Novel Argo Ocean observing System NAOS.

Réunion annuelle, BREST, 21 septembre 2015.

WP2: Technologie des profileurs









































Rappel des objectifs
Faits marquants

Avancement des tâches





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 J.Sagot)
- 2. Augmenter les performances de la transmission satellite Argos (Ifremer X.André)
- 3. Atteindre de plus grandes profondeurs (Ifremer V.Dutreuil)
- 4. Architecturer le système vecteur-mesure pour favoriser l'accueil de nouveaux capteurs et adapter le comportement du vecteur à la mesure (LOV- E.Leymarie)
- 5. Evaluer un capteur optique de salinité sur le Provor (NKE- A.David, D.Malardé)
- 6. Disposer d'un profileur bio-géochimique, opérable dans les régions arctiques (LOV-E.Leymarie +Takuvik- C.Marec)



- T2.1 L'Arvor-NAOS testé à la mer avec succès: des performances améliorées mais des difficultés à baisser les coûts.
- T2.2 Un bon retour d'expérience sur la transmission Argos3.
- T2.3 Des ajustements industriels sur la pré-série d' « Arvor profond », les 4 profileurs NAOS déployés fonctionnent nominalement.
- T2.4 Le Provor CTS5 renforce son expérience à la mer
- T2.5 Le capteur NOSS sur profileur pour la 1ere fois en mer.
- T2.6 Le Prolce est prêt pour les déploiements opérationnels.

T2.1- Réduire les coûts et fiabiliser l'ARVOR







Rappel NAOS 2014

T2.1a: Fiabiliser l'Arvor actuel

Difficultés de mise au point des évolutions et report de déploiement des prototypes

T2.1b: Réduire le coût du profileur Argo standard 2000m (T&S) en concevant de nouveaux sous-ensembles (NKE).

Face au difficultés d'atteindre les objectifs initiaux (maintien des performances / coûts: → Décision d'arrêt de l'action « ARVOR NT » en juin 2014.



Réduire le coût du profileur Argo standard 2000m (T&S) en concevant de nouveaux sous-ensembles (NKE).

Un document livré: « bilan du développement de l'Arvor-NT » (février 2015) contenant les justifications de définition, les résultats d'essais, les plans.

Bilan de cette action

Des développements ont abouti à des impasses (nouvelle motorisation, antenne),

mais résultats positifs: gains potentiels identifiés qui peuvent être exploités (tape supérieure plane, tube composite)



Fiabiliser le profileur (1)

Principales évolutions réalisées

1) La définition et le process de fabrication, les performances.

Aménagements mécaniques et des protocoles d'intégration (NKE + sous-traitants) qui ont évolué (à partir des fabrications de janvier 2013),

Un mode « bi-mission » qui permet d' enchaîner 2 séquences de cycles à périodes et profondeurs différentes.

Le mode d'acquisition en « spot sampling »

un 2eme message technique et des informations temporelles mieux résolues (reconstitution des trajectoires), un message « programmation » à la mise à l'eau.

La haute résolution (2000 points, utilisable en version iridium)

2) La robustesse des différentes étapes de la vie du flotteur

des autotests renforcés et une surveillance accrue de la pression. Le pilotage de la motorisation hydraulique.



Fiabiliser le profileur (2)

3) Les aspects « utilisateur »

un protocole simplifié à la mise à l'eau: un signal audible non équivoque pour l'autorisation de mise à l'eau

Le 2eme message technique pour une meilleure compréhension

Départ automatique en mission si « armé »

Commande « Help »

Mémorisation du dernier message technique transmis





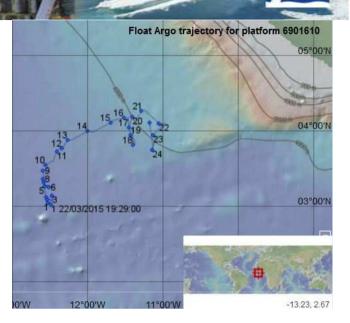
Validation des prototypes

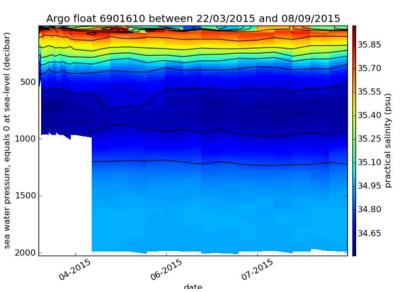
2 nouveaux profileurs Arvor (WMO 6901609 & 610) déployés en mars 2015, en mode bi-mission.

