



Novel Argo Ocean observing System **NAOS.**

Réunion annuelle,
BREST, 16 juin 2014.

WP2: Technologie des profileurs

Serge Le Reste

t, WP2, S. Le Reste





- ✓ *Rappel des objectifs*
- ✓ *Faits marquants*
- ✓ *Avancement des tâches*
- ✓ *plannings*

***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 vecteur-mesure 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 le Provior (NKE)
6. Disposer d'un profileur bio-géochimique, opérable dans les régions arctiques (LOV+Takuvik)



Faits marquants depuis 1 an



- T2.1 - Concilier la réduction des coûts de l'Arvor standard et le maintien de ses performances: un aboutissement difficile.
- T2.2 - Des conclusions à propos de l'utilisation de la transmission Argos3 sur les profileurs.
- T2.3 - La version industrielle du profileur « Arvor profond » atteint les 4000m.
- T2.4 - Le Provor CTS5 est validé à la mer.



1) Fiabiliser l'ARVOR actuel

2) Réduire les coûts: l'ARVOR NT

Fiabiliser le profileur

✓ ***Travaux réalisés***

L'Arvor « NAOS » se distingue de l'arvor standard par :

- extérieurement par une antenne allégée,
- des aménagements mécaniques et des protocoles d'intégration (NKE + sous-traitants) qui ont évolué (depuis janv 2013),
- des autotests renforcés et un protocole simplifié à la mise à l'eau,
- Un mode « bi-mission » qui permet d'enchaîner 2 séquences de cycles à périodes et profondeurs différentes.

En 2012, décision de porter ces évolutions sur 5 prototypes, extraits de la production Coriolis et livrables à l'automne 2013.

Retards: →visée d'un nouvel objectif de déploiement sur la campagne Geovide (départ 30 avril 2014)

Recette usine provoquée début avril (partielle) est non satisfaisante

Des tests bassin sur 2 flotteurs suivent mi- avril (créneau réservé) et se soldent par un échec.

✓ **Validation des 5 Arvor Naos**

Résolution et explications étayées sur les raisons de l'échec au bassin,
Mettre à niveau les 5 flotteurs , les tester au bassin.

→ Prochaine opportunité potentielle (Atlantique sud), échéance fin septembre

✓ **Autres points (actions identifiées au SC)**

Un modèle commercial de l'Arvor marquant les efforts de fiabilisation (Arvor II?) est souhaitable

établir une synthèse et organiser un suivi des pertes de flotteurs (hors Coriolis), et préparer l'évaluation des profileurs fiabilisés

✓ **Points durs**

délai de qualification et de portage des améliorations.

✓ *Poursuite de l'effort d'amélioration (hydraulique)*

De nombreuses de pistes avec des actions engagées ou non...

- Rodage des électrovannes
- Fixation de moteurs
- Finesse de pilotage en profondeur
- Portage des évolutions du deep Arvor
- Capteur de pression pour niveau d'huile
- Filtration embarquée
- Nouvelle vessies
- Gestion obsolescence moteur
- ...

Réduire le coût du profileur Argo standard 2000m (T&S)

→ Tout en conservant les performances....notamment

sa spécificité de déploiement « tout océan » impliquant une réserve de flottaison suffisante,
une finesse de déplacement et un maintien en immersion stable dans le temps.

la réalisation du profil CTD en pompage continu,

l'autonomie.

✓ *Travaux réalisés*

- **Motorisation:** le groupe hydraulique en cours d'évaluation
- **Tube:** le process de collage est à finaliser et l'épaisseur du tube fait l'objet de ré-itérations
- **Tape Seabird:** version simplifiée à 210 bars qualifiée, têtes des prototypes commandés.
- **Bilan de masse-volume:** pas de convergence à ce jour: Un profileur trop volumineux
- **Architecture électronique et logiciel embarqué**

Des choix initiaux rediscutés.



Banc d'essai de la motorisation chez NKE



Tape d'essais de la CTD

✓ **Constat**

- Le développement d'une solution commune piles alcaline (moins cher) et lithium (plus performant) est incompatible.
- La caractérisation du groupe hydraulique n'est pas aboutie et impacte fortement le dimensionnement du tube (masse importante).
- Difficultés d'approche globale des travaux (motorisation, tube, dimensionnement global) pour aboutir à un profileur performant en autonomie, en masse, en encombrement), en coût.

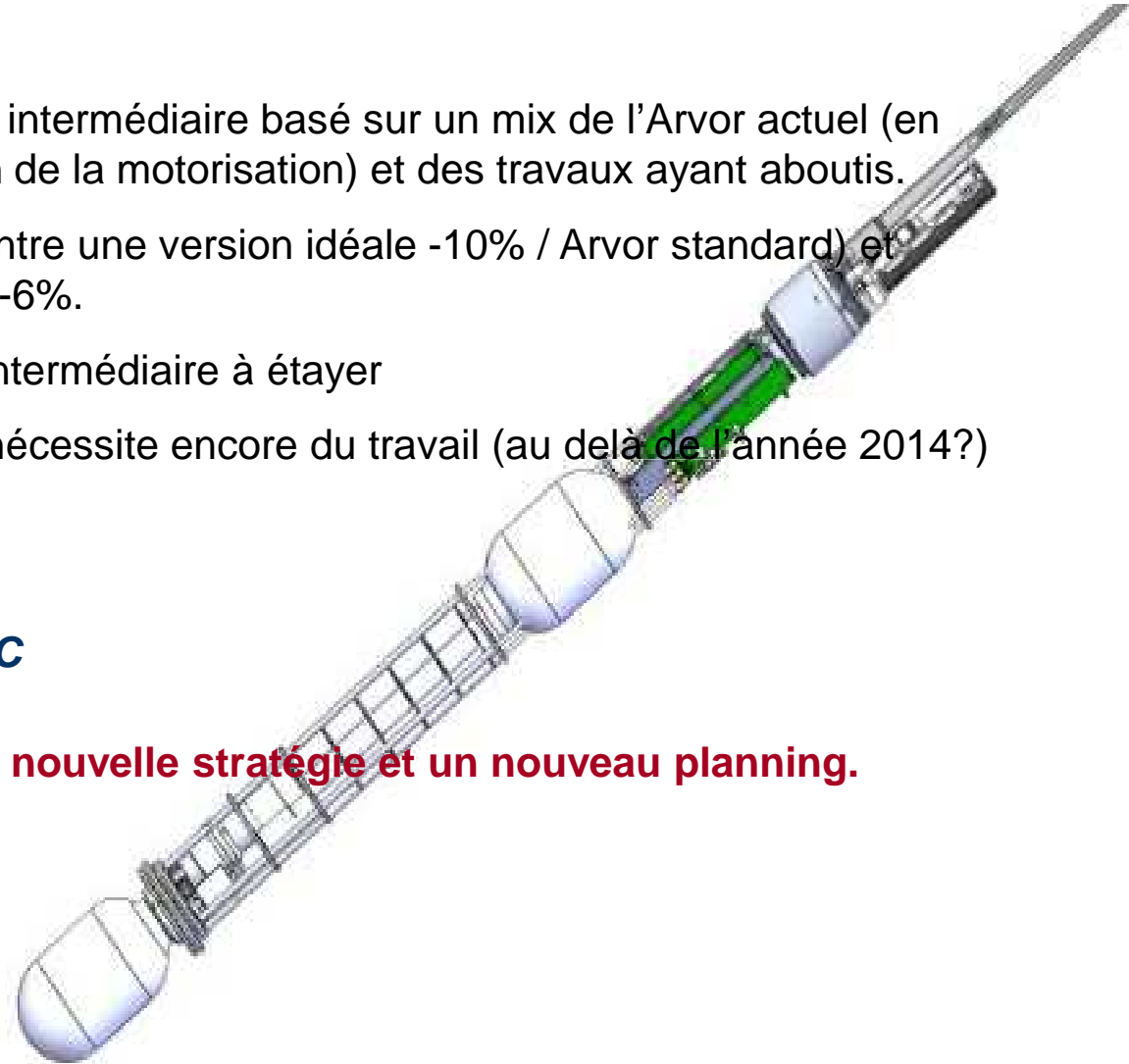
✓ *Poursuite*

- NKE propose un plan intermédiaire basé sur un mix de l'Arvor actuel (en particulier réutilisation de la motorisation) et des travaux ayant aboutis.
- Différence de coûts entre une version idéale -10% / Arvor standard) et version intermédiaire -6%.
- Intérêt de la version intermédiaire à étayer
- Une version aboutie nécessite encore du travail (au delà de l'année 2014?)



