



CONSEIL GENERAL
FINISTERE
Penn-ar-Bed



DOSSIER DE DEMANDE

- Conseil Général du Finistère
 ~~Communauté Urbaine de Brest~~

AIDE A L'ACQUISITION
D'EQUIPEMENTS DE RECHERCHE
PAR LES LABORATOIRES
DU FINISTERE

Etablissement : **Université de Bretagne Occidentale**

Laboratoire : **Laboratoire de Physique des Océans
UMR 6523 CNRS IFREMER UBO**

Date et Visa du Directeur de laboratoire :
Brest, le 10 février 2005

Xavier Carton

IDENTIFICATION DU BENEFICIAIRE

Nom du responsable scientifique : **Alain Colin de Verdière**

Nom du directeur du laboratoire (si autre) : **Xavier Carton**

Nom du laboratoire : **Laboratoire de Physique des Océans**
(UMR 6523 CNRS IFREMER UBO)

Adresse du laboratoire : **UBO - UFR Sciences et Techniques**
6 avenue Le Gorgeu
CS 93837, 29238 Brest Cedex 3

Commune : **Brest**

Code Postal : **29238**

Tel. : **02 98 01 62 20**

Fax : **02 98 01 64 68**

Nom de l'établissement : **Université de Bretagne Occidentale**

Personne contact : **Alain Colin de Verdière, professeur**

Adresse de l'établissement (si autre).....

.....

Commune

Code Postal.....

Tel. : **02 98 01 62 24**

Fax.....

PRESENTATION DE L'EQUIPE DE RECHERCHE

L'équipe de recherche et son environnement (thèmes de recherche, liens avec les autres équipes du Finistère, réseau régionaux et nationaux, partenariats formalisés et informels, actions de formation)

Le Laboratoire de Physique des Océans (LPO, UMR 6523 CNRS IFREMER UBO) mène des programmes de recherche en Océanographie Physique, destinés à comprendre et modéliser la circulation océanique. Ces programmes se basent sur des études théoriques, sur des modèles numériques, sur l'analyse de données historiques, et sur la réalisation de campagnes à la mer. Les thématiques de recherche sont la circulation générale océanique et son rôle dans la variabilité climatique, l'océanographie régionale et la dynamique de moyenne échelle, et les marges continentales.

Le laboratoire est localisé sur deux sites, le centre IFREMER de Brest et l'UFR Sciences et Techniques de l'Université de Bretagne Occidentale. Le personnel et le financement viennent des trois organismes de tutelle, le CNRS, l'IFREMER, et l'UBO. Le laboratoire a des missions d'enseignement et de recherche.

Sur le site universitaire, une trentaine de chercheurs, enseignants chercheurs, postdocs, thésards, et ITA organisent leur activité autour des grands thèmes de recherche du laboratoire, avec une expertise spécifique sur la mise en œuvre et l'analyse des mesures à la mer (dans l'Atlantique mais aussi dans l'Océan Austral), sur le développement de thématiques innovantes sur le plan de la modélisation, sur les processus de variabilité climatique et les interactions côte-large au niveau des marges continentales.

Certaines thématiques sont propices à des interactions au niveau régional (modélisation des écosystèmes Iroise Rade de Brest en collaboration avec le LEMAR à l'IUEM, et système d'upwelling du Benguela avec l'IRD), mais s'inscrivent plus souvent dans des programmes nationaux ou internationaux (Programme National d'Etude du Climat, PNEDC ; Programme et Atmosphère Océan Multi Echelles, PATOM ; programme international Variabilité Climatique et Prévisibilité, CLIVAR) où ils génèrent des interactions avec les autres équipes nationales travaillant sur des thématiques similaires.

La nature des tutelles du laboratoire (CNRS, IFREMER, UBO) et son ouverture dominante vers le monde de la recherche ne le placent pas sur un plan d'activités concurrentielles permettant des interactions immédiates avec des partenaires industriels ou économiques. Néanmoins, les activités du laboratoire peuvent se concevoir dans un cadre de recherche amont nécessaire à la définition d'une politique d'environnement (prévision climatique) ou de gestion des ressources marines (Iroise, Rade de Brest). Les applications en océanographie opérationnelle soutenues par l'IFREMER ou le CNES dépendent de l'amélioration constante de la représentation des processus physiques dans les modèles et c'est sur cette recherche amont que se concentre l'expertise du LPO.

