

APPEL D'OFFRES 2004

Groupe Mission MERCATOR / CORIOLIS

GIP MERCATOR OCEAN
CNES, CNRS/INSU, IFREMER, IPEV, IRD, Météo-France, SHOM

FORMULAIRE DE DEMANDE 2004

RESPONSABLES SCIENTIFIQUES DU PROJET: I.TAUPIER-LETAGE et C.MILLOT

UNITE DE RATTACHEMENT DES PROPOSANTS (intitulé, appartenance, adresse et téléphone, e-mail) :

Laboratoire d'Océanographie et Biogéochimie (LOB), CNRS/Université de la Méditerranée
Antenne de Toulon, BP 330, ZP Brégaillon, F-83507 LA SEYNE SUR MER
Tel : +33 4 94 30 49 13, Fax : +33 4 94 87 93 47, Mel : itaupier@ifremer.fr

Indiquer explicitement les nom et prénom du responsable de l'unité et les références de cette unité (par exemple n° URA, UMR dans le cas d'un laboratoire du CNRS):

Dir : **Bernard QUEGUINER, UMR 6535, Campus de Luminy, Case 901, F-13288 MARSEILLE CEDEX 9**

Titre du projet : **EGYPT-MC (Eddies and Gyres Path Tracking- Mercator Coriolis)**

Résumé du projet :

Par des mesures *in situ* appropriées et leur confrontation avec des produits issus de MERCATOR PAM/PSY2, nous nous proposons de tester les résultats que nous avons récemment déduits de l'analyse de l'imagerie infrarouge et de la modélisation, tout d'abord quant à la circulation générale superficielle en Méditerranée orientale. Ces résultats s'accordent en effet pour montrer que cette circulation générale s'effectue, dès le canal de Sicile puis dans l'ensemble du bassin oriental, essentiellement le long de la pente continentale. Ils s'opposent donc radicalement aux schémas de circulation proposés jusqu'à présent, qui décrivent quant à eux une circulation traversant l'ensemble du bassin dans sa partie centrale. Nos résultats quant à la turbulence de moyenne échelle sont également tout à fait originaux, et sont importants pour juger de leur représentation par les produits MERCATOR.

Forts de l'expérience que nous avons acquise dans le bassin occidental, nous nous proposons de mettre en œuvre essentiellement des bouées dérivantes/flotteurs lagrangiens de surface qui seront largués en deux zones-clés : la zone côtière tunisienne dans le canal de Sicile et la zone côtière égyptienne dans le sous-bassin Levantin. Nous nous proposons également de mettre en œuvre des profileurs lagrangiens PROVORs pour explorer la partie sud du sous-bassin Levantin en profondeur, et d'y valoriser les transits par des radiales XBTs. Ces mesures permettront de décrire efficacement et dans la partie sud du bassin oriental, la circulation générale et la turbulence de moyenne échelle qu'elle induit. Enfin, les études comparatives données – modèles que nous proposons parallèlement participent à la validation des produits MERCATOR, ainsi qu'à CORIOLIS (dont MEDARGO).

Contexte d'EGYPT-MC :

Ce projet s'intègre dans les actions entreprises pour l'étude de la circulation générale dans le bassin oriental de la Méditerranée (description nouvelle + processus), rassemblées dans le programme générique **EGYPT**, qui s'étendra sur plusieurs années. **EGYPT-MC** élargit par des actions complémentaires le projet proposé en réponse à l'AO du **PATOM 2003-2004**, appelé **BOMOMO** (Bouées dérivantes et Modélisation en Méditerranée Orientale, mais que l'on pourrait maintenant rebaptiser **EGYPT-P**). Une partie des actions d'EGYPT-MC pourrait bénéficier du cadre de la campagne **EGYPT-1** (quelques jours de Suroît demandés en 2005).

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

ALHAMMOUD Bahjat, thèse	LODYC
BRAHIM Mouldi, IR1	INSTM (Tunisie)
BÉRANGER Karine, post-doc	ENSTA
GASPARINI Gian Pietro, Equiv DR1	ISMAR (Italie)
GHARBI Ayda, thèse	INSTM (Tunisie)
GRIFFA Anna-Lisa, Equiv. DR2	ISMAR (Italie)
HARZALLAH Ali, MC1	INSTM (Tunisie)
Le HENRY Laurence, étudiante	LOB/ISITV
MAZZOLA Salvo, Equiv. CR1	SO Mazzara (Italie)
MILLOT Claude, CNRS DR2	LOB
MOLCARD Anne, post-doc	ISMAR (Italie)
MORTIER Laurent, ENSTA MC1	LODYC
PETRENKO Anne, MC1	LOB
POULAIN Pierre, Equiv. DR1	OGS (Italie)
QUADFASEL Detlef, equiv. DR1	IFM (Allemagne)
ROUGIER Gilles, CNRS IE	LOB
SAID Mohammed, Equiv. DR	NIOF (Égypte)
SAMMARI Chérif, MC1	INSTM (Tunisie)
TAUPIER-LETAGE Isabelle, CNRS CR1	LOB
TESTOR Pierre, post-doc	IFM (Allemagne)
X , MC, recrutement en 2004	ENSTA

Durée du contrat demandé : 18 mois entre mi-2004 et fin 2005

Montant demandé : 28 k€

Visa *obligatoire* du responsable de l'unité :

Bernard QUEGUINER

Signature du demandeur :

Isabelle TAUPIER-LETAGE



Historique et présentation de la demande EGYPT-MC :

La réponse à l'AO du PATOM que nous avons déposée fin 2003 sous le nom de **BOMOMO** (BQuées dérivantes et Modélisation en Méditerranée Orientale, et que l'on propose de rebaptiser maintenant **EGYPT-P** pour plus de lisibilité) combine un volet d'observations satellitaires et *in situ* (hydrologie + bouées dérivantes) à un volet de modélisation orienté vers deux études de processus, mais s'appuyant aussi en partie sur les produits MED16/PSY2. Bien que les trajectoires des bouées dérivantes rentrent également dans le cadre de CORIOLIS, il n'avait été prévu initialement qu'une soumission au PATOM. Il semblerait que le résultat de l'évaluation d'EGYPT-P/BOMOMO par le CS du PATOM soit un accord pour le financement (en grande partie au moins) du poste d'équipement en bouées dérivantes (leur localisation ARGOS pouvant être assurée *a priori* par le contrat global), assorti d'une recommandation de demander au GMMC le financement complémentaire. Il est donc clair que les propositions EGYPT-P/BOMOMO et EGYPT-MC s'appuient essentiellement sur les mêmes outils, la même stratégie et la même équipe. Le dossier EGYPT-P/BOMOMO est plus détaillé que celui-ci, et est accessible en ligne sur <http://lobtln.chez.tiscali.fr/>, un résumé se trouve en annexe 1. Malgré l'urgence dans laquelle nous avons dû préparer ce dossier, nous tirons avantage de la réponse à l'AO GMMC pour introduire dans le volet des observations *in situ* une demande de mise à disposition de profileurs lagrangiens PROVORS et une demande d'XBTs pour la valorisation de transits, ainsi que dans le volet de modélisation une analyse comparative des trajectoires lagrangiennes et des données hydrologiques avec les simulations MED16 et les analyses PSY2.

1. Intérêt scientifique et adéquation aux objectifs de l'appel d'offre du Groupe Mission Mercator / Coriolis:

1.1 Intérêt scientifique

EGYPT-MC est un projet qui vient compléter et élargir l'objectif général de validation des premiers résultats obtenus sur la circulation de l'eau d'origine atlantique (AW, couche 0-200 m) dans le bassin oriental de la Méditerranée (Hamad *et al.*, 2002, 2003 ; Alhammoud *et al.*, 2003 ; Béranger *et al.*, 2003a), tant dans le domaine de l'observation (analyse de l'imagerie infrarouge et de données *in situ*) que dans celui de la modélisation (modèles numériques de circulation).

Ces résultats s'opposent radicalement aux schémas de circulation proposés jusqu'à présent (ci-dessous ; essentiellement par le groupe POEM, *e.g.* Robinson et Golnaraghi, 1993) qui décrivent une circulation traversant l'ensemble du bassin dans sa partie centrale, avec notamment un Mid Mediterranean Jet (MMJ):

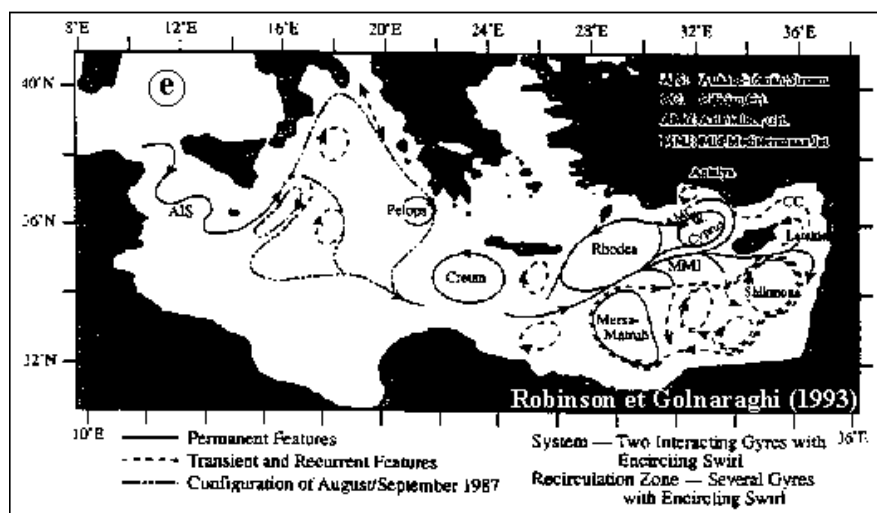


Schéma de la circulation de surface de Robinson et Golnaraghi (1993)¹.

