr

Technique : abchiche@dt.insu.cnrs.fr



A gauche, schéma général de la station benthique ; à droite, mouillage de la station à partir du TETHYS II en juin 2009

## 2.2.19 STATION MAREGRAPHIQUE ET BOUEE GPS

### CONTEXTE

Dans le cadre du programme NIVMER (NIVEau de la MER), une station côtière et un marégraphe ont été développés par la DT Brest, en vue du remplacement des matériels utilisés pour le service ROSAME (Réseau d'Observation Subantarctique et Antarctique du niveau de la MER) et de prévention des tsunamis. Une bouée GPS complémentaire a été développée pour déterminer une référence absolue du niveau de la mer.

### POURQUOI DEVELOPPER UN NOUVEAU MAREGRAPHE ?

- Paramètres de configuration limités : le marégraphe Aanderaa WLR7 employé actuellement n'est pas évolutif, les paramètres de temps d'intégration sont figés, il y a un seul cycle de mesure.
- Technologie du capteur de pression : la technologie employée (capteur de pression à quartz) va être remplacée par une autre moins précise (capteur de pression à jauge). La fabrication des modèles utilisés est arrêtée.
- Coût actuel de maintenance : il est élevé (étalonnage Aanderaa à 2 k€, intervention de la société ELTA pour la programmation des modules stations côtières à plusieurs k€).

### NOUVEAUX CONCEPTS ET AVANCEES TECHNIQUES

La R&D concerne le développement du marégraphe (électronique faible consommation, horloge faible dérive, qualité de la mesure, container plastique immersion max 350 m), et de la structure mécanique d'une bouée GPS (dispositif complémentaire de nivellement du niveau de la mer). La station de pilotage qui accompagne l'ensemble pour les applications de terrain intègre différents éléments disponibles dans le commerce (centrale d'acquisition, GPS, station météo, transmission satellite, altimètre radar).

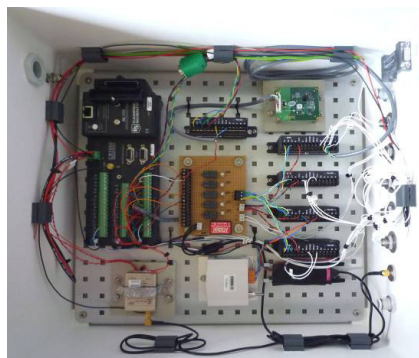
- Paramétrable : le système proposé par la DT permet un contrôle du temps d'intégration du capteur de pression et des paramètres d'échantillonnage (possibilité de fonctionnement bipériodique).
- Précision, stabilité : le système cherche à minimiser les dérives instrumentales pour une meilleure stabilité absolue de la mesure. Une horloge de précision faible dérive a également été intégrée au microcontrôleur.
- Polyvalence : le marégraphe est modulable et peut se transformer en un

instrument polyvalent (non limité à sa fonction de marégraphe) autonome ou non. Il offre la possibilité de connecter d'autres capteurs (de types fluorimètre, oxygène) pour d'autres applications. Il peut être piloté par une station extérieure.

- Autonomie : le marégraphe est économe en énergie grâce à une gestion particulière des mises en veille (6  $\mu$ A).
- Coût de maintenance : il n'y a plus de prestations externes, le coût d'étalonnage est limité (800 € au LNE). L'ensemble du dispositif est ainsi maîtrisé (gains de temps et de finances).



Marégraphe DT-INSU : capteur de pression Paroscientific, stabilité thermique  $\pm 0,05$  mbar/°C, hystérésis  $\pm 0,18$  mbar, offset  $\approx 0$  mbar.



Station de pilotage : paramètres météo, altimétrie radar, marégraphe, transmission par satellite, énergie solaire/vent. L'alimentation de la centrale est découplée de celle du marégraphe pour permettre à celui-ci de continuer de fonctionner de manière indépendante en cas de problèmes au niveau de la station (basculement sur une routine de sécurité autonome).

### NECESSITE DE REFERENCE ABSOLUE

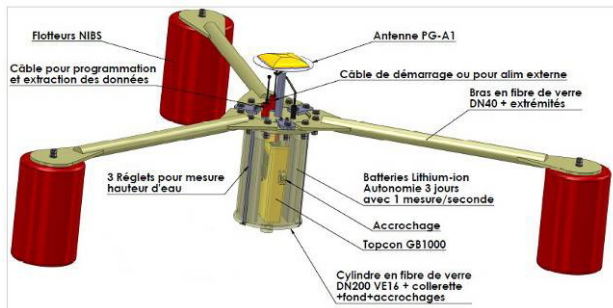
La bouée GPS (antenne GPS montée sur un flotteur de surface) couplée à une station GPS de base localisée à terre au dessus du point de référence géodésique permet de définir un niveau absolu du niveau de la mer :

- Acquisition données haute fréquence (1 à 10 Hz)



## Les projets : Océan - Atmosphère

- Précision sub centimétrique en post-traitement (associée à une station de base)
- Possibilité de déploiement en plein océan en mode PPP
- Mesure de la position de la surface libre de l'eau pour étalonner les satellites altimétriques



Dessin de la bouée GPS : matériau fibre de verre

COÛT MATERIEL DE L'ANCIEN DISPOSITIF :  
marégraphe WLR7 : 18 k€, station ELTA (hors énergie et radar) : 18 k€

COÛT MATERIEL DU NOUVEAU DISPOSITIF :  
marégraphe : 10 k€, station (hors énergie et radar) : 9,5 k€, bouée GPS : 10 k€ (hors GPS)

### PERSPECTIVES :

- LEGOS Toulouse - OSU Observatoire Midi-Pyrénées. Responsable scientifique : Laurent Testut
- 1<sup>ère</sup> installation : station marégraphique côtière de Crozet (TAAF) en novembre 2009 [www.legos.obs-mip.fr/fr/observations/rosame/](http://www.legos.obs-mip.fr/fr/observations/rosame/)
- installations en vues : station marégraphique côtière de Commonwealth Bay (Antarctique) fin 2010, marégraphe d'Europa (îles Eparses), station multiparamètre de Dumont D'Urville (Antarctique)

- Géosciences AZUR, Responsable scientifique : Pascal Bonnefond
- 1<sup>ère</sup> application de la bouée GPS pour intercomparaison : site de Senetosa (Corse) en juillet 2010.

FINANCEMENT : R&D DT INSU : 10 k€ (2008) et 13 k€ (2009) – Autres : CNES et IPEV.

### CONTACTS DT Brest :

Christine Drezen  
christine.drezen@dt.insu.cnrs.fr  
Christophe Guillerm  
christophe.guillerm@dt.insu.cnrs.fr  
Michel Calzas  
michel.calzas@dt.insu.cnrs.fr  
Martin Mellet  
mmellet@ipev.fr

Usinage du marégraphe : atelier DT Meudon.



Installation de la station marégraphique de Crozet en novembre 2009 : puits marégraphique côtier, radar, station d'acquisition et météo, éolienne.



Intercomparaison : marégraphes DT-INSU/Anderaa WLR7 à 5 m de fond, bouée GPS sous la trace du satellite Jason2, site de mesures de Senetosa : station GPS sur terre, bouée GPS en surface.



## 2.2.20 PICOSDLA

### CONTEXTE

Les spectromètres à diode laser accordables (ie de la famille SDLA) développés à la Division Technique, sont des instruments embarqués sous ballon stratosphérique. Ils sont destinés aux mesures *in situ* de vapeur d'eau, du dioxyde de carbone et du méthane.

L'étude de la tendance de la vapeur d'eau stratosphérique est un sujet de préoccupation majeur du fait de l'impact que pourrait avoir une augmentation de la teneur en vapeur d'eau sur l'équilibre radiatif et chimique de la stratosphère et directement sur la couche d'ozone. Le développement d'une sonde de vapeur d'eau fiable pour la stratosphère fait l'objet de travaux intenses au niveau international. Le développement de sources laser de nouvelle génération émettant vers 2,7  $\mu\text{m}$  (transitions d'absorption intenses de la vapeur d'eau) rend possible le développement de sondes laser de faibles masses par réduction du parcours d'absorption (via l'absence de cuve optique à réflexions multiples comme sur SDLA), lançables sous ballons météo (500 à 1500  $\text{m}^3$ , polyéthylène, RAVEN).

La mesure du  $\text{CO}_2$  est également extrêmement intéressante pour le monitoring global et la validation satellitaire à partir de sonde sous ballons météo. Elle peut être réalisée avec la même technologie de diode lasers vers 2,68  $\mu\text{m}$ . La mesure du méthane

avec une sonde nécessite par contre l'utilisation de lasers DFG (Difference Frequency Generation) émettant à 3,3  $\mu\text{m}$ . Les objectifs d'un senseur laser compact (<1 kg) pour  $\text{CH}_4$  sont multiples :

- monitoring global du  $\text{CH}_4$  comme gaz à effet de serre,
- validation satellitaire,
- utilisation du méthane comme traceur dynamique pour les études dans l'UT-LS,
- le méthane comme source de  $\text{H}_2\text{O}$  dans la stratosphère (oxydation).

Tous ces développements sont issus des instruments SDLA et MicroSDLA qui ont été menés à la Division Technique depuis 1996.

### ROLE DE LA DT

Pour cette activité Diodes Lasers, la DT assure un certain nombre d'activités :

- Coordination technique du projet
- R&D Diode Laser
- Conception de la mécanique, de l'électronique de commande des lasers, du système d'acquisition et du logiciel embarqué automatique de la sonde
- Développement des sondes
- Mise en œuvre sur le terrain

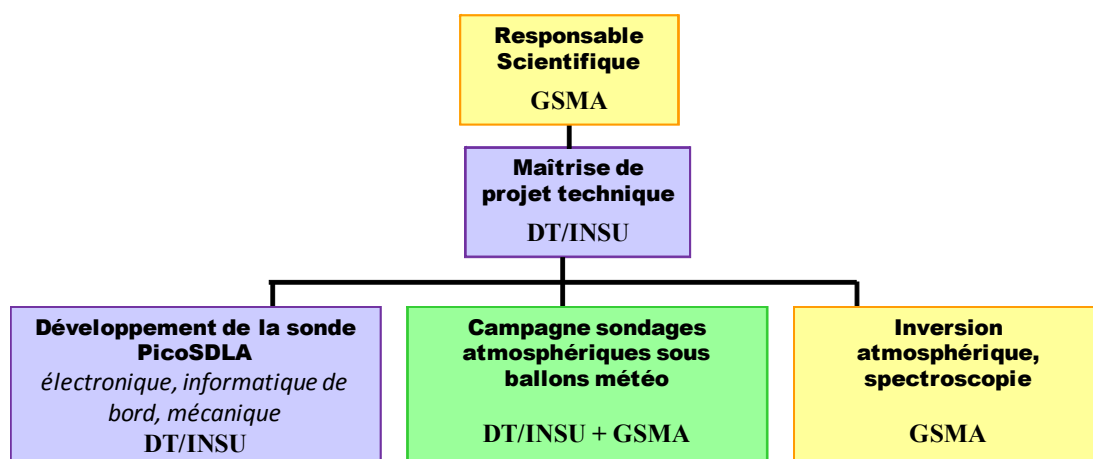


Schéma organisationnel de l'activité SDLA

### BUDGET ET PERSONNEL IMPLIQUÉ

Le budget de ce projet géré par la DT depuis 2007 est de 270 k€ au total.

Personnel DT impliqué dans le projet:

- Nadir Amarouche : coordination projet, électronique laser, logiciel embarqué, mise en œuvre terrain
- Fabien Frérot : développement carte électronique, routage, intégration, mise en œuvre terrain
- Jacques Deléglise : développement structure mécanique pico-H<sub>2</sub>O, pico-CO<sub>2</sub>, mise en œuvre terrain
- Jean-Christophe Samaké : développement structure mécanique pico-CH<sub>4</sub>, mise en œuvre terrain
- Christophe Berthod : calculs de structures, certifications
- Louis Rey-Grange : développement structure mécanique pico-CH<sub>4</sub>

### ETAT D'AVANCEMENT

En deux ans, un prototype de la sonde laser PicoSDLA a été développé à la DT et testé avec succès sous ballon BSO en juin 2007 à Aire sur Adour, en piggy-back de l'expérience allemande TRIPLE de l'Université de Francfort pendant l'été 2008 et au printemps 2009, puis comme piggy-back avec ELHYSA (LPC2E) en 2010 à Kiruna.

Les détails techniques et une description complète de la sonde sont publiés dans : G. Durry, N. Amarouche, L. Joly, X. Liu, V. Zéninari and B. Parvitte, "Laser diode spectroscopy of H<sub>2</sub>O at 2.63 micron for atmospheric applications", Applied Physics B 90, 573–580, 2008.

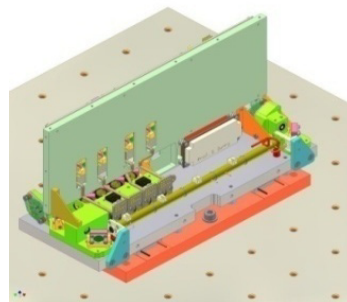
Par la suite, nous avons développé la version CO<sub>2</sub> de PicoSDLA (globalement c'est la même sonde que pour la vapeur d'eau mais la longueur d'onde de la diode est changée) qui a été testée pendant cette même campagne de printemps à Kiruna en 2010.

Avec le soutien du CNES (TOSCA) et de l'INSU, nous avons ensuite développé la version méthane de PicoSDLA en utilisant un laser DFG de très haute compacité acheté aux USA. L'étape suivante consiste maintenant à tester en vol le prototype développé par le GSMA et la DT-INSU pour la mesure in situ du méthane en 2011.

Le développement des sondes Pico-H<sub>2</sub>O nous a amené à proposer un projet ANR Tropico qui a été accepté en juin 2010 pour une mise en œuvre de ces instruments à Bauru (Brésil) durant une longue période de mesure (6 mois). Cela se fera dans le cadre d'une coopération franco-brésilienne. La DT est impliquée en tant que partenaire de ce

projet.

Aussi, ce type d'instrumentation de mesure *in-situ* a été proposé en 2007 dans le cadre de la Coopération Franco Russe Mission spatiale **PHOBOS GRUNT**. Ce projet est soutenu par le CNES. Un modèle de vol a été livré et installé dans le Gas Analytic Package pour l'étude des gaz issus des roches du sol (mesure après pyrolyse de H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, acétylène et isotopes de H<sub>2</sub>O et CO<sub>2</sub>). Le lancement est prévu à l'automne 2011.



Instrument TDLA Phobos

Les perspectives, pour les années à venir pour cette activité diode laser au sein de la DT, seront orientées autour de R&T sur des diodes Quantum Cascade Laser qui permettront d'atteindre des instruments très compacts qui pourront être intégrés sur d'autres porteurs.

### CAMPAGNES :

2007 : PicoSDLA-H<sub>2</sub>O : vol technologique, juin 2007, Aire sur l'Adour

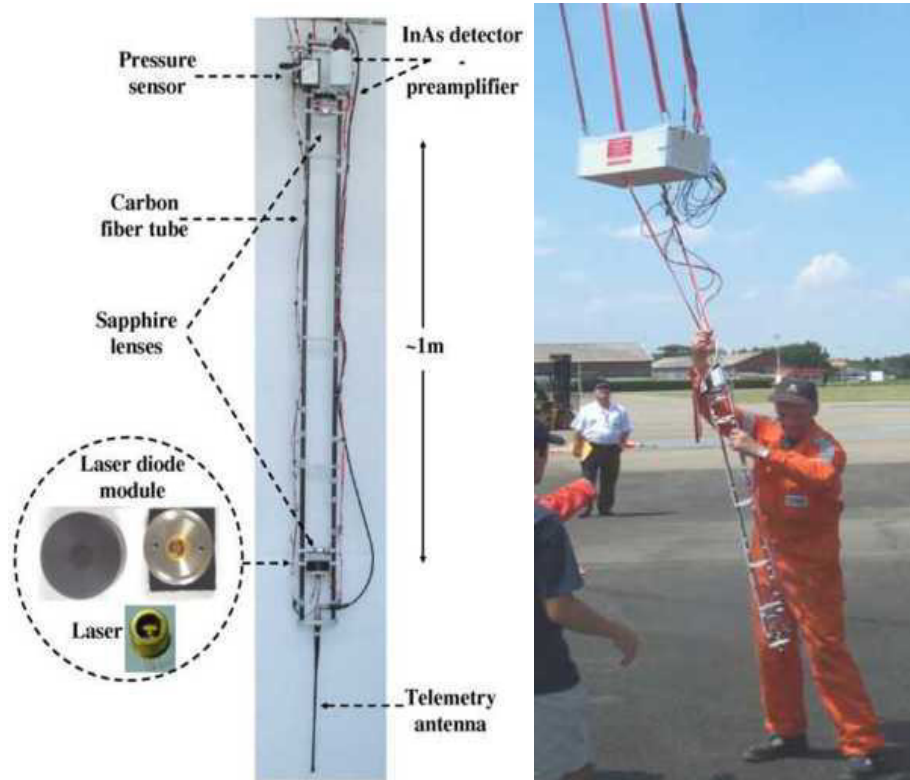
PicoSDLA-H<sub>2</sub>O : campagne inter comparaison vapeur d'eau, octobre 2007, Karlsruhe, Allemagne

2008 : PicoSDLA-H<sub>2</sub>O : vol ENVISAT a bord de TRIPLE (Université de Francfort), juin 2008, Teresina, Brésil

2009 : PicoSDLA-H<sub>2</sub>O : vol a bord de TRIPLE (Université de Francfort), mars 2009, Kiruna, Suède

2010 : PicoSDLA-H<sub>2</sub>O : 2 vols comparatifs à ELHYSA (LPC2E), avril 2010, Kiruna, Suède

2011 : PicoSDLA-H<sub>2</sub>O : vol technologique, avril 2010, Kiruna, Suède



*A gauche : sonde PicoSDLA-H2O, et à droite : lancement de la sonde PicoSDLA-H2O*

Contact :  
Nadir Amarouche : amarouche@dt.insu.cnrs.fr

## 2.3 SCIENCES DE LA TERRE

### 2.3.1 RESIF VELOCIMETRIE

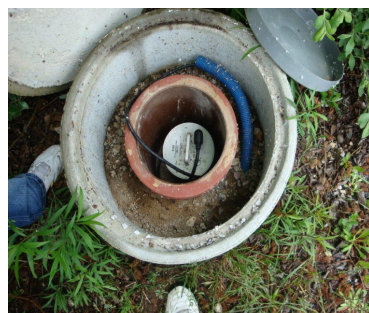
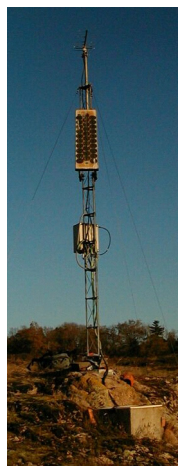
#### CONTEXTE

Les années 2008-2009 ont vu se structurer la Très Grande Infrastructure de Recherche RESIF, Réseau Sismologique et géodésique Français, pour l'étude et l'observation de la géophysique métropolitaine. En font partie non seulement les réseaux géophysiques permanents (RéNaSS : Réseau National de Surveillance Sismique ; RLBP : Réseau Large Bande Permanent ; RAP : Réseau Accélérométrique Permanent ; RENAG : Réseau National GPS) mais aussi les parcs géophysiques mobiles qui viennent régulièrement renforcer le dispositif permanent lors de campagnes de mesures.

Objet d'une convention en cours de signature entre 17 partenaires français, RESIF sera la contribution française à l'infrastructure européenne de recherche EPOS, European Plate Observatory System.

Au sein de cette TGIR, le RéNaSS est une fédération de petits réseaux constitués de capteurs courte période devenus obsolètes et limités à la localisation de séismes régionaux.

Or, la sismologie moderne s'appuie sur des capteurs large bande qui, bien répartis sur l'ensemble du territoire, permettraient l'imagerie des structures géologiques souterraines.



Station courte période, Saint Goulin (63) et détail sur un capteur courte période, Sultz (67)

Ainsi est né le projet de construction de la partie vélocimétrie de l'antenne sismologique permanente de la Très Grande Infrastructure de Recherche (TGIR) RESIF.

Cette antenne vélocimétrique sera constituée d'environ 200 stations large bande. Une cinquantaine d'entre elles constitueront l'ossature de l'antenne. Elles seront réparties de façon homogène sur l'ensemble du territoire et devront présenter un très faible niveau de bruit à longue période. La distribution des 150 autres stations sera modulée entre autres par la sismicité régionale. L'antenne intégrera la trentaine de stations large bande existantes (Réseau Large Bande Permanent), et utilisera, dans la mesure du possible, les sites actuellement occupés par des stations courte période (notamment celles du Réseau National de Surveillance Sismique), permettant ainsi de maintenir une continuité des points de mesure.

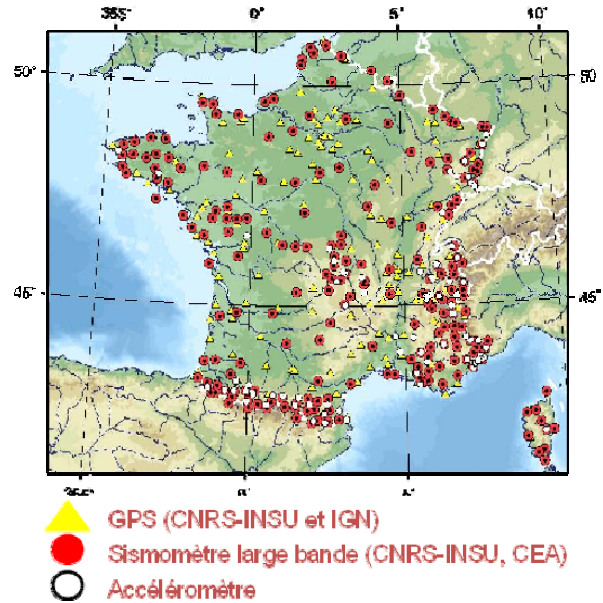
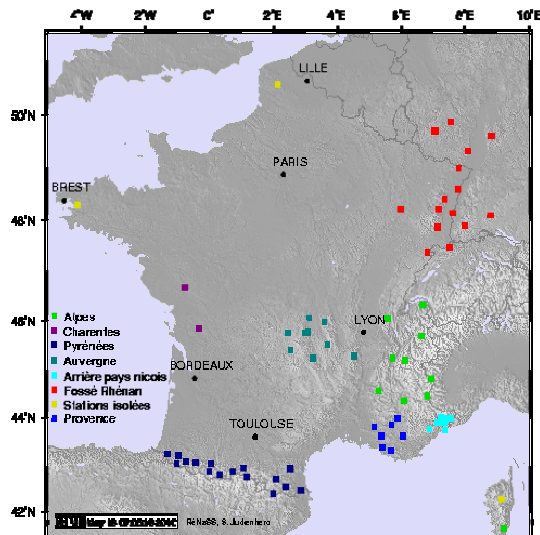


Station large bande de l'Institut Géologique Catalan.

Ainsi, l'innovation du projet RESIF-vélocimétrie réside dans la création d'un réseau national techniquement homogène avec les outils de supervision et de maintenance nécessaires à l'exploitation d'un réseau de cette ampleur. Une première projection nous donne une livraison de l'ensemble de cette antenne vélocimétrique en 2018 pour un coût consolidé de 13 M€.