La mission d'enseignement occupe une part croissante de l'activité au sein du laboratoire avec la mise en place de la réforme Licence Master Doctorat (LMD) à

l'UBO, à laquelle ont participé activement les professeurs et enseignants-chercheurs du site universitaire. Une filière spécifique « Physique et Mécanique des Milieux Continus » a vu le jour en collaboration avec l'ENSIETA, l'ENIB et l'Ecole Navale, qui regroupe la physique océan-atmosphère, la géophysique marine, les matériaux et structures, et l'hydrodynamique appliquée. Les enseignements vont de la Licence au Doctorat, et la mention « Physique Océan Atmosphère » de la deuxième année de Master recherche, coordonnée par un professeur du laboratoire, correspond à l'ancienne option brestoise du DEA «Océanologie, Météorologie et Environnement ». De nombreux chercheurs sont responsables de l'organisation et de la conduite de cours aux niveaux Licence, Master et Doctorat. Le laboratoire accueille régulièrement des stagiaires de Master en première et deuxième années (anciennement DEA) et un nombre croissant d'étudiants en thèse, qui peuvent ainsi aborder des problématiques nouvelles de l'océanographie physique et dynamique et contribuer aux projets de recherche.

Activités de l'équipe de recherche (composition de l'équipe, moyens matériels, travaux et thèses en cours, résultats et publications récentes)

Le LPO est une Unité Mixte de Recherche implantée à l'IFREMER (38 personnes) et à l'UBO (29 personnes). L'équipe de recherche sur le site universitaire a connu une croissance importante au cours des 4 dernières années, avec un effectif actuel composé de 2 professeurs, 5 maîtres de conférence (2 nouveaux recrutements sont prévus en 2005), 3 chercheurs CNRS, 1 chercheur IFREMER, 2 chercheurs postdoctoraux, 9 doctorants, et un soutien administratif et technique de 5 personnes et 3 contractuels.

La liste des publications spécifique aux chercheurs du site universitaire ainsi que les sujets de thèses des doctorants du site sont fournis en annexe. Le dernier rapport d'activité du LPO est également joint au dossier.

Les activités de recherche sur le site universitaire contribuent principalement aux thèmes de la variabilité climatique et de la dynamique côtière et moyenne échelle, sujets d'importance fondamentale pour notre société confrontée à des changements rapides de ses conditions d'existence et dont les activités ont un impact croissant sur le milieu naturel. La part de ces activités consacrée à la modélisation numérique a augmenté de manière conséquente ces dernières années et devrait s'intensifier vu les projets en cours (modélisation du climat et de la circulation côtière). Ces activités scientifiques ont des besoins toujours croissants en ressources informatiques, les besoins en calcul intensif (modélisation, mais aussi analyse) allant de pair avec la capacité de stockage et la disponibilité des données sur disque.

Actuellement, la majeure partie des moyens de calcul du site universitaire est implantée localement, avec des utilisations ponctuelles des calculateurs régionaux (IFREMER) ou nationaux (IDRIS, Orsay) pour les projets les plus gourmands ou des applications spécifiques. Outre les besoins de calcul intensif,

l'analyse et la visualisation de résultats de plus en plus volumineux nécessitent une évolution des stations de travail, essentielle pour le développement d'applications graphiques de haute qualité basées notamment sur les logiciels IDL et MATLAB. Le parc informatique local du site UBO comprend une cinquantaine de stations de travail (stations Sun progressivement remplacées par des PCs sous Linux), un serveur de fichiers effectuant les sauvegardes, et 2 PC biprocesseur réservés au calcul scientifique intensif.

Une description exhaustive de tous les travaux en cours sur le site universitaire serait trop longue. Nous mettrons ici l'accent sur les activités de recherche particulièrement dépendantes de moyens de calcul performants.