Nos propres résultats (ci-dessous, schéma de Hamad *et al.*, 2003) s'accordent en effet pour montrer que cette

¹ Circulation and dynamics of the Eastern Mediterranean Sea; Quasi-Synoptic data-driven simulations. Deep Sea Res., 40 (6), 1207-1246.

circulation générale s'effectue, dès le canal de Sicile puis dans l'ensemble du bassin oriental, essentiellement le long de la pente continentale. Nos résultats sur la turbulence de moyenne échelle sont également tout à fait originaux (cf. http://lobtln.chez.tiscali.fr/Hamad_et_al_PIO.pdf).

Dans EGYPT-MC nous reprenons évidemment les propositions faites dans EGYPT-P/BOMOMO en grande partie. Nous nous proposons de mettre en œuvre essentiellement des bouées dérivantes/**flotteurs lagrangiens de surface** (désignés dans le texte par **flotteurs**) qui seront largués en deux zones-clés : la zone côtière tunisienne dans le canal de Sicile et la zone côtière égyptienne dans le sous-bassin levantin. Dans cette dernière zone, où les observations *in situ* sont quasiment inexistantes pour des raisons logistiques et politiques, nous proposons en plus de larguer des **flotteurs lagrangiens profileurs PROVORs** (désignés dans le texte par **profileurs**). Nous ferons également des suivis hydrologiques, valoriserons les transits potentiels par des radiales XBTs à haute résolution spatiale, et analyserons toutes les données *in situ* et satellitaires disponibles. Ces mesures permettront de décrire efficacement, et non plus seulement en surface, la circulation générale et la turbulence de moyenne échelle qu'elle induit dans la partie sud du bassin oriental. La confrontation de ces mesures *in situ* avec les produits issus de MERCATOR PAM/PSY2 devrait contribuer en outre à préciser le rôle majeur que semble jouer la topographie tant dans la stabilité de la circulation que dans le détachement des tourbillons de moyenne échelle de cette circulation et les trajectoires qui s'en suivent. Grâce aux nombreux résultats analytiques existants, les différentes techniques de représentation de la topographie (coordonnées z, partial steps, voire coordonnées sigma généralisées) peuvent être efficacement évaluées sur ce type de problème d'instabilité.

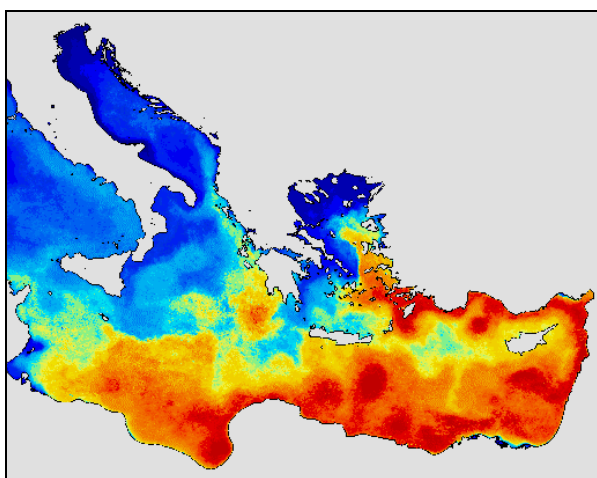


Image composite des températures de surface de Janvier 1998 (DLR). La température augmente du bleu vers le rouge.

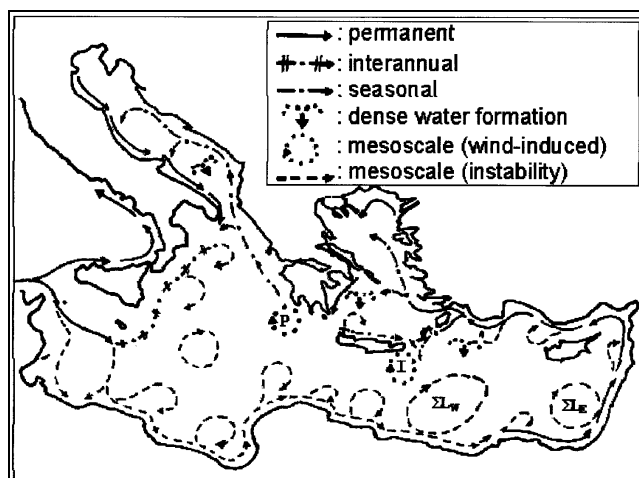


Schéma de la circulation de surface dans le bassin oriental (Hamad et al., 2003)

La modélisation proposée dans EGYPT-P/BOMOMO concerne principalement l'étude de deux processus-clés dans les deux régions d'intérêt :

- le contrôle par le forçage thermohalin 'lointain' (e.g. Molcard et al., 2002a) de la variabilité du système de courant dans le canal de Sicile,
- le contrôle par la topographie du talus de l'instabilité barocline du courant le long de la côte égyptienne.

Ces deux études utilisent des modèles analytiques ou numériques (MICOM) en configuration académique. On appréciera l'intérêt de ces modèles conceptuels dans leur capacité à expliquer les schémas de circulation simulés par MED16 (pour MED16, cf. infra).

Le nombre de flotteurs demandé (~20) dans EGYPT-P/BOMOMO n'était pas suffisant pour envisager une validation par ces données de MED16 ou de PSY2. Le contexte de la demande EGYPT-MC (accès aux données US, MEDARGO et PROVORs toutes distribuées par CORIOLIS) et la possibilité de disposer de flotteurs de surface supplémentaires (cf. lettre d'intention ONR, annexe 3) rend possible une validation de PSY2 et MED16 dans ces régions.

Cette validation portera :

- sur la donnée lagrangienne pure (position) de surface et de subsurface (flotteurs et profileurs)
- sur l'hydrologie fournie par les profileurs PROVORs.

1.2 : Contributions d'EGYPT-MC au GMMC

1.2.1 : EGYPT-MC contribue au réseau ARGO/CORIOLIS (2.3.2)

Nous souhaitons en effet déployer 10 profileurs PROVORs (a priori 2 lots de 5, en 2004 et 2005 resp.) dans la partie sud du Levantin. Les profils de température/salinité obtenus par des profileurs autonomes dans la zone critique qu'est le sud du bassin oriental sont essentiels pour les programmes d'océanographie opérationnelle en Méditerranée (MERCATOR et MFSTEP/MEDARGO). En effet, la dissémination de ces données en temps presque réel et leur assimilation dans des modèles numériques permettent d'améliorer les prévisions des conditions dynamiques de la Méditerranée de façon opérationnelle. De plus, la mise en oeuvre de PROVORs dans le cadre d'EGYPT-MC permettra de les déployer de façon ciblée dans le Courant Libyo-Egyptien et/ou dans les tourbillons qu'il engendre. Ces données seront d'autant plus précieuses qu'elles seront uniques (pratiquement aucune donnée historique dans cette région).

L'US Navy a environ 8 flotteurs opérationnels dans le sous-bassin Levantin, mais dans les parties centrale et nord. MEDARGO a 20 flotteurs à déployer en Méditerranée à partir de septembre 2004, mais moins de la moitié devrait être déployée dans le bassin oriental. Le nombre exact et la stratégie de déploiement ne sont pas encore fixés à la date de rédaction de ce document, mais il est peu probable que des largages soient prévus dans le sud Levantin. Enfin, il y a deux lignes VOS/XBT de MFSTEP qui passent dans cette région (Turquie-Alexandrie et Chypre-Alexandrie) : les profils et les trajectoires des PROVORs passant au plus près pourront être confrontés aux structures mises en évidence par les radiales XBTs, les 2 jeux de données se compléteront.

La base de données issue des profileurs sera donc constituée des données US Navy (données distribuées à CORIOLIS), des données MEDARGO et de celle des PROVORs demandés ici. La validation des données des PROVORs est garantie par le fait qu'elle sera effectuée par Pierre Poulain (OGS), responsable MEDARGO.

