



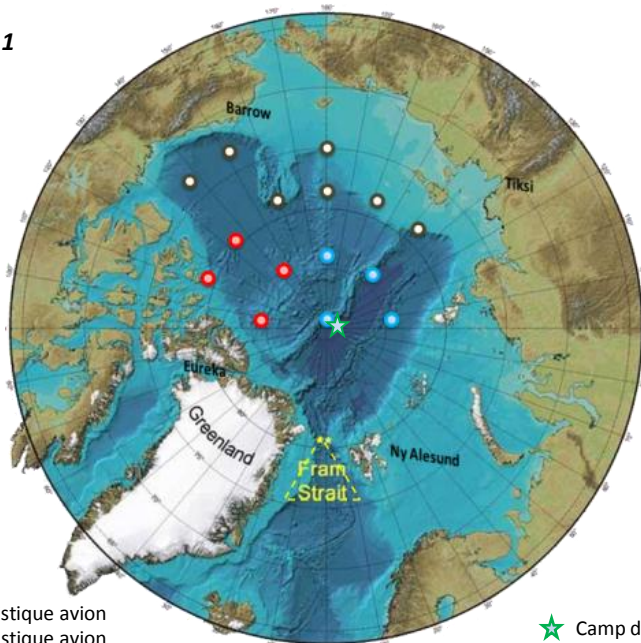
Surveillance du changement climatique en Arctique

Contexte

Les manifestations les plus spectaculaires du changement climatique ont lieu en Arctique. Le réchauffement au cours des dernières décennies y atteint presque deux fois la moyenne globale à la surface de la terre. On appelle ce phénomène l'amplification arctique. Cette amplification du changement climatique est due aux nombreuses rétroactions entre la glace, l'océan et l'atmosphère. Par exemple, la réduction de la surface de la banquise et l'augmentation de la couverture nuageuse en été ont un impact important sur le bilan radiatif et les flux à l'interface océan-atmosphère. Ainsi, alors que l'océan de surface et la basse atmosphère se réchauffent, la circulation atmosphérique peut être modifiée de façon plus ou moins importante. Les changements dans le régime de vents contribuent à déformer, fracturer la glace de mer, à produire davantage d'eau libre de glace, à diminuer l'albédo, à augmenter l'absorption de radiation solaire par l'océan, et ainsi à amplifier les modifications dans la glace de mer et l'océan, mais aussi sur terre. La fonte de la calotte groenlandaise et l'élévation du niveau de la mer s'accroissent, le pergélisol fond relâchant des gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Aussi pour comprendre et prévoir l'amplification arctique, des observations synoptiques dans l'océan, la glace de mer et l'atmosphère sont nécessaires.

Objectifs

Figure 1



- Printemps: logistique avion
- Printemps: logistique avion
- Automne : logistique brise-glace

★ Camp de glace Barneo

IAOOS (Ice – Atmosphere – Arctic Ocean Observing System) est un projet financé par l'appel « investissement d'avenir ». L'objectif est de déployer et maintenir un système intégré collectant simultanément et en temps réel des observations relatives à l'état de l'océan, de la glace de mer et de la basse atmosphère en Arctique. Les paramètres observés sont choisis pour compléter les observations satellitaires et nourrir les modèles opérationnels. Dans l'océan, nous ciblerons les 800 premiers mètres sous la surface afin de documenter la couche de mélange, la halocline et les eaux Atlantique et Pacifique. Dans la glace de mer, il faut mesurer l'épaisseur de la glace et les profils de température à travers celle-ci. Dans l'atmosphère, il faut mesurer les paramètres météorologiques près de la surface et observer la couche limite, les nuages et les aérosols dans la troposphère. Ce dispositif complètera utilement les observations satellitaires qui sont sujettes à des erreurs et des biais en arctique. L'équipement IAOOS est basé sur 15 plates-formes autonomes fonctionnant à tout moment dans l'océan Arctique, pour une période de 7 ans au total (figure 1). Chaque plate-forme se compose de 3 éléments: océanique, glace de mer et atmosphérique (figure 2). Les plates-formes sont conçues pour flotter à la surface de l'océan et rester à la surface de la glace. Leur autonomie sera de 2 ans. Les 15 plates-formes IAOOS dériveront avec la glace de mer, les vents de surface et les courants océaniques. Nous envisageons la perte de 6 plates-formes chaque année, certaines dériveront au delà du Détroit de Fram et d'autres seront détruites par des crêtes de compression. Après un déploiement initial de 15 plates-formes, nous prévoyons de remplacer chaque année les plates-formes perdues pendant cinq ans. Soit un total de 40 plates-formes IAOOS déployées pendant la durée du projet.