1. La demande sociétale nous conduit à développer des études de processus océaniques pour des configurations intéressantes l'océan côtier et les liens qui l'unissent au domaine hauturier. La société, par l'entremise des scientifiques, a en effet un besoin urgent d'accéder à un meilleur niveau de compréhension des processus qui influencent et contrôlent cet environnement sensible. Ainsi un travail de thèse vient de commencer sur l'impact des fluctuations climatiques et des perturbations anthropiques à long terme sur l'écosystème Iroise Rade de Brest. Une première étape est la mise au point d'un modèle numérique de la circulation océanique (hydrologie et dynamique) représentant les marées et les échanges (eau, chaleur, puis sels nutritifs) avec le large, les rivières, l'atmosphère, et les sédiments. La résolution visée est de 200 m sur l'horizontale et de 2 m sur la verticale en Iroise, et plus fine encore en Rade de Brest. Ce travail résulte d'une collaboration avec le LEMAR (IUEM, UBO) pour la partie biogéochimie et correspond à une expertise relativement nouvelle du LPO dépendant essentiellement de la disponibilité de ressources informatiques suffisantes.

2. Parallèlement, la nécessité de mieux comprendre la variabilité observée du climat sur l'Europe occidentale nous demande le développement de modèles climatiques de beaucoup plus grande échelle, aptes à rendre compte des interactions et des mécanismes les plus pertinents pour l'étude des régimes climatiques. Un travail de thèse s'intéresse ainsi à la stabilité et la variabilité de la circulation générale océanique, une question d'actualité dans le cadre du réchauffement climatique, de la diminution régulière de la salinité de surface dans le nord de l'Atlantique Nord et des risques liés à un changement abrupt des grands courants océaniques contribuant à la douceur de notre climat. Là aussi, nous faisons appel à la modélisation numérique de la circulation générale de l'océan dans une configuration globale réaliste, et à des méthodes (d'usage récent en océanographie) d'analyse de stabilité linéaire et généralisée qui demandent des intégrations longues et répétées du modèle. Ce type de projet n'a pas l'envergure informatique justifiant l'utilisation intensive des supercalculateurs nationaux (et y obtient ainsi une faible allocation annuelle de ressources), mais reste dimensionnant pour les moyens de calculs au niveau d'un

laboratoire. Un investissement continu dans l'amélioration des ressources locales est nécessaire pour contribuer à une plus grande souplesse de travail sur ce thème.

3. Les simulations numériques issues des modèles précédents se prêtent à une analyse lagrangienne, pour un ensemble de particules numériques advectées par le champ de vitesse calculé. Dans ce contexte, l'outil numérique ARIANE s'est avéré capable de fournir des compléments d'interprétation précieux dans l'étude de la circulation à l'échelle d'un bassin océanique ou à l'échelle globale. Le développement rapide des supercalculateurs (IDRIS) et les besoins toujours croissants en précision numérique conduisent à une complexité croissante de ces diagnostics lagrangiens et des analyses graphiques qui leur sont subordonnées. Cet outil développé sur le site universitaire a trouvé une application particulièrement intéressante dans le domaine de la biologie et a par exemple été mis en œuvre dans le cadre d'une collaboration avec l'IRD sur l'étude du Courant du Benguela.

4. Afin de mieux cerner les phénomènes physiques en jeu dans le domaine côtier, nous effectuons en parallèle à cette modélisation réaliste, des études de processus et des études académiques à l'aide de modèles intermédiaires basés sur des jeux d'équations tronquées dans lesquels n'est retenue que la physique pertinente (équations semi-geostrophiques, modèles géostrophiques frontaux, modèles quasigéostrophiques). La mise en œuvre de ces modèles requiert des moyens informatiques à la mesure de la qualité des résultats scientifiques que l'on est à même d'obtenir avec ces approches numériques. Parallèlement à ces travaux théoriques et numériques, des expériences sur la plaque tournante du laboratoire sont développées et utilisées pour comparaison.