1.2.2 : EGYPT-MC contribue à la validation des produits MERCATOR (2.1)

Nous proposons une validation des simulations MED16 et des analyses de PSY2 dont nous disposons déjà avec un échantillonnage journalier, quantitativement sur l'hydrologie et plus qualitativement sur les trajectoires lagrangiennes. Pour des objectifs scientifiques ou technique spécifiques (études de processus tels que celles d'EGYPT-MC, validation d'algorithmes tels que partial steps, ...), la Méditerranée a été "débranchée" de PAM (c'est le modèle MED16), ce qui rend les simulations longues plus faciles et peu coûteuses. Lors de son 'réseau bleu' et de ses travaux précédents à l'ENSTA et au LODYC, Karine Béranger a procédé à l'implémentation et au test de plusieurs algorithmes ou paramétrisations dans MED16 (partial steps, surface libre en particulier). Sur le plan des choix algorithmiques, le modèle MED16 a ainsi légèrement évolué par rapport à PAM mais garde strictement les mêmes forçages atmosphériques. Nous procéderons donc logiquement à une validation de MED16, mais nous efforcerons d'aborder la validation de PAM-21 dans la mesure du possible. A noter qu'un travail de validation à une échelle plus globale de MED16 versus PAM-20 a déjà été réalisé par Karine Béranger.

Les simulations MED16 que nous utiliserons ont été réalisées avec un forçage atmosphérique issu des analyses ECMWF des années 1998 à 2003 (MED16-07). Ces simulations ont été étudiées dans le détail pour certains processus (e.g. formation d'eau profonde, circulation dans les détroits et zones adjacentes, courants côtiers dans le bassin oriental de la Méditerranée) et à l'aide des 'métriques' de MERSEA. Elles montrent un très bon comportement du modèle pour les processus les plus importants qui contrôlent la circulation générale. Les représentations de la circulation de surface et profonde sont en très bon accord avec nos nouveaux schémas qui représentent une circulation de surface dans le bassin oriental en sens direct le long de la pente continentale (*ie* sans MMJ), une circulation profonde en sens direct dans le sous-bassin Algérien correctement développée. Enfin, le contrôle des tourbillons (génération, taille, déplacement) par la bathymétrie est un apport indéniable des partials steps, qui demande encore à être bien compris. Ces simulations sont poursuivies au fur et à mesure de la disponibilité des forçages.

1.2.3 : Analyses comparatives données-modèles : contributions à MERCATOR (2.1) et à CORIOLIS (2.3.1 et 2.3.2)

○ Données lagrangiennes :

Les données lagrangiennes de surface (flotteurs) et de subsurface (profileurs PROVORs) couplées aux radiales d'hydrologie prévues permettent d'envisager une validation beaucoup plus détaillée de la circulation de surface et de subsurface des modèles MED16 et PSY2 dans le bassin oriental, étude qui a été repoussée jusqu'à présent en raison de

la quasi-inexistence de données de ce type dans ce bassin.

Plus précisément, dans le contexte d'EGYPT-MC, les données lagrangiennes permettront une première appréciation quantitative des caractéristiques du courant côtier et de la typologie des instabilités et tourbillons rencontrés le long de la pente Libyo-Egyptienne. Les trajectoires lagrangiennes simulées dans MED16 (la simulation est faite on-line pour un grand nombre de points largués à intervalle régulier en surface et à la profondeur des profileurs) permettent en effet une bonne caractérisation au sens statistique :

- du courant côtier : position, intensité, méandres,
- de la formation des tourbillons : nombre, caractéristiques, localisation, ...,
- de la trajectoire des tourbillons : dispersion géographique, vitesse de déplacement, ...,

Les données des flotteurs (réelles !), en nombre plus réduit, ne permettront pas une caractérisation de ce type, mais la validation consistera à retrouver ces trajectoires réelles dans la base de données des trajectoires simulées par MED16. Ce même exercice sera fait également avec les trajectoires simulées dans PSY2 (simulation off-line) et pourrait être entreprise sur PAM-21.

Une validation statistique pour les échelles de l'ordre de quelques jours de la « turbulence » est également possible avec peu de données, même si le champ moyen ne peut être résolu correctement (Molcard *et al.*, 2002b). Le calcul des autocorrélations procure des informations sur les échelles de temps (temps de décorrélation) et sur le « spin » lié à la vorticité (Veneziani *et al.*, 2004) qui peuvent être directement comparées avec les valeurs correspondantes calculées à partir des trajectoires simulées par le modèle. De même les processus de dispersion peuvent être comparées. Il est possible aussi de faire une validation de la prédiction du modèle, en comparant les trajectoires réelles et simulées en faisant des réinitialisations régulières. La statistique peut donner des informations théoriques sur la « prédictibilité » du modèle (Griffa *et al.*, 2004).

o Données hydrologiques

Une première validation de l'hydrologie du modèle sera faite par une simple colocalisation spatiale et temporelle des profils de la base de données dans les modèles (MED16 et PSY2) sur l'ensemble des sous-bassins Ionien et Levantin. Un simple 'binage' se révèle très utile pour ce genre de comparaison.

Cette base devrait être suffisante pour permettre une approche statistique de l'hydrographie du bassin oriental de la Méditerranée similaire à celle entreprise à partir du jeu de données MATER pour le bassin occidental avec 20 flotteurs (Skarsoulis *et al.*, 2004). Disposant du jeu de données validées (P. Poulain), nous procéderons à une validation statistique par comparaison des fonctions de covariance spatiale des anomalies de température et de salinité (par rapport à un état moyen défini par ces données et les bases hydrologiques), calculées à partir des données d'une part et du modèle d'autre part. Cette approche exploite efficacement la distribution sensiblement régulière des flotteurs dans l'espace, mais surtout dans le temps, ce que ne permettent pas les données hydrologiques classiques. Il est notamment possible de séparer proprement les différentes échelles de temps. On peut ainsi comparer plus sélectivement les gammes de variabilité des données et du modèle.

2. Plan de recherche et calendrier

Le plan d'EGYPT-MC peut se définir suivant quatre composantes, de mi-2004 à fin 2005:

- surveillance hydrologique à 'haute résolution' dans le canal de Sicile, surveillance hydrologique 'd'opportunité' dans le sud levantin
- analyse de l'altimétrie et de l'imagerie (thermique, visible)
- suivi lagrangien : suivi de flotteurs largués régulièrement (tous les 1-2 mois)   proximité de Tunis, suivi de flotteurs et de 5 profileurs PROVORs largués lors deux campagnes (2004 et 2005)   proximité de la frontière libyo-égyptienne,
- analyse comparative des données lagrangiennes (position et hydrologie) avec les simulations de MED16 et des analyses PSY2.

2.1 Surveillance hydrologique (voir détails au point 5, ou dans la proposition EGYPT-P/BOMOMO)

Canal de Sicile : nous proposons de conduire une surveillance hydrologique de la radiale 'Cap Bon - Marsala'. Deux navires océanographiques sont disponibles : Le N/O Hannibal de l'INSTM et le navire de la station de Mazzara del Vallo, ainsi, ponctuellement, que le N/O Urania. Compte tenu de la contrainte 'eaux territoriales', la seule solution envisageable est une synchronisation aussi étroite que possible des sorties des bateaux tunisien et italiens. La fréquence programm e d'ores et déjà pour 2004 par l'INSTM est de 2 sorties mensuelles, et devrait être prolongée sur 2005.

Sous-bassin Levantin (avec un effort particulier pour la partie sud) : nous ferons de l'hydrologie « d'opportunité » avec des XBTs en valorisant des transits, et nous pourrions disposer des radiales VOS/XBT MFSTEP dans cette zone à partir de septembre 2004. En collaboration avec nos collègues Egyptiens du NIOF et de l'AUDO (Alexandrie) nous essayons de mettre en place un programme de sorties régulières.

2.2 Altimétrie et imageries satellitaires (voir détails dans la proposition EGYPT-P/BOMOMO)

Les données de télédétection ont une importance fondamentale car elles fournissent une vue synoptique de la circulation avec la bonne résolution spatiale et temporelle. Nous avons plusieurs sources pour les images thermiques NOAA/AVHRR : le LOB (via le SATMOS / CNRS / Météo-France), l'OGS (où l'imagerie visible est également traitée) et l'INSTM (via le CNTS à Tunis). Dans le cadre du programme Coastwatch (ESA / GMES) ACRI nous permettra d'obtenir les images thermiques (NOAA / AVHRR) et visibles (MODIS et MERIS) à ~1 km en temps quasi réel de façon routinière également. Les archives ainsi constituées permettront d'une part de situer les données hydrologiques et lagrangiennes par rapport aux phénomènes existants, et d'autre part de comparer la circulation de surface qui en est déduite avec les analyses de PSY2. De plus, l'analyse conjointe des images et des prévisions PSY2 dans les quelques jours précédant une sortie hydrologique du N/O Hannibal nous permettra d'affiner la stratégie de largage des flotteurs en ce qui concerne la Tunisie.

IFM Hambourg fournira une analyse des données altimétriques JASON / ENVISAT couvrant plus particulièrement le canal de Sicile et l'ouest ionien. Les cartes analysées (produits AVISO) seront également utilisées sur l'ensemble du bassin oriental.

