



CONSEIL GENERAL  
**FINISTÈRE**  
*Penn-ar-Bed*



## DOSSIER DE DEMANDE

---

- Conseil Général du Finistère  
 Brest Métropole Océane

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

Etablissement : Université de Bretagne Occidentale  
Institut Universitaire Européen de la Mer

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

Date et Visa du Directeur de laboratoire :  
Brest, le 26 mars 2007

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

Adresse du laboratoire : UBO - UFR Sciences - 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

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

.....

Commune .....

Code Postal.....

Tel. : 02 98 01 62 24

Fax : 02 98 01 64 68

---

## 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 physique de l'océan, coordonnés avec d'autres champs disciplinaires (météorologie et climatologie, chimie, biogéochimie et biologie marine, géophysique...). Dans ces collaborations, le LPO apporte une expertise reconnue internationalement dans le recueil et l'analyse des données in-situ et dans la compréhension des processus océaniques. 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 le climat, les interactions non-linéaires d'échelles, et les échanges hauturier-côtier.

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. EN 2006, le LPO a rejoint l'Institut Universitaire Européen de la Mer (IUEM, ayant un statut d'Observatoire des Sciences de l'Univers) et participe activement au projet de RTRA Europe Mer, actuellement sous la forme d'un GIS.

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 particulièrement propices à des interactions au niveau régional dans le cadre de l'IUEM ou avec l'IFREMER et l'IRD (modélisation des écosystèmes Iroise Rade de Brest en collaboration avec le LEMAR/IUEM, systèmes d'upwellings dans le cadre du projet InterUp avec l'IRD), mais s'inscrivent plus souvent dans des programmes nationaux ou internationaux (programmes LEFE « *Les Enveloppes Fluides et l'Environnement* » du CNRS ; programme international CLIVAR sur la Variabilité Climatique et sa Prévisibilité) 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 fondamentale 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 dans le cadre de la filière spécifique « Physique et Mécanique des Milieux Continus » 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 est coordonnée par un professeur du laboratoire. 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 et un nombre constant 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 (42 personnes) et à l'UBO (27 personnes). L'équipe de recherche sur le site universitaire est composée de 2 professeurs, 6 maîtres de conférence, 3 chercheurs CNRS, 1 chercheur IFREMER, 2 chercheurs postdoctoraux, 8 doctorants, et un soutien administratif et technique de 5 personnes (plus 2 remplacements en cours).

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 et prospective du LPO est également joint au dossier.

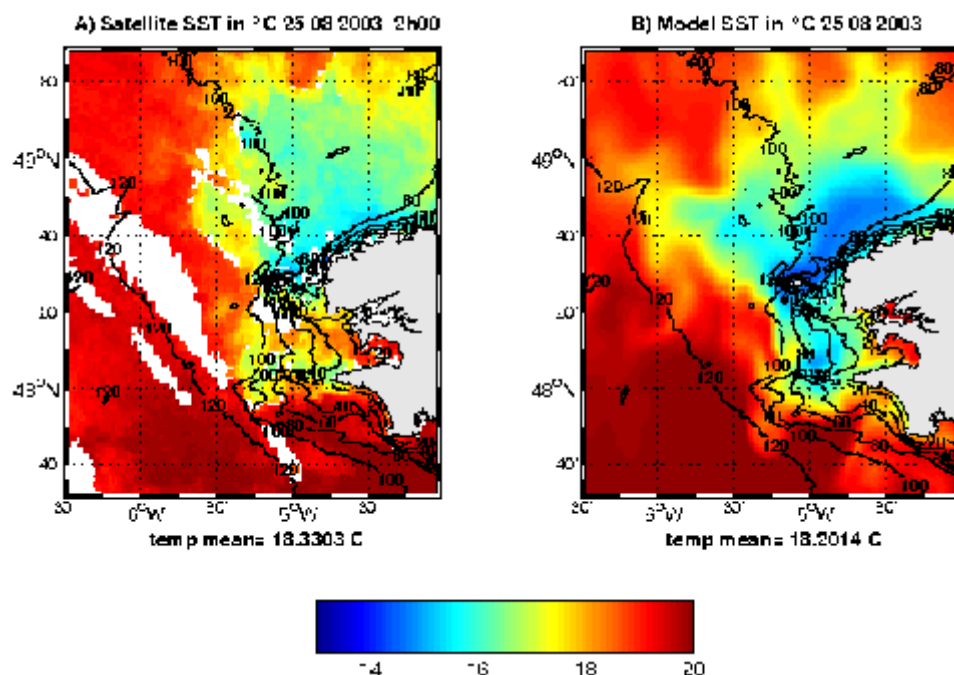
Les activités de recherche sur le site universitaire contribuent principalement aux thèmes de la variabilité climatique et de la dynamique côtière et moyenne échelle, sujets d'importance fondamentale pour notre société confrontée à des changements rapides de ses conditions d'existence et dont les activités 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, en cours de renouvellement) ou nationaux (IDRIS/GENCI, 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 s'est homogénéisé et comprend une cinquantaine de stations de travail (des PCs sous Linux en grande majorité maintenant), un serveur de fichiers effectuant les sauvegardes (remplacement en cours), et des PC multiprocesseur 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 et impliquant des doctorants.

