

PROGRAMME NATIONAL
"Les Enveloppes Fluides et l'Environnement "

DEMANDE DE FINANCEMENT
Formulaire détaillé

Rappel : *une demande de financement comprend la fiche abrégée et le formulaire détaillé*

La demande de financement doit parvenir par courrier électronique. L'envoyer en format PDF ou DOC, en document attaché, à : lefe@cnrs-dir.fr.

Le document attaché doit être nommé avec les informations minimum suivantes : LEFE-ACTION-nom du responsable scientifique

N.B. Un exemplaire signé par le directeur de laboratoire doit parvenir par courrier postal à Solange Lassalle
INSU Cellule Programmes - BP 287-16 - 75766 Paris cedex 16

ACTION (S) CONCERNÉE(S) (cocher la ou les cases dont relève le projet)

~~Chimie Atmosphérique (CHAT)~~

X Evolution et variabilité du climat à échelle globale (EVE)

~~Cycles biogéochimiques, Environnement et Ressources (CYBER)~~

X Interactions et Dynamique de l'Océan et de l'Atmosphère (IDAO)

~~Assimilation de données~~

Lettre d'intention pour une nouvelle API

Ce projet est-il aussi soumis à d'autres programmes nationaux ? NON (pas pour le moment)

Si oui, indiquez lesquels (PNTS, ECCO, TOSCA...):

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE DU PROJET (nom, prénom et qualité) : Huck Thierry,
Chargé de Recherche CNRS, Thierry.Huck@univ-brest.fr

LABORATOIRE DU PROPOSANT (intitulé, appartenance, adresse et téléphone, e-mail) :

Laboratoire de Physique des Océans (UMR 6523 CNRS IFREMER UBO)

Université de Bretagne Occidentale, UFR Sciences F308, 6 av. Le Gorgeu

CS 93837, 29238 Brest Cedex 3 - Tel.: 02 98 01 65 10 - Fax : 02 98 01 64 68

Directeur du Laboratoire : Xavier Carton <Xavier.Carton@univ-brest.fr>

Titre du projet : REConstitution de la circulation océanique grande échelle dans l'Atlantique depuis 1950 à partir des données in situ : variations, incertitudes et mécanismes

Résumé du projet (maximum 500 mots) :

Les variations de la circulation thermohaline sont un sujet d'intérêt majeur depuis une décennie, avec à la clé la détection d'une influence des activités humaines sur le climat. Or cette circulation est assez mal connue même en moyenne (variations de plus de 50% entre modèles) et ces variations encore moins, une tendance issue de 5 points de mesure en 50 ans à 24N dans l'Atlantique faisant la une de Nature ! On se propose ici de 1) développer une méthodologie permettant de reconstituer cette circulation à partir des données in situ de température et salinité depuis 1950, 2) synthétiser différentes méthodes très variées de reconstructions des variations de la circulation océanique à grande échelle sur des indicateurs bien documentés ou observés, notamment le transport de chaleur, afin de déterminer des incertitudes sur ces estimations, 3) étudier les mécanismes modulant les variations interannuelles à décennales de cette circulation et des indicateurs associés.

Note : ce projet représente une faible contribution totale en moyen humain mais s'articule fortement autour des projets Ovide, Drakkar, voire Coriolis et Mercator.

Durée du contrat demandé : 2 ans

Nombre de personnes collaborant au projet (en équivalent temps plein – indiquer la ventilation par année) : 195% pour 2006 et 2007 + (post)doctorants éventuels selon financement bourses

**Budget demandé au programme LEFE (indiquer la ventilation par année sur la durée du contrat):
2006 : 7300 euros ; 2007 : 6600 euros**

Statut du Projet (nouveau, déjà engagé) : nouveau

Visa *obligatoire* du Directeur de la formation

Signature du demandeur :

Xavier Carton

Thierry Huck

DOSSIER SCIENTIFIQUE

1. Intérêt scientifique

Les variations de la circulation océanique grande-échelle sont assez mal connues sur les dernières décennies et méritent une attention particulière, afin de mieux interpréter les analyses de sections hydrographiques répétées (24N, 48N, ou Ovide dans l'Atlantique Nord par exemple), mais aussi pour pouvoir éventuellement identifier des tendances dans le cadre du réchauffement climatique actuel (Bryden et al. 2005), identifier les mécanismes responsables de ces variations, et éventuellement suggérer des projections pour le futur (Curry et Mauritzen 2005).