## Les projets : Sciences de la Terre

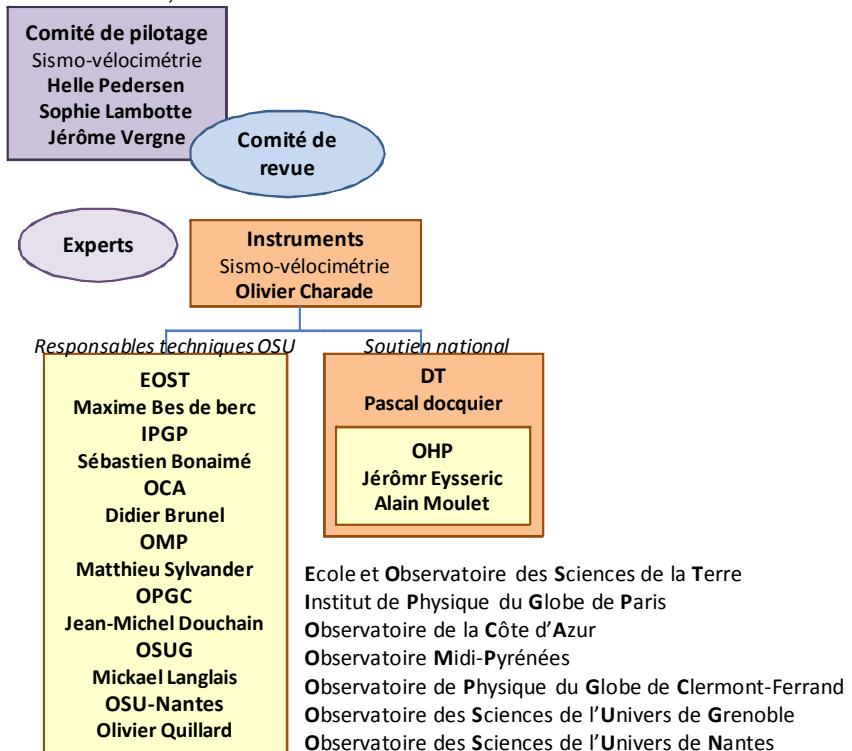


A gauche le réseau RéNaSS, à droite la TGIR RESIF incluant le futur réseau vélocimétrique (en rouge)

### AVANCEMENT DU PROJET

La communauté des sismologues avait demandé en 2009 un soutien national pour toute la partie infrastructure/bâti de ce futur réseau. L'INSU a attribué à la DT un poste d'IE BAP G pour répondre à ce besoin, et un chef de projet en instrumentation a été nommé pour coordonner l'action technique de tous les OSU impliqués. Deux personnes de l'Observatoire de Haute Provence, en instrumentation et en

électronique, viennent renforcer à mi-temps le soutien national coordonné par la DT. L'équipe projet de la DT a, depuis la réunion de lancement fin mai à Strasbourg, effectué le tour des OSU pour se présenter et présenter la démarche projet appliquée au réseau vélocimétrique.



Structure de management du projet RESIF-velocimétrie



L'organisation, tant au niveau projet qu'au niveau RESIF, a été définie et un certain nombre d'études ont commencé (bâti, sûreté du site, continuité de service des équipements, supervision) au fur et à mesure de la rédaction de la Spécification Technique du Besoin. La réduction des coûts grâce au facteur d'échelle est également à l'étude : négociation des coûts de télécom, de certification des installations, etc.

Une étape préalable à l'ensemble du projet est l'identification des sites à instrumenter, nécessitant de la prospection et en particulier des démarches auprès des collectivités territoriales ainsi que des mesures sur le terrain. Ainsi, sur le budget de 230 k€ affecté au projet en 2010, 100 k€ ont été consacrés à l'acquisition de 5 stations sismologiques « de campagne » pour accélérer cette phase de prospection. Il a également été décidé d'investir dans la

création d'un site pilote pour valider les concepts de construction (préfabriqué ou non, béton ou matériaux composites, etc.). De nombreuses missions ont été organisées pour la formation de l'équipe projet lors d'interventions des OSU sur des stations existantes. Dans les Alpes, le soutien de nos collègues de l'OHP a même été demandé pour un projet sismologique INTEREG (RISE) sur financement de ce projet. Les capacités de notre soutien national sont donc appréciées. Des missions en Espagne et en Italie ont également été organisées pour avoir un retour d'expérience sur les stations large bande construites depuis 10 ans dans ces pays.

Contact :  
Olivier Charade : [charade@dt.insu.cnrs.fr](mailto:charade@dt.insu.cnrs.fr)

r

## 2.3.2 SONDE PIV EN FORAGE (PARTICLE IMAGE VELOCIMETRY)

### OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

L'objectif est de réaliser une sonde de mesure des vitesses d'écoulement en forage basée sur la vélocimétrie par image de particules (PIV) ou par poursuite de particules dans le temps (PTV). Ce projet fait partie des différentes actions menées au sein de l'Observatoire de Recherche en Environnement H+ visant à caractériser et à modéliser les transferts et la réactivité des eaux dans les aquifères hétérogènes. Ce nouvel outil permet de mesurer les vitesses d'écoulement de l'eau en forage. Il est crucial d'observer les variations de vitesses dans les aquifères hétérogènes tels que les milieux fracturés pour comprendre le transport de solutés dans le sous-sol : les vitesses les plus rapides conditionnent le temps minimal que peut mettre une pollution à atteindre un puits d'adduction en eau potable, tandis que les vitesses les plus lentes conditionnent le temps de rémanence des polluants dans le sous-sol. Comme les vitesses d'écoulements dans le sous-sol sont le plus souvent lentes (inférieures au cm/s) et très variables, l'objectif technique est de réaliser un outil qui permette de mesurer des vitesses d'écoulement très lentes sur une gamme de mesure aussi large que possible.

### PRINCIPE DE LA SONDE

La sonde est équipée d'une caméra CCD dont la position verticale est commandée par un moteur à déplacement micrométrique. L'objectif est de mesurer la vitesse de déplacement de particules entraînées par l'écoulement. Cet instrument innovant permet de réaliser des mesures de vitesses d'écoulements en trois dimensions sur une colonne d'eau de 45 cm de hauteur.

L'instrument réalisé permet de quantifier, par traitement d'images, les flux horizontaux (X,Y) à différents niveaux verticaux (Z) de la colonne d'eau observable. Le plan de mesure est défini par le positionnement vertical de la caméra à focale fixe. Son déplacement sur un rail motorisé est indépendant du positionnement du reste de la sonde, ce qui est essentiel pour ne pas perturber les écoulements à chaque niveau étudié. L'intégralité de la hauteur d'eau observable est ainsi balayée manuellement ou automatiquement à la vitesse souhaitée. Les zones d'intérêts sont alors rapidement localisées. Un déplacement plus fin par pas est ensuite disponible afin d'optimiser l'ajustement de position. Le déplacement de l'éclairage sur les rampes de LEDs est également asservi au positionnement du plan focal de la caméra, car la lumière doit être concentrée autour de la

zone de mesures pour limiter la diffusion. La défocalisation des particules (variation du diamètre, aspect de plus en plus flou) permet de quantifier la composante verticale en Z (tests à poursuivre). L'instrument est également équipé de capteurs supplémentaires pour le suivi et la mesure des propriétés du fluide (CPT : conductivité, pression, température), et pour caractériser l'inclinaison et l'orientation de la sonde (compas).

### DESCRIPTION TECHNIQUE

La sonde est constituée de quatre parties :

- Compartiment supérieur : convertisseur d'alimentation DC/DC (batteries en surface), transmission Giga Ethernet et rs422 sur au moins 100 m de distance (entre sonde et surface), compas, carte cerveau à microcontrôleur, moteur de positionnement vertical de la caméra.
- Compartiment central : caméra CCD montée sur rail motorisé et vis à bille.
- Zone de mesures : une barre de soutien et deux tirants optiques étanches de 20 LEDs à intensité ajustable et à commande individuelle pour un éclairage latéral du plan focal avec des perturbations thermiques réduites.
- Compartiment inférieur : cartes de commande des rampes de LEDs, capteurs complémentaires (CPT) pour la caractérisation du milieu.

### ACTIVITES

Le projet a démarré en 2005 et a été confié à l'équipe développement instrumental de la DT-Brest : conception et réalisation de toute la sonde (mécanique, électronique, optique, programmation embarquée, interfaces), participation aux essais de mise en œuvre sur site naturel.

Le laboratoire de Géosciences Rennes a qualifié la sonde sur banc d'essai, mis au point les mesures de vitesses de flux par analyses d'images selon les principes de PIV ou de PTV (thèse de Sébastien Ruelleu soutenue en juillet 2010).

L'activité prévue après 2010 consistera à modifier la partie basse de la sonde pour la rendre plus robuste et fiabiliser les opérations sur le terrain.

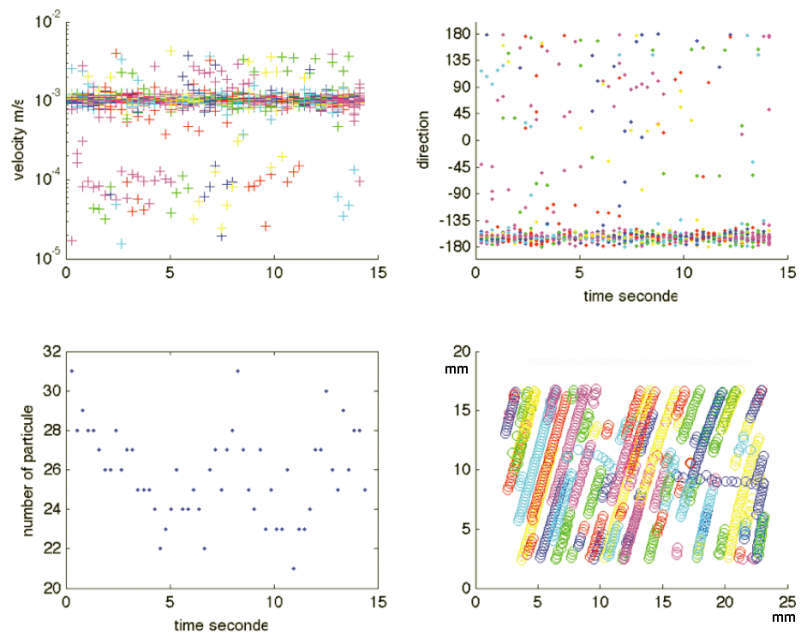
#### Contacts DT Brest :

Christine Drezen, christine.drezen@dt.insu.cnrs.fr  
Michel Calzas, michel.calzas@dt.insu.cnrs.fr  
Responsable scientifique Géosciences Rennes  
UMR6118 : Olivier Bour, olivier.bour@univ-rennes1.fr

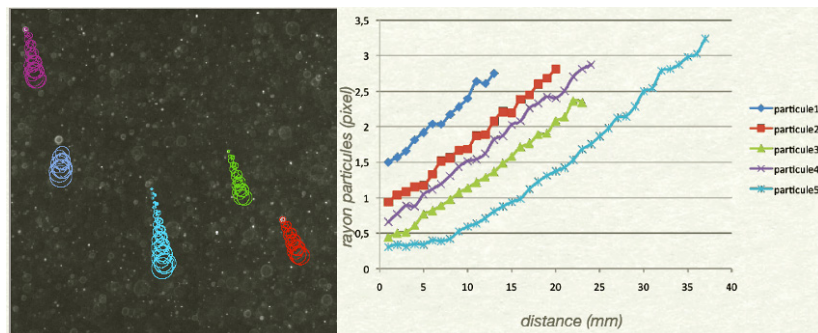


sonde PIV

<p><b>Essai de la sonde PIV au puits de Beaulieu</b></p> <p>LED 60 mA T intégration : 501 ms Image : 640x480 pixels trigger interne : 1,67 FPS</p>		
	<p>Focalisation au milieu de la colonne d'eau (LED 18), profondeur 28,30 m attente de stabilisation du flux</p>	<p>Focalisation en haut de la colonne d'eau (LED 38), profondeur 28,05 m flux établi</p>



**Exemple d'analyse en 2D par PTV (Vélocimétrie par Poursuite de particules dans le Temps)** basée sur le suivi des trajectoires d'une image à l'autre. Le résultat donne des informations sur l'orientation, la vitesse, l'évolution des trajectoires dans le temps. Cette méthode est adaptée aux milieux pauvres en particules.



**Exemple d'analyse 3D avec composante verticale (méthode à l'essai) :** basée sur la mesure des variations du diamètre des particules qui s'éloignent du plan focal. La vitesse est évaluée à partir de la période de prise de vues et d'une courbe de calibration (variation linéaire du diamètre des particules en fonction de la distance d'éloignement au plan focal). La méthode est valable car la focale est fixe, et parce que les tâches diffuses des particules en dehors du champ de netteté sont toujours visibles sur 2 à 3 cm d'épaisseur dans la zone éclairée par les LEDs.

### 3 EXPERTISES ET SPECIALITES

#### 3.1 BUREAU D'ETUDES

##### 3.1.1 DESCRIPTION

Le Bureau d'Etudes a en charge la conception de tout ou partie de la mécanique des instruments au profit des projets confiés à la Division Technique de l'INSU. L'effectif du groupe à Meudon comprend 4 projeteurs, ingénieur et technicien, un docteur spécialisé en calcul numérique et un apprenti ingénieur. L'effectif du groupe de Brest comprend 3 projeteurs et ingénieurs spécialisés en technologies marines.

##### 3.1.2 MOYENS

Le bureau d'études fonctionne avec plusieurs logiciels, ce qui permet une plus grande souplesse de communication avec les partenaires des laboratoires et les sous-traitants.

Le parc de licences installées comprend :

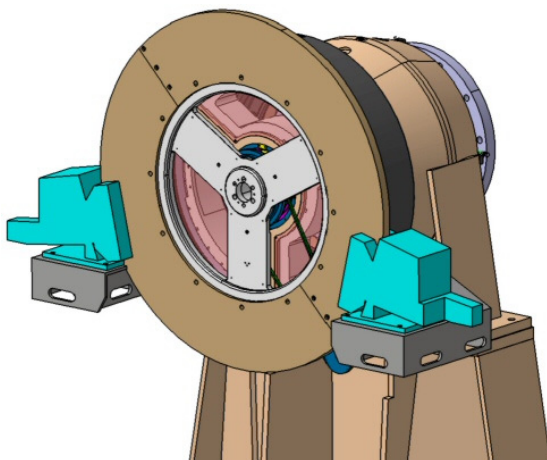
Un serveur avec 20 licences flottantes du logiciel de CAO (Conception Assistée par Ordinateur) Inventor de l'éditeur AutoDesk. Ces licences sont aussi utilisées par les électroniciens.

7 licences du logiciel de CAO Catia de la société Dassault Systèmes.

4 licences du logiciel de CAO Solidworks de Dassault Systèmes.

2 licences de FAO (Fabrication Assistée par Ordinateur) du logiciel Esprit de DP Technology.

Une licence du logiciel NX de la société Siemens PLM Software pour les calculs par éléments finis.

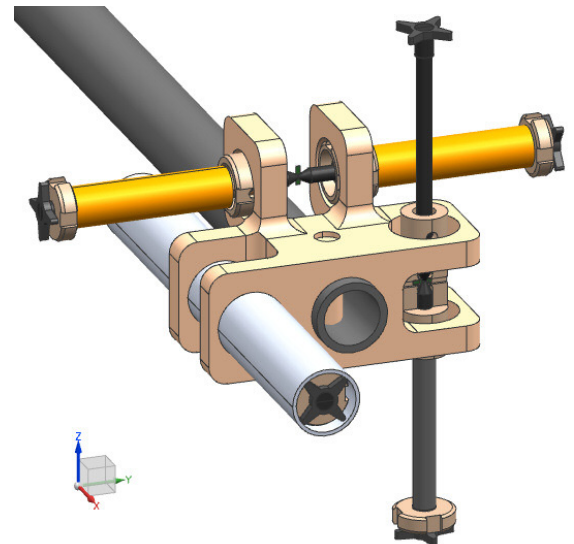


##### 3.1.3 ACTIVITES

Sur la période 2007-2010, les demandes de soutien à la Division Technique ont été nombreuses.

Ainsi, dans le domaine Océan-Atmosphère, les études ont concerné les projets AMOVOC, PCO2, MONA, AVIRAD, les lidars LNG et Léandre 2, FLUX, OPTIMISM, la station benthique, PHAlc, Nivmer, PivDef, OPAL.

En Astronomie-Astrophysique, le bureau d'études a conçu des ensembles mécaniques pour les projets du télescope de métrologie optique MEO, la première version de la structure de l'instrument MOMA (dans le cadre de la mission Exomars), et la poursuite des projets HERSCHEL et MARBL.



Contacts :

Nicolas Geyskens

[nicolas.geyskens@dt.insu.cnrs.fr](mailto:nicolas.geyskens@dt.insu.cnrs.fr)

Michel Calzas

[michel.calzas@dt.insu.cnrs.fr](mailto:michel.calzas@dt.insu.cnrs.fr)



## 3.2 ATELIER DE MECANIQUE

### 3.2.1 DESCRIPTION

L'atelier de mécanique de la Division Technique de l'INSU est issu de l'ancien Atelier des Prototypes. Avec un effectif de 5 mécaniciens, il est spécialisé dans la réalisation de prototypes et de pièces de laboratoire, ainsi que dans le montage et l'intégration des instruments.



Vue d'une partie de l'atelier

### 3.2.2 MOYENS

Le parc des machines de production permet de réaliser les opérations suivantes :

Fraisage numérique : il s'agit d'un centre d'usinage à commande numérique équipé des 3 axes linéaires de base et d'un 4ème axe en rotation (capacité de 500 mm sur les 3 axes).

Tournage numérique : c'est un tour d'usinage à commande numérique équipé de 2 axes linéaires de base avec une tourelle porte-outils fixe (capacité de 700 mm de course).

Fraisage traditionnel et pointage

Tournage traditionnel

Sciage à ruban et alternatif

Depuis 2008, le service mécanique est doté d'un bras de mesure 3D d'une capacité de  $\varnothing$  1,8 m et d'une précision de +/- 25  $\mu$ m.

Comme équipements divers, on peut noter la présence de :

Microbilleuse

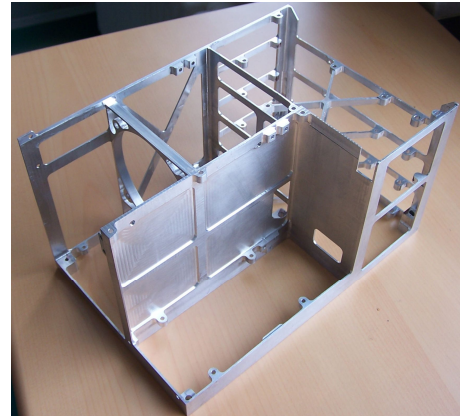
Moyens de contrôle traditionnels

Projecteur de profil

Tour à meuler

Poste de soudure

Différents appareils portatifs



Structure de MOMA usinée dans la masse

Tous les métaux sont usinés pour répondre aux besoins du service. Ce sont, par ordre d'importance, les alliages d'aluminium, les aciers inoxydables, les alliages de titane, les plastiques et synthétiques divers.

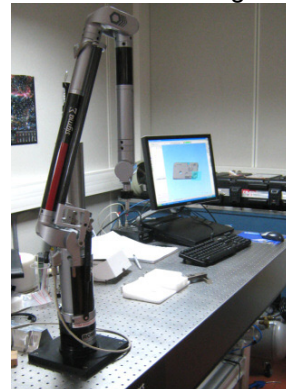
### 3.2.3 ACTIVITES

Suite aux demandes de soutien des laboratoires à la Division Technique, de 2007 à 2010, les principales activités de l'atelier de mécanique ont été les suivantes :

Réalisation de divers supports, attaches, brides, capots, radiateurs, etc, pour les projets RALI, MONA, LEANDRE, SAMU.

Montage et intégration des instruments de Micro-SDLA et Pico-SDLA, des instrumentations et baies embarquées destinées à RALI, MOMA, OPTIMISM, AVIRAD, Mesure de flux, etc.

Formation du personnel au logiciel Esprit, passerelle entre la CAO et l'usinage numérique, au logiciel Catia et à l'utilisation du nouveau bras de métrologie.



Bras de mesures 3D.

Contact : Nicolas Geyskens  
nicolas.geyskens@dt.insu.cnrs.fr

### 3.3 EXPERTISE EN CALCUL DE STRUCTURES

#### 3.3.1 OBJECTIFS

Le spécialiste en calcul de structures à la Division Technique est susceptible de répondre à l'ensemble des ingénieurs ayant des problèmes de conception à résoudre dans le domaine de la mécanique, de la thermique et des fluides.

#### 3.3.2 MOYENS

L'outil central de simulation numérique dans ce domaine à la DT est le logiciel NX, en version 7.5, actuellement produit et développé par Siemens PLM Software, et qui intègre le solveur NX Nastran.

Les principaux modules installés sont les suivants :

Géométrie surfacique et volumique.

Maillage en éléments finis, conditions aux limites, propriétés des matériaux, etc.

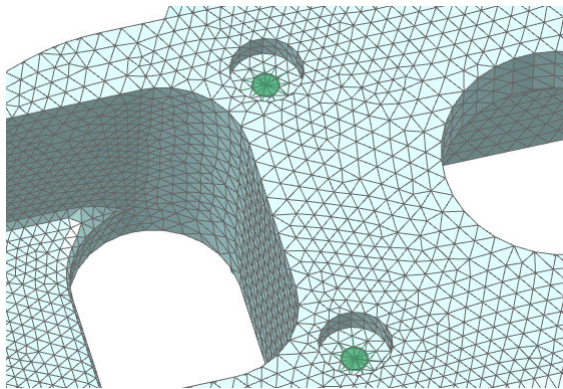
Mécanique statique et dynamique, flambage, réponses transitoires, etc.

Problèmes linéaires (petits déplacements) et non-linéaires (grands déplacements).

Thermique stationnaire et transitoire (conduction, convection et radiation).

Ecoulement de fluides laminaires ou turbulents, couplé ou non avec la thermique.

Post-traitement des résultats.

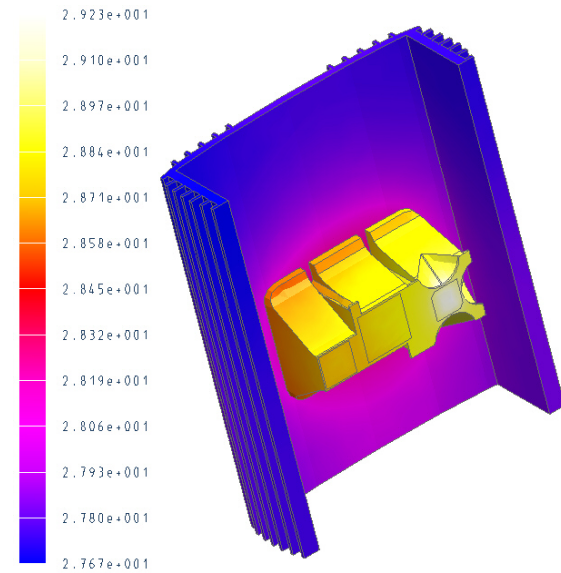


Détail du maillage volumique d'un adaptateur de sonde aéroportée

La station de travail sur laquelle est installé NX est une Dell Precision 690 à processeur Xeon exploitée sous Windows XP.

En complément, le logiciel de programmation MATLAB version 7.5 est utilisé pour développer des opérations mathématiques spécifiques, traiter certains

résultats et générer des graphiques 2D et 3D incorporables dans les rapports.



Refroidissement du radiateur d'une carte électronique

#### 3.3.3 ACTIVITES

Sur la période 2007-2010, les activités de calcul de structures ont été très diversifiées. La quasi-totalité de ces travaux se sont déroulés en phase de définition préliminaire ou définition détaillée du projet, en vue de valider un concept en fonction des spécifications et des contraintes environnementales. Des rapports de certification ont été produits et fournis à SAFIRE, DGAC ou CNES. Voici quelques exemples :

Océan-Atmosphère : AVIRAD (profils d'écoulement dans le nouveau répartiteur de prélèvement de la veine), OPTIMISM (estimation de la traînée du mât), PIP (simulation de l'écoulement de l'air autour des capteurs), MOMA-GC (analyse dynamique de la structure et calculs de réponses spectrales), Pico-SDLA (justification mécanique de la cellule optique de la nacelle).

Astronomie-Astrophysique : MEO (analyse statique d'un support de frein), CIDRE (simulations thermiques d'un substrat monté sur cryostat).

Contact : Christophe Berthod  
christophe.berthod@dt.insu.cnrs.fr

### 3.4 EXPERTISE EN ELECTRONIQUE

#### 3.4.1 DESCRIPTION

Le groupe instrumentation scientifique est composé au total de 22 IT. L'effectif des Ingénieurs et Techniciens de la Division Technique spécialisé en électronique / instrumentation, réparti sur les 3 centres, compte 10 IT et un apprenti ingénieur dont le cœur de métier est l'électronique.

Les tâches qui leur sont confiées couvrent un large spectre de spécialités de l'électronique (analogique, numérique, automatisme, commande moteurs), ainsi que de l'informatique industrielle et embarquée.