Newsletter N°1

Mars 2012

Site Web IAOOS

www.iaaos-equipex.upmc.fr

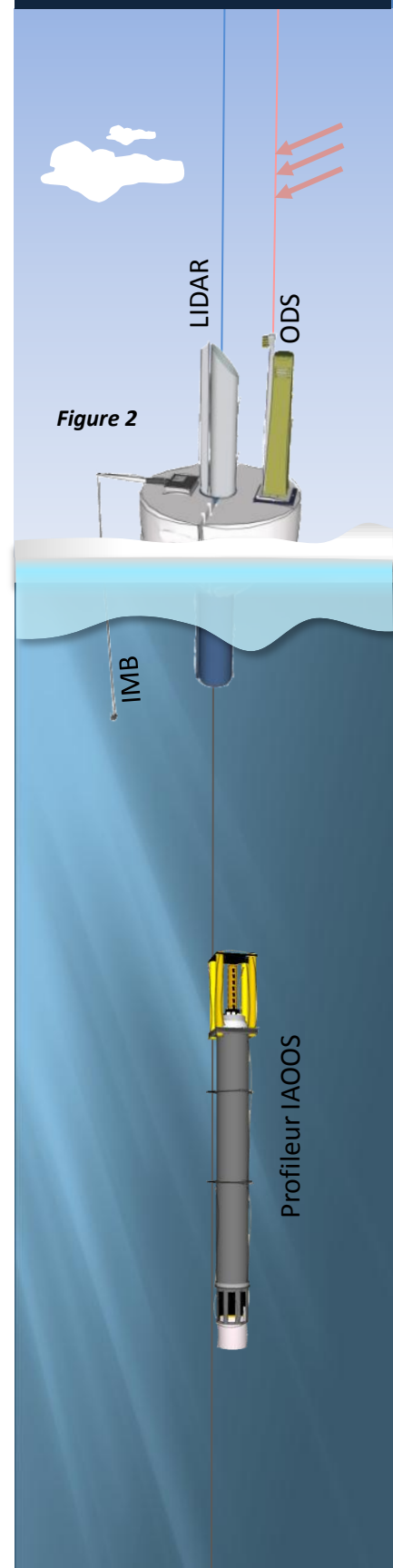


Figure 2

Profileur IAOOS



La gouvernance du projet est assurée par un comité directeur (réunions annuelles), et un comité de pilotage (réunions mensuelles).

WPO Comité de Pilotage

Coordinateurs
+
Chef de Projet
+
Responsables Scientifiques

WP1
Océan
LOCEAN

WP2
Glace de Mer
LOCEAN

WP3
Atmosphère
LATMOS

WP4
Intégration
DT-INSU

WP5
Transmission, Acquisition & Dissémination des données
IPEV, ICARE, LOCEAN

Sous-Traitants Industriels

NKE, CIMEL, MOBILIS, SAMS

Rôle des partenaires & collaborations

UPMC (LOCEAN et LATMOS): L'UPMC (www.upmc.fr) coordonne le projet.

Le LOCEAN (www.locean-ipsl.upmc.fr) est en charge des instruments de glace IMB (SAMS) et du profileur océanique (NKE). Le LATMOS (www.latmos.ipsl.fr) est en charge des instruments de mesure atmosphérique (MicroLidar -CIMEL et Latmos- et Optical Depth Sensor -Latmos-).

DT-INSU: www.dt.insu.cnrs.fr

- La DT/INSU/Brest est en charge du développement de l'électronique centrale sur la plate-forme et de l'intégration des différents systèmes.

- La DT/INSU/Meudon est en charge du développement de l'électronique atmosphérique et du design mécanique de l'intégration des instruments atmosphériques sur la bouée.

