

France - JGOFS

IFRTP / INSU

## KERFIX

*Suivi continu de paramètres dans l'Océan Austral*

# RAPPORT D'ACTIVITE 1995

## PROSPECTIVE 1996/97

Catherine Jeandel  
UMR 39(CNES/CNRS)  
Observatoire Midi -Pyrénées  
14, Ave E. Belin 31400 Toulouse  
jeandel@pontos.cnes.fr



## RESUME

Entre janvier 1990 et mars 1995, le programme de recherche KERFIX a proposé le premier suivi régulier pluriannuel de mesures de paramètres liés au cycle du carbone dans l'Océan Austral, à une station fixe située dans le quart sud-ouest de Kerguelen ( $50^{\circ} 40'S - 68^{\circ} 25' E$ ). Les objectifs de ce programme sont 1) de paramétriser les échanges d'oxygène et de gaz carbonique entre l'océan et l'atmosphère afin de comprendre les processus qui gouvernent ces échanges et 2) d'observer et d'interpréter les variations saisonnières et inter annuelles de la production et de la décomposition du flux de carbone et d'éléments associés à ce site. Conjointement avec ces suivis dans la colonne d'eau, une étude micro paléontologique a été menée pour permettre une documentation actuelle et passée de la dynamique du flux de matière à cette station, ceci afin d'affiner notre connaissance de certains proxis océanographiques.

Le programme KERFIX ayant arrêté toute collecte d'échantillons en Mars 1995 ( au cours de la mission TRAPANTAR qui a permis la récupération des lignes de mouillages M1 et M3), le présent rapport résume nos premiers résultats. La demande 1996 concerne la fin des mesures des échantillons rapatriés de Kerguelen dans le courant de l'année 1995 et l'exploitation des données acquises pendant les cinq années "KERFIX" (1990-1995).

## I- INTRODUCTION: OBJECTIFS DU PROGRAMME

## II- ORGANISATION LOGISTIQUE ET GRANDES LIGNES DU RAPPORT D'ACTIVITE.

(jusqu'en 1995 inclus)

*Voir l'article soumis à la revue "Journal of Marine Systems" ci-après. La coordinatrice du programme s'excuse auprès des rapporteurs de leur procurer une version anglaise de cette partie du "Rapport d'activité 1995". Mais cet article synthétise l'essentiel de l'activité du groupe KERFIX, et il aurait été fastidieux de le réécrire en Français une semaine après sa soumission. Je résume cependant ci-dessous nos résultats principaux, les travaux de recherche en cours en rapport avec ces résultats, la prospective et les engagements pour 1996 et les besoins financiers en rapport avec cette prospective.*



### III- PRINCIPAUX RESULTATS

Malgré les difficultés de collecte très spécifiques au programme KERFIX (dues essentiellement aux vents forts régnants sur cette région), le traitement des 5 années de données (qui ne s'est terminé que dans le courant de l'automne 1995) a permis d'extraire un set de données de précision satisfaisante (voir le paragraphe II-1 de l'article). L'analyse de ces données permet 1) d'une part de confirmer certaines observations faites à l'appui des premières années de mesures 2) d'autre part de mettre en évidence des résultats nouveaux, en particulier en ce qui concerne le traitement des données hydrologiques, la courantométrie, l'activité zooplanctonique et l'analyse des particules en suspension et du matériel piégé. Ces résultats ont fait l'objet de deux communications orales (dont un exposé invité) et de sept présentations de posters lors du Symposium International "Carbon Fluxes and Dynamic Processes in the Southern ocean: Present and Past" (Southern ocean - JGOFS; Brest, 28-31 Août 1995). A l'issue de ce symposium, 3 articles sont soumis pour publication dans les conference proceeding (Journal of Marine Systems) et plusieurs travaux sont en cours de rédaction (voir la liste des publications en fin de rapport). Nous résumons ces premiers résultats ci-dessous:

Deux masses d'eau sont identifiées au site KERFIX, les Eaux Antarctiques de Surface (Antarctic Surface Waters: AASW) et les Eaux Circumpolaires Profondes (Circumpolar Deep Waters: CDW). La colonne d'eau en surface est bien stratifiée en été et bien mélangée en hiver, avec une profondeur moyenne de la couche mélangée de 60 m en Janvier et de 185 m en Août. Les propriétés thermiques et de densité de la couche mélangée (OML) montrent des variations saisonnières et interannuelles. L'année 1992 est la plus chaude, alors que la plus froide est l'année 1994. Par ailleurs, un signal semi-annuel est clairement mis en évidence par le calcul des hauteurs stériques, contenus thermiques et contenus en sel des premiers 500 m de la colonne d'eau "KERFIX" (Park et al., soumis). Enfin, le traitement des premiers huit mois de données de courantométrie (à 200 et 1000 m) révèle que les courants portent à l'ouest dans ce secteur, ce qui est surprenant et est attribué à une recirculation due à un effet de topographie au Sud de Kerguelen (Park et al., en prep.)

Les concentrations de silice, de nitrates et de phosphates montrent des variations saisonnières mais ne sont jamais complètement appauvries en surface. Les gammes de variation observées dans la couche mélangée sont : pour la silice, entre 7 et 20  $\mu\text{mol/l}$ ; pour les nitrates entre 23 et 28  $\mu\text{mol/l}$ ; pour les phosphates entre 1,7 et 1,9  $\mu\text{mol/l}$ . Les minimas de concentration de nitrates



ont lieu en Décembre/Janvier alors que ceux de silice semblent se produire plus tard dans la saison (Avril). Le maximum de chlorophyll-a (chl<sub>a</sub>, Déc/Janvier) ne dépasse jamais 1,2 mg/m<sup>3</sup>. Ces observations, basées sur l'ensemble des données de nutritifs et de chl<sub>a</sub> collectées au site KERFIX confirment que cette région peut être définie comme HNLC (High Nutrients Low Chlorophyll; Fiala *et al.*, en préparation). La pression de broutage des copépodes (qui représentent l'essentiel de la biomasse méso-zooplanctonique) sur le phytoplancton est non significative (Razouls *et al.*, soumis). Des résultats de mesures de fer dans ce secteur lors des campagnes ANTARES, en accord avec de précédents résultats publiés au début de l'année (De Baar *et al.*, Nature, Jan. 1995) semblent montrer que le fer ne serait pas limitant dans le secteur du Front Polaire (Sarthou *et al.*, soumis à Earth and Planet Sci Let.). De ce fait, le processus qui limite la croissance phytoplanctonique n'est pas identifié actuellement. Les effets de la pression de broutage du microzooplancton, du mélange vertical, de la température et de la lumière doivent encore être testés. Ceci sera possible grâce à notre set de données auquel pourront s'ajouter des données de microzooplancton acquises dans le cadre d'ANTARES.

Sur la base de 12 prélèvements sur l'année 1993, la comparaison des données de pCO<sub>2</sub> entre les eaux de surface et l'atmosphère indiquent que la région de KERFIX agirait comme un puits pour le CO<sub>2</sub> tout le long de l'année. Une première estimation du flux d'échange moyen est  $2.9 \pm 1 \text{ mol/m}^2/\text{a}$ , le "pompage" maximal de CO<sub>2</sub> atmosphérique étant observé en hiver ( $4.6 \text{ mol/m}^2/\text{a}$ ). Cependant, ces résultats sont à prendre avec précaution, Garçon *et al.* (Deep Sea Res., 39, 1992) ayant montré que l'incertitude sur ce calcul de flux net était importante lorsque l'on a moins de 24 mesures par an. L'importance relative des processus qui gouvernent le flux de gaz échangé à l'interface air/mer sera étudiée à l'aide du modèle GEOTOP à une dimension couplant la physique, la chimie et la biologie.