(Ppark / Profil: 10 cycles à 500 dbars, 1000dbars, 1000 dbars, 2000dbars).

Fonctionnement nominal à ce jour: 25 cycles effectués par chaque Arvor.

La chaîne de décodage est opérationnelle







Bilan de cette action

Les améliorations portées sur l' « Arvor 2 » ont été validées sur une premier déploiement.

Le dernier prototype peut être déployé et l' « Arvor 2 » peut être approvisionné (besoins en bi-missions).

Le coût de l'Arvor2 se maintient au niveau de l'Arvor actuel (à quantité équivalente, info P.Brault 20 janv 2015).

A venir:

- •Traiter les évolutions future: NKE enregistre les souhaits (ou les nécessités) d'améliorations et peut procéder à des évolutions (typ 1 fois par an) après consultation des utilisateurs. NKE qualifie ces évolutions.
- •Ces flotteurs doivent faire l'objet d'une surveillance particulière afin de les évaluer (par rapport à la flotte standard).
- •Nécessaire: l'O2 sur l'Arvor et la mesure en air, les applications glace sur l'Arvor, la compatibilité avec la législation transport.





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



Arvor-A3



Rappel NAOS 2014

Objectif: pouvoir transmettre un profil Argo sur rendez vous avec un passage satellite

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



2014-2015: 5 profileurs en fonction avec d'excellentes performances en transmission





Bilan de cette action

Des performances qui se confirment: moins de 4mn pour transmettre un profil Argo (Méditerranée Ouest et Atlantique, Océan indien), moins de 9mn en Méditerranée Est......(contre 6 à 10h en Argos2).

Un gain en énergie divisé par 5 par rapport à Argos2 (autonomie du profileur +25%)

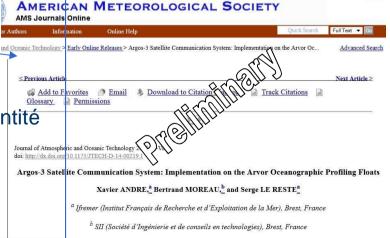
Coût de transmission réduit (1 tranche de 6h)



Une publication imminente.

Limitations: impact d'un fort trafic sur les performances, quantité de données transmises limitées par le système (1 passage satellite)

Point dur: marinisation de l'antenne optimisée.









Rappel NAOS 2014

- 2 prototypes industriels déployés avec succès sur la campagne Géovide
- Bonne reproductibilité du comportement des premiers cycles
- Des « pics » intempestifs sur la mesure d'oxygène



Le fonctionnement à la mer des prototypes (2014-2015)

- L'un des 2 prototypes réalise 32 cycles de 10 jours.
- Le second prototype <u>cycle avec succès jusqu'à épuisement des piles</u>: 142 cycles CTD, dont 60 CTDO2 entre 3500 et 4000m avec des échouages gérés correctement.

2015, du prototype à la pré-série...

- Des défaillances d'étanchéité des tubes de pré-série détectées en caisson hyperbare en mars 2015.
 - L'industrialisation confrontée à la reproductibilité des tubes composites.
 - Une solution d'enrobage superficiel mise en œuvre par précaution et qualifiée par l'Ifremer sur des tubes triés
 - NKE reconstruit un circuit industriel d'élaboration du tube (enroulement, collage, enrobage) et propose une solution sur 2015
- Les « pics intempestifs sur la mesure d'O2 ont été identifiés et résolus
- Une licence de fabrication-commercialisation a été signée



Expérimentations à la mer 2015: 5 Deep Arvor en opération

(4 pré-série Naos) + 1 IEO



NAOS, campagne RREX, 3 profileurs dans fracture Charly Gibbs. **3 x 8 cycles** de 10 jours depuis juillet 2015

NAOS, campagne RREX, 1 profileur ouest Irlande. **50 cycles** des 2 jours à 4000m depuis juillet 2015

