

Groupe Mission MERCATOR / CORIOLIS

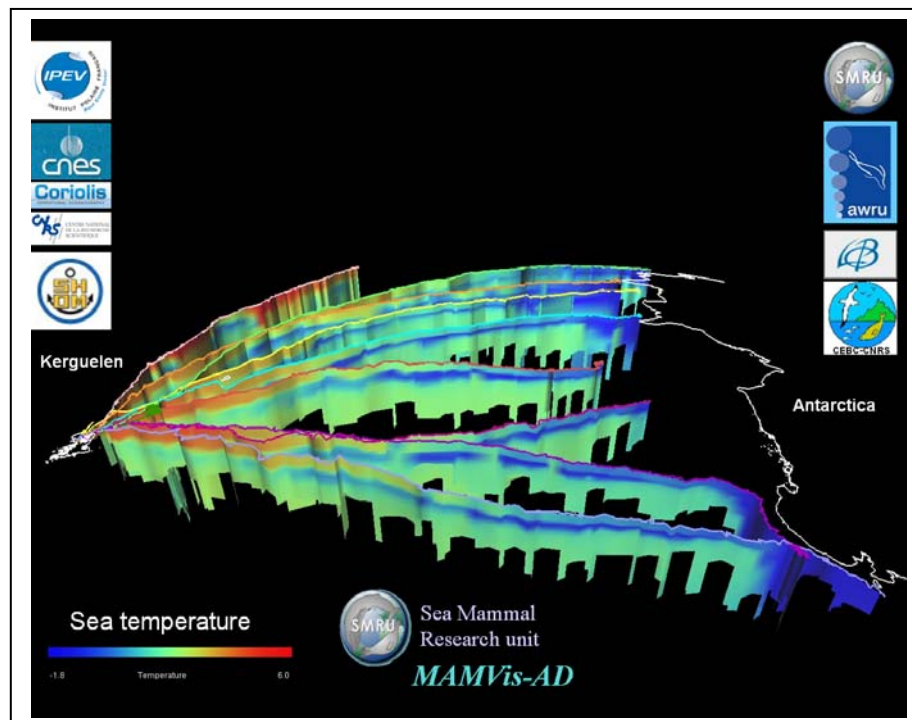
Rapport final 2004-2005

Correspondant du projet : Loïc Petit de la Villéon

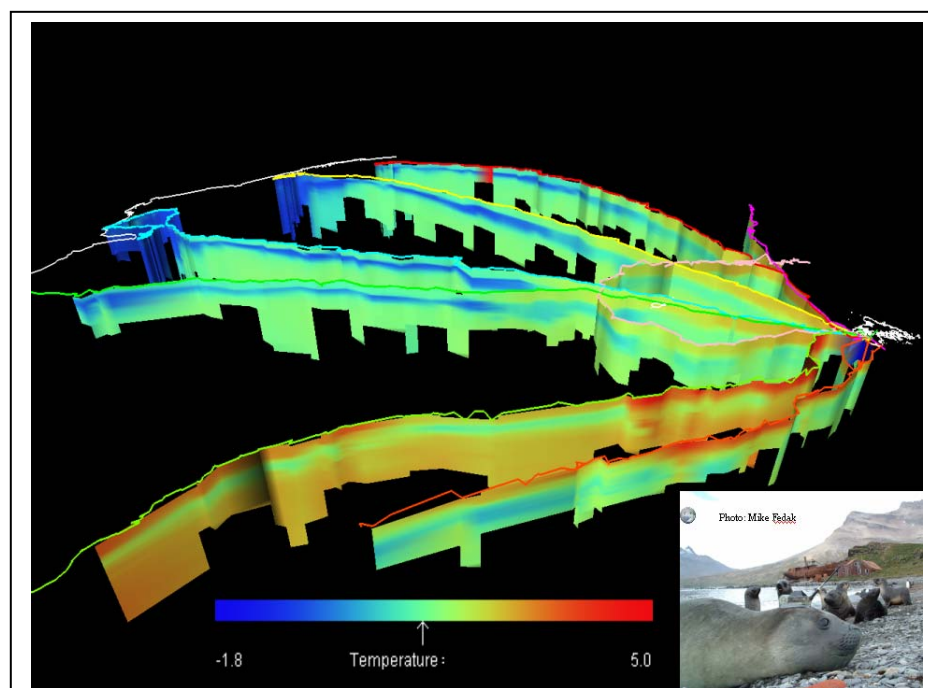
Eléphants de mer bio-échantillonneurs de profils de température et de salinité dans l'Océan Austral (Contribution française à l'étude de la partie indienne de l'Océan Austral)

Responsable scientifique du projet : Christophe Guinet

En collaboration avec Young-Hyang Park, Jean-Benoit Charrassin, Fabien Roquet, C. A. Bost et Frédéric Bailleul



Février 2004



Février 2005

**Groupe Mission MERCATOR / CORIOLIS
Rapport final 2004-2005**

Correspondant du projet : Loic Petit de la Villéon

Titre du projet :

Eléphants de mer bio-échantillonneurs de profils de température et de salinité dans l'Océan Austral
(Contribution française à l'étude de la partie indienne de l'Océan Austral)

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE DU PROJET: GUINET Christophe

UNITE DE RATTACHEMENT DU PROPOSANT (intitulé, appartenance, adresse et téléphone, e-mail) :

Centre d'Etudes Biologiques de Chizé-Centre National de la Recherche Scientifique (CEBC-CNRS)
79 360 Villiers en Bois
France
Tel : 05 49 09 78 39
Fax : 05 49 09 65 26
e-mail : guinet@cebc.cnrs.fr

responsable de l'unité : Patrick DUNCAN,

Laboratoire : UPR 1934 du CNRS

Résumé du projet :

