



Novel Argo Ocean observing System NAOS.

Réunion annuelle,
Brest, 22 juin 2017.

WP2, technologie des profileurs

Serge Le Reste



Préparer des évolutions instrumentales, répondant aux besoins majeurs Argo des 10 années à venir.

Les 6 tâches du WP2

1. Fiabiliser et réduire le coût du profileur Argo standard (NKE)
2. Augmenter les performances de la transmission satellite Argos (Ifremer)
3. Atteindre de plus grandes profondeurs (Ifremer)
4. Architecturer le système profileur pour favoriser l'accueil de nouveaux capteurs et adapter le comportement du vecteur à la mesure (LOV)
5. Evaluer un capteur optique de salinité sur profileur (NKE)
6. Disposer d'un profileur bio-géochimique, opérable dans les régions arctiques (LOV+Takuvik)

T2.1- Fiabiliser et réduire les coûts de l'ARVOR



Rappel des travaux effectués

La fiabilisation des profileurs :

La définition et le process de fabrication, la robustesse du logiciel, les performances, la simplification d'utilisation, l'uniformisation des produits.

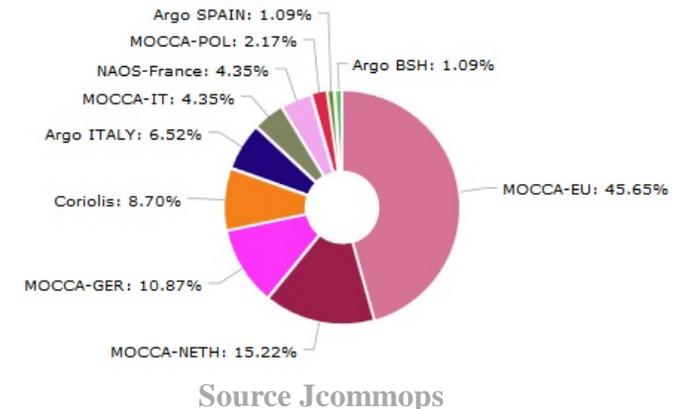
La réduction des coûts: re-design complet du profileur n'a pas abouti, mais des améliorations de performances et de coûts ont été ciblés sur la motorisation (action en cours)

Validation à la mer

Les 2 prototypes (WMO 6901609 & 610) déployés en mars 2015 en sont à **88 cycles de 10 jours**

Environ 135 Arvor de type « Naos » ont été déployés avec succès depuis 2016 (Flotte française + EU): après 6 mois (moyenne durée de vie), un seul flotteur a été perdu.

Float sample size	92
% Operational Floats	98.91
<u>Oldest Platform</u> (Days)	371
Average Age (Days)	174
Median Age (Days)	156
Average Dist. Per Float (Km)	37
Average Cycles Per Float (Km)	21
Average Cycle Time (hours)	206
Average Profile Pressure (dbar)	1803
Average Drift Pressure (dbar)	826
% Failed Deployments	0
% Blacklisted	1.09
Total observations	2745
DM observations	0