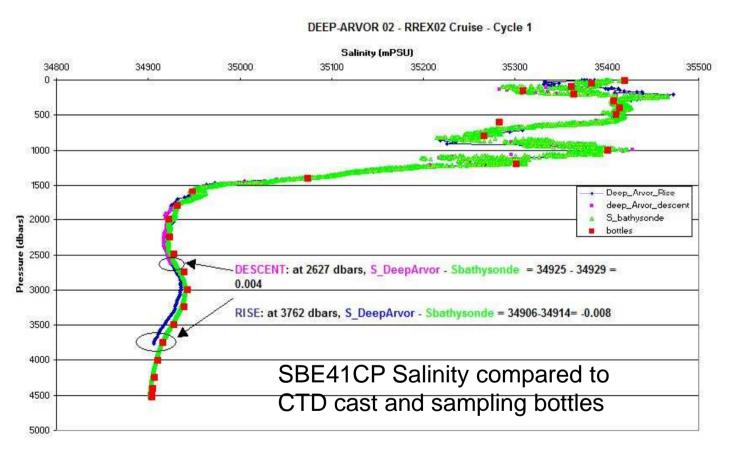
IEO, WMO6901246, **40 cycles** de 5 jours





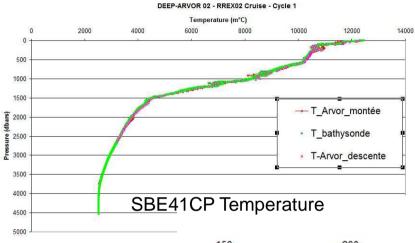


Salinité au 1er cycle RREX



Differences within Argo specification (0.01)

The deep measurements within stable water masses allow to detect bias <0.01



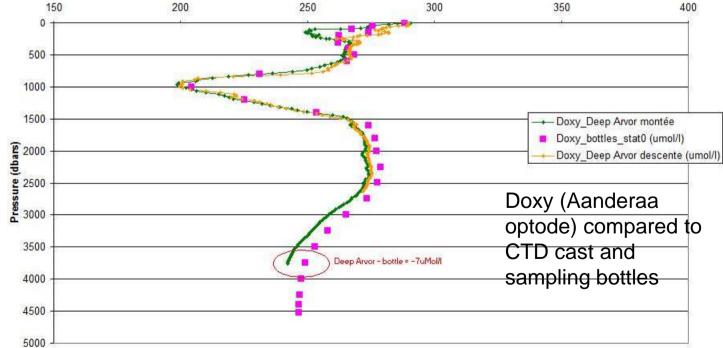
température et Oxygène au 1er cycle RREX

RREX02 - Cycle 1_remontée

Doxy (uMol/l)

Measurement error within manufacturer specifications.

4eme réunion annuelle NAOS, Brest 21 septembre 2015, WP2, SLR





Bilan de cette action

Les 4 profileurs de pré-série fonctionnent à la mer, en gérant de multiples échouages au fond. Les mesures effectuées sont satisfaisantes.Les pics intempestifs de la mesure d'oxygène ont été traités avec succès.

Le bilan d'énergie prévisionnel confirme une atteinte de l'objectif 150 cycles à 4000m en T&S, CTD pompée en continu.

Une solution industrielle de tubes est proposée par NKE pour les Deep Arvor 2015, basée sur la solution appliquée par Ifremer sur les 4 pré-série. Le process sera consolidé par NKE en 2016.

Soumission d'un papier (JAOT) sur le Deep Arvor prévu début octobre.



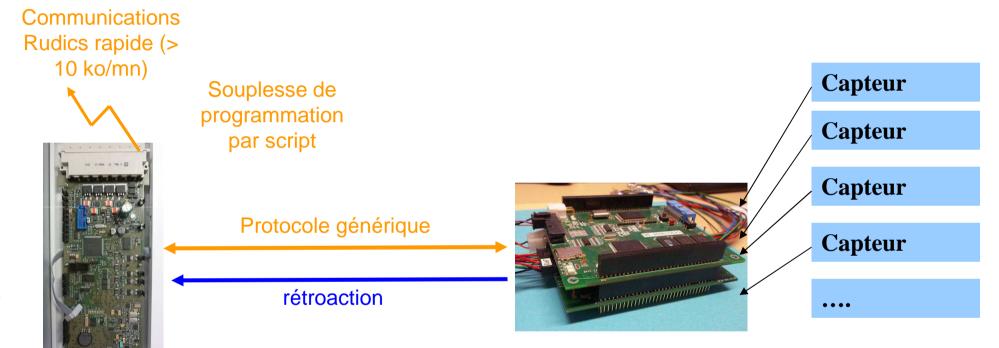
T2.4 - Séparer vecteur et mesure pour faciliter l'accueil de capteurs complexes, et corriger le comportement du vecteur selon la mesure.



