

# ARGOS

forum

## Comprendre les régions polaires Understanding the Poles

11 / 2007



ARGOS  
COLLECTE LOCALISATION SATELLITES

# SOMMAIR

## contents

### REPORTAGE USER'S PROGRAMS

IGNATIUS G. RIGOR

4

The International Arctic Buoys Program (IABP)

Le Programme international de bouées arctiques (IABP)



Les migrations des ours blancs



IAN ALLISON,  
XIAO CUNDE  
& LI YUANSHENG

10

An automatic weather station on the roof of Antarctica

Une station météorologique automatique sur le toit de l'Antarctique



KERRY CLAFFEY,  
BRUCE ELDER,  
JACKIE RICHTER-MENGE  
& DON PEROVICH

18

Les bouées de mesure du bilan massique de la glace

Ice Mass Balance Buoy



MARK A. HINDELL  
& KIT KOVACS

14

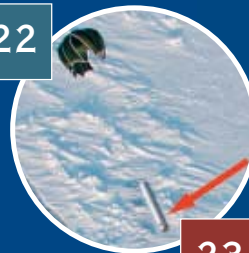
Marine Mammals Exploring the Oceans from Pole to Pole

Exploration des Océans par les Mammifères marins d'un Pôle à l'autre



Projets/Projects:  
DAMOCLES

22



23

Actualités/News:

Argos-3: La PMT est arrivée !

Argos-3: The PMT is here !

Retrouvez nos publications sur le web

ARGOS publications are available on our website

[www.argos-system.org](http://www.argos-system.org)



# E

YVON LE MAHO

National Center for Scientific Research, CNRS  
- French Academy of Sciences

# EDITO

6

ANDREW DEROCHER

The Wanderings of White Bears

**L'Année Polaire Internationale concentre sur 2007 et 2008** un effort de recherche international sans équivalent, pour mieux connaître notre planète et son évolution, mettre en place des outils de surveillance environnementale et sensibiliser le public aux efforts que chacun doit conduire. **Le réchauffement climatique a un impact direct sur notre biodiversité**, particulièrement aux pôles. Pour en déterminer les conséquences, l'apparition du système Argos, il y a 30 ans, a constitué une avancée technologique essentielle en permettant de collecter des données, mais aussi de localiser des animaux et de suivre leurs déplacements. Outre le comportement des ours polaires, des manchots empereurs, des chouettes harfangs ou des éléphants de mer, Argos permet de transmettre des observations à très fine échelle sur l'environnement dans lequel ces animaux évoluent, y compris sous la banquise. Les animaux marins, équipés de capteurs océanographiques, fournissent aux scientifiques des **informations sur des milieux difficilement accessibles** et pourtant essentiels à notre compréhension de l'évolution du climat.

**The International Polar Year 2007-2008** is an unprecedented international research effort to better understand the Planet and its evolution, set up environmental monitoring tools, and sensitize the public. **Global warming has a direct impact on biodiversity**, particularly in the Poles. Since its apparition, 30 years ago, the Argos system has constituted an essential technological advance enabling scientists to identify the consequences of global warming through remote data collection and animal tracking. Argos provides behavioral observations for many species, including polar bears, emperor penguins, snowy owls and elephant seals. It also enables scientists to collect fine-scale observations on the environment in which these animals live, even under the sea ice. Equipped with oceanographic sensors, marine animals collect data on otherwise **difficult to observe environments** that are essential to our understanding of climate change.



# Les bouées de mesure du bilan massique de glace

## Ice Mass Balance Buoy

Les scientifiques travaillent d'arrache-pied afin de comprendre le rôle des régions polaires dans le système climatique global. Une de leurs principales missions consiste à observer et à surveiller les changements du bilan massique de la banquise (le bilan massique est une fonction de l'étendue surfacique et de l'épaisseur de la banquise). En effet, le bilan massique de la glace de mer est un indicateur climatique très important car il intègre à la fois le bilan thermique surfacique et le flux thermique océanique. Même si la surface de la banquise est efficacement surveillée par les satellites, il reste délicat de suivre l'épaisseur de la glace à distance. Les mesures de l'épaisseur de la glace de mer doivent généralement être réalisées *in situ*, par un chercheur sur la glace. Cependant, les scientifiques du Laboratoire de génie et de recherche sur les régions froides (Cold Regions Research and Engineering Laboratory - CRREL) ont développé un nouvel outil leur permettant de recevoir des mesures de l'épaisseur de la banquise confortablement installés dans leurs bureaux chauffés.