Evolutions achevées

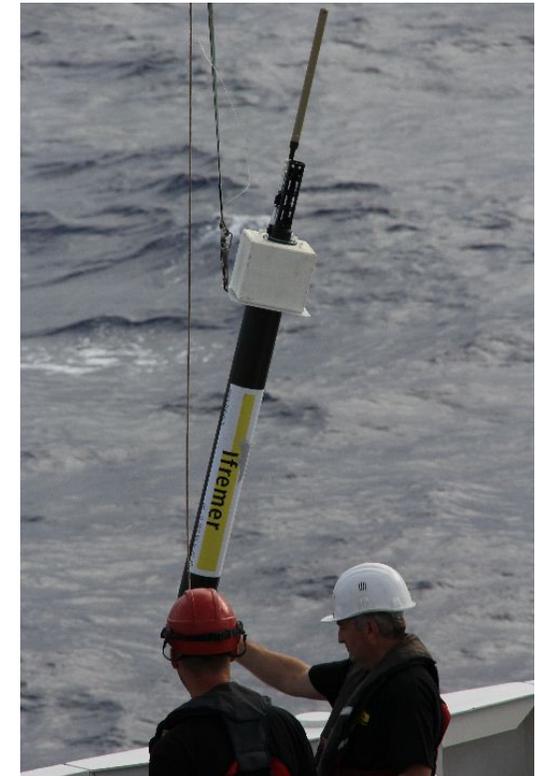
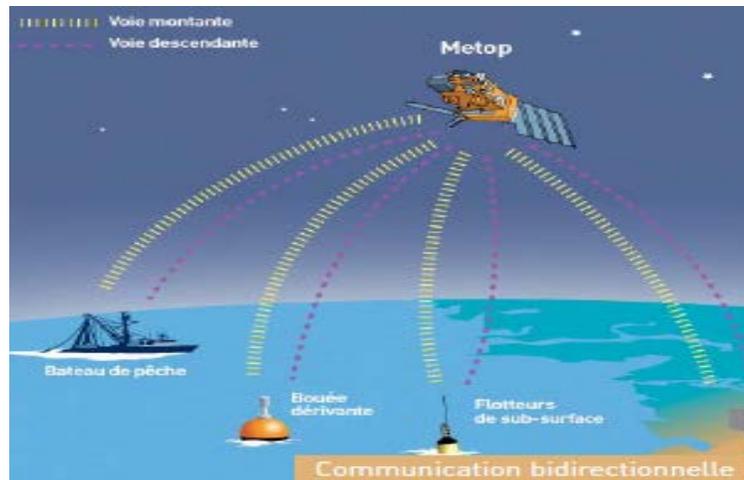
- ✓ Uniformisation des versions logicielles pour gérer les configurations: Provor ou Arvor, transmission Argos ou Iridium, avec ou sans mesure d'oxygène.
- ✓ Mesure d'O₂ en air sur le Provor, avec mâtereau (premiers déploiements sur RREX2017)
- ✓ L'algorithme ISA implémenté sur l'Arvor: quelques profileurs équipés, des déploiements en zone glace à venir (ISA à optimiser)
- ✓ Le report de transmission de données si difficultés de transmission (même si ISA non activé)

Evolutions en cours chez NKE et sous-traitant

- ✓ Remplacement du moteur électrique du groupe hydraulique obsolète, en cours de qualification.
- ✓ Re-design partiel d'éléments du groupe hydraulique pour diminuer les coûts et améliorer la fiabilité → 3 prototypes de motorisation à qualifier d'ici fin 2017.

T2.2 – Evaluer la transmission satellite Argos3 sur les profileurs

évaluer une solution alternative pour réduire le séjour en surface, transmettre plus de données en 1 seul passage satellite, piloter le profileur à distance.