2.3 Suivi lagrangien

A cette date, nous pensons raisonnablement pouvoir disposer d'une trentaine de flotteurs : 9 OGS, 5 INSTM (assurés), et 20 qui seraient acquis par le PATOM (EGYPT-P/BOMOMO), et nous demandons 5 profileurs PROVORs pour 2004 et 5 pour 2005.

Canal de Sicile : nous profiterons des sorties régulières du N/O Hannibal dans le canal de Sicile pour larguer des flotteurs positionnés par ARGOS, qui permettront de préciser la circulation superficielle, non seulement dans le canal de Sicile mais aussi dans l'ensemble du sous-bassin Ionien.

Stratégie de largage : la stratégie qui nous paraît la plus convaincante (pour optimiser le rapport qualité / prix, c'est-à-dire information attendue / nombre de flotteurs largués par largage et espacement - nombre de largages), serait de les larguer sur la route retour du N/O Hannibal pour optimiser les points de largage en fonction de la dynamique déduite de l'hydrologie (courant géostrophique) lors de la route aller. La mise en œuvre des flotteurs sera assurée par l'INSTM.

Sous-bassin Levantin : Nous (LOB+ OGS) embarquerions avec nos collègues égyptiens du NIOF pour larguer les flotteurs et les PROVORs que nous leur aurions expédiés.

Stratégie de largage. L'objectif serait de larguer un maximum de flotteurs en une seule fois (pour définir au mieux une structure et éviter de répéter des transits importants), le long d'une radiale perpendiculaire à la côte en amont d'une -ou dans- une instabilité. La répartition des flotteurs entre 2004 et 2005 pourra se faire notamment en fonction du résultat du projet ONR (cf point 5, et annexe 3) et du temps bateau obtenu (demande de campagne EGYPT-1, demandes de financement de temps bateau égyptien), donc de la possibilité de faire de l'hydrologie. Cinq PROVORs seront mis en œuvre dès 2004, en particulier pour couvrir le TOP de MFSTEP, puis 5 autres en 2005. La stratégie de largage est fonction de celle adoptée pour MFSTEP/MEDARGO, qui n'est pas encore connue au moment de la rédaction de cette demande.

2.4 Analyse comparative données-modèles

Cette analyse porte sur l'utilisation de méthodes relativement standard (déjà implémentées et utilisées par les proposants ; cf publications) pour analyser comparativement des données de trajectoires lagrangiennes réelles et simulées et des cartes d'anomalies de température et salinité obtenues à partir de données et de simulations. Ces travaux se dérouleront pendant toute la durée du projet EGYPT-MC.

Données lagrangiennes de surface et de subsurface : Cela concerne les données acquises en surface dans le canal de Sicile (y compris la base de données lagrangiennes de P. Poulain) et dans le sous-bassin Levantin, plus les données des profileurs dans le sous-bassin levantin. Une base de données de trajectoires lagrangiennes sera constituée à

partir des simulations MED16 et des analyses PSY2 pour analyse comparative de ces trajectoires. Un travail spécifique sur la « turbulence » à partir des données de flotteurs de surface sera également réalisé.

Données hydrologiques des profileurs : Cela concerne la création des cartes d'anomalies de température et salinité à partir des données des flotteurs profileurs PROVORs et des simulations MED16 et des analyses PSY2 pour une analyse comparative.

NB : Les études utilisant les données des profileurs seront optimales en 2005 lorsqu'il y aura une dizaine de PROVORs déployés. Par ailleurs elles ne pourront pas être exhaustives, dans la mesure où le projet se terminera (fin 2005) avant la fin de durée de vie des PROVOR (~2 ans).

3. Références bibliographiques de l'équipe (sur le sujet de la demande)

- Afanasyev, Y. D.; Kostianoy, A. G.; Zatsepin, A. G. and P.-M. Poulain (2002) Analysis of velocity field in the eastern Black Sea from satellite data during the Black Sea '99 experiment, *J. Geophys. Res.* 10, C8, 13-1- 13-8.
- Alhammoud B., K. Béranger, L. Mortier, M. Crépon, and I. Dekeyser, 2003. Surface circulation of the Levantine Basin: comparison of model results with observations, *Progress in Oceanography*, accepted.
- Béranger K., L. Mortier, M. Crépon, 2003b. Seasonal variability of transports through the Gibraltar, Sicily and Corsica straits from a high resolution Mediterranean model, *Progress in Oceanography*, accepted.
- Béranger K., L. Mortier, L. Gervasio, G.P. Gasparini, M. Astraldi, M. Crépon, 2003a. The surface circulation dynamics of the Sicily strait: a comprehensive study from the observations to the models, the role of the topography, *Deep Sea Research II*, accepted.
- Boukthir, M., Barnier, B., 2000. Seasonal and inter-annual variations in the surface freshwater flux in the Mediterranean Sea from the ECMWF re-analysis project. *Journal of Marine Systems* 24, 343-354.
- Candela J., Mazzola S., Sammari C., Limeburner R., Lozano C. J., Patti B., Bonnano A. The "mad sea" phenomenon in the Strait of Sicily, *J. Phys. Oceanogr.*, 1999, vol. 29, no 9, pp. 2210 – 2231
- Castellari, S., A. Griffa, T. Ozgokmen and P.-M. Poulain (2001) Prediction of particle trajectories in the Adriatic Sea using Lagrangian data assimilation, *Journal of Marine Systems*, 29, 33-50.
- CIESM, 2002. Tracking long-term hydrological change in the Mediterranean Sea. CIESM Workshop Series, n°16, 134 pages, Monaco. www.ciesm.org/publications/Monaco02.pdf
- Echevin V., L. Mortier & M. Crépon, 2002. Interaction of a coastal current with a gulf: application to the shelf circulation of the Gulf of Lions in the Mediterranean Sea. *J. Phys. Oceanogr.*, accepted.
- Falco, P., A. Griffa, P.-M. Poulain and E. Zambianchi (2000) Transport properties in the Adriatic Sea as deduced from drifter data, *Journal of Physical Oceanography*, 30, 2055-2071.
- Font J., C. Millot, J. Salas, A. Julia, and O. Chic, 1998. The drift of Modified Atlantic Water from the Alboran Sea to the eastern Mediterranean. *Sci. Mar.*, 62, 3, 211-216.
- Fuda, J.L., Millot, C., Taupier-Letage, I., Send, U., Bocognano, J.M., 2000. XBT monitoring of a meridian section across the western Mediterranean Sea. *Deep-Sea Research I* 47, 2191-2218.
- Gervasio L., L. Mortier and M. Crépon, 2002. The Sicily Strait dynamics: A sensitivity study with a high resolution numerical model. *Proceeding of the 2nd Meeting on the Physical Oceanography of Sea Straits*, Villefranche, 15th-19th April 2002.
- Griffa A., L.I. Piterbarg and T.M. Ozgokmen, 2004. Predictability of Lagrangian particle trajectories: effects of uncertainty in the underlying Eulerian flow, *J. Mar. Res.*, in press.
- Hamad N., C. Millot and I. Taupier-Letage, 2002. The surface circulation in the eastern basin of the Mediterranean Sea: new elements. *Proceedings of the Ankara Conference*, October 2002, in press.
- Hamad N., C. Millot and I. Taupier-Letage, 2003. The surface circulation in the eastern basin of the Mediterranean Sea as inferred from infrared images. *Progress in Oceanogr.*, accepted.
- Harzallah A., Rocha de Aragao J. O., R. Sadourny, 1996. Interannual rainfall variability in north-east Brazil : observation and model simulation. *Int. j. climatol.*, 1996, vol. 16, no 8, pp. 861 – 878.
- Harzallah A., Sadourny R., 1997. Observed lead-lag relationships between Indian summer monsoon and some meteorological variables, *Clim. dyn.*, 1997, vol. 13, no 9, pp. 635 - 648
- Harzallah A., Chapelle A., 2002. Contribution of climate variability to occurrences of anoxic crises 'malaïgues' in the Thau lagoon (southern France), *Oceanol. acta.*, 2002, vol. 25, no 2, pp. 79 - 86
- Herbaut C., F. Codron and M. Crépon, 1998. Separation of a coastal current at a strait level: Case of the Strait of Sicily. *J. Phys. Oceanogr.*, 28, 1346-1362. 1998.
- Janicot S., Harzallah A., Fontaine B., Moron V., 1998. West African monsoon dynamics and Eastern Equatorial Atlantic and Pacific SST anomalies (1970-88), *J. clim.*, 1998, vol. 11, no 8, pp. 1874 - 1882
- Kovacevic, V., M. Gacic and P.-M. Poulain (1999) Eulerian current measurements in the Strait of Otranto and in the

Southern Adriatic, *Journal of Marine Systems*, 20, 255-278.