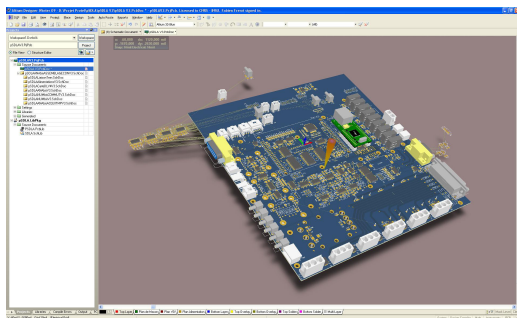
Ces tâches s'adressent à l'ensemble des projets et instruments qui sont développés ou gérés par la Division Technique.

Les responsabilités de ces ingénieurs se retrouvent à différents niveaux dans les projets :

- Responsabilité de projet, Instrument du projet (Work Package)
- Prise en charge de la chaîne d'acquisition du signal du capteur jusqu'à la donnée informatique
- Réalisation de modules électroniques
- Participation aux campagnes de mesures des instruments développés

#### 3.4.2 MOYENS

Les systèmes électroniques sont simulés, conçus et développés avec les outils CADENCE (Spice, Orcad), Altium (CAO, Routage), MaxPlus (FPGA famille Altera).



Exemple de réalisation : Carte pico-CH4 Altium

Les systèmes de contrôle commande / acquisition à base de microcontrôleur / processeur sont développés sur des plateformes cibles Motorola (famille 68000, persistor), Intel (famille x86, Tern, PC embarqué), Campbell (centrale CR1000), famille PIC.

Les systèmes d'exploitation utilisés pour ces développés sont souvent propriétaires (OS9, Paradigm C++, Basic CR1000, Compilateur C).

Les Interfaces Homme Machine nécessaires au bon contrôle commande des instruments sont réalisés avec les outils : Visual C++, Labview.



Exemple d'interface : Panneau Contrôle Commande

Le traitement et inversion des données scientifiques sont principalement effectué avec Matlab.

Nous disposons aussi de moyens de mesures, de salles électroniques, d'un four à refusions pour la réalisation de cartes CMS.

#### 3.4.3 ACTIVITES

Dans le cadre de l'expertise en électronique, les IT développe plusieurs types de cartes électroniques :

- Carte mère des systèmes à micro-processeurs,
- Carte combinant la conversion analogique / numérique rapide (20 MHz) et la transmission de ces données via un FPGA
- Carte préamplificateur bas bruit à l'interface du capteur physique (photodiode, PM, ...)
- Carte d'interface avec les systèmes numériques

Les personnels experts en électronique réalisent les systèmes en collaboration avec leurs collègues mécaniciens et en lien avec les laboratoires avec lesquels ils travaillent sur les instruments.

Ils proposent des projets conjointement aux laboratoires SDU (ANR, Equipex, R&D CNES). Ils réalisent les R&D en amont des projets d'instrumentation sur budget propre ou budget R&D de la Division Technique. La liste des réalisations au sein des instruments ne sera pas détaillée ici, mais figure dans les différents projets.

Contacts :

amarouche@dt.insu.cnrs.fr

abchiche@dt.insu.cnrs.fr

christine.drezen@dt.insu.cnrs.fr

## 3.5 SERVICE INFORMATIQUE

### 3.5.1 DESCRIPTION

Ce service commun aux trois sites existe depuis 2009.

Sa mission est de mettre des ressources informatiques à la disposition des utilisateurs, des services et des projets. Il doit aussi veiller à la continuité de ces services. Il est composé d'ingénieurs détachés sur des projets et d'agents pour l'administration systèmes et réseau (mail, web, ftp, authentification, vpn, téléphonie), la gestion de parc, l'assistance aux utilisateurs et le support pour des développements logiciel. En 2011, Il compte onze agents permanents (8.6 ETP) et deux non permanents. Ces agents sont répartis sur les trois sites.

Le service informatique a aussi en charge une partie du matériel informatique embarqué sur les navires de la flotte de l'INSU.

### 3.5.2 MOYENS

Les sites de Meudon et La Seyne sur Mer disposent de leur propre accès à RENATER et un VPN permet les communications sécurisées entre les deux sites.

#### **Meudon**

Le site de Meudon dispose d'une architecture virtualisée à base de serveurs en lame DELL, d'une baie de stockage NETAPP et de la plate-forme logicielle VMware. Cette architecture flexible et évolutive a beaucoup d'intérêts. D'une part, elle permet de répondre rapidement aux besoins de plus en plus croissants de la part des utilisateurs pour de nouveaux services. D'autre part, elle apporte une meilleure disponibilité pour les applications critiques. Et enfin, elle permet de réaliser des économies dans l'achat et la maintenance de matériels.

L'archivage des données critiques est réalisé quotidiennement par un serveur NEC et une librairie de bandes DELL.

Le parc informatique est composé d'une quarantaine de postes de travail sous Windows principalement, et d'une dizaine de périphériques d'impressions (copieurs, imprimantes, traceur). Ces équipements sont inter-connectés sur un réseau en 100 Mégabits.

L'ensemble des bureaux et des salles de réunion du site sont équipés de prises réseaux. Des bornes Wifi sont également présentes aux abords des salles de réunion et d'espaces communs afin d'offrir un accès à Internet.

#### **La Seyne sur Mer**

Le site de La Seyne sur Mer dispose aussi d'une architecture virtualisée. Le parc informatique compte une trentaine de postes sous Windows et quelques machines sous Mac OS X. Il dispose de quatre imprimantes en réseau.

#### **Brest**

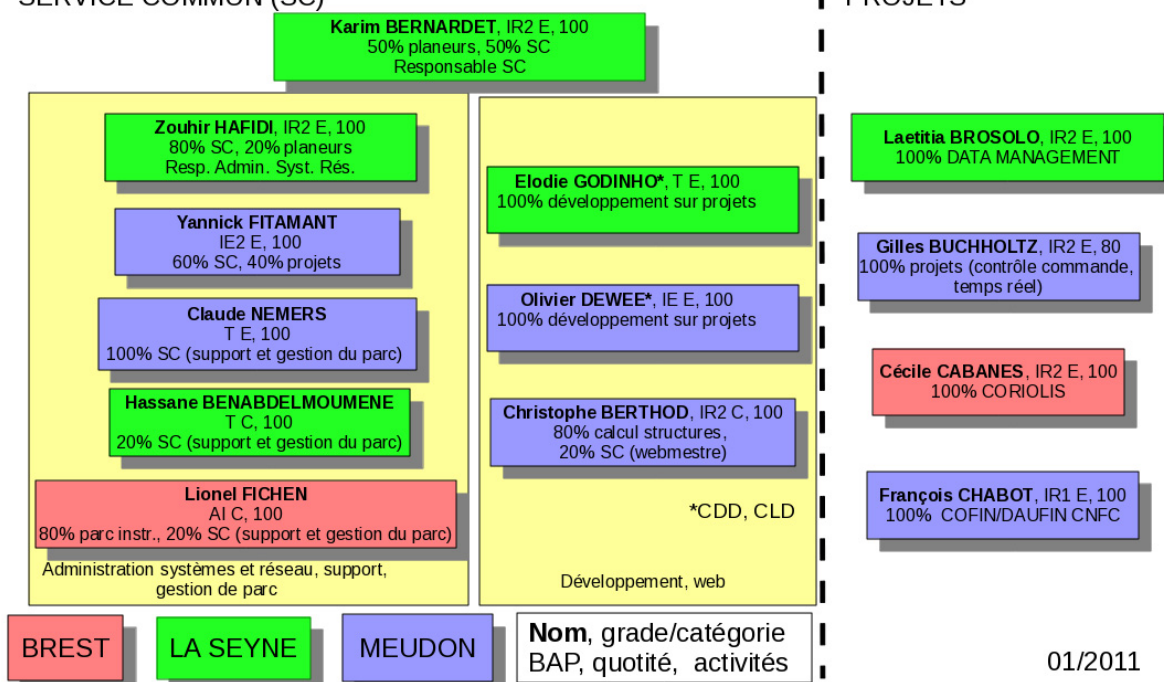
Le parc du site de Brest compte une quarantaine de postes sous Windows. Basé dans l'Institut polaire français Paul Émile Victor, il ne dispose pas actuellement de son propre accès RENATER.



# SERVICE INFORMATIQUE

SERVICE COMMUN (SC)

PROJETS



Organigramme du service informatique

## ACTIVITES

En 2009, l'infrastructure informatique a été mise en place pour le pilotage des planeurs sous marins à La Seyne sur Mer et le développement de l'architecture logicielle de pilotage déportée à terre, elle est basée sur le protocole XMPP.

En 2009 et 2010, l'infrastructure informatique du site de Meudon a été mise à niveau : solutions techniques basées sur la virtualisation, nouvelle architecture réseau, archivage sur bande, serveur de fichiers performant, visioconférence et migration dans une nouvelle salle informatique.

L'activité planeurs sous-marins et le développement de nouveaux projets à La Seyne sur Mer ont nécessité des raccordements à RENATER : via le réseau régional SHERPAA en 2009 puis un accès direct vers Marseille en 2010 (arrêt du réseau SHERPAA fin 2010).

Il y a eu aussi le développement et l'hébergement de sites web pour les projets suivants : MISTRALS, C2FN, EGO, pilotage pour les planeurs, BFI, CHARMEX ... et la mise en place de l'infrastructure informatique pour le projet ALBATROSS à l'institut Michel Pacha à La Seyne sur Mer. Pour ce projet, le contrôle-commande pour le module instrumenté sous-marin a été développé par le service.

Le service a aussi développé ou installé des logiciels pour les besoins internes de l'unité (planning, REDMINE).

De plus, les agents ont contribué à des projets qui sont mentionnés dans ce document (CAUFIN-DAUFIN, CORIOLIS, ...).

Contact :  
Karim Bernardet  
karim.bernardet@dt.insu.cnrs.fr

## 4 GESTION ET IMPLEMENTATION DE PLATES-FORMES ET PARCS NATIONAUX, TGIRs

### 4.1 LES BATEAUX

#### 4.1.1 OBJECTIF SCIENTIFIQUE

L'accès à la flotte des navires de l'INSU, labellisée plate-forme nationale, permet à la communauté scientifique de contribuer à une meilleure gestion de la bande côtière et de déterminer le rôle des océans dans le fonctionnement global de la planète. La Division Technique de l'INSU opère une flotte de 12 navires répartis sur les deux façades Méditerranée et mer du Nord Manche Atlantique.

La communauté dispose en moyenne de 1000 jours de mer par façade à bord de ces navires. Ces moyens nationaux contribuent également à l'enseignement de 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> cycle des universités.

L'évaluation scientifique des demandes de campagnes à la mer est réalisée par la Commission Nationale de la Flotte Côtière (CNFC) instance résultant de la fusion des comités inter régionaux (CIRMAT et CIRMED).

#### 4.1.2 LES NAVIRES DE L'INSU

Par l'intermédiaire de sa Division Technique, l'INSU arme des navires de recherche dans le domaine côtier. Ces navires sont classés en quatre catégories distinctes.

##### LES NAVIRES DE FAÇADES

**N/O COTE D'AQUITAINE** (19 m) construit en 1980. Sa conception particulière et son faible tirant d'eau en font le navire spécialement adapté au travail en rivière et dans les eaux chargées. Il opère en Manche/Atlantique et peut embarquer 12 personnes dont 6 scientifiques. Il a été désarmé en juillet 2009 sans être remplacé à l'heure actuelle

**N/O TETHYS** (25 m) construit en 1993. Il a été le point de départ du plan de renouvellement de la flotte INSU. Il est capable d'embarquer 15 personnes dont 8 scientifiques pour des missions de plusieurs jours. En 1995 il a été équipé d'un ADCP de coque ainsi que d'une station Batos Météo France. L'ensemble des données issues de l'instrumentation fixe embarquée sont traitées par le service instrumentation sur le site de La Seyne. Ces données après traitement sont mises à disposition de l'ensemble de la communauté. Le navire opère principalement sur la façade Méditerranée.

**N/O COTES DE LA MANCHE** (25 m) construit en 1997. Navire moderne, automatisé doté d'une autonomie de 10 jours, il peut embarquer 15 personnes dont 8 scientifiques pour des missions de plusieurs jours. Le pont arrière a été étudié pour pouvoir embarquer un conteneur de chimie propre de 10 pieds. Ce navire a été re-motorisé et équipé d'un ADCP de coque en janvier et février 2010. Ce navire opère principalement en Mer du Nord/Manche/Atlantique.

##### LES NAVIRES COTIERS

**N/O SEPIA** (12,50 m) construit en 1981, coque plastique. Basé à Boulogne sur mer, ce navire a été l'objet, en 2002, d'une refonte de son système propulsif. La réfection complète des aménagements a débuté en 2006 et se prolongera jusqu'à fin 2007. Armé par 2 marins, il peut embarquer 10 membres du personnel spécial pour des sorties à la journée. Son rayon d'action se situe de la baie de Seine à la frontière belge.

**N/O ANTEDON II** (16,10 m) construit en 2004, coque en plastique. Ce navire moderne basé à Marseille et armé par trois marins a malheureusement connu des problèmes techniques de lignage au neuvage rendant impossible son exploitation. Le navire est dorénavant opérationnel depuis janvier 2007. Il est capable de travailler sur toute la façade méditerranéenne et peut embarquer du personnel spécial (12) pour des sorties de plusieurs jours sur le pourtour Méditerranée

**N/O NEOMYSIS** (12 m) construit en 2008, coque en plastique, ce navire remplace la Mysis âgée de 30 ans à la station de Roscoff. Ce nouveau navire instrumenté, moderne et confortable, permet d'effectuer des missions de plusieurs jours au large de Roscoff. Il est armé par deux marins et peut embarquer du personnel spécial (8).

##### LES NAVIRES DE STATIONS :

**N/O NEREIS II** (14 m) construit en 2000, coque plastique. Navire affecté à l'Observatoire de Banyuls où 80% de son activité est consacrée au chalutage. Navire polyvalent, il est le premier exemplaire des nouveaux navires des stations marines.

**N/O PLANULA** (11,90 m) construit en 2005, coque plastique, ce navire est affecté à l'observatoire d'Arcachon et navigue essentiellement intra bassin. Ce navire polyvalent est capable d'embarquer 18 personnes pour réaliser des sorties d'enseignement. Il est armé par deux marins professionnels depuis octobre 2005.

**N/O ALBERT LUCAS** (11,90 m) construit en 2009, ce navire est mutualisé entre l'IUEM et les AMP à Brest. Il est armé par deux marins et opère principalement en rade de Brest pour des missions à la journée. Il a la possibilité technique de sortir de la rade pour effectuer des missions en mer d'une durée inférieure à 24 heures.

#### LES EMBARCATIONS :

**N/O SAGITTA** (8,50 m) construction bois et **N/O VELELLE** (7 m) construction plastique. Ce sont les deux embarcations de l'Observatoire Océanologique de Villefranche-sur-mer. Chacune armée par un marin, elles assurent les prélèvements indispensables au travail scientifique de l'Observatoire, ainsi que le soutien logistique aux activités de plongée. Le renouvellement de la Sagitta est programmé dans un avenir proche

**N/O ARMANDIA** (9,44 m) construction bois. Embarcation armée par un marin, son activité consiste principalement au support de plongée du Centre d'Océanologie de Marseille

et à des prélèvements à proximité de Marseille.

**N/O RUFII II** (7,25 m) coque plastique. Affecté à l'Observatoire de Banyuls, cette embarcation sert principalement de support de plongée. Le pôle collectif de Banyuls dispose de 5 marins car cette station, Observatoire des Sciences de l'Univers, reçoit des stages d'étudiants et des chercheurs, toute l'année et ne ferme donc pas.

#### LE PERSONNEL

Les effectifs de l'armement sont les suivants :

Le capitaine d'Armement responsable de la gestion technique et administrative des navires.

L'ingénieur d'Armement responsable du suivi technique et de la maintenance des navires.

55 marins embarqués.

Une cellule administrative composée de 4 gestionnaires dédiées également à la gestion du site dans son intégralité.

Une gestionnaire est plus spécifiquement en charge du secrétariat de la CNFC.

Une équipe instrumentation embarquée composée d'ingénieurs et techniciens en charge de la maintenance des capteurs fixes installés sur les navires ainsi que du traitement et de l'archivage des données.

Tableau de comparaison des caractéristiques des navires de façades

Navires de façades		
	COTES DE LA MANCHE	TETHYS II
Mise en service	1997	1993
Longueur hors tout	24,90 m	24,90 m
Largeur	7,50 m	7,50 m
Jauge brute	144,36 tx	87 tx
Déplacement	230 t	224 t
Tirant d'eau	3,6 m	3,2 m
Autonomie	10 jours	10 jours
Vitesse maximum	11 nœuds	11 nœuds
Effectif		
Equipage	7	7
Personnel spécial	8	8

Tableau de comparaison des caractéristiques des navires côtiers







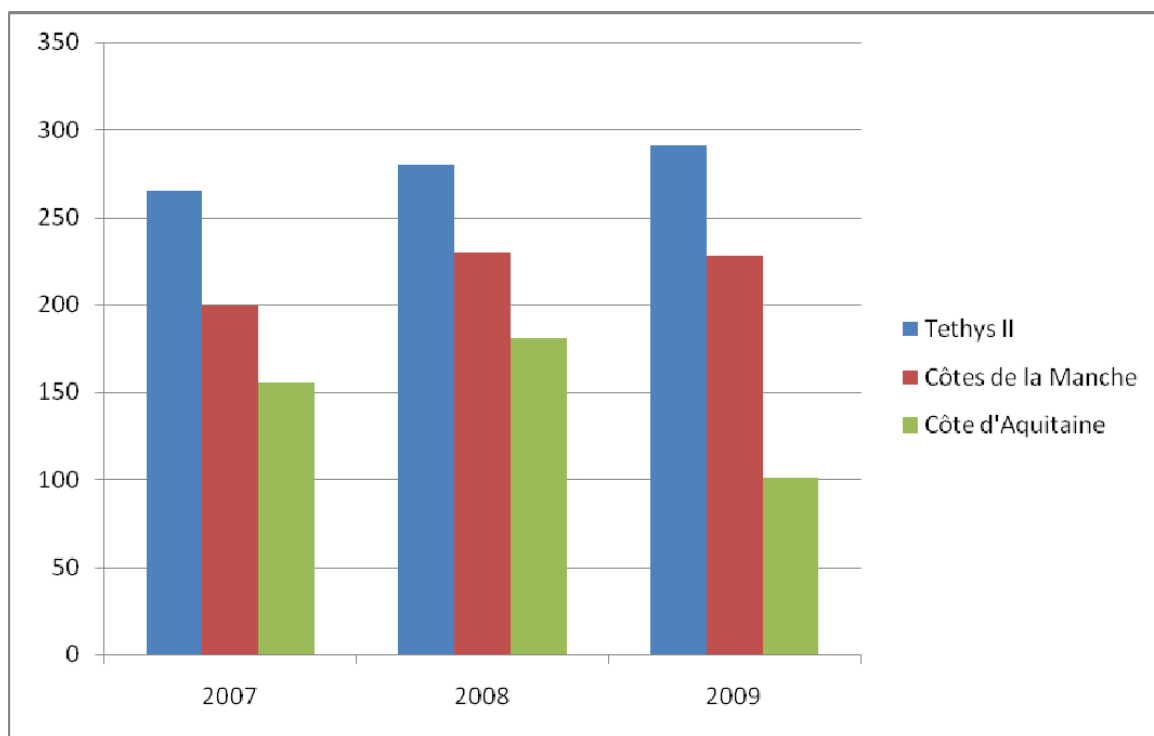
Navires côtiers			
	ANTEDON II	SEPIA II	NEOMYSIS
Mise en service	2004	1981	2008
Longueur hors tout	16,10 m	12,60 m	11,94 m
Largeur	6,00 m	4,70 m	5,30 m
Jauge brute	40,71 tx	22 tx	32,62 tx
Déplacement léger	30000 kg	31500 kg	30042 kg
Tirant d'eau	3 m	2,4 m	2,3 m
Vitesse maximum	9 nœuds	7,8 nœuds	10 nœuds
Personnel à bord			
Equipage	3	2	2
Personnel spécial	12	10	12

Tableau de comparaison des caractéristiques des navires de stations

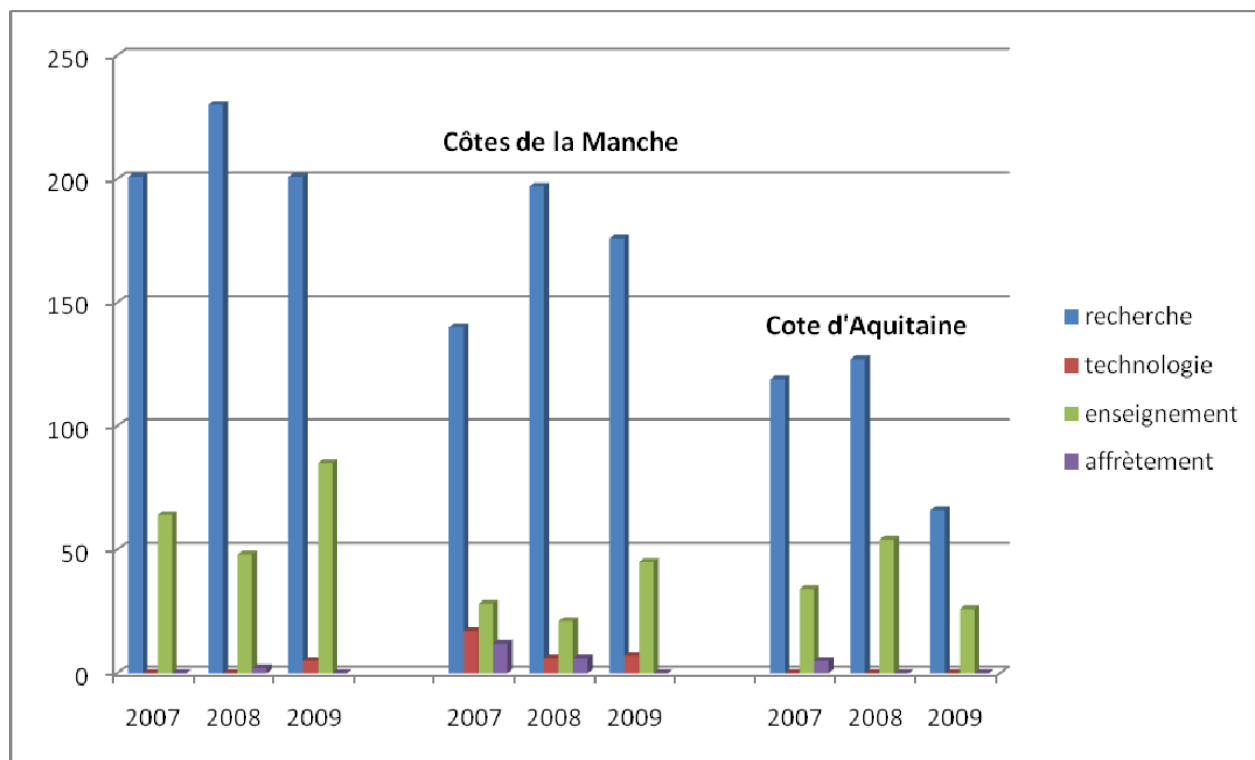
Navires de stations			
	NEREÏS II	PLANULA IV	ALBERT LUCAS
Mise en service	2001	2005	2009
Longueur hors tout	14 m	11,90 m	11,50 m
Largeur	4,75 m	4,40 m	4,20 m
Jauge brute	25,95 tx	12,33 tx	13,20 tx
Déplacement léger	21560 kg	13000 kg	15500 kg
Tirant d'eau	1,8 m	1,50 m	1,70 m
Vitesse maximum	9 nœuds	10 nœuds	10 nœuds
Personnel à bord			
Equipage	3	1	2
Personnel spécial	12	18	12



**Plan de charge des navires de façades**  
**En nombre de jours de missions scientifiques par année**



**Répartition de l'activité**  
**En nombre de jours par discipline et par année**



#### 4.1.3 L'ACTIVITE DES NAVIRES

Compte tenu des travaux indispensables chaque année au maintien en bon état de navigabilité des navires et pour respecter les conditions de travail définies dans les Conditions Générales d'engagement des Marins de l'INSU,

l'Armement offre :

De 310 à 320 jours de mise à disposition pour les navires de façades.

Environ 230 jours pour les navires côtiers, de stations et embarcations.