Provor CTS5 en test sur mouillage en rade de Villefranche



Architecture du Provor CTS5



Carte Vecteur APMT (NKE) Gestion du déplacement vertical.

mémoire de données ++, tâches de sécurité, Modification automatique de mission Carte mesures (LOV, OSEAN)

→ mesures et interprétations,
détections d'évènements





Rappel réunion NAOS 2014

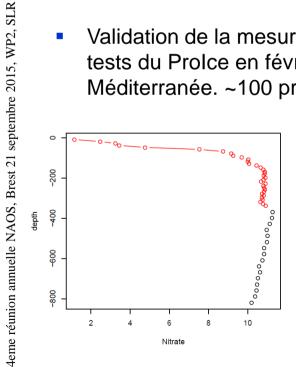
- Validation en mer du profileur glace (Prolce) et des Algorithmes Arctiques hors aspects glace (tests en Méditerranée)
- Industrialisation CTS5

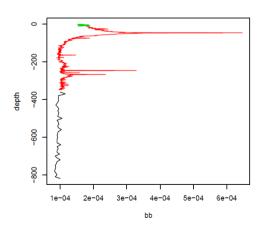


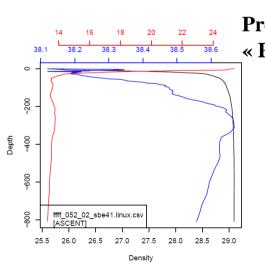
Validation vecteur et mesures

 Validation vecteur et mesure: succès des 2 déploiements test en Méditerranée (2014 et 2015) du CTS5 sur profileur« Proval » pour validation couleur de l'océan (radiométrie, fluorimétrie, backscattering). 50 profils acquis.

Validation de la mesure: succès des 2 déploiements tests du Prolce en février et en juillet 2015 en Méditerranée. ~100 profils acquis.

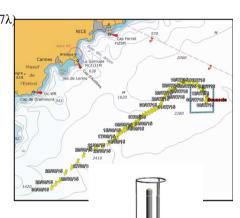






 E_d - L_u (7 λ)

Profileur « Proval »



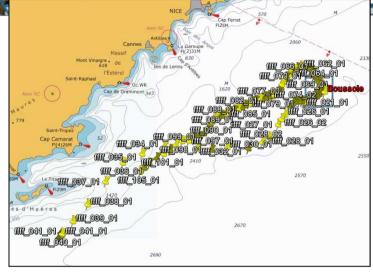
Profileur « ProIce »



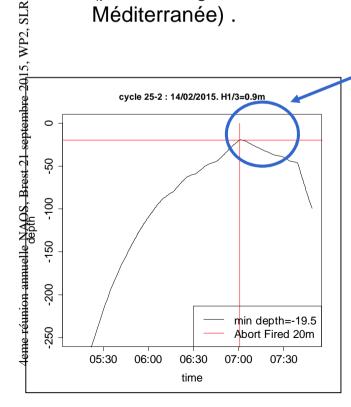


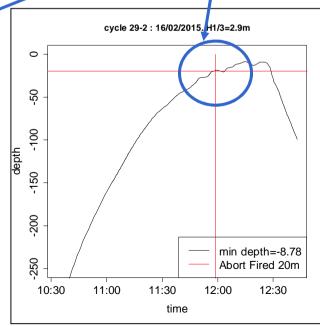
Validation Rétro-action: application détection de glace

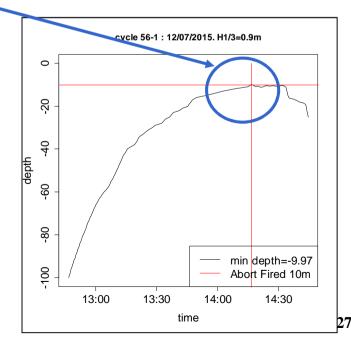
succès des 2 missions test du Prolce en février et juillet 2015 en : validation de la capacité du flotteur à inverser sa vitesse de remontée en cas de détection de glace (paramétrage des seuils adaptés pour test Méditerranée).



