

Direction des Programmes et de la Stratégie
Thème 6 : Circulation et écosystèmes marins : mécanismes, évolution et prévision
Programme PGF03 : Océanographie Côtière Opérationnelle
Direction des Opérations – Centre de Brest
Département Dynamiques de l'Environnement Côtier
Laboratoire Physique Hydrodynamique et Sédimentaire

Pascal LAZURE - Fabrice LECORNU - Nicolas LE FLOCH

Août 2006 – DOP/CB/DYNECO/PHYSED/2006-51 version 1.0
Référence DAJ : 06/2 210 259

PREVIMER

**Assimilation de données de température de surface de
la mer dans le modèle de façade Manche Atlantique**

et

**Opérationnalisation de modèles hydrodynamiques
régionaux**

Avis de marché 2006/S150-162271

Règlement de la consultation

Historique du document

| <i>Version</i> | <i>Date</i> | <i>Auteurs</i> | <i>Commentaires</i> |
|----------------|-------------|---------------------------------------|---------------------|
| 1.0 | 01/08/06 | P. Lazure, F. Lecornu, N. Le Floch | Document initial. |

| | | |
|--|--------------------------|---------------|
| <i>Auteurs</i> P. Lazure F. Lecornu N. Le Floch | <i>Date</i> : 01/08/2006 | <i>Visa</i> : |
| <i>Vérifié par</i> : Y.-H. De Roeck | <i>Date</i> : 01/08/2006 | <i>Visa</i> : |
| <i>Approuvé par</i> : J. Legrand | <i>Date</i> : 01/08/2006 | <i>Visa</i> : |

© Ifremer

Hormis les cas expressément prévus par le Code de la Propriété Intellectuelle au titre de l'article L.122-5 2° d'une part et de l'article L.122-5 3° d'autre part, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droits ou ayants cause est illicite (article L.122-4) » et qu'une telle représentation ou reproduction constitue un délit de contrefaçon sanctionné par deux ans d'emprisonnement et 150 000 euros d'amende. L'Ifremer se réserve le droit à réparation de tout préjudice subi.

© Ifremer

All rights reserved. No part of this work covered by the copyrights herein may be reproduced or copied in any form or by any means – electronic, graphic or mechanical, including photocopying, recording, taping or information and retrieval systems- without written permission.

sommaire

| | |
|---|-----------|
| 1. CONTEXTE DE L'APPEL D'OFFRES | 4 |
| 1.1. GENERALITES | 4 |
| 1.2. ALLOTISSEMENT | 5 |
| 1.3. FORME ET MODALITES DE REMISE DE L'OFFRE | 6 |
| 1.4. CONFIDENTIALITE | 7 |
| 2. ÉLÉMENTS ATTENDUS DANS L'OFFRE | 8 |
| 3. CRITERES DE CHOIX | 9 |
| 3.1. DEFINITIONS ET ORDRE D'IMPORTANCE | 9 |
| 3.1.1. <i>Critères pour les lots N°1 et N°2 par ordre décroissant</i> | 9 |
| 3.2. NOTATION ET PONDERATION DES CRITERES | 10 |
| 3.2.1. <i>Barème de notation</i> | 10 |
| 3.2.2. <i>Evaluation</i> | 11 |
| 3.2.3. <i>Choix final</i> | 11 |
| 4. CALENDRIER | 12 |
| 5. LOT 1 – ASSIMILATION DES DONNEES SST DANS LE MODELE DE FAÇADE MANCHE ATLANTIQUE | 13 |
| 5.1. OBJECTIF DES TRAVAUX DEMANDES | 13 |
| 5.2. SPECIFICATIONS DU LOT 1 | 14 |
| 5.2.1. <i>Tâche 1 - Prévisions de référence</i> | 14 |
| 5.2.2. <i>Tâche 2 - Ensemble de prévisions</i> | 14 |
| 5.2.3. <i>Tâche 3 - Assimilation de données</i> | 14 |
| 5.2.4. <i>Tâche 4 - Synthèse</i> | 15 |
| 5.2.5. <i>Tâche 5 – Cotation d'une mise en œuvre opérationnelle</i> | 15 |
| 5.3. EXIGENCES IFREMER | 15 |
| 5.3.1. <i>Propriété du travail réalisé</i> | 15 |
| 5.3.2. <i>Exigences relatives aux données et aux outils</i> | 15 |
| 5.4. ELEMENTS FOURNIS PAR L'IFREMER | 15 |
| 5.5. TACHES A REALISER ET ELEMENTS FOURNIS PAR LE CONTRACTANT | 17 |
| 5.6. REUNIONS D'AVANCEMENT | 18 |
| 5.7. PROTOCOLE DE RECETTE | 18 |
| 6. LOT 2 – MISE EN CONDITIONS OPERATIONNELLES DE MODELES REGIONAUX | 19 |
| 6.1. OBJECTIF DES TRAVAUX DEMANDES | 19 |
| 6.2. SPECIFICATIONS DU LOT 2 | 19 |
| 6.2.1. <i>Tâche 1 – Réalisation et mise en œuvre opérationnelle</i> | 19 |
| 6.2.2. <i>Tâche 2 – Calcul de trajectoires</i> | 20 |
| 6.2.3. <i>Tâche 3 – Comparaisons avec des données in-situ</i> | 20 |
| 6.2.4. <i>Option 1 de la tâche 3 – Campagne de validation des trajectoires</i> | 20 |
| 6.3. EXIGENCES IFREMER | 20 |
| 6.3.1. <i>Propriété du travail réalisé</i> | 20 |
| 6.3.2. <i>Exigences relatives aux données et aux outils</i> | 20 |
| 6.4. ELEMENTS FOURNIS PAR L'IFREMER | 21 |
| 6.5. TACHES A REALISER ET ELEMENTS FOURNIS PAR LE CONTRACTANT | 22 |
| 6.6. REUNIONS D'AVANCEMENT | 23 |
| 6.7. PROTOCOLE DE RECETTE | 23 |
| 7. TERMINOLOGIE ET SIGLES UTILISES | 24 |