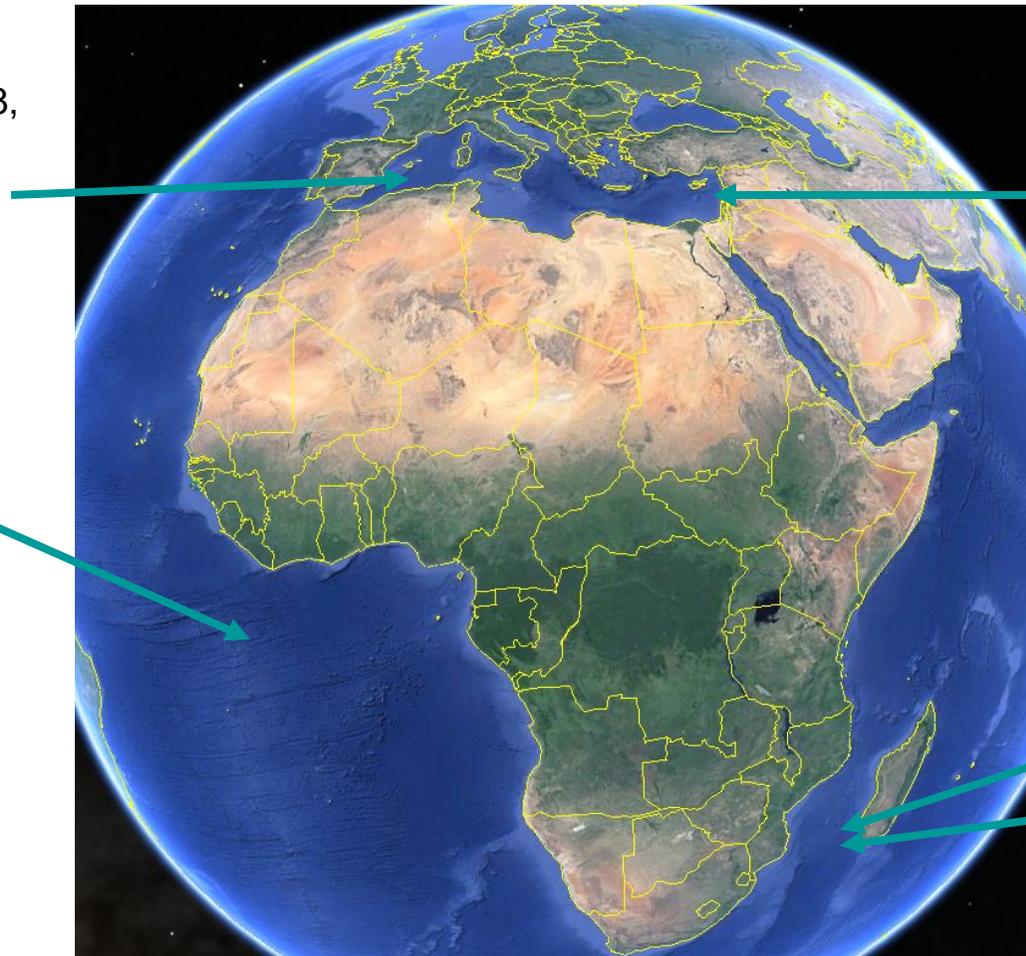
Argos3: liaison bi-directionnelle embarquée à bord des satellites Metop et Saral.

Arvor-A3

2014-2017: 3 profileurs/ 5 en fonction

(flotteurs Naos récupérés et redéployés+ flotteurs E_Aims)

Palma: WMO6901878,
205 cycles



Chypre: WMO6901876
57 cycles puis échoué
sur cotes turques

Golfe de Guinée:
WMO6902682, 69
cycles depuis août
2015

Madagascar/
Mozambique: 6902681/
683, 132 cycles depuis
août 2015

Constat: profils Argo bien transmis sur un passage en quelques minutes mais ~15% des profils non localisés.

Analyses et recommandations CLS (réunion CLS-Iframer avril 2017)

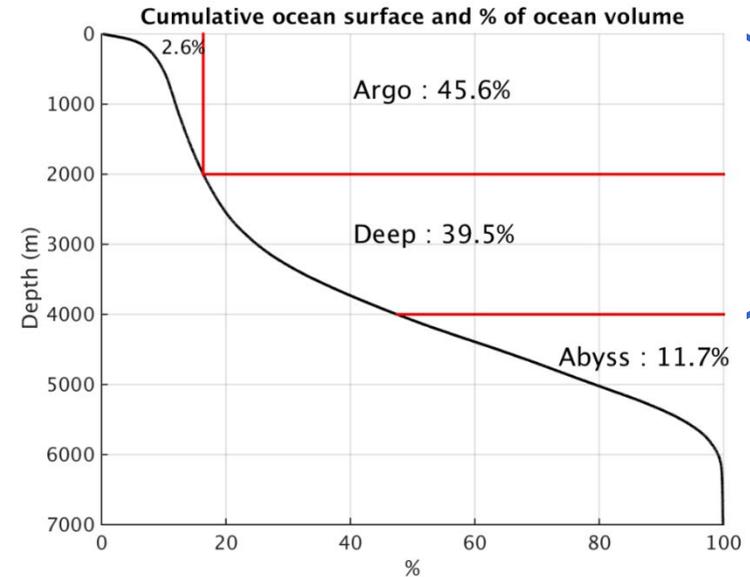
- ✓ Optimiser l'arrivée en surface sur des passages satellites $<77^\circ$ (les passages zénithaux sont défavorables)
- ✓ Dans l'idéal: récepteur GPS embarqué et transmission du point (comme Iridium) → coût, antenne
- ✓ Pour transmettre plus de données: pouvoir paramétrer la période de répétition d'envoi des messages pour exploiter au mieux les capacités système

Proposition CLS pour baisse des coûts

- ✓ Le chipset Argos 2/3/4 $< 50\text{USD}$, les fonctionnalités du modem (PMT) reportées sur le contrôleur du flotteur.
- ✓ L'antenne associée: non résolu
- ✓ Élargissement de la bande passante (en cours)



T2.3 - Atteindre de plus grandes profondeurs



*Les profondeurs >4000m
représentent près de 88%
du volume des océans.*

Retour d'expérience à la mer des premiers Deep arvor.