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 se termine sur l'impact des fluctuations climatiques et des perturbations anthropiques à long terme sur l'écosystème Iroise Rade de Brest. Il a abouti à la mise au point d'un modèle numérique de la circulation océanique (hydrologie et dynamique) représentant les marées et les échanges d'eau et de chaleur avec le large et l'atmosphère. La résolution est de 1500 m sur l'horizontale et de 30 niveaux sur la verticale. Ce travail, résultant d'une collaboration avec le LEMAR/IUEM/UBO avec pour finalité des applications biogéochimiques, correspond à une expertise relativement nouvelle du LPO dépendant essentiellement de la disponibilité de ressources informatiques suffisantes.



Carte de température de surface océanique (SST) présentant le front d'Ouessant en mer d'Iroise, le 25 août 2003 à 2h TU. (A) SST observée par satellite ; (B) SST simulée. (G. Cambon)

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 et d'éventuels changements climatiques abrupts. Un travail de thèse se termine sur 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 aux changements 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 né sur le site universitaire a vu des développements récents permettant une facilité de distribution et d'utilisation pour des utilisateurs de plus en plus nombreux dans le monde (<http://www.univ-brest.fr/lpo/ariane/>). Cet outil 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 dans le cadre du projet international InterUp coordonné par un chercheur du LPO sur le site UBO. À l'autre extrémité des applications à l'échelle globale, une thèse débute sur l'utilisation de ces diagnostics lagrangiens pour quantifier les variations de la circulation océanique sur des périodes millénaires.

4. Dans l'objectif de mieux cerner les phénomènes physiques qui agissent de manière prépondérante sur la dynamique côtière et sa variabilité, des études plus académiques sont également menées au LPO. Ces études reposent essentiellement sur l'analyse combinée de données et de modèles numériques simplifiés. Ces études apportent une compréhension de la dynamique, nécessaire pour soutenir l'effort de modélisation réaliste. Une approche expérimentale,

reposant sur des expériences de laboratoire menées sur la table tournante de l'UBO, est également développée au LPO. En comparant les résultats numériques d'un modèle d'océan simplifié à des expériences de laboratoire, un étudiant en thèse cherche ainsi à affiner la paramétrisation des effets de la friction latérale dans les modèles océaniques. Un autre projet, adonnant dans ce sens, va débiter à l'automne 2007 et se poursuivra pendant 4 à 5 ans. Il s'agit d'un projet de campagne à la mer sur le front d'Ouessant, en Mer d'Iroise, le projet FROMVAR. Ce projet a pour objectif de comprendre la structure hydrologique de ce front, sa formation, et les processus qui gouvernent sa variabilité, sachant que la présence de ce front est primordiale pour le développement de l'activité biologique en été. Il sera mené à bord des navires de l'INSU, et une demande de soutien au financement des publications a été soumise au programme national LEFE en 2007. Les progrès de la recherche en Océanographie Physique ont récemment démontré l'importance de la fine échelle sur les processus biologiques, mais également sur les processus physiques de grande échelle. Il nous est donc indispensable de mettre l'accent sur la résolution tant dans notre effort de modélisation numérique que dans nos réseaux de mesures à la mer. C'est pourquoi, toutes ces études, qu'elles soient expérimentales, numériques ou basées sur l'analyse des données, nécessitent la manipulation informatique de gros volumes de fichiers, et une grande puissance de calcul pour intégrer les équations des modèles, et réaliser des diagnostics élaborés.