- Le Vourch, J., Millot, C., Castagné, N., Le Borgne, P., & Olry, J.P. (1992). Atlas of thermal fronts of the Mediterranean Sea derived from satellite imagery. *Mémoires de l'institut Océanographique, Monaco*, 16.
- Millot, C., 1987. Circulation in the Western Mediterranean Sea. *Oceanologica Acta* 10, 143-149.
- McClean, J. L., P.-M. Poulain, J. W. Pelton and M. Maltrud (2002) Eulerian and Lagrangian statistics from surface drifters and a high-resolution POP simulation in the North Atlantic. *J. Phys. Oceanogr.*, 32, 2472-2491.
- Mauri, E. and P.-M. Poulain (2001) Northern Adriatic Sea surface circulation and temperature/pigment fields in September and October 1997, *Journal of Marine Systems*, 29, 51-67.
- Maurizi, A., A. Griffa, P.-M. Poulain and F. Tampieri (2004) Lagrangian turbulence in the Adriatic Sea as computed from drifter data: Effects of inhomogeneity and nonstationarity, *Journal of Geophysical Research*, accepted
- Millot C., 1991. Mesoscale and seasonal variabilities of the circulation in the western Mediterranean. *Dynamics of Atmospheres and Oceans*, 15, 179-214.
- Millot, C., 1992. Are there major differences between the largest Mediterranean Seas? A preliminary investigation. *Bull. Inst. Oceanogr. Monaco*, 3-25.
- Millot, C., 1999. Circulation in the western Mediterranean Sea. *Journal of Marine Systems* 20, 423-442.
- Millot C. and I. Taupier-Letage, 2004. Additional evidence of LIW entrainment across the Algerian Basin by mesoscale eddies and not by a permanent westward-flowing vein. *Progress in Oceanography*, *in press*.
- Molcard A., L. Gervasio, A. Griffa, G.P. Gasparini, L. Mortier, T.Ozgokmen, 2002a. Numerical investigation of the Sicily Channel dynamics: density currents and water mass advection, *Journal of Marine Systems*, 36 (3-4), 219-238.
- Molcard A., A.Griffa, L.Gervasio, 2002b. Numerical investigation on the effects of direct wind forcing on the surface circulation in the Sicily Channel: eulerian and lagrangian statistics. *Ann. Isti. Nav.*, LXVI, 21-48
- Obaton D., C. Millot, G. Chabert D'Hières and I. Taupier-Letage, 2000. The Algerian Current: comparisons between in situ and laboratory measurements. *Deep-Sea Res.*, I 47, 2159-2190.
- Ponte A., 04/2003-06/2003. Théorie linéaire de la circulation dans un détroit large. Application au Détroit de Sicile. Stage d'option, Ecole Polytechnique.
- Poulain, P.-M. (1999) Drifter observations of surface circulation in the Adriatic Sea between December 1994 and March 1996, *Journal of Marine Systems*, 20, 231-253.
- Poulain, P.-M. (2001) Adriatic Sea Surface Circulation as derived from drifter data between 1990 and 1999, *Journal of Marine Systems*, 29, 3-32.
- Poulain, P.-M., E. Mauri and L. Ursella (2004) Unusual upwelling event and current reversal off the Italian Adriatic coast in summer 2003. *Geophysical Research Letters*, Vol. 31, L05303, doi:10.1029/2003GL019121
- Poulain, P.-M. and P. Zanasca (1999) Lagrangian measurements of surface currents in the northern and middle Adriatic Sea, *The Adriatic Sea*, T. S. Hopkins et al., eds., Ecosystem Research Report No. 32, EUR18834, European Commission, Brussels, 107-115.
- Puillat I., I.Taupier-Letage and C. Millot. Algerian eddies lifetimes can near 3 years, 2002. *Journal of Marine Syst.*, 31, 4, 245-259.
- Ruiz S., J. Font, M.Emelianov, J. Isern-Fontanet, C. Millot and I. Taupier-Letage, 2002. Deep structure of an open sea eddy in the Algerian Basin. *J. Mar. Sys.*, 33-34, 179-195.
- Salas J., C. Millot, J. Font and E. García-Ladona, 2002. Analysis of mesoscale phenomena in the Algerian Basin observed with drifting buoys and infrared images. *Deep-Sea Res.*, 49, 2, 245-266.
- Sammari C., Millot, C., Taupier-Letage, I., Stefani, A., Brahim, M., 1999. Hydrological characteristics in the Tunisia-Sardinia-Sicily area during spring 1995. *Deep-Sea Research I* 46, 1671-1703.
- Sammari C. and C. Millot, 2000. Hydrological variability in the Channel of Sicily. In « The Eastern Mediterranean climatic transient : its origin, evolution and impact on the ecosystem », *CIESM Workshop Series n°10*, 65-69.
- Sammari C., Millot, C., Prieur L., 1995. Aspects of the seasonal and mesoscale variabilities of the northern current in the western Mediterranean Sea inferred from the PROLIG-2 and PROS-6 experiments, *Deep-Sea Res.*, Part I, 42, no 6 , 893-917.
- Skarsoulis E., Send U., Piperakis G. & P. Testor : Acoustic thermometry of the western Mediterranean Basin, *J. Acous. Soc. Amer.*, submitted.
- Veneziani M., A. Griffa, A.M. Reynolds and A.J. Mariano, 2004. Oceanic turbulence and stochastic models from subsurface Lagrangian data for the North-West Atlantic Ocean. *J. Phys. Oceanogr.*, *in press*
- Zatsepin A. G., A. I. Ginzburg, A. G. Kostianoy, V. V. Kremenetskiy, V. G. Krivosheya, S. V. Stanichny and P.-M. Poulain (2003) Observations of Black Sea mesoscale eddies and associated horizontal mixing, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 108, C8, 3246, doi:10.1029/2002JC001390.

MOYENS DONT DISPOSE LE PROPOSANT ET QUI SERONT AFFECTÉS À LA RÉALISATION DU PROJET

1. Chercheurs et ingénieurs impliqués, et unités de rattachement (établir une liste nominative avec indication précise du rôle de chacun et du pourcentage de temps qu'il consacrerà au projet.

No	Laboratoire	Fonction	2004	2005
Isabelle TAUPIER-LETAGE	LOB CR1 CNRS	Gestion du projet ; Imagerie satellitaire, comparaison avec données lagrangiennes, hydrologie	60%*	60%*
Claude MILLOT	LOB DR2 CNRS	Largage et analyse données lagrangiennes, comparaison avec l'imagerie satellitaire, hydrologie	80%*	80%*
Gilles ROUGIER	LOB IE CNRS	Combinaison observations satellitaires et in situ	10%	30%*
Laurence Le HENRY	LOB Élève ISITV	Inventaire et analyse des observations <i>in situ</i> disponibles dans le bassin oriental (2000-présent)	3 mois stage	
Anne PETRENKO	LOB/COM MC1	Courant de bord	Expert	Expert
Laurent MORTIER	LODYC MC1 ENSTA	Modèle numérique ; simulations lagrangiennes dans MED16 et PSY2 ; analyse MED16/données	30%	30%
X**	ENSTA MC2 ENSTA	Analyse MED16/PSY2/données		30%
Karine BERANGER	ENSTA Postdoc***	Modèle numérique ; Analyse MED16/PSY2/données	30%	30%
Bahjat ALHAMMOUD	LODYC Thésitif	Modèle numérique ; Analyse MED16/données	50%	
Chérif SAMMARI	INSTM MC1	Responsable projet Hydrologie ; largage et analyse données lagrangiennes	30%	30%
Ali HARZALLAH	INSTM MC1	Modèle numérique régional ; Analyse PSY2	30%	30%
Mouldi BRAHIM	INSTM IR1	Conduite radiales hydrologie ; Largage bouées	30%	30%
Ayda GHARBI	INSTM Thésitive	Modélisation régionale Imagerie/trajectoires	100 %	100%
Pierre POULAIN	OGS Equiv DR1	Largage PROVORS et validation, Analyse données lagrangiennes, imagerie satellitaire	20%	20%
Mohammed SAID	NIOF Equiv. DR	Hydrologie, largage et analyse bouées dérivantes, sous-bassin Levantin	30%	30%
Detlef QUADFASEL	IFM Hambourg Equiv. DR1	Analyse données altimétriques	10%	10%
Pierre TESTOR	IFM Kiel Postdoc	Analyse données hydrologiques profileurs	30%	30%
Gian Pietro. GASPARINI	ISMAR-SP-CNR Equiv. DR1	Hydrologie	Expert	
Anne MOLCARD	RSMAS (coll. ISMAR-SP-CNR) Assistant scientist	Statistique lagrangienne	10%	10%
Anna-Lisa GRIFFA	ISMAR-SP-CNR Equiv. DR2		10%	10%
Salvo MAZZOLA	SO Mazzara Equiv.CR1	Hydrologie	Expert	

* : Les % affichés pour le LOB/Antenne de Toulon représentent leur engagement dans les différentes actions du programme EGYPT, qui ne sont pas dissociables.