Le flux vertical de matière est faible (maximum en été de  $120 \text{ mg/m}^2/\text{y}$ , Jeandel *et al.*, ci-joint). Les variations saisonnières de ce flux montrent deux maximas (Automne et Été). Les autres flux (Ba, Al, Ca) sont bien corrélés au flux de masse. Les premières mesures de flux de Sr semblent montrer des découplages avec les précédents. Pour mieux comprendre le lien entre les variations saisonnières des flux et des concentrations dans le matériel en suspension, une étude précise de la taxonomie et de la composition des particules est nécessaire.



## IV- PROSPECTIVE POUR 1996

### IV-1 Rapport de données

Le traitement des données "hydrologiques" est terminé. Il a mobilisé une partie importante de l'emploi du temps de *D. Ruiz Pino* et de *C. Jeandel* (aidées par *E. Gjata*) en 1995. Nous confirmons notre engagement de réaliser le rapport de données avant la fin de l'année 1996 et de le transmettre ensuite à la banque de données JGOFS. Viendront s'ajouter ultérieurement à ces données, les résultats des mesures d'échantillons encore en cours (échantillons biologiques, particuliers filtrés et piégés). La publication des données fera l'objet d'un article en soi.

### IV- 2 Synthèses et travaux prévus.

Le programme KERFIX ayant arrêté toute collecte d'échantillons en Mars 95, la prospective ne concerne que les analyses (en cours et à venir) des derniers échantillons collectés et l'exploitation des données acquises. Les projets s'articulent autour de trois thématiques principales: la physique, la biologie et la géochimie.

#### IV-2.1 Physique

*Y. Park, E. Charriaud, D. Ruiz Pino, C. Jeandel*

Le courantomètre du segment "1000m" de la ligne de mouillage KERFIX-M1 a été récupéré lors de la campagne ANTARES III (Octobre/Novembre 1995). L'équipe de Young Park prévoit donc un dépouillement des données de courantométrie et un traitement des deux années d'observation (Avril 1993/Mars 1995) à 200 et à 1000 m pour confirmer la recirculation mise en évidence à la lecture des 8 premiers mois de données. Par ailleurs, la comparaison du niveau altimétrique avec le niveau stérique calculé à partir de l'hydrologie à Kerfix sera faite pour 1) vérifier si les observations altimétrie/mesures de terrain sont cohérentes entre elles 2) déconvoluer si le signal altimétrique est seulement d'origine stérique ou s'il y a une composante dynamique. Enfin, en s'appuyant sur la banque de données météorologique de KERGUELEN d'une part (disponible de Janvier 1990 à Mars 1995 inclus) et des données du centre de Reeding (ECMWF) d'autre part, on propose d'étudier la corrélation entre ces données météorologiques locales (KERGUELEN) et à l'échelle du bassin (ECMWF) et l'hydrologie au site KERFIX. Ceci dans le but



d'analyser les forçages au site KERFIX et de comprendre mieux la cause des variations saisonnières et interannuelles observées sur les données d'hydrologie (Park et al., soumis).

#### IV.2.2 Biologie

*M. Fiala, S. Razouls, D. Delille, F. Dehairs, L. Goeyens, A. Leynaert, B. Queguiner, P. Pondaven, D. Ruiz Pino, C. Jeandel.*

