



CONSEIL GENERAL
FINISTÈRE
Penn-ar-Bed



DOSSIER DE DEMANDE

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

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

Laboratoire : LABORATOIRE DE PHYSIQUE DES OCÉANS
UMR 6523 CNRS-IFREMER-IRD-UBO

Localisation : UFR Sciences, bâtiments F et G
6 avenue Le Gorgeu, Brest

Date et Visa du Directeur de laboratoire :

Brest, le 11 mai 2009

Bruno BLANKE

Directeur Adjoint

UMR 6523 - Laboratoire de Physique des Océans

Visa du Président de l'UBO :

IDENTIFICATION DU BÉNÉFICIAIRE

Nom du responsable scientifique : [Alain COLIN DE VERDIÈRE](#)

Nom du directeur du laboratoire (si autre) : [Claude ROY](#)

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 CEDEX 3](#)

Code Postal : [29238](#)

Tel. : [02 98 01 62 20](#)

Fax : [02 98 01 64 68](#)

Nom de l'établissement : [Université de Bretagne Occidentale](#)

Nom de la personne contact : [Service recherche](#)

Adresse de l'établissement (si autre) : [3 rue des Archives - CS 93837](#)

Commune : [BREST CEDEX 3](#)

Code Postal : [29238](#)

Tel. : [02 98 01 60 07](#)

Fax : [02 98 01 63 92](#)

E-mail de la personne contact : service.recherche@univ-brest.fr

PRÉSENTATION DE L'ÉQUIPE DE RECHERCHE

L'équipe de recherche et son environnement (thèmes de recherche, enjeux scientifiques, liens avec les autres équipes du Finistère, réseau régionaux et nationaux, partenariats formalisés et informels, actions de formation, schéma de développement du laboratoire, structure fédérative de rattachement et sa thématique, mutualisations envisagées)

Le Laboratoire de Physique des Océans (LPO), créé le 1er janvier 1991, est une Unité Mixte de Recherche CNRS-IFREMER-IRD-UBO. Il est localisé sur deux sites : sur le Centre de Brest de l'IFREMER et à l'Université de Bretagne Occidentale. Le personnel et le financement viennent des quatre organismes : CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique), IFREMER (Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer), IRD (Institut de Recherche pour le Développement) et UBO (Université de Bretagne Occidentale). Le laboratoire a des missions d'enseignement et de recherche.

Les objectifs scientifiques du LPO sont associés à la production de connaissance sur les mécanismes contrôlant la dynamique des océans à différentes échelles de temps et d'espace, en privilégiant trois volets de recherche :

- 1) les mécanismes de la dynamique océanique, de la sub-méso échelle à l'échelle des bassins ;
- 2) les changements climatiques : rôle de l'océan et impacts de la circulation thermohaline ;
- 3) la compréhension des échanges « hauturier-côtier » pour aborder la régionalisation des impacts des changements climatiques sur les marges et les écosystèmes.

Pour atteindre ces objectifs, la démarche suivie associe :

- campagnes océanographiques pour les études de processus et le suivi de la variabilité océanique, avec la mise en œuvre éventuelle de développements technologiques spécifiques ;
- exploration et quantification de la dynamique océanique à partir d'observations : développement de techniques de validation, d'analyse et de quantification statistique des bases de données du laboratoire et des bases de données globales, qu'elles soient « historiques » ou « temps réel » de type ARGO ;
- modélisation académique/idéalisée pour des études de processus et des études du fonctionnement de l'océan ;
- modélisation réaliste pour des simulations de la réponse de l'océan à la variabilité climatique et des impacts régionaux.

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 du Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) Europole Mer (www.europolemer.eu), reconnu et financé pour 5 ans par le Ministère de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur, le Centre National de la Recherche Scientifique, et IFREMER. L'Europole Mer fédère depuis 2004 seize instituts de recherche universitaires et écoles d'ingénieurs, basés à Brest et à l'ouest de la France et travaillant dans le domaine des sciences et techniques de la mer.

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 et l'Océan Austral, sur le développement de thématiques innovantes sur le plan de la modélisation, et 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 et de l'Europole Mer, 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 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'École 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 Alain Colin de Verdière, Professeur au 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. Enfin, certains enseignements en océanographie sont dispensés directement en école d'ingénieurs, comme en 2^e année de l'ENSIETA et en 5^e année de l'ISEN.

Activités de l'équipe de recherche (composition de l'équipe : E - EC - Doctorants - Post doctorants et autres personnels, moyens matériels, travaux et thèses en cours, résultats et publications : titre - nom 2007 et 2008, manifestations 2008 et 2009)

L'équipe de recherche du LPO sur le site universitaire est actuellement composée de 3 professeurs, 5 maîtres de conférence, 3 chercheurs CNRS, 1 chercheur postdoctoral, 5 doctorants, avec un soutien administratif et technique de 5 personnes. Un professeur et un maître de conférence (susceptible d'obtenir une chaire d'excellence CNRS sur le thème du « couplage océan-atmosphère pour l'étude de la variabilité décennale ») seront recrutés en 2009. La liste des publications spécifiques aux chercheurs du site universitaire ainsi que les sujets des thèses en cours sont fournis en annexe. Le dernier rapport d'activité et la prospective du LPO sont également joints au dossier.

Les activités de recherche sur le site universitaire contribuent principalement aux thèmes de la variabilité climatique, de la dynamique côtière et de la dynamique de moyenne échelle. Ce sont des sujets d'importance fondamentale pour notre société qui est confrontée à des changements rapides de ses conditions d'existence et dont les activités ont un impact croissant sur le milieu naturel. La part des travaux de l'équipe consacrés à la modélisation numérique a augmenté de manière conséquente ces dernières années et devrait s'intensifier du fait des projets scientifiques en cours sur la modélisation du climat et de la circulation côtière. Ces activités ont des besoins toujours croissants en ressources informatiques, les besoins en calcul intensif (pour la modélisation et pour l'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 une utilisation croissante des calculateurs régionaux (IFREMER) et nationaux (IDRIS/GENCI, Orsay) pour les projets de modélisation réaliste. 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. Ces dernières années, le parc informatique du LPO-UBO s'est homogénéisé et comprend une cinquantaine de stations de travail (des PC sous Linux et quelques Mac), un serveur de fichiers effectuant les sauvegardes, et des PC multiprocesseurs réservés au calcul scientifique intensif.

Une description exhaustive de tous les travaux en cours sur le site universitaire serait beaucoup trop longue et fastidieuse. Nous choisissons plutôt de présenter ici une activité de recherche spécifique pour trois volets de recherche phares du laboratoire :

1. *Les mécanismes de la dynamique océanique - la sub-méso échelle ;*
- 2, *les changements climatiques et le rôle de la circulation océanique avec les Variations de la circulation océanique à grande échelle dans l'Atlantique depuis 1950 diagnostiquées à partir des données in situ ;*

3. la compréhension des échanges entre océan hauturier et océan côtier avec les *Activités dans le Golfe de Gascogne : le projet CONGAS*.

1. Les mécanismes de la dynamique océanique - la sub-méso échelle

La circulation océanique aux moyennes latitudes dépend de manière cruciale de l'échelle à laquelle on l'observe. À la plus grande échelle, elle est décrite en termes de courants (Gulf Stream, Dérive Nord Atlantique, Courant des Açores, etc.). À méso-échelle (typiquement entre 20 et 200 km), elle est dominée par les tourbillons. Ces tourbillons sont les analogues des dépressions et des anticyclones atmosphériques, mais en plus petit du fait de la différence de densité qui existe entre l'eau de mer et l'air. Ils sont aussi beaucoup plus nombreux (plusieurs centaines en permanence dans l'Océan Atlantique) et interagissent très fortement. Un des défis de l'océanographie physique d'aujourd'hui est d'observer, modéliser et comprendre le rôle de ces tourbillons. Ils jouent un rôle prépondérant dans les processus de transport (de matière organique, de pollutions, etc.).

Encore à plus petite échelle (la subméso-échelle, correspondant à des structures entre 1 et 20 km), l'océan est dominé par des filaments et des fronts. Là encore, ces structures sont les analogues des fronts atmosphériques, responsables du mauvais temps sous nos latitudes, mais en beaucoup plus petit. Ces fronts ont été observés pour la première fois par la navette spatiale dans les années 1980. On les détecte sur les images satellitales à très haute résolution, mais ce sont encore des phénomènes très mal connus car peu observés. L'équipe « Dynamique de la variabilité océan-atmosphère » du LPO travaille sur leur modélisation en utilisant des moyens informatiques exceptionnels afin de résoudre toute la richesse des interactions depuis les courants de grande échelle (1000 km) jusqu'aux filaments (1 km). Ces simulations sont réalisées au Japon, sur le *Earth Simulator*. Les données sont rapatriées en France où l'équipe les analyse sur nos machines locales. L'analyse de ces simulations demande des moyens de calcul puissants ainsi que beaucoup d'espace disque (un instantané du modèle représente 9 Gb de données).

De nombreux résultats ont déjà été acquis et notre vision de l'océan à la méso-échelle s'en trouve profondément modifiée [e.g., Rouillet et Klein, 2009]. Il ressort que ces filaments jouent un rôle clef dans l'équilibre général de l'océan : ils sont une source importante de dissipation de l'énergie, ils induisent des mouvements verticaux importants entre les couches profondes (de quelques centaines de mètres de profondeur) et les couches de surface. Les retombées attendues sont une meilleure compréhension de la pompe verticale biogéochimique (ou comment les nutriments remontent dans la couche euphotique) et la possibilité de reconstruire la circulation tridimensionnelle de l'océan jusque vers 500 m de profondeur par l'analyse d'images à haute résolution de sa surface.

2. Variations de la circulation océanique à grande échelle dans l'Atlantique depuis 1950 diagnostiquées à partir des données *in situ*

L'objectif de ce projet est de développer et comparer des méthodes de reconstruction de la circulation océanique à partir de données *in situ* de température et de salinité, afin de documenter les variations de la cellule méridienne de retournement dans l'Atlantique et les variations du transport de chaleur. Les efforts ont porté sur la construction de champs de température et de salinité représentatifs des années récentes, l'utilisation de la dérive des flotteurs ARGO comme vitesse de référence pour reconstruire des champs de vitesse par la relation dite du vent thermique, et l'utilisation de modèles dynamiques diagnostiques. Des comparaisons avec les simulations forcées réalistes du projet Drakkar (projet européen auquel le LPO participe) montrent des résultats cohérents sur la variabilité basse fréquence du gyre subpolaire.

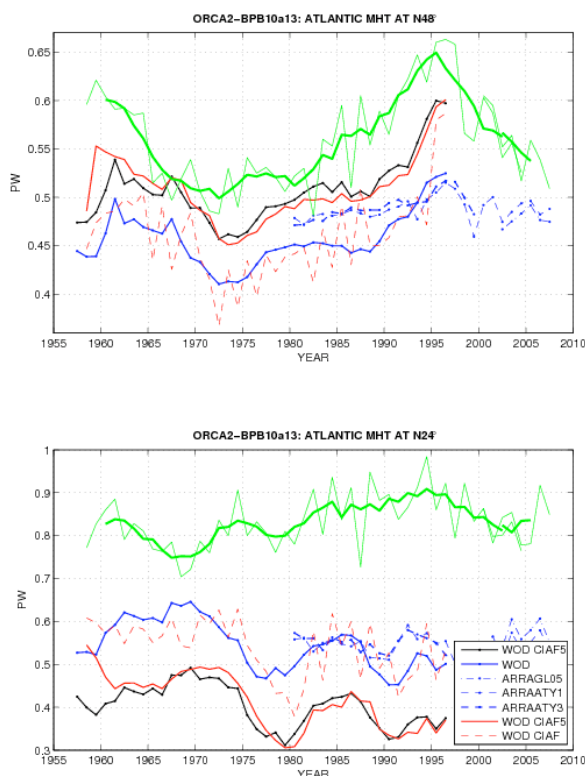


Figure 1 : Transport de chaleur vers le Nord à 48°N (haut) et 24°N (bas) réalisé par les courants océaniques de l'Océan Atlantique dans des simulations numériques (ici le modèle ORCA à 2° de résolution) incluant un terme de rappel sur des champs de température et de salinité interannuels (pentades WOD2004 et moyennes sur n années ARIVO), et un forçage interannuel CORE (CIAF) ou perpétuel (CNYF). Deux simulations sont réalisées : à l'équilibre (points) ou interannuelles continues (traits). Les simulations forcées Drakkar ORCA025-G70 et G70fo sont en vert. Un bon accord entre ces différentes méthodes est à noter dans le gyre subpolaire, avec des transports de chaleur (mais aussi de masse) plus importants en 1960 et 1995, et un minimum au début des années 1970.

Une première étape méthodologique a permis de montrer l'intérêt de cette démarche pour mieux contraindre les modèles pronostiques sur des intégrations de plusieurs décennies, et conserver des propriétés thermohalines proches des observations [Huck et al., 2009]. Le travail en cours s'attache à mettre en œuvre ces méthodes dans une configuration océanique globale avec une résolution de $1/2^\circ$ (ORCA05), ce qui nécessite des ressources de calcul et de stockage environ 10 fois plus importantes que par le passé.