** : Un enseignant-chercheur océanographe sera recruté à l'ENSTA en octobre 2004 (concours en mai 2004).

*** : L'ENSTA dispose du financement de 18 mois du salaire de K. Béranger (convention DGA).

N.B. 1 : certains pourcentages sont identiques à ceux de la demande PATOM EGYPT-P/BOMOMO, car il n'y a pas forcément de travail supplémentaire induit par EGYPT-MC.

N.B. 2: La quasi-totalité des proposants européens sont également impliqués dans le programme d'océanographie opérationnelle MFSTEP/MEDARGO et/ou MSFTEP/VOS-XBT (cf point 5.)

2. Equipement disponible pour la réalisation du projet (indiquer aussi les heures de calcul (IDRIS ou autre centre de calcul) nécessaires à la réalisation du projet).

- N/O Hannibal incluant CTD (SBE 911 +) et ADCP de coque FURONO (INSTM)
 - N/O Urania pour maintenance mouillage et complément radiale (ISMAR/CNR)
 - N/O de la station de Mazzara del Vallo pour complément radiale (Staz. Zool.)
 - 2 N/O du NIOF pour largage des bouées dérivantes et profileurs PROVORs et programme d'hydrologie (frais induits !)
 - 9 bouées dérivantes CODE dont 4 avec positionnement GPS (OGS)
 - 5 bouées dérivantes (INSTM). *Positionnement ARGOS financé a priori dans le contrat global (EGYPT-P/BOMOMO)*
 - Heures de calcul sur NEC-SX5 de l'IDRIS : Allocation 040227 « Fonctionnement de la Méditerranée : Circulation et Écosystème » (LODYC)
 - Altimétrie et Imageries satellitaires (LOB, INSTM, OGS, IFM)
 - Réseaux locaux des laboratoires
- Un maximum de 20 bouées dérivantes + drogues (positionnement ARGOS financé a priori dans le contrat global) devrait être acquis par le PATOM (projet EGYPT-P/BOMOMO).

DEMANDE BUDGETAIRE

Nous faisons l'hypothèse que l'achat des flotteurs lagrangiens de surface est couvert par le PATOM (projet EGYPT-P/BOMOMO) et que leur localisation ARGOS peut être prise en charge par le contrat global pour l'établissement de cette demande budgétaire (cf point 5).

1. Fonctionnement (A détailler et justifier):

- Localisation ARGOS des PROVORs: En considérant des cycles de 5 jours (norme de MEDARGO), les 10 flotteurs devraient représenter 2 ptt-ans de transmission ARGOS, c-a-d de l'ordre de 4000 €/an. Comme l'autonomie est de plus de 100 cycles par flotteur, il vivront peut-être pendant deux ans.
5 PROVORs en 2004: 4 000 €, 10 PROVORs en 2005: 8 000 € (*pris sur contrat global?*)

- Navire océanographique du NIOF (30m) pour hydrologie et largage des profileurs dans le sud Levantin :
5 jours * 800 USD * 2 (2004 et 2005 pour les 2 lots de PROVORs) = 8000 USD = **6.5 k€**

- Transports (nous utiliserons la cellule logistique de l'INS2P3) :

- o 5 PROVORs de Brest-Trieste et Trieste-Egypte *2 expéditions (2004 et 2005): 2500 €
- o flotteurs : Toulon-Tunis et Toulon-Egypte *2 expéditions (2004 et 2005): 1800 €
- o Total : **4.3 k€**

- Frais de publication, nécessités par l'utilisation obligatoire prévisible de planches couleur pour la superposition images-flotteurs lagrangiens, notamment) : **2.5 k€** (en 2005)

2. Missions (A détailler et justifier):

- Missions pour le déploiement :

- o des bouées dérivantes dans le sud Levantin+ CTD : 1 mission Toulon-Alexandrie*2 (2004 et 2005) : 1600 € (LOB)
- o des profileurs PROVORs dans le sud Levantin : 1 mission Trieste-Alexandrie*2 (2004 et 2005) : 1600 € (OGS)
- o des bouées dérivantes OGS dans le Canal de Sicile : 1 mission Trieste-Tunis: 800 € (OGS)

- Une mission est prévue pour chaque institution pour chaque aspect pour une réunion de projet, à Paris *a priori*, dans le 2^{ème} semestre 2005, soit :

2 missions Toulon-Paris : 1100 € (LOB)
1 mission Tunis-Paris : 800 € (INSTM)
1 mission La Spezia-Paris : 600 € (ISMAR-CNR)
2 missions Kiel -Paris : 1200 € (IFM)
1 mission Trieste-Paris : 600 € (OGS)
1 mission Alexandrie-Paris : 900 € (NIOF)

- 2 missions (1 repr. Obs. in situ et 1 repr. Modélisation) pour assister aux réunions annuelles GMMC *2 (fin 2004 et fin 2005): 2400 €

- Les missions suivantes sont relatives au travail spécifique de chaque équipe :

2 missions Paris-Toulon et Toulon-Paris : pour la confrontation données – simulations : 1000 € (LOB, LODYC)
1 mission La Spezia-Paris pour la confrontation des résultats de modélisation: 600 € (LODYC -ISMAR)
1 mission Kiel-Paris pour la confrontation des résultats de modélisation: 600 € (LODYC -IFM)
2 missions Toulon -Tunis et 1 mission Trieste-Tunis pour la confrontation des outils, des méthodes et des analyses des trajectoires et des images: 2500 € (LOB, OGS, INSTM)

Dans la mesure du possible nous essaierons d'utiliser les moyens de vidéo-conférence du CNRS (non chiffrés)

3. Equipements (A détailler et justifier):

- Profileurs PROVORs : **5 pour 2004, 5 pour 2005 (non comptabilisés)**

- XBTs : **pour la valorisation potentielle de transits au cours de la campagne EGYPT-1, et/ou avec le navire du NIOF : 4 caisses de T7 (non comptabilisées)**

4. Total général des crédits demandés (HT): 28 k€

Tableau récapitulatif :

BUDGETS	Année 1 (2004)	Année 2 (2005)
Fonctionnement	5 400 €	7 900 €
<i>Coûts ARGOS non comptabilisés</i>	<i>4 000 € pour les 5 PROVORs contrat global ?</i>	<i>8000 € pour les 10 PROVORs contrat global ?</i>
Missions	5 150 €	9 550 €
Équipements	<i>5 PROVORs + 24 XBTs T7 non comptabilisés</i>	<i>5 PROVORs+ 24 XBTs T7 non comptabilisés</i>
Totaux annuels	10 550 €	17 450 €
Total	28 000 € (+ 10 PROVORs/loc. ARGOS + 48 XBTs T7)	

5. Autres financements attribués ou demandés qui concourent à la réalisation des mêmes objectifs que la proposition (mentionner notamment le soutien via les programmes nationaux et les programmes Européens dont MERSEA)

○ **Projet PATOM (AO fin 2003) EGYPT-P/BOMOMO (cf Annexe 1)**

Le dossier complet est accessible en ligne sur : <http://lobtln.chez.tiscali.fr/> .

D'après les informations que nous avons eues à l'issue du CS du PATOM, le budget serait alloué pour couvrir l'achat des flotteurs (en grande partie), et leur localisation ARGOS pourrait être prise en charge par le contrat global. Les frais liés à leur mise en œuvre ne sont donc pas couverts, en particulier. Nous ne connaissons pas la répartition sur les 18 mois de durée annoncés.

○ **Convention DGA/ENSTA**

Une convention entre la DGA et les écoles d'ingénieurs sous tutelle du Ministère de la Défense permet à l'ENSTA de bénéficier du financement de 18 mois de salaire (K. Béranger *a priori*). Cette convention porte principalement sur l'évaluation à l'aide des simulations MED16 de l'intérêt des données hydrologiques obtenues à partir de gliders. Les méthodes envisagées sont similaires à celles proposées ici.

Projets/programmes sur lesquels EGYPT-MC va s'appuyer :

○ **Demande de campagne pour quelques jours de Suroît en 2005 : campagne EGYPT-1 (cf Annexe 2)**

Le dossier est accessible en ligne sur : <http://lobtln.chez.tiscali.fr/> . Il a été soumis au CS du PATOM.

Cette demande concerne du temps pour la mise en place d'un réseau de mouillages de courantométrie devant l'Égypte, l'objectif étant de l'y laisser pour une durée de 2 ans, durée rendue nécessaire par la faible vitesse de propagation (max 3 km/j) des tourbillons Libyo-Egyptiens. Nous disposerons donc, pour valider les trajectoires des PROVORs qui traverseront le réseau, de données acquises sur toute la colonne d'eau de courant, plus, en certains points, de température et de salinité. Nous disposons en effet de 4 CTD autonomes, les courantomètres (matériel LOB, ICM/Barcelone, AUDO+NIOF/Alexandrie) sont équipés de capteurs de température ainsi que, pour certains, de conductivité, et nous avons demandé le prêt au parc national INSU de chaînes de thermistances et de capteurs supplémentaires de température (WADAR). Ces données ne seront disponibles qu'en 2007 et ne conviennent pas à une validation opérationnelle, elles n'ont donc pas été mentionnées plus haut dans le texte.