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 parc informatique du LPO-UBO comprend 54 PC (dont 4 serveurs, 4 PC Linux de calcul intensif et 34 PC Linux de calcul), 12 MAC, 5 machines SUN et 5 imprimantes (dont 2 couleur). La sauvegarde et l'archivage des données des utilisateurs sont effectués en interne au laboratoire via un système de sauvegarde incrémentale sur disques (6\*500 GO) et via un système d'archivage sur bandes (8\*400 GO), tous deux acquis grâce au dernier cofinancement du Conseil Général. Les services sont offerts pour environ 100 comptes informatiques qui comprennent les utilisateurs locaux (30 personnes + nombre variable d'étudiants de Master 1 et Master 2) et d'utilisateurs distants (permament LPO/Ifremer, collaborateurs du laboratoire, étudiants en fin de thèse...). Le réseau du Laboratoire de Physique des Océans (72 prises RJ45, débit de 100 Mbit/s) permet de connecter et de faire communiquer l'ensemble des matériels informatiques du Laboratoire. Le site LPO/UBO est connecté au LPO/Ifremer via le liens UFR Sciences / IUEM. Notre site est raccordé au réseau national RENATER.

L'augmentation toujours aussi rapide des performances des machines, 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 : notre objectif est de pouvoir renouveler environ 1/3 du parc machine annuellement (obsolescence des machines en 3 ans environ). 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 avons déjà réussi 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 et a pu uniformiser les configurations et installations.

Il est tout-à-fait légitime de développer des ressources locales en calcul intensif, tout d'abord parce qu'il est primordial de conserver un bon rapport entre nos moyens de calcul locaux, les moyens régionaux et les moyens nationaux (même s'ils ne sont malheureusement pas actuellement au niveau international). En effet le pôle de calcul intensif pour la mer (situé sur le site de l'IFREMER) est en cours de forte évolution, ainsi que les structures des moyens nationaux avec la création début 2007 d'une organisation pour un Grand Equipement National pour le Calcul Intensif (GENCI). Afin d'utiliser de façon optimale les ressources de ces machines d'exceptions dédiées principalement à la production, les développements, analyses pré- et post-traitements et certaines simulations doivent pouvoir être réalisés en local. Ajoutons à cet argument le fait que les machines de type PC que l'on dédie principalement aux calculs affichent un



rapport performances/prix de plus en plus compétitif, permettant ainsi au laboratoire une évolution autonome et rapide de ses besoins. Notons enfin qu'au sein de notre laboratoire ces moyens de calculs intensifs s'accompagnent, en particulier sur le site universitaire, de ressources humaines en "système informatique et calcul scientifique" dont l'expertise permet de tirer pleinement partie des investissements.

Les besoins que nous exprimons ci-dessous visent principalement à l'évolution des équipements n'offrant plus le niveau de performance que nos activités de recherche et d'enseignement exigent. Deux types de machines complémentaires sont nécessaires pour mener à bien nos objectifs :

1. Le premier type de machines doit répondre aux principales tendances qui suivent :

- Augmentation de la résolution (spatiale et temporelle) des différents modèles de simulation océanique que nous utilisons (en particulier les simulations faites à partir de modèles régionaux comme par exemple l'étude menée sur la mer d'Iroise) ;
- Multiplicité des simulations dont un ou plusieurs paramètres en entrée ont été modifiés pour déterminer l'influence et l'importance de ses paramètres sur l'évolution de l'océan modélisé (simulations d'ensemble).

Ces besoins en modélisation numérique et calculs intensifs nécessitent la disponibilité de nouvelles machines plus puissantes afin d'atteindre rapidement les résultats recherchés. Les applications que nous utilisons ont été écrites de façon à exploiter parfaitement les ordinateurs avec plusieurs processeurs. Le laboratoire a commencé à s'équiper en PC bi-processeur, fortement augmentés en mémoire (4 giga octets) et en capacité de disques de stockage (plusieurs centaines de Go). Nous comptons aujourd'hui deux machines de ce type sur le site universitaire, une nouvelle machine est en cours de commande et la tendance semble se généraliser. Nous envisageons d'acquérir au moins quatre autres machines de ce type dans les deux ans à venir.