1. Contexte de l'appel d'offres

1.1. Généralités

PREVIMER est un projet partenarial d'Océanographie Côtière Opérationnelle identifié au sein du Contrat de Plan État Région Bretagne qui a pour objectif de construire et mettre en ligne sur le site www.previmer.org un système d'informations et de prévisions multi échelles sur les façades métropolitaines Manche et Atlantique.

L'objectif du projet PREVIMER est d'acquérir les données in situ nécessaires aux modèles de prévisions côtières, de les archiver dans un centre de données d'océanographie côtière opérationnelle et de mettre en ligne sur le site www.previmer.org (ou indiquer les liens URL d'accès à) un ensemble de mesures et de résultats de modèles.

Il comprend dans un premier temps des démonstrateurs portant sur la circulation hydrodynamique, l'état de mer, la possibilité de suivi de traceurs passifs conservatifs ou non (en particulier d'origine microbiologique), l'état biogéochimique et la production primaire, la possibilité de brancher des systèmes d'alerte à partir de critères sur les paramètres produits.

Entièrement voué à la connaissance du domaine marin côtier, PREVIMER associe un volet « données in situ et de télédétection » à un volet modélisation pour permettre de réaliser des prévisions et des analyses de ces paramètres environnementaux.

Toutes ces prévisions sont basées sur des modèles hydrodynamiques allant de l'échelle de la façade (Atlantique et Manche) à l'échelle locale qui sont développés par l'équipe d'Ifremer Dyneco/Physed¹.

La connaissance des courants et de l'hydrologie à l'échelle de la façade est indispensable parce que de nombreuses questions se posent à cette échelle : transfert de polluants, recrutement de nombreuses espèces de poissons, développement de certaines espèces de plancton toxique, ... D'autre part, la connaissance de l'environnement à l'échelle de la façade est généralement indispensable pour la majorité des études à l'échelle locale, la baie ou l'estuaire.

Plusieurs résolutions sont envisagées pour les modèles de façade : une basse résolution (maille de l'ordre de 4km) et une haute résolution (maille inférieure à 1km).

Les modèles à basse résolution seront utilisés pour effectuer des rejeux sur plusieurs années de l'hydrodynamique des façades et pour évaluer l'efficacité des méthodes d'ensemble pour **l'assimilation séquentielle des données**.

¹ Département DYnamiques de l'Environnement CÔtier - Laboratoire Physique Hydrodynamique et SEDimentaire.

Les modèles à haute résolution seront utilisés pour la description de l'environnement physique en temps réel et en prévision et pour la fourniture de conditions aux limites pour les modèles locaux.

A la suite d'un sondage auprès de futurs utilisateurs, il est apparu un intérêt pour un **fonctionnement opérationnel des modèles régionaux 2D**. Les modèles concernés sont ceux du littoral Normand, de Bretagne Nord et du Bassin d'Arcachon.