#### LES PRINCIPAUX EVENEMENTS DE 2007 A 2010

##### 2007

Reprise d'exploitation du navire Antédon suite aux problèmes de ligne d'arbre lors de sa mise en service en 2004.

Réunion chantier Gatto pour l'installation du treuil électroporteur sur la Néréis.

Réunion préparatoire à l'IUEM à Brest au sujet de la mission Nomad au Maroc à bord du Côtes de la Manche.

Elaboration du CCTP du futur navire de Brest.

Approbation des plans de construction du navire Néomysis pour la station de Roscoff.

##### 2008

Début des formations sur deux années conduisant au diplôme d'expert maritime pour le capitaine d'armement ainsi que l'ingénieur d'armement.

Réception du chantier d'installation du treuil électroporteur sur la passerelle du Néréis.

Recrutement de deux marins professionnels pour la station de Roscoff.

Suivi de chantier pour la construction de la Néomysis.

Formation Kullenberg sur le Côtes de la Manche.

Réception de la Néomysis au chantier Plasti pêche.

##### 2009

Baptême de la Néomysis à Roscoff.

Commission d'appel d'offre à la direction des achats du CNRS au sujet de l'AO du navire de Brest.

Réunion au Cémagref pour valider les modalités d'utilisation de l'estuaire pour effectuer les missions SOMLIT en Gironde.

Suivi de construction du navire de station de Brest au chantier du Croisic.

Expertise du navire Sihrius pour le compte de l'Ecole Centrale de Nantes.

Arrêt technique du Téthys à Tarragone.

Changement du moteur principal du Côtes de la Manche et installation d'un ADCP 150 kHz.

#### 4.1.4 PROJETS / CONSTRUCTIONS

Commencé il y a quinze ans, le plan de renouvellement des navires de l'INSU a continué avec une grande régularité. Les navires, devenus obsolètes pour répondre aux besoins de la communauté, ont été désarmés (le Côte de Normandie, le Catherine Laurence, le Pluteus, le Korotneff, le Professeur Georges Petit, le Côte d'Aquitaine). Ont été mis en service ces dernières années : le Néomysis en 2008 pour la station de Roscoff et l'Albert Lucas pour l'IUEM et les AMP à Brest.

Pour chaque construction neuve, la rédaction du cahier des charges a été assurée par la Division Technique en collaboration avec les responsables scientifiques des différents projets.

Dans un avenir proche, deux projets sont en cours :

- Le renouvellement de la Sagitta à Villefranche dont le cahier des charges est en cours d'achèvement.
- La pré-étude d'un navire semi-hauturier pour la Méditerranée dans le cadre des travaux du projet MISTRALS.

Ces deux projets ont été validés par le Comité Scientifique et Technique de la Flotte (CSTF).

#### 4.1.5 MAINTIEN AUX NORMES

Pendant ces quatre années, l'Armement s'est efforcé de maintenir les navires à un degré optimal en matière de sécurité. Les équipages ont bénéficié de formations médicales spécifiques. Les équipements de bord sont soumis aux contrôles réguliers des inspecteurs des Affaires Maritimes et les travaux de réparation des navires de façades sont effectués sous visa d'une société de certification (Bureau Veritas). Les nouvelles contraintes réglementaires en matière de bruits et vibrations ont été intégrées dans l'élaboration des cahiers des charges des nouveaux navires. Tous les navires mis en exploitation après 2005 disposent d'un système de récupération de toutes les eaux polluées (eaux grises et eaux noires) afin de supprimer tout rejet polluant du navire en mer.

Contact : Emmanuel Alessandrini  
emmanuel.alessandrini@dt.insu.cnrs.fr

## 4.2 L'INSTRUMENTATION EMBARQUEE SUR LES NAVIRES INSU

### 4.2.1 COFIN

#### OBJECTIFS

Le service COFIN (**CO**munication avec la **Flotte** de l'**INSu**) permet l'échange de fichiers et de mails entre les bateaux de l'INSU (Albert Lucas, Néomysis, Côte d'Aquitaine, Côte de la Manche et Tethys) et un serveur de communication, géré par la Division Technique, centre de Meudon.

#### DESCRIPTION TECHNIQUE

La transmission de données repose sur deux serveurs, l'un installé à bord du bateau et l'autre situé à terre. Les utilisateurs (clients à terre ou à bord du bateau) sont en contact avec le serveur disponible localement. Les serveurs se chargent des opérations d'authentifications, de comptabilités et de transfert bidirectionnel des informations sur un support hertzien. Actuellement le système utilise le réseau de téléphonie mobile HSDPA (3G+) à proximité des côtes, et le réseau satellite Inmarsat Fleet 33 dans les autres conditions. Le canal de communication est sélectionné automatiquement en fonction de divers paramètres : coût financier, urgence de la transmission, disponibilité du réseau, etc.

En plus des services classiques SMTP (Simple Mail Transfert Protocol) et FTP (File Transfert Protocol), un serveur de la Division Technique propose une interface Web pour accéder à ces services. Il met également à la disposition de la communauté scientifique les données du système Daufin (Dispositif d'Acquisiton Unifié de la Flotte de l'INSu).

#### HISTORIQUE DU PROJET

Les premiers développements datent de 2004. Courant 2005, le système a été progressivement installé, et testé en conditions réelles, sur le Côte de la Manche, le Côte d'Aquitaine et le Téthys. Le service est pleinement opérationnel depuis 2006. En 2009 et 2010 la Néomysis et l'Albert Lucas ont été intégrés dans ce système.

Contact : François Chabot  
francois.chabot@dt.insu.cnrs.fr

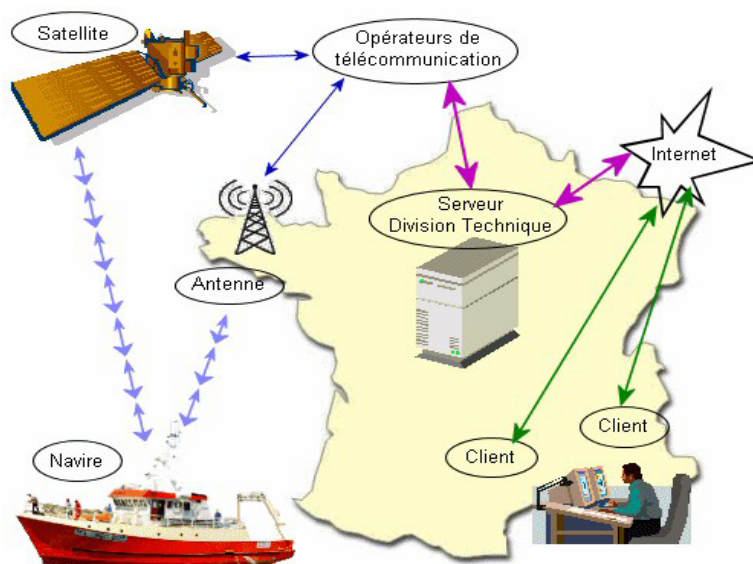


Schéma des éléments principaux du système COFIN

## 4.2.2 DAUFIN

### OBJECTIFS

Daufin (**D**ispositif d'**A**cquisition **U**nifié de la Flotte de l'**I**nsu) est un dispositif, embarqué à bord des bateaux de l'Insu, qui a pour objectif de mettre à la disposition des missions scientifiques, en temps réel, un ensemble de données concernant la navigation, la météorologie et la mer.

### DESCRIPTION TECHNIQUE

Le système est composé de deux ordinateurs reliés par un réseau local Ethernet/TCP-IP. Le premier ordinateur héberge la centrale d'acquisition et le stockage de données. Il gère également les opérations du réseau local (Ethernet, TCP-IP). Il reçoit les informations en provenance des divers capteurs du bord : GPS, sondeur, loch, gyrocompas, centrale météorologique, thermosalinomètre, etc. Ces informations, avant d'être archivées, subissent éventuellement quelques traitements numériques simples. Ces données sont également retransmises sur des liaisons série RS232 au standard NMEA et sur le réseau local du bord. Une seconde machine, à la disposition des utilisateurs, offre diverses fonctions comme la visualisation des données recueillies et la présentation de la route du bateau sur un fond de carte. Les utilisateurs peuvent également connecter leurs propres machines (PC ou Macintosh) et avoir accès aux données temps réel ou archivées.

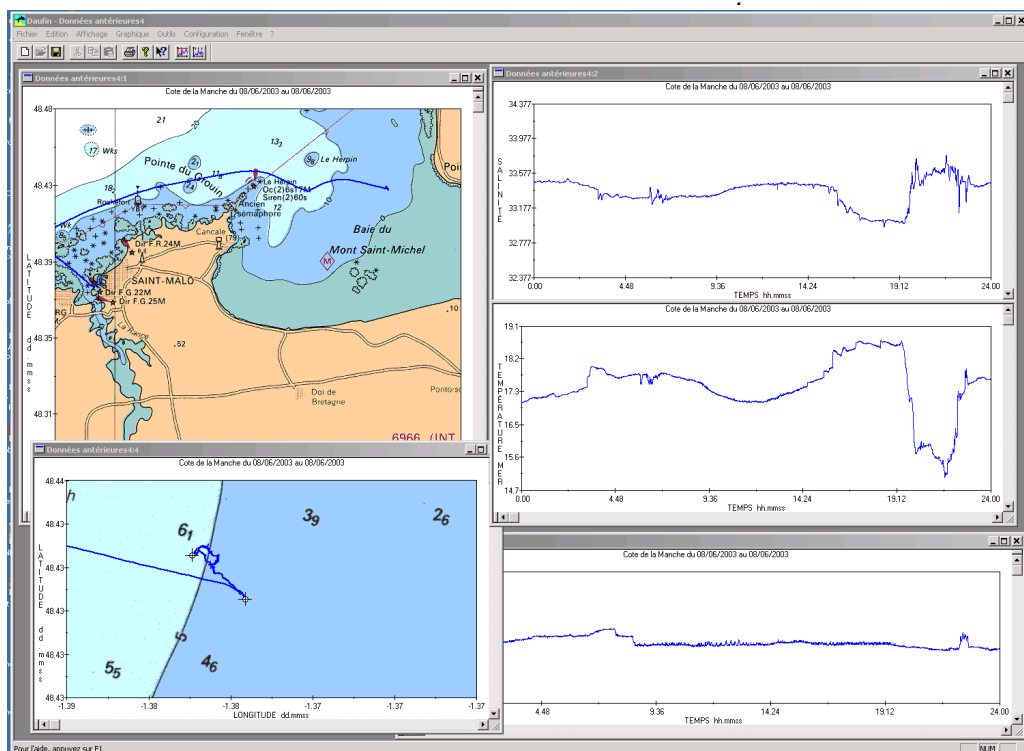
### HISTORIQUE DU PROJET

Le Côte de la Manche a été équipé en 2001 et le Tethys a fait l'objet d'une mise à niveau du système installé en 1997. Le Côte d'Aquitaine en 2002 et le Nereis au début de 2003 ont reçus leur propre version du système Daufin. L'Antedon a été équipé courant 2003. Plus récemment, la Néomysis en 2009 et l'Albert Lucas en 2010 ont reçu des versions améliorées du système Daufin.

Depuis 2002, ces informations sont transmises en temps légèrement différés par le réseau téléphonique GSM et sont disponibles sur un serveur Ftp situé à la Division Technique.

A partir de 2005, la transmission de données utilise le service de transmission Cofin afin de les archiver sur un serveur situé à Meudon et de les rendre accessibles au travers de sites Web, [cofin.dt.insu.cnrs.fr](http://cofin.dt.insu.cnrs.fr) et [daufin.dt.insu.cnrs.fr](http://daufin.dt.insu.cnrs.fr).

Contact : François Chabot  
francois.chabot@dt.insu.cnrs.fr



Exemple de visualisation des données par le dispositif DAUFIN



## 4.3 PARC NATIONAL D'INSTRUMENTATION OcéANOGRAPHIQUE

### 4.3.1 INTRODUCTION

L'équipe du site de Brest de la Division Technique a sous sa responsabilité un parc national d'instrumentation océanographique qui est mis à la disposition des laboratoires pour leurs campagnes à la mer (soit sur des navires hauturiers soit sur des navires côtiers). Elle est constituée de :

- Lionel Fichen
- Lionel Scouarnec
- Fabien Perault (arrivé en 2009)
- Christophe Guillerm (départ en 2008)
- Anne Royer (arrivée en 2010)
- Claudie Marec (départ en 2011)

Les principales tâches du Parc sont les suivantes :

- Gestion des emprunts de matériel à la mer,
- Achat, maintenance, développement et valorisation des équipements,
- Entretien, suivi des étalonnages,
- Le cas échéant, conception et préparation de lignes de mouillages instrumentées,
- Formation des utilisateurs,
- Mises en oeuvre lors de campagnes en mer.

### 4.3.2 DESCRIPTION TECHNIQUE

Le Parc regroupe des instruments « de base » pour l'océanographie : mesures d'hydrologie, mesures de courant, collectes de particules, matériel de mouillage, carottages...etc. La liste de ces équipements est consultable sur le site internet de la DT INSU, ainsi que la charte d'emprunt fixant les conditions d'utilisation.



Hangar de stockage à l'IPEV

Depuis 2006, la valeur totale du Parc est passée de 3,5 à 4 millions d'euros.

Bilan des achats :

Valeurs en k€	2007	2008	2009	2010
<b>Flottabilité</b>	22	0	65	0
<b>Courantométrie</b>	4	21	55	44
<b>Capteurs CTD</b>	54	4	33	45
<b>Capteurs autonomes</b>	16	17	13	21
<b>Matériel de repérage</b>	10	6	3	0
<b>Largueurs</b>	20	13	2	12
<b>Informatique</b>	0	1	1	1
<b>Divers</b>	6	5	3	0
<b>Sédimentologie</b>	0	18	0	7

### 4.3.3 MISSIONS REALISEES

Ainsi en 4 ans, l'équipe Parc a assuré la préparation et le prêt d'équipements pour :

	2007	2008	2009	2010
Campagnes hauturières	15	14	13	10
Campagnes côtières	29	31	23	18
Mouvements de matériel en k€	3 080	3 115	2 758	1 975
Nombre de jours en mer (cumulés)	134	229	131	69

Certaines missions importantes ont demandé un soutien particulier de la part du Parc.

**Quelques campagnes significatives :**

#### En 2007

- **PECH**

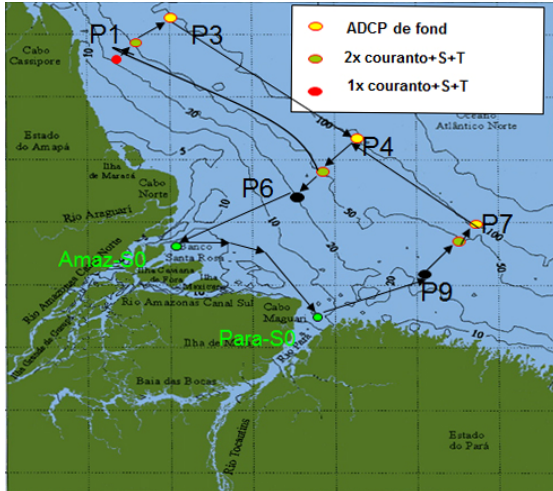
Cette mission récurrente dans le Golfe de Gascogne est financée par l'ANR-FORCLIM. L'objectif est de préciser l'écologie des faunes de foraminifères planctoniques. Pour chaque leg (2 par an), le Parc a assuré le soutien technique des équipements en hydrologie et carottage, ainsi que pour la conception et le déploiement des lignes de mouillage de courantomètres et de pièges à particules.



Lignes de mouillage sur le Côtes de la Manche

- **AMANDES**

L'objectif de cette mission est l'étude du système de l'estuaire et du plateau de l'Amazonie et son impact sur les eaux voisines de l'océan Atlantique. Le Parc a été sollicité pour le soutien technique de cette mission, qui avait pour particularité d'être dans un milieu difficile (eaux chaudes et forts courants).



Mouillages de sub-surface devant l'Amazonie

**En 2008**

- **BOUM**

Le but de cette campagne est de donner une description longitudinale de la biogéochimie et de la diversité biologique de la mer Méditerranée, et de produire une étude détaillée de la production biologique et de son devenir. L'intégration de capteurs bio-optiques sur la sonde multi-paramètres a été pilotée par le Parc.

- **BONUS-GOODHOPE**

L'étude vise à mesurer simultanément un grand nombre de paramètres physico-chimiques dans l'océan Austral et l'Atlantique sud-est afin de mieux comprendre les échanges, la ventilation et le trajet des masses d'eau ainsi que les cycles biogéochimiques dans cette région. Deux agents du Parc ont embarqué à bord du Marion Dufresne pendant 7 semaines pour participer à la mission.



Déploiement de pompe in-situ

**En 2009**

- **ALBION**

Ce projet, initié en 2006, vise à documenter la formation de l'eau de Fond de la Terre Adélie, par la répétition régulière chaque été d'un réseau de stations hydrographiques et sédimentaires. Le Parc a été impliqué dans la préparation, la programmation et le déploiement des instruments mis en œuvre.

- **MALINA**

Son objectif général est d'étudier l'impact de la diminution de la banquise, de l'augmentation des radiations UV et de la fonte du pergélisol sur la biodiversité microbienne et les flux biogéochimiques dans l'océan Arctique.

**En 2010**

- **TRACK**

La mission TRACK a pour objectifs :

- 1) De documenter finement la structure hydrologique de cette région complexe,
- 2) De mesurer pour la première fois le transport et sa variabilité dans le passage de Fawn au travers du plateau de Kerguelen.

- **INDOMIX**

Cette campagne a pour objectif de mesurer les ondes internes des marées en Indonésie et de produire des estimations de leur taux de dissipation.

Contact :  
claudie.marec@dt.insu.cnrs.fr  
anne.royer@dt.insu.cnrs.fr  
parc.oceano@dt.insu.cnrs.fr

## 4.4 LE PARC NATIONAL DE PLANEURS SOUS-MARINS (GLIDERS)

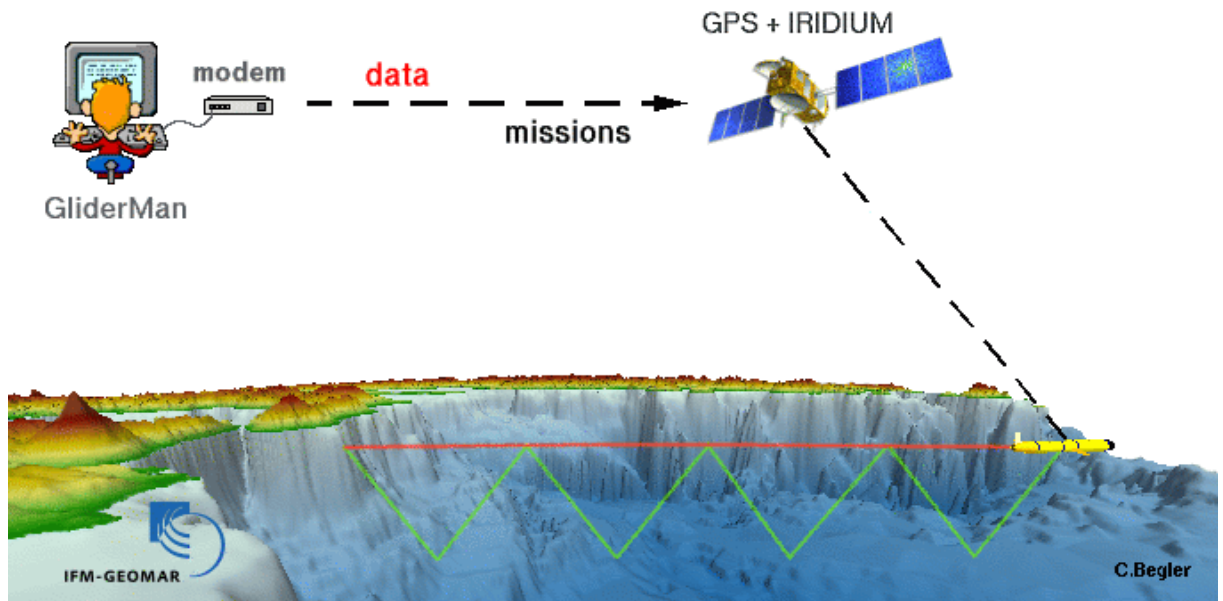
### 4.4.1 DESCRIPTIF

L'équipe de l'antenne de La Seyne sur Mer gère un parc de douze planeurs sous-marins (gliders) et les met à disposition pour des campagnes scientifiques. Un glider est un sous-marin qui se déplace en effectuant des trajectoires en dent de scie entre la surface et mille mètres de profondeur. Durant ce parcours il mesure les paramètres physiques et biologiques de la colonne d'eau. Il communique à la surface grâce à un modem Iridium. Son endurance lui permet de rester quelques mois en mission, effectuant ainsi plusieurs milliers de kilomètres. Ces instruments peuvent mener des campagnes en toute autonomie ou en complément d'autre moyen d'acquisition de données (bateau, bouées, ligne de mouillage,...).

L'équipe Glider a été créée suite à l'initiative des utilisateurs de gliders en France, très motivés par le potentiel de cette nouvelle

technologie mais qui ont très vite perçu les difficultés liées aux opérations et aux développements technologiques. Une demande de soutien de l'INSU a été formulée dès octobre 2006 pour développer une compétence technique à la DT INSU et chez ses partenaires (IFREMER et IRD) pour le support à l'« activité glider » et mettre en place un parc national de gliders.

Créée en septembre 2008, elle présente régulièrement son activité au comité de pilotage « gliders » qui regroupe les utilisateurs et/ou propriétaires de gliders. Le rôle de ce comité, qui se réunit au moins une fois par an, est de promouvoir l'activité glider et de donner un avis scientifique sur les actions entreprises, de planifier les missions et les développements de l'équipe gliders au sens large. La Division Technique participe à plus de 20 missions scientifiques chaque année et ce chiffre est en augmentation.



Principe du système de prise de mesures avec les gliders



#### 4.4.2 LE PARC

Parc existant au 1er janvier 2009 :

Nom	Source de crédit / propriétaire	Type	Affectation	Gestionnaire	Capteurs
Potame	LPO (IFREMER)	Slocum 1000	Brest	IFREMER	CTD, Oxy
Pytheas	ENSTA + LOCEAN	Slocum 200	La Seyne sur mer	DT-INSU	CTD, Oxy, (ChlA+Turb), (CDOM, Phyco, BS)
Hannon	ANR LOCEAN + ENSTA	Slocum 1000	La Seyne sur mer	DT-INSU	CTD, Oxy, (Chla, BS 470 nm, 532 nm), (CDOM, 660 nm, 880 nm)
Himilcon	ANR LOCEAN + ENSTA	Slocum 1000	La Seyne sur mer	DT-INSU	CTD, Oxy, (Chla, BS 470 nm, 532 nm), (CDOM, 660 nm, 880 nm)
Wallis	INSU + LSEET, LMGEM, LOG, LOBB	Slocum 200	La Seyne sur mer	DT-INSU	CTD
Tintin	Contrats ESA + NASA (LOV)	Slocum 1000	Villefranche sur mer	LOV	CTD, Oxy, (Chla, BS 470 nm, 532 nm), (CDOM, 660 nm, 880 nm)
Milou	Région Paca, projet SeaExplorer (LOV)	Slocum 1000	Villefranche sur mer	LOV	CTD, Oxy, (Chla, BS 470 nm, 532 nm), (CDOM, 660 nm, 880 nm)
Nearchos	DGA – ENSTA - LOCEAN	Slocum 1000	La Seyne sur mer	DT-INSU	CTD, Oxy
Eudoxus	DGA – ENSTA - LOCEAN	Slocum 1000	La Seyne sur mer	DT-INSU	CTD, Oxy
Bonpland	IRD (LEGOS) – ENSTA - LOCEAN	Slocum 1000	La Seyne sur mer	DT-INSU	CTD

#### 4.4.3 MISSIONS

L'équipe glider prend en charge les aspects suivants :

Logistique, consommables et gestion administrative des communications IRIDIUM et ARGOS avec les opérateurs commerciaux.

Préparation (ballastage, calibration, changement des piles, ...) et maintenance de premier niveau.

Déploiement, pilotage et récupération.

Développement et maintien de l'infrastructure de communication.

Gestion de la charge utile (intégration de nouveau capteur) et R&T glider.

Maintenance avancée et évolution du véhicule.