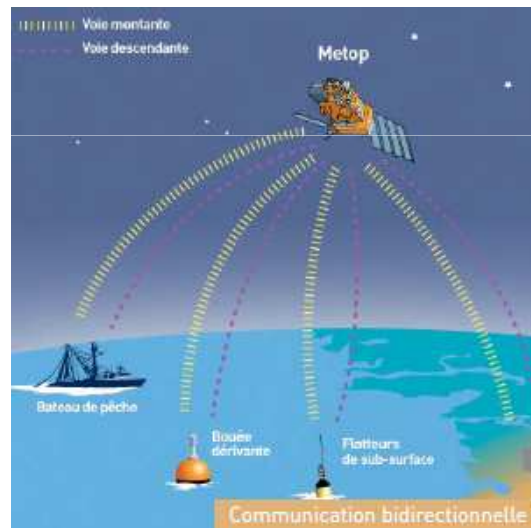
✓ *actions identifiées au SC*

NKE doit proposer une nouvelle stratégie et un nouveau planning.



Augmenter les performances de la transmission satellite Argos → Argos3

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



Arvor-A3

Argos3: liaison bi-directionnelle selon 2 modes dits « bas débit » (400 bits/s) et « haut débit » (4800 bits/s), embarquée à bord des satellites MetopA et Saral.

1 - Haut débit: pouvoir transmettre un profil de haute résolution sur 1 passage satellite

✓ **Rappel**

- 1) mise en évidence d'une grande variabilité des performances liée à la zone géographique, à l'azimut du satellite, aux heures de transmission. Une insuffisance de marge de rapport S/B dans la modulation A3 qui a pour conséquence une dégradation des performances sur l'Europe et l'Asie.
- 2) Des essais à terre prometteurs dans des conditions de transmission non bruitées: ~18koctets de données sur un passage (~25 profils Argo standard).

Performances: 25 fois plus de données transmises avec 3 fois moins d'énergie / A2.

✓ **Echec de l'expérimentation à la mer de 2 arvor A3 HD: Mission Momarsat Aout 2013, milieu Atlantique**

- Les 1er profils en haute résolution (1000 points CTD, soit ~10 ko) transmis en moins de 10 minutes... puis perte de communication pour l'un, transmission permanente pour l'autre.
- investigations complémentaires à terre infructueuses.

→ des difficultés non surmontées: instabilité de comportement du modem, implémentation de nombreuses solutions de contournement perfectibles sur l'applicatif flotteur.

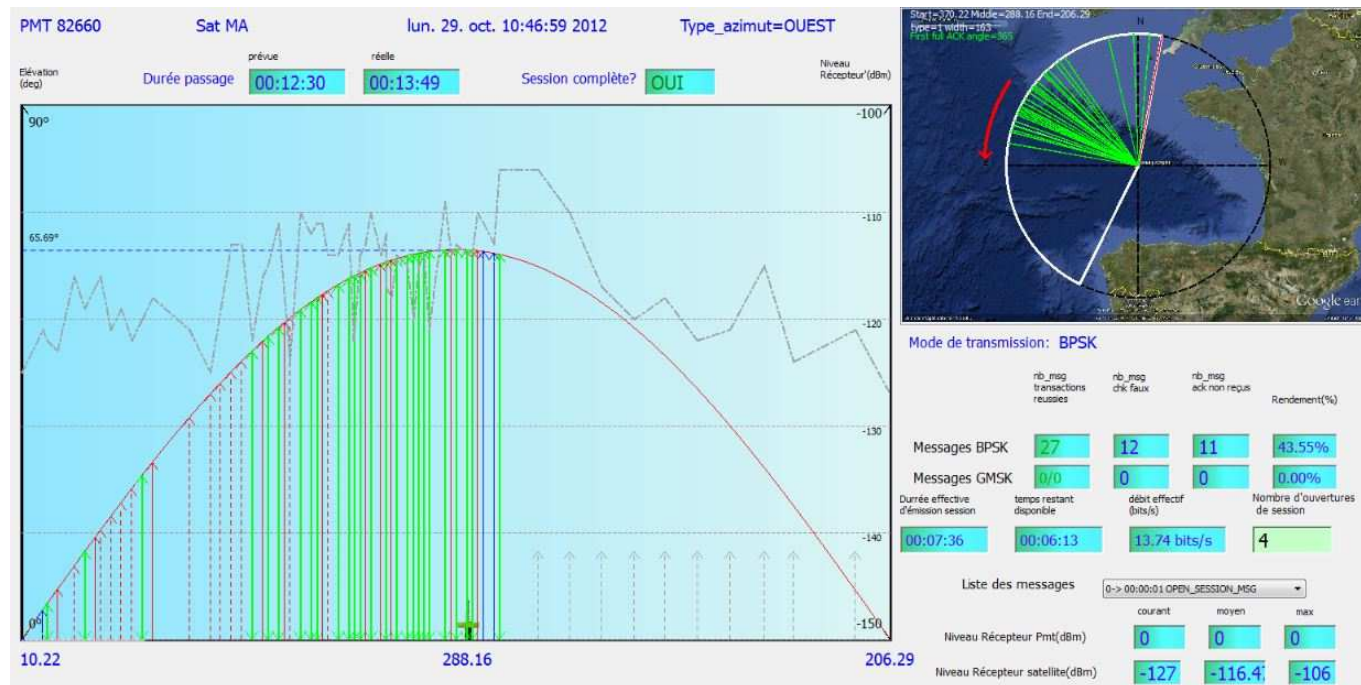
2 - Bas débit: pouvoir transmettre un profil Argo sur 1 passage satellite

- Un Arvor, a fonctionné plus d'un an (Golfe de Gascogne) d' octobre 2012 à décembre 2013. Avant d'échouer sur les côtes Espagnoles.

→ Bons résultats:

Sur 140 cycles effectués, au moins un profil Argo standard est transmis à chaque remontée sur 2/3 de la durée de passage (durée de transmission <7mn en moyenne au lieu de 6 à 8h en Argos2).

Consommation d'énergie est divisé par ~5 (/A2) et le coût de transmission se réduit à une tranche au lieu de 2. Autonomie du profileur augmentée de 25%.



✓ *Bas débit, en 2014*

- Travaux complémentaires pour renforcer le profileur aux aléas de fonctionnement (partie commune BD/HD): logiciel de pilotage du modem renforcé, reset du profileur à distance, watchdog.
- Déploiement d'un Arvor (E_Aims) en Méditerranée Ouest (zone Palma) en mai: le profileur cycle et transmet ses données sur un passage.
- Déploiement à venir d'un Arvor (E_Aims) en Méditerranée Est (zone Chypre)

✓ Antenne large bande: réduire coût et volume de l'antenne actuelle

- Difficultés de marinisation: la présence de bulles d'air a demandé de revoir la conception du radôme.
- Nouvelle passe en simulation (XLIM) et fabrication de 4 nouveaux prototypes.
- La qualification en environnement à faire.
- Diminution de ~30% de volume, coût...?