3. Activités dans le Golfe de Gascogne : Le projet CONGAS

Le projet CONGAS (« CONTinental GAScogne »), élaboré en association avec le Centre Militaire d'Océanographie, cherche à décrire quantitativement et à comprendre des processus de moyenne échelle (de taille voisine de 100 km) dans le Golfe de Gascogne. Il s'agit plus spécifiquement d'étudier les courants de Pente Continentale, et les tourbillons au voisinage de la Pente.

Nos travaux précédents ont montré la présence récurrente, mais non périodique, d'un réchauffement le long de la côte nord de l'Espagne, au début de l'hiver, dénommé « Navidad ». Il fait partie du système du « Courant Nord-Ibérique vers le Pôle » (ou « Iberian Poleward Current »). Son origine est à chercher le long de la façade Ouest-Portugal. Les quelques mesures recueillies *in situ* ont montré que ce courant était large de 30 à 50 km, s'étendait de la surface à environ 200-300 m, et avait des vitesses de l'ordre de 20-40 cm/s. Les mécanismes exacts de génération et d'évolution de ce courant ne sont pas complètement élucidés, même si l'on sait que les gradients de pression méridiens dans l'océan et le vent en sont des moteurs principaux. Ces courants sont un acteur majeur dans le Golfe de Gascogne, à la fois par leur impact dynamique et hydrologique. D'un point de vue dynamique (notamment lié au sens de propagation des ondes piégées par la topographie), ils se situent « en amont » des pentes et plateaux français. Parmi leurs impacts, citons leur rôle dans le déplacement de la marée noire due à l'accident du Prestige (novembre 2002). Un numéro spécial de Marine Pollution Bulletin (2006) a été consacré à cet accident, et établit aussi son impact. Son importance a aussi été avérée pour ce qui concerne les pêcheries.

De plus, cet écoulement montre bien souvent, plus particulièrement au voisinage des accidents topographiques, des signes d'instabilités qui se développent en structures tourbillonnaires. Un certain type de ces structures, dénommées « SWODDIES » pour « Slope Water Oceanic eDDIES »,

a été découvert et plus particulièrement été étudié au début des années 1990. Il s'agit de grandes structures anticycloniques (~120 km de diamètre), à longue durée de vie (1 an ou plus), qui se propagent généralement vers l'ouest, à des vitesses de ~2 cm/s.

Toutefois, des processus comme la Navidad et les SWODDIES sont très difficiles à étudier car ils sont non réguliers. Il reste aussi élucider les relations entre les maxima de température superficielle et de salinité de subsurface qui ne semblent pas toujours coïncider. Le projet CONGAS a ainsi été conçu pour répondre à ce manque de documentation générique sur le système des courants vers le Pôle sur la pente et le plateau Nord-Espagne et des tourbillons de moyenne échelle dans le Golfe de Gascogne, par une suite de campagnes dédiées (8 campagnes entre 2004 et 2007), et des moyens adéquats (flotteurs acoustiques, bouées dérivantes, hydrologie (dont l'engin SeaSoar), flotteurs profilants, VM-ADCP, etc.).

Les années 2004-2007 ont donc été consacrées à la mise en place du projet (préparation et réalisation des campagnes, préparation et déploiement des instruments - flotteurs, bouées dérivantes, etc. -, déploiement et maintien du réseau acoustique). Suivant leur type, les données sont maintenant en cours d'acquisition (e.g., flotteurs acoustiques / profileurs (32 profileurs déployés!)), de dépouillement (e.g., flotteurs profileurs) ou d'analyse (e.g., bouées dérivantes).

Une première étude des données collectées a été réalisée. Nos efforts persistants ont été couronnés de succès car nous avons été en mesure d'échantillonner un épisode de « Courant Nord-Ibérique vers le Pôle » / « Navidad » en automne-hiver 2006-2007. Cet épisode s'est traduit par une entrée d'eau chaude et salée dans le Golfe de Gascogne, en provenance de l'Ouest Portugal. La figure 2 montre une carte de température de surface de la mer décrivant le phénomène (températures de surface supérieures à 17°C, en anomalie de plus de 1°C par rapport à la moyenne climatologique sur 1994-2006). Les mesures réalisées par plateformes lagrangiennes sont représentées sur la figure 3, et montrent que les courants, complexes, sont généralement dirigés vers le pôle (ou vers l'est), et peuvent atteindre des vitesses de 1.3 m/s. La partie supérieure de la pente est envahie en subsurface (~ 100-200 m) par des eaux anormalement salées (supérieures à 35.9 psu). Cet épisode a coïncidé avec des conditions anormales de vent de sud-ouest en automne 2006, et avec la période automne-hiver 2006-2007 inhabituellement douce sur l'Europe de l'Ouest. Ces analyses ont été présentées au colloque « Golfe de Gascogne » de San Sebastian (avril 2008) et sont décrites en détail dans une publication [Le Cann et Serpette, 2009].

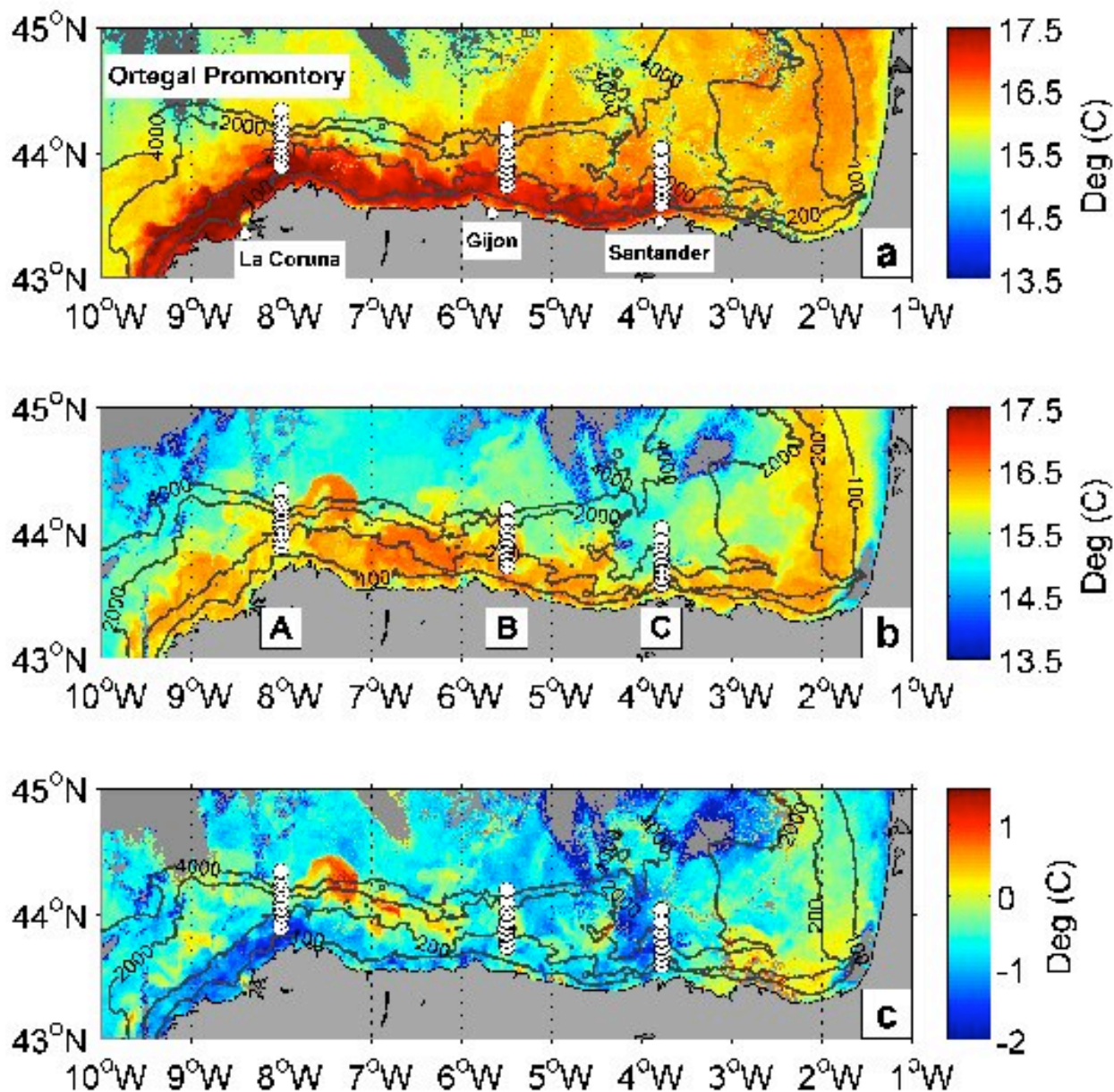


Figure 2: Images de SST satellitaires montrant un événement de surface chaud le long de la côte nord-espagnole à la fin 2006. a) NOAA15 AVHRR canal 4, 29 novembre. b) NOAA17 AVHRR canal 4, 14 décembre. c) Différence entre l'image a et l'image b. Les sections de stations CTD réalisées lors de la campagne CONGAS (06 – 11 décembre 2006) sont indiquées par des cercles blancs sur la figure 2b. Les isobathes 100 – 200 – 2000 – 4000 m sont tracées.

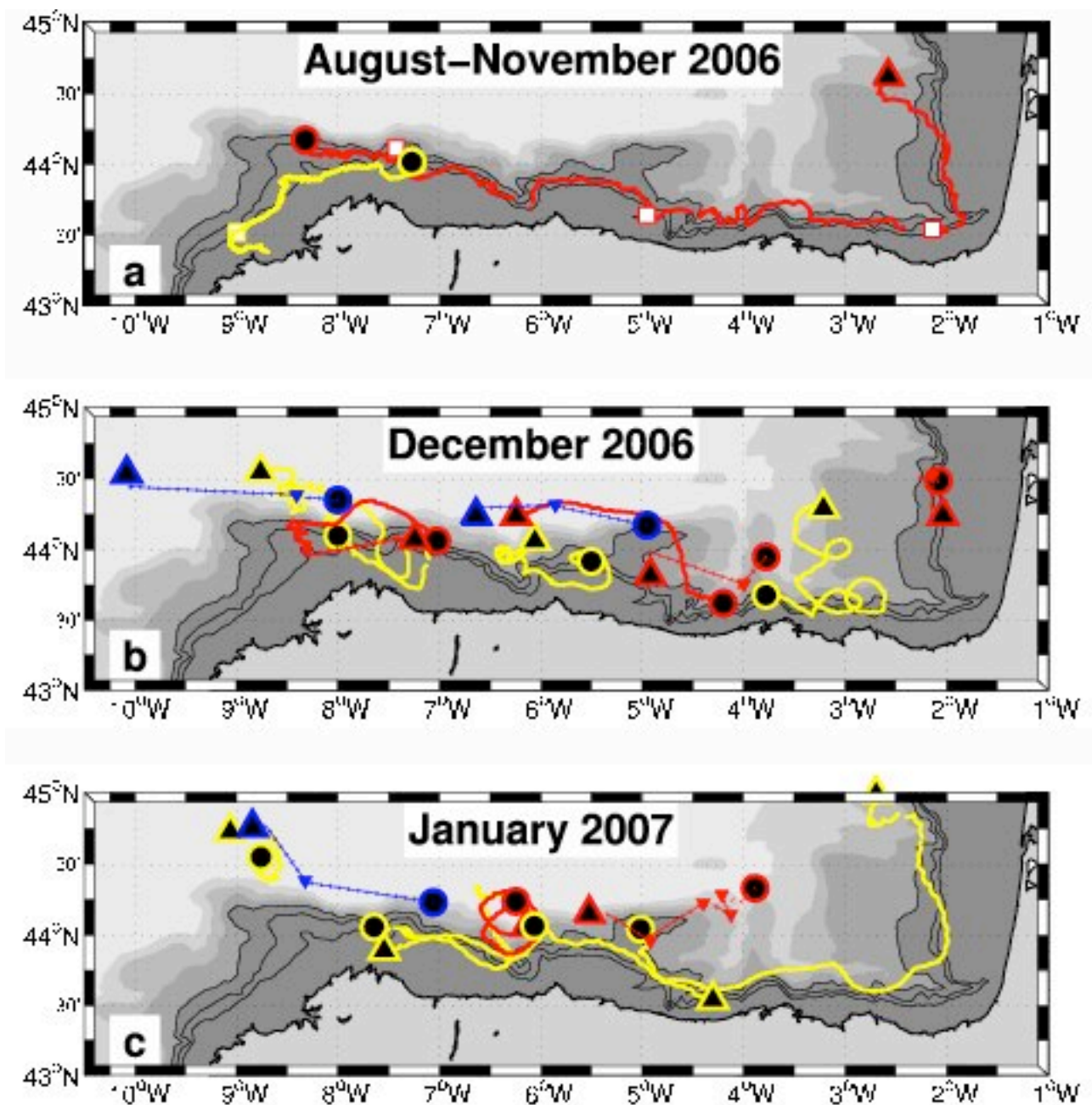


Figure 3: Trajectoires de bouées et flotteurs lagrangiens entre août 2006 et janvier 2007. a) août à novembre 2006, b) décembre 2006, c) janvier 2007. Les couleurs des trajectoires sont fonctions de la profondeur de dérive (jaune : 75m ; rouge : 200m ; bleu : 400m). Les premières positions sont indiquées par des cercles et les dernières par des triangles pointant vers le haut.