- 3 profileurs jusqu'à épuisement des piles,
- 1 profileur perdu suite à défaillance temporaire hydraulique à la remontée,
- Des pertes prématurées, sans signe de défaillance: échouages répétitifs constatés avec pour certains, des déplacements au fond (effet courant & pente)

Les plus récents: Bocats 2016, à noter un 1^{er} cycle perturbé, et un capteur d'O₂ HS.

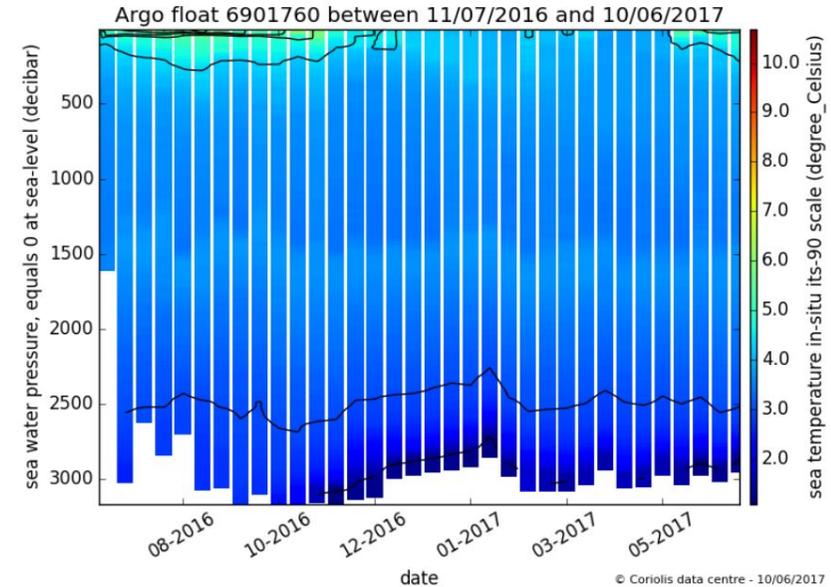
→ bon fonctionnement du vecteur. Des échouages quasi-systématiques sont à noter.

- 6901760: actif, 34 cycles de 10j
- 6901762: actif, 34 cycles de 10j

Données transmises: cf WP5

Correctifs à apporter:

- provoquer la remontée immédiate en cas d'échouage vers la pression de profil.
- en cas d'échouage, mieux gérer une sortie de consigne (ex: « glissade » sous l'effet d'un courant ascendant)
- Améliorer l'algorithme de réduction d'émergence et ses paramètres.



Recette renforcée des profileurs

But: suite aux variabilités d'émergence en tests bassin, et à certains constats à la mer (irrégularité remontée), on a vérifié le comportement en pression des profileurs.

Résultat

Bien que des directives constructeurs aient été appliquées (pression interne), des groupes hydrauliques sont perfectibles: un retour constructeur a été nécessaire.