Différentes méthodes de reconstruction sont proposées ici (pas toutes menées dans le cadre de ce projet) et leur comparaison devrait permettre d'identifier des caractéristiques robustes des variations et de déterminer leur incertitude. On s'intéressera principalement aux diagnostics potentiellement importants pour le climat : transport méridien de chaleur, et dans une moindre mesure cellule méridienne de circulation (dépendant de la méthode de calcul, Marsh et al. 2005).

L'approche originale développée dans ce projet est de chercher à **reconstruire la circulation océanique grande échelle à partir des données in situ**. En effet les méthodes traditionnellement utilisées sont basées sur les modèles réalistes forcés par les échanges de masse, de chaleur et de quantité de mouvement à l'interface air-mer : or les incertitudes sont importantes sur ces flux (30% au bas mot). En parallèle, nous disposons d'un nombre important de mesures de température et de salinité depuis les années 50, principalement dans l'Océan Atlantique, et de plus en plus dans les premiers 2000 m depuis les déploiements de flotteurs profileurs dans le cadre du programme Argo depuis 2000. Il existe déjà des climatologies interannuelles de température et salinité depuis les années 50 (WOD2004, Boyer et al. 2005, Levitus et al. 2005) sur lesquelles nous pouvons tester et comparer les méthodes de reconstruction. Les données de température et salinité in situ contraignent bien la partie barocline (structure verticale) de la circulation, reste à déterminer au mieux la partie barotrope (moyenne sur la verticale). Il nous semble important de développer et valider une méthode diagnostique de reconstruction basée sur les données in situ, afin de permettre des comparaisons objectives avec les produits de modèles plus élaborés (modèles forcés Drakkar, assimilation et réanalyses Mercator, inversion). En parallèle nous produirons des climatologies annuelles de température et salinité par analyse objective (Autret et Gaillard 2005) afin de maîtriser la production des données satisfaisant les besoins de nos méthodes (grille horizontale et verticale) et de couvrir les années récentes les plus utiles pour l'interprétation des campagnes en mer (Ovide).

Finalement, une étape importante du travail proposé consiste à réaliser une **synthèse** de ces différentes méthodes (diagnostique, inversion, assimilation, modélisation directe), en comparant leurs reconstructions afin d'identifier les résultats robustes et déterminer des **incertitudes** sur des indicateurs bien documentés, comme le transport de chaleur. L'objectif scientifique reste néanmoins d'assigner les variations observées aux processus responsables de la variabilité, par exemple les rôle respectifs des forçage par le vent ou les flux de chaleur et d'eau douce, mais également les contributions respectives des circulations barotropes et baroclines sur l'overturning et le transport de chaleur.

2. Plan de recherche

A. Climatologies annuelles moyennes de température et salinité

Plusieurs climatologies d'anomalies (pluri)annuelles de température et salinité existent sur la période **1950-2000**, principalement les produits du NODC World Ocean Database 2004 : des anomalies pentadales de température et salinité de 0 à 3000 m sur 28 niveaux de 1955-1959 à 1994-1998 sur une grille globale au degré (Levitus et al. 2005, Boyer et al. 2005). On peut également mentionner des anomalies annuelles de températures de 0 à 700 m sur 16 niveaux de 1955 à 2003 (Levitus et al. 2005) et de 1945 à 2003 (Ishii et al. 2003). Ces climatologies existantes servent de base aux travaux actuels de reconstructions (points B1 et B2), mais elles ont une résolution verticale trop faible en profondeur. Il serait irréaliste de vouloir améliorer ces produits, et ils serviront de base pour les travaux sur les 50 dernières années. Vu le filtre de ces données sur 5 ans, on n'accéderera qu'aux **variations décennales de la circulation**. Par contre, il est indispensable de pouvoir étendre ces climatologies aux années récentes, pour l'interprétation des campagnes en mer (radiale Groenland Portugal répétée en 2002, 2004 et 2006 dans le cadre du Ovide) par exemple.