PRÉSENTATION DU PROJET

Description de l'équipement (composition et caractéristiques techniques, besoins à satisfaire, liens entre le projet et le schéma de développement du laboratoire)

Le site universitaire du Laboratoire de Physique des Océans dispose d'un parc informatique d'environ 35 PC Linux et de 5 PC dédiés au calcul intensif. Les machines personnelles ont pour la plupart des architectures multi-cœurs (duo ou quad) et disposent d'au moins 2 Go de mémoire vive : cela est essentiel pour traiter de grands volumes de données avec des progiciels comme Matlab ou IDL. De plus, chaque machine dispose d'un espace de stockage local (de 300 Go à 4 To) pour procéder aux calculs liés aux pré et post-traitements des données. La flotte d'ordinateurs portables est constituée d'environ 17 Mac ou PC. Le réseau interconnectant les machines est de type Gigabit. Il permet aux utilisateurs de profiter des services offerts par 4 serveurs Dell PowerEdge 2950 (administrés sous Linux ou Windows), comme l'hébergement de données, l'impression, les services Web ou Terminal Server.

Les données des utilisateurs sont sauvegardées grâce au logiciel BackupPC sur 6 PCs d'une salle en libre-service destinée aux étudiants, stagiaires et visiteurs du laboratoire. De plus, grâce au financement du Conseil Général du Finistère, un serveur couplé à une baie RAID5 de 7 To a été acquis et exporté sur le site de l'Institut Universitaire Européen de la Mer (IUEM) pour effectuer une sauvegarde géographiquement distante. La sauvegarde des données est complétée par un archivage trimestriel sur bandes magnétiques LTO2. Les moyens d'impression sont constitués de 6 imprimantes laser monochromes ou en couleur, pour la plupart équipées de modules d'impression en recto-verso. Par ailleurs, le LPO a investi dans 2 modules de visioconférence de marque Aethra, pour améliorer notamment la communication entre les deux sites du laboratoire (UFR Sciences de l'UBO à Brest et centre IFREMER à Plouzané). Ce système permet ainsi des économies substantielles d'énergie (carburant automobile) et de temps.

L'augmentation toujours aussi rapide des performances des machines, le volume croissant des données à traiter, des besoins en mémoire et en espace disque, et des 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 chaque année (du fait de l'obsolescence du matériel et de la durée limitée des contrats de maintenance). 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, 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. En effet, le pôle de calcul intensif pour la mer (calculateur Caparmor situé sur le site de l'IFREMER) est actuellement en forte évolution, tout comme les structures des moyens nationaux (Grand Équipement National pour le Calcul Intensif - GENCI). Afin d'utiliser de façon optimale les ressources de ces machines d'exception dédiées principalement à la production, les développements, les analyses, les pré- et post-traitements et certaines simulations doivent pouvoir être réalisés en local. Par ailleurs, les machines de type PC que nous dédions principalement aux calculs affichent un rapport performances/prix de plus en plus compétitif, permettant au laboratoire une évolution autonome et rapide de ses besoins. Enfin, ces moyens de calcul intensif s'accompagnent, en particulier sur le site universitaire du laboratoire, 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 au renouvellement des équipements n'offrant plus le niveau de performance que nos activités de recherche et d'enseignement exigent. Il s'agit principalement de calculateurs de certains groupes de recherche et de machines personnelles.

Le premier type de machines doit répondre aux principales tendances suivantes de nos activités de recherche :

–l'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 l'étude menée sur la Mer d'Iroise);

–la multiplicité de simulations dont un ou plusieurs paramètres en entrée sont modifiés pour déterminer leur influence et leur importance sur l'évolution de l'océan modélisé (simulations d'ensemble);

–l'introduction de données pluridisciplinaires, comme les facteurs biologiques, dans les modèles numériques.

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 biprocesseurs, fortement équipés en mémoire (4 Go) et en capacité de stockage sur disque (plusieurs To). Nous comptons aujourd'hui 4 machines de ce type sur le site universitaire. Une nouvelle machine est en cours de commande et nous envisageons d'acquérir deux machines de ce type dans les années à venir, ainsi que l'infrastructure de stockage associée.

Le second type de machines (environ 35 unités) se présente sous la forme de PC sous environnement Linux dont le processeur, la mémoire et les capacités de stockage ont été accrus afin de répondre aux exigences des développements et tests de programmes, d'analyses graphiques, de pré- et post-traitements de grands volumes de données. Pour 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 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 ici qu'à la différence de notre équipe de recherche, l'autre site de notre laboratoire (sur le centre IFREMER de Brest) est soutenu de façon récurrente par cet institut, tant pour le matériel et le soutien informatiques que pour l'équipement à la mer.

Autres utilisations (autres équipes, formation...)

Une spécificité essentielle du LPO-UBO est son lien fort avec l'enseignement : 1^{er}, 2^e et 3^e cycles 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 de première et deuxième années). À ce titre, l'homogénéisation progressive 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 : 48 500€ TTC

Financements :

Le Laboratoire bénéficie de crédits d'investissement attribués par le Ministère de l'Éducation Nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche (MESR) pour un montant annuel moyen de 24 250€, soit 48 500€ sur deux ans.

Une fraction égale à 70% du financement des équipements de recherche détaillés dans ce document demande sera prise sur cette ligne budgétaire. **Le montant complémentaire fait l'objet de la présente demande auprès du Conseil Général du Finistère, soit 14 550€.**

| Origine | Pourcentage | Financement |
|-------------------------|--------------------|--------------------|
| Financement MESR | 70% | 33 950 € |
| Financement CG29 | 30% | 14 550 € |
| Total | 100% | 48 500 € |

RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

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 2007-2009 | Coût TTC (en €) | Fraction Collectivités (Conseil Général) |
|--|------------------------|---|
| IMAC OSX 20" | 1 548,04 | 0% |
| DD interne 1 To | 995,26 | 0% |
| Macbook Pro | 2 280,77 | 0% |
| 10 PC Calcul intensif | 10 476,96 | 0% |
| 5 PC Calcul intensif | 8 004,74 | 0% |
| 5 PC Calcul intensif portable PB | 8 567,90 | 0% |
| 1 477,39 | | 0% |
| 2 Baies stockage ISCSI Raid | 15 308,8 | 100% |
| Serveur PE1950 | 3 156,24 | 0% |
| Ordinateur portable Intel P8400 | 1 549,56 | 45% |
| Total | 53 065,66€ | 16 007,66 € |

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

Les investissements matériels que nous souhaitons réaliser concernent deux domaines principaux :

- le renouvellement régulier des stations de travail devenues obsolètes (ce sont principalement celles en libre-service pour les étudiants et stagiaires) ;
- le développement de nos moyens de calcul intensif.

Nous poursuivrons notre stratégie d'homogénéisation du parc machine au regard du système d'exploitation (Linux) et de la configuration (logiciels installés) des machines, afin de simplifier sa

maintenance et son évolution (64 bit). Ceci bénéficiera à l'efficacité du travail des étudiants et stagiaires qui trouvent ainsi des environnements de travail absolument identiques quel que soit l'endroit d'où ils se connectent.

Les investissements suivants sont donc prévus pour 2009-2010 (l'estimation des coûts s'est faite essentiellement à partir des investissements récents du laboratoire - devis joints en annexe) :

| Equipement | Coût TTC |
|---|-----------------|
| Renouvellement de 10 PC (1,1k€/unité) | 22 000 € |
| Acquisition 2 calculateurs (5k€/unité) | 10 000 € |
| Renouvellement de 4 portables (2k€/unité) | 8 000 € |
| Renouvellement 2 serveurs (3,5k€/unité) | 7 000 € |
| Renouvellement imprimante (1.5k€) | 1 500 € |
| Total | 48 500 € |

NB : L'estimation des coûts s'est faite essentiellement à partir des investissements récents du laboratoire. (devis joints en annexe)

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

Sur la période janvier 2007 – décembre 2008 :

Nombres de stagiaires de Master 1 : 3

Nombres de stagiaires de Master 2 : 4

Nombres de doctorants : 8

Nombre de post-docs : 3

Autres CDD (ingénieurs rétribués sur projet) : 0

Participation à des projets collaboratifs dans le cadre des pôles de compétitivité (ou autres dispositifs)

La nature des tutelles du laboratoire (CNRS, IFREMER, IRD et 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 laboratoire. Le LPO est également coordinateur du Centre Régional d'Expertise Scientifique et Technique ARGO (CREST ARGO), projet financé dans le cadre du CPER Bretagne 2008-2013, destiné à développer la recherche et l'expertise autour du projet ARGO d'observation des océans par des robots autonomes, en association avec le centre de données CORIOLIS.

COMMUNICATION DU DOSSIER

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

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

Pièces jointes au dossier :

- A1 : estimation des coûts de l'investissement matériel prévu ;
- A2 : liste des sujets de recherche des post-doctorants et doctorants de l'équipe LPO-UBO ;
- A3 : liste de publications spécifique à la composante LPO-UBO du laboratoire (avec une date de parution entre 2006 et 2009) ;
- A4 : projet pour le laboratoire et réorganisation des structures opérationnelles pour le quadriennal 2008-2011 ;
- A5 (sur papier) : rapport d'activité 2002-2006 du laboratoire.

A1 : ESTIMATION DES COÛTS

Imprimante Laser Memo Duplex

HP LaserJet P4015x – Achat / Vente Imprimante laser sur LDLC.com

http://www.ldlc.com/fiche/PB00074415.html

Accueil | LDLC-PRO.com | LDLC.be | LDLC.ch | ESPACE CONTACT | Affiliation LDLC | Boutique LDLC Lyon | Boutique LDLC

[Accéder à mon espace client](#) | [Nouvel client ?](#)

Recherche (ex: disque usb)

LDLC.com > Périphériques > Imprimante laser



Imprimante laser
HP LaserJet P4015x (USB 2.0/Ethernet)
Constructeur : (C8511A#BAN)

1499,95 € TTC
Quantité 1

COMMANDEZ

Les Services LDLC.com pour cet article

Achat en ligne
Vos commandes

[Voir/Modifier le panier](#)
[Passer la commande](#)

Lesons d'attente
peut vous être évitée!

Chèques d'attente
approuvés directement

trouvez vos consommables
en 1 clic

trouvez vos mémoires
en 1 clic

trouvez vos accessoires
en 1 clic

trouvez vos accessoires
en 1 clic

selection portables

trouvez vos accessoires
en 1 clic

constituez votre PC
en quelques clics

disponible chez nos fournisseurs
clicquez sur l'icône pour plus d'informations sur ce statut

dispo. boutiques

- LDLC Paris (15e) Sur commande
- LDLC Lyon (9e) Sur commande

[Envoyer cette page](#)
[Imprimer cette page](#)
[Être informé d'une baisse de prix](#)

Referencement
24/06/2009 à 09:31

Date modification
28/04/2009 à 23:59

Marque-page
80044444

Disponibilité du produit
chez nos fournisseurs
+ 20 pièces (+ d'autres)
(M.j.: 05/05 à 07:30)

Information Garantie:
Ce produit bénéficie de la garantie suivante:

- 1 an, prise en charge par le constructeur

Accessoires (en cliquant sur le bouton commander, vous ajoutez directement l'accessoire dans votre panier)



HP Care Pack - Extension de garantie 3 a...

299,96€

COMMANDEZ



HP CC354X (Noir)...