Conclusions Argos3

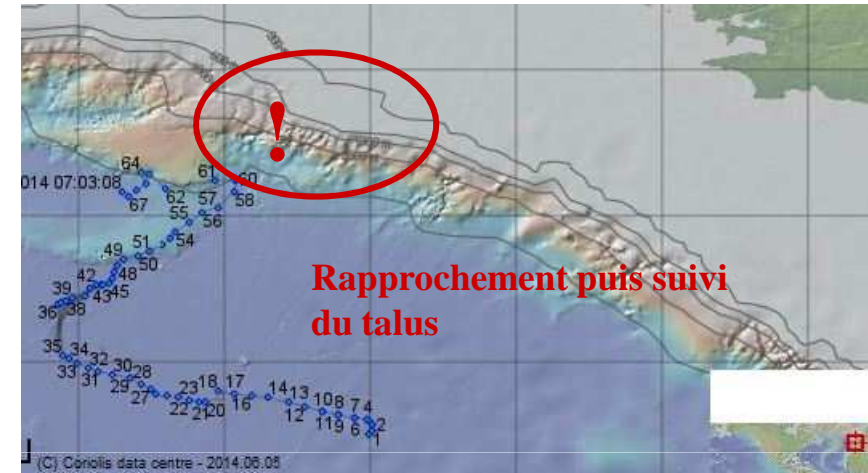
- En bas débit, résultats positifs en Atlantique (séjour en surface réduit, gain en énergie), bons résultats en Méditerranée ouest (durabilité des performances à confirmer).
- Haut débit abandonné.
- Rédaction en cours d'une publication sur l'ensemble des travaux

Atteindre de plus grandes profondeurs: deep Arvor

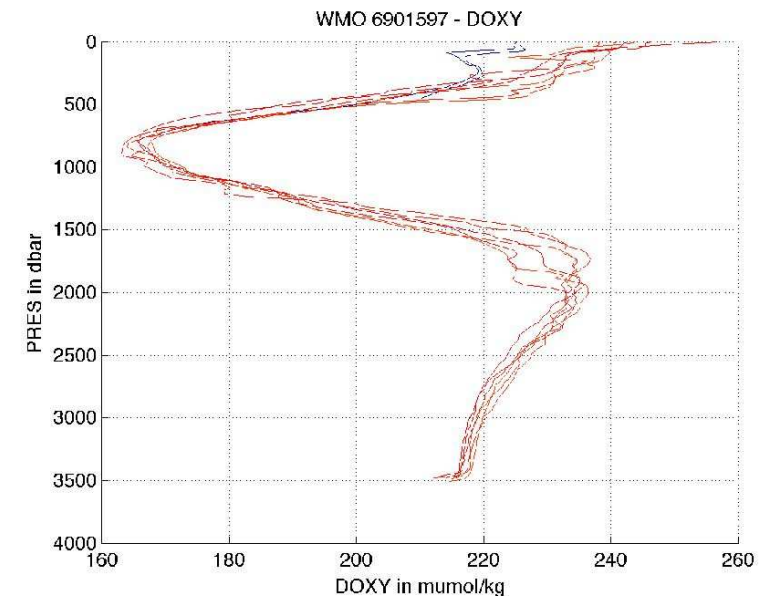
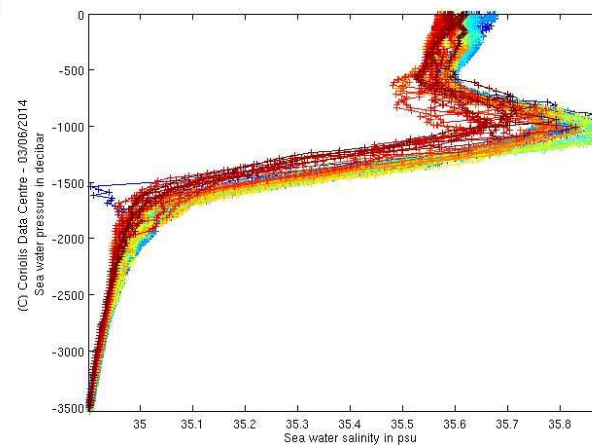
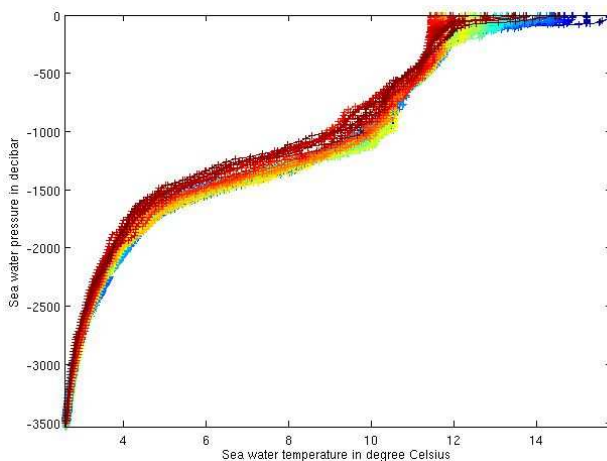


✓ Maquette opérationnelle n°2 re-déployée dans le Golfe de Gascogne

- Rappel: profileur récupéré début 2013 après défaillance de la communication. hydraulique améliorée.
- Re-déployé en novembre 2013, il a réalisé aujourd'hui ~70 cycles à 3500 dbars :
 - périodes de 2, 5 et 10 jours,
 - parking 1000 et 3000 dbars,
 - Avec ou sans O2
 - Résolution Argo et haute résolution



3eme réunion annuelle NAOS, 16 juin 2014, Brest, WP2, S. Le Reste

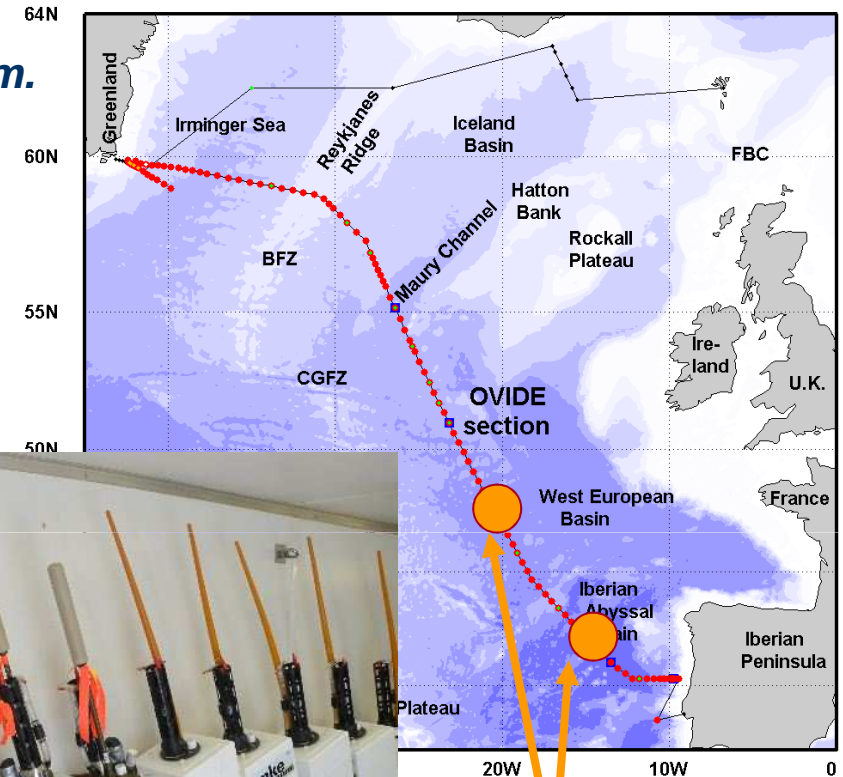


✓ Industrialisation et déploiement des prototypes 4000m.

- Prise en compte d'évolutions suite au retour d'expérience des maquettes
- Recette usine tardive (10 mars 2014)
- Qualification fonctionnelle en environnement pour immersion opérationnelle à 4000m (4120 dbars)

Essais hydrodynamiques,
vibrations,
Evaluation des compressibilités,
missions en caisson hyperbar,
essais bassins avec prélèvements. Des écarts relevés sur l'O2.