Ainsi, pour accéder à la période actuelle de la circulation thermohaline, nous construirons nos propres climatologies d'anomalies annuelles de température et salinité pour la période **1990-2005**, à partir des outils d'analyse objective développés dans le cadre de Coriolis (Autret et Gaillard 2005), mais pour des périodes de données d'un an. La période de recouvrement 1990-1998 avec le WOD2004 permettra de comparer nos produits aux produits existants. Vu le nombre de données important des années WOCE, la meilleure résolution verticale des profils, et depuis 2000 des profils Argo, il est raisonnable d'améliorer notablement le nombre de niveaux verticaux de ces climatologies. De la même manière, afin d'éviter les interpolations horizontales des données pour les mettre sur les grilles des modèles, la résolution horizontale de ces climatologies annuelles sera de 1/4 à 1/3 degré. Sur ces 17 dernières années on aura donc une climatologie annuelle d'anomalies de températures et salinité plus fine qui permettra d'étudier les **variations interannuelles**. Sur le plan méthodologique, on testera un calcul des anomalies par rapport à un cycle saisonnier continu calculé à partir d'une climatologie de coefficients d'harmoniques annuelle et semi-annuelle (méthode développée et testée avec Thierry Reynaud dans le cadre d'un projet GMMC).

Participants : Fabienne Gaillard

B1. Méthodes dynamiques diagnostiques

Une méthode diagnostique est développée à partir des équations planétaires géostrophiques pour calculer le champ de vitesse associé à un champ de densité (Thiery Begot, rapport de stage au LPO, 2005). La tension de vent en surface est nécessaire pour déterminer la circulation barotrope via Sverdrup, sous l'hypothèse forte de vitesse verticale nulle au fond..

À partir des anomalies pentadales de Levitus (0-3000m) superposées à la climatologie moyenne, on obtient les variations basse-fréquence de la circulation générale océanique de 1955-59 à 1994-98. La reconstruction des années plus récentes repose sur la disponibilité de climatologies pour ces années (point A). Les bilans de transport de chaleur ou d'intensité de la cellule méridienne sont tout-

à-fait raisonnables pour une méthode aussi simple.

Un certain nombre de développements méthodologiques sont envisageables dans cette configuration, principalement pour améliorer la circulation barotrope. Dans un premier temps, on peut résoudre la circulation barotrope pour une topographie et un vent donnés, de manière indépendante, tout en prenant en compte la partie barocline fixée par le champ de densité pour calculer les vitesses au fond (Bogden et al. 1993). Il serait intéressant de pouvoir utiliser l'altimétrie pour mieux contraindre ces solutions sur les 15 dernières années (sujet postdoctoral de Cécile Cabanes proposé au CNES en 2006). On peut également envisager d'utiliser les courants profonds obtenus grâce aux flotteurs lagrangiens pour la circulation moyenne, mais les données risquent d'être insuffisantes pour décrire les variations interannuelles de la circulation.

Participants : Thierry Huck, Alain Colin de Verdière, Richard Schopp

B2. Modèles dynamiques diagnostiques

L'utilisation de modèles de circulation générale dans des configurations particulières, initialisés à partir des mêmes climatologies de température et salinité, permet d'obtenir une dynamique plus cohérente avec les contraintes topographiques (Holland et Hirschman 1972). Différentes méthodes ont été utilisées par le passé (Ezer et Mellor 1994), mais restent peu exploitées.

On peut identifier 2 méthodes principales. (a) Le champ de densité est prescrit, et le modèle numérique ne calcule que l'ajustement des vitesses, donc assez rapide (quelques mois) - en fait cela correspond principalement à l'ajustement du mode barotrope au forçage du vent et aux interactions avec la bathymétrie. (b) Les champs de température et salinité sont rappelés fortement aux champs climatologiques (avec une constante de rappel uniforme, typiquement un mois, ou variable dans l'espace, comme dans l'option robuste diagnostique d'OPA), le modèle est intégré dans le temps avec température et salinité variables mais s'ajuste rapidement (moins d'un an). La première méthode est donc plus fidèle à la climatologie mais la seconde permet un certain ajustement des données à la circulation. Dans les faits, ces 2 méthodes donnent des résultats très similaires. Ces méthodes seront poursuivies avec deux types de modèles différents, OPA en coordonnées z , et ROMS, en coordonnées s , afin de comparer les résultats. Une attention particulière est donnée à la configuration du modèle et particulièrement sa résolution horizontale, qui influence fortement la bathymétrie du bassin. Il est à peu près établi qu'une résolution inférieure au demi degré est indispensable pour obtenir une circulation stationnaire réaliste pour les bilans envisagés.