IPEV: L'IPEV assure la réception, le décodage (niveau 0 et 1) et le transfert des données océan, glace et atmosphère. www.institut-polaire.fr

ICARE: Le centre ICARE centralise les données atmosphériques. Il en assure le traitement, l'archivage et la dissémination www.icare.univ-lille1.fr

Plusieurs sociétés privées participent au développement et/ou à la fourniture du matériel: NKE www.nke-corporate.fr CIMEL www.cimel.fr SAMS www.sams.ac.uk

MOBILIS www.mobilis-sa.com

Des liens étroits sont développés avec le centre de données Coriolis (www.coriolis.eu.org) pour le traitement, l'archivage et la distribution des données océan et glace et avec le groupe de travail 4 de l'EQUIPEX NAOS (www.naos-equipex.fr)

Groupe de Travail 1 – Océan

Les profils océaniques documentent la couche de mélange, la profondeur et l'amplitude de la halocline, le parcours des eaux provenant de l'atlantique et/ou du pacifique. Ces observations sont fondamentales pour la compréhension des différents transferts de flux entre l'océan et la glace ou l'atmosphère. Un câble de 800 m de long est accroché sous la bouée et lesté par un poids de 50 kg à son extrémité de façon à demeurer aussi vertical que possible (Fig. 2). Le long du câble, un flotteur (type ARGO) mesure des profils de température et de salinité une à deux fois par jour de la surface jusqu'à 800m de profondeur. A la fin de chaque profil, les données sont transmises par Iridium aux satellites puis sur le continent. Une synergie se développe avec le groupe de travail 4 de NAOS (www.naos-equipex.fr) dans le but de déployer des flotteurs équipés de capteurs biogéochimiques sur quelques plates-formes IAOOS.

Groupe de Travail 2 – Glace de Mer

Actuellement aucun satellite ne peut mesurer directement et précisément l'épaisseur de glace. Des mesures de haute qualité et sur une longue période sont essentielles pour évaluer précisément les cycles annuels de la banquise Arctique.

Newsletter N°1 Mars 2012



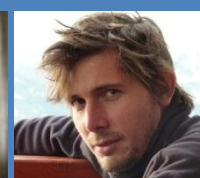
Christine PROVOST
Coordinateur
Leader WP1
Océan
LOCEAN



Jacques PELON
Coordinateur
Leader WP3
Atmosphère
LATMOS



Jean-Claude GASCARD
Leader WP2
Glace de mer
LOCEAN



Philippe LATTES
Chef de projet
coordination Technique
LOCEAN



Episode de brume arctique
(Svalbard)



Bouée ACOBAR

La partie océan-glace bénéficie de l'expérience acquise lors des projets européens DAMOCLES (www.damocles-eu.org) dirigé par J-C Gascard et ACOBAR (www.acobar.nersc.no)



Cela nécessite un réseau d'instruments autonomes à l'échelle du bassin Arctique. La plate-forme IAOOS mesurera l'épaisseur de la neige, de la banquise et le profil de température au travers de celles-ci grâce à une chaîne IMB (Ice Mass Balance) développée par le SAMS. La chaîne mesure 6 mètres de long et comprend des thermistances et des résistances tous les 2 cm. Chaque résistance est chauffée périodiquement. En fonction de la réponse thermique, le milieu dans lequel le capteur est situé (air, neige, glace, eau) est identifié. Ces mesures seront utilisées directement mais également pour la validation et l'exploitation des mesures spatiales à l'échelle de l'arctique.

Groupe de Travail 3 – Atmosphère

De la brume et des aérosols d'origine anthropique sont observés dans la troposphère arctique au printemps et en été. Les propriétés et la fréquence des nuages évoluent et peuvent déjà induire des changements majeurs en été. Ces phénomènes ne sont pas toujours bien détectables à partir de satellite. C'est pourquoi nous développons une extension de l'instrument ODS (Optical Depth Sensor) et un nouveau MicroLidar adaptés à une utilisation sur la plate-forme IAOOS de façon à compléter les observations spatiales.

L'instrument ODS a été développé avec le soutien du CNES pour la mission sur Mars ESA/CNES Netlander et Exomars. C'est un télescope à champ de vue annulaire permettant des observations des lumières directes du soleil et de la lune. ODS est petit, léger et de faible consommation.