5. Enfin, le rôle de l'océan dans la variabilité climatique sur des échelles de temps interannuelles à millénaires est étudiée à l'aide de différentes classes de modèles (analytiques, conceptuels, intermédiaires, aux équations primitives) aptes à représenter le comportement de l'océan sur ces échelles de temps, mais surtout ses interactions avec les autres composantes du système climatique (l'atmosphère et la glace de mer). Pour modéliser le climat sur des échelles de temps aussi longues, il est nécessaire dans un premier temps de réduire la complexité des modèles utilisés aux processus essentiels, afin d'identifier les mécanismes responsables de la variabilité climatique. Cette étape dans la compréhension des variations naturelles du climat est, par exemple, un prérequis important pour identifier la part du réchauffement effectivement attribuable aux activités humaines. Contrairement à la plupart des activités précédentes, ces travaux ont besoin de ressources informatiques particulières pour lesquels la vitesse des processeurs est beaucoup plus essentielle que la mémoire disponible.

PRESENTATION DU PROJET

Description de l'équipement (composition et caractéristiques techniques, besoins à satisfaire)

Le réseau du Laboratoire de Physique des Océans sur le site universitaire comprend à ce jour un serveur SUN, 17 stations SUN, 29 PC LINUX, 8 postes de travail de type PC WINDOWS ou MACINTOSH et 5 imprimantes (dont 2 en couleur). Notre site est raccordé au réseau national RENATER avec un débit de 10 Mbit/s, et le réseau en interne correspond à un câblage uniforme RJ 45 avec un débit de 100 Mbit/s commuté et un raccord au centre de calcul de l'UBO via une liaison à 1 Gbit/s. Ce réseau universitaire ne devrait pas subir d'évolution particulière au cours des années à venir. Enfin, les sauvegardes des données des utilisateurs sont effectuées en interne au laboratoire via un système d'archivage sur bandes, à un rythme limité à une fréquence hebdomadaire du fait de l'augmentation du volume de données stockées sur les disques durs.

Le parc informatique du LPO-UBO comprend donc une cinquantaine de postes de travail fixes, permettant de répondre aux exigences continues de 30 personnes (permanents, thésards et CDD), et offrant des capacités de calcul et d'accueil pour les étudiants (Master 1 et 2) et les visiteurs. Les perspectives d'embauche de deux Maîtres de Conférences cette année, ainsi que le volume croissant des données à traiter et des besoins en mémoire, espace disque et temps de traitement associés, nous imposent de faire évoluer le matériel de manière régulière et performante.

Dans la mesure où l'équipe n'a le soutien que d'un "équivalent temps plein" pour l'ensemble de ce parc informatique, nous sommes tenus d'investir dans de l'équipement fiable et de bonne qualité, et de prévoir le financement explicite d'un contrat de maintenance au moment de l'acquisition de machines ou d'imprimantes. Nous cherchons ainsi à homogénéiser le parc machine en remplaçant les stations de travail Sun obsolètes par des PC sous Linux pour lesquels l'équipe informatique a désormais acquis une bonne expérience.

Il est tout à fait légitime de développer des ressources locales en calcul intensif : non seulement la saturation relative du réseau encourage l'autonomie (les résultats de simulations numériques sont de plus en plus volumineux et prennent du temps à rapatrier d'un centre de calcul distant), mais les machines de type PC sont de plus en plus performantes et à plus bas prix, et surtout évoluent beaucoup plus rapidement que les supercalculateurs. Néanmoins elles nécessitent des ressources humaines et une expertise locales permettant de tirer partie de leur puissance. La situation s'est relativement améliorée à ce niveau sur le site universitaire avec l'arrivée d'un ingénieur de recherche CNRS et nous permet d'envisager sereinement un accroissement des ressources locales en calcul intensif.

Les besoins que nous exprimons ci-dessous visent principalement à développer les ressources informatiques de notre laboratoire par l'acquisition de nouveaux matériels et par le remplacement des équipements n'offrant plus le niveau de qualité que nos activités de recherche et d'enseignement exigent. Notons que l'autre site du laboratoire (sur le centre Ifremer à Plouzané) est soutenu de façon récurrente par l'Ifremer, tant pour le matériel et le soutien informatique que pour l'équipement à la mer.