Si notre demande était acceptée sur un transit (la zone des mouillages est à l'est de la zone de largage, située près de la frontière Libyo-Egyptienne, cf image Annexe 2 ; il faut donc du temps pour faire la route), nous essayerions alors de réaliser la mise à l'eau des PROVORs de 2005, ainsi que celle des flotteurs de surface, et ferions l'acquisition de radiales XBTs (nous ferons quelques stations CTD pendant les nuits, mais la durée demandée ne nous permet pas d'envisager de faire des radiales CTD). D'un point de vue financier l'affrètement du bateau du NIOF ne serait alors plus nécessaire pour 2005 (mais il reste le seul moyen de pouvoir effectuer des radiales CTD).

Nous avons demandé par ailleurs des frais de mission pour EGYPT-1 (demande de soutien aux campagnes INSU), qui, s'ils étaient attribués, permettraient de limiter les frais de mission pour le largage des flotteurs à 1 mission pour l'OGS (PROVORs) pour 2005.

- **MFSTEP/MEDARGO**

MEDARGO a 20 flotteurs a disposition pour couvrir la Méditerranée à partir de septembre 2004. Une partie sera déployée dans le bassin oriental. La stratégie de déploiement MEDARGO, dont celle d'EGYPT-MC pourrait dépendre, n'est pas encore fixée à la date de rédaction de ce document.

- **MFSTEP/VOS-XBT:**

Dans le cadre du projet européen MFSTEP, quelques radiales VOS-XBT concernent les zones auxquelles nous nous intéressons : Sète - Tunis (suivie par le LOB) ainsi que Istanbul - Alexandrie et Chypre – Alexandrie. Malheureusement, et malgré nos efforts envers les responsables du projet, aucune mesure ne sera effectuée dans les eaux nationales (là où l'essentiel de la circulation se fait d'après nous) par crainte de problèmes diplomatiques (et malgré l'intérêt manifesté par nos collègues Tunisiens et Egyptiens en particulier !).

- **Programme de surveillance hydrologique dans le Canal de Sicile (INSTM) :**

Le N/O Hannibal couvrira la radiale du Cap Bon en direction de Marsala jusqu'aux eaux territoriales italiennes (~ 30 milles) en prenant soin d'échantillonner avec un pas relativement fin (~2 milles) et en débutant très près de la côte tunisienne. La programmation du N/O Hannibal sera faite sur la base d'une sortie 2 fois par mois à partir de juin 2004. La programmation pour 2005 sera très probablement faite sur la même base. Cette périodicité est rendue nécessaire par notre objectif de décrire les différentes veines de courant d'une manière qui soit statistiquement significative. Le rythme d'une sortie tous les 1 ou 2 mois tenu en 2003 sera maintenu jusqu'en mi-2004. Signalons enfin que le N/O Hannibal est équipé d'un ADCP de coque Furuno. Même si actuellement les données de cet appareil ne sont pas exploitables, l'INSTM devrait pouvoir activer la chaîne de traitement de ces données qui seront alors bien évidemment incluses dans les analyses que nous conduirons.

- **Programme de surveillance hydrologique dans le Canal de Sicile (ISMAR) :**

Le N/O Urania est régulièrement utilisé par l'ISMAR - CNR de la Spezia qui maintient 2 mouillages courantométriques dans les 2 chenaux profonds du seuil. A l'occasion de la maintenance de ces mouillages (2 fois en 2004 si les mouillages sont maintenus), nos collègues essaieront de se coordonner avec les sorties du N/O Hannibal pour assurer le complément des radiales jusqu'en Sicile à la place du navire de Mazzara.

- **Programme de surveillance hydrologique dans le Canal de Sicile (SO Mazzara)**

La programmation du navire de station de Mazzara étant assez souple, bien que fortement dépendante des conditions météorologiques, nos collègues italiens tenteront d'assurer le complément des radiales aux mêmes dates que le N/O Hannibal. Ce navire assurera le complément de la radiale jusqu'à Marsala, en doublant éventuellement quelques stations dans les eaux internationales.

- **Collaboration avec le NIOF (National Institute of Fisheries, Alexandrie)**

Des discussions sont en cours pour essayer d'élaborer un programme d'hydrologie régulier avec le NIOF. Les collègues Egyptiens, qui doivent eux aussi payer le temps bateau (2 bateaux de 31m donnés par le Japon et équipés d'une CTD), présenteront de leur côté une demande de financement. Ces bateaux représentent la meilleure opportunité de mise à l'eau pour les flotteurs et profileurs lagrangiens (compte-tenu des incertitudes sur le temps qui sera imparti pour EGYPT-1, et des dates de mises à disposition des budgets et/ou des PROVORs).

NB : une collaboration avec les collègues de l'AUDO (Alexandria University, Department of Oceanography) est également à l'étude, mais pour l'instant il n'y a pas d'élément concret.

- **MEDACCEUIL (Région PACA) :**

Une demande sera déposée cette année pour financer le séjour en France de 2 techniciens et/ou ingénieurs du NIOF (et/ou de l'AUDO) début 2005, afin de les former à l'élaboration des lignes de mouillage de courantométrie et à leur mise en œuvre (collaboration à la campagne EGYPT-1)

- **ONR / Currents in the Southeastern Mediterranean Sea**

P. Poulain a soumis une lettre d'intention à l'ONR (cf Annexe 3) pour la mise en œuvre de 40 flotteurs lagrangiens de surface entre 2005 et 2006, dont quelques uns pourraient être déployés dans le cadre d'EGYPT-MC.

- **TRANS-MED :**

Mi-juin 2004 un thermosalinomètre (TS) et une station météo devraient être installés à bord d'un ferry de la SNCM effectuant la ligne Marseille - Tunis environ 2-3 fois/mois (ainsi que la ligne Marseille-Alger ~1 fois/semaine). C'est une action animée par I. Taupier-Letage avec le soutien de la CIESM, www.ciesm.org. Des données hydrologiques de surface complémentaires seront donc disponibles dans la zone côtière de Tunis.

- **Valorisation de transits**

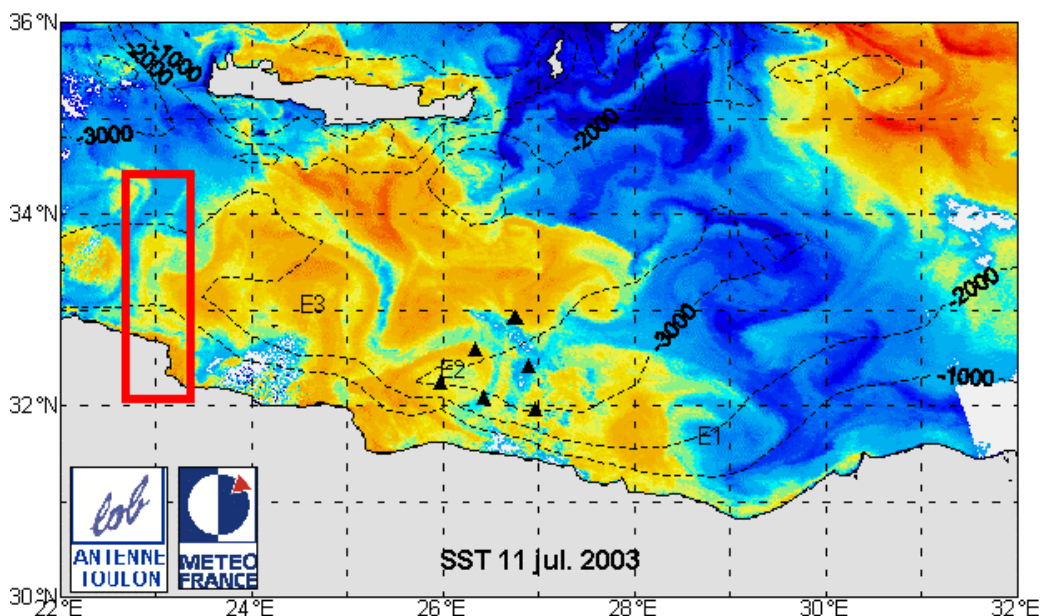
Des accords pour récupérer systématiquement les données acquises de TS et d'ADCP des navires transitant dans le bassin oriental sont déjà intervenus, et nous essayons de les valoriser par des radiales XBTs, comme ce fut le cas pour le transit du Beautemps-Beaupré en janvier 2004, et prévu pour celui du Marion Dufresne en mai 2004 (CORIOLIS, IFREMER, IPEV, IRD, SISMER, SHOM).