Scientists are working very hard to understand the role of the polar regions in the global climate system. A key part of their job is to observe and monitor changes in the mass balance of sea ice covers (mass balance is a function of the areal extent and thickness of the ice cover). After all, sea ice mass balance is a very important climate indicator because it is an integrator of both the surface heat budget and the ocean heat flux. While sea ice area is effectively monitored by satellites, accurately monitoring ice thickness remotely is challenging. Sea ice thickness measurements are easy to make *in situ*, by a researcher on the ice. Now researchers at the Cold Regions Research and Engineering Laboratory (CRREL) have developed a new instrument that makes it possible to receive measurements of sea ice thickness right inside their warm office.

## 1. Cold Regions Research and Engineering Laboratory

Keran.J.Claffey@erdc.usace.army.mil

<http://crrel.usace.army.mil/sid/IMB>

Laboratoire de génie et de recherche sur les régions froides

Keran.J.Claffey@erdc.usace.army.mil

<http://crrel.usace.army.mil/sid/IMB>

Les chercheurs du CRREL ont développé la bouée autonome de mesure du bilan massique de glace (IMB). Cet outil permet de surveiller à distance l'évolution temporelle de l'épaisseur de la glace. Chaque IMB est installée sur la banquise et surveille les changements survenant au fil des saisons à mesure qu'elle dérive dans l'Arctique ou dans l'océan Austral.

Tout au long de la durée de vie d'une IMB, l'état de la banquise fluctue selon les saisons et sa dérive. La bouée IMB se distingue par sa capacité à déterminer si la variation de l'épaisseur de la glace survient à la surface supérieure ou inférieure de la banquise, ce qui permet d'en savoir plus sur l'origine du changement. La bouée IMB se distingue également par la résolution hautement temporelle des données obtenues, ce qui permet de disposer d'une série complète de mesures toutes les 2 heures. Cette fonction permet entre autres choses de définir le début et la fin de la fonte à la surface supérieure et inférieure de la banquise.

Les données provenant de chaque bouée installée à distance sont retransmises au laboratoire par le biais du système satellite Argos et chaque mouvement de l'IMB est suivi à l'aide des positions fournies par Argos.

## Chaque IMB utilise deux méthodes de mesure de l'épaisseur de la glace :

**1. La méthode de mesure de la température** qui inclut l'analyse des données mesurées par des thermistors régulièrement espacés, consiste à mesurer la température de l'air, de la neige, de la glace et de l'océan en surface. Les limites entre l'air, la neige, la glace et l'océan peuvent être déterminées par différentes pentes du profil de température. Les thermistors se trouvant dans l'air sont tous à la même

température (pente verticale). En raison des différentes conductivités thermiques de la neige et de la glace, un changement de gradient de température (pente) se produit à la limite entre la neige et la glace. Les thermistors se trouvant sous la partie inférieure de la glace, et glissant dans l'océan sous-jacent, possèdent une pente verticale. Les changements de température du profil nous permettent aussi de calculer les flux thermiques à mesure qu'ils se propagent à travers la glace de mer.

**2. La méthode de mesure acoustique** comprend un capteur à ultrasons descendant vers la surface de la neige ou de la glace ainsi qu'un capteur acoustique sous-marin remontant vers la surface inférieure de la glace. A partir des conditions initiales mesurées et du changement de position des surfaces,

Researchers at the CRREL have developed the autonomous Ice Mass Balance (IMB) buoy as a tool to help remotely monitor the temporal evolution of sea ice thickness. Each IMB is installed on a sea ice floe and monitors changes on that ice floe through the seasons as it drifts about in the Arctic or Antarctic seas.

Throughout the life of an IMB, the ice floe is affected by changing seasons and by its changing location. A unique characteristic of the IMB buoy is the ability to determine whether the related change in ice thickness occurs at the top or bottom surface of the sea ice cover and, hence, to gain insight on the source of the change. The IMB buoy is also distinguished by the high temporal resolution of the data it acquires, providing a full set of measurements every 2 hours.