Ces modèles n'ont besoin que de la seule tension de vent en surface (les flux de chaleur et d'eau douce ne sont pas nécessaires, sauf peut-être en moyenne pour le mode robuste diagnostique) : 2 produits sont disponibles selon les périodes considérées, la réanalyse ECMWF ERA40 de 1959 à 2001 (années complètes) et la réanalyse NCEP. Ces 2 sources de données seront systématiquement comparées mais semblent produire des résultats très similaires.

Les premiers résultats de ces calculs montrent des circulations tout-à-fait réalistes. Déjà on a pu vérifier à partir des climatologies saisonnières de Levitus et de vent que la moyenne annuelle des transports de chaleur (terme non linéaire a priori) correspond à quelques % près au transport de chaleur calculé sur la climatologie annuelle moyenne (Böning et Herrmann 1994). Les comparaisons des transports de chaleur avec les observations à 24N (Bryden et al. 2005), 48N

(Koltermann et al. 1999) ou à travers la radiale Groenland-Portugal Ovide sont parfaitement cohérentes, dans la barre d'incertitude des calculs à partir de l'hydrologie. On a pu vérifier qu'aux échelles de temps décennales, les variations du transport de chaleur ou de la fonction courant méridienne sont dictées par les variations thermohalines, et très peu par les variations du vent - ce n'est pas le cas pour les variations interannuelles, le signal lié à la NAO étant alors nettement plus fort.

Une réflexion sera menée pour incorporer à ces solutions d'autres types de données, principalement l'altimétrie sur les 15 dernières années.

Participants : Alain Colin de Verdière, Thierry Huck, Richard Schopp

B3. Modèles inverses

L'utilisation de modèles inverses (Mercier et al. 1993), tels ceux utilisés dans l'Atlantique Nord par Mercier et Grit dans le cadre de Gyroscope pour les années 1995-1998 2001 2002 et 2003, apporte d'autres solutions que l'on étendra aux années 2004 et 2005. Différentes configurations seront comparées suivant les données fournies au modèle : données in situ, forçages en surface issus des réanalyses, altimétrie, trajectoires de flotteurs... Là aussi, la sensibilité de ces inversions à la configuration du modèle devra être évaluée. Par exemple, le problème de fournir les flux de chaleur en surface implique actuellement une détermination quasi complète de l'évolution du transport de chaleur avec la latitude une fois que le modèle a fixé sa valeur à un bord. L'apport des trajectoires de flotteurs lagrangiens pour mieux contraindre la circulation barotrope, tel que cela a été fait dans l'Atlantique Sud, serait certainement intéressant pour la circulation moyenne, mais reste difficilement envisageable pour les variations interannuelles.

Participants : Herlé Mercier, Carole Grit, Thierry Huck

C1. Synthèse des résultats et incertitudes

Les autres méthodes utilisées par ailleurs sont la modélisation réaliste (projet Drakkar) et l'assimilation (Mercator, et dans le cadre d'Ovide au LPO). La comparaison des résultats de toutes ces différentes méthodes se fera sur des diagnostics précis déjà bien documentés dans la littérature : transport de chaleur à 24°N (Bryden et al. 2005), 36°N et 48°N (Koltermann et al. 1999), et à travers la section Ovide (Lherminier et al. 2006, Treguier et al. 2006), par exemple, mais aussi l'intensité de la cellule méridienne de circulation en coordonnées isopycnales, a priori plus représentative des conversions de masses d'eau que la cellule en coordonnées z (Marsh et al. 2005). La confrontation des résultats de ces différentes méthodes permettra d'estimer des incertitudes sur ces différents indicateurs, d'identifier des tendances ou des biais éventuellement associés à certaines méthodes ou modèles, mais aussi de déterminer les caractéristiques robustes de ces diagnostics et de leur évolution. On comparera notamment les solutions diagnostiques avec les solutions des modèles réalistes forcés par les flux de surface (projet Drakkar, circulation globale au 1/4°, puis Atlantique Nord), les résultats avec assimilation obtenus au LPO (dans le cadre du projet Ovide), et les résultats de la réanalyse Mercator MERA11.

