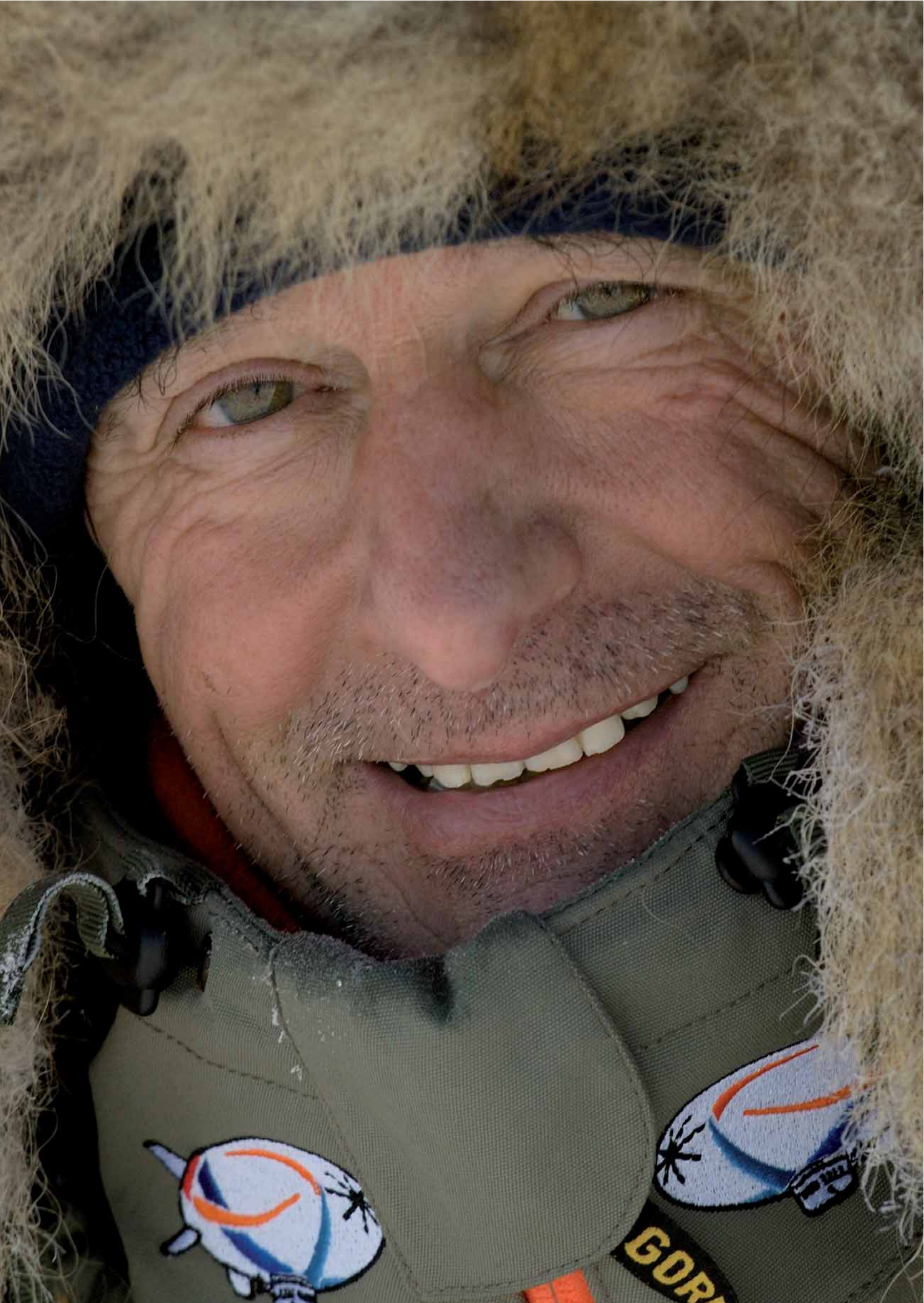




# Total Pole Airship

## Expédition Jean-Louis Étienne

avril 2008



# Édito

L'objectif de ma prochaine expédition, "Total Pole Airship", est de mesurer l'épaisseur de la banquise de part et d'autre de l'océan Arctique.