254,96€

COMMANDEZ

Accès aux autres catégories du rayon :

- Accessoires informatiques
- Accessoires pour disques durs
- Accessoires pour imprimantes
- Accessoires pour moniteurs
- Carte photo numérique
- Calculatrice
- Casque Audio HP
- Casques audio et Microphones
- Clavier
- Clavier pour joueur
- Clavier/Souris en Pack
- Cle USB
- Disque dur externe
- Disque dur multimedia
- Disque dur réseau

Les internautes ayant acheté cet article ont également acheté les articles suivants :

- HP Care Pack - Extension de garantie 3 ans, maintenance sur site le lendemain (voir détails)

Calculateur départemental



2008
Preferred Partner



Microsoft
GOLD CERTIFIED
Partner

SEQUENCE
SERVICES PRO

Maintenance et Vente Informatique

Z.A. du Carpont - Rue de BREST

29850 GOUESNOU

Tél : 02 98 07 77 61 Fax : 02 98 07 79 81

R.C.S. : BREST 378 563 936 00020 Code APE : 4651Z
MVI SAS au capital de 600 000 Euros (3 935 742 Francs)

DEVIS 56436

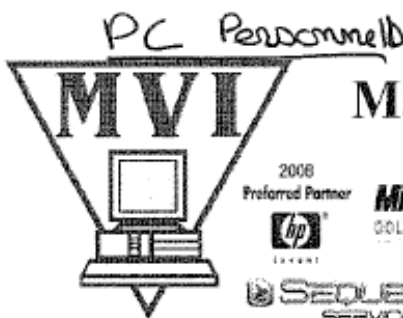
Code Client : 98224040
Affaire suivie par : Régis BRUTEUL

IFREMER

BP 70
29280 PLOUZANE

| référence | Désignation | Cté | Prix Unit. | Prix H.T. | Eco P. | Tva |
|-----------|--|------|------------|-----------|--------|-----|
| | <i>Matériel Compatible Linux Unbutu</i> | | | | | |
| MVI | <p>Serveur Bi-Xeon Quad Core E5450</p> <p>Boitier Ali Lian Li PC V2000 noir</p> <p>ANTEC alimentation - 1000 W</p> <p>Carte mère Intel S5000PSL SATA équipée</p> <p>De 2 processeurs Quad Core Xeon 5450 à 3 ghz</p> <p>Avec 12 Mo de mémoire cache par processeur</p> <p>4 giga de mémoire DDR2 ECC full bufferisée</p> <p>Marque sur marque Samsung original</p> <p>(8 emplacements sur la carte mère)</p> <p>Contrôleur SATA intégré 6 ports Raid 0 et 1</p> <p>2 x Disques 750 giga Seagate Barracuda SATA 3</p> <p>Avec 32 méga de cache</p> <p>Graveur de DVD Samsung +/- double couche</p> <p>Microsoft Internet Keyboard noir</p> <p>Souris Microsoft Wheelmouse optical noir</p> <p>4 ports USB2 dont 2 en façade</p> <p>2 ports ethernet 10/100/1000</p> <p>Ensemble garantie 3 ans sur site j+1</p> <p>OPTION :</p> <p>Disque 1 To 7200 trs 32 Mo de cache Seagate</p> <p>Contrôleur Raid 5 SATA.SAS Adaptec 3805 8 ports</p> <p>+ câble</p> | 1,00 | 2 930,00 | 2 930,00 | | 3 |
| | | 6,00 | 150,00 | 900,00 | | 3 |
| | | 1,00 | 490,00 | 490,00 | | 3 |
| ONDULEUR | <p>Onduleur MGE 1500 VA</p> <p>MGE O.P.S. Ellipse MAX 1500 USBS - onduleur - 900 Watt - 1500 VA</p> <p>Type de périphérique Onduleur - externe</p> <p>Dimension Rack 19" - 2U</p> <p>Dimensions (LxPxH) 8.2 cm x 41 cm x 31.4 cm</p> <p>Poids 10.2 kg</p> <p>Tension de sortie CA 220/230/240 V (50/60 Hz)</p> <p>Puissance fournie 900 Watt / 1500 VA</p> <p>Connecteur(s) de sortie 8 x alimentation tripolaire (France/Belgique)</p> <p>Batterie Acide de plomb</p> <p>Dimensions de la batterie Interne</p> <p>Autonomie (jusqu'à) 12 min chargée à moitié</p> | 1,00 | 290,00 | 290,00 | | 3 |

Paiement sur compte CRCAM n° 41962281001 55 (Code banque 12906 Code guichet 12084) - Code TVA FR 09378563936
 Tous les matériels de maintenance spécifiques, le matériel est garanti retour atelier par le client. Toute intervention sur site pour du matériel garanti retour
 sera facturée au prix d'une heure de main d'oeuvre site plus le déplacement.
 En application de la loi du 12/5/1980 concernant la propriété, le matériel livré par M.V.I reste sa propriété jusqu'au paiement intégral.
 En convention expresse et par application de l'article 48 du nouveau code de procédure civile les parties font attribution de compétence exclusive au



Maintenance et Vente Informatique

Z.A. du Carpont - Rue de BREST

29850 GOUESNOU

Tél : 02 98 07 77 61 Fax : 02 98 07 79 81

R.C.S. : BREST 378 563 936 00020 Code APE : 4651Z

MVI SAS au capital de 600 000 Euros (3 935 742 Francs)

2008
Preferred Partner



Microsoft
GOLD CERTIFIED
Partner

SEQUENCE
SERVICES PRO

DEVIS 56564

Code Client : 98016000
Affaire suivie par : Régis BRUTEUL

UBO

Labo Physique des Océans

6 Av le Gorgeu

29238 BREST Cedex 03

DEVIS N° : 56564 Date : 26/06/08 Règlement : virement à 30 jours

| Référence | Désignation | Qté | Prix Unit. | Prix H.T. | Eco P. | Tva |
|-----------|--|-------|------------|-----------|--------|-----|
| | <i>Matériel Compatible Linux Ubuntu</i> | | | | | |
| CORE2DUO | Micro ordinateur MVI Core 2 Duo Quad 9650 3 Ghz Processeur Quad Core 3 Ghz 12 Mo de cache Carte Mère Intel DP35DPM Boîtier Médium Tour Antec 4000 format ATX 5 emplacements 3"1/2 et 3 emplacements 5"1/4 alimentation 500W ventilateur 12 cm 2 giga de mémoire DDR2 Samsung ou Kingston Disque 320 giga Serial ATA 7200 trs 16 Mo Seagate 8 ports USB2 - IEEE 1394 Carte Vidéo Geforce 8400 256 méga Lecteur/Graveur de DVDRW double couche Chipset son et réseau 10/100/1000 garantie 3 ans J+1 site | 10,00 | 840,00 | 8 400,00 | 8,40 | 3 |
| | Extension de 2 à 4 giga | 10,00 | 50,00 | 500,00 | | 3 |
| | 2 x disques 1 To seagate 7200 trs 32 Mo | 6,00 | 270,00 | 1 620,00 | | 3 |

| Code | TVA | Total TVA | BON POUR ACCORD | |
|--------------------------|------------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|
| 1 | | | Date : | Total HT Net : 10 528,40 |
| 2 | | | Nom : | TVA : 2 063,57 |
| 3 | 19,60 | 2 063,57 | Signature : | Total TTC : 12 591,97 |
| | Total TVA | 2 063,57 | | Acompte : |
| | | | | Net à payer : 12 591,97 € |
| Eco Participation | | 8,40 € | | |

(Montant indicatif en Francs 82 597,91)

Règlement sur compte CRCAM n° 41962281001 55 (Code banque 12906 Code guichet 12084) - Code TVA FR 09378563936

Sans contrat de maintenance spécifique, le matériel est garanti retour atelier par le client. Toute intervention sur site pour du matériel garanti retour atelier sera facturée au prix d'une heure de main d'oeuvre site plus le déplacement.

En application de la loi du 12/5/1980 concernant la propriété, le matériel livré par M.V.I reste sa propriété jusqu'au paiement intégral.

De convention expresse et par application de l'article 48 du nouveau code de procédure civile les parties font attribution de compétence exclusive au tribunal de commerce de Brest.

Serveur Sans disque



Dell S.A.
8 avenue du stade de France,
93218 Saint Denis cedex

Standard : +33 (0) 1 80 60 20 00
Fax commande : 0821 004 388
Fax principal : +33 (0) 1 80 60 20 01
Internet : www.dell.fr

Devis

Adresse de livraison

UNIVERSITE DE BREST
LABORATOIRE PHYS DES OCEANS TRISTAN LETOULLEC
6 AV LE GORGEU
29000 BREST
FRANCE

A l'attention de

UNIVERSITE DE BREST
LABORATOIRE PHYS DES OCEANS TRISTAN
LETOULLEC
6 AV LE GORGEU
29000 BREST
FRANCE

Code client : FR2027580 Date: 27-03-2009 N° de Devis 22808452 Page 1 sur 4

| | | | |
|--------------------------------|---|----------------------|----------------------------|
| Conditions de paiement | Delai de mandatement 35 jours | Fax | 0499756191 |
| Date de livraison - estimation | Si vous confirmez votre commande aujourd'hui 27-03-2009, elle devrait vous être livrée au plus tard le 30-04-2009 | E-Mail | Jean-Pierre_Marge@Dell.Com |
| Responsable Commercial | JEAN-PIERRE MARGE | Validité de l'offre: | 14 jours |
| Tél | 0499756191 | | |

LABORATOIRE PHYS DES OCEANS TRISTAN LETOULLEC

Veuillez trouver ci-joint le devis faisant suite à notre entretien. Nous restons à votre entière disposition pour tout complément d'information.

Merci de préciser vos références de Numéro de Facture, Numéro de Client et Numéro de Commande dans toutes vos correspondances avec Dell.

| Qté | Description | Quantité | Prix unitaire | Total | TVA |
|-----|---|----------|---------------|----------|-----|
| 1 | PE1950 III Quad-Core Xeon E5420 2.5GHz/2x6MB 1333FSB | | 2.130,00 | 2.130,00 | 0 |
| | PE1950 PCIe Carte de montage (2 emplacements) | 1 | | | 0 |
| | Français Doc avec Rack Cordon d'alimentation | 1 | | | 0 |
| | PE1950 Assemblage de panneau | 1 | | | 0 |
| | 4GB (2x2GB Dual Rank DIMMs) 667MHz FB | 1 | | | 0 |
| | Option "sans second processeur" | 1 | | | 0 |
| | 73Go SAS 15000t/min 9,5" Disque dur Enfilable à chaud | 1 | | | 0 |
| | SAS 6iR Contrôleur intégré pour C1 | 1 | | | 0 |
| | PE1950 III Châssis 3,5" x2 Fond de panier SATA Lecteur optique Compatible DVD-ROM Lecteur SATA | 1 | | | 0 |
| | PE1950 III Redondant Bloc d'alimentation Pas de cordon d'alimentation | 1 | | | 0 |
| | Cable pdu montage rack | 1 | | | 0 |
| | Broadcom NetXtreme II 5709 Dual Port Gigabit Ethernet NIC PCIe x4 with TOE and iSCSI | 2 | | | 0 |
| | TCP/IP Offload Engine 2P | 1 | | | 0 |
| | Pas de système d'exploitation | 1 | | | 0 |
| | PE1950 OpenManage kit et pilote FI | 1 | | | 0 |
| | You have chosen not to take the Dell PowerEdge installation service | 1 | | | 0 |
| | RapidVerse Rails rack coulissants | 1 | | | 0 |
| | PE1950 III - C1,MSS,Motherboard SATA/GAS,min1,max2or4 | 1 | | | 0 |
| | PowerEdge Order - France | 1 | | | 0 |
| | 1Yr Basic Warranty - Next Business Day - Minimum Warranty | 1 | | | 0 |
| | Base Warranty | 1 | | | 0 |
| | 3Yr ProSupport for your Enterprise and Next Business Day on-site Service | 1 | | | 0 |
| 1 | Avocent SwitchView 1000 - Commutateur KVM - PS/2 - 4 ports - 1 utilisateur local - 1U - empilable | | 169,00 | 169,00 | 0 |
| 2 | Avocent - Kit de câbles clavier/vidéo/souris/USB - 1,8 m | | 10,00 | 20,00 | 0 |
| 2 | Avocent - Kit de câbles clavier/vidéo/souris/USB - 4,5 m | | 20,00 | 40,00 | 0 |
| 8 | Belkin - Cordon de raccordement - RJ-45 (M) - RJ-45 (M) - 3 m - (CAT 5e) - jaune | | 7,00 | 56,00 | 0 |
| 8 | Belkin - Cordon de raccordement - RJ-45 (M) - RJ-45 (M) - 3 m - (CAT 5) - vert | | 3,00 | 24,00 | 0 |
| 4 | Boîtier d'interface serveur USB avec câbles 1 x 7pieds et 1 x 12pieds - Kit | | 50,00 | 200,00 | 0 |

Détail de la TVA

| Code | TVA | TVA (%) | EUR Total H.T. | EUR TVA |
|------|-----|---------|----------------|---------|
| S | | 19.6 | 2.639,00 | 517,24 |

| EUR | |
|--------------------|----------|
| Sous-total H.T. | 2.639,00 |
| Frais de port H.T. | 0,00 |
| TVA | 517,24 |
| Total T.T.C. | 3.156,24 |

Offre soumise aux Conditions Générales de Vente et de Services Dell ci-jointes
Dell S.A Siège Social 1 rond point Benjamin Franklin 34938 Montpellier Cedex 9 France
Capital Social 1 676 939 euros RCS Montpellier 351 528 229, APE 4651Z
TVA Intracommunautaire FR 20 351 528 229

Portables



France Systèmes
La Rigaudière
Centre d'affaires Alizés
35510 Cesson-Sévigné.