L'assimilation de données hydrologiques dans des modèles réalistes, quoique encore coûteuse,

apporte les solutions les plus sophistiquées, au moins pour les années récentes. Ici nous ne ferons qu'utiliser les résultats de ces méthodes pour comparer les circulations obtenues et les diagnostics associés à nos reconstructions (B1, B2, B3). Différentes méthodes sont envisageables, soit à partir des données localisées dans le temps et dans l'espace, soit à partir des climatologies annuelles ou pluriannuelles. Dans le cadre du projet Ovide, le travail de thèse de Gael Forget au LPO avec le modèle du MIT à 1° de résolution a permis la reconstruction de la circulation en 2002-2003 (Forget et al. 2005), et cette méthode sera appliquée aux années 2003-2004 puis 2004-2005. Le travail de Bruno Ferron avec OPATAM dans un modèle au 1/3° permettra la reconstruction de la circulation océanique à partir des données d'altimétrie et Argo à partir de 2007. Dans le cadre de Mercator, une réanalyse multivariée des années 1992-2002 dans la configuration NATL3, MERA11, est désormais disponible, et permettra une comparaison très intéressante.

Participants : Bruno Ferron , Thierry Huck, Herlé Mercier, Anne Marie Treguier, Thierry Penduff, collaboration Mercator à définir (Eric Greiner, Fabrice Hernandez)

C2. Interprétation des variations interannuelles et mécanismes

En parallèle à l'approche méthodologique et l'intercomparaison de méthodes, l'objectif scientifique à ne pas perdre de vue est bien sûr d'interpréter les variations de la circulation thermohaline et du transport de chaleur en terme de forçages (vent, T, S), locaux ou distants.

Inhérente à l'approche diagnostique, la capacité à séparer les contributions thermohalines et du forçage du vent dans la variabilité océanique (quoique la structure thermohaline comporte implicitement la marque du vent passé !) sera utilisée pour distinguer aisément les contributions respectives du mode barotrope et du mode barocline sur la cellule thermohaline et le transport de chaleur, à la fois pour les valeurs moyennes et pour les variations interannuelles à décennales.

Ce travail se fera en collaboration avec l'équipe Drakkar, notamment Anne Marie Treguier et Thierry Penduff (encadrant une thèse au LEGI sur un sujet similaire, cherchant à identifier la variabilité interannuelle issue du forçage locale et des signaux issus des frontières).

Participants : Thierry Huck, Anne Marie Treguier, Thierry Penduff

3. Calendrier

<i>Tâche</i>	<i>2006</i>	<i>2007</i>
A	<=====>	<----->
B1	<=====>	<----->
B2	<=====>	<=====>
B3		<=====>
C1		<=====>
C2		<=====>