Among other things, this feature allows for the determination of the beginning and end of melt at the top and bottom surface of the ice cover. Data from each remotely installed buoy is transmitted back to the laboratory using the Argos satellite system and each IMB buoy's movement is tracked using positions supplied by Argos.

## Each IMB uses two methods for measuring ice thickness:

**1. The temperature measurement method** involves the analysis of the regularly spaced thermistors extending from the air, through the snow, ice, into the upper ocean. The boundaries between air/snow/ice/ocean can be determined by the different slopes in the temperature profile. The thermis-

## >>> La bouée autonome de mesure du bilan massique de glace The Ice Mass Balance buoy



Figure 1. Système de mesure du bilan massique de la glace installé sur la banquise arctique.

(Composants : A-Capteur de profondeur de neige à ultrasons, B-Température de l'air, C-Antenne Argos, D-Baromètre, E-Boîtier électronique intégrant un contrôleur de données, un émetteur Argos, des batteries, etc., F-Haut du support du télémètre sous-marin, G-Haut du capteur de température.)

Figure 1. Ice Mass Balance installed in the Arctic sea ice cover.

(Components: A-Ultrasonic Snow Depth Sensor, B-Air Temperature, C-Argos Antenna, D-Barometer, E-Electronics housing, containing data controller, Argos transmitter, batteries, etc., F-Top of mount for Underwater Range Finder, G-Top of Temperature String.)





*L'installation d'une IMB sur la banquise arctique par Jackie Richter-Menge et Bruce Elder.  
Jackie Richter-Menge and Bruce Elder installing an IMB in the Arctic sea ice cover.*

nous sommes en mesure de surveiller le gain ou la perte d'épaisseur se produisant à la surface supérieure et inférieure de la glace.

Les données obtenues par le système de mesure de la bouée sont rassemblées par un enregistreur de données de bord Campbell Scientific et retransmises aux chercheurs par le biais du système satellitaire Argos. La souplesse d'utilisation de l'enregistreur de données Campbell Scientific et de l'émetteur Argos nous permet d'installer des capteurs supplémentaires sur l'IMB.

Notre bouée standard inclut des outils de mesure de la température de l'air et de la pression barométrique. Les données provenant de ces outils sont intégrées au système de veille météorologique international mise en place par l'Organisation météorologique mondiale (OMM). Pour certains projets spécifiques, nous avons ajouté sur l'IMB des radiomètres, des GPS, des capteurs de contrainte sur la glace, des outils de mesure de la salinité et d'autres capteurs océaniques/atmosphériques.

Les données de la bouée IMB 2005F sont présentées ci-dessous à titre d'exemple de présentation graphique (cf : figure 2). Les données sont présentées dans un graphique divisé en trois parties : la température de l'air (en haut), la courbe de niveau de la température de glace (au milieu) et la température de l'eau juste en dessous de la calotte glaciaire (en bas). La bouée 2005F a été installée à proximité

du Pôle Nord en septembre 2005 (cf : figure 3). On distingue une vague de froid se propageant à travers la glace peu de temps après le déploiement, déclenchée par l'apparition de températures hivernales plus froides.

On peut observer un développement de



*Une façon de mesurer l'épaisseur de la glace, à la main.*

*Making ice thickness measurements the hard way; by hand.*

tors in the air are all the same temperature (vertical slope). Due to the differing thermal conductivities of snow and ice a change in temperature gradient (slope) occurs at the snow/ice boundary. The thermistors below the bottom of the ice, extending into the underlying ocean, have a vertical slope. Changes in profile temperature also allow us to calculate heat fluxes as they propagate through the sea ice.