Actuellement, les lidars (dérivés des ceilomètres dans les aéroports) sont des instruments pouvant fonctionner de façon autonome à distance. Cependant, faire fonctionner ces systèmes en Arctique avec peu d'énergie est un défi technique. Le concept basé sur des diodes laser doit être amélioré pour rendre le système compact, plus sensible et capable de distinguer les phases liquide et solide de l'eau dans les nuages.

Groupe de Travail 4 – Intégration

Ce GT s'occupe du système central accueillant les différents instruments. Il est composé d'une bouée de surface capable de flotter à la surface de l'océan libre de glace après avoir été déployée sur la banquise. Cette bouée de surface contient un processeur pour l'acquisition de données, un GPS, un transmetteur pour la transmission de données en temps réel vers les satellites, et des batteries lithium assurant une autonomie d'au moins 2 ans.

L'intégration de l'ODS et du microlidar sur la bouée est un défi à cause des conditions atmosphériques difficiles en Arctique. En particulier le givre et la buée devront être éliminés des fenêtres optiques. L'intégration des instruments atmosphériques sur la bouée est sous la responsabilité technique de la DT-INSU. Le cerveau central sur la bouée rassemblera les informations provenant des différents capteurs (la partie atmosphérique sera dotée d'une électronique spécifique développée par la DT-INSU), transmettra au satellite et recevra les ordres de mission de la terre pour développer la stratégie d'échantillonnage si nécessaire. La transmission est bidirectionnelle afin que les fréquences de profilage et d'acquisition puissent être modifiées si les circonstances l'exigent.

Dans la phase opérationnelle, une fois que les éléments seront développés et testés, ils seront assemblés, contrôlés et testés avant leur expédition par la DT-INSU et IPEV à Brest. Dans cette deuxième phase, les activités de la DT dans les locaux de Brest seront concentrées sur la réception des instruments venant des industriels, le contrôle du bon fonctionnement de tous les composants, leur intégration, la préparation des packs d'énergie (piles lithium) de la bouée, la programmation des paramètres de mission, et finalement le conditionnement avant le transport.

Groupe de Travail 5 – Données & Dissémination

L'exploitation et la diffusion des résultats sont une composante majeure de IAOOS:

Les données provenant des plates-formes IAOOS seront récupérées et traitées au niveau 0 par l'IPEV. Ensuite les données seront envoyées au GTS dans leurs formats standard respectifs. Les données océaniques seront alors récupérées, traitées et contrôlées par le Centre de données de Coriolis (www.coriolis.eu.org) et par le PI du WP1. Les données de la glace de mer seront récupérées, traitées puis contrôlées qualitativement par le Centre de données IABP (www.iabp.apl.washington.edu) et par le PI du WP2. Les données atmosphériques seront récupérées, traitées et contrôlées par le Centre de données d'ICARE (www.icare.univ-lille1.fr) et le PI du WP3. Ce double contrôle est essentiel pour garantir une validation de pointe des données.

Les centres de données sont en charge de la dissémination. Les données acquises dans ce projet seront donc validées et rendues publiques et intégrées dans les bases de données. Ainsi après le contrôle qualité et leur validation, les données seront distribuées à la communauté scientifique (communautés océan, glace, atmosphère, climat), aux centres opérationnels et de prévision comme Mercator Océan et Météo France.

Newsletter N°1 Mars 2012



L'instrument IMB du SAMS



Jean-Pierre POMEREAU
WP3
Physicien de l'atmosphère
Développement ODS
LATMOS



Thomas FOUJOLS
WP3
Ingénieur de recherche
Responsable ODS
LATMOS



Michel CALZAS
Leader du WP4
Responsable Intégration
DT-INSU Brest



Frédéric BLOUZON
Responsable mécanique et électronique atmosphérique
DT-INSU Meudon

Le projet européen **ACCESS** (Arctic Climate Change, Economy and Society www.access-eu.org), coordonné par l'UPMC (PI J.C. Gascard) va également contribuer à la dissémination des résultats de IAOOS.