Dans le cadre de ce projet PREVIMER, l'Ifremer souhaite lancer un appel à propositions d'actions qui vise à :

- 1) mettre en place l'assimilation des données de température de surface de la mer (SST) dans le modèle de façade Manche Atlantique ;
- 2) rendre opérationnel le fonctionnement des modèles régionaux 2D du littoral Normand, de la Bretagne Nord et du Bassin d'Arcachon.

Cette proposition d'actions n'inclut pas les aspects de visualisation et de présentation des résultats en temps réel des prévisions qui sont déjà mis en place dans le site www.previmer.org.

L'invitation porte sur deux lots définis ci-après.

1.2. Allotissement

On entend par FOURNITURE les deux lots suivants :

- **lot 1** : Mise en place de l'assimilation des données de température de surface de la mer (SST) dans le modèle de façade Manche Atlantique,
- **lot 2** : Mise en place des modèles régionaux 2D du littoral Normand, de la Bretagne Nord et du Bassin d'Arcachon pour un fonctionnement opérationnel.

Les spécifications de chaque lot sont décrites aux chapitres 5 et 6.

Le candidat peut répondre à un ou plusieurs lots sachant qu'une seule réponse sera retenue par lot.

1.3. Forme et modalités de remise de l'offre

Chaque offre, composée de 2 enveloppes, revêtira la forme suivante :

- Une enveloppe extérieure sur laquelle il sera fait mention : « *appel d'offres PREVIMER, ne pas ouvrir* »
- Une enveloppe intérieure, contenant l'offre technique et commerciale du candidat, sur laquelle seront indiqués « *appel d'offres PREVIMER* » ainsi que le nom du candidat. L'offre devra être fournie sur supports papier et électronique (CD-ROM).

Dans le cas où le candidat répond à plusieurs lots, il y aura autant d'enveloppes intérieures que de réponses à des lots. Le candidat devra préciser clairement notamment par une lettre de présentation de son offre le lot pour lequel il propose une réponse.

Les offres devront être envoyées ou remises à l'adresse suivante pour le **2 octobre 2006 12h** :

Ifremer
Centre de Brest
DAJ
A l'attention de Monsieur Nicolas Le Floch
BP 70
29280 Plouzané - France

La remise en mains propres de l'offre ne pourra se faire après le 2 octobre 2006 12H00, délai de rigueur. En outre, seule la date de réception de l'offre sera prise en compte. Toute offre parvenant après le 2 octobre 2006, 12h sera retournée en l'état au candidat qui l'aura émise.

Les questions éventuelles relatives au présent document pourront être posées à l'Ifremer du 4 au 29 septembre (date à partir de laquelle l'Ifremer pourra ne plus répondre aux questions) aux personnes mentionnées ci-dessous de préférence par e-mail :

Pour des questions d'ordre technique, à :

M. Pascal Lazure – Modélisateur

Téléphone : 02 98 22 43 41 - E-mail : Pascal.Lazure@ifremer.fr

M. Fabrice Lecornu – Chef de projet PREVIMER

Téléphone : 02 98 22 41 95 - E-mail : Fabrice.Lecornu@ifremer.fr

Pour des questions d'ordre juridique ou administratif, à :

M. Nicolas Le Floch – Juriste contrats

Téléphone : 02 98 22 49 43 - E-mail : Nicolas.Le.Floch@ifremer.fr

Les candidats pourront également, sur leur demande, rencontrer l'équipe projet entre le 4 et le 22 septembre 2006.



1.4. Confidentialité

Le candidat s'engage à ne pas utiliser les informations fournies par l'Ifremer pour un tout autre usage que cette invitation à remettre une offre. Le candidat s'engage à ne pas divulguer les informations et les documents transmis par l'Ifremer sans l'accord préalable et écrit de l'Ifremer. En cas de non sélection de l'offre du candidat par l'Ifremer, le candidat sera averti par écrit. Il s'engage à détruire les documents relatifs à cette procédure de consultation.



2. Éléments attendus dans l'offre

Le contenu de l'offre devra être présenté dans un dossier de 50 pages maximum.

En outre, le candidat fournira un résumé de sa proposition en 2 pages insistant sur les atouts de son offre.