Tel : 02 99 83 05 70
Fax : 02 99 83 05 71
www.francesystemes.com

- Informatique / Internet
- Bureautique & PDA
- Réseau & Communications
- Gestion & Comptabilité
- Fournitures & Consommables
- Audit de Parc
- Délégation de Personnel
- Location
- SW & Maintenance



Solution
Expert
Macros
Centre de Services Agréé
Revendeur
Agréé

Université de Bretagne Occidentale
Monsieur Tristan Le Toulec
Laboratoire de Physique des océans
CNRS IFREMER / IRD
6 avenue le Gorgeu
29200, Brest

Rennes, le 07/10/2008

Nous vous prions de trouver ci-joint votre devis n° : 8316110

| Ref | Désignation | Qté | PU | Remise | PU R | Total ligne |
|---|--|-----|---------------------------|--------|------------------|-------------|
| CTO-MACBOOKAIR | CTO MacBook Air 13,3" Core 2 Duo 1,8 GHz/2 Go (2x1)/80 Gc 4 200-rpm/Intel GMA X3100 144 Mo/AirPort 802.11n/Bluetooth 2.1 EDR W87017517 Livré avec Mac OS X v10.5 et iLife '08. Livré avec un adaptateur secteur MagSafe 45W, une batterie lithium-polymère, un adaptateur vidéo micro DVI vers DVI et micro DVI vers VGA. Ce MacBook Air possède une iSight intégrée. | 1 | 1 562,71 | 8,00 | 1 437,69 | 1 437,69€ |
| MA519F/A | AppleCare Protection Plan 3 ans pour MacBook & MacBook Air Ce contrat vous couvre pendant 3 ans retour atelier (pièce, main d'oeuvre). Vous bénéficiez également de l'assistance téléphonique Apple (0 825 888 024). Enregistrement du contrat sur http://www.apple.com/fr/support/register | 1 | 266,72 | 25,00 | 200,04 | 200,04€ |
| MB442Z/A | Apple adaptateur USB <-> Ethernet 10/100 BT pour MacBook Air | 1 | 24,25 | 8,00 | 22,31 | 22,31€ |
| MB397G/A | Option : Apple lecteur SuperDrive 8x (DVD±R DL/DVD±RW/CD-RW) externe USB2 pour MacBook Air | 1 | 74,41 | 8,00 | 68,46 | 68,46€ |
| 65007309ER | Adobe Photoshop Lightroom v.2.0 CS3 licence papier éducation Level 1 R Mac OS X Universal Binary Attention média non fourni -> ref. 65007302ER-FR | 1 | 92,00 | | 92,00 | 92,00€ |
| 65007302ER-FR | Adobe Photoshop Lightroom v.2.0 média DVD VF Mac OS X Universal Binary pour licence éducation A commander exclusivement avec des licences papier éducation. offert | 1 | | | | |
| BF-N-MBA133-G | Tucano housse néoprène Second Skin grise pour MacBook Air | 1 | 29,00 | 20,00 | 23,20 | 23,20€ |
| 13849 | Brenthaven sacoche légère Edge I Black noir pour MacBook 13,3" & MacBook Air | 1 | 41,76 | 20,00 | 33,41 | 33,41€ |
| EXAPAQ | Livraison par transporteur Disponible sous 2-3 semaines. | 1 | | | | |
| Offre valable 30 jours. Conditions de règlement : Virement bancaire à 45 jours net Merci d'indiquer le numéro de ce devis sur votre bon de commande. | | | Total HT | | 1 877,11€ | |
| | | | TVA collectée à 19.6% | | 367,91€ | |
| | | | Total TTC en Euros | | 2 245,02€ | |

Votre contact : Sarah Danilo, 02 99 83 05 70
danilo.s@francesystemes.fr



Maintenance et Vente Informatique



Z.A. du Carpont - Rue de BREST
29850 GOUESNOU

Tél : 02 98 07 77 61 Fax : 02 98 07 79 81

R.C.S. : BREST 378 563 936 00020 Code APE : 4651Z
MVI SAS au capital de 600 000 Euros (3 935 742 Francs)

DEVIS 56896

Code Client : 98016000
Affaire suivie par : Régis BRUTEUL

UBO
LPO

29236 BREST Cedex 03

| référence | Désignation | Qté | Prix Unit. | Prix H.T. | Eco P. | Tva |
|------------------|---|---------------------------------|------------|-----------|--------|-----|
| DEVIS N° : 56896 | Date : 22/09/08 | Règlement : Virement à 30 jours | | | | |
| PORTHP | Ordinateur Portable HP 8510W HP Compaq Mobile Workstation 8510w - Core 2 Duo T7700 2.4 GHz - 15.4" TFT Dimensions (LxPxH) 35.7 cm x 26 cm x 2.8 cm Poids 2.8 kg Localisation Français / France Technologie de plate-forme Intel Centrino Pro Type de système Ordinateur portable Périphériques intégrés Haut-parleurs stéréo, antenne LAN sans fil, antenne Bluetooth Sécurité intégrée Trusted Platform Module (TPM 1.2) Security Chip, lecteur d'empreintes digitales, lecteur SmartCard Processeur Intel Core 2 Duo T7700 / 2.4 GHz (à deux noyaux) Mémoire cache 4 Mo - L2 Mémoire 2 giga DDR2 Lecteur de carte Ouf Disque dur 120 Go - Serial ATA - 7200 tours/min Stockage optique DVD±RW (+R double couche)/DVD-RAM avec LightScribe Technology Affichage 15.4" matrice active TFT 1920 x 1200 (WUXGA) Carte Vidéo ATI Fire GL V5600 256 méga Sortie audio Carte son Télécommunications Fax / modem - MDC - 56 Kbits/s Réseaux Adaptateur réseau - Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, IEEE 802.11b, IEEE 802.11a, IEEE 802.11g, Bluetooth 2.0 EDR Carte NIC sans fil Intel Wireless WiFi Link 4965AG Périphérique(s) d'entrée Clavier, touchpad, Pointing Stick Alimentation CA 120/230 V (50/60 Hz) Batterie Lithium Ion Système d'exploitation Windows XP Professionnel Webcam externe pour portable Garantie du fabricant 3 ans de garantie | 1,00 | 1 190,00 | 1 190,00 | 0,25 | 3 |
| POUSSE | Sacoche de Transport pour Portable 15"4 | 1,00 | 30,00 | 30,00 | | 3 |
| POURIS | Souris Microsoft pour portable Compatible Linux Ubuntu | 1,00 | 15,00 | 15,00 | 0,03 | 3 |

Règlement sur compte CRCAM n° 41962281001 55 (Code banque 12906 Code guichet 12084) - Code TVA FR 06378663936
Ce contrat de maintenance spécifique, le matériel est garanti retour atelier par le client. Toute intervention sur site pour du matériel garanti retour atelier sera facturée au prix d'une heure de main d'oeuvre site plus le déplacement.
Application de la loi du 12/5/1980 concernant la propriété, le matériel livré par M.V.I reste sa propriété jusqu'au paiement intégral.
Convention expresse et par application de l'article 48 du nouveau code de procédure civile les parties font attribution de compétence exclusive au

A2 : LISTE DES SUJETS DE RECHERCHE DES POST-DOCTORANTS ET DOCTORANTS DE L'ÉQUIPE LPO-UBO

Gildas CAMBON : activité doctorale sur le sujet « Étude numérique de la mer d'Iroise : Dynamique, Variabilité du front d'Ouessant et Évaluation des échanges cross-frontaux », soutenue à Brest le 9 avril 2008.

Arnaud DAVID : activité doctorale en cours sur le sujet « Échanges interocéaniques au sud de l'Afrique : estimation, phénoménologie et impact ».

Andrea DOGLIOLI : activité **post-doctorale** sur le thème « Diagnostic lagrangien du transport de masse associé au déplacement d'un tourbillon », terminée en août 2006.

Nicolas DUCOUSO : activité doctorale en cours sur le sujet « Circulation quasi-lagrangienne moyenne de l'Océan Atlantique Nord ».

Yann FRIOCOURT : activité doctorale sur le sujet « Cycle saisonnier du courant de pente dans le Golfe de Gascogne et ses conséquences sur le transport de masses d'eaux : simulation numérique et analyse lagrangienne. », soutenue à Brest le 14 décembre 2006.

Julien JOUANNEAU : activité **post-doctorale** en cours sur le thème « Dynamique des échanges interocéaniques dans l'Océan Austral : étude des processus dynamiques dans les transferts de masse, chaleur et eau douce à partir des simulations numériques et observations du projet GOODHOPE ».

Arnaud LE BOYER : activité doctorale en cours sur le sujet « Interaction entre turbulence océanique et talus continental : ondes piégées à la côte et variabilité des courants de pente »

Rudy MAUGÉ : activité doctorale sur le sujet « Modèles de génération de marée interne sur un talus », soutenue à Brest le 21 décembre 2006.

Thomas MEUNIER : activité doctorale en cours sur le sujet « Dynamique de submeso-échelle et flux 3D au voisinage de deux systèmes d'upwelling ».

Héloïse MULLER : activité doctorale sur le sujet « Étude de la circulation résiduelle lagrangienne en mer d'Iroise », soutenue à Brest le 9 décembre 2008.

Marc PAVEC : activité doctorale sur le sujet « Instabilités barocline et paramétrique des courants de bord, application au front d'Ouessant », soutenue à Brest le 17 avril 2007.

Xavier PERROT : activité doctorale en cours sur le sujet « Interaction de tourbillons dans un écoulement de grande échelle temporellement variable ».

Anna RUBIO : activité **post-doctorale** sur le thème « Échanges côte-large effectués par la moyenne échelle dans les systèmes d'upwelling de bord est. Étude du système d'upwelling du Benguela Sud », terminée en août 2008.

Florian SÉVELLEC : activité doctorale sur le sujet « Variabilité basse fréquence endogène et exogène de la circulation thermohaline », soutenue à Brest le 13 juin 2007.

A3 : LISTE DES PUBLICATIONS DU LPO-UBO (2006-2009)

Les membres permanents du laboratoire sont soulignés de deux traits ; les étudiants (doctorants et post-doctorants) sont soulignés d'un trait.

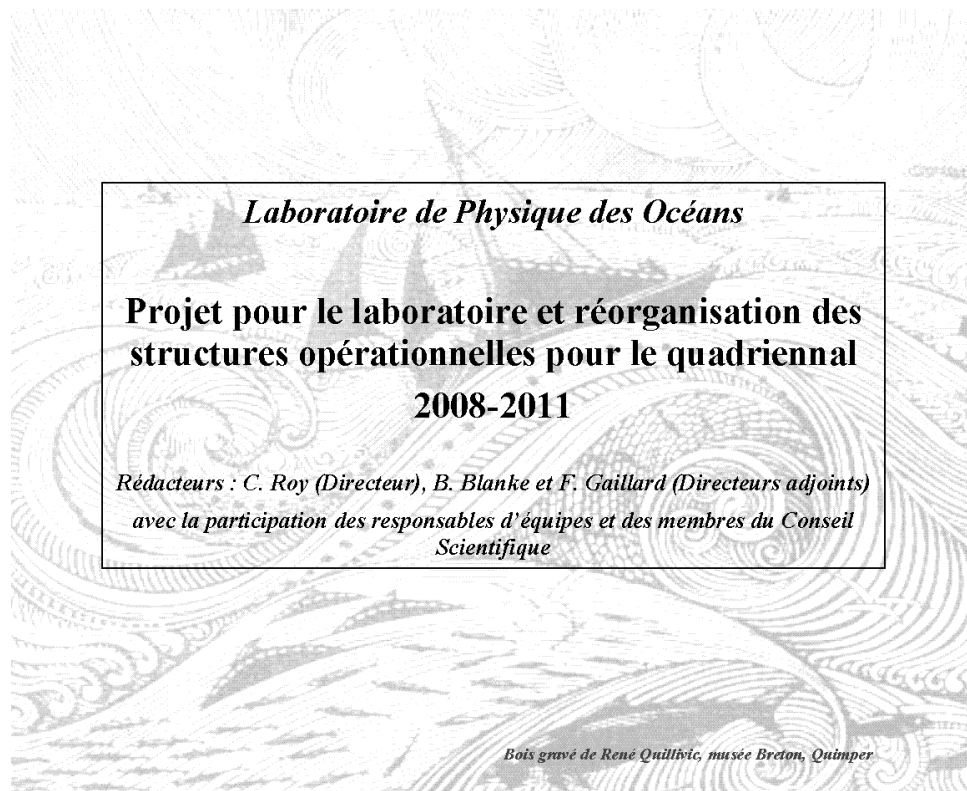
- Arzel, O., T. Huck, et A. Colin de Verdière, 2006: The different nature of the interdecadal variability of the thermohaline circulation under mixed and flux boundary conditions. *J. Phys. Oceanogr.*, **36**, 1703-1718.
- Arzel, O., A. Colin de Verdière, et T. Huck, 2007: On the origin of interdecadal oscillations in a coupled ocean-atmosphere model. *Tellus*, **59**, pp. 367-383, doi:10.1111/j.1600-0870.2007.00227.x.
- Ben Jelloul, M., et R. X. Huang, 2006: The abyssal stratification and circulation deduced from the maximum entropy production principle. *Tellus*, **58**, 392-403, doi:10.1111/j.1600-0870.2006.00177.x.
- Blanke, B., M. Arhan, et S. Speich, 2006: Salinity changes along the upper limb of the Atlantic thermohaline circulation. *Geophys. Res. Lett.*, **33**, L06609, doi:10.1029/2005GL024938.
- Cabanes, C., T. Huck, et A. Colin de Verdière, 2006: Contributions of wind forcing and surface to interannual sea level variations in the Atlantic Ocean. *J. Phys. Oceanogr.*, **36**, 1739-1750.
- Carton, X. J., et G. Sutyryn, 2006: Vortex interaction with a zonal Rossby wave in a quasi-geostrophic model. *Dynam. Atmos. Oceans*, **41**, 85-102.
- Chérubin, L. M., X. J. Carton, et D. G. Dritschel, 2007: Vortex dipole formation by baroclinic instability of boundary currents. *J. Phys. Oceanogr.*, **37**, 1661-1677.
- Colin de Verdière, A., M. Ben Jelloul, et F. Sevellec, 2006: Bifurcation structure of thermohaline millennial oscillations. *J. Climate*, **19**, 5777-5795.
- Colin de Verdière, A., 2007: A simple model of millennial oscillations of the thermohaline circulation. *J. Phys. Oceanogr.*, **37**, 1142-1155.
- Doglioli, A. M., M. Veneziani, B. Blanke, S. Speich, et A. Griffa, 2006: A Lagrangian analysis of the Indian-Atlantic interocean exchange in a regional model. *Geophys. Res. Lett.*, **33**, L14611, doi:10.1029/2006GL026498.
- Doglioli, A. M., B. Blanke, S. Speich, et G. Lapeyre, 2007: Tracking coherent structures in a regional ocean model with wavelet analysis: Application to Cape Basin eddies. *J. Geophys. Res.*, **112**, C05043, doi:10.1029/2006JC003952.
- Durand, F., D. Shankar, C. de Boyer Montegut, S. S. C. Shenoi, B. Blanke, et G. Madec, 2007: Modeling the barrier-layer formation in the South-Eastern Arabian Sea. *J. Climate*, **20**, 2109-2120.
- Dutrieux P., C. E. Menkes, J. Vialard, P. Flament, et B. Blanke, 2008: Lagrangian study of tropical instability vortices in the Atlantic. *J. Phys. Oceanogr.*, **38**, 400-417.
- Estrade, P., P. Marchesiello, A. Colin de Verdière, et C. Roy, 2008: Cross-shelf structure of coastal upwelling: A two-dimensional extension of Ekman's theory and a mechanism for inner shelf upwelling shut down. *J. Mar. Res.*, **66**, 589-616.
- Friocourt, Y., B. Levier, S. Speich, B. Blanke, et S. Drijfhout, 2007: A regional numerical ocean model of the circulation in the Bay of Biscay. *J. Geophys. Res.*, **112**, doi:10.1029/2006JC003935.