Témoin et acteur du climat, le royaume de l'ours polaire, est aujourd'hui dramatiquement menacé par le réchauffement de la planète.

Renouant avec l'histoire des découvreurs, nous sillonnerons cet océan gelé à l'aide d'un dirigeable, l'aéronef le mieux à même de répondre aux exigences de l'appareil de mesure et à l'immensité de banquise à explorer.

De cette traversée intégrale du pôle Nord, nous ramènerons l'épaisseur de la banquise au cours de l'Année Polaire Internationale 2007-2008. Elle servira de référence pour suivre dans le futur l'impact de nos modes de vie sur le climat.



# L'océan Glacial Arctique et la banquise

## > Acteur du climat et témoin du changement global

### La banquise, un grand chaos de glace en renouvellement permanent

La banquise est une fine carapace de glace, de 2 à 3 mètres d'épaisseur moyenne, qui flotte sur l'océan glacial Arctique, profond de près de 5000 mètres. Soumise en permanence à l'action des vents et des courants marins, elle dérive de 4 à 5 km par jour. Elle est le siège de forces titanesques. Des plaques géantes se fracturent, ouvrant des chenaux d'eau libre qui regèlent. Ailleurs les plaques entrent en collision, s'érigent les unes contre les autres, créant des crêtes de compression, amoncellement de blocs de glace de plusieurs mètres de hauteur sur des kilomètres de long. Sous l'eau des profondes lames de glace descendent jusqu'à 30 mètres de profondeur.

Tous les ans, la banquise se renouvelle et s'épaissit en hiver alors qu'une partie dérive vers l'Atlantique Nord. Mais depuis plusieurs décennies, le bilan de glace est négatif.

### Réduction rapide de la surface et diminution de l'épaisseur

La banquise a perdu 8 % de sa surface par décennie ces trente dernières années. Sur place, on se rend compte que l'embâcle est tardif et la débâcle de plus en plus précoce. De grandes étendues d'eau libre permanentes se multiplient. Durant l'été 2005, les navires océanographiques ont atteint la latitude record de 87 °N sans être arrêtés par la banquise ! Septembre 2007 marque un nouveau record de réduction de la surface de la banquise. L'Arctique est touché plus que toutes les autres régions du monde, car la réduction de la surface de la banquise libère des zones d'eau libre qui captent le rayonnement solaire et accélère la fonte de la banquise par proximité.

Au centre de l'océan Arctique, les analyses sur la période 1993-97 révèlent une diminution de l'épaisseur moyenne de



Les deux grands courants de la banquise

40 % par rapport aux années 1958-76, associée à une modification de la nature et de la répartition des glaces pluriannuelles au profit de la glace de l'année, moins épaisse et plus sensible au réchauffement.

### Aux avant-postes du changement climatique

Quand la température moyenne à la surface de la terre s'est élevée d'environ 0,6 °C en un siècle, elle s'est accrue de 4 °C au cours de ces 60 dernières années en Alaska et au nord du Canada. Il a fait 24 °C sur la côte sud-est du Groenland en 2005 et la glace de mer a déserté tous les fjords : du jamais vu. Le réchauffement climatique est de toute évidence responsable de la régression massive et rapide de la banquise.

Les océanographes ont mis en évidence des courants d'eau anormalement chauds et salés venant de l'Atlantique, qui se déplacent sous les eaux polaires tout autour du Bassin Arctique. Si aucune mesure d'envergure n'est prise contre le réchauffement climatique, la banquise disparaîtra de l'océan Arctique en été d'ici 2060. Elle se reformera en hiver car la nuit est glaciale, mais cette disparition du pôle froid en été entraînera des changements climatiques considérables dans l'hémisphère Nord.

## > Grand témoin du réchauffement planétaire

La réduction de la surface de la banquise est visible depuis l'espace et particulièrement bien suivie. En revanche la mesure de l'épaisseur est bien plus complexe du fait même de son profil chaotique, et des importantes variations entre la jeune glace et la glace pluriannuelle.

Les satellites ERS et Envisat donnent des résultats sur la surface, les déformations, les variations d'épaisseur et la dérive de la banquise. L'Agence Spatiale Européenne lancera Cryosat 2 en mars 2009. Ce satellite dédié à la cryosphère mesurera l'épaisseur de la banquise.