4. Références citées dans le texte

- Autret, E., F. Gaillard, 2005: Système opérationnel d'analyse des champs de température et de salinité mis en oeuvre au centre de données CORIOLIS : Version V3.03. configuration GLOBAL05 V1.0. Rapport interne Coriolis Ifremer, 73 p.
- Begot, T., T. Huck, A. Colin de Verdière, 2005: Circulation océanique diagnostique. Rapport de stage, Laboratoire de Physique des Océans, Université de Bretagne Occidentale, Brest, 25pp.
- Bogden, P. S., R. E. Davis, R. Salmon, 1993: The North Atlantic circulation: Combining simplified dynamics with hydrographic data. *J. Mar. Res.*, 51, 1-52.
- Böning, C. W., P. Herrmann, 1994: Annual Cycle of Poleward Heat Transport in the Ocean: Results from High-Resolution Modeling of the North and Equatorial Atlantic. *J. Phys. Oceanogr.*, 24, 91-107.
- Boyer, Timothy P.; Levitus, S.; Antonov, J. I.; Locarnini, R. A.; Garcia, H. E., 2005: Linear trends in salinity for the World Ocean, 1955-1998. *Geophys. Res. Lett.*, 32 1, L01604, <http://dx.doi.org/10.1029/2004GL021791>.
- Bryden, H. L., H. R. Longworth, S. A. Cunningham, 2005: Has the Atlantic overturning circulation slowed? *Nature*, 438, 655-657.
- Curry, R., C. Mauritzen, 2005: Dilution of the Northern North Atlantic Ocean in Recent Decades. *Science*, 308, 1772-1774.
- Ezer, T. ; Mellor, G. L., 1994: Diagnostic and prognostic calculations of the North Atlantic circulation and sea level using a sigma coordinate ocean model. *J. Geophys. Res.*, 99, C7, 14,159-14,172 (94JC00859).
- Holland, W. R., A. D. Hirschman, 1972: A numerical calculation of the circulation in the North Atlantic Ocean. *J. Phys. Oceanogr.*, 32, 336-354.
- Ishii, M., M. Kimoto, M. Kachi, 2003: Historical Ocean Subsurface Temperature Analysis with Error Estimates. *Month. Wea. Rev.*, 131, 51-73.
- Koltermann, K.-P., A. V. Sokov, V. P. Tereschenkov, S. A. Dobroliubov, A. Sy, K. Lorbacher, 1999: Decadal changes in the thermohaline circulation of the North Atlantic. *Deep-Sea Res.*, 46, II (1/2), 109-138.
- Levitus, S., J. I. Antonov, T. P. Boyer, 2005: Warming of the world ocean, 1955-2003. *Geophys. Res. Lett.*, 32, 2, L02604, <http://dx.doi.org/10.1029/2004GL021592>.
- Lherminier, P., H. Mercier, C. Gourcuff, M. Alvarez, S. Bacon, C. Kermabon, 2006: Analysis of mass and heat transport across Greenland-Portugal OVIDE section in summer 2002 and comparison with 1997. *J. Geophys. Res.*, soumis.
- Marsh, R., B. A. de Cuevas, A. C. Coward, H. L. Bryden, M. Álvarez, 2005: Thermohaline circulation at three key sections in the North Atlantic over 1985-2002. *Geophys. Res. Lett.*, 32, 10, L10604, <http://dx.doi.org/10.1029/2004GL022281>.
- Mercier, H., M. Ollitrault, P. Y. Le Traon, 1993: An inverse model of the North Atlantic general circulation using lagrangian float data. *J. Phys. Oceanogr.*, 23, 689-715.
- Treguier, A. M., C. Gourcuff, P. Lherminier, H. Mercier, B. Barnier, G. Madec, J.M. Molines, T. Penduff, L. Czeschel, C. Böning, 2006: Internal and forced variability along a section between Greenland and Portugal in the CLIPPER Atlantic model. *Ocean Dynamics*, in press.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques du responsable et de l'équipe, en particulier sur le sujet de la demande (trois dernières années).

- Arzel, O., and T. Huck, 2003: Decadal oscillations in a simplified coupled model due to unstable interactions between zonal winds and ocean gyres. *Dynamics of Atmospheres and Oceans*, **37**, 245-270.
- Arzel, O., T. Huck, A. Colin de Verdière, 2006: The different nature of the interdecadal variability of the thermohaline circulation under mixed and flux boundary conditions. *Journal of Physical Oceanography*, in press.
- Ben Jelloul, M., T. Huck, 2005: Low-frequency basin modes in a two-layer quasi-geostrophic model in the presence of a mean gyre flow. *Journal of Physical Oceanography*, **35**, 2167-2186.
- Ben Jelloul, M., T. Huck, 2003: Basin modes interactions and selection by the mean flow in a reduced-gravity quasigeostrophic model. *Journal of Physical Oceanography*, **33**, 2320-2332.
- Cabanes, C., T. Huck, A. Colin de Verdière, 2006: Contributions of wind forcing and surface heating to interannual sea level variations in the Atlantic Ocean. *Journal of Physical Oceanography*, in press.
- Colin de Verdière, A., R. Tailleux, 2005: The interaction of a baroclinic mean flow with long Rossby waves. *Journal of Physical Oceanography*, **35**, 865-879.
- Colin de Verdière, A., M. Ben Jelloul, F. Sévellec, 2006: On the bifurcation structure of thermohaline millennial oscillations. *J. Climate*, in press.
- Deltel, C., H. Mercier, A. T. Weaver, P. Delecluse, 2004: Identifiability of climatological air-sea fluxes by 4D-var assimilation of seasonal hydrographic data, Q. J. R. M. S., en révision.
- Forget, G., B. Ferron, H. Mercier, 2005: The 4D-var assimilation of simulated ARGO profiles in a model of the North Atlantic. *Journal of Geophysical Research*, in revision
- Gaillard, F., H. Mercier, C. Kermabon, 2005: A synthesis of POMME physical data set : one year monitoring of the upper layer. *J. Geophys. Res.*, **110**, C07/S07, doi:10.1029/2004JC002764.
- Mercier, H., M. Arhan, J. Lutjeharms, 2003: Upper-layer circulation in the eastern Equatorial and South Atlantic Oceans in January-March 1995. *Deep Sea Research I*, **50**, 863-887.
- Sévellec, F., T. Huck, M. Ben Jelloul, 2006: On the mechanism of centennial thermohaline oscillations. *Journal of Marine Research*, in press.
- Thierry, V., A.-M. Treguier, H. Mercier, 2004 : Numerical study of the Annual and Semi-annual fluctuations in the deep equatorial Atlantic ocean. *Ocean Modelling*, **6**, 1-30.
- Thierry, V., H. Mercier, A. M. Treguier, 2006: Direct observations of annual and semi-annual fluctuations in the deep central equatorial Atlantic Ocean. *Ocean Dynamics*, Christian LeProvost special session, in press.
- Treguier A.M., C Gourcuff, P. Lherminier, H. Mercier, B. Barnier, G. Madec, J.M. Molines, T. Penduff, L. Czeschel, C. Boening, 2006: Internal and forced variability along a section between Greenland and Portugal in the CLIPPER Atlantic model. *Ocean dynamics*, in press.