Dans le cadre d'un projet de recherche sur l'écologie en mer des éléphants de mer austraux en relation avec les conditions océanographiques, nous obtenons des profils de température et salinité associés aux plongées de ces animaux, cela pour différentes régions de l'Océan Austral. Pour cela les éléphants de mer sont équipés de balises Argos-CTD développées par le Sea Mammal Research Unit et qui permettent d'obtenir, en temps réel, des profils de température et salinité référencés dans l'espace, et ce pour une région où il y a un manque réel de données. L'éléphant de mer est une espèce particulièrement intéressante pour obtenir ces informations : il plonge continuellement et à de très grandes profondeurs (jusqu'à 1500 m). Ces travaux fournissent aux biologistes des informations vitales sur les caractéristiques océanographiques associées aux zones d'alimentation de ce prédateur. **Dans le cadre de cet appel d'offre et en vue d'une utilisation opérationnelle de ces données, nous avons procédé au calibrage au centre de métrologie du SHOM, de 10 balises-CTD en 2004 qui ont toutes été déployées et de 18 en 2005, dont treize ont été déployées. Puis à une validation – correction des mesures effectuées *in-situ* en confrontant les mesures réalisées par la CTD du Marion-Dufresne (IPEV) à celles effectuées par les balises fixées sur la base de la CTD Seabird SBE39 à Kerguelen en février 2004 et janvier 2005, et lors de la campagne à bord du Côtes de la Manche lors de la campagne cosmos 2 qui c'est déroulée en juin 2005. Les 10 éléphants de mer équipés à Kerguelen en 2004 ont permis de collecter et valider un total de 3021 profils CTD et 803 profils TD ont été retransmis à CORIOLIS (total : 3824 ; Profondeur Max : 1500 m, Moy 590 ± 205 m). Les 13 éléphants de mer équipés en 2005 ont permis d'obtenir un total de 2500 profils de température et salinité. Par rapport à 2004 un nouvel algorithme de compression des données a été utilisé et a permis de doubler le nombre de point de température et salinité obtenus par profil et nous avons pu procéder au transfert temps réel des données obtenues par les éléphants à Coriolis et Mercator. Les travaux effectués en 2005 ont aussi permis d'identifier un problème technique qui affectait plus moins sévèrement 40 % des balises déployées. Ce problème est en cours de résolution. Les données océanographiques ainsi collectées font actuellement l'objet d'un double contrôle d'une part à leur réception au MNHN et d'autre part par les service de CORIOLIS et sont mises à disposition de la communauté des océanographes.**

Liste des personnes collaborant au projet (avec indication de leur unité de rattachement) :

Charles-André BOST, Frédéric BAILLEUL
Centre d'Etude Biologiques de Chizé, CNRS
79 360 Villiers en Bois
e-mail : charles.bost@c-strasbourg.fr

Young-Hyang PARK, Jean-Benoit CHARRASSIN, Fabien ROQUET
Département Milieux et Peuplements Aquatiques
Muséum National d'Histoire Naturelle
43, rue Cuvier, 75231 Paris Cedex 05, France
Tél : 01 40 74 31 70
e-mail : yhpark@mnhn.fr

Mike FEDAK, M. BIUW, B. McCONNEL , P. LOVELL
Sea Mammal Research Unit
Gatty Marine Laboratory
University of St Andrews
St Andrews, KY16 8LB, Scotland
e-mail : maf3@st-andrews.ac.uk

Mark HINDELL,
Antarctic Wildlife Research Unit
School of Zoology
University of Tasmania
PO Box 252-05
Hobart
TAS, 7001
Australia
e-mail : Mark.Hindell@utas.edu.au

I. Calibration-correction validation des mesures

Dans le cadre de cet appel d'offre et en vue d'une utilisation opérationnelle de ces données, nous avons procédé au calibrage, à la correction et à la validation des mesures en effectuant 1) un calibrage des balises-CTD au centre de métrologie du SHOM, puis à une validation –correction des mesures effectuées *in-situ* en confrontant les mesures réalisées par la CTD du Marion-Dufresne (IPEV) à celles effectuées par les balises fixées sur la base de la CTD Seabird SBE39 à Kerguelen au mois de février 2005 et à bord du Côtes de la Manche en Juin 2005.

La méthode de correction des données de salinité des balises-CTD est présenté dans l'annexes A1 (Poster Mercator-Coriolis sur les étalonnages des balises-CTD et validations des mesures), tandis que la méthode de correction des température est identique à celle utilisée en 2004 (cf. annexe du rapport final 2004). Les principaux résultats concernant la validation correction des données concerne l'amélioration significative de la qualité des mesures après corrections des effets d'erreur de la mesure de la pression (surestimation de l'ordre de 1 %) et de dérives des mesures de température en fonction de la pression.

II. Mesures in-situ par les éléphants de mer.

2.1. profils obtenus

En 2004, 10 éléphants de mer ont été équipés à Kerguelen de balise-CTD et un total de 3021 profils CTD et 803 profils TD (total : 3824; Profondeur Max : 1500 m, Moy 590 ± 205 m) ont ainsi été collectés entre février et septembre 2004 ces données ont été validées, corrigées et transmises à CORIOLIS (total : 3824 ; Profondeur Max : 1500 m, Moy 590 ± 205 m). Ces données **ont fait l'objet d'un contrôle qualité approfondi avant d'être mise à disposition de la communauté des océanographes. Les contrôles effectués par les ingénieurs de CORIOLIS indiquent que la qualité des données fournies est généralement bonne et sont cohérentes avec le peu de climatologie disponible pour la région Antarctique de l'Océan Austral. Sur un secteur situé au sud de 60° S et entre 20° E et 140° E les données éléphant de mer obtenus en 2004 représentaient plus de 90 % des profils disponibles toute année confondue dans Coriolis (2260 vs 182) .**

Néanmoins, le travail effectué en 2004 avait révélé un certain nombre de problème techniques que nous évoquons ci-dessous.

- **La durée d'émission des balises** ($130 \text{ jours} \pm 59$) qui s'est avérée inférieure à celle que nous avons estimée à partir de la consommation d'énergie observée de la balise en mode transmission.
- **Erreurs sur la mesure de la pression** : les pressions mesurées par les balises sont légèrement supérieures aux pressions mesurées par les CTD (SBE9 et SBE39). La différence est de l'ordre de 50 m à 1500m de profondeur (3%).
- **Effet de la pression sur les mesures de température** : Ce problème est lié à une déformation de la balise et/ou du capteur de température sous l'effet de la pression.
- **Erreurs sur la mesure de conductivité transmise** : malgré le soin apporté à la phase d'étalonnage, constituée d'un étalonnage en laboratoire puis d'une comparaison des mesures avec une CTD standard, il subsiste un biais dans les mesures de conductivité transmises (correspondant à 0.3 à 0.4 psu en salinité) lorsqu'on les compare aux climatologies existantes. Ce problème fait l'objet d'une étude détaillée en cours. L'effet de champ proche subit par les capteurs de conductivité à induction (champ magnétique externe) des balises au contact des éléphants de mer pourrait être en cause.