Mais aucune mesure ne peut être retenue sans une validation au sol. C'est l'objectif de l'expédition Total Pole Airship d'établir une valeur de référence de part et d'autre de l'océan Arctique.

# L'expédition

## > Mesure de l'épaisseur de la banquise

L'expédition va utiliser un "EM-Bird" (oiseau Électro-Magnétique), un instrument élaboré par les ingénieurs de l'Alfred Wegener Institut (AWI), qui est l'institut polaire allemand. Déplacé entre 15 et 20 mètres au-dessus de la glace, il enregistre instantanément le profil de l'épaisseur. C'est cet appareil que nous allons accrocher sous un dirigeable. Les caractéristiques de vol et l'autonomie du dirigeable en font un aéronef particulièrement adapté aux objectifs de la mission.

Les mesures seront interprétées par Christian Haas de l'AWI et disponibles pour les programmes de recherche sur la glace de mer et le climat (AWI, Damoclès, Mercator Océan, Météo France). Ce sera une valeur de référence acquise pendant l'Année Polaire Internationale.

## > Choix des zones explorées

Tous les hivers, la zone océanique qui couvre l'immense plateau continental le long de la Sibérie et du Canada se couvre d'une couche de glace annuelle qui disparaît pendant l'été. À la fin de l'été boréal, seule persiste la glace du Bassin Central et de la Mer de Beaufort, composée essentiellement de glaces pluriannuelles.

Nous explorerons ces zones d'accumulation de glace pluriannuelle, garantes de l'équilibre climatique de l'hémisphère Nord. La mesure se fera en avril 2008, à la fin de l'hiver, au moment où la banquise est la plus solide et praticable.



Glace de mer au 1<sup>er</sup> juin 2007



Glace de mer à la fin août 2007, riche en glace pluriannuelle

# Le dirigeable

4



RosAeroSystems. 54 m de long, 17 m de hauteur, 14 m de large, son enveloppe de 5500 m<sup>3</sup> est gonflée à l'hélium, un gaz neutre ininflammable.

La charge utile de l'appareil est d'environ 1200 kg. Pour les vols de longue distance, afin d'avoir le maximum de combustible pour étendre le champ des mesures, la charge embarquée sera minimale : l'équipage (pilote, copilote), un scientifique, et une personne supplémentaire (scientifique, cinéma, journaliste...).

## > Choix du dirigeable de l'expédition

Le dirigeable est un aéronef qui a une grande autonomie permettant aussi de couvrir de grandes étendues de banquise sur l'océan Arctique. Par ailleurs, il répond aux exigences de vitesse de déplacement et d'altitude de vol, requises pour l'exploitation de l'instrument "EM-Bird".

Notre choix s'est porté sur un dirigeable russe AU30 de la compagnie

## > L'hélium

L'hélium existe en abondance dans l'atmosphère du Soleil (d'où l'origine de son nom : Helios), mais on ne le trouve qu'à l'état de traces dans l'atmosphère terrestre.

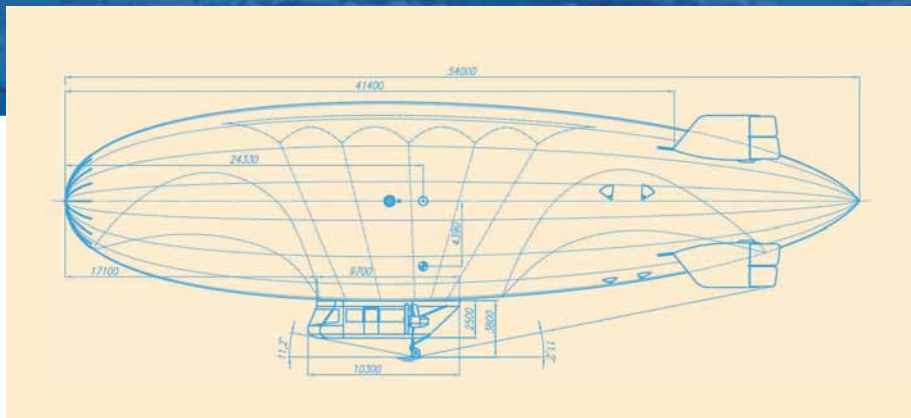
Toutefois, on peut également le trouver sous forme fossile dans des poches de gaz naturel de quelques gisements pétroliers dans certaines régions des USA, d'Algérie et de Pologne. On l'extrait alors au moyen de forages

profonds dans le sous-sol.