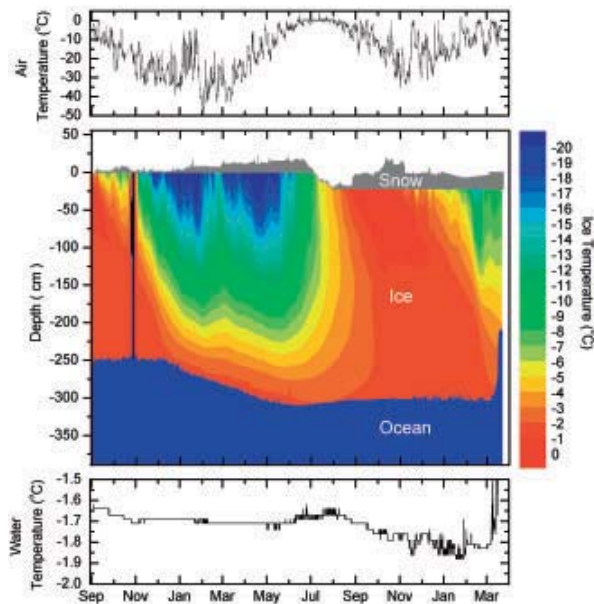
**2. The acoustic range method** involves the use of an ultrasonic sensor looking down at the snow or ice surface and an underwater acoustic sensor looking up at the bottom surface of the ice. Using the initial measured conditions and the change in location of the surfaces, we can monitor the gain or loss of thickness occurring on the top surface and bottom surface of the ice.

Data from the buoy instrumentation is collected by an onboard Campbell Sci-

entific data logger and transmitted back to researchers using the Argos satellite system. The versatility of the Campbell Scientific data logger and Argos transmitter allows us to install additional instrumentation to the IMB. Our standard buoy includes air temperature and barometric pressure. Data from these instruments are included in the World Meteorological Organization (WMO) World Weather Watch. For specific projects we have added radiometers, GPS, ice stress sensors, salinity meters and other oceanic/atmospheric sensors to the IMB.

IMB buoy 2005F is shown as an example of the graphical presentation of the IMB data. The data is presented in a three part graph (see Figure 2), air temperature (top), ice temperature contour plot (middle), and water temperature just under the ice sheet (bottom). Buoy 2005F was installed near the North Pole in September, 2005 (see Figure 3). A cold wave is seen propagating through

### >>> Les données de la bouée 2005F Data collected by Buoy 2005F



*Figure 2. Les données de la bouée 2005F sont présentées dans un graphique divisé en trois parties : la température de l'air (en haut), la courbe de niveau de la température de glace (au milieu) et la température de l'eau juste en dessous de la calotte glaciaire (en bas).*

*Figure 2. Data collected by Buoy 2005F: Air temperature (top), ice temperature contour plot (middle), and water temperature just under the ice sheet (bottom).*

la glace à la surface inférieure et des chutes de neige à la surface supérieure au fil de l'hiver. On observe durant les mois d'été plus chauds une fonte des neiges et de la glace ainsi qu'une diminution de l'épaisseur aussi bien sur la surface supérieure que sur la surface inférieure. Ce phénomène est suivi d'une deuxième vague de froid se propageant à travers la glace à l'apparition des températures plus froides du deuxième hiver. En raison du mouvement de la bouée vers le sud (se reporter au tracé du mouvement de dérive, figure 3), on observe moins de refroidissement et moins d'accroissement inférieur de la glace au cours du deuxième hiver. L'IMB s'est détachée de la glace de mer et a dérivé près des côtes sud du Groenland en mars 2007, après 18 mois de service continu.

En conclusion, les IMB sont des outils utiles et relativement simples pour surveiller les changements du bilan massique de glace sur la banquise au fil des années. Les informations collectées par les IMB ont plus d'impact lorsque celles-ci sont déployées près d'autres bouées, qui mesurent d'autres paramètres, tels que des systèmes de mesure océanographique et atmosphérique implantés sur la glace. Les données collectées par les IMB sont mises

à disposition de la communauté scientifique pour valider les produits satellitaires, pour évaluer le forçage, les termes de calibration et pour être assimilées dans des modèles numériques. Elles permettent d'émettre des prévisions météorologiques et donnent des indications sur l'état de la glace. Les IMB ont été conçues pour pouvoir être facilement déployées par les chercheurs sans que cela exige une formation intensive, optimisant ainsi les possibilités de déploiement en coordination avec d'autres programmes de recherche.

Plus de 45 IMB ont d'ores et déjà été installés dans les régions polaires dont 12 dans le cadre de l'Année polaire internationale (API) du mois de mars 2007 au mois de mars 2008.