L'Ifremer attend dans l'offre les éléments suivants :

1. une proposition répondant à un ou plusieurs lots,
2. la liste des documents associés à chaque lot, dont des références de l'équipe candidate,
3. le calendrier détaillé de la réalisation de chaque lot auquel le candidat répond. Le candidat prévoira des réunions d'avancement avec l'Ifremer,
4. le coût détaillé des tâches à effectuer pour chaque lot et notamment remplir le tableau ci-joint :

prix forfaitaires et fermes des lots à savoir :

| | |
|-----------------------------------|---------|
| Lot n°1 prix forfaitaire et ferme | € _____ |
| Lot n°2 prix forfaitaire et ferme | € _____ |

5. les conditions de paiement, étant précisé que les paiements de l'Ifremer seront échelonnées en fonction de la fourniture et la validation des livrables et que le montant maximal de l'avance susceptible d'être versée par l'Ifremer est fixé à 5% du montant forfaitaire contre la fourniture d'une garantie bancaire à première demande de restitution d'avance que l'Ifremer se réserve le droit de demander,
6. les CV de tous les membres de l'équipe projet mise en place pour la réalisation des travaux. Le candidat s'engage à ne pas remplacer ces membres pendant la durée du projet, sauf cas de force majeure. Dans ce cas, tout remplacement sera soumis à l'accord de l'Ifremer. Le candidat désignera dans sa réponse un responsable, chargé notamment d'organiser des réunions d'avancement de l'exécution des travaux avec l'Ifremer qui s'organisera pour répondre le plus efficacement possible aux demandes d'informations du candidat.



3. Critères de choix

3.1. Définitions et ordre d'importance

Les offres seront examinées par le Ifremer et classées selon les trois critères mentionnés dans l'avis de marché.

Il est entendu qu'au titre de condition de participation, réhibitoire en cas de réponse non conforme, que la réponse du candidat devra inclure un délai de fin d'exécution ne pouvant être postérieur au 14 décembre 2007, condition préalable d'engagement de l'Ifremer pour conclure le contrat.

Une fois cette condition vérifiée dans l'offre du candidat, l'Ifremer examinera les propositions selon les critères définis ci-après.

3.1.1. Critères pour les lots N°1 et N°2 par ordre décroissant

Critère n°1 - Adéquation aux besoins opérationnels du projet

Pour évaluer ce premier critère, l'Ifremer examinera le contenu de la proposition du candidat au regard des travaux demandés.

Critère n°2 – L'expérience professionnelle

Pour évaluer ce second critère, l'Ifremer examinera l'expérience des candidats dans les domaines concernés et évaluera l'aptitude à mener à bien les travaux demandés.

Critère n°3 – Prix de l'offre

Le prix de l'offre devra être ferme et forfaitaire jusqu'au 14 décembre 2007. Le prix sera évalué conformément à la formule visée ci-après.



3.2. Notation et pondération des critères

3.2.1. Barème de notation

Les propositions des candidats seront évaluées par l'Ifremer. Il y aura une notation pour chaque lot. Les notes maximales susceptibles d'être attribuées à chaque critère sont définies ci-après :

Pour les lots N°1 et N°2 :

| Critères | Note maximale |
|--|----------------------|
| 1 - Adéquation aux besoins opérationnels | 8 |
| 2 – Expérience professionnelle | 6 |
| 3 – Prix de l'offre | 6 |
| TOTAL | 20 |

3.2.2. Evaluation

En vue de l'attribution des notes définies ci-dessus, l'Ifremer retiendra pour les critères 1 et 2 la grille d'évaluation suivante dans laquelle N = Note attribuée à chaque critère.

- La note maximale N_{max} sera attribuée à une offre excellente et/ou, à valeur ajoutée, c'est-à-dire dont la qualité est au-delà de l'attente de l'Ifremer.
- La note $3N_{max}/4$ sera attribuée à une offre répondant bien aux attentes de l'Ifremer.
- La note $N_{max}/2$ sera attribuée à une offre répondant de manière insuffisante aux attentes de l'Ifremer.
- La note 0 sera attribuée à une offre ne satisfaisant pas du tout aux exigences de l'Ifremer.

Pour l'évaluation du critère de prix n°3, l'Ifremer appliquera la formule suivante :

$$Note_{prix} = ((\text{Prix le moins disant})/(\text{Prix considéré})) * 6.$$

Le prix le moins disant est le moins cher des propositions reçues pour le lot considéré. Il obtient donc la meilleure note à savoir 6.

3.2.3. Choix final

Le candidat obtenant la meilleure note globale sur 20 sera retenu, sauf si l'appel d'offres est déclaré infructueux par l'Ifremer, l'Ifremer ne retiendra qu'un seul candidat pour chacun des deux lots.

L'infructuosité éventuelle pour un ou plusieurs lots ne rendra pas l'appel d'offres infructueux dans sa totalité.

Conformément à la pondération des critères définie dans l'avis de marché, cette note globale sera déterminée comme suit :

En cas d'égalité de notes, l'offre comportant la meilleure note technique sera retenue, sauf si l'appel d'offres est déclaré infructueux par l'Ifremer. La note technique retenue correspond aux notes résultant de l'évaluation des critères n°1 et n°2.