Jacques DESCLOITRES
Leader WP5
Données Atmosphère
ICARE (USTL)



Nathalie SENNECHAE
Leader WP5
Dissémination
LOCEAN



Tests de structures

A L'Observatoire de Physique du Globe (LAMP), Puy de Dôme P. Lattes

Le but de ce test est d'observer le comportement de la structure supérieure de la plate-forme IAOOS à la formation de givre, l'accumulation de neige et de congère. Nous avons mis en place deux plates-formes IAOOS avec deux configurations différentes: une configuration appendice et une configuration mâts.

Les bouées ont été installées début décembre 2011 avec l'aide de l'équipe du LAMP. Une caméra envoie des images tous les jours. (cf ci-dessous).

Configuration appendice

Configuration mâts



Simulations thermiques

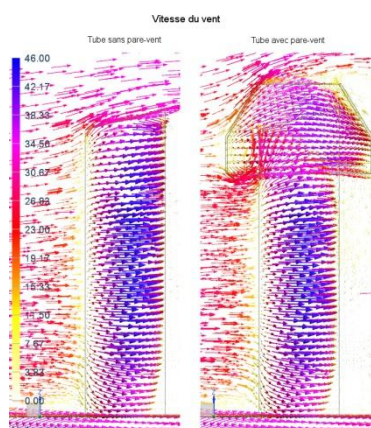
C. Berthod

Le comportement thermique de la plate-forme IAOOS a fait l'objet d'une étude de modélisation des échanges de chaleur dans différentes situations météorologiques typiques de l'arctique (froid extrême, modéré etc.). On s'est intéressé en particulier à l'enceinte cylindrique qui abrite le module de mesure atmosphérique.

La simulation illustrée ci-dessous concerne l'effet du vent et d'un pare-vent.

Pour estimer la perte thermique par le phénomène de convection forcée due au vent, on simule la partie émergée de la plate-forme IAOOS dans une soufflerie.

Vecteurs vitesses de l'air (en m/s) avec et sans pare-vent



L'air contourne le tube en accélérant. Dans la partie haute, la circulation de l'air est différente, on aperçoit les mouvements d'air turbulents à l'intérieur du pare-vent. Il est légitime de penser que le pare-vent protège de la formation de congères sur le hublot observés sur les structures simples testées au Puy de Dôme.

Tests thermiques

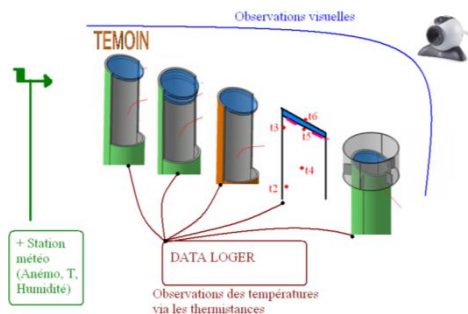
Tests thermiques en montagne L. Rey-Grange

L'intégration du lidar et son adaptation au climat Arctique est une tâche critique du projet.

« L'artificialisation » du lidar est difficile d'autant plus que les conditions climatiques peuvent varier. Une modélisation thermique détaillée est indispensable, mais ne suffit pas, il faut une validation des calculs par des tests représentatifs.

Différents tests seront effectués en parallèle au même moment, au même endroit, en montagne, pour examiner plusieurs scénarios possibles. On observera les températures du hublot et celles dans l'enceinte (par les capteurs) ainsi que le givre sur le hublot (par la caméra).

Configuration des tests au Mont Aigoual: les 5 enceintes de test dont un témoin



Déploiement d'une plateforme Océan-Glace IAOOS - ACOBAR à partir du Pôle Nord en avril 2012

J.C. Gascard et P. Lattes

Une plate-forme océan - glace avec chaîne IMB (SAMS) et profileur ACOBAR (acobar.nersc.no) va être déployée à partir de la base russe de Barneo (ci-dessous) située près du pôle nord en avril 2012.



Le camp russe de Barneo installé chaque année pendant le mois d'avril près du Pôle Nord.

CONTACTS

Christine.Provost@locean-ipsl.upmc.fr
Jacques.Pelon@latmos.ipsl.fr
Philippe.Lattes@upmc.fr

Newsletter N°1 Mars 2012



Louis REY-GRANGE Conception mécanique DT-INSU
Christophe BERTHOD Simulations thermiques DT-INSU