L'ensemble des analyses de phytoplancton est achevé (*M. Fiala*). En ce qui concerne le zooplancton, la fin de l'exploitation des données collectés aux stations Kerfix et Bio nécessitent l'analyse détaillée des prélèvements zooplancton (étude de la dynamique de populations d'espèces dominantes et des analyses CHN) qui n'a pas été faite dans le cadre des mesures réalisées à KERGUELEN (*S. Razouls*). Le dépouillement des mesures de production bactérienne de la campagne 1994-1995 est pratiquement achevé. En revanche, seulement un tiers des estimations de biomasse bactérienne a été fait lors du stage de dépouillement de Jérôme Maison (VAT KERFIX 1994). Il est absolument nécessaire de terminer ces mesures avant tout essai de modélisation globale (*D. Delille*). Des échantillons pour la production de silice en surface ont été collectés depuis 1992 mais le laboratoire de Paul Tréguer n'a installé son spectromètre de masse que dans le courant de 1995. Les mesures de production de silice seront faites en 1996 par spectrométrie de masse (*A. Laynaert*). Enfin, les incubations de  $^{15}\text{NO}_3$  et de  $^{15}\text{NH}_4$  réalisées pendant l'année 1994/95 seront mesurées, et reliées à l'évolution des profils d'ammonium et de nitrates au cours du temps, ceci afin de mieux comprendre l'évolution de la production nouvelle vers la production régénérée (*F. Dehairs, L. Goeyens, C. Jeandel*).

Une fois toutes ces mesures achevées, la synthèse des données de biomasse phytoplanctonique, zooplanctonique et microbienne, déjà partiellement entreprise en 1995, se poursuivra en 1996. Le lien entre la biomasse phytoplanctonique, la production de silice biogénique, et le rapport entre production nouvelle et production régénérée sera établi. Une étude des différents processus qui peuvent limiter la production primaire (mélange, boucle microbienne, température, lumière...) sera faite, en s'appuyant sur les mesures acquises dans le cadre de KERFIX, des données ANTARES (en particulier pour le microzooplancton) et le modèle GEOTOP. Ces données serviront aussi à alimenter la modélisation du cycle de la silice dans les eaux de surface au site KERFIX, qui sera poursuivie dans le cadre de la thèse de *P. Pondaven* à Brest, en collaboration avec *D. Ruiz Pino. Pondaven et al., en prep.*)



Des concertations entre les différents acteurs du programme (*Banyuls, Brest, Bruxelles, Toulouse et LPCM-Paris*) doivent être rendues possibles pour permettre la réalisation de publications synthétiques.

#### IV- 2.3 Géochimie et micropaléontologie

##### **CO<sub>2</sub> et carbonates**

Les facteurs qui influencent la pénétration du gaz carbonique dans l'océan (météorologie, mélange, température et activité biologique) vont être comparés entre eux et analysés à l'aide du modèle GEOTOP par l'équipe du LPCM Paris (*Diana Ruiz Pino, A. Poisson*).

##### **$\delta^{13}\text{C}$**

- L'analyse conjointe des compositions isotopiques en  $\delta^{13}\text{C}$  des foraminifères piégés à 200 m et du  $\delta^{13}\text{C}$  des profils verticaux mensuels d'échantillons dissous sont analysés dans le but de déconvoluer quel est le signal d'origine saisonnière sur la composition isotopique enregistrée par les foraminifères planctoniques. Ce projet est défendu conjointement par le DGO (*M. Labracherie, J. Duprat*) et le CFR (*L. Labeyrie, S. Mulitza*).

- Les archives paléoclimatiques permettent d'explorer les variations du climat dans le passé et d'étudier les mécanismes associés à ces changements. L'analyse de l'air "fossile" piégé, dans les cristaux des carottes de glace suggèrent le rôle climatique considérable du CO<sub>2</sub> atmosphérique lors du passage des périodes glaciaires aux périodes interglaciaires. Les alcénones ont montré qu'elles étaient des paléo-indicateurs fiables dans la reconstitution des paléo-températures et des concentrations en CO<sub>2</sub> dissous ((CO<sub>2</sub>)<sub>aq</sub>) dans l'eau de mer. Les variations de la composition isotopique du carbone organique du phytoplancton marin ( $\delta^{13}\text{C}$ ) dépendent des concentrations en (CO<sub>2</sub>)<sub>aq</sub> dissous disponible pour la photosynthèse. Des relations empiriques liant la composition isotopique des alcénones à celle du (CO<sub>2</sub>)<sub>aq</sub> dans l'eau ont été proposées afin de déterminer l'évolution de (CO<sub>2</sub>)<sub>aq</sub> dans des environnements anciens. Des reconstructions de ce type pourraient aider à différencier les régions sources et puits pour le CO<sub>2</sub> atmosphérique et, de ce fait, contribuer à une meilleure compréhension de la dynamique du CO<sub>2</sub> entre l'atmosphère et l'océan. Cependant il est important de comprendre le cycle de production de ces composés afin de préciser le message enregistré dans le sédiment. Il est donc nécessaire de mener des études sur l'océan actuel.