4. Calendrier

1. Envoi de l'avis de marché : 1 août 2006
2. Réception des offres par l'Ifremer : 2 octobre 2006, 12h
3. Commission d'ouverture des plis : 2 octobre 2006, 14h
4. Choix final de l'offre : 23 octobre 2006
5. Signature du contrat et début des travaux : début novembre 2006
6. Date limite de réception des lots : 14 décembre 2007



5. Lot 1 – Assimilation des données SST dans le modèle de façade Manche Atlantique

5.1. Objectif des travaux demandés

L'objectif d'opérer des modèles opérationnels qui reproduisent au mieux la réalité nécessite d'évaluer l'apport des techniques d'assimilation de données : ceci vaut tant pour l'estimation de l'état présent, pour la prévision que l'analyse des événements passés.

Le laboratoire Dyneco/Physed de l'Ifremer a investi ces dernières années dans la technique d'assimilation d'ensemble EnKF (Ensemble Kalman Filter, Evensen, 2003 & 2004), estimant que la souplesse d'application de cette méthode était bien appropriée à la multitude des facteurs influents sur les processus côtiers.

Les premières voies explorées ont concerné l'assimilation des hauteurs d'eau pour recalibrer les marées, ainsi que des courants de surface estimés par radar haute-fréquence. Ces études ont été réalisées sur des domaines d'aire restreinte, pour la courantométrie de surface, et à l'échelle de la Manche pour la marée. Récemment, dans le cadre d'un projet ANR, l'étude initie une contribution à l'étude de l'assimilation de la température de surface de la mer (SST) sur le Golfe du Lion : il s'agit de conforter les méthodes d'ensemble par l'application d'algorithmes géostatistiques permettant de quantifier les erreurs de prévisions, puis de les réduire.

Il est proposé de poursuivre dans cette voie et de tester pour 2007 l'assimilation de la SST dans le modèle hydrodynamique de façade Manche et Atlantique : cette emprise beaucoup plus vaste, soumise à la marée, constitue un domaine où s'exprime une grande variabilité spatiale et temporelle des processus hydrodynamiques. Une première étape consiste donc à exploiter la seule donnée synoptique aujourd'hui disponible à cette échelle et disposant de la résolution nécessaire, à savoir la SST.

L'objet de ce lot d'études constitue le préalable à une perspective d'assimilation basée sur des nouvelles mesures récurrentes d'hydrologie :

- température et salinité in situ : programmes RECOPECA² et Pagode³
- courants de surface et vagues : déploiement de radars HF par le SHOM http://www.shom.fr/fr_page/fr_act_oceano/vagues/VIGICOTE/temps_reel_f.html

² **RECOPECA** (réseau de mesures des données d'effort de pêche et de paramètres environnementaux.) : pêcheurs volontaires et scientifiques collaborent à cette action. Grâce à des capteurs installés à bord des navires et sur les engins de pêche, à un système informatique embarqué de collecte et de transmission sécurisée des données, RECOPECA construira un réseau de mesures directes de l'effort de pêche et de données environnementales. A usage scientifique, les informations collectées pourront aussi alimenter le journal de bord électronique du patron-pêcheur. La recherche d'un coût raisonnable devrait permettre d'équiper plus de 300 navires en métropole et dans les départements d'outre-mer.

³ **PAGODE** (Profileur autonome golfe de Gascogne) : le flotteur spécifiquement étudié pour des applications d'océanographie opérationnelle côtière, est équipé d'une métrologie PTS IDRONAUT. Cet instrument récupérable peut délivrer jusqu'à 500 profils par mission à des fréquences à partir de 1 profil par heure, et descendre jusqu'à 400 m de profondeur. Chaque profil, réalisé à la fréquence d'échantillonnage d'un point par mètre, est à la fois transmis en temps réel via le système ARGOS et mémorisé en interne de façon à permettre aux utilisateurs de relire les données lors de la récupération de l'instrument.

5.2. Spécifications du lot 1

5.2.1. Tâche 1 - Prévisions de référence

L'objectif de cette tâche est d'évaluer les performances des prévisions issues du run MARS-3D dans sa configuration de référence (ou prévisions de référence) durant des périodes tests, à savoir :

- définition des périodes tests correspondant à l'apparition de processus typiques de l'hydrodynamique du Golfe de Gascogne (de durée typique de l'ordre du mois) ;
- exécution du modèle MARS sur les périodes tests dans la configuration de référence (modèle Golfe de Gascogne) ;
- évaluation des performances du run de référence (non limitées à la SST) par rapport à une base de données historique et observations durant les périodes test.