L'hélium est un gaz extrêmement léger (sa densité n'est que de 0,14) et il est par conséquent très volatile.

Il est incolore, inodore, ininflammable et complètement inerte. C'est un gaz utilisé pour gonfler les dirigeables et les aérostats.





> DESCRIPTIF

Type : blimp  
Gaz porteur : hélium

> DIMENSIONS DE L'ENVELOPPE

**Volume de l'enveloppe :**  
5065 m<sup>3</sup> (ballonnets pleins)  
**Volume des ballonnets :**  
jusqu'à 1250 m<sup>3</sup>  
**Diamètre max. de l'enveloppe :** 13,5 m  
**Longueur de l'enveloppe :** 54,0 m  
**Hauteur max. :** 17,5 m

> MASSE

**Masse max. au décollage :**  
4950 kg (sans hélium et sans air dans l'enveloppe)  
**Masse à vide :** 3500 kg  
**Masse apparente max. au décollage :**  
500 kg  
**Charge utile :** jusqu'à 1500 kg (plutôt 1200 kg pour l'expédition)

> VITESSE

**Vitesse min. :** 0 km/h  
**Vitesse de croisière :** 50-80 km/h  
**Vitesse max. :** 105 km/h  
**Vitesse max. de montée/descente :** 8 m/s

> AUTONOMIE DE VOL EN DURÉE

à 50 km/h : 24 h  
à 80 km/h : 10 h  
à vitesse max. : 5 h

> AUTONOMIE DE VOL EN DISTANCE

à 50 km/h et sans vent : 1200 km

> ALTITUDE

**Altitude normale :** 100-1500 m  
**Altitude max. :** jusqu'à 2500 m

> MOTEUR

**Type de moteur :** LOM-M332C  
**Nombre de moteurs :** 2  
**Puissance d'un moteur :** 168 ch

> ÉQUIPE

**Personnel navigant :** 2  
**Passagers :** 6  
**Personnel au sol :** 6-8

> TEMPÉRATURE

**Température min. d'utilisation :** - 40 °C

> DIMENSIONS DE LA GONDOLE

**Longueur totale :** 10,30 m  
**Longueur intérieure cabine :** 4,60 m  
**Hauteur extérieure :** 2,50 m  
**Hauteur intérieure :** 1,90 m  
**Largeur max. :** 2,35 m