De plus amples informations sur ces IMB et sur les données provenant des bouées déployées dans l'Arctique sont disponibles sur le site Internet : <http://crrel.usace.army.mil/sid/IMB> Des données sont également disponibles sur le site Internet du Programme international de bouées arctiques de la NOAA : <http://iabp.apl.washington.edu>

the ice soon after deployment, driven by the onset of colder winter temperatures. Ice growth at the bottom surface and snowfall on the top surface is apparent throughout the winter months.

Snow and ice melt, with loss in thickness at both the top and bottom surfaces, are seen during the warmer summer months. This is followed by a second cold wave propagating through the ice with the onset of the second winter's colder temperatures. Because of the buoy's southerly flow (see Figure 3), less cooling and less bottom growth were observed in the ice during the second winter. The IMB melted out of the drifting sea ice near the southern Greenland coast in March 2007 after 18 months of continuous service.

In conclusion, IMB buoys provide a useful and relatively simple tool for monitoring changes in the mass balance of the sea ice cover over multiple annual cycles. Information from the IMB is more valuable when it is co-located with buoys that measure other parameters, such as ice-based oceanic and atmospheric measurement systems. Results from the IMB buoys are made available to the scientific community and can be used for validating satellite-derived products; for forcing, calibration and assimilation into numerical models; and for forecasting weather and ice conditions.

To date, more than 45 IMB buoys have been installed in the Polar Regions, including 12 installed as part of the International Polar Year (IPY) from March 2007-March 2008. More information on the Ice Mass Balance buoy and data from Arctic deployed IMB buoys can be found at the website: <http://crrel.usace.army.mil/sid/IMB> Data are also included on NOAA's International Arctic Buoy Program website: <http://iabp.apl.washington.edu>



>>> Cette équipe de scientifiques du Laboratoire américain de génie et de recherche sur les régions froides mène des travaux intensifs sur la glace de mer depuis plus de 20 ans. Leur travail collectif couvre un large éventail de sujets dont l'objectif est d'améliorer la compréhension des processus régissant le comportement thermodynamique (accroissement, fonte et décomposition) et dynamique (formation de chenaux...) de la banquise. De gauche à droite : Kerry Claffey, Jackie Richter-Menge, Don Perovich, Bruce Elder.

This team of researchers from the United States Cold Regions Research and Engineering Laboratory has been actively involved in sea ice research for over 20 years. Their collective work spans a range of topics focused on improving the understanding of the processes governing the thermodynamic (growth, melt and decay) and dynamic (formation of leads and ridges and transport) behavior of the ice cover. From left to right: Kerry Claffey, Jackie Richter-Menge, Don Perovich, Bruce Elder.

### >>> Bouée 2005F Buoy 2005F

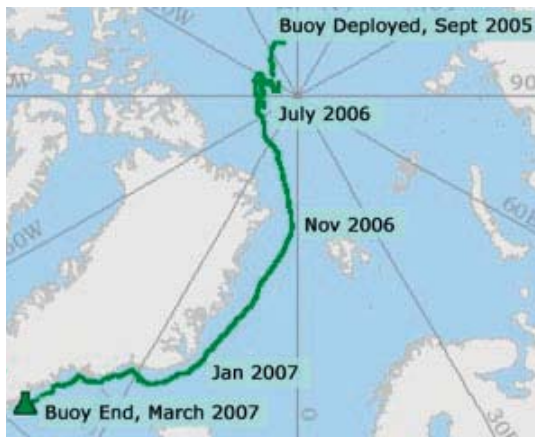


Figure 3. IMB installée à 86° N, 162° W en septembre 2005 ; Elle s'est séparée de la glace en mars 2007.

Figure 3. IMB installed at 86° N, 162° W in September 2005; It melted out of the ice in March 2007.

### >>> Remerciements

Ce travail a bénéficié du soutien de la NOAA (US National Oceanic and Atmospheric Administration) et de la NSF (US National Science Foundation). Nous remercions les nombreuses organisations et associations qui ont accepté de nous apporter leur aide pour déployer les IMB autonomes.

### >>> Acknowledgements

This work has been supported by the US National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) and the US National Science Foundation (NSF). We acknowledge the gracious cooperation of the many organizations and icebreakers which have assisted with the deployment of the autonomous IMBs.