Les gliders sont partie intégrante des grands projets d'observation tels que :

MOOSE, Mediterranean Ocean Observation On Environment,

SNOCO, Service National d'Océanographie Côtière,

HYMEX, Hydrological cycle in the Mediterranean EXperiment, dans le cadre du chantier décennal d'étude

du bassin méditerranéen MISTRALS (Mediterranean Integrated Studies at Regional And Local Scales),

MERMEX, Marine Mediterranean EXperiment, dans le cadre de MISTRALS.

De plus, ils participent à de nombreuses missions nationales et internationales, telles que Gogasmos, Lidex, LATEX, etc.

#### 4.4.4 BUDGET, PERSONNEL IMPLIQUE

Le budget engagé, tous organismes confondus, était de 942 k€ sur la période septembre 2008 / décembre 2009, dont 789 k€ d'équipement et 153 k€ de fonctionnement.

L'équipe glider est composée d'un chef de projet appuyé par une équipe de 5 personnes, ingénieur, assistant ingénieur et technicien en instrumentation, électronique, mécanique et informatique.

Contact : Laurent Beguery

beguery@dt.insu.cnrs.fr

## 4.5 LE CENTRE DE CAROTTAGE ET DE FORAGE NATIONAL

### 4.5.1 INTRODUCTION

Au sein du CNRS, dans le cadre des réorganisations des différentes structures et commissions de l'INSU, la direction scientifique a décidé de mutualiser toutes les plates-formes de carottage au sein d'une entité nationale, dénommée **C2FN** (Centre de Carottage et de Forage National), regroupant toutes les forces vives relatives à cet outil et en s'appuyant sur des laboratoires ou des unités en place.

L'intérêt de constituer une telle structure pour l'INSU est de lui permettre de flécher des postes et des moyens, et d'aider au montage d'actions à l'international.

La Direction de l'INSU a demandé à Denis-Didier Rousseau d'assurer la Responsabilité Scientifique de ce centre et la Responsabilité Technique a été confiée à Michel Calzas de la Division Technique de l'INSU.

Le C2FN est candidat au label TGIR (Très Grandes Infrastructures de la Recherche) **CALIFF**. Le CALIFF (CArothèque, Lithothèque et Forage Français) regroupera le C2FN, ICDP (International Continental Scientific Drilling Program), le Réseau International des Géothèques via le BRGM (Bureau de Recherche Géologiques et Minières) et le Réseau international des musées via le MNHN (Muséum National d'Histoire Naturelle).

#### LE C2FN A 4 CELLULES :

- Le forage-carottage glaciaire
- Le forage-carottage continental
- Le carottage océanique
- L'instrumentation

La partie glace a été mise en place après concertation entre le LGGE (Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement) à Grenoble, le LSCE (Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement) à Saclay et Gif-sur-Yvette, l'INSU et l'IPEV (Institut polaire français Paul Emile Victor) à Brest.

La partie continentale s'appuie sur plusieurs laboratoires : le CEREGE (Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement) à Aix en Provence, EDYTEM (Environnements Dynamiques et Territoires de Montagne) à Chambéry, le Laboratoire de Chrono-environnement à Besançon et la DT INSU.

La partie carottage océanique est pilotée par les communautés IMAGES (International Marine Past Global Changes Study), IODP (Integrated Ocean Drilling Program), l'IPEV et la DT INSU.

La partie instrumentale est prise en charge par la DT INSU.

Responsable scientifique C2FN :  
Denis-Didier Rousseau, rousseau@lmd.ens.fr  
Responsable technique C2FN :  
Michel Calzas, calzas@dt.insu.cnrs.fr

#### CELLULE GLACIOLOGIE

La cellule C2FN-glaciologie, aujourd'hui au service d'au moins trois unités de recherche (LGGE, LSCE, CEREGE), vise à : (1) maintenir et développer des instruments de forage et carottage dans la glace, (2) les mettre en oeuvre sur le terrain grâce aux personnels compétents, (3) assurer un stockage et un traitement (y compris mesures de base) optimal des échantillons au froid, tout en maintenant à jour une base de données spécifique.

Depuis plus de 20 ans, cette équipe s'est largement illustrée sur la scène internationale : coordination ou contribution majeure aux projets en Antarctique EPICA (glace la plus ancienne), Berkner Island, Talos Dome, James Ross, ou encore NEEM au Groenland. A cette fin, elle a développé et piloté toute une gamme d'ensembles de carottage glaciaire. La science ainsi produite a abouti à plusieurs dizaines de publications dans *Nature* ou *Science*, ou encore à la médaille d'or CNRS de C. Lorius et J. Jouzel. Plusieurs projets innovants de cette cellule sont maintenant en attente d'un soutien minimal en fonctionnement. A très court terme, le renforcement de son potentiel humain (en chute libre depuis plusieurs années) devient absolument essentiel.



Contact Cellule glaciologie :  
Olivier Alemany,  
alemany@lgge.obs.ujf-grenoble.fr



## CELLULE CONTINENTALE

Depuis janvier 2009, la cellule continentale (1 IR, 1 TCE) a établi un contact avec une dizaine de laboratoires. Un contact privilégié s'est établi avec le CEREGE, qui historiquement détient des équipements lourds de carottage.

Plusieurs missions de carottage ont été réalisées par le C2FN soit en tant qu'opérateur principal soit en soutien technique et humain :

1 mission de carottage terrestre avec la foreuse 250-90 pour le compte du CEREGE.

7 missions de carottage lacustre principalement avec le matériel d'EDYTEM basé à Chambéry.

Une vingtaine de carottes ont été prélevées sur 9 sites de carottage différents totalisant 192 m de carottes pour 20 carottes distinctes. Ce soutien représente 108 homme/jours terrain du personnel C2FN.

**Achat 2009** : Foreuse 250-90 : auto tractée, 88 cv, course utile du mât 3,8m, tête rotative, pompe à injection, capacité de carottage 200 m environ.

**Achat 2010** : Barge UWITEC, Re entry & carottiers associés. Cofinancement LSCE, EDYTEM & DT-INSU.

## CELLULE OCEANIQUE

Cette cellule s'attèle d'une part au développement mécanique et instrumenté des différents carottiers océaniques, et d'autre part au suivi et à la conception des moyens environnants : l'échantillonnage et la manutention, la logistique du matériel et des échantillons.

En collaboration étroite avec l'IPEV, le C2FN/Océan gère également les missions de carottage du N/O Marion Dufresne, plate-forme maîtresse du carottage océanique, mettant en œuvre le carottier géant Calypso II, en évolution technique permanente.

Des conventions signées avec l'Ifremer donnent lieu à des échanges de connaissance et de technologies très fructueux, ayant permis des avancées majeures du point de vue scientifique et technique, au nombre desquelles figure par exemple le logiciel de modélisation de carottage Cinéma.



## 4.5.2 CAROTTAGE CONTINENTAL

### ACQUISITION DE MATERIEL

#### **Année 2009**

##### **Foreuse 250-90**

Conçue et fabriquée par la société Sédidrill, la foreuse 250-90 d'une puissance de 88 cv, équipée d'un mât de forage avec une course utile de 3,8 m, d'une tête de rotation et d'une pompe à injection, a une capacité de forage de 200 m environ. Un enregistreur permet d'enregistrer les paramètres (4 voies) de forage. Son poids total est de 5,8 t.



##### **Carottier à câble et tubes**

Compatible avec la foreuse 250-90. Un carottier à câble de type HP (carotte Ø 63 mm, trou Ø 96 mm), des tubes HQx1500 mm et des tubes Ø 128 mm ont été achetés pour compléter les tubes déjà possédés par le CEREGE.

##### **Container 20"**

Un container 20" (normes maritimes) pour le stockage et le transport de la foreuse a été acheté.

#### **Année 2010**

##### **Porteur**

L'achat d'un gros porteur avec un système de manutention par berces poly-

benne et une grue de manutention fait l'objet d'un avis de publicité pour son acquisition. Une remorque équipée d'un système de berce complète ce matériel pour le transport de la foreuse et de l'ensemble des équipements nécessaires à un forage de grande profondeur (200 m).

#### **Container 20'' open-side**

Un container 20'' open-side a été acheté pour le stockage et le transport des équipements annexes de forage. Ce container sera dans un avenir proche équipé en atelier de terrain pour la mise en œuvre et la maintenance des équipements *in situ*.

#### **Zodiac**

Un zodiac de type MARK II classique alu et un moteur Evinrude de 30 cv ont été achetés pour être localisés au laboratoire EDYTEM de Chambéry.

#### **Barge UWITEC, RE-ENTRY & carottiers associés**

Un co-financement à trois DT INSU, LSCE de Saclay et EDYTEM de Chambéry a permis d'acheter un système de carottage appelé Re-entry. Une extension, à la petite barge EDYTEM, conçue et fabriquée par les Ets UWITEC (Mondsee, Autriche) supporte le système de Re-entry et les carottiers associés ( $\emptyset$  carotte : 83 mm). Cet ensemble doit permettre le prélèvement de sédiments lacustres (carotte :  $\emptyset$  83 mm, longueur 20 à 25 m) quelle que soit la profondeur du lac. L'ensemble de ses nouveaux équipements, extension de barge, re-entry et carottiers associés sera localisé au laboratoire EDYTEM de Chambéry.

## **MISSIONS**

### **Carottage terrestre**

Une mission de reconnaissance et de formation de personnel a été réalisée en collaboration avec Claude Vela (CEREGE) et avec le soutien de Géo-assistance, sur les bords des quais du Rhône à Arles en 2010 avec la foreuse 250-90.

Deux carottages d'une dizaine de mètres de profondeur ont été réalisés avec un bon taux de récupération des carottes. Ces deux carottages ont permis de mettre au point certaines commandes de la machine ainsi que d'améliorer les accessoires d'environnement de la machine, indispensables au bon déroulement du carottage.



<b>Récapitulatif participation C2FN continental</b>						
Dates	Carottage		Carottes		Personnel C2FN	
	lieux	type	m	Nb	Nb	pers./Jours
2009-09-23	Trunvel	lacustre	10	2	3	16
2010-04-26	La Thuile	lacustre	33	2	2	10
2010-05-27	Paimpont	lacustre	15	3	2	12
2010-06-27	Ammersee	lacustre	40	4	1	6
2010-07-05	Arles	terrestre	16	2	3	15
2010-09-06	Allos/Vens	lacustre	25	3 +	2	10
2010-09-22	Tahan La Hur.	terrestre	6	2	2	4
2010-10-05	Lago d'Iseo	lacustre	47	2	2	15
2010-11-15	Cassis	terrestre	?	?	4	20
TOTAL:			192			108

### Carottage lacustre

Huit missions de carottages lacustres ont été effectuées. En premier lieu, ces missions ont permis au personnel du C2FN de se familiariser avec les différents équipements et techniques utilisés. Le C2FN a, ainsi, apporté un soutien technique et en personnel aux équipes scientifiques.



Contact Cellule continentale :  
Laurent Augustin, [augustin@dt.insu.cnrs.fr](mailto:augustin@dt.insu.cnrs.fr)

### 4.5.3 CAROTTAGE OCEANIQUE

#### ORIGINE

Les travaux menés sur le carottier Calypso 3 (évolution du carottier océanique géant Calypso 2 mis en œuvre sur le Marion Dufresne par l'IPEV) conjointement par l'IPEV - Institut Paul Emile Victor -, la société Kley France et M. Calzas ont initié un suivi technique et opérationnel du carottage par l'INSU, répondant à une demande de veille technologique et de développement autour du Calypso 2 suite au départ en retraite de son initiateur.

Cette technologie pionnière est désormais reprise par d'autres structures, scientifiques ou industrielles, et de nombreuses évolutions apparaissent.



Carottier à bord du Marion Dufresne

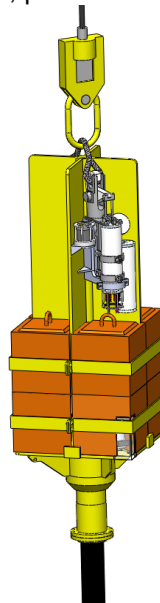
Ce besoin de support technique structuré s'étant fait ressentir dans les divers domaines du carottage, le C2FN a été créé au sein de la Division Technique de l'INSU. L'une de ses quatre sous-divisions est entièrement dédiée au carottage océanique.

La création du C2FN-Océan s'est faite en parallèle de la mise à disposition de fonds du Plan de Relance dédiés au développement du carottage.

Yvan Réaud, ingénieur à la DT, est en charge de cette cellule du C2FN. Il travaille conjointement avec l'équipe du département océanographie de l'IPEV pour la partie opérationnelle et logistique ainsi que pour les développements propres au N/O Marion Dufresne, et avec L. Salzat, travaillant au développement d'un logiciel de modélisation de carottage.

### TRAVAUX DU C2FN OCEAN ET EVOLUTION DU CAROTTAGE OCEANIQUE

**Calypso IV** : C'est l'un des grands chantiers qui reposent sur les financements du plan de relance. Il s'agit de gérer le déclenchement du carottier par acoustique, projet évoqué de nombreuses fois par le passé, aujourd'hui repensé autour des nouvelles technologies. Un altimètre lié à un largueur forte charge déclencherait la chute libre, le tout armé par une commande acoustique. On gagnerait ainsi en fiabilité et en temps d'opération. C'est également la porte ouverte aux développements d'instrumentations diverses (CTD, flux de chaleur, préleveur d'interface,...).



Projet de carottier instrumenté

**Modélisation** : Un travail dirigé par J.F Bourillet et P. Woerther (IFREMER) a

mené à la compréhension, la mesure et la modélisation du rappel élastique des câbles de carottages. Le logiciel CINEMA a été développé sous Matlab dans cette optique. Il permet de comprendre et d'anticiper les réglages de carottiers pour assurer la stationnarité du piston, condition sine qua non d'une qualité optimale d'échantillon. Une convention a été signée en 2010 entre l'INSU, l'IPEV et l'IFREMER pour travailler ensemble sur ces problématiques et partager leurs résultats. L. Salzat a ainsi rejoint le C2FN-Océan en mai 2010 et a codé le logiciel, travaillé à ses évolutions, et enrichi les modules tant du point de vue de la géotechnique que de la programmation.

**Révision des protocoles, des réglages :** Des travaux ont été menés depuis 2008 et de nouvelles procédures de réglages mises en place afin d'améliorer le fonctionnement du déclencheur des carottiers – pièce sensible de l'appareil, cela amenant à une plus grande fiabilité des carottages, un meilleur fonctionnement des opérations.

Des protocoles opérationnels ont également été revus, et des méthodes améliorées au vu de critères mécaniques, de sécurité des opérateurs et du matériel. Un important travail de rédaction et de formalisation des techniques, des procédures, du matériel et de sa gestion est en cours.

**Instrumentation du carottage :** L'implantation de sondes au Calypso et la mise en place d'outils numériques ont permis d'une part un meilleur rendement scientifique des opérations de carottage, enrichi de nouvelles données, et d'autre part un meilleur suivi opérationnel, une plus grande maîtrise des paramètres de carottage, donc des missions de carottage optimisées.

**Matériel d'étude, de manutention et de logistique :** Les fonds du plan de relance ont permis de renouveler un certain nombre d'équipements environnant le carottage, notamment le matériel d'échantillonnage (nouveau banc de découpe, renouvellement du matériel MSCL, etc).



*Banc de découpe de carottes sédimentaires*

De plus, des équipements de manutention pour la logistique embarquée ont apporté des dispositifs mieux adaptés aux lourdes opérations impliquées par le carottage, améliorant les temps d'opération et la sécurité du personnel et du matériel.

L'ensemble de ces évolutions, fortement aidées par le Plan de Relance, a déjà largement contribué à améliorer le carottage, tant au niveau opérationnel qu'au niveau du rendement scientifique. Il a également un impact direct sur la réduction des coûts des opérations.

Enfin, ces évolutions permettent au CNRS de conserver son avance technique et son poids au sein de la communauté du carottage océanique.

De nombreuses campagnes de carottages ont permis de faire évoluer le matériel en fonction des besoins : MD 159 Pachyderme, MD 161 NIO, MD 167 Retro, MD 168 Amocint, MD 169 Microsystems, ESSCAR 9, VT 105 Kaviar, MD 173 Retro, MD 178 Taiwan, CABTEX, MD 179 Japan Sea Gaz Hydrates, ESSCAR 2010, MD 181 Monocir 2

Contacts cellule Carottage océanique :

*DT Brest :*

Yvan Réaud, [yvan.reaud@dt.insu.cnrs.fr](mailto:yvan.reaud@dt.insu.cnrs.fr)  
Michel Calzas, [michel.calzas@dt.insu.cnrs.fr](mailto:michel.calzas@dt.insu.cnrs.fr)  
Laure Salzat, [lsalzat@ifremer.fr](mailto:lsalzat@ifremer.fr)

*IPEV :*

Responsable IPEV :  
Hélène Leau, [hleau@ipev.fr](mailto:hleau@ipev.fr)  
Contact technique IPEV :  
Arnaud Le Ridant, [aleridan@ipev.fr](mailto:aleridan@ipev.fr)



## 4.6 PARCS NATIONAUX D'INSTRUMENTATION GEOPHYSIQUE

### 4.6.1 INTRODUCTION

Ces parcs comprennent les instruments permettant de suivre les évènements géophysiques terrestres :

- le parc de sismomètres terrestres, **Sismob**, hébergé par le Laboratoire de Géophysique Interne et Tectonophysique à Grenoble. Il comprend environ 400 capteurs, 150 stations et les accessoires nécessaires au fonctionnement.

- le parc de sismomètres fond de mer, **Ocean Bottom Seismometers**, hébergé par l'Institut de Physique du Globe de Paris, à l'antenne de Saint Maur des Fossés, est composé de 18 appareils.

- le parc de gravimètres, **Gmob**, hébergé simultanément par 3 sites : à l'Institut de Physique du Globe de Paris, antenne de Tolbiac, à l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg et à Géosciences Montpellier. Ce parc comprend 5 gravimètres relatifs et deux gravimètres absolus.

- le parc **GPS**, créé à l'Institut de Physique du Globe de Paris à la fin des années 1980 et transféré en 2007 à la Division Technique, à l'antenne de Meudon, est doté

d'environ 50 récepteurs, de 80 antennes et des accessoires associés.

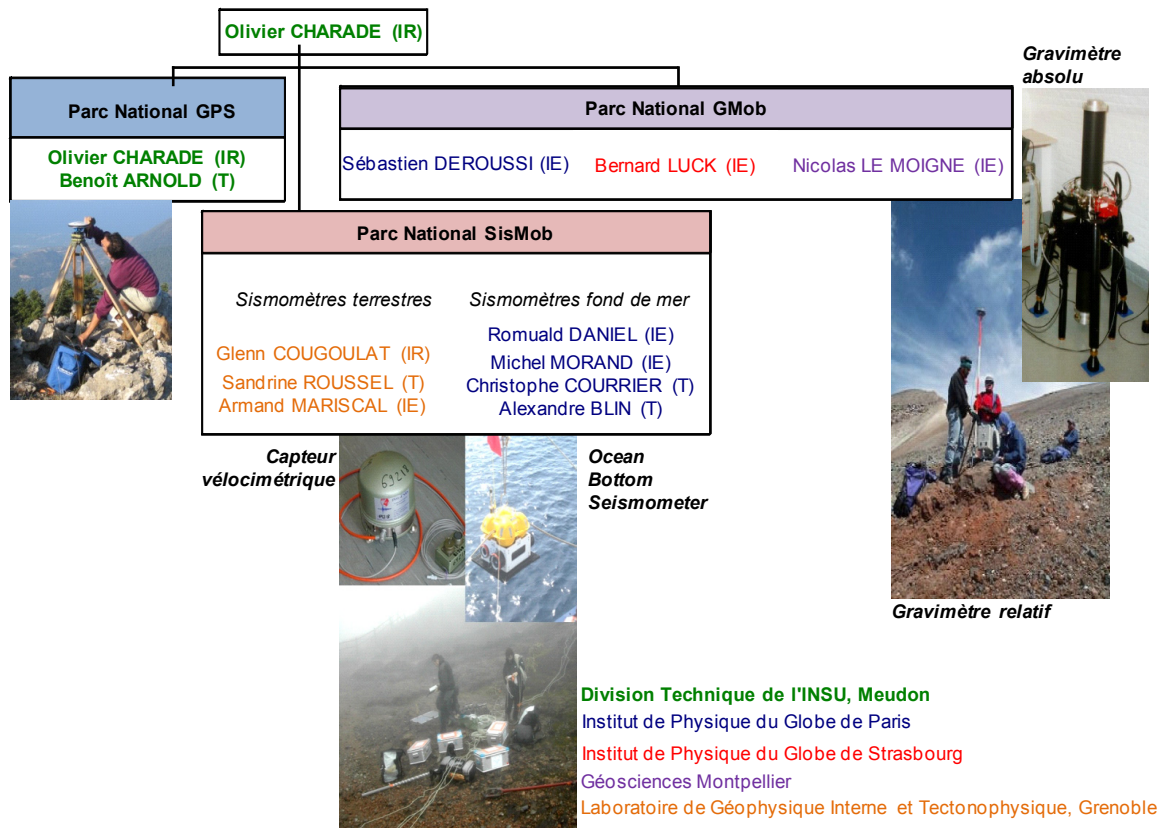
En 2007, l'INSU a décidé de confier à la Division Technique la gestion des budgets des parcs géophysiques, jusque là affectés aux différents laboratoires qui les hébergeaient. Cette centralisation des budgets permet en particulier des actions d'appui, d'optimisation, et de mutualisation des moyens telles que :

- l'achat en urgence d'un LASER pour un gravimètre absolu du parc Gmob, fin 2009 (45 k\$),

- le passage d'un marché de 380 k€ pour la jouvence de 60 stations du parc Sismob en 2009,

- l'identification de besoins communs tels que les prestations logistiques ou les accessoires.

Le budget de fonctionnement annuel des parcs est de 190 k€ pour 2009 et 2010.



Organigramme de fonctionnement des parcs nationaux de géophysique

#### 4.6.2 PARC NATIONAL DE GPS

Dans le cas particulier de ce parc, la communauté des utilisateurs a estimé en 2006 que son hébergement à l'IPGP ne permettait plus au parc de fonctionner de façon optimale, en raison de soucis d'infrastructure sur le site de Jussieu. Le transfert du parc, finalisant la décision prise en juin 2007, a eu lieu en septembre 2007.

Fait remarquable démontrant la réactivité de l'équipe, deux interventions post-sismiques, en Indonésie puis au Chili, ont pu être servies par le parc fin septembre 2007 et octobre 2007 alors que le parc était toujours en train de s'installer dans ses nouveaux locaux. Les moyens de la DT, bureau d'études et atelier de mécanique, ont immédiatement été sollicités pour produire des pièces spécifiques, tiges de support d'antenne GPS « à centrage forcé », nécessaires à l'installation de nouveaux points de mesures dans la zone du séisme.

#### SITE WEB

Le site web dédié au support technique GPS à l'INSU a vu le jour en janvier 2008 <http://gpscope.dt.insu.cnrs.fr>

En plus des pages traditionnelles du site du parc mobile (planning d'occupation des appareils, caractéristiques des équipements, etc.), le site possède un volet « chantiers permanents » qui propose à la communauté scientifique un frontal commun pour tous les réseaux permanents GPS, avec mise à disposition des données par chantier et calcul automatique des séries temporelles.

Pour garantir la pérennité des données GPS stockées à la DT, un miroir a été mis en place début 2009 sur les infrastructures du Service d'Observation RENAG (Réseau National GPS) à Géoazur, Nice.

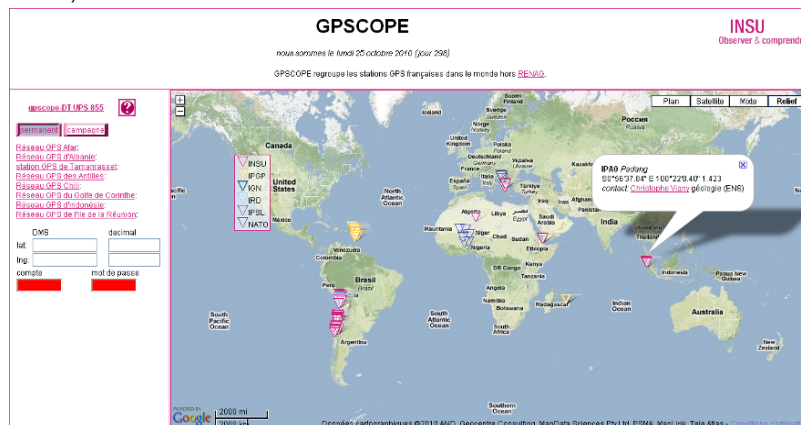
Un troisième volet, « documentation technique », centralise l'expérience technique des laboratoires au travers d'articles techniques. Il est en particulier alimenté par les travaux du bureau d'études et de l'atelier de mécanique au profit de la communauté GPS française.