Ces objectifs peuvent être atteints en travaillant sur des séries temporelles de pièges à particules. Le suivi de l'évolution du  $\delta^{13}\text{C}$  des alcénones et de la



température qu'elles enregistrent permettra de mieux interpréter le message sédimentaire et donc de réduire les incertitudes qui peuvent exister concernant la reconstruction de ces paramètres à l'échelle géologique. Il est donc proposé d'analyser ces compositions isotopiques sur les alcénones collectés dans les pièges à particules à 200 m pendant les deux années de mesure à KERFIX (M.A Sicre). Cependant, si les variations totales sont données par ces suivis, les processus responsables de la variation du  $\delta^{13}\text{C}$  dans la colonne d'eau sont complexes et non linéaires. De ce fait la paramétrisation des relations liant  $\delta^{13}\text{C}$ -POC,  $\delta^{13}\text{C}$ -biomarqueurs et  $\delta^{13}\text{C}$ - $\text{CO}_2$  dissous, ainsi que l'établissement des calibrations entre l'océan actuel et passé nécessitent le développement d'un modèle. Le modèle GEOTOP a déjà été modifié de façon à tenir compte de l'effet de limitation par le carbone, et du fractionnement isotopique lié à la photosynthèse et à l'utilisation différenciée du carbone pour construire les parties molles et les parties dures des organismes. Une des applications futures de ce modèle concerne l'étude de l'effet limitatif du  $\text{CO}_2$  et son utilisation en tant qu'outil pour la reconstruction des valeurs de  $\text{pCO}_2$  à partir des mesures de carbone isotopique des biomarqueurs (*voir programme de recherche soumis au groupe JGOFS-modélisation, MA Sicre, D. Ruiz-Pino*). Afin que ce modèle puisse être ainsi utilisé il est indispensable de mieux contraindre les termes sources et puits du carbone, et de valider nos résultats avec des données obtenues sur le terrain et en laboratoire. Concernant ce dernier point, une collaboration est engagée avec les Dr. Wolf-Gladrow et U. Riebesell dans le cadre du programme MERLIN (MAST) (Alfred Wegener Institut, Bremerhaven, Allemagne).

#### **Particules en suspension:**

L'ensemble des échantillons filtrés à Kerguelen par les Volontaires à l'Aide Technique a été contaminé de façon inattendue pour les éléments majeurs. Nous n'avons mis cette contamination en évidence qu'au début de l'année 1995, lors de l'analyse d'échantillons collectés simultanément par le "Marion-Dufresne" et "La Curieuse" au site KERFIX, dans le cadre de la campagne ANTARES II. Les échantillons "KERFIX" montraient de fortes valeurs d'Al, de Ca, de Ba et de Sr comparés à ceux du "Marion-Dufresne". L'origine de cette contamination est probablement attribuable à des apports de poussières dans les échantillons au moment de la filtration des eaux, au laboratoire de Kerguelen, qui n'est pas doté d'une salle propre. Néanmoins, les analyses de ces filtres au Microscope Electronique à Balayage ont permis d'extraire le signal de barytine authigénique sur ce matériel (Dehairs et al., 1995). Des informations sur cette fraction "matière en suspension" sont indispensables pour comparer l'évolution temporelle du stock de matériel particulaire en suspension au flux