○ **L'algorithme de compression des données** : en raison des limitations du débit de transmission par satellite inhérentes à la technologie Argos et à l'utilisation d'éléphants de mer, les données CTD transmises doivent être soigneusement sélectionnées par le microcontrôleur des sondes. Un des constats de l'année 2004 a été que la méthode de sélection utilisée n'était pas optimale pour deux raisons : 1) La sélection des données T et C était faite indépendamment. Il fallait donc envoyer une quantité importante de données de pression, sans aucune garantie d'avoir à la fois T et C pour chaque niveau de pression transmis (condition nécessaire au calcul de la salinité et la densité). 2) La méthode par lignes brisées a tendance à sélectionner les données bruitées et ne permet pas la transmission de niveaux standard de pression pré-sélectionnés.

Et en réponse à ces problèmes la nouvelle génération de balises argos CTD, déployées avaient été profondément modifiées et solution suivantes avaient été adoptées :

○ **Durée d'émission des balises** : afin de prolonger la durée de transmission des balises nous avons décidé de modifier la fréquence de transmission des signaux ARGOS et nous sommes passés d'un cycle d'émission des balises de 30 secondes à 45 secondes. Par ailleurs la consommation d'énergie associée à la mesure de la conductivité a été optimisée par les électroniciens du SMRU.

○ **Erreurs sur la mesure de pression** : Le capteur de pression utilisé sur les balises Argos CTD a été modifié. D'autre part, les capteurs ont été calibrés par Valeport en laboratoire. Les erreurs observées en 2005 après comparaison avec la CTD du Marion Dufresne (campagne KEOPS) sont très acceptables (incertitude après correction de l'ordre du dbar).

○ **Effet de la pression sur les mesures de température** : Ce problème a été en partie résolu par la modification du capteur de température qui se présente dans la nouvelle version comme une tige de 4 mm de diamètre encastrée dans la balise et beaucoup moins sensible aux effets de déformation de la balise. Dans cette nouvelle génération les capteurs de pression et température étaient inter-dépendant et relié par un même circuit à au circuit principal de la balise. Malgré tout, certaines sondes ont montré un décalage systématique dû à la pression, qui a pu être corrigé par comparaison avec la CTD du Marion Dufresne.

○ **Erreur sur la mesure de conductivité** :

- **précision des capteurs** : grâce à des modifications de l'électronique du capteur et de la circuiterie, la linéarité des capteurs de conductivité et donc leur précision s'est nettement améliorée en 2005. L'étalonnage au SHOM des sondes 2005 a montré que l'erreur standard de la prédiction de la mesure a été divisée par 10 pour la nouvelle génération de sonde (elle est de l'ordre de 0.01mS/cm pour un polynôme d'ordre 3).

- **biais sur les données de C transmises** : Ce problème est en cours d'étude (cf. poster GMMC-2005 en annexe ci-jointe). L'hypothèse explorée est la présence possible d'un biais en conductivité résultant de l'effet de champs proche (near-field effect) sur les capteurs à induction. Ces capteurs sont en effet très sensibles à la présence d'objets conducteurs à proximité. Alors qu'au laboratoire cet effet était nul car les sondes étaient isolées de tout objet pendant l'étalonnage, cet effet pourrait agir :

- sur la conductivité mesurée lors de la validation en mer à cause de la structure métallique (CTD) sur laquelle on fixe les sondes.
- sur la conductivité mesurée par les sondes équipant les éléphants de mer en raison du corps de l'animal transportant la sonde et qui pourrait perturber le champs mesuré.

Généralement, le biais induit par l'effet de champ proche est un simple offset (Hooker *et al.* 2004, Böhme *et al.* 2004). Cela expliquerait bien pourquoi les données de salinité sont qualitativement correctes. Nous espérons pouvoir évaluer l'effet de la présence de l'éléphant de mer sur la mesure de conductivité (la sonde étant placée sur la tête) grâce à des expériences sur des phoques en bassin au SMRU.

Enfin, pour corriger ce biais, nous allons utiliser les données climatologiques disponibles dans la zone de Kerguelen en adaptant la méthode développée par Böhme *et al.* (2005) pour la correction de la dérive des capteurs des flotteurs ARGO, en collaboration avec ce dernier. Nous espérons réussir à corriger finement les données de salinité par ce moyen. Notons cependant que lors de l'envoi en temps réel des données de température et salinité à Coriolis (et donc avant la correction par la climatologie qui sera effectuée dans les prochains mois), une série de tests de qualité est appliquée automatiquement par Coriolis qui permet d'éliminer les données s'éloignant trop de la climatologie.

○ **Algorithme de compression des données** : F. Roquet (Ingénieur CDD financé par TOSCA), en collaboration avec les ingénieurs du SMRU, a réalisé un important travail de développement et d'évaluation d'un nouvel algorithme de compression des données (méthode hybride) permettant d'optimiser la couverture des différentes gammes de profondeur sans compromettre la qualité des données. Cette méthode combine les avantages de l'algorithme de sélection par lignes cassées à ceux de la méthode de sélection de niveaux pré-programmés de pression. Le principe de cet algorithme et la comparaison des résultats obtenus par trois méthodes de compression sont présentées en Annexe 2. Cette méthode a été implémentée en 2005 et a permis d'augmenter le rendement global des balises de 30 % et de doubler le nombre de points de salinité obtenus par profil. Par ailleurs, pour une profondeur donnée, la température et la conductivité sont systématiquement mesurées et transmises simultanément. Ainsi, on mesure automatiquement la température, la salinité et la densité pour tous les niveaux transmis.

Bilan des déploiements 2005

Sur les 18 balises qui ont été testées en 2005, 13 balises ont été déployées en 2005 à Kerguelen, 9 en janvier et 4 en septembre. 4 autres balises n'avaient pas passées les tests de qualification initiaux (qualité des données obtenus) et une balise a présenté une défaillance technique (implosion de la pile lors d'un essai CTD à 1500 m alors que ces balises sont garanties pour résister à une immersion de 2000 m). Ces balises ont été renvoyées au SMRU les a remplacées.

Le nombre de profils quotidiens, les profondeurs moyennes, le nombre de points de température et salinité obtenus par profils sont indiqués pour chaque balise dans les tableaux 1 (2004) et 2 (2005).

La comparaison de ces deux tableaux révèle plusieurs informations :

Durée d'émission des balises :

Pour comparer la durée d'émission des balises en 2005 par rapport à 2004, il est nécessaire de faire la distinction entre les déploiements estivaux pendant lesquels les éléphants de mer partent en mer, pendant environ huit mois, et les déploiements effectués en hivers 2005 (septembre) où les éléphants de mer ne partent en mer que pour une période de deux mois. Pour cette deuxième période la durée d'émission des balises correspond pour deux individus (N° 273 & N° 297) à la durée du séjour en mer et pour deux autres individus cela correspond à un arrêt prématuré de la balise pendant la phase retour de leur trajet en mer (N° 296 & N° 264).