Une lettre d'information sur les nouveaux articles est envoyée tous les deux mois aux personnes intéressées (procédure mise en place mi-2009).

La très bonne tenue du site a amené la communauté GPS à demander le transfert des informations scientifiques liées au GPS sur ce site technique, qui voit ainsi ses fonctions évoluer. En revanche, la mise à jour du contenu scientifique reste à la charge de ces derniers.



Accueil du site gpscope



Les chantiers GPS permanents dans le monde

## MAINTENANCE ET ACQUISITION DE MATERIEL

L'ouverture d'un poste de technicien à mi-temps en NOEMI à la DT a permis le développement de nouveaux services assurés par le parc. Ces services concernent en particulier des contrôles métrologiques des antennes et des plombs optiques qui sont maintenant réalisés en plus du traditionnel contrôle fonctionnel, assurant aux équipes utilisatrices des garanties qualitatives des mesures effectuées avec les appareils.

Sur le premier semestre 2009, l'équipe du parc a organisé une comparaison entre différents récepteurs proposés sur le marché. Les fabricants, Leica, Septentrio, Topcon et Trimble, ont accepté de prêter du matériel sur plusieurs semaines. Ce matériel a été testé à la Division Technique et a circulé entre plusieurs laboratoires volontaires pour finaliser, fin mai 2010, lors de la réunion annuelle des utilisateurs, un bilan sur l'offre actuelle et un choix des récepteurs les plus adaptés aux besoins de la communauté. Ceci a permis de négocier le prix du modèle retenu pour les stations permanentes.

Aujourd'hui, le parc est constitué de 30 récepteurs Ashtech Z-Xtrem, qui le composaient en 2007 lors de son arrivée à la Division Technique de Meudon, et de 15 récepteurs Topcon GB1000, qui sont les plus adaptés aux campagnes. En dépit de ses 45 récepteurs, le planning de réservation arrive à saturation plusieurs mois par an. La communauté estime son besoin entre 60 et 80 récepteurs GPS.

A noter début 2010 la perte de deux récepteurs en Finlande. L'assurance prise par ULISSE (UPS2966), unité qui assure tous les transports de nos appareils, en a permis le rachat.

## MISSIONS

Les objectifs scientifiques des missions réalisées avec le parc GPS couvrent de nombreux domaines de la géophysique, de la tectonique, à la glaciologie, la météorologie, la géographie physique, l'océanographie, etc...

Ainsi, le parc sert un nombre de campagnes élevé, aux profils très différents, allant par exemple de l'utilisation de 2 récepteurs pour un relevé de terrain, à 20 pour une mission de météorologie, sur des durées couvrant une semaine pour de l'enseignement, à un an lors de la préparation de sites permanents. Ces interventions sont réalisées dans de nombreux pays et régions du globe, tels que :

*(par ordre alphabétique, liste non exhaustive)*  
Albanie, Antarctique, Antilles, Belgique, Birmanie, Botswana, Brésil, Chili, Côte d'Ivoire, Djibouti, Espagne, Finlande, Grèce, Ile de Pâques, Inde, Indonésie, Islande, Java, Liban, Maroc, Népal, Niger, Nouvelle Zélande, Océan Atlantique, Oman, Pakistan, Pérou, Sahel, Vénézuéla, Yémen.

En résumé, le parc est intervenu sur environ 88 missions entre 2007 et 2010 :

2007 : 16 missions, avec en particulier les interventions post sismiques réalisées en Indonésie et au Chili,

2008 : 24 missions,

2009 : 20 missions,

2010 : 28 missions, dont l'intervention post sismique au Chili fin février.



GPS avant départ de mission

Contact : Olivier Charade  
charade@dt.insu.cnrs.fr

## 4.7 SERVICE NATIONAL D'ETALONNAGE PCO2

### 4.7.1 DESCRIPTIF

Deux bancs d'étalonnage pCO<sub>2</sub> sont en place à la DT INSU.

Le 2<sup>e</sup> banc a été installé en 2008 afin de répondre à une demande croissante en étalonnages.

Ces bancs d'étalonnage permettent d'étalonner des capteurs de mesure de la pression partielle de CO<sub>2</sub> dans l'eau de mer.

Ces étalonnages sont effectués à la demande des laboratoires utilisateurs de ces capteurs de pCO<sub>2</sub> (sur bouées Carioca, Marel, Pirata, etc...).

Les bancs permettent de réaliser des étalonnages entre 5 et 30°C (+/- 0.01°C) pour des mesures de pCO<sub>2</sub> comprises entre 200 et 600 µatm (+/- 3 µatm). Les étalonnages sont effectués par comparaison entre la mesure du spectrophotomètre (le capteur) et celle d'un analyseur infrarouge de référence (un Licor).

Chaque banc est équipé d'un Licor (Licor 6262 ou 7000) ainsi que d'un circuit de 30 litres d'eau de mer régulé en température, d'un équilibrateur eau/air, de pompes, régulateurs de débits et pièges à froid.

Les analyseurs infrarouges sont étalonnés régulièrement grâce à des bouteilles de CO<sub>2</sub> étalons : 3 étalons secondaires (+/- 0,5 ppm) et 3 étalons primaires (+/- 0,1 ppm).

Une thermistance étalonnée à +/- 0,01°C par Ifremer ainsi qu'un capteur de pression (précision 0,01%) permettent de mesurer la température et la pression avec précision dans l'équilibrateur. Ces 2 données servent au calcul de la pCO<sub>2</sub> du Licor.

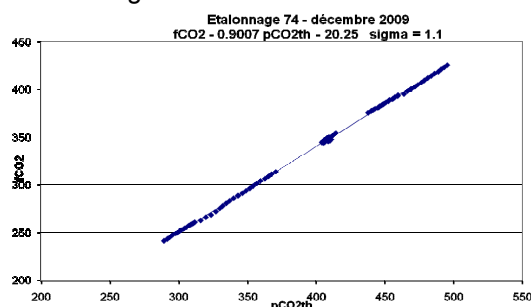
Le second banc d'étalonnage a été intégré dans une armoire thermostatée afin de garantir un bon équilibre thermique et d'améliorer la fiabilité des résultats.



Banc d'étalonnage avec son armoire thermostatée et les bouteilles de CO<sub>2</sub> étalon (dans le fond)

### 4.7.2 PRINCIPE

Le capteur à étalonner (ou spectrophotomètre) mesure les absorbances d'un colorant qui est en contact avec l'eau de mer par l'intermédiaire d'une membrane semi-perméable au CO<sub>2</sub>. La température de l'eau de mer dans le capteur est mesurée avec précision (+/- 0,01°C). A partir des mesures d'absorbance, température, et de paramètres physico-chimiques, on peut calculer une pCO<sub>2</sub> théorique qui est alors comparée à la valeur mesurée par le Licor. Une équation d'étalonnage est alors déterminée.



Exemple de droite d'étalonnage

### 4.7.3 CAMPAGNES

Une campagne d'étalonnage dure environ un mois. Grâce à la mise en place du second banc d'étalonnage, il est possible de réaliser 3 à 4 étalonnages en parallèle. Ainsi, une soixantaine d'étalonnages ont été réalisés entre 2007 et 2010.

Les capteurs étalonnés sont intégrés sur divers supports : bouées dérivantes (bouées Carioca), bouées fixes (Pirata ou Marel), ou installés sur des bateaux d'opportunité. Ainsi, 26 étalonnages ont été réalisés pour des capteurs installés sur la bouée Marel Iroise, 14 étalonnages pour des capteurs sur bouées Pirata, 9 étalonnages pour des capteurs sur bouées Carioca, 6 étalonnages pour un capteur installé sur le bateau Colibri. Par ailleurs, 7 étalonnages ont été effectués à la demande de laboratoires étrangers, coréens, canadiens, anglais et espagnols.

### 4.7.4 BUDGET ET PERSONNEL

Le Service National d'étalonnage pCO<sub>2</sub> dispose d'un budget annuel de 10 à 15 k€ nécessaires au fonctionnement ainsi qu'à la maintenance et l'entretien du Service. Un assistant ingénieur ainsi qu'un technicien (à 50%) travaillent pour ce service.

Contact : Laurence Beaumont  
laurence.beaumont@dt.insu.cnrs.fr



## 5 LES MOYENS GENERAUX

### 5.1 CELLULE ADMINISTRATIVE

La gestion administrative est assurée sur les différents sites de la Division Technique.

Pour l'antenne de **Brest**, cette fonction est assurée depuis janvier 2003 par Jean-François. Launay. Gestionnaire du site de Plouzané, il gère les crédits de l'unité qui est composé de 2 entités : le Parc National Océanographique et la cellule développement instrumental. Il s'occupe également des formalités douanières pour les nombreux appareils achetés et pour leur transport. Il a mis en place les outils nécessaires à l'élaboration d'un ticket modérateur pour le prêt du matériel du Parc Océanographique National. J.F. Launay s'occupe également de la valorisation des projets en relation avec le Directeur de l'antenne et le CNRS, et il assiste le Directeur pour l'application des textes réglementaires au niveau financier et gestion des ressources humaines.

La cellule administrative de l'antenne de **La Seyne sur Mer** est composée de quatre personnes : Mmes Chantal Chabriel, Malika Oudia, Josiane Pellegrino et Mademoiselle Sophie Agius-Poli.

Cette équipe est en charge :

- Des crédits de fonctionnement de l'antenne
- Du budget de fonctionnement et d'entretien des navires de la flottille,
- De la gestion de l'effectif des marins. Cette activité concerne 60 marins professionnels, le capitaine d'armement et l'ingénieur d'armement, qui ont un statut spécifique qu'il faut maîtriser parfaitement notamment dans le domaine de la paie, des cotisations sociales et du droit social maritime. Elles effectuent le calcul complexe des primes à la mer et augmentation de salaire des marins,
- De la gestion des tickets modérateurs pour l'utilisation des navires de façade et de station de la flottille de l'INSU,
- Du secrétariat de la Commission Nationale de la Flotte Côtière (CNFC), commission inter-organisme CNRS / IFREMER / IRD dont la mission consiste à lancer l'appel d'offres, évaluer les demandes de campagne, et à préparer la programmation des navires de la flottille. A partir de 2011, la programmation des navires se fait dans le cadre de l'UMS Flotte (Unité Mixte de Service CNRS / IFREMER / IPEV / IRD).

En ce qui concerne **Meudon**, l'équipe administrative était composée de Jeff Alexandre, Michèle Schaldembrand et Claude Tanazacq jusqu'en septembre 2010, puis Jeff Alexandre a été remplacé par Vanessa Martray.

L'équipe de Meudon a la charge :

- De la gestion générale de l'Unité. Ce qui implique le suivi de l'ensemble de la chaîne budgétaire : notifications, transfert de crédits, etc, ainsi que les contrats, marchés et conventions.
- Du secrétariat de direction de la Division Technique, du soutien aux principaux chefs de projet de la Division Technique.
- du secrétariat du Comité Stratégique et Technique de la Flotte.
- Depuis 2004, cette cellule a la responsabilité de la gestion d'une partie des crédits mis en place dans le cadre de la campagne internationale AMMA : gestion des missions (avances, frais de terrain, etc...) et commandes de matériels nécessaires au bon fonctionnement de cette campagne,
- Elle gère aussi les crédits mis en place dans le cadre de MISTRALS (Mediterranean Integrated Studies at Regional And Local Scales) qui est une initiative de coordination des programmes interdisciplinaires à l'échelle du bassin méditerranéen.
- C'est aussi cette cellule qui est le correspondant Labintel du CNRS.

### 5.2 PREVENTION ET SECURITE

Au CNRS, le Directeur d'Unité a la charge de veiller à la sécurité et à la santé des agents qui sont placés sous son autorité. Pour assurer cette mission, il est assisté d'un **Agent Chargé de la Mise en Oeuvre (ACMO)** des règles de Prévention/Hygiène et Sécurité. L'ACMO relève directement de lui. L'application de ces règles est vérifiée par l'Inspecteur Régional de Prévention et Sécurité (IRPS) chargé du contrôle et du conseil au niveau de la Délégation CNRS.

Les ACMO de la Division Technique sont :

**Meudon** : Claude-Myriam Tanazacq (remplacée par Aurélien Cléménçon à compter de juillet 2011)

**Brest** : Christophe Guillerm

**La Seyne sur Mer**: David Stuart.

## Moyens généraux

Ces personnels, motivés par leur nomination au titre d'ACMO, ont comme objectif principal de satisfaire une obligation réglementaire pour prévenir les risques d'accidents ou de maladies du travail.

Ils mènent des actions nombreuses et variées dans le cadre de leur mission Prévention/Hygiène et Sécurité :

### **Mise en conformité des matériels et des locaux par des aménagements spécifiques.**

**Meudon** : action dans l'atelier de mécanique : s'informer des besoins concernant l'achat de casques anti-bruit haute performance et de bouchons d'oreilles ; tri, collecte et évacuation des divers déchets (stock important de copeaux métalliques d'aluminium qui sont recyclés, 300 litres d'huile de lubrification provenant de la machine à commande numérique sont à renouveler annuellement, et sont pris en charge par une Société spécialisée).

#### **Brest :**

- acquisition d'une armoire sécurité pour le stockage de produits dangereux
- acquisition de rayonnage pour le stockage.
- tri et évacuation des piles et batteries par une société spécialisée

### **Mise en conformité par des vérifications périodiques**

Le pont roulant supportant une charge de 6300 kg dans le hall d'intégration est testé annuellement par la Société Véritas, avec qui la DT/Meudon a un contrat de maintenance.

### **Mise en conformité par des achats de vêtements appropriés**

Pour certains travaux, manipulations et missions spécifiques : achat de combinaisons polycoton, blouses, gilets polaires, vêtements de type froid extrême pour les missions en Antarctique, chaussures de sécurité à remplacer régulièrement.

**Brest** : Achats de casques, gants de manutention, gants de manipulation, gilets de sauvetage

### **Contrôle et mise à jour des coffrets de premier secours :**

**Meudon** : Rinces-œil dans le labo de chimie et à l'atelier de mécanique, kit 1<sup>er</sup> secours pour membres coupés (à disposition dans le réfrigérateur de l'atelier de mécanique), réapprovisionnement des trousse de 1<sup>er</sup> secours.

#### **Brest :**

- mise a disposition d'une trousse a pharmacie de base

- mise a disposition de savon et masque en cas de pandémie grippale
- mise à disposition des fiches sécurité pour les produits dangereux

### **Suivi de stages de formation et acquisition de nouvelles compétences :**

Manipulation des extincteurs, habilitation aux risques électriques et laser, formations pour devenir Sauveteurs Secouristes du Travail (4 nouveaux formés), suivi individuel des recyclages obligatoires (*tous les 2 ans*) pour la validation de l'attestation, formation pour devenir Chargés d'Evacuations (1/2 journée). Préparation à l'autorisation pour les travaux en hauteur (2 jours), en vue de pouvoir se servir du pont roulant, situé dans le hall d'intégration, formation « Pontier-Elingueur-Commandes au sol » (3 jours).

#### **Brest :**

- l'ensemble du personnel a effectué une formation SST, avec suivant les disponibilités un recyclage tous les 2 ans
- formation a la manipulation d'extincteur
- formation a l'utilisation d'un défibrilateur (un appareil dans le bâtiment)
- formation utilisation chariots élévateurs, recyclage tous les 5 ans.
- formation AIE pour l'ACMO

### **Information et prévention pour les nouveaux arrivants, sensibilisation aux risques professionnels**

**Réunions de tous les ACMOs du Campus, 2 à 3 fois par an, pour partager leurs expériences.**

**Depuis 2003** : Un logiciel AIE (Accident – Incident – Evènement) a été mis à la disposition de l'ensemble du réseau Prévention-Hygiène et Sécurité (ingénieurs, inspecteurs, ACMO, médecins de prévention, membres de Comité Hygiène et Sécurité) ; les informations collectées sur les accidents et incidents, permettent d'élaborer les statistiques qui serviront à orienter les programmes de prévention à venir.

**Depuis 2004** : élaboration d'un document unique, comportant un inventaire des risques au niveau de la Division Technique à Meudon et un plan de prévention ; celui-ci doit être obligatoirement actualisé annuellement, et signé par le Responsable de l'Antenne. L'original, signé, est conservé par l'ACMO. Une copie est envoyée à l'Ingénieur Régional de Prévention et de Sécurité.

## 6 FORMATION EN ALTERNANCE

Comme de nombreuses unités CNRS, la Division Technique de l'INSU accueille depuis plusieurs années des stagiaires, en particulier dans les filières mécanique et ingénierie. Fait nouveau, elle accueille depuis 2009 des ingénieurs en formation en alternance sur toute la durée de leur cursus. Ce type de cursus s'effectue via la filière apprenti d'une école d'ingénieurs qui dépend du Centre de formation des Apprentis (CFA). Recrutés au niveau bac+2, ie principalement des titulaires de DUT ou BTS, les apprentis sont conduits en 3 ans au diplôme d'ingénieur.

Cette formation professionnelle est partagée, *en alternance*, entre le centre de formation, pour l'enseignement théorique, et une entreprise, pour la partie pratique. La Division Technique de l'INSU, site de Meudon, assure cette partie technique pour 2 apprentis suivant la formation ingénieur de PolyTech' Paris-Sud :

([www.polytech.u-psud.fr/fr/polytech\\_paris\\_sud.html](http://www.polytech.u-psud.fr/fr/polytech_paris_sud.html)).

### 6.1 INGENIEUR SPECIALITE GENIE ELECTRIQUE ET FORMATION INDUSTRIELLE

Elève : Senthuran Anton

Tuteur DT-INSU : Nadir Amarouche

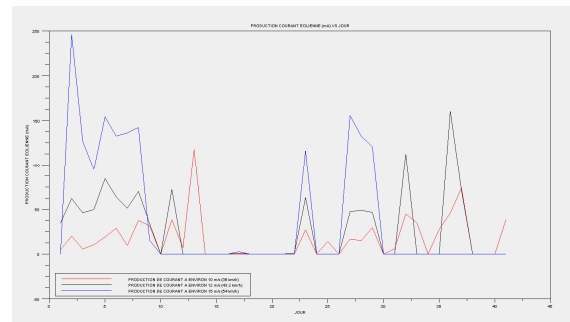
Formation : Ingénieur PolyTech' Paris Sud

Spécialité Génie Electrique et Informatique Industrielle

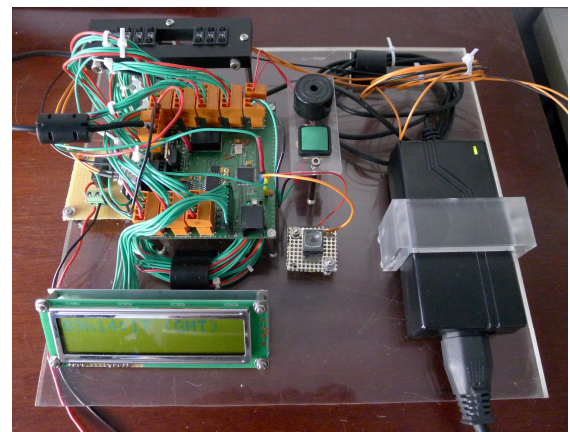
Durée de la formation : septembre 2009 à juillet 2012, avec un rythme d'alternance fonction des plages d'enseignement, S. Anton a travaillé 30 semaines à la DT-INSU en 2010.

#### 6.1.1 NATURE DES PROJETS

L'apprenti ingénieur S. Anton a pour mission d'intégrer les projets de la DT-INSU notamment pour les parties de génie électrique et informatique industrielle. Durant ces trois années à la Division Technique, il aura donc en charge de développer les différents aspects du métier d'ingénieur en instrumentation spécialisé dans l'électronique et l'informatique industrielle. Son premier projet a consisté à définir et développer un circuit de contrôle de charge de batterie par éolienne utilisé sur l'instrument OPTIMISM. Aussi, il a traité les données issues de l'éolienne pour mieux connaître sa courbe de réponse réelle en courant en fonction du vent auquel elle était soumise. Dans un second temps, il va intervenir sur l'activité GPS pour y développer un système de contrôle commande à base de PIC. Il aura à développer un système autonome complet avec des interfaces mécaniques à partir du cahier des charges fourni par Olivier Charade, responsable du parc GPS.



Analyse de la production de courant de l'éolienne dans le cadre du projet OPTIMISM au Col du lac Blanc à trois vitesses de vent différentes. Cette courbe permet de détecter un dysfonctionnement de l'éolienne (ex : givre) durant son déploiement



Vue d'ensemble de la carte gestion d'alimentation électrique pour le réseau GPS. Les stations de mesure GPS sont le plus souvent installées dans des lieux isolés, loin de toute infrastructure. Limiter la consommation d'énergie est du lors primordial. Cette carte a pour objectif d'activer les systèmes de télécommunication de données GPS (PC, modem, etc.) qu'au moment où ils sont nécessaires en profitant de la présence du GPS pour maintenir une grande précision de l'heure de déclenchement.

## 6.2 INGENIEUR SPECIALITE GENIE MECANIQUE

Elève : Louis Rey-Grange  
 Tuteur DT-INSU : Nicolas Geyskens  
 Formation : Ingénieur PolyTech' Paris Sud  
 avec le C.F.A.I. MECAVENIR SUP II  
 Spécialité Génie Mécanique  
 Durée de la formation : septembre 2009 à  
 juillet 2012  
 Le rythme de l'alternance est de deux  
 semaines à la DT et de deux semaines à  
 l'école pendant 3 ans de septembre 2009 à  
 septembre 2012 (28 semaines sur 2010).  
 L'apprenti est à la DT pendant les congés  
 scolaires.

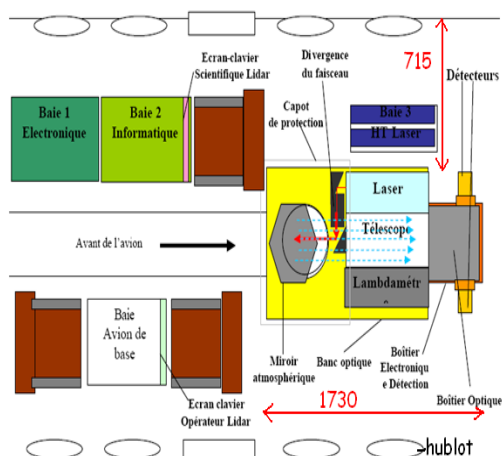
### 6.2.1 NATURE DES PROJETS

Louis Rey-Grange a intégré la DT au sien du  
 Bureau d'Etude mécanique pour une durée de  
 3 ans.

Ca mission principale pour 2009-2010 a été  
 l'implantation du radar laser (LIDAR) Léandre  
 2 dans l'avion civil scientifique ATR-42 de  
 SAFIRE destiné à la recherche en  
 météorologie optique.

Dans ce cadre, il a travaillé avec l'équipe  
 Léandre 2, SAFIRE et l'équipe de mécanique  
 de Meudon BE et Atelier.

Il a eu en charge l'implantation de l'instrument  
 dans l'ATR. Il a donc dû comprendre le  
 fonctionnement de l'instrument, étudier  
 l'environnement devant accueillir le système,  
 proposer différentes solutions, faire valider  
 l'une d'entre elle, concevoir des pièces  
 d'interface, construire le dossier de certification  
 et enfin participer à la réalisation des pièces, à  
 leur contrôle et à l'intégration du LIDAR dans  
 l'avion.

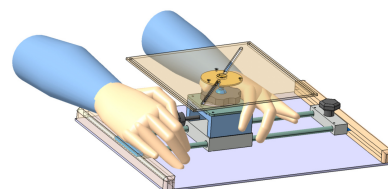


Présentation d'une implantation de Léandre II

En plus de sa mission principale, L. Rey-Grange été impliqué dans de courtes missions périphériques :

- conception et réalisation d'une table de positionnement permettant de faciliter l'observation de cartes électroniques à la loupe binoculaire.
- participation à la conception de pièces destinées à la maintenance et à la jouvence des parcs GPS et sismomètres.
- dans le cadre d'une démarche qualité, rédaction de notes sur des solutions de type astuces trouvées sur le fonctionnement du logiciel de CFAO Catia, ainsi que d'une notice d'utilisation pour le bras de métrologie 3D.