de matière piégé. Nous proposons de filtrer un aliquot de 50 ml sur certains des échantillons d'eau qui n'ont pas subi les apports de poussières de Kerguelen (congelés à bord) et qui ont servi à la mesure des nitrates et vont être utilisés pour les mesures du Ba dissous. Dans un premier temps, nous avons sélectionné deux profondeurs (50 m et 300 m) et allons analyser ces filtres au MEB/EDAX pour tester la faisabilité cette expérience et avoir le signal semi-quantitatif en Al, Ca, Ba, Sr de ce stock particulaire.

#### Pièges à Particules

Les échantillons de pièges collectés au site KERFIX proviennent de 200 m de profondeur et couvrent les périodes Avril 1993/Février 1994 et Février 1994/Janvier 1995. Je rappelle qu'en ce qui concerne les séries de pièges à 1000 m:

- pour 1993/94 la batterie du piège 1000 m s'est déconnectée du moteur lors de la mise à l'eau du piège.
- pour 1994/95 la ligne de mouillage a cassé lors de sa remontée en Mars 1995. Le "segment 1000 m" (piège + courantomètre+ flotteurs) était resté au fond. Seul le piège n'est pas remonté lors du draguage entrepris au cours de la campagne ANTARES III.

Le traitement des échantillons collectés dans les pièges à particules est en cours.

#### - Série 93/94

Les analyses de flux de masse, de carbone organique particulaire, de carbone inorganique particulaire, des éléments majeurs et traces (Al, Ba, Sr, Ca) et des radionucléides sont achevés pour cette série. Les mesures de silicates, Si biogénique et Si lithogénique doivent être faites en Décembre 1995/Janvier 1996. Les mesures d'activation neutronique, d'éléments en trace et d'isotopes du Nd se feront ensuite. Un prélèvement de foraminifères planctonique a été réalisé sur les pièges qui présentaient le plus de matériel. Les différentes espèces ont été discriminées (*Josette Duprat*) et ont été envoyées à Gif sur Yvette pour l'étude de leur rapport isotopique du Carbone (*Stephan Molitza*). Un aliquot a aussi été prélevé pour l'étude de la dynamique du nannoplancton calcaire (coccolithophores), des phyto- et zooplanctons siliceux (diatomées et radiolaires), ainsi que la variabilité saisonnière des flux en domaine austral. Son analyse est prévue au cours du premier trimestre 1996.

#### - Série 94/95

Elle sera analysée entièrement (pour les mêmes paramètres) dans le courant de l'année 1996 (premier aliquotage et début de traitement planifié à l'IAEA pour Janvier 1996)



### Couplage dissous/particulaire

Une fois acquis l'ensemble des résultats sur le matériel piégé et filtré, plusieurs projets de travail s'appuient sur l'exploitation de ces données.

- **Modèle GEOTOP** (*D. Ruiz Pino, P. Pondaven*): une des sorties du modèle GEOTOP et de sa version modifiée pour l'étude du cycle de la silice propose la simulation du flux de matière et des éléments associés à 200 m. Il s'agit donc d'une série de données importantes pour valider les différentes simulations et estimer les poids des processus.

- **Radionucléides** (*S. Schmidt, J-L Reyss*) : A l'aide de radionucléides émetteurs gamma ( $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Th}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ), il est prévu d'examiner la variabilité temporelle et spatiale des flux et d'identifier ainsi les principaux paramètres contrôlant l'exportation des espèces chimiques vers les couches profondes. En complément des mesures par spectrométrie gamma, l'analyse par activation neutronique nous donnera accès aux pères de famille radioactifs (U, Th) et au Sc. Ces éléments permettent de calculer la fraction d'isotope-fils extraite de l'eau de mer et celle produite dans la particule lors de la chute de cette dernière. Cet ensemble de données, obtenus avec les mêmes outils, permettra une comparaison directe avec les pièges à sédiment de l'Atlantique NE Tropical (Eumeli).