Pour les balises déployées en période estivale la durée moyenne d'émission a été de 146 ± 93 jours, $n=9$ et si l'on retire les deux balises qui se sont arrêtées prématurément respectivement après 14 et 25 jours d'émission (N° 239 & 232) la durée moyenne d'émission était de 182 ± 69 jours. Pour les quatre balises déployées en septembre 2005 la durée moyenne d'émission en mer a été de 54 ± 8 jours.

Nombre de profils et de points T & S obtenus :

2500 profils de température et salinité ont été obtenus en 2005 pour une durée totale d'émission de 1529 jour-balise, soit une moyenne de 1.7 profils transmis par jour et par balise au lieu de 2.9 de profils T & S obtenus quotidiennement par balise en 2004. Cependant une lecture plus attentive indique que le

nombre de points de T & S obtenus par profil est plus important en 2005 (16.5 T et 16.5 S) par rapport à 2004 où seulement 12 point T et 5.2 point S étaient obtenus en moyenne par profil. Ainsi globalement, nous obtenons en 2005 une moyenne de 56 points : 28 T et 28 S échantillonnés quotidiennement par une balise alors que ce chiffre était de 50 points : 35 de T et 15 de S en 2004.

En 2005 nous obtenions systématiquement le même nombre de points T (28) et S (28) qui de plus étaient mesurés aux mêmes profondeurs alors que nous avons un fort déséquilibre entre le nombre de points T (35) et S (15) obtenus quotidiennement et qui par ailleurs étaient mesurés pour des profondeurs différentes.

Le nombre moyen de profils obtenus quotidiennement par les balises-CTD en 2005, variait très fortement d'une balise à une autre (2.5 à 0.04). Si nous retirons les deux balises les moins performantes (N° 231 (0.04 profil/jour) & N° 273 (0.3 profils par jours)) le nombre moyen de profils obtenus quotidiennement et par balise était de 2.0 ± 0.35 soit 33 points T & S échantillonnés par balise et par jour. Le très faible nombre de profils obtenus quotidiennement par les balises N° 231 et N° 273 était lié à un très forte proportion de profils aberrants.

Transmission des données en temps réel

Sur les 2500 profils T & S obtenus en 2005, 1572 ont été retransmis en temps réel à Coriolis, et 938 l'ont été en temps différé. Ces 938 profils ont été collectés avant que la procédure automatique de transfert des données vers CORIOLIS ait été mise en place. Cette étape constitue un progrès considérable par rapport aux travaux effectués en 2004 où aucun profils n'avait pu être retransmis en temps réel, et marque le franchissement d'une étape importante du point de vue du côté opérationnel de ce programme.

Problème technique

L'arrêt prématuré de certaines balises, le nombre important de profils de température et salinité aberrants obtenus pour deux balises, la non qualification de quatre balises à partir des tests conduits sur la qualité des données obtenues a soulevé un problème de fiabilité des balises déployées en 2005. Des problèmes identiques étaient identifiés sur les balises déployées simultanément en Géorgie du Sud et à Macquarie.

En faisant le point en septembre-octobre sur l'ensemble des balises déployées en 2005 dans les trois localités (Kerguelen, Géorgie, Macquarie), nous avons fait le constat de l'existence d'un problème technique sur cette nouvelle génération de balises Argos. Problème d'autant plus difficile à cerner précisément qu'il n'affectait pas la totalité des balises déployées. 60 % des balises ont bien fonctionné mais 40 % des balises ont présenté des problèmes qui de prime abord semblaient indépendants les uns des autres. A partir du retour des balises défectueuses qui n'avaient pas été déployées à Kerguelen après les tests effectués sur la CTD du Marion Dufresne et celles que nous avons récupérées sur des éléphants de mer à leur retour à terre (balises récupérées au mois d'Août) nous avons identifié la source de cette défaillance. Il s'agit d'un problème de rupture de connexion des capteurs de pression et température au circuit général de la balise. Capteurs qui avaient été modifiés dans le modèle 2005 par rapport au modèle 2004 (cf. partie bilan 2004 ci-dessus). Cette défaillance serait liée à l'existence d'un espace d'air libre au niveau des connexions entre le capteur de pression et le circuit principal. Avec un effet continu de pression-dépressions qui sollicitent fortement ces connexions certaines ont cédées. Dans quelques cas ces connexions sont partiellement rompues mais restent en place et nous avons un fonctionnement intermittent de la balise. Dans d'autres cas le contact semble totalement perdu et nous n'obtenons plus de données de température et salinité, et enfin les cas les plus extrêmes se produisent un faux contact et la pile de la balise se décharge rapidement et celle-ci cesse d'émettre prématurément.

Ce problème sera résolu dans la nouvelle génération de balises Argos. Néanmoins les balises qui seront déployées début 2006 sont susceptibles de présenter la même défaillance technique car nous n'avons pas eu le temps de les modifier avant la campagne 2006. Néanmoins nous avons mis en place un protocole de détection de ces balises pour limiter au maximum le risque de déployer des balises présentant de tels problèmes. Les balises qui présenteront une défaillance seront remplacées gratuitement par des balises de la nouvelle génération qui seront disponibles à partir de la mi-2006.

Nous pouvons détecter ce problème sur une bonne partie des balises en leur faisant subir des tests