# L'appareil de mesure "EM-Bird"



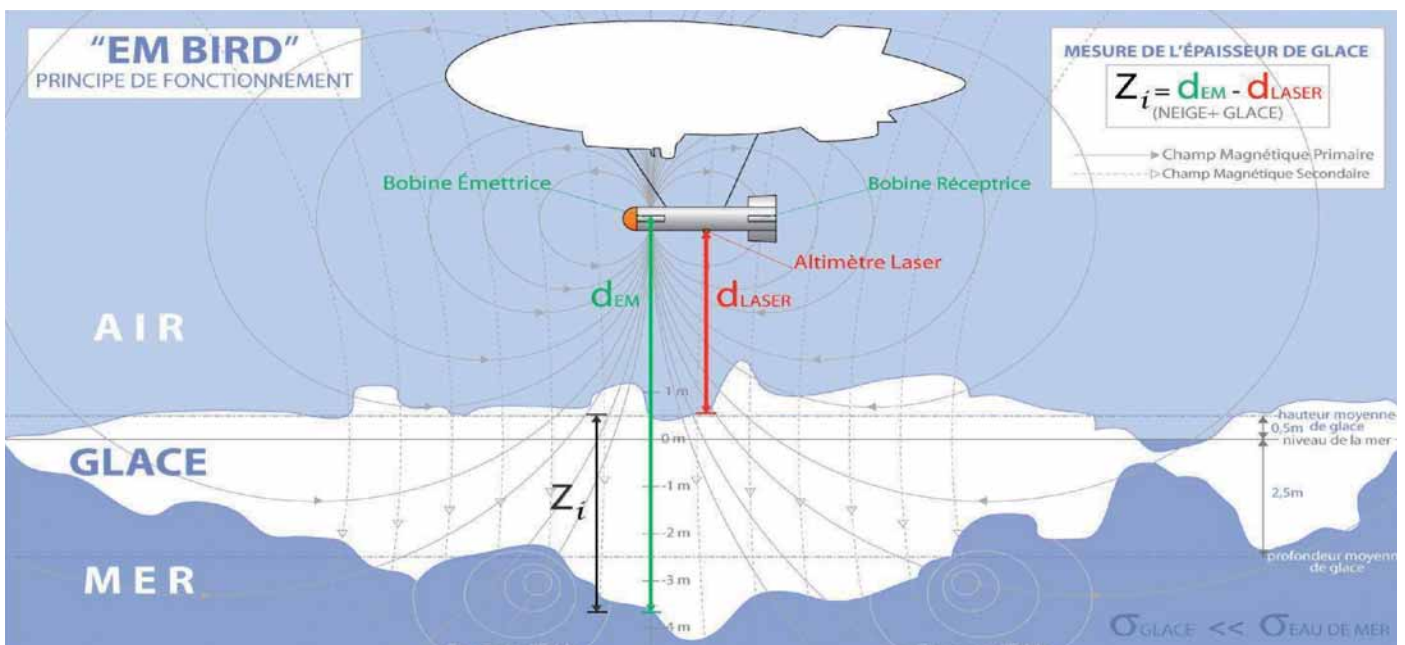
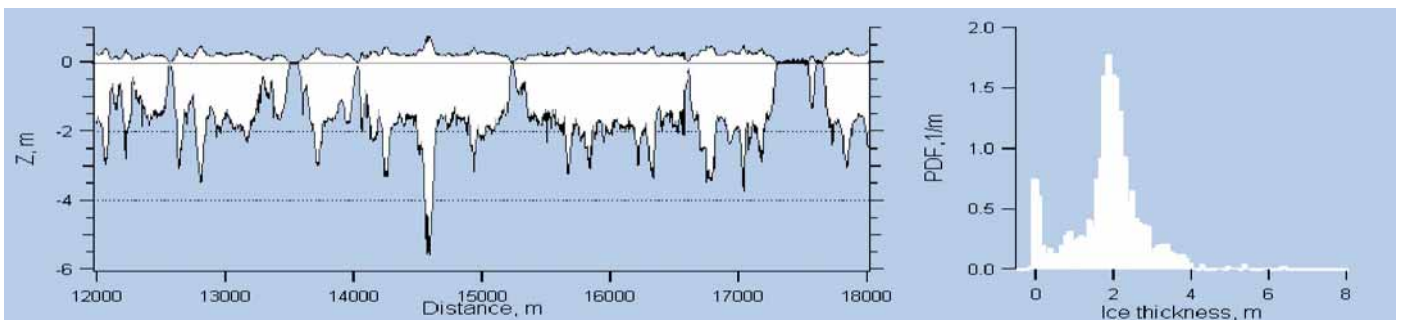
Les chercheurs allemands de l'Alfred Wegener Institut (AWI) ont mis au point un instrument de mesure, baptisé "EM-Bird", qui permet de réaliser en continu un profil de l'épaisseur de la banquise.

L'appareil mesure 3,4 m de long, pèse 120 kg et requiert une altitude de vol de 15 à 20 m au-dessus de la glace à une vitesse de 30 nœuds.

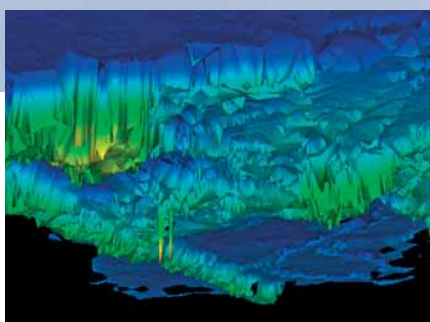
Un altimètre laser permet l'enregistrement de la distance entre l'appareil et la surface supérieure de la banquise.