- **cycle du Ba et du Sr et application à la paléo-productivité** (*C. Jeandel, F. Dehairs, G. Bareille et T. Cattaldo*)

L'intérêt de la série temporelle KERFIX est de permettre de contraindre l'influence des variations saisonnières de la production primaire sur l'abondance et la distribution de la barytine dans la matière particulaire en suspension et piégée. Nos premiers résultats montrent une corrélation entre les variations du flux de matière, de carbone organique particulaire et de barium (mais aussi Al et Ca): en automne (Avril) un important pic de POC est observé associé à une augmentation du flux de masse et de barium. En revanche, le Sr montre un comportement différent, avec de très forts pics en automne et moins importants en été. A première vue, des différences dans la taxonomie phytoplanctonique sont aussi observées entre les deux saisons. Ces différences doivent être confirmées par une étude plus fine au MEB. La composition précise des particules permettra d'identifier le vecteur biogénique principal de barytine. En outre, le programme KERFIX nous permet de relier entre eux les paramètres suivants: profils mensuels de Ba et Sr dissous, barytine en suspension dans les fines particules, flux de Ba et de Sr piégé, flux de Ba et Sr sédimentés par l'étude d'une carotte située à proximité et le rapport entre les productions nouvelles et régénérées. Il constitue ainsi une opportunité



exceptionnelle pour tester les fluctuations saisonnières de ces termes et leur incidence éventuelle sur la relation de François *et al* (Global Biog. Cycles, 1995), qui relie le flux de barytine sédimentée à la production nouvelle en surface. Cette étude spécifique des données KERFIX est le sujet de stage de DEA de T. Cattaldo, et est prévu pour s'ouvrir sur une thèse sur l'Océan Austral en co-tutelle entre l'UMR 39 (Toulouse) et le DGO (Bordeaux).

- Modèle "Colonne d'eau". Diana Ruiz-Pino a développé un modèle décrivant les échanges entre les différents stocks de particules et la fraction dissoute dans la colonne d'eau. Ce modèle s'appuie sur des mesures de terrain, soit l'analyse de traceurs sur les matériels filtrés par les pompes in situ et collectés dans les pièges à particules ainsi que sur la fraction dissoute. Ces traceurs sont l'aluminium et le thorium (fraction particulaire détritique), le carbone et l'azote (fraction particulaire organique), la silice, le calcium et le barium (fraction particulaire biogénique). Dans le cadre de la thèse de R. Arraes-Mescoff, nous proposons de comparer le comportement de ces traceurs dans les colonnes d'eau Australe (KERFIX) et Méditerranéenne (DYFAMED). Les données acquises dans le cadre de ces deux programmes permettent d'accomplir ces objectifs.

- Micropaléontologie fine (J. Duprat, J. Giraudeau, M. Labracherie, J-J Pichon, F. Eynaud): Toutes les données recueillies sur les pièges et dans la colonne d'eau permettront d'améliorer les reconstitutions paléoclimatiques grâce à une meilleure connaissance de l'écologie de plusieurs espèces et d'évaluer l'importance du nannoplancton calcaire et du phytoplancton siliceux dans la fossilisation du carbone et donc dans le budget du CO<sub>2</sub> atmosphérique.

D'autre part, la composition de ces assemblages sera comparée à celles de l'interface eau-sédiment (box cores) et des sédiments fossiles sous-jacents sur 2 cycles climatiques (carotte KGL01 prélevée lors de la mission ANTARES I).