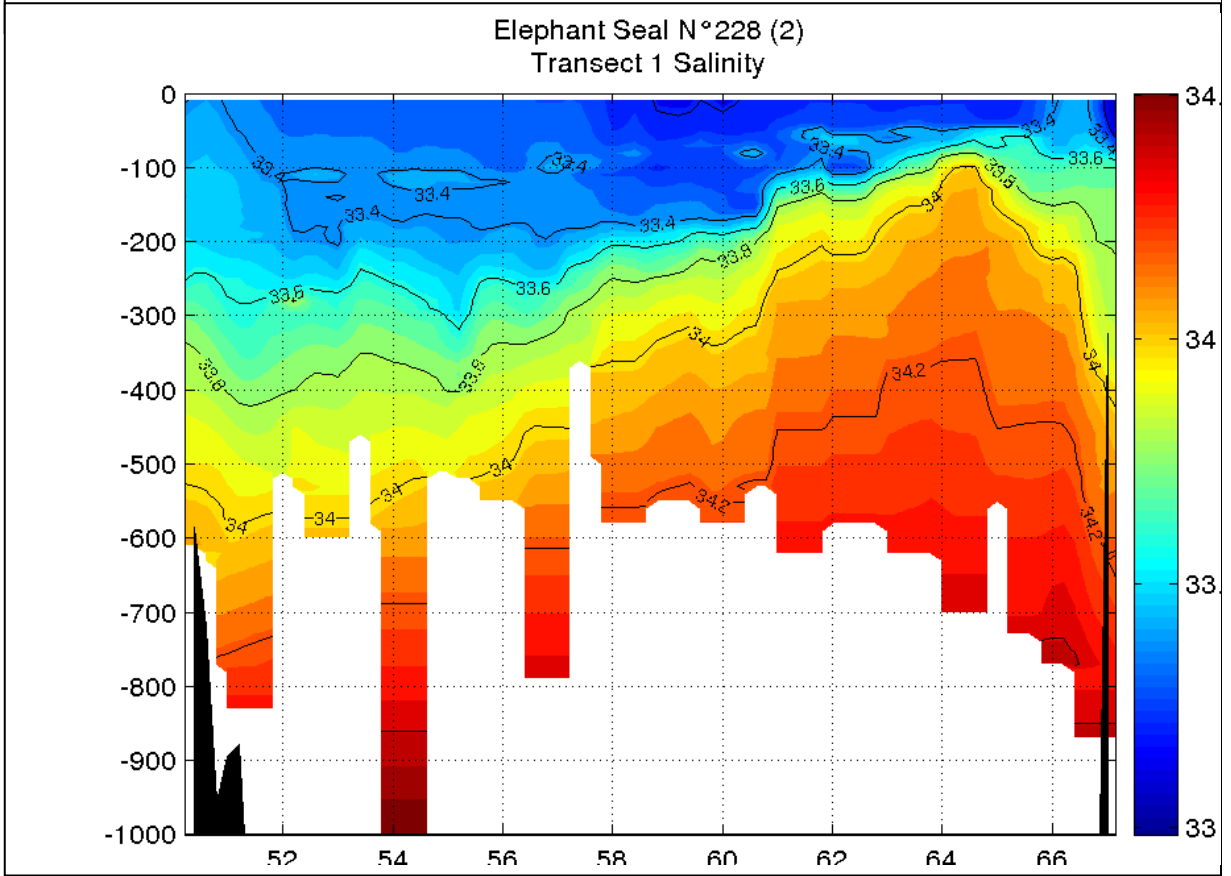
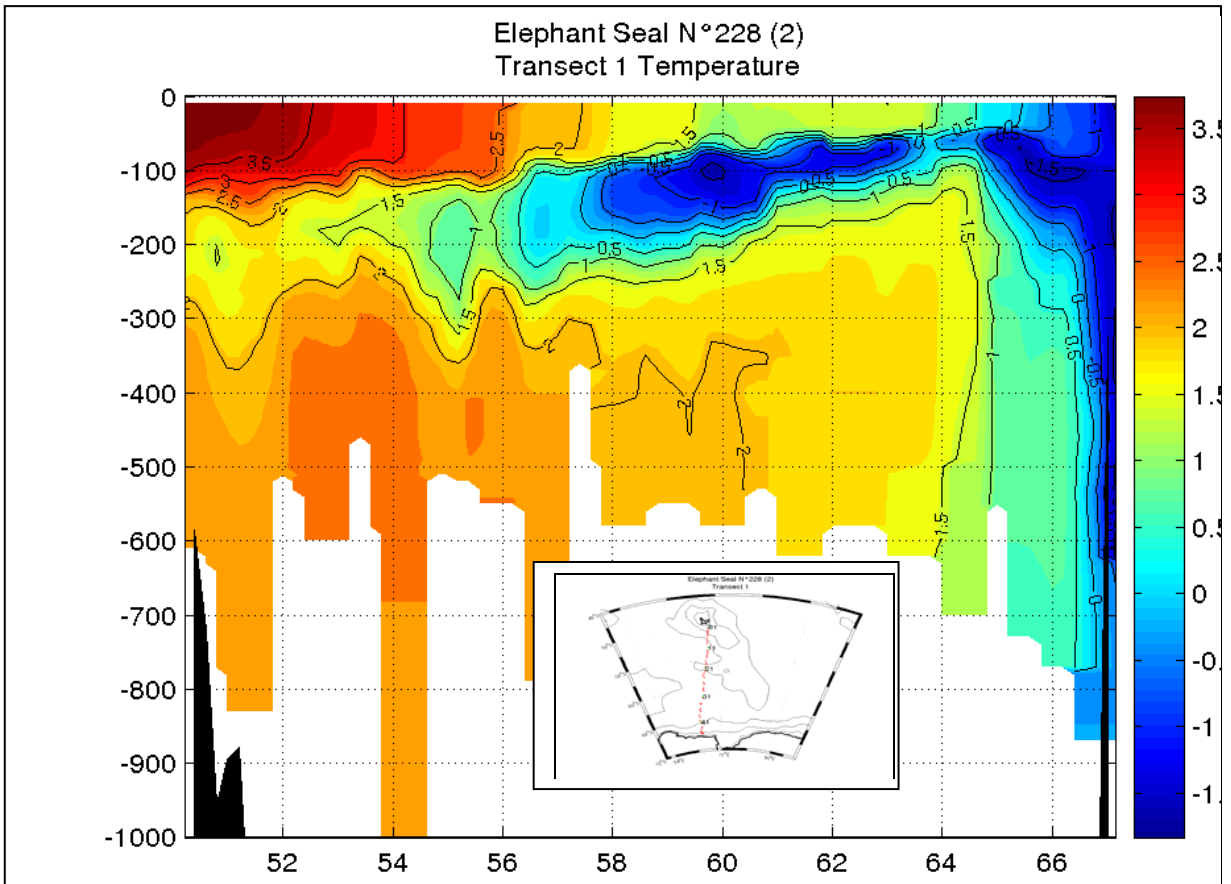
sur une CTD et c'est ce que nous allons entreprendre entre le 1^{er} et le 10 décembre pour les 13 balises qui sont actuellement disponibles. Chaque balise effectuera une dizaine de cycle sur une CTD jusqu'à 1500 m. Les unités défectueuses seront renvoyées immédiatement à Valeport et au SMRU pour analyse et préciser le diagnostic du problème rencontré. Seules celles pour lesquelles nous n'auront pas détecté de problèmes seront re-calibrées en métrologie au SHOM et seront déployées à Kerguelen sur les éléphants de mer et en terre Adélie sur les phoques de Weddell.