MOYENS DONT DISPOSE OU QUE DEMANDE LE PROPOSANT POUR LA RÉALISATION DU PROJET

1. PERSONNELS ET LABORATOIRES IMPLIQUES (établir une liste nominative avec indication précise du rôle de chacun et du pourcentage de temps qu'il consacrerà au projet)

Par expertise (rubrique à cocher éventuellement), on comprend la participation au titre d'une expertise scientifique particulière nécessaire à la bonne marche du projet et nécessitant un investissement en temps chercheur entre 5% et 10%.

Regrouper les collaborations internationales en 2^e partie du tableau

Pour les enseignants chercheurs préciser le % sur le temps total

NOM	LABORATOIRE	FONCTION	Participation au projet		% Participation à d'autres EURO
			% participation	Expertise	
Colin de Verdière Alain	LPO	Professeur UBO	30		
Ferron Bruno	LPO	CR1 CNRS		assimilation	Ovide 60%
Gaillard Fabienne	LPO	Chercheur Ifremer	50		
Huck Thierry	LPO	CR1 CNRS	70		
Mercier Herlé	LPO	DR2 CNRS	15		Ovide 70%
Penduff Thierry	LEGI	CR1 CNRS		Variabilité	Drakkar 80%
Schopp Richard	LPO	CR1 CNRS	30		
Treguier Anne Marie	LPO	DR2 CNRS		Drakkar	Drakkar 80%
?	LPO	doctorant MERT	? 100 ?		sujet proposé...
Cécile Cabanes ?	LPO	postdoctorant CNES	? 100 ?		sous réserve financement
TOTAL équivalent temps plein			195		
			+(post)		
			doctorant		
			éventuel		
dont collaborations internationales					

2. EQUIPEMENT DISPONIBLE POUR LA REALISATION DU PROJET (préciser dans quel laboratoire)

- stations de travail et disques de stockage en local au LPO (Sun/solaris et PC/linux)
- calculateur régional du centre Ifremer de Brest (cluster Compaq de 9 noeuds quadriprocesseurs alpha EV68 à 1 GHz, qui sera renouvelé en 2007)

3. MOYENS DEMANDES HORS APPEL D'OFFRE LEFE (indiquer ici les moyens demandés aux commissions scientifiques en charge de l'examen des demandes de campagnes à la mer, « Vols Avion », « Vols Ballon », les commissions de l'IDRIS pour le temps calcul, les demandes de soutien à la DT INSU, etc...). Pour les projets comportant une **campagne en mer** sur la flotte hauturière de l'Ifremer, les postulants doivent remplir l'annexe 2. Pour les autres demandes de moyens indiquer précisément la nature de la demande et la justifier (joindre éventuellement une annexe qui pour les vols avion peut-être le dossier de demande disponible sur www.saphir.fr).