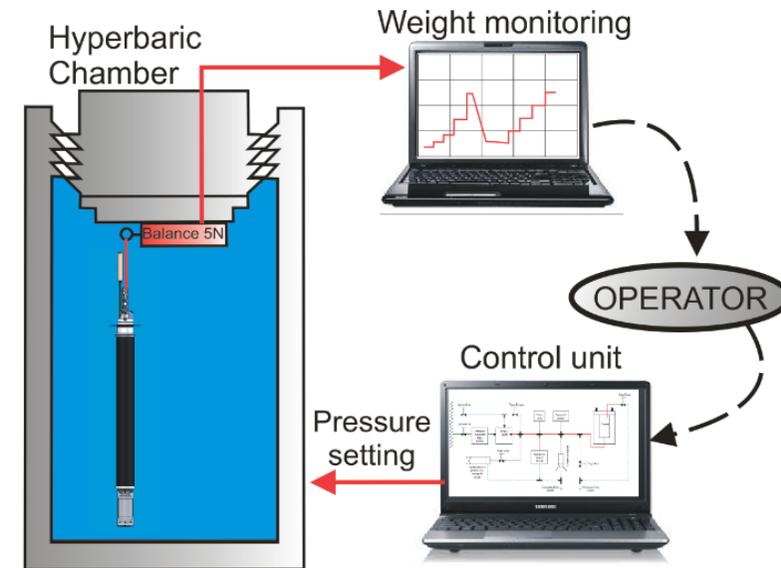
Analyse et actions

- Le protocole d'intégration est mis en cause car il peut générer un désamorçage de pompe.
- Révision du process d'intégration et contrôle renforcé en sortie de fabrication des profileurs (émergence).
- Nouvelle livraison en avril 2017: 2 DeepArvor satisfont aux tests en pression.

Suite

Les résultats complets des tests de sortie usine de l'ensemble du lot sont attendus afin de statuer sur l'efficacité du process de ré-intégration.

→ Test à la mer: 5 Deep-Arvor déployés sur la campagne RREX2017, équipés de la mesure O2 en air sur mâtèreau surélevé.



Test des profileurs en pression hyperbare

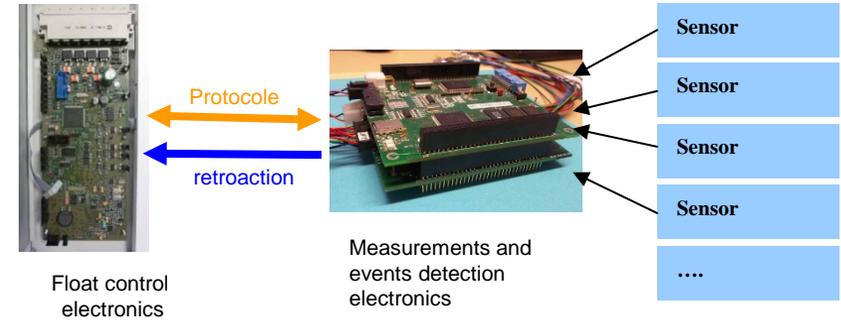
T2.4 - Séparer vecteur et mesure pour faciliter l'accueil de capteurs complexes, et corriger le comportement du vecteur selon la mesure.



Developpement: Provor avec une double électronique

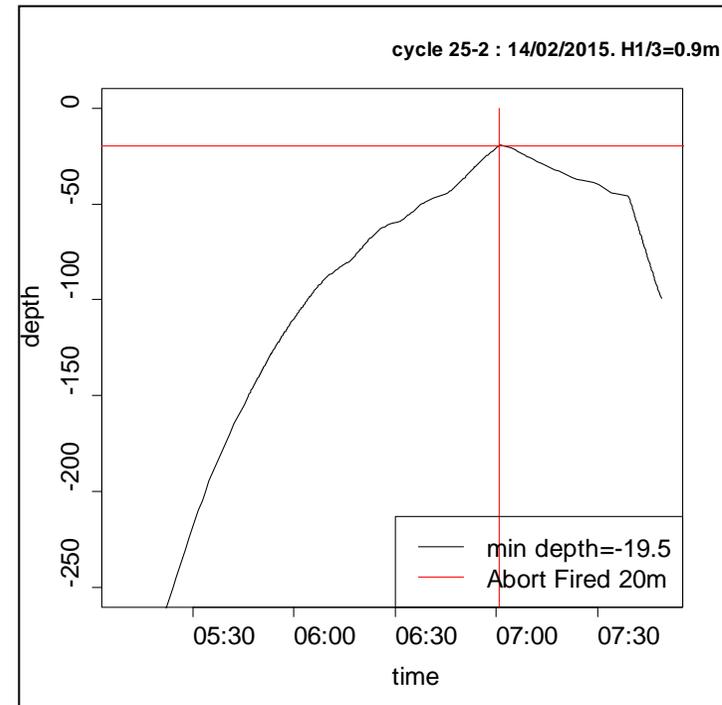
Une électronique dédiée au déplacement du vecteur, à la mémorisation des données et aux communications satellite: APMT NKE.