ANNEXE 2 :
Résumé de la demande de campagne EGYPT-1
(Eddies and Gyres Path Tracking, 1^e campagne)

L'équipe a proposé (Millot, 1987) de nouveaux schémas de la circulation dans le bassin occidental puis les a complétés et validés par plusieurs campagnes (e.g. ELISA en 97-98 ; Millot, 1999 ; Millot et Taupier-Letage, 2004). Elle avait souligné (Millot, 1992) que la circulation de l'eau de surface dans le bassin oriental était similaire (i.e. le long de la pente dans le sens direct avec une intense turbulence à moyenne échelle au sud). Malgré cela, le schéma de POEM qui fait pour l'instant autorité pour le bassin oriental décrit une circulation qui traverse le bassin et engendre des circuits récurrents, voire permanents.

L'analyse de 5 ans d'images satellitaires et leur confrontation avec les observations *in situ* disponibles nous ont permis de conforter nos hypothèses et de proposer (Hamad et al., 2004*) un schéma radicalement différent. La circulation le long de la pente (gyre) engendre dans la partie sud des tourbillons (eddies) anticycloniques ($\varnothing=50-250$ km) qui peuvent se propager jusqu'à 2-3 km/jour et durer jusqu'à 3 ans. Comme montré dans le sous-bassin algérien, ces tourbillons doivent s'étendre parfois jusqu'au fond (~3000 m), et être alors guidés par la topographie profonde (e.g. fosse d'Herodotus) vers le centre du sous-bassin, où ils sont piégés et interagissent jusqu'à la coalescence.

EGYPT, projet international auquel participent nos collègues Égyptiens, se propose de valider notre schéma avec la mise en place (EGYPT-1, 2005) de 6 mouillages (30-40 courantomètres, ~2 ans) et des données hydrologiques (campagne pluri-disciplinaire EGYPT-2, 2007), pour préciser i) la circulation aux niveaux superficiel, intermédiaire et profond, ii) la structure et les trajectoires des tourbillons, et iii) leur influence sur les phénomènes biologiques.



Triangles : positions des mouillages. E1-E2-E3 : tourbillons Libyo-Egyptiens. Bathymétrie en m.
(Le rectangle rouge représente la zone de déploiement privilégié des flotteurs lagrangiens dans le cadre d'EGYPT-P et EGYPT-MC)

ANNEXE 3 : Lettre d'intention pour l'ONR
CURRENTS IN THE SOUTHEASTERN MEDITERRANEAN SEA

P.I. : Pierre-Marie Poulain
Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale (OGS)
Borgo Grotta Gigante, 42/c 34010 Sgonico (Trieste), Italy
Phone: +39 040 2140 322 Fax: +39 0402140266 E-mail:
ppoulain@ogs.trieste.it

Scientific Objectives

The main goal on this project is to measure the surface currents in the southern areas of the Ionian and Levantine sub-basins of the Mediterranean Sea and to discriminate between the various circulation patterns published in the literature based on in-situ observations (CTD, XBT, AXBT and very few currentmeter time series), remote sensing data (SST, ocean color and sea surface topography) and models. It is proposed to use low-cost satellite-tracked drifters to measure the surface currents in the first meter of water. The monitoring of the circulation in the south of the western Mediterranean basin, with main focus on the eventual main eastward current trapped (or not) on the topographic slope, is planned for a full year in order to investigate any seasonal variability. The surface current observations will be interpreted in concert with the distribution of tracers (SST, ocean color, etc.) measured from satellites.

Relevant Background

The Mediterranean Sea can be viewed as an anti- (or negative) estuarine basin, in which Atlantic waters enter through the Strait of Gibraltar and move eastward in a near-surface layer (called Atlantic Water; AW) as far east as the Levantine sub-basin. There evaporation greatly exceeds precipitation and river runoffs. As a result, the salinity increases and convection occurs down to intermediate depths. The so-called Levantine Intermediate Water (LIW) is formed and flows typically westward in a sub-surface (200-300 m) layer where salinity is maximum, and finally exits at depth through Gibraltar, closing the overall thermohaline "conveyor belt" circulation.

Due principally to the lack of in-situ observations in the southern areas of the Ionian and Levantine sub-basins, there is a controversy on the main circulation patterns and in particular on the existence, location and characteristics of the main eastward-flowing currents that bring AW into the Levantine sub-basin. Another reason is that most people have not been confident enough in satellite-derived SST data. Political and logistical constraints are mostly responsible for the scarcity of in-situ observations in Libyan and Egyptian territorial waters. In-situ observations in the northern and central parts of the Ionian and Levantine sub-basins revealed major pathways of AW in the form of the Atlantic Ionian Stream in the Strait of Sicily, the Mid-Ionian jet in the Ionian (only present in the early 1990s) and the Mid-Mediterranean Jet in the Levantine sub-basin, separating anticyclonic vortices to the south (e.g., Mersa-Matruh and Shikmona) and cyclones to the north (e.g., the West Cyprus and Rhodes gyres). In contrast, recent analyses of SST measured from satellites and numerical simulations, show that the eastward transport of AW is in the form of a quasi-continuous slope current (called the Libyo-Egyptian Current) that follows the coast from the Strait of Sicily to the southeastern corner of the Levantine sub-basin (actually all around the basin). This current is markedly unstable and it generates numerous instability features (anticyclonic vortices/eddies) similarly to the situation in the Western Mediterranean basin (Algerian Current). According to these recent analyses, the mid-basin jets previously described have been confused with the northern limbs of the anticyclonic eddies that have not been completely sampled.

In conjunction with upcoming investigations proposed by French, Tunisian and Egyptian colleagues (including hydrographic surveys, moorings, surface drifters) we hereby propose a drifter experiment to elucidate the circulation patterns in the south of the Eastern Mediterranean basin.

Technical Details

A total of 40 CODE-type drifters are proposed to sample the circulation off the Tunisian, Libyan and Egyptian coasts for about a year (spring 2005 to winter 2006). Deployments will be conducted in groups of 5 drifters each season at two main locations: upstream off the Tunisian coast and close to the border between Libya and Egypt. The drifters will be tracked the Argos satellite system and will provide data on surface currents and SST.

Satellite images of SST (from the NOAA/AVHRR), chlorophyll concentrations and other bio-optical parameters (from

SeaWiFS and MODIS) will be downloaded and/or processed at OGS using the Terascan receiving and processing system, the SeaDAS and WIM softwares.

Our description of the surface currents will be two-fold: 1) Descriptive: Individual or composite satellite images will be combined with drifter tracks to show the spatial characteristics and the temporal evolution of major circulation features; 2) Statistical: The drifter data will be used to compute Eulerian and Lagrangian statistics, such as maps of mean circulation and eddy variability, maps of energy levels and residence time scales, Lagrangian integral scales, diffusivity, etc..

Connections to Other Programs

This project will be tightly connected to the French programs BOMOMO and EGYPT-1 planned for 2004-2007. These programs have objectives similar to ours and will include hydrographic surveys, observations from moorings and drifters, and remote sensing monitoring in the southern Ionian and Levantine sub-basins. Connections will be also made with the European MFSTEP and French MERCATOR forecasting systems. Together with the satellite images, their numerical simulations will help in planning the experiment (i.e., in deciding where to deploy the drifters) and in interpreting the results. Connection with NAVO is expected as some of the NAVO profiling floats might drift in the studied area. Since the PI is also the coordinator of the MFSTEP/MEDARGO project in which a total of 25 profiling floats will be deployed throughout the Mediterranean starting in fall 2004, a few of these floats can possibly be deployed along with the drifters. Thus, they could provide estimates of sub-surface currents and temperature-salinity profiles in the study area.

Navy Relevance

The description of the currents and water mass properties in the so-far poorly sampled southern Mediterranean in general, and in Tunisian, Libyan and Egyptian waters in particular, is without doubt of major importance for the U.S. Navy fleet operating in this politically critical part of the world. The drifter data, as well as the float data, will be available in near-real time and could be assimilated in Navy nowcast /forecast operational models.

Collaborations

Strong collaboration with French, Tunisian and Egyptian oceanographers through BOMOMO is a key element. The drifter deployments will be made as part of this approved project from research vessels and ships-of-opportunity. The interpretation of the results will be made on joint data sets (for example combining the BOMOMO and our drifter data) and collaborative papers are foreseen. As stated above some collaboration is planned with NAVO and with MFSTEP/MEDARGO (profiling floats in the Levantine sub-basin). Possible collaboration with Libyan oceanographers will be sought in order to deploy or recover/redeploy drifters in Libyan waters.

Budget

The P.I. will dedicate 3 months of labor in each fiscal year (covered by institutional funds). 3 months of a senior technician in each fiscal year are requested. A graduate student or PostDoc will work fulltime on this project (2 years of salary requested). The budget includes the purchase of 40 drifters, shipping and publication charges, the Argos tracking for a maximum of 6 months (we expect a typical life of 3 months), some miscellaneous consumables and a personal computer to process and archive the data. Some ship time is also included (4 days) as we might have to contribute to the costs to use Egyptian ships. Travel funds are requested at the level of 1 trip between Europe and the U.S. per year and 2 European trips per year for two persons.