- Friocourt, Y., S. Drijfhout, et B. Blanke, 2008: On the dynamics of the slope current system along the West European margin. Part I: Analytical calculations and numerical simulations with steady-state forcing. *J. Phys. Oceanogr.*, **38**, 2597-2618.
- Friocourt, Y., B. Blanke B., S. Drijfhout, et S. Speich, 2008: On the dynamics of the slope current system along the west European margin. Part II: Analytical calculations and numerical simulations with seasonal forcing. *J. Phys. Oceanogr.*, **38**, 2619-2638.
- Gladyshev, S., M. Arhan, A. Sokov, et S. Speich, 2008: A hydrographic section from South Africa to the southern limit of the Antarctic Circumpolar Current at the Greenwich meridian. *Deep-Sea Res.*, **55**, 1284-1303.
- Huck, T., A. Colin de Verdière, P. Estrade, et R. Schopp, 2008: Low-frequency variations of the large-scale ocean circulation and heat transport in the North Atlantic from 1955-1998 in situ temperature and salinity data. *Geophys. Res. Lett.*, **35**, doi:10.1029/2008GL035635.
- Iudicone, D., K. Rodgers, R. Schopp, et G. Madec, 2007: An exchange window for the Antarctic Intermediate Water injection into the South Pacific. *J. Phys. Oceanogr.*, **37**, 1, 31-49.
- Iudicone, D., G. Madec, B. Blanke, et S. Speich S., 2008: The role of Southern Ocean surface forcings and mixing in the global conveyor. *J. Phys. Oceanogr.*, **38**, 1377-1400.
- Iudicone, D., S. Speich, G. Madec, et B. Blanke, 2008: The global conveyor belt from a Southern Ocean perspective. *J. Phys. Oceanogr.*, **38**, 1401-1425.
- Koch-Larrouy, A., G. Madec, B. Blanke, et R. Molcard, 2008: Water mass transformation along the Indonesian throughflow in an OGCM. *Ocean Dyn.*, **58**, 289-309.
- Le Boyer, A., G. Cambon, N. Daniault, S. Herbette, B. Le Cann, L. Marié, et P. Morin, Observations of the Ushant tidal front in September 2007. *Cont. Shelf Res.*, 29, 1026-1037, doi:10.1016/j.csr.2008.12.020.
- Le Cann, B., et A. Serpette, 2009: Intense warm and saline upper Ocean inflow in the southern Bay of Biscay in autumn-winter 2006-2007. *Cont. Shelf Res.*, 29, 1014-1025, doi:10.1016/j.csr.2008.11.015.
- Lett, C., P. Verley, C. Mullon, C. Parada, T. Brochier, P. Penven, et B. Blanke, 2008: A Lagrangian tool for modelling ichthyoplankton dynamics, *Environ. Modell. Softw.*, **23**, 1210-1214.
- Maugé, R., et T. Gerkema, 2008: Generation of weakly nonlinear nonhydrostatic internal tides over large topography: a multi-modal approach. *Nonlinear Proc. Geoph.*, **15**, 233-244.
- Maze, G., F. D'Andrea, et A. Colin de Verdière, 2006: Low-frequency variability in the Southern Ocean region in a simplified coupled model. *J. Geophys. Res.*, **111**, C05010, doi:10.1029/2005JC003181.
- Muller, H., F. Dumas, B. Blanke, et V. Mariette, 2007: High resolution atmospheric forcing for regional oceanic model: The Iroise Sea. *Ocean Dynam.*, **57**, 375-400, doi:10.1007/s10236-007-0115-4.
- Muller, H., B. Blanke, F. Dumas, V. Mariette, et F. Lekien, 2009 : Estimating the Lagrangian residual circulation in the Iroise Sea. Sous presse dans *J. Mar. Syst.*
- Peliz, A., P. Marchesiello, A. M. P. Santos, J. Dubert, A. Teles-Machado, M. Marta-Almeida, et B. Le Cann, 2009: Surface Circulation in the Gulf of Cadiz. Part 2: Inflow-outflow coupling and the Gulf of Cadiz Slope Current. *J. Geophys. Res.*, **114**, C03011, doi:10.1029/2008JC004771.
- Perrot, X., et X. Carton, 2008: Vortex interaction in an unsteady large-scale shear/strain flow, *IUTAM Symposium on Hamiltonian Dynamics, Vortex Structures and Turbulence*, **6**, 373-381.
- Pizzigalli, C., V. Rupolo, E. Lombardi, et B. Blanke, 2007: Seasonal probability dispersion maps in the Mediterranean Sea obtained from the MFS Eulerian velocity fields. *J. Geophys. Res.*, **112**, C05012, doi:1029/2006JC003870.
- Reverdin, G., J.-C. Gascard, B. Le Cann, L. Prieur, M. Assenbaum, et P. Lherminier, 2009: A long-lasting Mode Water vortex in the Northeast Atlantic Ocean. *J. Phys. Oceanogr.*, **39**, 536-558, doi:10.1175/2008JPO3970.1.

- Roullet, G, et P. Klein, 2009: Available potential energy diagnosis in a direct numerical simulation of rotating stratified turbulence. *J. Fluid Mech.*, **624**, 44-55, doi:10.1017/S0022112008004473.
- Rubio, A., B. Blanke, S. Speich, N. Grima, et C. Roy, 2009: Mesoscale eddy activity in the southern Benguela upwelling system from satellite altimetry and model data. Sous presse dans *Prog. Oceanogr.*
- Serpette, A., B. Le Cann, et F. Colas, 2006: Lagrangian circulation of the North Atlantic Central Water over the abyssal plain and continental slopes of the Bay of Biscay: Description of selected mesoscales features. *Sci. Mar.*, **70S1**, 27-42.
- Sévellec, F., T. Huck, et M. Ben Jelloul, 2006: On the mechanism of centennial thermohaline oscillations. *J. Mar. Res.*, **64**, 355-392.
- Sévellec, F., M., Ben Jelloul, et T. Huck, 2007: Optimal surface salinity perturbation influencing the thermohaline circulation. *J. Phys. Oceanogr.*, **37**, 31-49.
- Sévellec, F., T. Huck, M. Ben Jelloul, N. Grima, J. Vialard, et A. Weaver: 2008: Optimal surface salinity perturbations of the meridional overturning and heat transport in a global Ocean General Circulation Model. *J. Phys. Oceanogr.*, **38**, 2739-2754.
- Sévellec, F., T. Huck, M. Ben Jelloul, et J. Vialard, 2009: Non-normal multidecadal response of the thermohaline circulation induced by optimal surface salinity perturbations. *J. Phys. Oceanogr.*, **39**, 852-872.
- Speich, S., B. Blanke, et W. Cai, 2007: Atlantic meridional overturning circulation and the Southern Hemisphere supergyre, *Geophys. Res. Lett.*, **34**, L23614, doi:10.1029/2007GL031583.
- Speich, S., J. R. Lutjeharms, P. Penven, et B. Blanke, 2006: The role of bathymetry in Agulhas Current configuration and behaviour. *Geophys. Res. Lett.*, **33**, L23611, doi:10.1029/2006GL027157.
- Sutyryn, G., et X. Carton, 2006: Vortex interaction with a zonal Rossby wave in a quasi-geostrophic model. *Dynam. Atmos. Oceans*, **41**, 85-102.
- Sutyryn G., et X. Carton, 2008: Evolution of an intense vortex in a periodic sheared flow, *IUTAM Symposium on Hamiltonian Dynamics, Vortex Structures and Turbulence*, **6**, 363-372.
- Sutyryn, G., X. Perrot, et X. Carton, 2008: Integrable motion of a vortex dipole in an axisymmetric flow. *Phys. Lett. A*, **372**, 5452-5457.
- Swart, S., S. Speich, I. J. Ansorge, G. J. Goni, S. Gladyshev, et J. R. E. Lutjeharms, 2008: Transport and variability of the Antarctic Circumpolar Current south of Africa. *J. Geophys. Res.*, **113**, C9, doi:10.1029/2007JC004223.

A4 : PROJET POUR LE LABORATOIRE ET RÉORGANISATION DES STRUCTURES OPÉRATIONNELLES POUR LE QUADRIENNAL 2008-2011

Ce document, rédigé fin 2007 par la nouvelle direction du LPO (mandat 2008-2011), a été défendu avec succès devant les différentes tutelles du laboratoire, et en particulier devant la section 19 du Comité National de la Recherche Scientifique.



24 octobre 2007

PREAMBULE

Ce document présente la nouvelle organisation du *Laboratoire de Physique des Océans* (UMR 6523) et décrit de manière synthétique ses orientations scientifiques pour le quadriennal 2008-2011.

Les recommandations issues de l'évaluation de la section 19 du CNRS ont guidé le laboratoire dans l'exercice de réorganisation engagé depuis le printemps 2007. Nous proposons notamment la constitution d'une nouvelle équipe de direction et la mise en place d'une structuration scientifique reposant sur trois équipes de recherche et un groupe technique. L'objectif affiché est une rénovation substantielle du fonctionnement du laboratoire qui devrait permettre aux personnels de mieux exprimer leur potentiel individuel et aux équipes de réunir les compétences nécessaires à l'émergence de projets scientifiques fédérateurs et ambitieux.

Le quadriennal 2008-2011 démarrera au 1^{er} janvier 2008 avec une organisation du LPO et un fonctionnement profondément renouvelés. Ce résultat concret a été obtenu grâce à la forte mobilisation des personnels au cours des six derniers mois, sous l'impulsion de la nouvelle équipe de direction. Il s'agit de la première étape d'une évolution dans laquelle le laboratoire s'est engagé afin de construire et affirmer une ambition scientifique à la hauteur des grands enjeux scientifiques actuels.

Nous détaillons ici les éléments nouveaux, organisationnels et scientifiques, élaborés depuis le printemps 2007. Ce document complète et met à jour le document de prospective rédigé à l'automne 2006.

1 Domaine scientifique

1.1 Présentation générale

Nous proposons l'affichage « Dynamique de l'Océan et Changements Climatiques : Diagnostics, Mécanismes et Impacts Régionaux » comme finalité générale des travaux de recherche du LPO, qu'ils soient théoriques, appliqués, en lien avec l'océanographie opérationnelle, ou menés dans un cadre pluridisciplinaire. Un tel affichage affirme le rôle du LPO dans la production de connaissance sur un des enjeux clés auxquels les sociétés du XXI^e siècle font face.

Les objectifs scientifiques de l'UMR sont associés à la production de connaissance sur les mécanismes contrôlant la dynamique des océans à différentes échelles de temps et d'espace, en privilégiant trois volets de recherche :

- 1) **les mécanismes de la dynamique océanique**, de la sub-méso échelle à l'échelle des bassins ;
- 2) **les changements climatiques** : rôle de l'océan et impacts de la circulation thermohaline ;
- 3) **la compréhension des échanges « hauturier-côtier »** pour aborder la régionalisation des impacts des changements climatiques sur les marges et les écosystèmes.

La compréhension des mécanismes qui régissent la dynamique océanique est une priorité affirmée du LPO. C'est une des originalités du laboratoire depuis sa création et c'est aussi un atout majeur pour résoudre de nouveaux défis scientifiques. Cette priorité est complétée par

des objectifs de recherche plus finalisés (changements climatiques et impacts régionaux, prise en compte de la dimension « écosystème ») qui ouvriront le laboratoire vers une large communauté multidisciplinaire, incluant des domaines appliqués de l'océanographie dont l'océanographie opérationnelle.