Une autre carte gère l'acquisition, traitement des données, et la rétro-action éventuelle vers la carte de contrôle du vecteur en cas de détection d'évènement : LOV / OSEAN



Resultats: « Retro-action »

Inversion du sens de déplacement lors de l'atteinte de la surface (ex, détection de glace, voir T2.6), testé en mer en février et juillet 2015.



Resultats: Nouvelles applications

Flotteur « Proval » float, dédié à la validation de données satellite « couleur de l'eau »

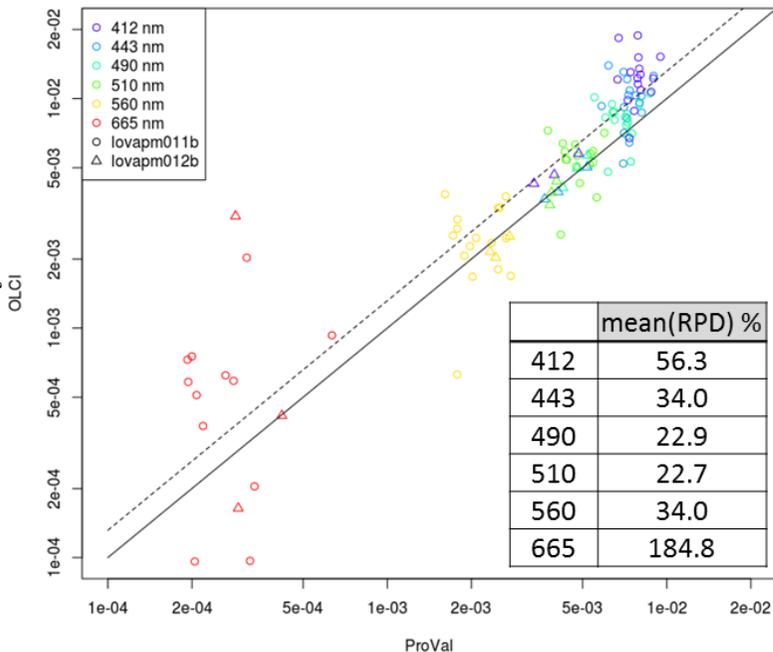
Flotteur Provor équipé d'un enregistreur acoustique, transmission du spectre reçu.



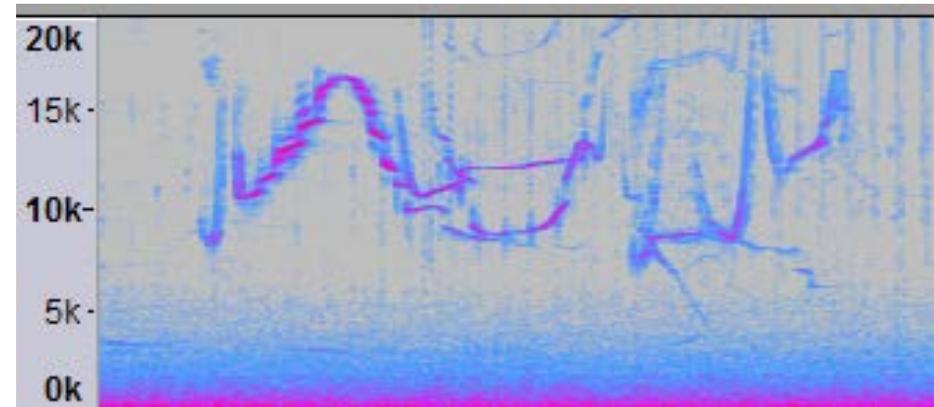
Example of a new- architected float: the « Proval »

Comparison between OLCI (Sentinel-3) and ProVal Remote Sensing Reflectance. Kerguelen Area.