## VII- LABORATOIRES ET PERSONNEL IMPLIQUES

(en gras: pourcentage du temps de recherche consacré au programme)

### UMR 39 (Toulouse)

C. Jeandel (Resp. Opération, biogéochimie, barium)	40%
T. Cattaldo (DEA, Barium)	100%
R. Arraes-Mescoff (Thèse modèle colonne d'eau)	40%

### LPCM (Paris)

D. Ruiz Pino (Traitement de données, biogéochimie et modélisation)	30%
M-A Sicre ( $\delta^{13}\text{C}$ et alkénones)	15%
B. Shauer (mesures $\text{O}_2$ et interprétations)	10%
C. Brunet (mesures $\text{CO}_2$ et interprétations)	10%

### LOP/MNHN (Paris)

Y. Park (Physique)	20%
E. Charriaud (Physique)	20%

### ARAGO (Banyuls)

M. Fiala (Phytoplancton)	30%
S. Razouls (Zooplancton)	40%
D. Delille (Bactérioplancton)	30%
J. Maison (Etudiant)	50%

### MEL/IAEA (Monaco)

J-C Miquel (flux de matière et carbone, pelotes fécales)	20%
--	-----

### CFR (Gif/Yvette)

S. Mulitza, L. Labeyrie (Mesures de $\delta^{13}\text{C}$ dissous et forams.)	50%
S. Schmidt (Radionucléides)	20%

### UBO (Brest)

A. Leynaert, B. Queguiner (Si, SiB et prod. Si)	15%
P. Pondaven (Modèle Silice, GEOTOP)	50%
C. Fravallo (Modèle silice/GEOTOP)	20%

### DGO (Bordeaux)

Duprat J. (Foraminifères planctoniques)	10%
Girardeau J. (coccolithophores)	10%
Labracherie, M. (radiolaires)	20%
Pichon J-J (diatomées)	20%
Bareille G. (barium sédiment)	20%
Eynaud F. (étudiante)	20%

### ANCH (Bruxelles)

F. Dehairs (particules MES et pièges)	20%
L. Goeyens (incubations $\text{NH}_4$ et $\text{NO}_3$ )	10%



## ANNEXE I

### Quelques adresses électroniques des participants au programme KERFIX

- C. JEANDEL: [jeandel@pontos.cnes.fr](mailto:jeandel@pontos.cnes.fr)
- F. DEHAIRS (1995/96): [dehairs@pontos.cnes.fr](mailto:dehairs@pontos.cnes.fr)
- F. DEHAIRS (après Sept 1996): [fdehairs@vnet3.vub.ac.be](mailto:fdehairs@vnet3.vub.ac.be)
- L. GOEYENS: [lgoeyens@vnet3.vub.ac.be](mailto:lgoeyens@vnet3.vub.ac.be)
- D. RUIZ-PINO: [ruiz@ccr.jussieu.fr](mailto:ruiz@ccr.jussieu.fr)
- L. LABEYRIE: [Laurent.Labeyrie@cfr.cnrs-gif.fr](mailto:Laurent.Labeyrie@cfr.cnrs-gif.fr)
- A. LEYNAERT: [leynaert@cassis-gw.univ-brest.fr](mailto:leynaert@cassis-gw.univ-brest.fr)
- B. QUEGUINER: [queguine@cassis-gw.univ-brest.fr](mailto:queguine@cassis-gw.univ-brest.fr)
- C. FRAVALO: [fravalocal@cassis-gw.univ-brest.fr](mailto:fravalocal@cassis-gw.univ-brest.fr)
- Y. PARK: [lg@mnhn.fr](mailto:lg@mnhn.fr)
- S. SCHMIDT: [Schmidt@cfr.cnrs-gif.fr](mailto:Schmidt@cfr.cnrs-gif.fr)
- M. LABRACHERIE: [labracherie@geocean.u-bordeaux.fr](mailto:labracherie@geocean.u-bordeaux.fr),
- M. FIALA: [mfiala@arago.univ-perp.fr](mailto:mfiala@arago.univ-perp.fr)
- J-C MIQUEL: [miquel@NAXOS.UNICE.FR](mailto:miquel@NAXOS.UNICE.FR)