Fin 2010 il a fortement participé à la conception de la cellule Pico SDLA CH4



Système de positionnement de cartes électroniques



## 7 PUBLICATIONS

Liste *non exhaustive* des publications réalisées entre 1999 à 2011 (*en date du 12 janvier 2011*).

### 7.1 ANNÉE 2011

#### MONA

Killian Miet (1), Vincent Michoud (1), Agnès Borbon (1), Aurélie Colomb (2), Nadir Amarouche (3), Noël Grand (1), Qijie Zhang (1), Hervé Petetin (1), Jean-François Doussin (1), and Matthias Beekmann (1)

(1) LISA, UMR-CNRS 7583, Université Paris Est Créteil, Université Paris Diderot, Institut Pierre Simon Laplace, Créteil, France, (2) LaMP, UMR-CNRS 6016, Clermont Université, Université Blaise Pascal, Aubière, France, (3) CNRS, Division technique de l'INSU, Meudon, France, **Airborne study of photo-oxidant chemistry in Paris plume during MEGAPOLI summer campaign.**

### 7.2 ANNÉE 2010

#### SDLA-LAMA

F. Cairo, J. P. Pommereau, K. S. Law, H. Schlager, A. Garnier, F. Fierli, M. Ern, M. Streibel, S. Arabas, S. Borrmann, J. J. Berthelot, C. Blom, T. Christensen, F. D'Amato, G. Di Donfrancesco, T. Deshler, A. Diedhiou, G. Durré, O. Engelsen, F. Goutail, N. R. P. Harris, E. R. T. Kerstel, S. Khaykin, P. Konopka, A. Kylling, N. Larsen, T. Lebel, X. Liu, A. R. MacKenzie, J. Nielsen, A. Oulanowski, D. J. Parker, J. Pelon, J. Polcher, J. A. Pyle, F. Ravegnani, E. D. Rivièrre, A. D. Robinson, T. Röckmann, C. Schiller, F. Simões, L. Stefanutti, F. Stroh, L. Some, P. Siegmund, N. Sitnikov, J. P. Vernier, C. M. Volk, C. Voigt, M. von Hobe, S. Viciani, and V. Yushkov, **An introduction to the SCOUT-AMMA stratospheric aircraft, balloons and sondes campaign in West Africa, August 2006: rationale and roadmap**, Atmospheric Chemistry and Physics, 10, 2237-2256, 2010.

G. Durré, J. Li, I. Vinogradov, A. Titov, A.V. Kalyuzhny, L. Joly, J. Cousin, T. Decarpenterie, N. Amarouche, M. Liu, B. Parvitte, O. Koroblev, M. Gerasimov and V. Zeninari, **Near infrared diode laser spectroscopy of C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> and their isotopologues and application to TDLAS, a tunable diode laser spectrometer for the Martian PHOBOS-Grunt space mission**, Applied Physics B, Vol. 99, pp339-351, 2010.

J. Li, J., G. Durré, J. Cousin, L. Joly, B. Parvitte, and V. Zeninari, **Self-broadening coefficients and positions of acetylene around 1.533  $\mu$ m studied by high-resolution diode laser absorption spectrometry**, Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer, in press, 2010.

X. Liu, E. Riviere, V. Marecal, G. Durré, A. Hamdouni, J. Arteta, S. Khaykin, **Water vapor budget associated to overshoots in the tropical stratosphere: mesoscale modelling study of August 4-5, 2006 during SCOUT-AMMA**, Atmospheric Chemistry and Physics, in press, 2010.

X.M. Liu, E. D. Rivièrre, V. Marécal, G. Durré, A. Hamdouni, J. Arteta, and S. Khaykin. **Stratospheric water vapour budget and convection overshooting the tropopause : modelling study from SCOUT-AMMA**, Atmos. Chem. Phys. 2010.

#### Parc National Océanographique de Brest

Cuypers Y., Bouruet-Aubertot P., Fuda JL, Marec C., **Turbulence in the upper ocean during BOUM experiment: direct measurements and finescale parameterization**. 2010 (*en cours*).

Martin J, Miquel J-C, Gasser B, Tolosa I, Oh J, Marec C, Babin M., **Carbon Cycling in the coastal Beaufort Sea: First Results of the MALINA 2009 survey**, 17<sup>th</sup> Symposium on Polar Sciences (ISPS). Incheon, KOREA, May 26-28 2010.

## Publications

### Bouées CARIOCA, programme CARBO OCEAN

L. Barbero, J. Boutin, L. Merlivat, N. Martin, T. Takahashi, S. C. Sutherland and R. Wanninkhof, **Importance of water mass formation regions for the air-sea CO<sub>2</sub> flux estimate in the Southern Ocean, Global Biogeochemical Cycles**, sous presse, 2010.

### Bouées PIRATA

Lefèvre N., and Merlivat L., (2010), **Carbon and oxygen net community production in the Eastern Tropical Atlantic estimated from a moored buoy**, in preparation.

Parard G., Lefèvre N., Boutin J., **Sea water fugacity of CO<sub>2</sub> at the PIRATA Mooring at 6°S, 10°W**, TELLUS, doi:10.1111/j.1600-0889.2010. 00503x.

### NIVMER

Christine Drezen, Christophe Guillerm, Michel Calzas, Antoine Guillot (CNRS-INSU-DT Plouzané), Laurent Testut, Phillipe Téchiné (LEGOS UMR5566, Toulouse), **Station Marégraphique NIVMER**, Poster session, AEI (Atelier Expérimentation Instrumentation), Brest 23-24 juin 2010.

### PIV

Thèse de Sébastien Ruelleu soutenue le 8 juillet 2010 à Géosciences Rennes, **Caractérisation hydrogéophysique des milieux fracturés : développement instrumental et modélisation des vitesses d'écoulement en forage.**

### Bouée ASTAN

Cariou T., Guillerm C., Macé E., Morin P., Poster session, AEI (Atelier Expérimentation Instrumentation), Brest 23-24 juin 2010, **Realtime ocean observing system from a cardinal buoy in the western english channel.**

### Parc GPS La Seyne sur Mer

Madariaga R., M. Métois, C. Vigny and J. Campos, **Central Chile finally breaks**, Science, 9 April 2010, Vol. 328. no. 5975, pp. 181 - 182, DOI: 10.1126/science.11891972010, 2010.

T. Maurin, F. Masson, C. Rangin, U. Than Min, P. Collard, **First GPS results in northern Myanmar: constant and localised slip along the Sagaing fault**, *Geology*, July 2010, v 38, 591-594.

## 7.3 ANNÉE 2009

### SDLA-LAMA

F. Gibert, L. Joly, I. Xuéref-Rémy, M. Schmidt, A. Royer, P. H. Flamant, M. Ramonet, B. Parvitte, G. Durry and V. Zéninari, **Inter-comparison of 2- $\mu$ m Heterodyne Differential Absorption Lidar, Laser Diode Spectrometer, LICOR NDIR analyzer and flask measurements of near-ground atmospheric CO<sub>2</sub> mixing ratio**, *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 71, 1917-1921, 2009.

C. Hoareau, P. Keckhut, A. Sarkissian, J-L. Baray and G. Durry, **Methodology for water monitoring in the upper troposphere with Raman Lidar at Observatory of Haute Provence**, *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, Vol. 26, No10, pp2149-2160, 2009.

J. Li, L. Joly, J. Cousin, B. Parvitte, B. Bonno, V. Zéninari, G. Durry, **Diode laser spectroscopy of two acetylene isotopologues (12C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, 13C<sub>12</sub>CH<sub>2</sub>) in the 1.533  $\mu$ m region for the PHOBOS-Grunt space mission**, *Spectrochimica Acta Part A*, 74, pp1204-1208, 2009.

## Publications

N. Montoux, A. Hauchecorne, J.-P. Pommereau, F. Lefèvre, G. Durry, R. L. Jones, A. Rozanov, S. Dhomse, J. P. Burrows, B. Morel, and H. Bencherif, **Evaluation of balloon and satellite water vapour measurements in the Southern tropical and subtropical UTLS during the HIBISCUS campaign**, Atmospheric Chemistry and Physics, 9, 5299-5319, 2009.

### Système de mesure de flux en mer

D. Bourras, A. Weill, G. Caniaux, L. Eymard, B. Bourlès, S. Letourneur, D. Legain, E. Key, F. Baudin, B. Piguet, O. Traullé, G. Bouhours, B. Sinardet, J. Barrié, J.P. Vinson, F. Boutet, C. Berthod, A. Cléménçon. **Turbulent air sea fluxes in the Gulf of Guinea during the AMMA experiment**, Journal of Geophysical Research, 114, C04014, doi:10.1029/2008JC004951, 2009.

### CORIOLIS

Cabanes C. et al., **Partition between barotropic and first baroclinic modes inferred from altimetric surface velocities and Argo float mid-depth displacements**, ASW3 meeting, Hangzhou, China, mars 2009 (poster).

### NIVMER

Testut L., Jan G., Guillot A., Calmant J., **Variations du niveau de la mer et du lagon, Clipperton, environnement et biodiversité d'un microcosme océanique**, MNHN CPN N°68, 51-56, 2009.

### PROLYPHYC

Groleau A., Calzas M., Drezén C., Dégères Y., Escoffier N., Freissinet C., Humbert J.F., Le Vu B., Paolini G., Perney, P., Prévot F., Quiblier C., Tassin B., Vinçon-Leite B., and Bensoussan N., **Oxygen and Carbon dynamics in a carbonate subalpine deep lake at different scales: from day to year**, Poster Session, ASLO (American Society of Limnology and Oceanography) Nice 25-30 janvier 2009.

### Parc GPS La Seyne sur Mer

Boniface, K, Ducrocq, V, Jaubert, G, Yan, X, Brousseau, P, Masson, F, Champollion, C, Chéry, J, Doerflinger, E, **Impact of high-resolution data assimilation of GPS zenith delay on Mediterranean heavy rainfall forecasting**, Ann. Geophysicae, 27, 2739-2753, 2009.

Boudevillain, B., S. Argence, C. Claud, V. Ducrocq, B. Joly, A. Joly, D. Lambert, O. Nuissier, M. Plu, D. Ricard, P. Arbogast, A. Berne, J.-P. Chaboureau, B. Chapon, F. Crépin, G. Delrieu, E. Doerflinger, B. Funatsu, P.-E. Kirstetter, F. Masson, K. Maynard, E. Richard, E. Sanchez, L. Terray et A. Walpersdorf, Projet CYPRIM, partie I, **Cyclogenèses et précipitations intenses en région méditerranéenne : origines et caractéristiques**, La Météorologie, No. 16, pp. 18-28, août 2009.

Cattin R., N. Chamot-Rooke, M. Pubellier, A. Rabaute, M. Delescluse, C. Vigny, L. Fleitout and P. Dubernet, **Stress change and effective friction coefficient along the Sumatra-Andaman-Sagaing fault system after the 26 december 2004 (Mw=9.2) and the 28 march 2005 (Mw=8.7) earthquakes**, G-cubed, 10, Q03011, doi:10.1029/2008GC002167, 2009.

Fallourd R., Harant O., Trouvé E., Nicolas J.M., Tupin F., Gay M., Vasile G., Bombrun L., Walpersdorf A., Serafini J., Cotte N., Moreau L. and Bolon P., **Monitoring Temperate Glacier: Combined Use of Multi-date TerraSAR-X Images and Continuous GPS Measurements**, 4 pages, MULTITEMP 2009, Groton, Connecticut, USA, 2009.

Peyret, M, Djamour, Y, Hessami, K, Regard, V, Bellier, O, Vernant, P, Daignieres, M, Nankali, H, Van Gorp, S, Goudarzi, M, Chéry, J, Bayer, R, Rigoulay, M, **Present-day strain distribution across the Minab-Zendan-Palami fault system from dense GPS transects**, Geoph. J. Int., 179, 751-762, 2009.

## Publications

Richard, E., C. Flamant, F. Bouttier, J. Van Baelen, C. Champollion, M. Hagen, J. Cuesta, P. Bosser, G. Pigeon, S. Argence, J. Arnault, P. Brousseau, Y. Seity, J.-P. Chaboureau, P. Limnaios, F. Masson, Y. Pointin, P. Di Girolamo, V. Wulfmeyer, 2009, **La campagne COPS : Initiation et cycle de vie de la convection en région montagneuse**, *La Météorologie*, 64, 32-42.

Ruegg, J.C., A. Rudloff, C. Vigny, R. Madariaga, J.B. DeChabalier, J. Campos, E. Kausel, S. Barrientos, D. Dimitrov, **Interseismic strain accumulation measured by GPS in the seismic gap between Constitucion and Concepcion in Chile**, *PEPI*, Vol 175, issue 1-2, June, 10.1016/j.pepi.2008.02.015, 2009.

Van Baelen, J., and G. Penide, 2009, **Study of water vapor vertical variability and possible cloud formation with a small network of GPS stations**, *Geophys. Res. Lett.*, 36, L02804, doi:10.1029/2008GL036148.

Vigny, C., A. Rudloff, J.C. Ruegg, R. Madariaga, J. Campos, M. Alvarez, **Upper plate deformation measured by GPS in the Coquimbo gap, Chile**, *PEPI*, Vol 175, issue 1-2, June, 10.1016/j.pepi.2008.02.013, 2009.

Yan, X., V. Ducrocq, P. Poli, M. Hakam, G. Jaubert, A. Walpersdorf, **Impact of GPS zenith delay assimilation on convective scale prediction of Mediterranean heavy rainfall**, *J. Geophys. Res., Atmospheres*, 114, D03104, doi:10.1029/2008JD011036, 2009.

### Bouées CARIOCA, programme CARBO OCEAN

Boutin, J. and L. Merlivat, 2009, **New in situ estimates of carbon biological production rates in the Southern Ocean from CARIOCA drifter measurements**, *Geophys. Research Letter*, Vol. 36, L13608, DOI:10.1029/2009GL038307.

Boutin, J., Y. Quilfen, L. Merlivat, and J. F. Piolle, 2009, **Air-sea CO<sub>2</sub> exchange coefficients deduced from QuikSCAT scatterometer wind speeds from 1999 to 2006**, *Journal of Geophysical research*, Vol. 114, C04007, doi:10.1029/2007JC004168.

Merlivat, L., M. Gonzales-Davila, G. Caniaux, J. Boutin, and G. Reverdin, **Mesoscale and diel to monthly variability of CO<sub>2</sub> and carbon fluxes at the ocean surface in the northeastern Atlantic**, *J. Geophys. Res.*, 114, C03010, doi:10.1029/2007JC004657.

Resplandy L., M.Lévy, F.D'Ovidio and L.Merlivat, **Impact of sub-mesoscale variability in estimating the air-sea CO<sub>2</sub> exchange: results from a model study of the POMME experiment**, *Global Biogeochem. Cycles*, 23, GB1017, doi:10.1029/2008GB003239.

L. Merlivat and J. Boutin, **In situ estimates of carbon biological production rates in the Southern Ocean from CARIOCA drifter measurements**, 8th International Carbon Dioxide Conference, 2009, 2pp.

L. Barbero, J. Boutin, L. Merlivat, S. C. Sutherland, T. Takahashi and R.Wanninkhof, **Assessment of the air-sea CO<sub>2</sub> fluxes in the Southern Pacific Ocean estimated from CARIOCA drifters and ship measurements**, 8th International Carbon Dioxide Conference, 2009, 2pp.

L. Barbero, J. Boutin et L. Merlivat, **Flux air-mer de CO<sub>2</sub> dans l'océan Pacifique Sud estimé à partir de bouées dérivantes CARIOCA et de mesures bateaux**, *Ateliers de Modélisation de l'Atmosphère (AMA) 2009*, 8pp.

### Bouées PIRATA

G. Parard, N. Lefevre, J. Boutin, and G. Caniaux, **High frequency variability of the fugacity of CO<sub>2</sub> at 6°S, 10°W**, poster, 8ème conférence internationale sur le CO<sub>2</sub>, septembre 2009, Jena.



## Publications

### Bouées MAREL

Y. Bozec, L. Merlivat, L. Beaumont, T. Danguy, A. Guillot, M. Repecaud, E. Grosstefan, E. Bucciarelli, J. Guillou, A.C. Baudoux, S. Blain, P. Treguer, **Inter-annual to diurnal dynamics of pCO<sub>2</sub> recorded by a CARIOCA sensor in a temperate coastal ecosystem**, Marine Chemistry, 2010 (en soumission).

Y. Bozec, L. Merlivat, L. Beaumont, T. Danguy, A. Guillot, M. Repecaud, E. Grosstefan, E. Bucciarelli, J. Guillou, S. Blain, P. Treguer, **High frequency monitoring of pCO<sub>2</sub> using a Carioca sensor in a temperate coastal ecosystem (2003-2009)**, poster, OceanObs09, 21-25 september 2009, Venice, Italy.

## 7.4 ANNÉE 2008

### SDLA-LAMA

G. Durry, L. Joly, T. Le Barbu, B. Parvitte and V. Zéninari, **Laser diode spectroscopy of the H<sub>2</sub>O isotopologues in the 2.64 micron region for the in situ monitoring of the Martian atmosphere**, Infrared Physics & Technology, Vol. 51, Issue 3, pp229-235, 2008.

G. Durry, N. Amarouche, L. Joly, X. Liu, V. Zéninari and B. Parvitte, **Laser diode spectroscopy of H<sub>2</sub>O at 2.63 micron for atmospheric applications**, Applied Physics B 90, 573–580, 2008.

F. Fierli, G. Di Donfrancesco, F. Cairo, V. Marécal, M. Zampieri, E. Orlandi and G. Durry, **Variability of cirrus clouds in a convective outflow during the Hibiscus campaign**, Atmospheric Chemistry and Physics, 8, 4547-4558, 2008.

L. Joly, C. Robert, B. Parvitte, V. Catoire, G. Durry, G. Richard, B. Nicoullaud and V. Zeninari, **Development of a spectrometer using a cw DFB quantum cascade laser operating at room temperature for the simultaneous analysis of N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub> in the Earth's atmosphere**, Applied Optics, Vol 47, No 9, pp1206-1214, 2008.

### NIVMER

R. Mamedov, J.C Cretaux S. Vignudelli, L. Lyard, L. Testut, M. Calzas, A. Alyev and A. Kostianoy, **Recent developments in cal/val activities supporting satellite altimetry in the Caspian Sea**, Observing and Forecasting the Ocean, 11/2008.

### PROLYPHYC

Bensoussan N., Cabal A., Calzas M., Drezén C., Dégrés Y., Escoffier N., Freissinet C., Groleau A., Humbert J.F. Le Vu B., Paolini G., Perney P., Prévot F., Quiblier C., Tassin B., Vinçon-Leite B., **From in situ time series to mean image: new tools for monitoring harmful algal blooms**, Poster Session: Role of science in Water, Biologic and Geologic Hazards Security, AGU Fall Meeting 2008 (San Francisco, 15-19 decembre 2008).

### Bouées CARIOCA / PIRATA

Lefèvre, N., A. Guillot, L. Beaumont, and T. Danguy, **Variability of pCO<sub>2</sub> in the Eastern Tropical Atlantic from a moored buoy**, J. Geophys. Res., 113, C01015, doi:10.1029/2007JC004146.

### CORIOLIS

Cabanes C. et al., **CORiolis Re-Analyses (CORA): a new comprehensive and qualified ocean in-situ dataset from 1990 to 2008**, newsletter Mercator-Coriolis n°6, <http://projets.ifremer.fr/coriolis/All-news/Newsletters/Coriolis-6>

Parc GPS La Seyne sur Mer

O. Bock, M. N. Bouin, E. Doerflinger, P. Collard, F. Masson, R. Meynadier, S. Nahmani, M. Koite, K. Gaptia Lawan Balawan, F. Dide, D. Ouedraogo, S. Pokperlaar, J.-B. Ngamini, J. P. Lafore, S. Janicot, F. Guichard and M. Nuret, **West African Monsoon observed with ground-based GPS receivers during African Monsoon Multidisciplinary Analysis (AMMA)**, *J. Geoph. Res.*, 113, doi:1029/2008JD010327.

Llubes, M., N. Florsch, J.P. Boy, M. Amalvic, P. Bonnefong, M.N. Bouin, S. Durand, M.F. Esnault, P. Exertier, J. Hinderer, M.F. Lalancette, F. Masson, L. Morel, J. Nicolas, M. Vergnolle, G. Wöppelmann, **Multi-technique monitoring of ocean tide loading in northern France**, *C.R. Géosciences*, 340, 379-389, 2008.

Melachroinos S. A., Biancale R., Llubes M., Perosanz F., Lyard F., Vergnolle M., Bouin M.-N., Masson F., Nicolas J., Morel L., Durand S., **Ocean tide loading (OTL) displacements from global and local grids: comparisons to GPS estimates over the shelf of Brittany, France**, *J. of Geodesy*, doi:10.1007/s00190-007-0185-6, 82, 357-371, 2008.

Trouvé, E., I. Pétilot, P. Bolon, M. Gay, L. Bombrun, J.-M. Nicolas, F. Tupin, A. Walpersdorf, N. Cotte, I. Hajnsek, M. Keller, **Monitoring Alpine Glacier activity by a combined use of TerraSAR-X images and continuous GPS measurements - the Argentière glacier experiment**, invited paper, 4 pages, EUSAR 2008, Friedrichshafen, Germany, 2-5 June 2008.

Vergnolle, M., M.-N. Bouin, L. Morel, F. Masson, S. Durand, J. Nicolas, S.A. Melachroinos, **GPS estimates of ocean tide loading in NW-France: Determination of ocean tide loading constituents and comparison with a recent ocean tide model**, *Geophys. J. Int.*, doi: 10.1111/j.1365-246X.2008.03734.x, 173, 444–458, 2008.

Yan, X., V. Ducrocq, P. Poli, G. Jaubert and A. Walpersdorf, **Mesoscale GPS Zenith Delay assimilation during a Mediterranean heavy precipitation event**, *Adv. Geosci.*, 17, 71-77, 2008.

## 7.5 ANNÉE 2007

SDLA-LAMA

Joly L., Parvitte B., Zeninari V. and G Durry, **Development of a compact CO2 sensor open to the atmosphere and based on near-infrared laser technology at 2.68 micron**, *Applied Physics B*, 86, 743-748, 2007.

V. Marécal, G. Durry, K. Longo, S. Freitas, E.Rivière and M. Pirre, **Mesoscale modelling of water vapour in the tropical UTLS: two case studies from the HIBISCUS campaign**, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 7, 1471-1489, 2007.

J.K. Nielsen, N. Larsen, F. Cairo, G. Difrancesco, J.M. Rosen, G. Durry, G. Held and J-P. Pommereau, **Solid particles in the tropical lowest stratosphere**, *Atmos. Chem. Phys.*, 7, 685-695, 2007.

Parc National Océanographique de BREST

Stéphane Blain, Bernard Quéguiner, Leanne Armand, Sauveur Belviso, Bruno Bombled, Laurent Bopp, Andrew Bowie, Christian Brunet, Corina Brussaard, François Carlotti, Urania Christaki, Antoine Corbière, Isabelle Durand, Frederike Ebersbach, Jean-Luc Fuda, Nicole Garcia, Loes Gerringa, Brian Griffiths, Catherine Guigue, Christophe Guillerm, Stéphanie Jacquet, Catherine Jeandel, Patrick Laan, Dominique Lefèvre, Claire Lo Monaco, Andrea Malits, Julie Mosseri, Ingrid Obernosterer, Young-Hyang Park, Marc Picheral, Philippe Pondaven, Thomas Remenyi, Valérie Sandroni, Géraldine Sarthou, Nicolas Savoye, Lionel Scouarnec, Marc Souhaut, Doris Thuiller, Klaas Timmermans, Thomas Trull, Julia Uitz, Pieter van Beek, Marcel Veldhuis, Dorothée Vincent, Eric

## Publications

Viollier, Lilita Vong & Thibaut Wagener, **Effect of natural iron fertilization on carbon sequestration in the Southern Ocean**, Nature vol446/26, 26 April 2007/ doi:10.1038/Nature 05700.