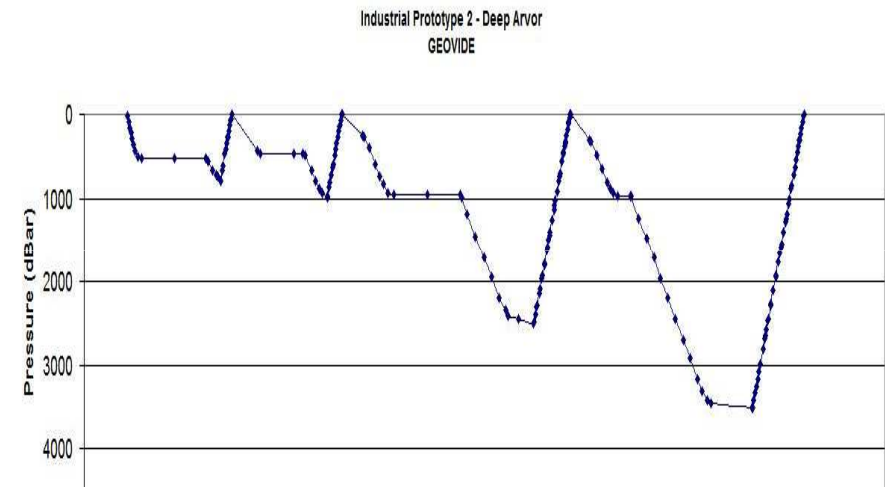
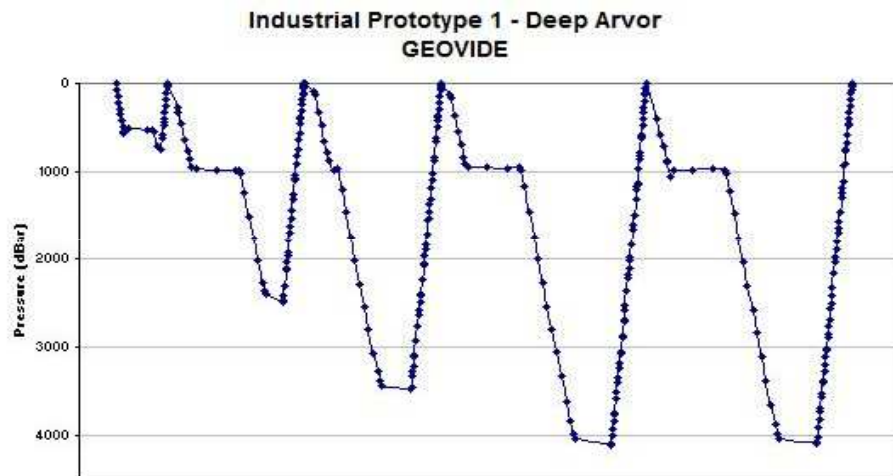
- Expédition sur mission Géovide



**Déploiement
des 2 Deep
Arvor**

✓ Résultats à la mer

- Le prototype industriel n°1 a été déployé le 23 mai et a atteint progressivement les 4000m (~9 cycles réalisés à ce jour). Le 2nd a été déployé le 31 mai selon le même protocole (~7 cycles réalisés à ce jour)

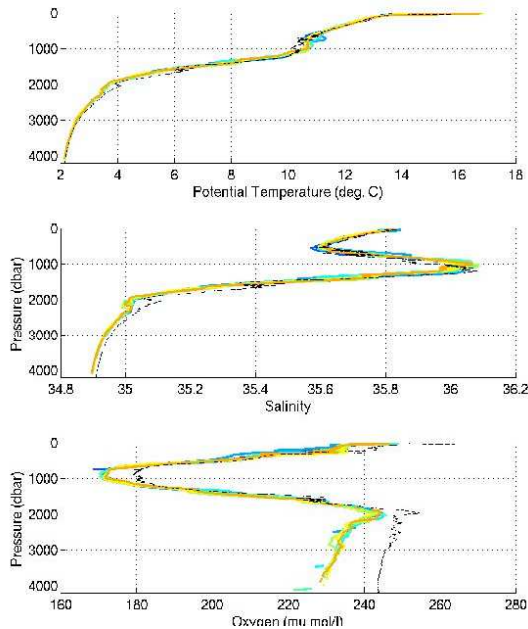


- Bonne reproductibilité
 - 1) descente et atteinte des pressions de consigne
 - 2) maintien en immersion
 - 3) remontée conforme aux essais hyperbars (sauf irrégularité de la cadence de mise en route de la pompe)
 - 4) Bilan d'énergie provisoire cohérent

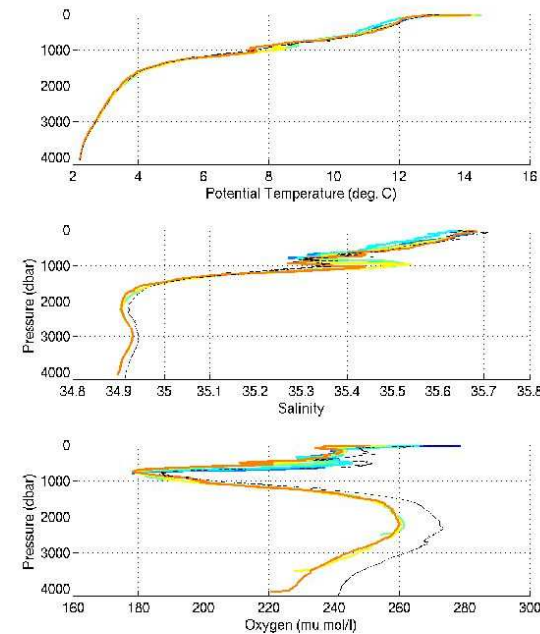


✓ Résultats à la mer

6901631, Deep-Arvor



6901632, Deep-Arvor



■ Premières Analyses

- 1) Les flotteurs sous-estiment la salinité (~0.01 PSU)
- 2) Décalage « classique » en O₂ par rapport aux mesures de référence (pas de calibration multipoints)
- 3) Des pics importants apparaissent sur l'O₂ de temps en temps (evolution firmware Aanderaa?)