La mesure de la couche inférieure est basée, quant à elle, sur le principe de l'induction électromagnétique basse fréquence d'où son nom l'"Oiseau Electro-Magnétique". La différence entre ces deux valeurs donne l'épaisseur de la banquise survolée.

6



# Résultat de la campagne de mesure avril 2007



Topographie sous-marine faite avec un ROV (gauche) et topographie de surface faite par l'IGN (droite) d'un même morceau de banquise.

## > Calibrage de l'« EM-Bird »

Le 19 avril 2007, l'équipe de Total Pole Airship a effectué une première mesure d'épaisseur de la banquise sur 350 km, du pôle Nord vers les côtes canadiennes (86 °50'N – 58 °W). Majoritairement composée de glace de 2 ans d'âge, l'épaisseur moyenne relevée par Christian Haas de l'AWI est de 2,35 m soit une diminution de 30 à 70 cm depuis la dernière campagne de mesure effectuée dans cette zone en 2001.

Pour la première fois, la mesure de l'épaisseur de la banquise donnée par l'EM-Bird a pu être confrontée aux mesures d'épaisseur réalisées sous la glace par un ROV (robot filoguidé) et par topographie laser à la surface de la glace. Les résultats de cette campagne de mesure ont permis d'étalonner l'EM-Bird de manière précise (en particulier à la verticale des crêtes de compression) et ainsi garantir l'exactitude des mesures qui seront réalisées lors de l'expédition débutant en avril 2008.



# Jean-Louis Étienne

Médecin - Explorateur - Né le 9 décembre 1946 dans le Tarn

Docteur en médecine, ancien interne des hôpitaux, membre du Comité Interministériel de l'Environnement Polaire. Officier de la Légion d'Honneur, membre de l'Académie des Technologies, médaille d'or de la Société de Géographie.

Jean-Louis Étienne a participé depuis 30 ans à de nombreuses expéditions en Himalaya, au Groenland, en Patagonie dans les régions polaires de l'hémisphère Nord et de l'hémisphère Sud. En 1986, il est le premier homme à atteindre le pôle Nord en solitaire, tirant lui-même son traîneau pendant 63 jours. Entre juillet 1989 et mars 1990, il est co-leader avec l'Américain Will Steger de l'expédition internationale Transantarctica en compagnie d'un Russe, d'un Chinois, d'un Japonais et d'un Anglais. L'objectif était de promouvoir le Traité de l'Antarctique, afin que le continent du pôle Sud reste une terre de science et de paix. Ce sera la plus longue traversée de l'Antarctique jamais réalisée à traîneaux à chiens : 6 300 km.



8

Infatigable défenseur de la planète, Jean-Louis Étienne a toujours eu le souci de faire connaître les régions polaires et le rôle qu'elles jouent sur la vie et le climat de la terre. Entre 1990 et 1996, il a mené de nombreuses expéditions à vocation scientifique et pédagogique à bord du bateau Antarctica : Péninsule Antarctique, Patagonie, Georgie du Sud, Volcan Erebus, Hivernage au Spitzberg... La Mission Banquise au printemps 2002 est sa dernière aventure polaire, une dérive de trois mois sur la banquise du pôle Nord, à bord du Polar Observer pour un programme de recherche et d'informations sur le réchauffement climatique.



Parenthèse tropicale, de décembre 2004 à avril 2005, il a dirigé une équipe de 40 chercheurs du Museum, de l'IRD, de l'EPHE, du CNRS, afin de réaliser un inventaire de la biodiversité et un état de l'environnement marin sur l'atoll français de Clipperton dans le Pacifique.

## > Sciences et Éducation



Jean-Louis Étienne a organisé de nombreuses missions scientifiques. Ses expéditions sont toujours le support de programmes d'éducation aux Sciences de la Vie et de la Terre en collaboration avec le ministère de l'Éducation Nationale, le Centre National de la Documentation Pédagogique, la Cité des Sciences et de l'Industrie, Océanopolis, Nausicaa...

## > Programme éducatif, changements climatiques et énergies du futur

L'aventure polaire et le dirigeable sont d'excellents vecteurs de communication, qui vont permettre l'animation d'un projet pédagogique sur le thème "Changements Climatiques et Énergies du Futur" en partenariat avec les ministères de la Recherche et de l'Éducation Nationale et la Cité des Sciences et de l'Industrie. Ce projet pédagogique est parrainé par l'UNESCO dans le cadre des activités de la Décennie des Nations Unies pour l'éducation en vue du Développement durable.