Efficacité de freinage paramétrable









Bilan de cette action

Le Provor CTS5 confirme son bon comportement à la mer ainsi que la bonne qualité de ses mesures.

Dans le cas d'une application « glace », l' ordre d'arrêt de remontée en provenance de la carte mesure est traité efficacement par le vecteur.



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).



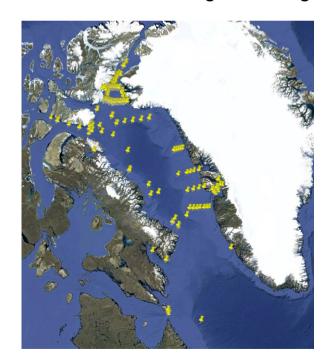
Rappel réunion NAOS 2014

- Industrialisation Prolce
- Algorithme « Ice Sensing Algorithm » (ISA) adapté à l'arctique
- Validation sécurisée du Prolce en condition de glace (Hiver 2014-2015)
- Déploiement test en Arctique (Eté 2015)

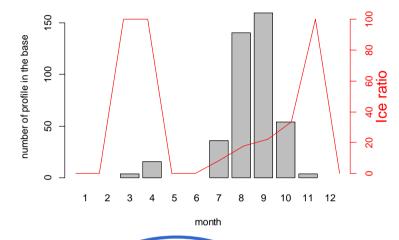


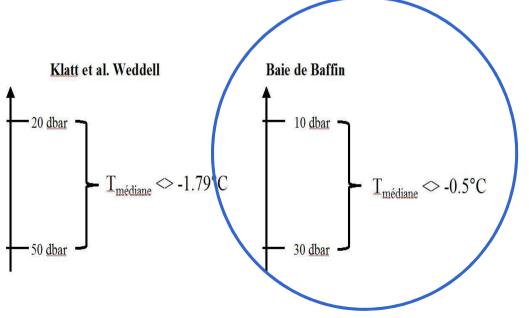
Detection ISA et adaptation à la baie de Baffin

L' ISA est basé sur la comparaison de la température médiane proche de la surface et une température critique. Il a été adapté à la baie de Baffin sur la base de 392 profils CTD avec information « glace » regroupés par Takuvik.



4eme réunion annuelle NAOS, Brest 21 septembre 2015, WP2, SLR





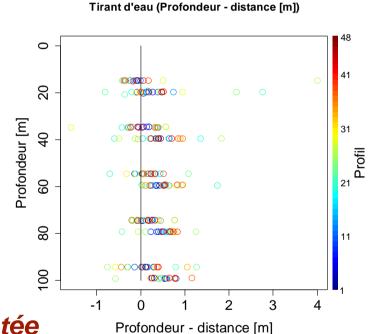


Detection d'Iceberg par altimetre

Principe: En l'absence de glace, il y a coïncidence de la profondeur (capteur de pression) et de la distance à la surface (altimètre). Le tirant d'eau (profondeur – distance) est proche de zéro.

Test en eau libre (Méditerranée)

$$z \approx \frac{1}{\rho * g} P = 0.9924 * P$$





Décision de stopper la remontée

Les 2 Algorithmes (ISA et Altimétrie) fournissent chacun un indicateur. Si les 2 indicateurs sont au vert (absence de glace), la remontée en surface est poursuivie.



Bilan de cette action

Le test du profileur Prolce en lac à Quebec a permis de corriger quelques points liés aux conditions de froid intense (Suna, antenne).

Le profileur Prolce est industrialisé. Sur 19 (10 NAOS et 9 Takuvik), 5 profileurs restent à livrer. Derniers tests en bassin en décembre prochain pour les NAOS.