✓ Poursuite

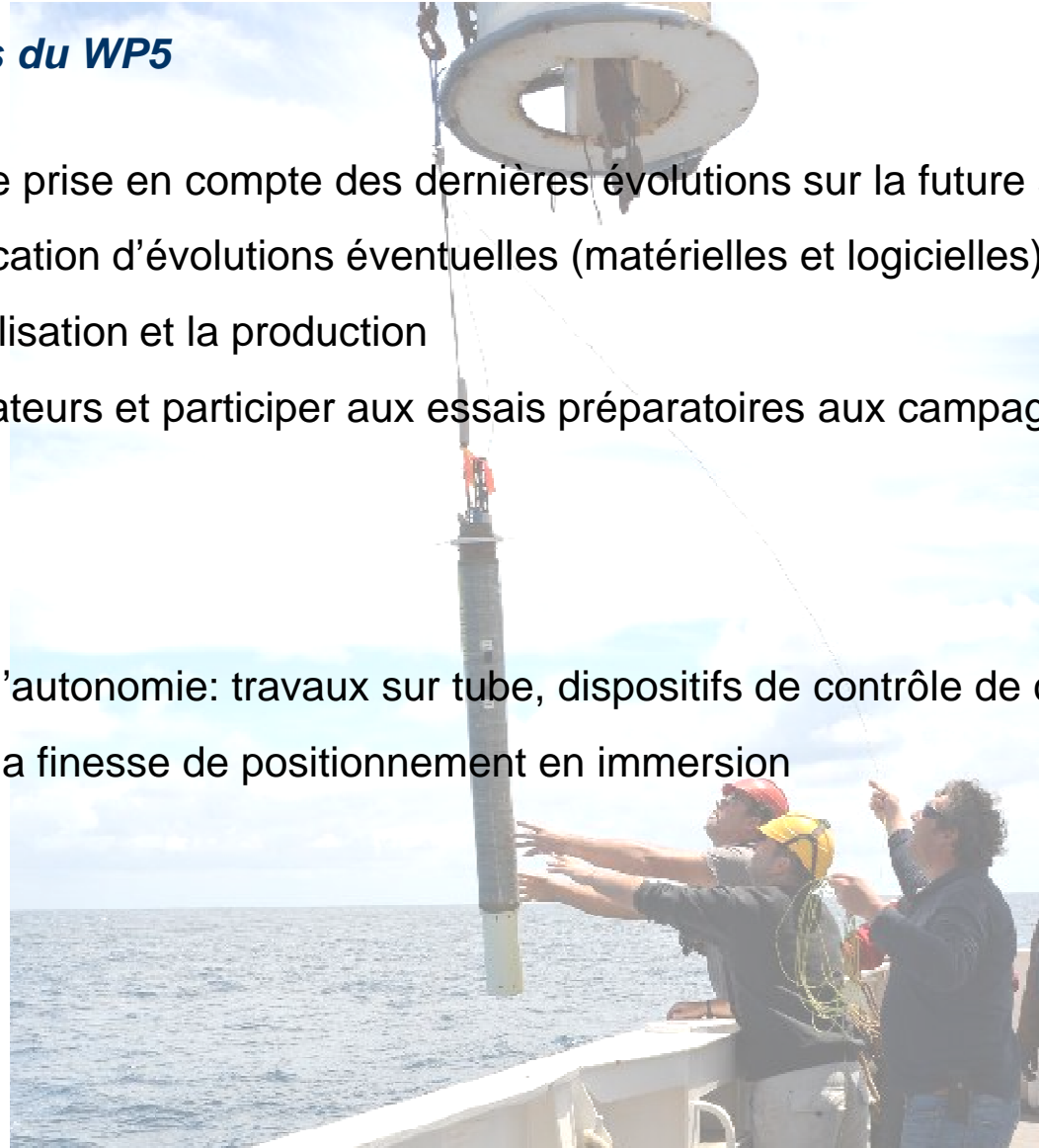
- Spécifier les dernières évolutions (3500 → 4000) au décodage Coriolis
- Résoudre les erreurs d'acquisition sur l'optode Aanderaa
- Améliorer et comprendre: accélérer la descente, régulariser la vitesse de remontée,...
- Définir la stratégie de la démonstration à la mer: cyclage rapide, cyclage lent, alternance 2000/ 4000m,
- Valider l'accord de commercialisation
- Finir la publication sur la techno et les 1ers résultats à la mer.

✓ *futurs profileurs du WP5*

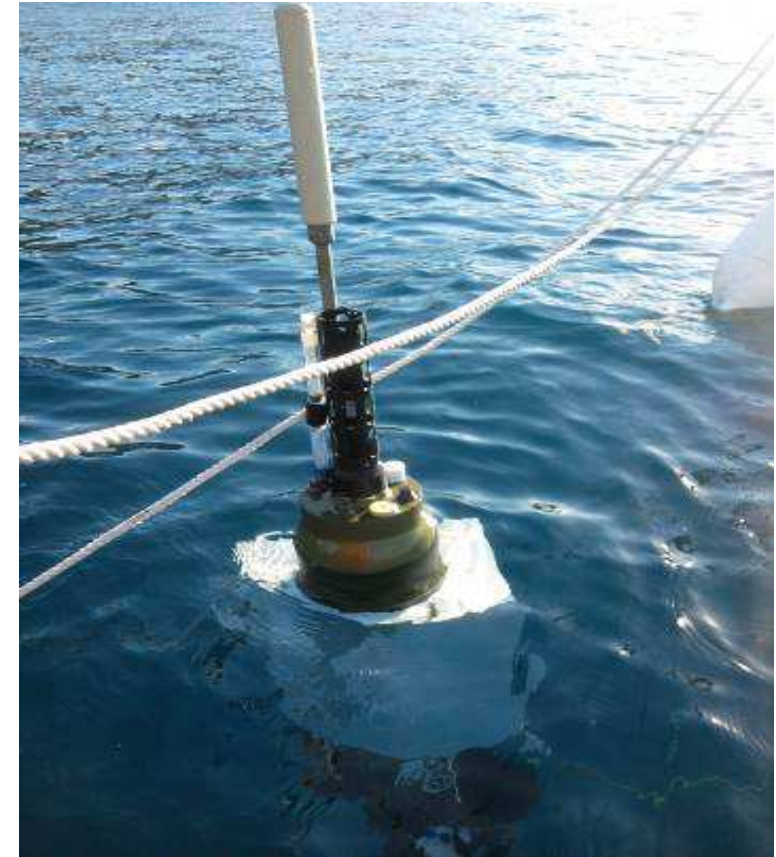
- Veiller à la bonne prise en compte des dernières évolutions sur la future série
- Vérifier la qualification d'évolutions éventuelles (matérielles et logicielles)
- Suivre l'industrialisation et la production
- Former les utilisateurs et participer aux essais préparatoires aux campagnes.

✓ *prospective*

- Amélioration de l'autonomie: travaux sur tube, dispositifs de contrôle de compressibilité
- Amélioration de la finesse de positionnement en immersion



Séparer vecteur et mesure pour faciliter l'accueil de capteurs complexes, et adapter le comportement du vecteur à la mesure.



Provor CT55 en test sur mouillage en rade de Villefranche

Séparer vecteur et mesure pour faciliter l'accueil de capteurs complexes, et adapter le comportement du vecteur à la mesure.

Communications

Rudics

Architecture du Provor CTS5



Carte Vecteur APMT (NKE)
Gestion du déplacement vertical,
mémoire de données,
tâches de sécurité

Protocole générique et flexible

Interaction intelligente



Carte mesures (LOV, OSEAN)
→ mesures et interprétations,
détections d'évènements

Capteur

Capteur

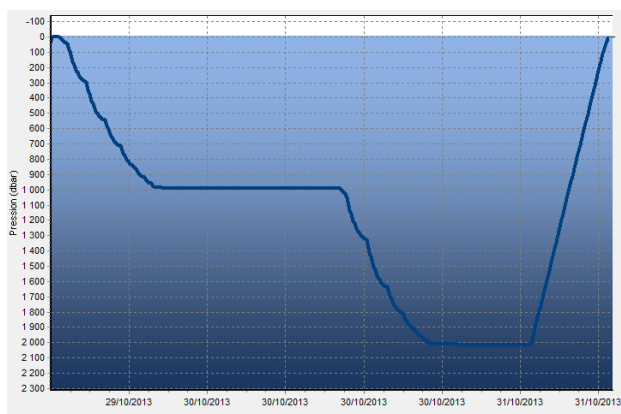
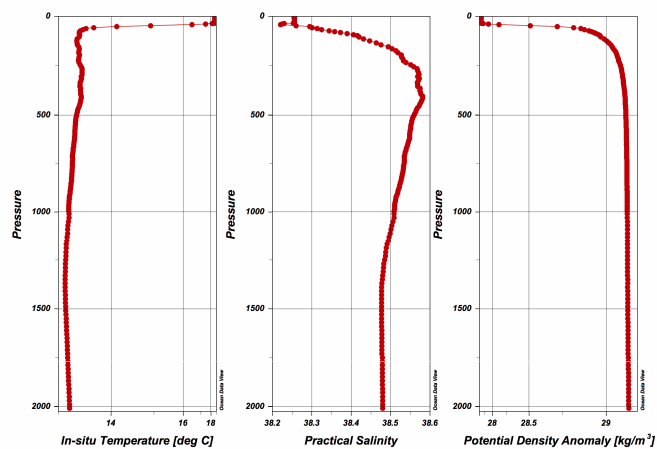
Capteur