5.2.2. Tâche 2 - Ensemble de prévisions

L'objectif de cette deuxième tâche est d'analyser la structure spatio-temporelle des erreurs de prévisions du modèle à partir de la méthode d'ensemble (méthode de Monte-Carlo) en vue de l'assimilation de la température de surface durant les périodes test :

- définition et implémentation des sources dominantes d'erreur de prévisions du modèle ;
- analyse de l'erreur de prévisions.

5.2.3. Tâche 3 - Assimilation de données

L'objectif de cette troisième tâche est d'évaluer l'apport de l'assimilation de SST utilisant l'EnKF sur le modèle de façade Golfe de Gascogne durant les périodes test :

- observations : évaluation des avantages et inconvénients des divers produits composites de SST ;
- assimilation : considérer les deux modes d'optimisation accessibles par la méthode EnKF, à savoir les corrections d'états et/ou l'estimation de paramètres du modèle ;
- plate-forme Mars-EnKF : implémentation et mise au point, en complétant et adaptant la base logicielle fournie ;

- assimilation de SST : évaluation des performances suivant les critères de fiabilité de la prévision et de coût calcul durant les périodes test.

5.2.4. Tâche 4 - Synthèse

Le travail de synthèse visera à analyser et à spécifier les développements complémentaires nécessaires à l'amélioration des performances de la plateforme Mars-EnKF.

5.2.5. Tâche 5 – Cotation d'une mise en œuvre opérationnelle

L'objectif est de faire une évaluation financière de la mise en œuvre opérationnelle du modèle et de l'assimilation de SST et son suivi durant le printemps 2008 (sur la base développée au cours de la tâche 3).

La mise en œuvre proprement dite ne fait pas partie du travail à réaliser puisqu'elle est en dehors du calendrier défini au chapitre 4 page 12.

5.3. Exigences Ifremer

5.3.1. Propriété du travail réalisé

L'Ifremer sera le propriétaire exclusif des travaux réalisés au titre du contrat et doit pouvoir diffuser librement le produit final.

5.3.2. Exigences relatives aux données et aux outils

Les développements dans MARS se feront en adoptant la norme de programmation en vigueur dans le code existant.

Tous les développements FORTRAN se feront en FORTRAN 90.

Les outils d'aide à l'analyse numérique sont libres, en particulier l'usage au titre de la recherche des logiciels de base de la méthode EnKF, voir <http://enkf.nersc.no/>.

Aucune licence de développement ne sera fournie par l'Ifremer.

5.4. Eléments fournis par l'Ifremer

Dans le cadre des travaux, l'Ifremer fournira les éléments suivants :

Fourniture des fichiers numériques :



- Le code numérique MARS, dont l'adaptation à EnKF ;
- Le modèle Golfe de Gascogne à 4 km de Maille ;
- Les données SST servant à l'évaluation des performances du modèle et à l'assimilation.
- La climatologie 3D multi-échelle du Golfe de Gascogne (entre 43°N et 50°N jusqu'à 15°W) de la température et de la salinité issues des données in-situ hydrologiques.

Documentation :

- La documentation du code MARS existante.

Il est rappelé que le code MARS ne pourra en aucun cas être utilisé par le candidat en dehors de la prestation demandée sans convention particulière.

De même, l'Ifremer est titulaire de l'extension Mars-EnKF et ne met à disposition du candidat cet ensemble logiciel qu'aux fins d'exécution des travaux du Lot. Le candidat s'engage à restituer cet ensemble ainsi qu'à fournir les développements complémentaires qui auront été effectués par le candidat au titre des travaux du Lot.

5.5. Tâches à réaliser et éléments fournis par le contractant

Les tâches à réaliser dans le cadre des travaux à effectuer sont pour le projet les suivantes :

De J_0 : 4 novembre 2006 (ou date de signature du contrat si celle-ci est postérieure).