À suivre sur le site de l'expédition : [www.jeanlouisetienne.com](http://www.jeanlouisetienne.com)





Sous le haut patronage  
de Monsieur Nicolas Sarkozy,  
Président de la République Française



Avec le soutien de



“La connaissance des mécanismes du changement climatique et les actions à entreprendre pour en anticiper et en réduire les conséquences sont parmi les grands défis du XXI<sup>e</sup> siècle.

Beaucoup d’informations manquent encore alors qu’il y a urgence. Il nous faut agir, dès maintenant. Total, qui est un acteur important du monde de l’énergie, est concerné à de nombreux titres par cette question. Au-delà des actions engagées pour réduire l’empreinte environnementale de ses activités et de ses produits, le Groupe a choisi de s’engager dans le débat public sur le changement climatique et de s’associer aux démarches de recherche des données qui permettront de mieux appréhender ce phénomène.

Parce que la connaissance scientifique peut progresser grâce à de nouvelles données recueillies à partir de dispositifs de mesure innovants, Total est heureux d’apporter son soutien à l’expédition de Jean-Louis Étienne au pôle Nord. Cette première campagne de mesures de la surface et du volume des glaces du pôle Nord apportera des informations essentielles pour l’étude de la glace de mer et du climat dans le cadre de l’Année Polaire Internationale 2007 – 2008.”

**Christophe de Margerie**  
Directeur Général - Total



[www.jeanlouisetienne.com](http://www.jeanlouisetienne.com)

Cette expédition  
est soutenue  
par le ministère  
de la Recherche  
en collaboration avec  
le ministère de  
l’Éducation Nationale



Avec le patronage de l’UNESCO

# Le calendrier de l'expédition

## 2007

### > Automne/hiver 2007

#### Le dirigeable en France

Le dirigeable restera en France jusqu'à son départ au pôle Nord prévu à la mi-mars 2008. Ce sera une période d'entraînement des équipages. Les pilotes recevront une formation théorique et pratique et recevront une autorisation de pilotage de l'appareil. Différentes campagnes d'essais des appareillages scientifiques sont prévues.

## 2008

### > Mars 2008

#### Départ de Paris vers le nord de l'Europe

Nous survolerons la Belgique, la Hollande, l'Allemagne, le Danemark, la Suède et la Norvège jusqu'à Tromsø, à l'extrême nord de l'Europe.

#### Traversée de la mer de Barents

Le vol de Tromsø au Spitzberg est certainement une des étapes les plus délicates de l'expédition : 1000 km au dessus d'une mer encombrée de glace. Il faudra faire ce grand saut en composant avec les vents favorables.

### > Avril/mai 2008

#### Traversée de l'océan Arctique : Spitzberg - pôle Nord - Alaska

Le Spitzberg est le lieu historique du départ des dirigeables NORGE d'Amundsen (1926) et de l'ITALIA de Nobile (1928). C'est là que commencera la mesure, où l'"EM-Bird" sera accroché sous le dirigeable. Trajet : Spitzberg – Dépôt 85°N – Station russe de Barnéo d'où se feront des radiales. Pôle Nord magnétique au nord du Canada. Mer de Beaufort où seront faites des radiales supplémentaires – sortie en Alaska par Prudhoe Bay.

### > Mai/juin 2008

#### Retour du dirigeable en France

Le choix du retour sera décidé au regard de l'expérience acquise et des capacités techniques de l'appareil. Soit démontage du dirigeable en Alaska et mise en conteneur pour un retour en France, soit retour par voie des airs.



**Trajet de la traversée de l'océan Arctique et des transects**

## Contacts

#### Septième continent

11, rue Caulaincourt - 75018 PARIS  
Coralie Jugan - 01 42 29 04 01 - 06 12 97 78 63  
coralie@jeanlouisetienne.com - www.jeanlouisetienne.com

#### Total

Sandra Dante - 01 47 44 46 07  
sandra.dante@total.com - www.total.com