Le Prolce a réussi ses tests préliminaires en Méditerranée. Il est équipé des dispositifs d'évitement de la glace (ISA + Altimetre) qui sont maintenant opérationnels

Déploiement en Arctique et capteur de détection optique (pour implémentation future) → WP4



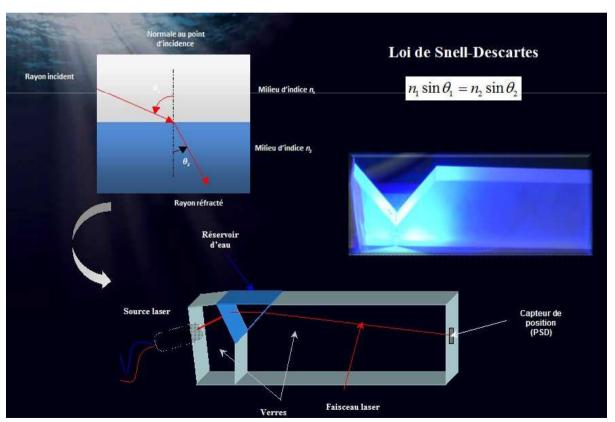


T2.5 - Evaluer le capteur optique NOSS <u>sur</u> <u>profileur</u>

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 réunion NAOS 2014

- Le protocole de mesure à implémenter dans le CTS4 pour accueillir le capteur NOSS
- Des essais bassin à réaliser
- Un essai en mer planifier, de courte durée, avec récupération des profileurs
- Un déploiement de longue durée éventuel



Préparation des instruments

- Etalonnage de 2 capteurs NOSS par le SHOM et essais en pression (NKE / Ifremer): décision de porter les capteurs sur le Provor
- Rédaction du protocole d'essais des Provor-Noss incluant le caisson hyperbare, le bassin (prélèvements et analyses associés), déploiement à la mer (+ CTD, prélèvements, turbidité).
- Octobre puis novembre 2014, résultats satisfaisants: intégrité des capteurs et profileurs, fonctionnement nominal des profileurs, mesures.







sur profileur

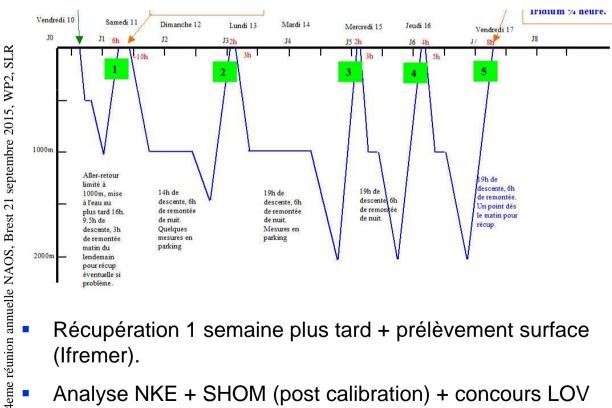
43°25N 07°52E-dyfamed

proto2 20150413 2htuproto1_20150413 2htu

déploiement proto2 20150410 14htu

Déploiement de 2 instruments

Déploiement en avril 2015, à partir du navire Téthys par le LOV (G.Obolensky, L.Coppola) au cours d'une mission Moose sur la zone Boussole, à ~30 nm au sud-est de Nice par des fond > 2000m. CTD et néphélométrie concomitantes.



Récupération 1 semaine plus tard + prélèvement surface (Ifremer).

Analyse NKE + SHOM (post calibration) + concours LOV (V.Taillandier)



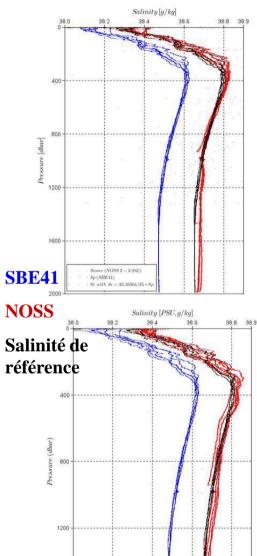
_8htu recup_proto1



Bilan de cette action

- 2 x 5 profils de 1000 à 2000m réalisés avec succès
- Des profils de température et masse volumique de bonne qualité et répétables.
- Des écarts de salinité en zone profonde NOSS- Sref (Teos10)
 < = 0.02 g/kg

- Rapport final de la campagne d'essai à venir
- L'exactitude de l'algorithme Seaver-Millard pour le calcul de salinité à améliorer
- Intérêt d'un nouveau déploiement à discuter



Merci de votre attention