- Des calculs toujours plus nombreux et intensifs sont réalisés au niveau de notre laboratoire, non seulement au titre de la modélisation ou du calcul intensif, que de l'analyse et de la visualisation de données toujours plus volumineuses. Ils nécessitent la disponibilité de nouvelles machines puissantes et rapides, alors qu'une fraction importante du parc actuel des stations Sun fait état de capacités mémoires inférieures à 256 Mo et de fréquence d'horloge ne permettant pas l'exécution de calculs en local. Ces machines actuellement en libre service pour les étudiants et stagiaires seront alors remplacées par un lot uniforme de PC sous Linux identiques aux stations de travail actuellement utilisées par les chercheurs.

- Parallèlement, vu la forte augmentation des besoins en modélisation numérique sur le site universitaire, deux calculateurs biprocesseurs dédiés au calcul intensif viendront renforcer les 2 machines de calcul existantes (une montrant déjà des signes d'obsolescence...). Différentes architectures de machines de ce type (Xeon, Itanium ou Opteron) seront testées afin de définir celle qui répond le mieux à nos besoins spécifiques.

- Les données à analyser, qu'elles soient issues de projets numériques (sorties de modèle) ou de programmes d'observation, représentent chaque année un flux d'informations plus volumineux et requièrent un espace disque toujours plus conséquent pour assurer leur traitement. Parallèlement, le taux d'utilisation du parc informatique ne cesse de s'accroître, et le temps alloué aux informaticiens pour sauvegarder ces données, les restaurer et les gérer continue de se réduire. Le système d'archivage sur bandes est ainsi passé d'une fréquence journalière à hebdomadaire. Afin de ne pas risquer de perdre une semaine de travail en cas de problème, une sauvegarde journalière des fichiers utilisateurs sera rétablie en recopiant ces données sur des disques durs supplémentaires achetés avec les nouvelles machines.

- La publication de résultats scientifiques au niveau international ne se conçoit plus sans un important investissement dans le développement graphique, et demande la disponibilité de ressources d'impression en couleur plus nombreuses, alliant qualité et rapidité d'exécution, pour un prix raisonnable des consommables associés. L'imprimante couleur la plus ancienne en fonctionnement ne satisfait plus ces critères et doit être remplacée.

Autres utilisations (autres équipes, formation...)

Comme signalé précédemment, une spécificité essentielle du LPO-UBO est son lien fort avec l'enseignement : 1^{er}, 2^{ème} et 3^{ème} cycle universitaire, ou Licence Master Doctorat, et association étroite avec le Master recherche « Physique et Mécanique des Milieux Continus » - mention « Physique Océan Atmosphère » (anciennement DEA brestois « Physique et Dynamique de l'Océan », constituant l'option D du DEA « Océanologie, Météorologie et Environnement » de Paris VI). Les étudiants ont un accès libre aux ressources informatiques communes du laboratoire, que ce soit dans le cadre de leurs cours universitaires (travaux pratiques, mini-projets, recherche d'information) ou de leur formation par la recherche (stages de Master première et deuxième année). À ce titre, une homogénéisation des machines en libre service permettra un usage beaucoup plus souple et cohérent dans le cadre des enseignements et des stages.

Plan de financement prévu

Coût total : 42973 € TTC

Financements :

Le Laboratoire bénéficie de crédits annuels d'investissement attribués par le Ministère de l'Éducation Nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche (MESR) pour un montant moyen de 24000 € sur les 3 dernières années.

Une fraction égale à 70% du financement des équipements de recherche détaillés dans cette demande sera prise sur cette ligne budgétaire. Le montant complémentaire fait l'objet de la présente demande auprès du Conseil Général du Finistère, soit 12892 €.