Rrs OLCI vs ProVal (Kerguelen 2016-2017)
N Matchup= 19



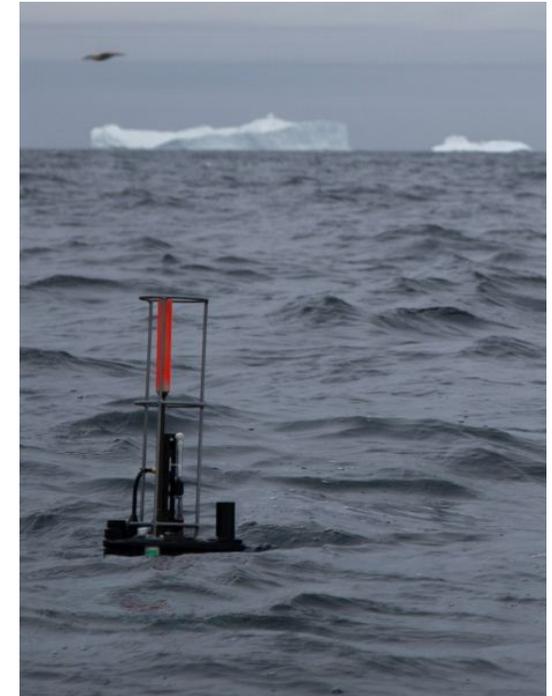
Vocalises of mammals recorded at BOUSSOLE site



→ Le Provor, équipé de son architecture électronique bi-cartes a démontré sa capacité à faciliter l'accueil de nouveaux capteurs et à réagir à un ordre d'inversion de mouvement pour l'application « glace ».

Tâche 2.6 : *Disposer d'un profileur opérable dans les régions arctiques*

Etudier et concevoir des systèmes de détection de glace de mer et adapter le comportement du vecteur à la présence éventuelle de glace (résultats T2.4).



Deployment of the ProIce
(Green Edge Cruise)
Crédit Pascaline Bourgain

Le “Prolce” est basé sur l’architecture électronique bi-cartes (T2.4).

surveillance de présence de glace en fin de remontée: Algorithme ISA (adapté à la mer de Baffin) + Altimètre (détection d’Iceberg).

En cas de présence de glace, le flotteur arrête sa remontée et redescend pour démarrer un autre cycle: les données acquises sont mémorisées et leur transmission est reportée.

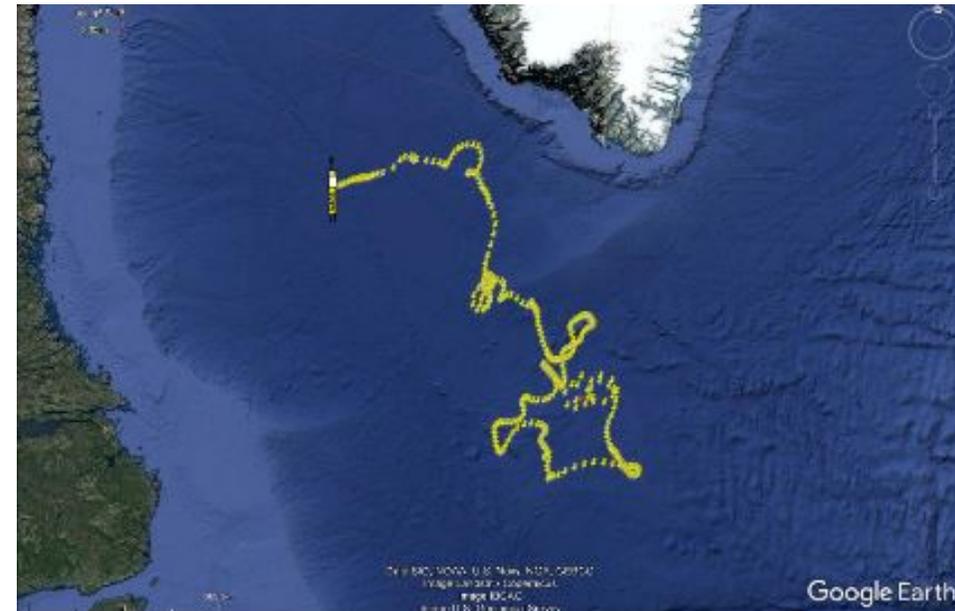
Resultats:

En février 2016, 1 Prolce déployé en Austral: plus de 100 profils ont été transmis.

Juin 2016: 1 Prolce déployé en mer du Labrador: 363 profils ont été transmis.

A l’été 2016, 4 flotteurs ont été déployés en mer de Baffin: des mesures de qualité ont été transmises (cf WP4) malgré quelques pertes de données (défaillances capteurs ou acquisition).