2. Le second type de machines (une cinquantaine au laboratoire) se présente sous la forme de PCs sous environnement Linux dont le processeur, la mémoire et les capacités de stockage ont été "gonflés" afin de répondre aux demandes de développements et tests des programmes et analyses graphiques, pré- et post-traitements de grand volume de données. Afin de maintenir le niveau de performance de notre parc informatique nous envisageons de remplacer en moyenne 10 machines de ce type par an.

Ces principaux investissements en calcul s'accompagnent également de toute une infrastructure pour la publication et la diffusion des résultats de nos recherches. Un effort important est également consacré à l'enseignement, à la formation (stages) et aux échanges avec d'autres laboratoires nationaux ou internationaux. Un investissement constant dans la disponibilité de ressources

d'impression en couleur, d'ordinateurs portables pour les conférences, formations et cours, ainsi que des disques de stockages amovibles, est également assuré par notre laboratoire.

Notons que l'autre site de notre laboratoire (sur le centre de l'IFREMER) est soutenu de façon récurrente par l'IFREMER, tant pour le matériel et le soutien informatique que pour l'équipement à la mer.

Autres utilisations (autres équipes, formation...)

Comme signalé précédemment, une spécificité essentielle du LPO-UBO est son lien fort avec l'enseignement : 1<sup>er</sup>, 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> cycle universitaire, ou Licence Master Doctorat, et association étroite avec le Master recherche « Physique et Mécanique des Milieux Continus » - mention « Physique Océan Atmosphère ». 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 a permis un usage beaucoup plus souple et cohérent dans le cadre des enseignements et des stages.

Plan de financement prévu

Coût total : 53369 € TTC

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 16011 €.

<b>Origine</b>	<b>Pourcentage</b>	<b>Financement</b>
Financement MESR	70%	37358 €
Financement CGF	30%	16011 €
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>53369 €</b>

## 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 2005-2007	Coût TTC (en €)	Fraction Collectivités (Conseil Général)
5 station de travail PC Linux	9359	30%
4 machines serveurs de fichiers	16141	30%
1 PC linux de calcul intensif (lynx)	5437	0%
1 PC linux de calcul intensif (fornax)	4081	0%
système de sauvegarde sur bandes	4788	30%
disques de sauvegarde incrémentale	6544	30%
onduleurs pour toutes les machines	8405	0%
1 imprimante HP couleur	2701	30%
<b>Total</b>	<b>57456</b>	<b>11860 €</b>

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

Les investissements matériels que nous souhaitons pouvoir réaliser concernent 2 domaines principaux : le renouvellement régulier des stations de travail obsolètes (principalement en libre service pour les étudiants et stagiaires), et le développement des moyens de calcul intensif. Nous poursuivrons l'homogénéisation du parc machine par rapport au système d'exploitation (linux) et à la configuration des machines (logiciels installés) afin de simplifier sa maintenance et son évolution (64 bit), ce qui bénéficiera surtout à l'efficacité du travail des étudiants et stagiaires, qui trouvent ainsi des environnements de travail absolument identiques quelque soit l'endroit d'où ils se connectent.

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

- 15 stations de travail (PC Intel Quad Core, mémoire 4 Go, disque dur 320Go, 2333 €) en remplacement des stations de travail obsolètes en libre service dans les bureaux des étudiants et stagiaires, ;
- 4 machines de calcul intensif (serveurs bi-processeur multicore, mémoire 4Go, équipés de 4 disques durs de 500Go, 4593 €) complétant nos moyens de calcul intensif au service de la modélisation du climat et de l'environnement ;

Matériel	Coût TTC (en €)
15 PC linux de calcul et post-traitement	34998
4 PC linux de calcul intensif	18371
<b>Total</b>	<b>53369</b>

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

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

Nombres de stagiaires de Master 1 : 4

Nombres de stagiaires de Master 2 : 3

Nombres de doctorants : 8

Nombre de post-docs : 2

Autres CDD (ingénieurs rétribués sur projet) : 0

## 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 (2 devis) ;
- rapport d'activité du laboratoire 2002-2006 et prospective 2007-2011.

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