Origine	Pourcentage	Financement
Financement MESR	70%	30081 €
Financement CGF	30%	12892 €
Total	100%	42973 €

RENSEIGNEMENTS COMPLEMENTAIRES

Investissements matériels effectués par l'équipe ces deux dernières années (mentionner le montant et la part des éventuelles aides de collectivités locales)

Matériel informatique acquis par le LPO-UBO 2003-2004	Coût TTC (en €)	Fraction Collectivités (Conseil Général)
1 station de travail PC Linux	2592	30%
1 calculateur PC biprocesseur Xeon	4002	4%
1 disque Interne Sun 36,4 Go	1423	30%
2 stations de travail PC Linux	2710	30%
3 stations de travail PC Linux	6046	30%
2 stations de travail Sun	7202	30%
1 station de travail biprocesseur Xeon	4000	30%
1 ecran station de travail	869	0%
Total	28844	7315 €

Investissements matériels envisagés par l'équipe pour les deux prochaines années

Les investissements matériels que nous souhaitons pouvoir réaliser concernent 4 domaines principaux : la sauvegarde et l'archivage des données, le renouvellement des stations de travail obsolètes (principalement en libre service pour les étudiants et stagiaires), le développement des moyens de calcul intensif, et la présentation graphique des résultats. La forte croissance des besoins en stockage de données ne permet plus une sauvegarde journalière des fichiers utilisateurs sur bande : une nouvelle solution sera donc mise en place avec une sauvegarde journalière des disques utilisateurs sur des disques supplémentaires sur les stations de travail en libre service, et une sauvegarde hebdomadaire sur bande. Nous profiterons de ce renouvellement pour homogénéiser le parc machine et simplifier ainsi sa maintenance et son évolution (PC Linux), ce qui bénéficiera surtout à l'efficacité du travail des étudiants et stagiaires.

L'acquisition du matériel suivant est donc envisagée, avec les contrats de garantie et de maintenance adaptés :

- 10 stations de travail (PC Intel Pentium4 3.2GHz, mémoire 1Go, équipés de 2 disques durs 200Go, sous Linux, 2142 €) en remplacement des stations de travail Sun obsolètes en libre service dans la salle des étudiants et stagiaires, et dont le second disque dur servira aux sauvegardes journalières des fichiers utilisateurs ;

- 2 calculateurs biprocesseur (PC AMD Opteron 2GHz, mémoire 4Go, équipés de 4 disques durs de 200Go, sous Linux, 5232 €) complétant nos moyens de calcul intensif au service de la modélisation du climat et de l'environnement ;

- un système d'archivage sur bandes permettant une sauvegarde hebdomadaire de l'ensemble des disques durs du laboratoire (lecteur de bandes avec autochargeur Iomega 6400LTO2, d'une capacité de 16 cartouches de 200Go, soit 3To au total, avec un taux de transfert de 216 Go/heure, 8313 €) ;
- une imprimante Postscript couleur, avec une vitesse d'impression satisfaisante, et une bonne qualité d'impression pour rapports, publications et transparents (de type HP 4650dtn, 600dpi, 22 page/minute, 2776 €).

Matériel	Coût TTC (en €)
10 stations de travail PC Pentium4 3GHz Linux	21420
2 calculateurs PC biprocesseur AMD Opteron 2GHz	10464
Système de sauvegarde sur bande Iomega	8313
Imprimante PostScript couleur	2776
Total	42973

NB L'estimation des coûts s'est faite essentiellement à partir de la recherche des prix des matériels souhaités, aujourd'hui disponibles en magasin (pièces jointes en annexe).

Point sur l'accueil de stagiaires de DEA, doctorants, post-doc

Nombres de stagiaires de DEA : 5

Nombres de doctorants : 8

Nombre de post-docs : 2

Autres CDD (ingénieurs rétribués sur projet) : 2

COMMUNICATION DU DOSSIER

Le dossier de demande pourra être accompagné de toute pièce utile, telle que rapports d'activités, descriptifs du matériel et devis.

Pièces jointes au dossier (sur papier) :

- liste des publications spécifique à la composante LPO-UBO du laboratoire ;
- estimations des coûts de l'investissement matériel prévu ;
- rapport d'activité du laboratoire 1999-2002 et prospective 2003-2006 (<http://www.ifremer.fr/lpo/publications/rapports/prospective02/rapplpo.pdf>).

Il est rappelé qu'il doit impérativement être retourné sous le couvert du responsable de l'établissement.