2017: Quelques améliorations prévues sur les flotteurs (ex: O2 en air).

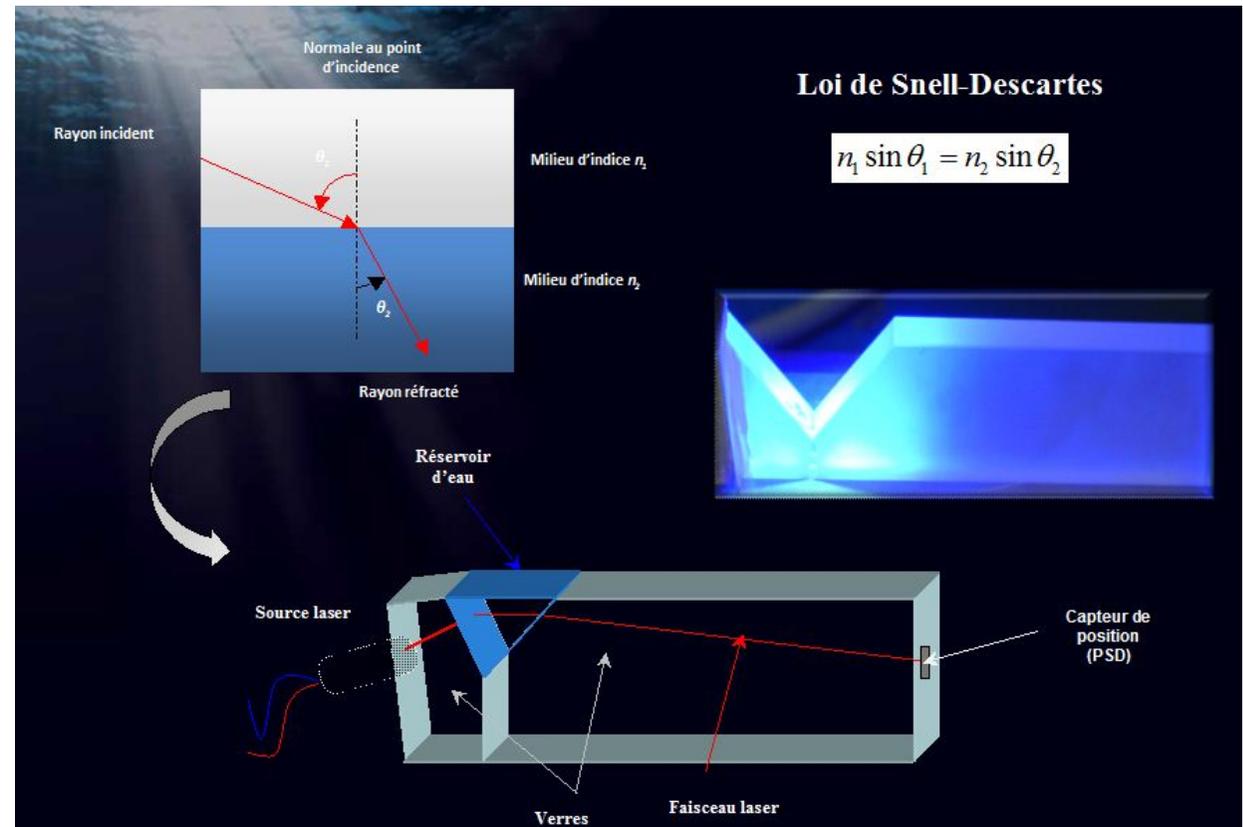


Trajectoire Takapm019B du 7/6/16 au 25/5/17

T2.5 - Evaluer le capteur optique NOSS sur un profileur

mesure de l'indice de réfraction du milieu pour calcul de densité / salinité

Rappel du principe: Un faisceau laser traverse le milieu à caractériser et un capteur de position mesure sa déviation. → calcul de la salinité absolue



Rappel, depuis l'essai à la mer de 2 Provor-Noss en 2015:

travaux d'amélioration de l'étalonnage réalisés par le SHOM (M.Le Menn) sur les 2 capteurs Noss, début 2017.

Poursuite:

Des pistes d'améliorations proposée par le SHOM, avant re-déploiement du capteur.

→ Exposé de Marc Le Menn