- heures de calcul IDRIS, quelques centaines d'heures par an pour modélisation numérique 'diagnostique'

4. LABELISATION DE BOURSES POST-DOCTORALES OU DOCTORALE : Le financement de bourses doctorales ou post-doctorales ne peut pas être pris en compte dans le cadre de l'Appel d'Offre LEFE. Par contre, **un soutien sous la forme d'un label** pourra être accordé à une demande de bourse doctorale ou post-doctorale déposée auprès d'un organisme partenaire de LEFE.

Nature de la bourse (doctorale ou post-doctorale) : post-doctorale

Organismes concernés par la demande : CNES

Nom de l'encadrant principal : Thierry Huck (collaboration Alain Colin de Verdière et Pierre Yves Le Traon)

Postulant : Cécile Cabanes (actuellement postdoc au JPL)

Titre de la demande : Reconstruction de la circulation océanique grande-échelle et de ses variations à partir des données in-situ et altimétriques

Résumé du sujet (500 mots maximum) : Les objectifs proposés pour ce postdoc sont

- Améliorer la reconstitution de la circulation océanique grande-échelle et de ses variations interannuelles à l'aide des données altimétriques dans le cadre d'une méthode diagnostique originale.
- Identifier et tester des « indices » de la variabilité interannuelle de la circulation méridienne et du transport méridien de chaleur.

5 DEMANDE DE FINANCEMENTS DANS LE CADRE DE L'APPEL D'OFFRE LEFE

NB : pour les projets pluriannuels présenter un calendrier

5.1. FONCTIONNEMENT

A détailler et justifier poste par poste pour toute la durée du projet. Comprend aussi les coûts ARGOS à indiquer en nombre de jours d'émission.

- 3 publications type JPO sur 2 ans * 1800 euros = 5400 euros

1 sur 2006, soit 1800 euros ; 2 sur 2007, soit 3600 euros

- 1 station de travail PCLinux + disques durs de stockage = 2500 euros, sur 2006 uniquement

5.2 MISSIONS :

A détailler et justifier poste par poste pour toute la durée du projet

- 2 missions congrès international type AGU EGU par an * 1500 euros = 3000 euros par an, pour 2006 et 2007

5.3 ANALYSES : Pour les analyses (in situ ou au laboratoire) une justification détaillée (e.g. coût unitaire de l'analyse et nombre d'analyses prévues, coût total par poste) des dépenses envisagées doit être fournie (remplir l'annexe 1). Reprendre ici le montant total de la demande.

5.4 ÉQUIPEMENT SPÉCIFIQUE

A détailler et justifier pour toute la durée du projet.

5.5 EQUIPEMENT MI-LOURD

Les équipements dont l'acquisition en 2006 est nécessaire à la réalisation du projet et ayant fait l'objet d'une demande INSU à l'automne 2005 devront être impérativement mentionnés ici. Pour les projets pluriannuels, dont la réalisation nécessite l'acquisition d'équipement mi-lourds au-delà de 2006, les demandes doivent être impérativement mentionnées ici accompagnées d'une justification scientifique et technique, d'une évaluation financière et d'une indication sur le co-financement (mentionner l'équipement et la demande financière ici et remplir un dossier de demande mi-lourd).

5.6 TOTAL GÉNÉRAL DES CRÉDITS DEMANDÉS AU PROGRAMME LEFE :

2006 : 7300 euros ; 2007 : 6600 euros

6. AUTRES FINANCEMENTS (attribués ou demandés hors de l'appel d'offre LEFE, y compris dans le cadre européen). A détailler et justifier pour toute la durée du projet.

pas d'autres financements demandés pour le moment dans le cadre de ce projet

RECAPITULATIF DE LA DEMANDE BUDGETAIRE

Tableau fourni à titre d'exemple

	Année 1	Année 2	Année n
FINANCEMENTS DEMANDES AU PROGRAMME LEFE			
Fonctionnement	4800	3600	
Missions	2500	3000	
Analyses			
Petit équipement			
Equipement mi-lourd			
Total demandé à LEFE	7300	6600	
AUTRES FINANCEMENTS DEMANDES OU OBTENUS (préciser)			
Projet européen			
ANR			
PNTS			
....			
Total autres financements			