<i>Elephant</i>	<i>Nbre de jours émission</i>	<i>Nbre total de profils</i>	<i>Nbre de profils T & S par jour</i>	<i>Nbre de points de T/profil</i>	<i>Nombre moy de points de S/profil</i>	<i>Std Nbre de points de salinité par profil</i>	<i>Prof. des profils mean Pmax</i>	<i>Std (Pmax)</i>
127		391	2,9	12	5,6	3,2	570	150
135		403	2,8	12	5,8	3,5	690	150
138		461	2,8	12	5,5	2,7	550	180
131		404	2,7	12	4,8	3,0	700	230
132		427	2,9	12	5,1	3,0	590	190
134		582	2,7	12	4,7	2,7	550	190
128		80	2,7	12	4,6	3,2	840	260
129		513	3,2	12	5,1	2,7	590	230
126		438	3,3	12	5,4	2,8	640	270
118*		125	5,0	12	0		550	180
total		3824						
moyenne			3,1	12	5,18	2,98	627	203

Tableau 1 : Récapitulatif des profils de température (T), et la salinité (S) obtenus au cours de l'année 2004 par les balises argos déployées sur les éléphants de mer. e31 mars 2004 par les 9 balises Argos CTD et une balise mesurant seulement la température. * pas de capteur de salinité pour cette balise.

<i>Elép.</i>	<i>Date déploiem ent</i>	<i>Nbre jours d'émission</i>	<i>Nbre profils obtenus</i>	<i>Profils transmis temps réels</i>	<i>Transmis temps différé</i>	<i>Profils /jour</i>	<i>Nbre moyen de points de temp. et sal. par profils</i>	<i>Mean Pmax des profils</i>	<i>Sd (Pmax)</i>
226	12/02/05	224	567	472	En cours	2,6	17,1	580	210
228	28/01/05	162	310	211	En cours	2,2	17,3	620	150
229	02/03/05	108	186	114	En cours	2,1	17,1	510	160
231	08/02/05	246	10	0	0		17,1	520	110
232	15/02/05	25	37	0	En cours	1,1	17,0	530	170
233	10/02/05	236	385	0	0	1,8	16,1	630	180
235	27/01/05	72	138	6	En cours	2,2	16,4	590	220
237	12/02/05	225	445	373	En cours	2,1	14,9	490	120
239	02/03/05	14	26	0	En cours	2,8	14,8	510	130
264	17/09/05	52	114	114	En cours	2,6	16,3		
273	18/09/05	55	18	18	En cours	2,0	16,1		
296	18/09/05	45	95	95	En cours	2,7	17,1		
297	18/09/05	65	169	169	En cours	2,9	16,9		
total		1529	2500	1572	0				
moy		118 ± 88	192 ± 180			2,2	16,47	553	161

Tableau 2 : Récapitulatif des profils de température (T) et conductivité (C) obtenus par les 13 balises Argos CTD déployées Kerguelen en 2005.



Trajet (au centre) de l'éléphant de mer 228 entre le 15 février et le 19 mars 2005, et sections verticales de T et S obtenues le long de ce transect

2.2 Contribution des données éléphants de mer

Au 1er Novembre 2005, 1457 profils acquis en 2005 avec des éléphants de mer avait été retransmis à CORIOLIS en temps réel (du 22/3/2005 au 1/11/2005) sur un total de 1572 retransmis en temps réel sur l'ensemble de l'année 2005.

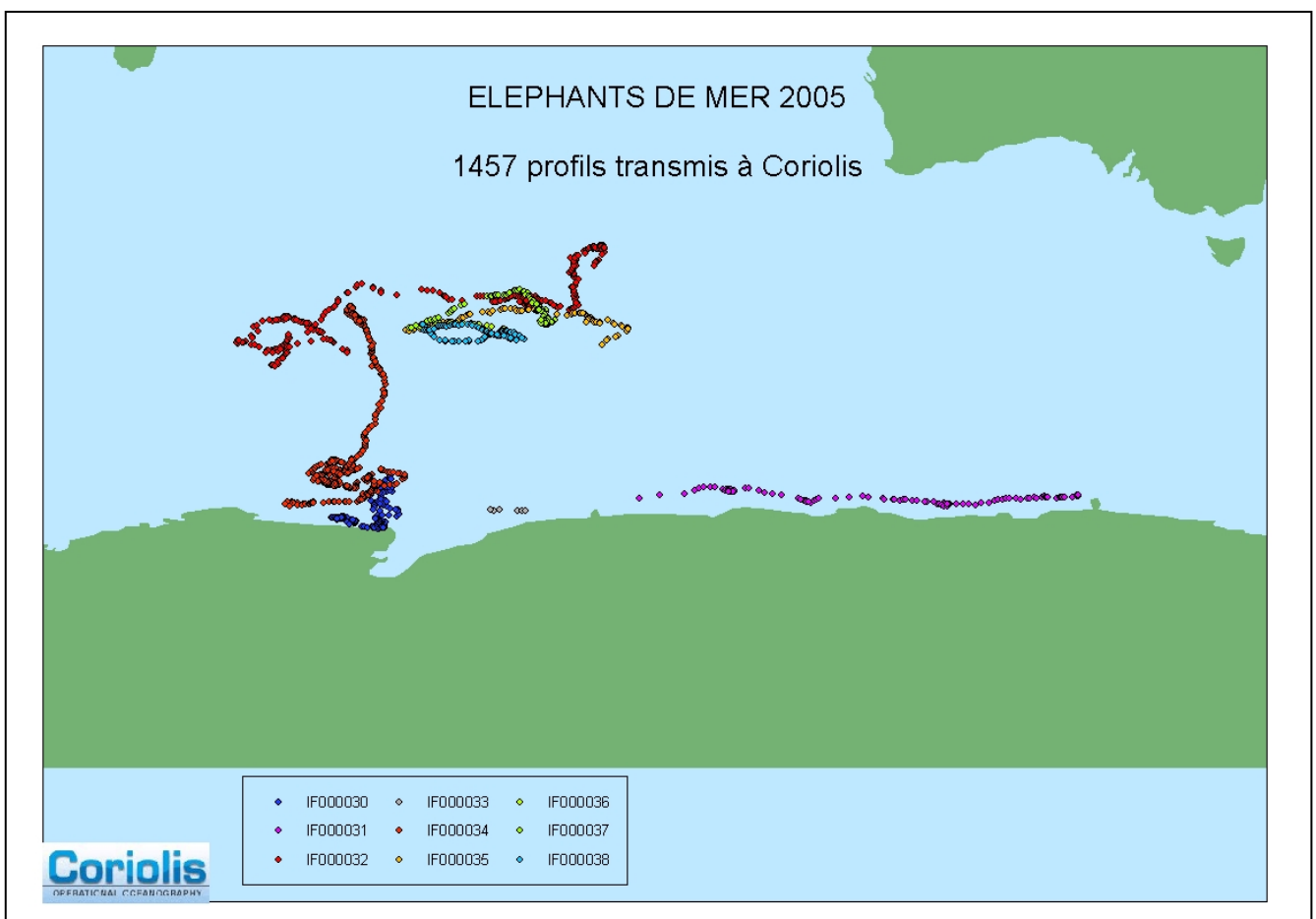
411 profils ont été diffusés vers Mercator (du 14/8 au 31/10) pour être assimilés dans ARMOR