- Tâche 1 : de J_0 à $J_0 + 1,5$ mois
 - Fourniture de la configuration de référence (délivrable D1.1).
 - Fourniture du rapport d'évaluation des performances (délivrable D1.2).
- Tâche 2 : de $J_0 + 1,5$ mois à $J_0 + 11$ mois
 - Fourniture des outils logiciels (écrits en FORTRAN 90) de modélisation des erreurs (délivrable D2.1).
 - Fourniture du dossier de conception et de validation de ces outils de modélisation des erreurs (délivrable D2.2).
 - Fourniture du rapport d'analyse de l'erreur de prévision (délivrable D2.3).
- Tâche 3 : de $J_0 + 1,5$ mois à $J_0 + 11$ mois
 - Fourniture de la plateforme MARS-ENKF en fortran 90 (délivrable D3.1)
 - Fourniture des outils de visualisation des performances utilisant le logiciel Ferret (délivrable D3.2).
 - Fourniture du manuel utilisateur incluant les aspects de conception et validation de cette plateforme et des outils de visualisation des performances (délivrable D3.3).
 - Fourniture du rapport sur l'évaluation (délivrable D3.4).
- Tâches 4 et 5 : de $J_0 + 11$ mois à $J_0 + 12$ mois
 - Fourniture du rapport de synthèse (délivrable D4.1).
 - Fourniture d'une proposition technique et financière pour la mise en œuvre opérationnelle (délivrable D5.1).

L'ensemble des fournitures sera livré sous forme électronique. Les rapports seront au format Microsoft Word.

5.6. Réunions d'avancement

Le projet sera jalonné de plusieurs types de réunions :

- une réunion de lancement de projet, qui aura pour objectif la présentation du projet, du planning, les intervenants, l'identification des livrables,...
- d'une réunion d'avancement tous les mois par visioconférence ou sur le site d'Ifremer Brest,
- une réunion de fin de projet avec présentation des résultats obtenus.

Chacune de ces réunions donnera lieu à la rédaction d'un compte rendu soumis pour approbation à Ifremer. Il sera diffusé sur support informatique (Microsoft Word) et transmis à l'Ifremer.

Ifremer disposera de deux semaines pour fournir ses remarques sur les comptes rendus.

5.7. Protocole de recette

A la livraison de chaque livrable identifiés au chapitre 5.5, l'Ifremer disposera de 2 semaines pour apporter ses commentaires et pourra recevoir l'assistance du prestataire.

Le candidat procédera alors à la correction des documents pendant les quinze jours qui suivront, sur la base des remarques fournies par l'Ifremer.

6. Lot 2 – Mise en conditions opérationnelles de modèles régionaux

6.1. Objectif des travaux demandés

Le modèle de la façade Atlantique à maille de 4km fonctionne déjà en conditions opérationnelles.

L'objectif est de mettre en conditions opérationnelles trois modèles régionaux 2D : littoral Normand, Bretagne Nord et Bassin d'Arcachon.

Afin de garantir une utilisation ultérieure possible pour des calculs de trajectoires ou de dispersion, les modèles en fonctionnement opérationnel sauvegarderont les résultats à très haute fréquence.

6.2. Spécifications du lot 2

6.2.1. Tâche 1 – Réalisation et mise en œuvre opérationnelle

Il s'agit de :

- Prendre en main le modèle de la façade Atlantique, et les modèles 2D à maille de 300m Normandie, Bretagne Nord et du modèle 2D à maille de 75m Arcachon.
- Vérifier la cohérence de la bathymétrie près des côtes par rapport à la résolution du modèle.
- Valider la capacité à représenter correctement la marée et les ondes de tempête (déphasage et amplitude de la marée dans les ports de référence).
- Optimiser le calcul des conditions aux limites vis-à-vis des critères numériques de convergence.
- Organiser une archive de résultats sur une période flottante et de durée réglable.
- Mettre en conditions opérationnelles.
- Réaliser une expérience opérationnelle sur une durée limitée à un mois en mode supervision seulement (interfaçage avec le Centre de Données d'Océanographie Côtière Opérationnelle de l'Ifremer notamment). Cette dernière étape pourra se faire sur la base de l'automate opérationnel réalisé pour le modèle mer d'Iroise (voir www.previmer.org). Suivi durant ce mois du fonctionnement optimal de la chaîne opérationnelle.

6.2.2. Tâche 2 – Calcul de trajectoires

L'objectif est de mettre en place d'une procédure automatique de calcul de trajectoires.

A l'issue du calcul de l'hydrodynamique, un calcul de trajectoire sur une durée de 2 ou 3 jours sera lancé.

Les points de départ des trajectoires seront générés automatiquement pour chaque modèle afin que la visualisation de l'ensemble des trajectoires reste possible tout en assurant une bonne résolution spatiale du devenir des masses d'eau. La visualisation des trajectoires sera effectuée par le biais de scripts Ferret.

6.2.3. Tâche 3 – Comparaisons avec des données in-situ

L'Ifremer a déjà déployé dans certaines zones des bouées dérivantes. L'objectif de cette troisième tâche est de faire tourner les modèles sur les périodes considérées et de les comparer avec les données de trajectoires de bouées dérivantes.