La démarche suivie par le LPO associe :

- **campagnes océanographiques** pour les études de processus et le suivi de la variabilité océanique, avec la mise en œuvre éventuelle de développements technologiques spécifiques ;
- **exploration et quantification de la dynamique océanique à partir d'observations** : développement de techniques de validation, d'analyse et de quantification statistique des bases de données du laboratoire et des bases de données globales, qu'elles soient « historiques » ou « temps réel » de type ARGO ;
- **modélisation académique/idéalisée** pour des études de processus et des études du fonctionnement de l'océan ;
- et **modélisation réaliste** pour des simulations de la réponse de l'océan à la variabilité climatique et des impacts régionaux.

1.2 Les équipes de recherche

Pour la structuration des équipes, la démarche a été de s'appuyer sur les atouts et compétences existants pour organiser les activités du laboratoire autour de l'enjeu scientifique qu'est le couplage d'échelles, qu'il s'agisse du couplage entre océan du large et domaine côtier, ou de celui qui se produit entre la sub-méso échelle et l'océan global. Cette démarche a conduit à :

- 1) rassembler dans une équipe les activités sur l'exploration des mécanismes fondamentaux qui régissent la dynamique océanique ; cette configuration a pour objectif de donner une meilleure cohérence à l'une des activités qui contribue à l'identité du LPO dans la communauté nationale.
- 2) réorganiser les autres activités du laboratoire autour d'entités géographiques de manière à créer les conditions pour que se développent des projets autour d'un enjeu scientifique majeur : le couplage entre l'océan du large et le domaine côtier.

Trois équipes scientifiques dont les grandes orientations sont précisées ci-dessous ont été constituées. Chaque équipe a rédigé une première prospective scientifique qui est donnée en annexe. La thématique de l'Equipe 1 reprend celle du thème 2 de la prospective et se trouve renforcée par un des volets de l'ancien thème 1. Pour les Equipes 2 et 3, la configuration proposée est originale et n'existe actuellement, à notre connaissance, dans aucune autre UMR. Elle rassemble, dans chacune des deux grandes régions océaniques qui concentrent l'essentiel des activités du laboratoire, une masse critique de chercheurs et d'IT autour d'un continuum «domaine océanique – domaine côtier».

L'objectif affiché par cette organisation en équipe est de réaliser des avancées scientifiques sur le couplage hauturier-côtier, en s'affranchissant de la barrière historique qui existe parfois entre l'océanographie hauturière et le côtier régional. En donnant aux équipes 2 et 3 une identité géographique spécifique, combinant les domaines hauturier et côtier, le laboratoire affiche clairement ses priorités et met concrètement en place un environnement pour les soutenir.

Équipe 1 « Dynamique de la Variabilité Océan-Atmosphère »

Cette équipe affiche une thématique de recherche sur les interactions non-linéaires d'échelles et le couplage océan-atmosphère. Elle se focalise sur l'exploration des mécanismes fondamentaux qui régissent la dynamique océanique, de l'échelle des bassins à celles des structures méso et sub-méso échelle. Elle développe des méthodes d'investigation dynamiques basées sur des modèles, de faible ou haute résolution, simples ou complexes, permettant de reproduire les mécanismes de base, à l'œuvre dans l'océan. Les activités de cette équipe se concentrent autour de deux études dynamiques spécifiques de la variabilité océanique.

La première concerne l'évolution temporelle d'un système soumis à de fortes interactions d'échelles très différentes. Elle fait largement appel aux ressources du Earth Simulator (Japon) pour mettre en œuvre des simulations à très haute résolution. Au cours des deux années passées, ces travaux ont permis de découvrir de nouveaux phénomènes sur les interactions d'échelles. La très haute résolution permet en effet de capturer la physique sous-jacente aux cascades turbulentes faisant intervenir des échelles spatiales et temporelles très différentes. Les perspectives liées à l'évolution de la puissance de calcul des supercalculateurs (dizaine de petaflops à l'horizon 2010) sont de mieux cerner et comprendre le champ de vitesse verticale qui est la variable physique la moins bien connue en océanographie actuellement. Des études spécifiques vont être menées pour évaluer d'une part l'impact de la turbulence de méso et sub-méso échelle sur le mélange advectif avec comme applications le lien entre la turbulence méso-échelle et le mélange, la pénétration des forçages atmosphériques dans l'océan profond et la reconstitution du champ de vitesse tridimensionnel à partir de la température de surface, et d'autre part la rétroaction des tourbillons de méso- échelle sur la circulation thermohaline.

Le second domaine de recherche de l'Equipe 1 concerne l'étude des mécanismes de variabilité de la circulation océanique sur des périodes décennales à millénaires. Ils sont étudiés dans une hiérarchie de modèles de complexité variable, avec des couplages éventuels avec l'atmosphère et la glace de mer. Des méthodes d'analyse de stabilité linéaire et généralisée sont mises en œuvre pour isoler et comprendre ces variabilités. Cette approche permet non seulement d'explorer une large gamme de paramètres, mais aussi d'exhiber et comprendre des processus d'instabilités génériques, ce que ne permettent pas les modèles réalistes. Elle garde donc un intérêt certain pour la prédiction des changements de la circulation thermohaline dans le cadre du réchauffement climatique. Une question fondamentale est de déterminer si le mécanisme responsable de la variabilité est un phénomène global ou local, et si les oscillations sont forcées ou autoentretenu.

La spécificité de l'Equipe 1 est l'analyse des mécanismes fondamentaux de la dynamique océanique. Les recherches menées par cette équipe sont complémentaires des autres activités du laboratoire qui sont principalement focalisées sur la compréhension de la dynamique de régions océaniques via la collecte et l'analyse de données et via des modèles à vocation réaliste. Des exemples de champs d'application des travaux de l'Equipe 1 dans les chantiers des autres équipes et les collaborations nationales et internationales de cette équipe sont détaillés dans l'annexe.

Équipe 2 « Atlantique Nord : Intérieur et Marges Est (ANIME)»

L'équipe ANIME se donne pour cadre général la description et la compréhension de la variabilité climatique en Atlantique Nord. Pour cela, l'équipe définit et met en œuvre des projets utilisant les observations (recueil de nouvelles observations ou synthèse

d'observations existantes) et la modélisation numérique sur des chantiers dont la géographie s'étend des échelles locales (plateau continental et talus) à celle du bassin de l'Atlantique Nord. L'équipe se repose sur un important historique du LPO dans cette région, en termes d'observations, d'études de processus/mécanismes, et de modélisation.

Les questions précises qui sont au cœur des projets OVIDE et ARIVO concernent les transports méridiens transatlantiques et l'évolution des propriétés des masses d'eau à l'intérieur de ce bassin, dans une perspective climatique : mieux mesurer, comprendre et modéliser cette variabilité est nécessaire pour évaluer et améliorer les prévisions climatiques. L'Atlantique Nord (et en particulier le tourbillon subpolaire) est un bassin océanique relativement étroit où les courants de bord guidés par la bathymétrie jouent un rôle essentiel dans les transports. Pour aborder la variabilité climatique de ce bassin, il faut mieux comprendre le lien entre la dynamique du large et la dynamique des frontières (les talus et les plateaux). Ainsi les transports méridiens au travers de la section OVIDE, entre le Portugal et le Groenland, sont très liés à la dynamique du courant côtier Est Groenland (EGCC) sur le plateau, en particulier pour le transport d'eau douce, et à la dynamique du courant Est Groenland (EGC) sur la pente continentale : leur étude fait l'objet de mesures courantométriques dédiées et d'une modélisation à haute résolution dans le cadre de DRAKKAR. D'autre part, il est essentiel de comprendre comment la variabilité climatique au large est transmise à travers les zones "frontières" et se traduit par des changements de la circulation et des propriétés sur les plateaux continentaux, en particulier au large des côtes Françaises sur le plateau du Golfe de Gascogne. L'interaction en sens contraire, c'est-à-dire du plateau vers le large, doit aussi être étudiée : quelle est la variabilité des masses d'eau formées sur les plateaux et comment affecte-t-elle l'océan intérieur ? Cette question des échanges au travers du talus continental est abordée par le projet ASPEX, une contribution à EPIGRAM (projet concerté dans le Golfe de Gascogne) : ASPEX se concentre sur la compréhension d'un mécanisme précis (la turbulence d'échelle moyenne) sur un site où ce mécanisme est dominant, et concerne l'influence de la dynamique du large sur le plateau. Un autre projet (en préparation) abordera la question inverse de l'influence de la dynamique du plateau sur la formation des eaux modales de l'Atlantique Nord Est.

Les projets de l'équipe permettront de mieux quantifier la contribution de la dynamique de bord et des échanges côte-large sur le transport méridien au travers du gyre subpolaire et sur les propriétés en Atlantique Nord Est. Notre contribution à EPIGRAM permettra de mieux connaître la dynamique du plateau continental du Golfe de Gascogne et la manière dont elle est affectée par les changements climatiques. La synthèse des mesures ponctuelles sur des sites particuliers, nécessaire à une tentative de quantification, s'appuiera sur les mesures de grande couverture spatiale (mesures satellitaires et ARGO), sur l'assimilation de données, ainsi que sur les modèles numériques globaux et régionaux réalisés dans le cadre des projets inter-laboratoires DRAKKAR (pour l'Atlantique Nord) et EPIGRAM (pour le Golfe de Gascogne).

Équipe 3 « Indo-Atlantique-Austral et Marges de l'Afrique Australe »

Cette équipe étudie le rôle de la circulation océanique dans la régulation du climat au niveau du bassin Indo-Atlantique-Austral et ses impacts sur les écosystèmes des marges de l'Afrique australe. Les projets de l'Équipe 3 s'articulent autour des trois thématiques principales.

La première thématique a pour objet la circulation générale au sud de l'Afrique. L'Océan Austral est un maillon essentiel de la circulation océanique globale. Les eaux qui ventilent la thermocline de l'hémisphère sud contribuent activement à la connexion marine des deux hémisphères en relation avec la MOC (*Meridional Overturning Circulation*). Les mécanismes et les régions particulières de formation de ces masses d'eau ainsi que la structure de leur circulation et pénétration dans la thermocline subtropicale et tropicale sont à l'heure actuelle encore méconnus, faute d'observations directes. Deux approches seront mises en œuvre : La première sera l'estimation de la circulation générale des eaux intermédiaires (800-1000 m) pour l'océan mondial à partir de données flotteurs, de sections ADCP, de courantomètres eulériens et de sections hydrologiques. La seconde se fera par la mise en œuvre de simulations numériques, et l'utilisation de l'altimétrie et des proxies de la structure thermohaline australe pour étudier le rôle de la méso-échelle dans les transferts méridiens et les échanges interocéaniques.

La seconde s'appuie sur les projets expérimentaux GOODHOPE et BONUS-GOODHOPE. GOODHOPE permet un suivi à grande échelle de la dynamique océanique et de quelques traceurs (oxygène, nutriments, CFCs, carbone anthropique) à partir de radiales hydrologiques, le déploiement et l'analyse de flotteurs profilants, le suivi de radiales XBT le long d'une trace de l'altimètre JASON. La stratégie de BONUS-GOODHOPE allie la mesure d'éléments traces et d'isotopes aux observations plus classiques de GOODHOPE, pour pouvoir mieux cerner les origines des masses d'eau qui interagissent localement avant d'entrer dans le bassin Atlantique. Ces deux projets expérimentaux seront complétés par des travaux de modélisation faisant appel au modèle global DRAKKAR pour une analyse des transports interbassins et pour contraindre les frontières de modèles régionaux.

Le troisième thème concerne les échanges hauturiers-côtiers à travers la marge continentale de l'Afrique Australe. Le projet SAFE est construit autour d'un modèle régional (ROMS) qui permet d'appréhender la circulation autour de l'Afrique Australe, du Canal du Mozambique jusqu'au front de l'Angola et la dynamique de plateau via des zooms. Un objectif majeur de SAFE est d'obtenir une bonne représentation du courant des Aiguilles et de sa dynamique. Les zooms côtiers sont implémentés pour étudier les effets du Courant des Aiguilles et du Courant du Benguela sur les systèmes côtiers, sur des constantes de temps allant de l'état moyen à la variabilité de méso échelle. SAFE pourra s'appuyer sur les mesures obtenues par le projet expérimental SACSO qui étudie l'influence des cyclones des Aiguilles sur les échanges hauturier-côtier, la variabilité de la circulation et l'importance des échanges à travers la pente sur le Banc des Aiguilles. La circulation dans la direction transverse au talus est plus particulièrement abordée dans le cadre d'INTERUP, avec la confrontation de résultats numériques obtenus sur différents systèmes d'upwelling.