471 profils ont été diffusés vers SOAP le modèle de la Marine nationale du 15/4 au 1/11

835 profils ont été diffusés pour le projet MERSEA du 1/4 au 1/11

835 profils ont été diffusés pour le projet MEDSPIRATION du 1/4 au 1/11

Par ailleurs plusieurs utilisations des données éléphant de mer ont été faites pour des recherches dans le domaine de l'océanographie physique (contenu de chaleur des eaux antarctiques, circulation dans la zone sud Kerguelen, localisation du front polaire...)



Travaux effectués pour permettre l'intégration des données dans CORIOLIS (Par F. Roquet, ingénieur CDD financé par le CNES)

1. L'acquisition quotidienne des profils verticaux de T, S par connexion au site web du SMRU (Ecosse) (2-3 profils température conductivité/jour/individu soit 25 à 40 profils/jour pour 2005.

2. La validation des données :

Correction des données brutes en fonction :

- des équations d'étalonnage obtenues après passage en métrologie au SHOM (septembre 2005) et des tests en mer *in situ* effectués avec les CTD de La Curieuse et/ou du Marion Dufresne début 2006.
 - procédures de contrôle : visualisation graphique des données à chaque étape du traitement (données brutes, corrigées, filtrées etc.)
 - Test de la stabilité de la colonne d'eau par l'étude de la densité calculée à partir de T et S.
 - Comparaison avec des données hydrologiques indépendantes pour les mêmes zones (bases de données historiques, profils issus des flotteurs ARGO via la base de données CORIOLIS...). Collaboration avec L. Böhme du SMRU.
 - L'inter-comparaison des profils issus d'individus se trouvant simultanément dans la même zone
3. La mise au format Coriolis des données validées et l'envoi automatisé vers la base de données Coriolis (suite à la réunion avec les responsables techniques du projet en avril 2004).
 4. Le traitement automatisé des données préalable à leur exploitation scientifique : Filtrage, lissage, diagramme T-S, sections verticales et horizontales.
 5. Participation à l'exploitation scientifique : requêtes vers la base de données en réponse aux demandes des utilisateurs pour :
 - océanographie physique de l'Océan Austral
 - écologie marine : importance des paramètres physiques pour l'alimentation des éléphants de mer
 - comparaison des profils éléphants de mer avec d'autres sources de données (satellitaires, bases de données historiques)
 6. Réalisation de climatologies de température et salinité pour la zone au sud de Kerguelen à partir des données collectées par les éléphants de mer.
 7. Contribution à une étude de la variabilité basse fréquence des propriétés physiques de la couche de mélange dans l'Océan Austral (F. Busdraghi et F. Vivier, LOCEAN). Pour cela, une climatologie des propriétés de la couche de mélange est constituée à partir de toutes les données historiques disponibles (WOCE, WOD01) ainsi que des mesures plus récentes (AMT, ARGO, GTSP). La distribution des mesures reste très irrégulière, avec de vastes zones qui ne contiennent aucune donnée. Les données collectées par les éléphants de mer permettent alors de documenter les zones près du continent antarctique, où les climatologies sont normalement dominées par le bruit en raison du manque de données.

Valorisation scientifique des travaux.

Participation à des conférences et symposium

6-7 octobre 2004, Réunion du Groupe de Mission Mercator Coriolis, Toulouse,

Charrassin J.-B., Roquet F., Bailleul F., Bost C.A., Park Y.-H., Guinet C. 2004. Eléphants de mer prédateurs et "Océanographes" de l'Océan Austral. présentée à la réunion du Groupe de Mission Mercator Coriolis, 6-7 Octobre 2004, Centre de conférence Météofrance de Toulouse. Présentation orale
http://www.mercator-ocean.fr/documents/science/ao/ao_2004/gmmc2004/GMMC2004_Guinet1.pdf

Roquet F., Park Y.-H., Guinet C., Charrassin J. B., 2004. Etalonnage et validation des mini-CTD pour éléphants de mer. Réunion du Groupe de Mission Mercator Coriolis, 6-7 Octobre 2004, Centre de conférence Météofrance de Toulouse. Poster
http://www.mercator-ocean.fr/documents/science/ao/ao_2004/gmmc2004/Poster_Guinet.pdf

11 octobre 2004. Journée du Comité National Français pour les Recherches Antarctiques. Paris. Conférencier invité.

Charrassin, J. B., Bailleul, F. Roquet, F. C.A. Bost, Y.H. Park, Guinet, C. Les éléphants de mer prédateurs et « Océanographes » de l'Océan Austral.

<http://www.ifremer.fr/ifrtp/pages/CNFRA/GUINET.html>

2-7 avril 2005, 19 th Annual Conference of the European Cetacean Society, La Rochelle

Bailleul F., Charrassin J.B., Ezraty R., Guinet C. 2005. Foraging in Antarctic sea-Ice by Southern elephant seals: a compromise between food and breeding constraints. Présentation orale.

13-16 juin 2005. 2nd international Bio-logging Science Symposium, St Andrews, Ecosse Présentation orale

Bailleul F., Charrassin J.B., Ezraty R. Guinet C. 2005. Foraging in the southern ocean by southern elephant seals : importance of Antarctic Sea ice.

11-15 Juillet 2005. Annual Main Meeting of the Society for experimental Biology, Barcelona, Espagne. Présentation orale, orateur invité

Bailleul F., Charrassin J. B., Ezraty R. Guinet C. 2005. Foraging behavior of southern elephant seals in relation to oceanographic conditions.