Capteur

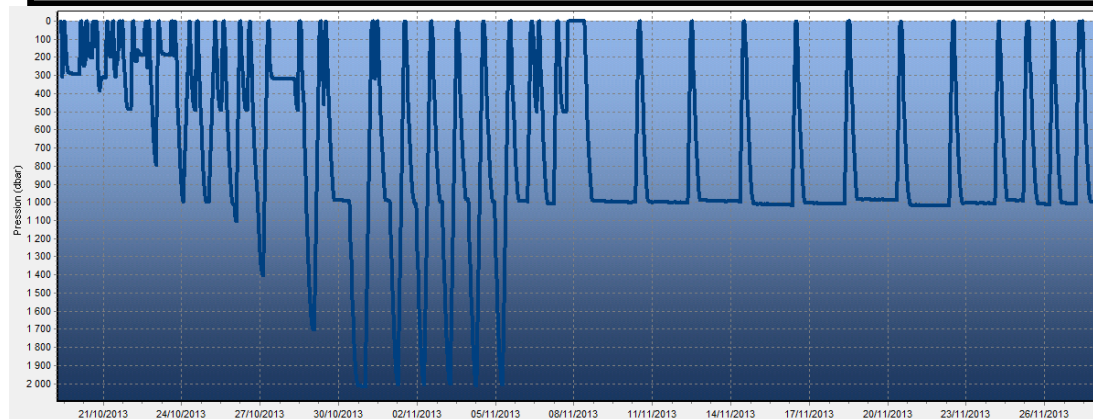
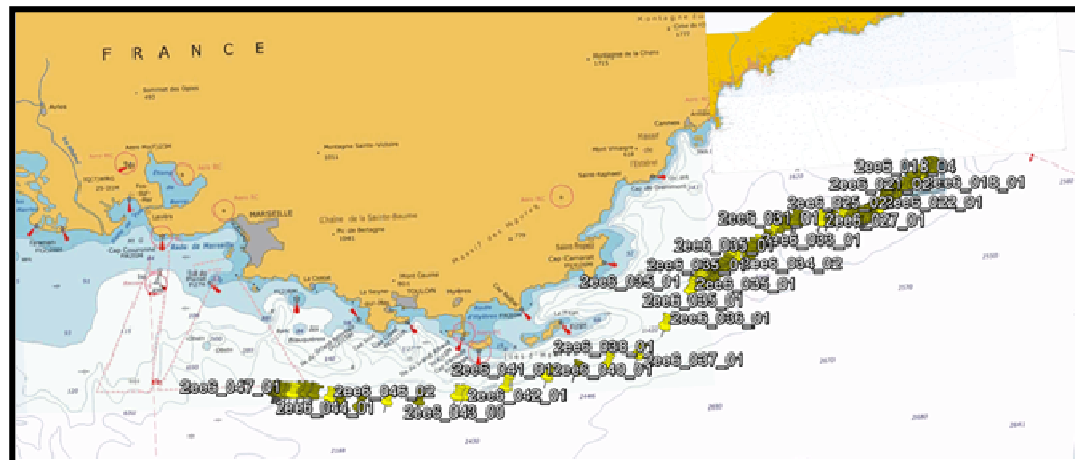
....

+ Outils de simulation: 2 bancs fonctionnant en continu

✓ Qualification du CTS5 hors carte mesure: Validation 5 semaines en Mer : 18 octobre – 28 novembre 2013

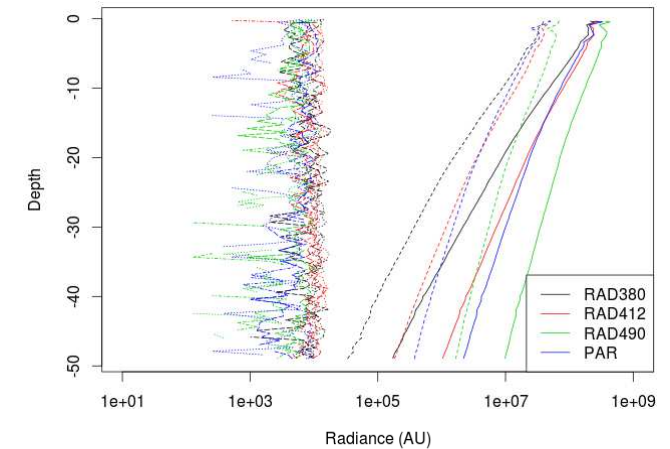


Profil argo



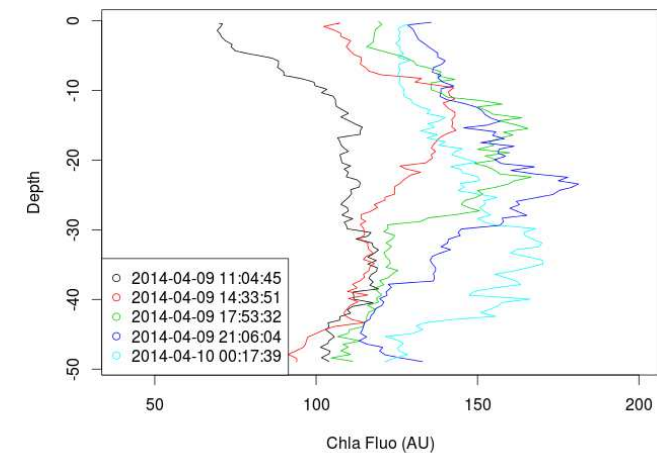
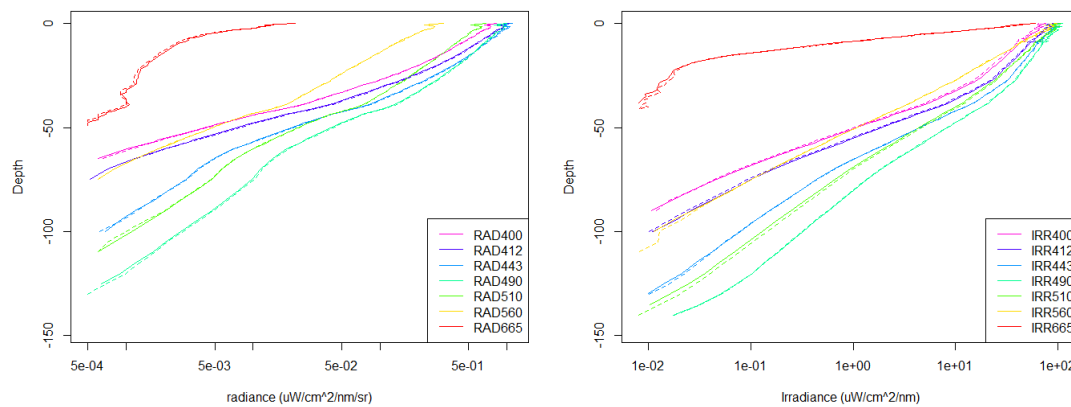
Missions segmentées multiprofiles

✓ Qualification du CTS5 + Carte Mesure : déploiement ProVal et type BioArgo sur ligne de mouillage :