L'ouverture vers la biogéochimie et les écosystèmes se fera sous différentes formes. Il est envisagé de participer avec les équipes IRD du Centre de Recherche Halieutique (CRH) de Sète à des travaux de recherche sur le couplage de modèles physique (ROMS), biogéochimique (PISCES et ROMS-BIO) et des échelons trophiques supérieurs (APECOSM et OSMOSE). D'autres approches se focaliseront sur les liens entre la variabilité décennale de l'océan et les changements observés sur la structure des chaînes trophiques dans les deux grandes sous-régions du Benguela au cours des 50 dernières années. Les travaux sur les processus de méso-échelle (tourbillons, jet, recirculation, ...) qui structurent les différents habitats pélagiques seront poursuivis.

L'implication du LPO dans les programmes nationaux et internationaux était développée dans le texte de prospective datant de l'automne 2006. Une mise à jour est disponible dans les textes de présentation des équipes donnés en annexe, où chacune d'entre elles détaille son positionnement dans ces programmes.

2 Organisation du laboratoire

2.1 Évolution du contour de l'UMR

L'UMR LPO a vu le jour en 1991. Elle rassemble des chercheurs et ITA originaires de trois tutelles : CNRS, IFREMER et UBO. Pour le quadriennal 2008-2011, l'IRD devient la quatrième tutelle du laboratoire avec l'arrivée au LPO d'un groupe de 3 chercheurs et 1 ITA :

Claude Roy, DR1, océanographe, UR97 ECO-UP
Pierrick Penven, CR1, modélisateur physicien, UR97 ECO-UP
Olivier Aumont, CR1, modélisateur biogéochimiste, UMR182 LOCEAN
Françoise Cudennec, TCE, secrétaire/gestionnaire, IRD Bretagne

Les liens entre les chercheurs de l'IRD et l'UMR LPO existent depuis la création du LPO. Le programme WOCE et l'expérience CITHER ont mobilisé pendant plusieurs années des équipes de l'IRD et du LPO autour de thématiques communes abordant la circulation océanique à grande échelle. Au milieu des années 1990, la volonté de développer des travaux de recherche et de modélisation en océanographie côtière, en amont de thèmes scientifiques issus de l'halieutique, a conduit au rapprochement entre une équipe d'halieutes et d'océanographes du Département Ressources Vivantes (DRV) de l'IRD et des océanographes physiciens du LPO. Soutenue dans un premier temps par une action de recherche commune dans le Programme National sur l'Environnement Côtier (PNEC), puis par le projet VIBES mené en partenariat avec l'Afrique du Sud, cette collaboration a conduit à la signature en 2002 d'une convention de coopération entre l'UR97 IDYLE de l'IRD et le LPO.

Les travaux initiés depuis la fin des années 1990 par les chercheurs de l'IRD et du LPO ont largement contribué à la réalisation des objectifs scientifiques de l'UR97 en aval de l'océanographie physique. Cette collaboration sur les terrains scientifiques de l'halieutique, s'est réalisée sans compromis sur l'excellence de la production scientifique et représente un succès indéniable. Une des motivations de l'IRD pour intégrer le LPO se fonde sur ces acquis et sur l'émergence d'une demande de plus en plus structurée des équipes d'écologistes marins et d'halieutes du Centre de Recherche Halieutique de Sète pour poursuivre et développer des projets associant modélisations physique, biogéochimique et biologique, dans le but de comprendre le fonctionnement des écosystèmes et leurs réponses aux changements globaux. Ces champs thématiques sont en cohérence avec le caractère pluridisciplinaire de l'OSU IUEM et des projets qui ont émergé sur le site brestois au cours des dernières années (REX EUROCEANS et GIS Europole Mer). Cette ouverture est aussi soutenue par les tutelles CNRS/INSU et IFREMER du LPO.

2.2 Organisation

L'équipe de direction (ED)

Les discussions entre les tutelles et la direction du LPO au cours de l'hiver 2006-2007 ont abouti à la candidature de Claude Roy (IRD) pour assurer la direction du laboratoire sur le prochain quadriennal. En mars 2007, une équipe de direction (le directeur appuyé par deux adjoints : Bruno Blanke/CNRS et Fabienne Gaillard/IFREMER) a été constituée et validée

par le Conseil de Laboratoire. Elle a initié et coordonné un travail de réorganisation et de prospective scientifique dont les principaux éléments sont détaillés dans ce document.

Les structures d'appui à la recherche

Le nouvel organigramme du LPO est structuré par le regroupement des activités scientifiques du laboratoire dans ces trois équipes. Il est complété par des structures d'appui à la recherche composées :

- de l'équipe « *Techniques d'observation in situ* ». Cette équipe regroupe les IT du laboratoire ayant la charge de l'instrumentation et de la réalisation des campagnes. La finalité des compétences réunies au sein de cette équipe est de mettre à la disposition des projets scientifiques les techniques de mesure en accord avec l'état de l'art, de mettre en œuvre ces techniques lors des campagnes, et d'assurer la validation et la qualification des données. Cette équipe est en relation à la fois avec les constructeurs, les départements « développement » de l'IFREMER et de l'INSU, les équipes scientifiques de différents laboratoires et les centres de données (SISMER et CORIOLIS). Une *Cellule de Suivi Technique (CST)*, composée de 3 chercheurs et 3 IT a été mise en place pour assurer le suivi des affaires techniques et instrumentales, la coordination avec les équipes scientifiques et la réflexion prospective dans le domaine de l'instrumentation.
- de l'équipe « *Administration et Gestion* » qui assure le secrétariat de la direction et des équipes, la gestion financière de l'unité, l'administration des personnels. Dans la mesure de ses moyens, elle apporte un soutien aux équipes pour la gestion administrative et financière des contrats et projets. Cette équipe composée d'une secrétaire de direction (IFREMER) et d'une secrétaire gestionnaire (CNRS) est largement sous-dimensionnée pour une UMR de plus de 50 personnes. Elle va être renforcée dès janvier 2008 par l'arrivée d'une seconde gestionnaire (IRD). La création d'un poste « Attaché de direction » (niveau IE) a été demandée au CNRS pour 2008.
- du service informatique chargé du suivi des outils (machines et réseaux) du laboratoire. Sur le site IFREMER, le LPO bénéficie des infrastructures et du soutien déployés par le service informatique du centre IFREMER de Brest. L'assistance est assurée à tour de rôle par les IT informaticiens/numériciens rattachés aux équipes scientifiques. Sur le site UBO, un informaticien (UBO) assure à plein temps la maintenance du système informatique et l'assistance aux utilisateurs, en suppléant le départ d'un AI CNRS (dont le poste est mis au concours fin 2007). L'organisation du service pourra être plus facilement reconsidérée à l'issue de ce recrutement.

L'informatique scientifique

La modélisation numérique et le traitement des données (« terrain » et « modèles ») constituent une activité importante du laboratoire. Un groupe de réflexion paritaire IT/chercheurs a été mis en place en juin 2007 pour produire des recommandations sur l'organisation formelle et pratique de l'activité des IT numériciens/informaticiens (une dizaine d'agents). La création d'un groupe qui rassemblerait les compétences des IT numériciens/informaticiens au sein d'une équipe « informatique numérique » n'a pas été retenue. Du fait de l'implication directe et essentielle des IT numériciens dans la réalisation des projets scientifiques, le choix a été de les rattacher aux équipes de recherche, en fonction des projets dans lesquels ils interviennent. Les conclusions de ce groupe de réflexion seront remises à l'équipe de direction à l'automne 2007, elles permettront de fixer le mode de fonctionnement qui sera mis en place pour le quadriennal 2008-2011.

L'ensemble des activités des IT numériques/informaticiens autour du thème « modélisation numérique et calcul scientifique » a permis au laboratoire d'être homologué « centre de traitement automatisé de l'information (CATI) » par le CNRS en 2007. La reconduction de cette homologation pour le quadriennal 2008-2011 est demandée. Les personnels du LPO concernés sont Patrice Bellec (AI), Nicolas Grima (IR), Christophe Messenger (IR) et Sébastien Theetten (IE).

Le Conseil Scientifique (CS).

Le CS sera en charge de la prospective scientifique du laboratoire. Il veillera à ce que les projets du laboratoire s'inscrivent de préférence dans les appels d'offres nationaux et internationaux et émettra des recommandations en ce sens (de manière à conforter une bonne visibilité extérieure des activités du laboratoire).

Sa composition est la suivante :

- Directeur de l'Unité : C. Roy et un des deux adjoints suivant l'OdJ.
- Équipe 1 : R. Schopp, (suppléant G. Roulet)
- Équipe 2 : A.M. Tréguier (suppléant B. Le Cann)
- Équipe 3 : S. Speich (suppléant O. Aumont)
- Groupe technique T. Terre (suppléant P. Brannelec)
- Experts nommés : M. Arhan, A. Colin de Verdière, L. Hua, H. Mercier
- Invités ad hoc

Pour le suivi et la prospective des affaires techniques et instrumentales, le CS s'appuiera sur les recommandations de la *Cellule de Suivi Technique*.

Le Conseil de Laboratoire (CL).

Son mode de désignation et ses missions sont statutaires. Le CL est notamment appelé à se prononcer sur les points suivants :

- toute mesure relative aux moyens, à l'organisation et au fonctionnement de l'unité ;
- les conditions de travail, d'hygiène et de sécurité ;
- l'application des règles d'éthique et de déontologie ;
- le plan de formation permanente de l'unité ;
- la stratégie du laboratoire sur la pérennisation des compétences ITA.

2.3 Mode de fonctionnement

La gestion opérationnelle du laboratoire est assurée par le Directeur, assisté des deux directeurs adjoints et de la cellule administrative. Les fonctions d'arbitrage des propositions, qui émaneront pour les affaires courantes des responsables d'équipes et du Conseil de Laboratoire et pour la prospective du Conseil Scientifique, sont du ressort du Directeur.

Les responsables d'équipes seront les interlocuteurs directs de l'ED pour la gestion du laboratoire. Ils auront pour mission principale l'animation scientifique au sein de l'équipe, et devront mettre en place un mode de fonctionnement qui assurera l'accueil des jeunes chercheurs et doctorants, incitera à un haut niveau de publication et constituera un milieu favorable à l'émergence de nouveaux projets. Les responsables d'équipe disposeront pour cela d'un budget d'animation et de soutien aux petits projets.

Pour l'animation et la prospective scientifique, l'ED s'appuiera sur le Conseil Scientifique. Un jalon annuel important de l'animation scientifique du laboratoire sera l'organisation par l'ED et le CS des « Journées LPO » (2 jours en début d'année) destinées à étoffer l'activité et la cohésion de la vie du laboratoire. Les équipes y présenteront devant tout le laboratoire (ITA et étudiants compris) le travail effectué dans l'année et les projections pour l'année à venir.

2.4 Évolution à court et moyen termes

Sur le court terme, la réorganisation du laboratoire ne va pas entraîner de bouleversement des activités et programmes en cours. Le LPO va poursuivre en 2008 ses travaux dans ses domaines d'excellence. Les projets OVIDE, GOODHOPE et BONUS en cours reposent sur la réalisation de campagnes à la mer déjà engagées qu'il faudra mener à terme puis valoriser. Les projets en construction sur le chantier « Golfe de Gascogne » vont progressivement monter en puissance. Les travaux d'analyse de données « temps réel » et historiques (GLOSCAL, ARGO), les études théoriques (ANR INLOES) et la modélisation numérique (DRAKKAR, INTERUP) seront poursuivis. Après avoir été précurseur de l'engagement national dans le réseau d'observation global ARGO, le LPO va structurer sa contribution à ce programme international en collaborant à l'établissement d'un centre de recherche et d'expertise, le CREST ARGO. Ce projet présenté dans le cadre du CPER Bretagne 2007-2013 s'inscrit dans la prospective de l'IUEM. Le LPO propose d'y développer la mesure de l'oxygène et de promouvoir son utilisation scientifique.

En parallèle, le LPO souhaite consolider une démarche d'ouverture multidisciplinaire démarrée depuis plusieurs années. Elle se manifeste par les liens scientifiques avec l'UMR LEMAR : montage du projet GOODHOPE, collaboration sur les systèmes d'upwelling côtiers à travers le GIS Europole Mer et co-encadrement d'étudiants. L'arrivée de l'équipe IRD contribue à cette ouverture sur de nouveaux champs thématiques. Cette équipe a une connexion active avec les chercheurs du Centre de Recherche Halieutique (CRH) de Sète travaillant sur le fonctionnement des écosystèmes côtiers et océaniques et sur la thématique des changements climatiques et de leurs impacts régionaux. Une réunion est programmée fin décembre 2007 avec les équipes du CRH pour réfléchir à une prospective de recherche partagée. Cette ouverture du laboratoire vers le LEMAR et le CRH est en cohérence avec le caractère pluridisciplinaire de l'OSU IUEM et des projets qui ont émergé sur le site brestois au cours des dernières années (REX EUROCEANS, GIS Europole Mer et Pôle de compétitivité Mer).

Pour le futur, la nouvelle structure du laboratoire constitue une réponse aux attentes de la section 19 du CNRS sur la nécessité d'un grand dessein pour le LPO : la combinaison des activités des trois équipes pourra faciliter des synergies et faire avancer la connaissance sur les mécanismes essentiels que sont le couplage côtier-large et les interactions d'échelles. Il s'agit ici de défis scientifiques majeurs que la recherche en océanographie doit aujourd'hui relever pour comprendre le rôle de l'océan dans les changements climatiques et étudier leurs impacts aux échelles régionales.