Publications scientifiques

Bailleul, F., Charrassin, J.B. Monestiez, P., Roquet, F., Pedron, S., Guinet, C. Successful foraging zones of southern elephant seals from Kerguelen Island in relation to oceanographic conditions. Proc. Roy. Soc. Lond. (accepté pour publication).

Bailleul, F., Charrassin, J.B., Ezraty, R., Girard-Ardhuin, F., Guinet, C. Southern Ocean investigated by elephant seal from Kerguelen Island , Movement and diving behaviour related to areas prospected. Deep Sea Research, part II. (sousmis)

Communications grand public

Guinet, J-B Charrassin, F. Bailleul, F. Roquet, C-A. Bost Y.-H. Park, En partenariat avec le SMRU et l'AWRU. *Eléphant de mers prédateurs et « océanographes » de l'océan austral. Festival Jules verne Océanopolis le 25 Nov.*

Guinet, C. Oiseaux et mammifères marins bio-indicateurs et bio-échantillonneurs des écosystèmes océaniques : De l'observation à la modélisation. LEMAR, Brest. 9-10 mai 2005

Récapitulatif de l'utilisation des financements attribué par le GMMC pour la période 2004-2005:

Groupe Mission Mercator/Coriolis nous a attribué sur la période de **Avril 2004 à fin juin 2005 un montant de 9000 €** qui nous ont permis de couvrir les frais suivants associé à la mise ne œuvre de ce programme. Le Service Hydrographique de la Marine Nationale ayant pris a sa charge la partie métrologique du projet.

6-7 Octobre 2004 : Participation de C. Guinet, J.B. Charrassin, F. Roquet aux journées Groupe de Mission Mercator-Coriolis à Toulouse où une présentation orale et un poster on été présenté.

2 au 4 Novembre 2004 , séjour à St Andrews, Ecosse de C. Guinet, F. Bailleul, J.B. Charrassin, F. Roquet, et Y.-H. Park pour une réunion de concertation avec nos collègues du SMRU, concernant les nouveaux développement et tout particulièrement l'implémentation d'un nouvel algorithme de compression des données à mettre en œuvre sur les balises Argos CTD

C. 22 au 30 novembre 2004 Etalonnage en température et conductivité effectué au laboratoire de Métrologie du SHOM à Brest du (à pression atmosphérique). 14 émetteurs Argos CTD étalonnés selon les méthodes standards avec l'aide de Marc Le Menn du SHOM et de J. B. Charrassin, F. Roquet (MNHN), F. Bailleul, M. Biuw (SMRU).

18-24 Novembre 2004. Séjour de M. Biuw (SMRU) au CEBC-CNRS pour la remise des balises avant leur calibrage au SHOM (M. Biuw, J. B. Charrassin, F. Bailleul, F. Roquet) des balises argos CTD devant être déployée au cous de l'été austral 2005 à Kerguelen.

8 décembre 2004, séjour à Brest de C. Guinet pour discussion avec les L. Petit de la Villeon pour discuter des procédure de distribution des données océanographiques collectées par les éléphants de mer dans le cadre de CORIOLIS et leur utilisation pour des applications de modélisation numérique (accès libre et temps réel) et des applications en océanographie physique (accord préalable requis).

9-10 Mai 2005 Séjour de C. Guinet, conférencier invité au LEMAR pour la présentation du programme éléphant de mer et rencontre avec de CORIOLIS.

10 au 20 janvier 2005 Validation en mer à bord du Marion-Dufresne au nord de Kerguelen du lors de la campagne OISO-KEOPS. Trois profils CTD à 1500 m ont été réalisés au moyen d'une sonde SBE39 sur laquelle étaient fixées les balises à tester (Fig. 8). Nous tenons à remercier S. Blain (responsable KEOPS), N. Metzl (responsable OISO) et l'IPEV pour leur collaboration. Les balises étaient utilisées en mode acquisition (logger) ce qui nous a permis d'obtenir des profils verticaux échantillonnés toutes les secondes.

13-16 juin 2005 Participation de F. Bailleul, J.-B. Charrassin, C. Guinet à une réunion de concertation et de préparation au SMRU du lors du 2eme symposium international sur le Bio-logging. Exposé oral : Foraging in southern ocean by southern elephant seals : importance of Antarctic sea ice. **F. Bailleul**, J.B. Charrassin, R. Ezraty, C. Guinet. Lors de cette conférence nous avons fait le point sur l'état d'avancement des travaux et de préparation des balises CTD en présence de nos collègues Anglais du SMRU, et des ingénieurs de Valeport (fabriquant de la partie CTD de la balise).

27-29 Juin étalonnage au SHOM et à l'IFREMER des 6 balises argos CTD devant être déployées en Septembre 2005 à Kerguelen se fera entre mai et juillet au SHOM ou au centre de Métrologie de l'IFREMER, et la validation en mer effectuée avec le concours de l'INSU (G. Reverdin) dans le Golfe de Gascogne en juin lors de la campagne COSMOS II.

Tableau récapitulatif des dépenses

Date	Objet	Personnes Impliquées	Montant HT
19-20-21 Avril	Mission Brest Coriolis + Séjour Liverpool (POL- GB)	J.B. Charrassin, F. Roquet,	1127 €
6-7 Oct	Journée GMMC (Toulouse)	J.-B. Charrassin, C. Guinet, F. Roquet	504 €
3-4-5 Nov	Séjour St Andrews (SMRU-GB)	F. Bailleul, J.-B. Charrassin, C. Guinet, Y. Park, F. Roquet	2269 €
17-18-19 Nov.	Livraison des balises par Martin Biuw (SMRU) et séance de formation au CEBC	J.B. Charrassin, M. Biuw	656 €
22-30 Nov.	Calibration des balises CTD au SHOM à Brest	F. Bailleul, J-B. Charrassin, F. Roquet,	1258 €
8-9 Dec	Réunion Coriolis à Brest	C. Guinet et F. Bailleul	506 €
9-10 mai 2005	Réunion à Brest coriolis + conférence au LEMAR	Guinet	170 €
12-16 juin 2005	Participation à la Conférence Bio-télémetry et bioacquisition de donnée environnementales, St- andrews, Ecosse	F. Bailleul J. B. Charrassin, C. Guinet	1496 €
	Dépense de fonctionnement et coordination du programme		447 €
TOTAL dépensé 200'- 2005			9707 €
Reporté sur les créditsMMC 2005- 2006			-707 .€