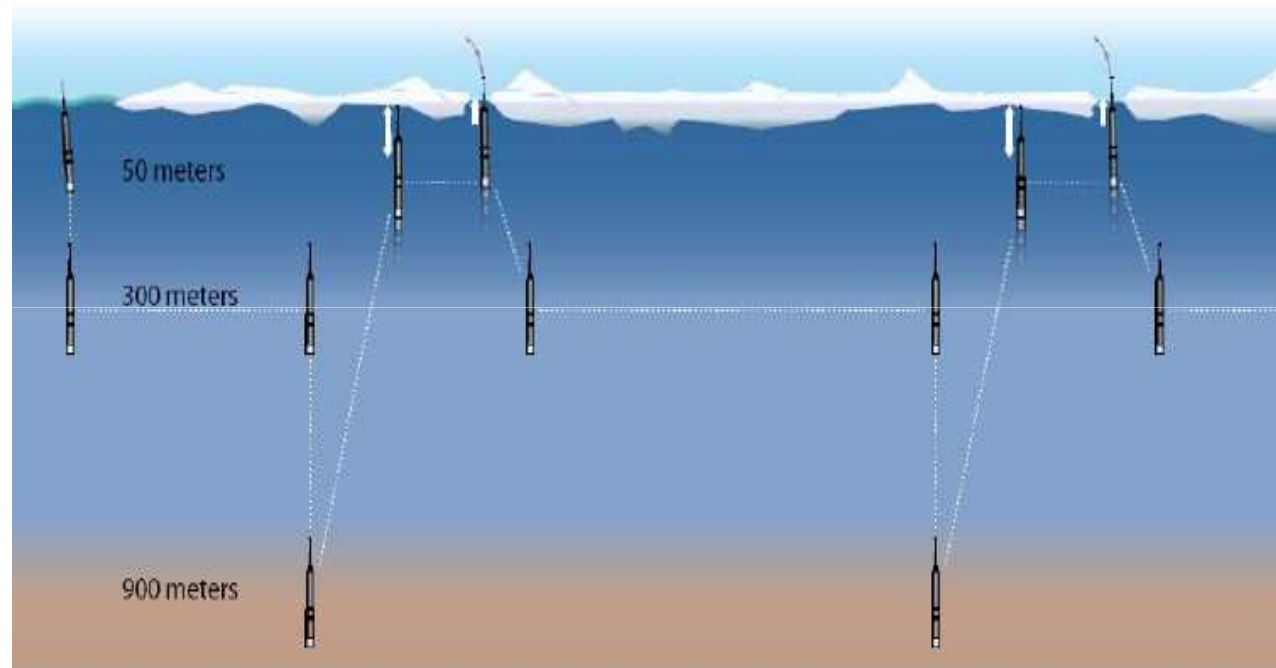
BioArgo « like »: Données radiométriques et Chla

ProVal : Données radiométriques



profileur bio-geochimique, opérable dans les régions arctiques

- Evaluer les méthodes de détection de glace pour les implémenter dans le profileur
- Adapter les rétro-actions mesure-vecteur pour éviter la glace (travaux T2.4)
- Caractériser les capteurs bio-optiques en eau froide



- Développer le profileur bio-otique, détectant la glace, sachant retarder la transmission des données, équipé de capteurs « RemA »

✓ **Détection de glace**

Solution simple de détection de glace: Pinger, rétro-action ISA (partiellement testé sur simulateur matériel).

Solution « complexe »: acoustique passive : appel d'offres Feder début Juin

Solution « complexe »: optique (hors financement NAOS) .

Collaboration Takuvik – RDDC- chaire industrielle optique univ Laval.

Essais *in-situ* réalisés (voir WP4)

✓ **Inventaire des infrastructures et sites de tests naturels**

✓ **Constitution d'un base de données importantes de profils CTD par Takuvik pour détermination d'un algorithme ISA adapté à l'Arctique (participation de Louis Prieur)**

✓ **Développement du Prolce 1, sur la base d'une détection de glace simple.**

✓ **Présérie de 2 Prolces sur fond Takuvik. Recette partielle mi Juin (après le meeting NAOS)**



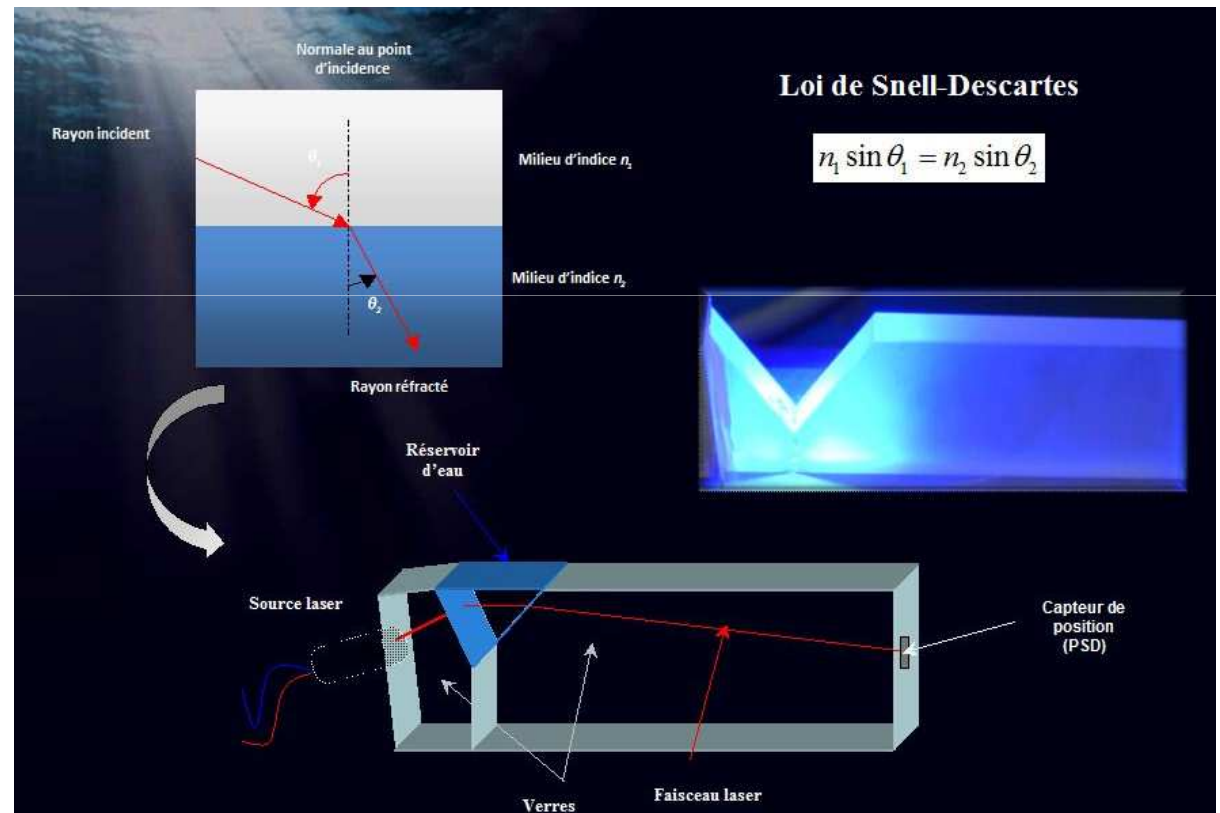
ProIce1

✓ *Travaux à venir*

- Validation en mer du Prolce1 et des Algorithmes Arctiques hors glace (Méditerranée)
- Industrialisation CTS5 et Prolce
- Algorithme ISA adapté à l'arctique
- Validation sécurisée du Prolce en condition de glace (Hiver 2014-2015)
- Déploiement test en Arctique (Eté 2015)

Evaluer le capteur optique NOSS sur 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



✓ Le capteur

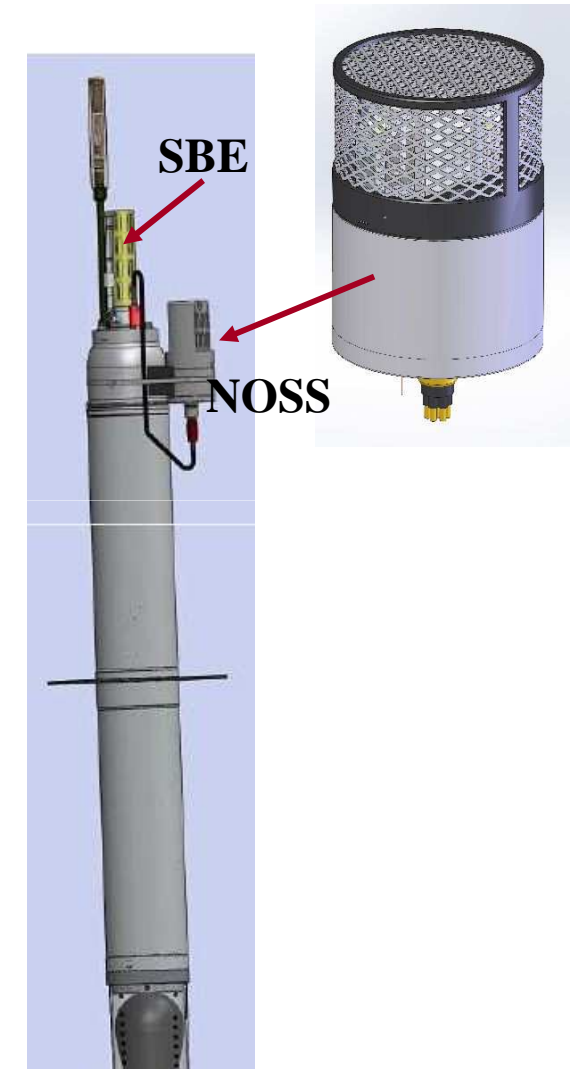
- Améliorations du capteur et qualifications associées, notamment : lumière du jour, centrage capteur, Cte de temps, T° externe, réduction inertie,...
- Des avancées nettes en matière de qualité de la mesure brute aboutissant à la mesure de l'indice de réfraction... mais des algorithmes de calculs Rho et S perfectibles, et non résolubles à court terme.
- Décision de porter le NOSS sur 2 Provor.
- Fabrication de 2 nouveaux capteurs avec améliorations (dont diminution incertitude à basse T°)
- Nouveaux étalonnages