6.2.4. Option 1 de la tâche 3 – Campagne de validation des trajectoires

Il s'agit d'organiser deux campagnes légères de validation des trajectoires sur 4 jours basées sur les lâchers et récupérations des flotteurs. Les zones seront choisies au large du Cap Fréhel (22) et du Cotentin (50). Cette option inclura le traitement et la qualification des données.

6.3. Exigences Ifremer

6.3.1. Propriété du travail réalisé

L'Ifremer sera le propriétaire exclusif des travaux réalisés au titre du contrat et doit pouvoir diffuser librement le produit final.

6.3.2. Exigences relatives aux données et aux outils

Les développements dans MARS se feront en adoptant la norme de programmation en vigueur dans le code existant.

Tous les développements FORTRAN se feront en FORTRAN 90.

Les outils d'aide à l'analyse numérique sont libres.

Aucune licence de développement ne sera fournie par l'Ifremer.

6.4. Eléments fournis par l'Ifremer

Dans le cadre des travaux, l'Ifremer fournira les éléments suivants :

Fourniture des fichiers numériques :

- le code numérique MARS ;
- les fichiers de bathymétrie de base des zones concernées ;
- les configurations de MARS sur les emprises régionales et façades concernées ;
- les données de validation (mesure de marée dans les ports) ;
- l'automate opérationnel mis en place dans le cadre du modèle Iroise et sa documentation ;
- les données de flotteur et les données de forçage pour la tâche 3 ;
- les flotteurs SVP et la valise pour l'option 1 de la tâche 3.
- Les données servant à l'évaluation des performances du modèle.

Documentation :

- La documentation du code MARS existante.

Il est rappelé que le code MARS ne pourra en aucun cas être utilisé par le candidat en dehors de la prestation demandée sans convention particulière.

6.5. Tâches à réaliser et éléments fournis par le contractant

Les tâches à réaliser dans le cadre des travaux à effectuer sont pour le projet les suivantes :

De J_0 : 4 novembre 2006 (ou date de signature du contrat si celle-ci est postérieure).

- Tâche 1 : de J_0 à $J_0 + 2$ mois
 - Fourniture du dossier de conception et de réalisation de l'automate opérationnel (délivrable D1.1).
 - Fourniture du rapport de la validation de l'aptitude des différentes configurations de modèles à reproduire la marée et les surcotes (délivrable D1.2).
 - Fourniture de tous les codes, scripts et configurations avec leur paramétrage détaillé (délivrable D1.3).
 - Fourniture du rapport de synthèse de l'expérience opérationnelle d'un mois (délivrable D1.4).
- Tâche 2 : de $J_0 + 2$ mois à $J_0 + 3$ mois
 - Fourniture des programmes de génération automatique de lâcher de particules en fortran et scripts ferret (délivrable D2.1).
 - Fourniture du dossier de conception et de validation de ces programmes (délivrable D2.2).
- Tâche 3 : de $J_0 + 3$ mois à $J_0 + 4$ mois
 - Fourniture du rapport d'étude des comparaisons entre modèles et mesures de flotteurs (délivrable D3.1).
 - Pour l'option 1, fourniture des données et du rapport de campagnes présentant les données acquises et traitées (délivrable D3.2).

L'ensemble des fournitures sera livré sous forme électronique. Les rapports seront au format Microsoft Word.

6.6. Réunions d'avancement

Le projet sera jalonné de plusieurs types de réunions :

- une réunion de lancement de projet, qui aura pour objectif la présentation du projet, du planning, les intervenants, l'identification des livrables,...
- d'une réunion d'avancement tous les mois par visioconférence ou sur le site d'Ifremer Brest,
- une réunion de fin de projet avec présentation des résultats obtenus.

Chacune de ces réunions donnera lieu à la rédaction d'un compte rendu soumis pour approbation à Ifremer. Il sera diffusé sur support informatique (Microsoft Word) et transmis à l'Ifremer.

Ifremer disposera de deux semaines pour fournir ses remarques sur les comptes rendus.

6.7. Protocole de recette

A la livraison de chaque livrable identifiés au chapitre 6.5, l'Ifremer disposera de 2 semaines pour apporter ses commentaires et pourra recevoir l'assistance du prestataire.

Le candidat procédera alors à la correction des documents pendant les quinze jours qui suivront, sur la base des remarques fournies par l'Ifremer.

7. Terminologie et sigles utilisés

| | |
|-------------|--|
| EnKF | Ensemble Kalman Filter, Evensen, 2003 & 2004 |
| MARS | Model for Applications at Regional Scale |
| SST | Sea Surface Temperature |