### Bouées CARIOCA / PIRATA

Lefèvre N., Guillot A., Beaumont L., Danguy T., **Mesures automatiques de la fugacité de CO<sub>2</sub> dans l'océan sur bouée ancrée Pirata**, Colloque AEI (Atelier Expérimentation Instrumentation) 5-6 avril 2007, Villeurbanne.

Lefèvre N., A. Guillot, L. Beaumont, T. Danguy, **Variability of pCO<sub>2</sub> in the eastern tropical Atlantic from the PIRATA mooring at 6°S, 10°W**, 2<sup>nd</sup>e conférence internationale AMMA, 26-30 novembre 2007, Karlsruhe.

### Bouées ASTAN

Cariou T., Morin P., Macé E., Dubreule A., et Guillermin C., **Acquisition automatique de données océanographiques et météorologiques en temps réel en Manche Occidentale. Installation sur mouillage d'une bouée instrumentée**, Colloque INSU - IFREMER - Météo France, Atelier Expérimentation et Instrumentation, Lyon, 5-6 avril 2007.

### Parc GPS La Seyne sur Mer

Masson, F., Anvari, M., Djamour, Y., Walpersdorf, A., Tavakoli, F., Daignières, M., Nankali, H. and Van Gorp, S., **Large-scale crustal deformation in Iran inferred from GPS measurements**, GJI, 170, 436-440, 2007.

Peyret M, Chéry J, Djamour Y, et al., **The source motion of 2003 Bam (Iran) earthquake constrained by satellite and ground-based geodetic data**, Geoph. J. Int., 169, 849-865, 2007.

Simons, W., A. Socquet, C. Vigny, B. Ambrosius, S. Haji Abu, Chaiwat Promthong, C. Subarya, D.A. Sarsito, S. Matheussen, P. Morgan, and W. Spakman, **A decade of GPS in SE Asia: Resolving Sundaland Motion and Boundaries**, J. Geophys. Res., 112, B06420, doi:10.1029/2005JB003868R, 2007.

Vergnolle, M., E. Calais, L. Dong, **Dynamics of continental deformation in Asia**, J. Geophys. Res., 112, B11403, doi:10.1029/2006JB004807, 2007.

Vigny, C., J.B. DeChabalier, J.C. Ruegg, P. Huchon, K. Feigl, R. Cattin, L. Asfaw and K. Khanbari, **25 years of geodetic measurements along the Tadjoura-Asal rift system, Djibouti, East Africa**, J. Geophys. Res., 112, B06410, doi:10.1029/2004JB003230, 2007.

## 7.6 ANNÉE 2006

### SDLA-LAMA

Le Barbu T., Parvitte B., Zéninari Z., Vinogradov I., Korablev O. and Durry G., **Diode laser spectroscopy of H<sub>2</sub>O and CO<sub>2</sub> in the 1.877 μm region for the in situ monitoring of the Martian atmosphere**, Applied Physics B, 82, 133-140, 2006.

Le Barbu T., Zéninari Z., Parvitte B., Courtois D. and G. Durry, 2006, **Line strengths and self-broadening coefficients of carbon dioxide isotopologues (13CO<sub>2</sub> and 18O12C16O) near 2.04 μm for the in situ laser sensing of the Martian atmosphere**, Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer, 98, 264-276, 2006.

Le Barbu T., Vinogradov I., Durry G., Korablev O., Chassefière E. and Bertaux J-L., **TDLAS a laser diode sensor for the in situ monitoring of H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> and their isotopes in the Martian**

## Publications

**atmosphere**, Advances in Space Research, Vol. 38, Issue 4 , pp 718-725, 2006.

Joly L., B. Parvitte, V. Zéninari, D. Courtois and G. Durry, **A spectroscopic study of water vapor isotopologues H<sub>2</sub>16O, H<sub>2</sub>18O and HDO using a continuous wave DFB quantum cascade laser in the 6.7 μm region for atmospheric applications**, Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer, Vol. 102, 2, 129-138 , 2006.

L. Joly, B. Parvitte, V. Zéninari, D. Courtois, G. Durry, **Water vapor isotope ratio measurements in air with a quantum cascade laser spectrometer**, Optics Letters, Vol. 31, 2, pp143-145, 2006.

V. Zeninari, B. Parvitte, L. Joly, T. Le Barbu, N. Amarouche and G. Durry, **Laboratory spectroscopic calibration of infrared tunable laser spectrometers for the in situ sensing of the Earth and Martian atmospheres**, Applied Physics B, Vol. 85, Number 2-3, pp. 265-272, 2006.

### Parc National Océanographique de BREST

Valérie Ballu, Mathilde Cannat, Ammann, V. Ballu, I. Bashmachnikov, A. Bezos, MN. Bouin, P. Bouruet-Aubertot, C. Cadio, M. Cannat, C. Deplus, S. Deroussi, G. Duveau, J. Escartin, E. Howarth, M. Kitazawa, A. Lourenço, M. Maia, C. Marec, O. Pot, G. Reverdin, C. Rommevaux-Jestin, G. Sasagawa, A. Adam, L. St Laurent, A. Thurnherr, **MoMAR Observatory: a Geophysical, Geological and Oceanographical approach to the Monitoring of the Lucky Strike Segment (GRAVILUCK cruise)**, Poster session AGU (American Geophysical Union) 2006.

### Parc GPS La Seyne sur Mer

Bayer, R., Chéry, J., Tatar, M., Vernant, Ph., Abbassi, M., Masson, F., Nilforoushan, F., Doerflinger, E., Regard, V. and Bellier, O., **Active deformation in Zagros-Makran transition zone inferred from GPS measurements**, Geophys. J. Int., 165, 173-181, doi:10.1111/j.1365-246X.2006.02879.x., 2006.

Calais, E., L. Dong, M. Wang, Z. Shen, M. Vergnolle, **Continental deformation in Asia from a combined GPS solution**, Geophys. Res. Lett., 33, L24319, doi:10.1029/2006GL028433, 2006.

Lyon-Caen, H., E. Barrier, C. Lasserre, A. Franco, I. Arzu, L. Chiquin, M. Chiquin, T. Duquesnoy, O. Flores, O. Galicia, J. Luna, E. Molina, O. Porras, J. Requena, V. Robles, J. Romero, and R. Wolf, **Kinematics of the North American-Caribbean-Cocos plates in Central America from new GPS measurements across the Polochic-Motagua fault system**, Geophys. Res. Lett., v. 33, doi : 10.1029/2006GL027694, 2006.

Masson, F., Y. Djamour, S. Van Gorp, J. Chéry, M. Tatar, F. Tavakoli, H. Nankali, and P. Vernant, **Extension in NW Iran driven by the motion of the South Caspian Basin**, Earth and Planet. Sci. Lett., v. 252, p. 180, 2006.

Socquet, A., C. Vigny, W. Simons, N. Chamot-Rooke, C. Rangin, B. Ambrosius, **India and Sunda plates motion and deformation along their boundary in Myanmar determined by GPS**, J. Geophys. Res., 111, B05406, doi:10.1029/2005JB003877, 2006.

Socquet, A., W. Simons, C. Vigny, R. McCaffrey, B. Ambrosius, W. Spakman, C. Subarya and D. Sarsito, **Microblock rotations and fault coupling in SE Asia triple junction (Sulawesi, Indonesia) from GPS and earthquake slip vector data**, J. Geophys. Res., 111, B08409, doi:10.1029/2005JB003963, 2006.

Vigny, C., P. Huchon, J.C. Ruegg, K. Khanbari, and L. Asfaw, **Confirmation of Arabia plate slow motion by new GPS data in Yemen**, J. Geophys. Res., 111, B02402, doi:10.1029/2004JB003229, 2006.

Walpersdorf, A., D. Hatzfeld, H. Nankali, F. Tavakoli, F. Nilforoushan, M. Tatar, P. Vernant, J. Chéry and F. Masson, **Difference in the GPS deformation pattern of north and central Zagros (Iran)**, Geophysical Journal International, doi:10.1111/j.1365-246X.2006.03147.x, Vol. 167, Issue 3, 1077-, 2006.

## 7.7 ANNÉE 2005

### SDLA-LAMA

Durry G. and Hauchecorne A, **Evidence for long-lived polar vortex air in the mid-latitude summer stratosphere from in situ laser diode CH<sub>4</sub> and H<sub>2</sub>O measurements**, Atmospheric Chemistry and Physics, 5, 1467-1472, 2005.

Durry G., Zeninari V., Parvitte B., Le Barbu T., Lefevre F., Ovarlez J. and Gamache R., **Pressure-broadening coefficients and line strengths of H<sub>2</sub>O near 1.39 μm: application to the in situ sensing of the middle atmosphere with balloonborne diode lasers**, J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer, 94(3-4), 387-403, 2005.

### Parc National Océanographique de BREST

Guieu C, Roy-Barman M, Leblond N, Jeandel C, Souhaut M, Le Cann B, Dufour A, Bournot-Marec C, **Vertical particule flux in the Northeast Atlantic Ocean (POMME Experiment)**, Journal of Geophysical Research. C. Oceans vol 110, noC7, jul 2005.

Laes A, Vuillemin R, Leilde B, Sarthou G, Bournot-Marec C, Blain S, **Impact of environmental factors on in situ determination of iron in seawater by flow injection analysis**, Marine Chemistry vol.97, no3-4, pp347-356. 2005.

### Carottier 1000 m LGGE

**Ice core of Berkner Island**, (SAGES: Signal in Antarctica of Past Global Changes project), BAS (British Antarctic Survey) review news, 2005.

## 7.8 ANNÉE 2004

### SDLA-LAMA

G. Durry, E. Chassefière, J.-L. Bertaux, J.-J. Berthelier, M. Cabane, V. Ciarletti, F. Forget, M. Hamelin, F. Leblanc, M. Menvielle, M. Gerasimov, O. Korablev, S. Linkin, G. Managadze, A. Jambon, G. Manhès, Ph. Lognonné, P. Agrinier, P. Cartigny, D. Giardini, T. Pike, W. Kofman, A. Herique, P. Coll, A. Person, F. Costard, Ph. Sarda, Ph. Paillou, M. Chaussidon, B. Marty, F. Robert, S. Maurice, M. Blanc, C. d'Uston, J.-Ch. Sabroux, J.-F. Pineau, P. Rochette, **MEP (Mars Environment Package): toward a package for studying environmental conditions at the surface of Mars from future lander/rover missions**, Advances in Space Research, 34, 1702-1709, 2004.

Durry G., Amarouche N., Zéninari V., Parvitte B., Lebarbu T. and Ovarlez J., **In situ sensing of the middle atmosphere with balloonborne near-infrared laser diodes**, Spectrochimica Acta A, Vol. 60, Issue 14, pp 3371-3379, 2004.

Pouchet I., Zéninari V., Parvitte B. and Durry G., **Diode laser spectroscopy of CO<sub>2</sub> in the 1.6 μm region for the in situ sensing of the middle atmosphere**, Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer, 83, pp 619-628, 2004.

Zeninari V., Vicet A., Parvitte B., Joly L. and Durry G., **In situ sensing of atmospheric CO<sub>2</sub> with laser diodes near 2.05 micron: a spectroscopic study**, Infrared Physics and Technology, 45, 229-237, 2004.



## Publications

### Parc National Océanographique de Brest

Ternon JF<sup>1</sup>, Baklouti M<sup>1</sup>, Astor Y<sup>2</sup>, Guiral D<sup>1</sup>, Marec C<sup>3</sup>, Fuda JL<sup>4</sup> and Nikiéma O<sup>4</sup> (1) Institut de Recherche pour le développement (UR ELISA, IRD), (2) Fundacion La Salle de Ciencias Naturales, EDIMAR, Ile de Margarita, Venezuela, (3) INSU Division Technique (Plouzané), (4) Laboratoire d'Océanographie et de Biogéochimie (UMR 6535 CNRS, Marseille), **Observation of the distribution of physical and biogeochemical properties over the French Guiana continental shelf at two opposite seasons**, Présentation colloque ECOLAB, Cayenne, Nov 2004.

## 7.9 ANNÉE 2003

### Capteurs pCO<sub>2</sub>

Copin-Montegut C., Begovic M., and L. Merlivat, **Variability of the partial pressure of CO<sub>2</sub> on diel to annual timescales in the Northwestern Mediterranean Sea**, Marine Chemistry, in review, 2003.

### Parc National Océanographique de Brest

Vangriesheim A, Bournot-Marec C, Fontan AC, **Flow variability near Cape Verde frontal zone (Subtropical Atlantic Ocean)**, Oceanologica Acta vol.26, no.2, PP149-159, 2003.

## 7.10 ANNÉE 2002

### Capteurs pCO<sub>2</sub>

Blain S., J. Guillou, P. Tréguer, P. Woerther, L. Delauney, E. Follenfant, O. Gontier, M. Hamon, B. Leildé, A. Masson, C. Tartu, R. Vuillemin, **High Frequency Monitoring of Coastal Marine Environment using MAREL buoy**, Journal of Environmental Monitoring, 2002.

### SDLA-LAMA

Durry G., Hauchecorne A., Ovarlez J., Ovarlez H., Pouchet I., Zeninari V. and Parvitte B., **In situ measurement of H<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub> with telecommunication laser diodes in the lower stratosphere: dehydration and indication of a tropical air intrusion at mid-latitudes**, Journal of Atmospheric Chemistry, 43, 175-194, 2002.

Durry G., T. Danguy and I. Pouchet, **Open two-mirror multipass absorption cell for in situ monitoring of stratospheric trace-gas with telecommunication laser diodes**, Applied Optics, 41, 424-433., 2002.

Parvitte B., Zeninari V., Pouchet I. and Durry G., **Diode laser spectroscopy of H<sub>2</sub>O in the 7165-7185 cm<sup>-1</sup> range for atmospheric applications**, Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer, 75, 493-507, 2002.

## 7.11 ANNÉE 2001

### SDLA-LAMA

Durry G., **Balloonborne near-infrared diode laser spectroscopy for in situ measurements of atmospheric CH<sub>4</sub> and H<sub>2</sub>O**, Spectrochimica Acta A, 57/9, 1855-1863, 2001.

Durry G., and I. Pouchet, **A Near-Infrared Diode Laser Spectrometer for the In Situ Measurements of CH<sub>4</sub> and H<sub>2</sub>O from Stratospheric Balloons**, Journal of Atmospheric and Oceanic Technology, Vol.18, No9, 1485-1494, 2001.

### Capteurs pCO<sub>2</sub>

## Publications

Hood E. M., Wanninkhof R., Merlivat, **Short term variations of pCO<sub>2</sub> in a North Atlantic warm core eddy: results from the Gas-ex 98 carbon interface ocean atmosphere (CARIOCA) buoy data**, Journal of Geophysical Research, 106, C2, 2561-2572. 2001.

### 7.12 ANNÉE 2000

#### SDLA-LAMA

Durry G., I. Pouchet, N. Amarouche, T. Danguy and G. Megie, **Shot-noise-limited dual-beam detector for atmospheric trace-gas monitoring with near-infrared diode lasers**, Applied Optics, 39, 5609-5619, 2000.

Durry G. and G. Megie, **In situ measurements of H<sub>2</sub>O from a stratospheric balloon by diode laser direct-differential absorption spectroscopy at 1.39  $\mu$ m**, Applied Optics 39, 5601-5608, 2000.

### 7.13 ANNÉE 1999

#### SDLA-LAMA

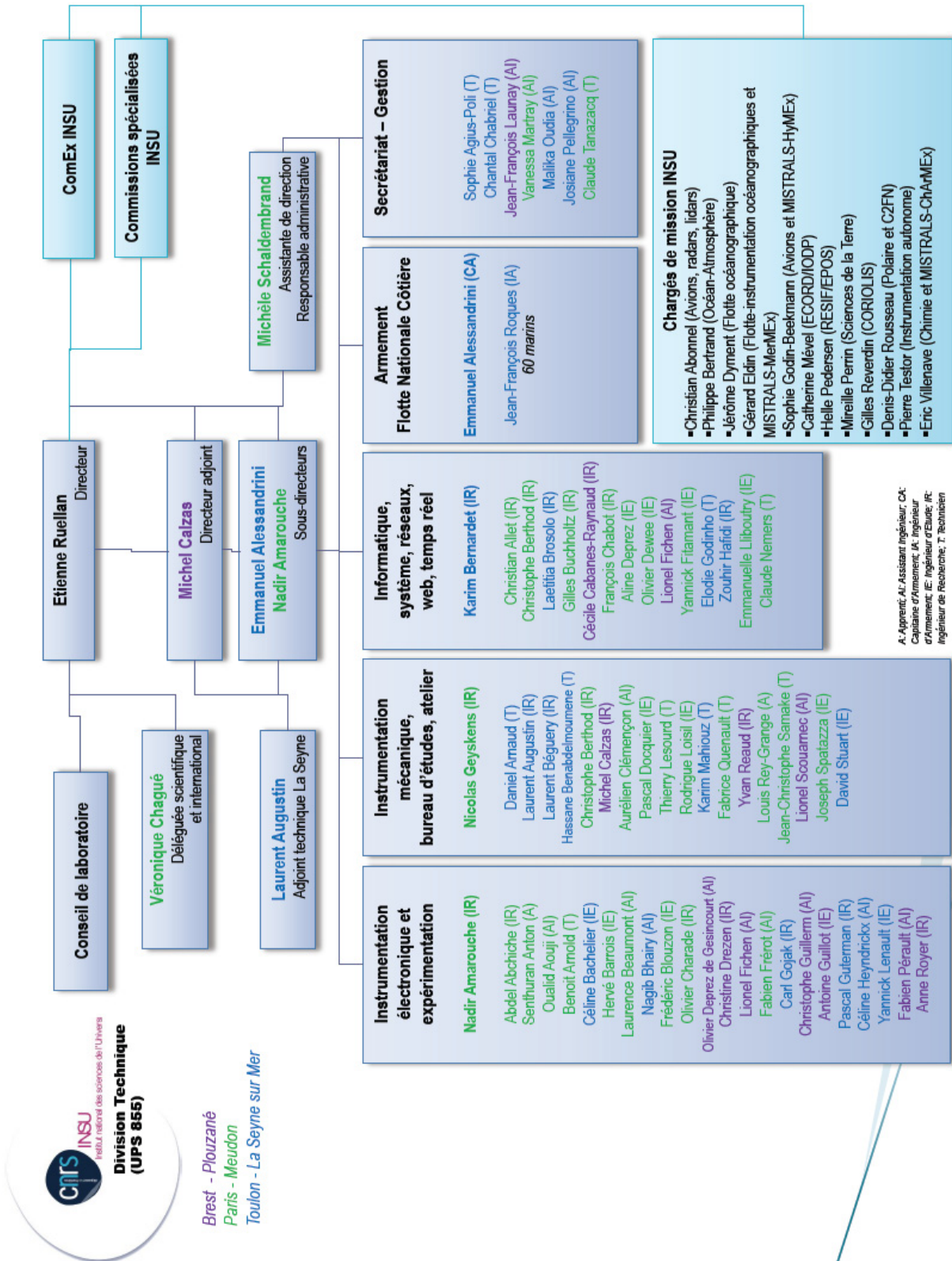
Durry G. and G. Megie, **Atmospheric CH<sub>4</sub> and H<sub>2</sub>O monitoring with near-infrared InGaAs laser diodes by the SDLA, a balloonborne spectrometer for tropospheric and stratospheric in situ measurements**, Applied Optics 38, 7342-7354, 1999.



## 8 ANNEXES

### 8.1 ORGANIGRAMME

En date du 02/02/2011 :



## 8.2 GLOSSAIRE

ACMO	Agent Chargé de la Mise en Oeuvre
ADCP	Acoustic Doppler Current Profiler
AMMA	Analyses Multidisciplinaires de la Mousson Africaine
ANR	Agence Nationale de la Recherche
ATR	Avions de Transport Régional
CAO	Conception Assistée par Ordinateur
CARIOCA	CARbon Interface Ocean Atmosphere
CAROLS	Cooperative Airborne Radiometer for Ocean and Land Studies
CCD	Charge Coupled Device
CEA	Commissariat à l'Energie Atomique
CETP	Centre d'étude des Environnements Terrestre et Planétaires
CFHT	Canada France Hawaii Telescope
CIRMAT	Comité Inter-Régional Manche Atlantique
CIRMED	Comité Inter-Régional Méditerranée
CNES	Centre National d'Etudes Spatiales
CNFC	Commission Nationale de la Flotte Côtière
CNR	Consiglio Nazionale delle Ricerche
CNRM	Centre National de Recherches Météorologiques
CNRS	Centre National de la Recherche Scientifique
COFIN	COmmunication avec la Flotte de l'INSU
COM	Centre d'Océanologie de Marseille
CROHYDRO	CROzet HYDRO acoustique
CTD	Conductivity, Temperature and Depth
DAUFIN	Dispositif d'Acquisition Unifié de la Flotte de l'INSU
DGAC	Direction Générale de l'Aviation Civile
DGLAB	Corinth Deep Geodynamic LABORatory
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
DT	Division Technique
ESA	European Space Agency
ESO	European Southern Observatory
EUFAR	EUropean Fleet for Airborne Research
FAO	Fabrication Assistée par Ordinateur
FTP	File Transfer Protocole



Annexes

GLOSS	Global Sea Level Observing System
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile communications
HIFI	Heterodyne Instrument for the Far Infrared
IFREMER	Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la MER
IGN	Institut Géographique National
INSU	Institut National des Sciences de l'Univers
IPEV	Institut polaire français Paul Emile Victor
IPGP	Institut de Physique du Globe de Paris
IPSL	Institut Pierre Simon Laplace
IRD	Institut de Recherche pour le Développement
ITA	Ingénieurs Techniciens Administratifs
IUEM	Institut Universitaire Européen de la Mer
LA	Laboratoire d'Aérodynamique
LATMOS	Laboratoire Atmosphères, Milieux, Observations Spatiales
LEANDRE	Lidars aéroportés pour l'Etude des Aérosols, des Nuages, de la Dynamique, du Rayonnement et du cycle de l'Eau
LEGOS	Laboratoire d'Etudes en Géophysique et Océanographie Spatiales
LERMA	Laboratoire d'Etudes du Rayonnement et de la Matière en Astrophysique
LESIA	Laboratoire d'Etudes Spatiales et d'Instrumentation en Astrophysique
LGGE	Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement
LIDAR	Light Detection And Ranging
LISA	Laboratoire Inter-Universitaire des Systèmes Atmosphériques
LMD	Laboratoire de Météorologie Dynamique
LNG	Leandre Nouvelle Génération
LOCEAN	Laboratoire d'Océanographie et du Climat : Expérimentation et Approches Numériques
MEUST	Mediterranean Eurocenter for Underwater Sciences and Technologies
MISTRALS	Mediterranean Integrated Studies at Regional And Local Scales
MOMA	Martian Organic Molecule Analyser
MOMAR	MONitoring the Mid-Atlantic Ridge
MONA	Measurement Of Nitrogen compounds onboard Aircraft
N/O	Navire Océanographique
NIVMER	NIVeau de la MER
OCA	Observatoire de la Côte d'Azur
OHP	Observatoire de Haute-Provence
OSU	Observatoires des Sciences de l'Univers

Annexes

PCO2	Pression partielle de CO <sub>2</sub>
PCRD	Programme Cadre de Recherche et Développement
PDR	Preliminary Design Review
PI	Principal Investigator
POMME	Programme Océanographique Multidisciplinaire Meso Echelle
RADAR	RADio Detection And Ranging
RALI	RAdar LIdar
RASTA	Radar Aéroporté et Sol de Télédétection des propriétés nuAgeuses
RESIF	Réseau Sismologique et géodésique Français
ROSAME	Réseau d'Observation Sub-antarctique et Antarctique du niveau de la MEr
SA	Service d'Aéronomie
SAFIRE	Service des Avions Français Instrumentés pour la Recherche en Environnement
SAMU	Spectromètre de masse Aéroporté MUlti-espèces
SAVED	Système d'Acquisition, de Validation et d'Exploitation de Données
SDLA - LAMA	Spectromètre à Diode Laser Accordable - Laser pour l'Analyse du Méthane Atmosphérique
SDU	Sciences De l'Univers
SOMLIT	Service d'Observation du Milieu LITtoral
TAAF	Terres Australes et Antarctiques Françaises
TAROT	Télescope à Action Rapide pour les Objets Transitoires
TGIR	Très Grande Infrastructure de Recherche
UPS	Unité Propre de Service