Capteur NOSS V2.2,
lors des essais
pression

✓ NOSS sur Provor

- vecteur CTS4 préféré au CTS5 (travaux de développement limités)
- CTD Seabird embarquée en référence
- Synchronisation des acquisitions pour recalage des acquisitions (1s maxi) à la remontée
- transmission possible de données brutes (portions de profil), sinon moyennes par tranches.
- séries de mesures en parking pour mesures en « statique »



✓ *Travaux à venir*

Protocole d'essais à préciser

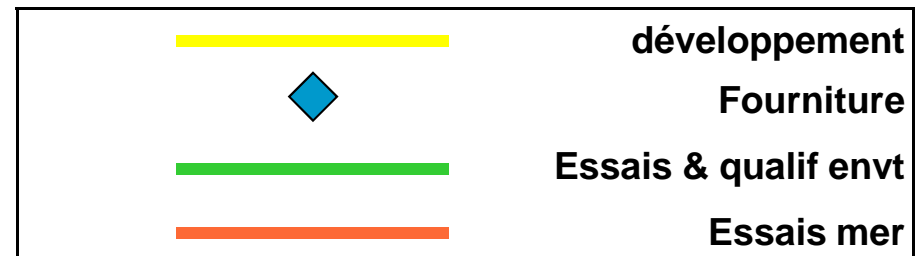
- A définir précisément: acquisition, échantillonnage → programmation du CTS4
- Essais bassin et prélèvements associés (cohérences mesures)
- intérêt d'essais préalables en mer (ligne de mouillage), possibilité Villefranche, octobre?.
- Déploiement en libre sur courte durée: récupération de données mémorisées.
- Déploiement en libre: un en zone de composition standard, le 2eme dans une zone à forte teneur en silicates.

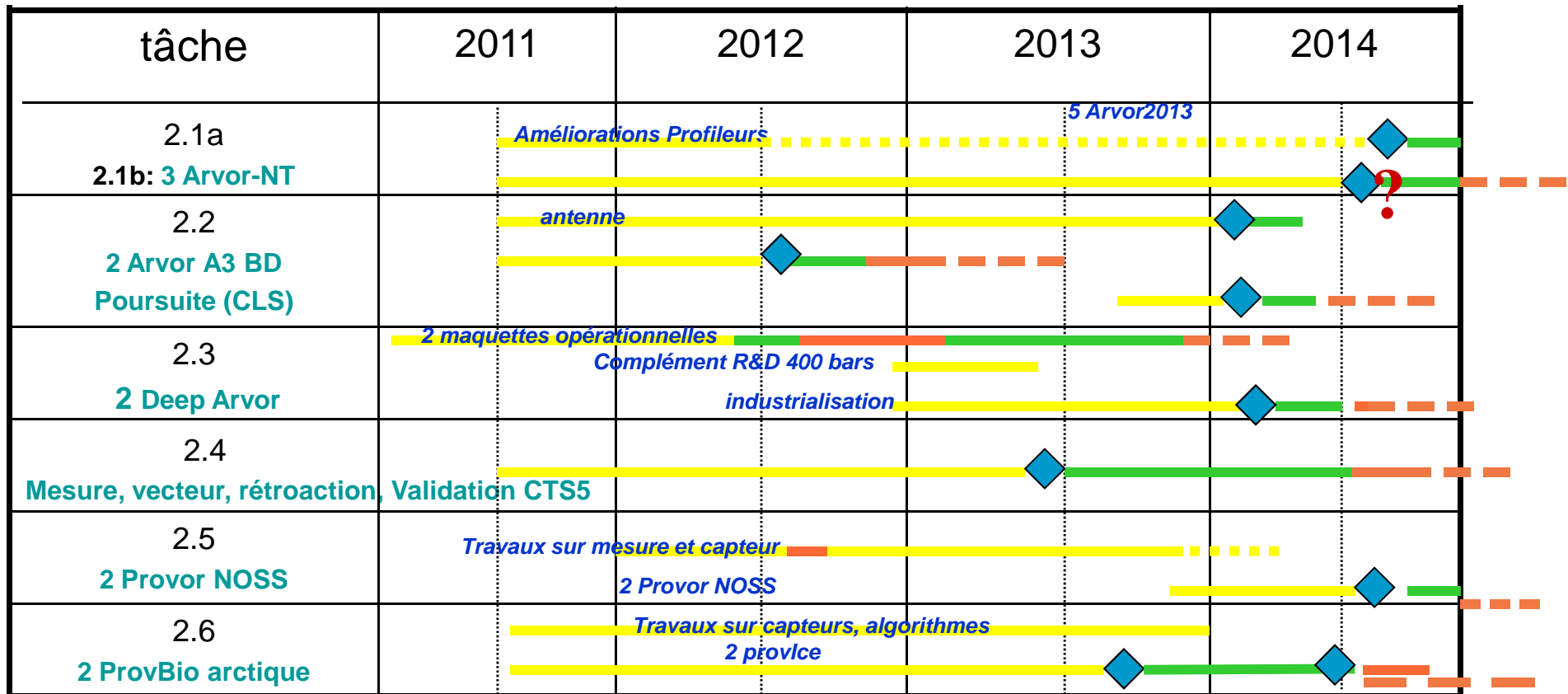


Capteur Noss
2013

tâche	2011	2012	2013	2014
2.1 3 Arvor-NT	<i>Améliorations Profileurs</i>			
2.2 2 Arvor Argos3 HD	<i>antenne</i>			
2.3 2 Deep Arvor	<i>2 maquettes opérationnelles</i>	<i>industrialisation</i>		
2.4 Carte mesure et vecteur				
2.5 2 Provor NOSS	<i>Travaux sur mesure et capteur</i>	<i>Provor NOSS-SBE</i>		
2.6 2 ProvBio arctique	<i>Travaux sur capteurs, algorithmes</i>			

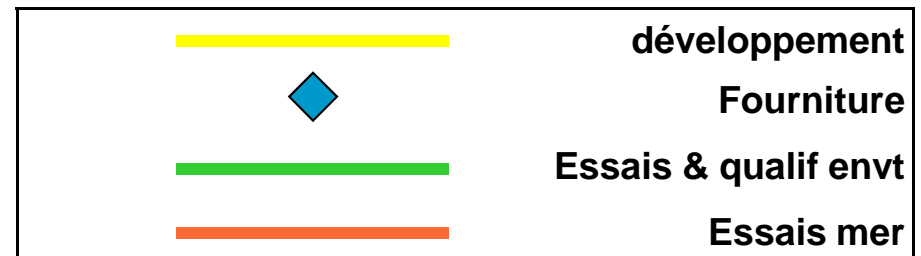
↑
T0





Points durs:

- les 5 Arvor « 2013 » (T2.1)
- l'Arvor NT (T2.1)
- L'évaluation du NOSS in-situ





Merci

