

**Projet PROOF**

**FRONTAL ALMOFRONT Exploitation**

**Année 2000**

**L. Prieur**

**LPCM Villefranche sur mer**

Fascicule de figures associées au rapport inclus dans la demande

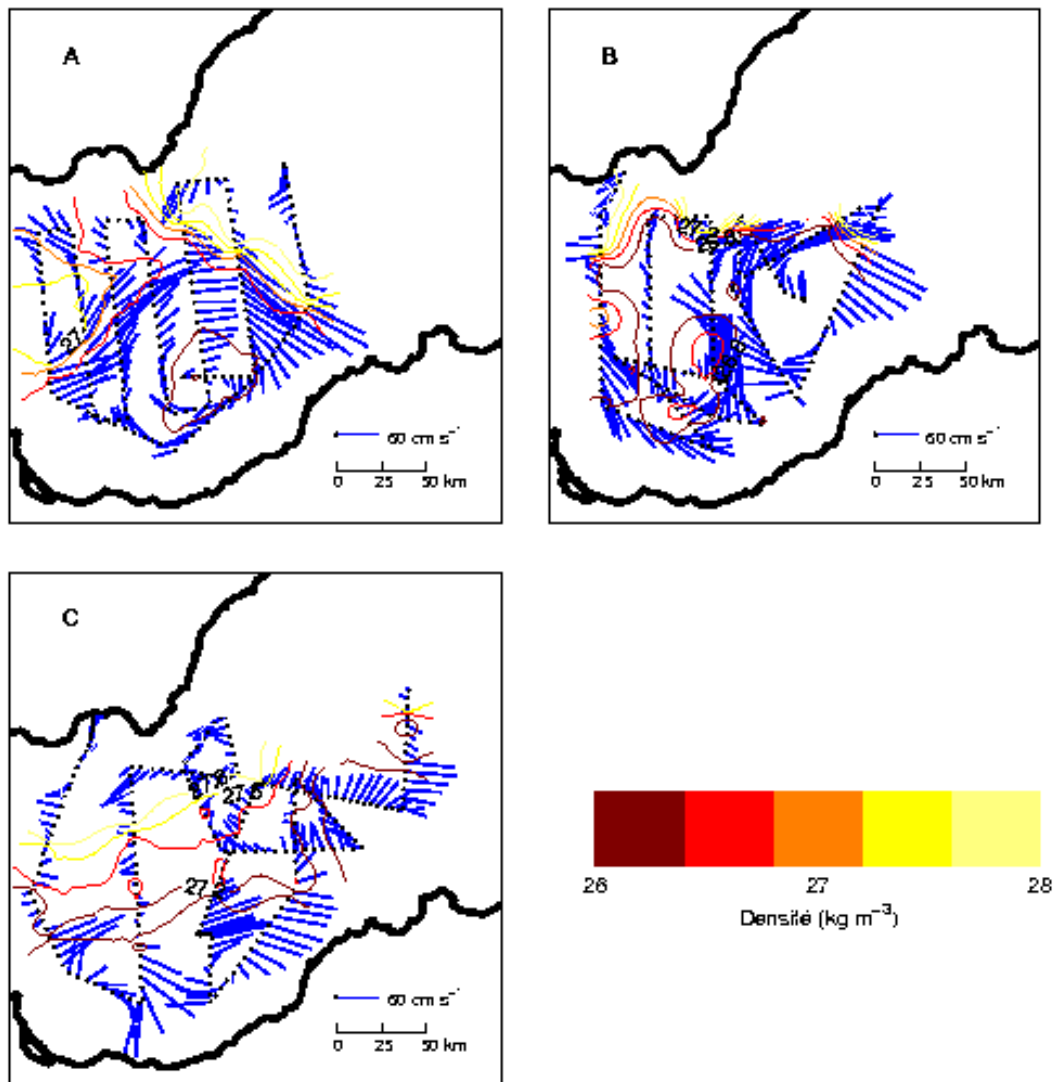


Figure 1 : courants de surface ADCP de coque avec isolignes de densité pour diverses périodes d'Almofront 2.

- A : début du leg 1 : 3/12 au 4/12 1997
- B : début du leg 2 : 23/12 au 28/12 1997
- C : fin du leg 2 : 13/01 au 15/01 1998

(Gratton, Prieur, Lafleur)

## ALMOFRONT 1997 - 1998 - LEG 1



Figure 2 : Positions géographiques des stations CTD Rosette (points rouges) , durant le Leg 1 d'Almofront 2. Les numéros de stations sont portés en petits caractères. La radiale traversant la mer d'Alboran en ligne brisée a été réalisée deux fois à 8 jours d'intervalle en traversant successivement le courant près de la côte espagnole, puis le jet frontal (St 261-267) puis le tourbillon anticyclonique de part en part.

(Prieur, Raunet)

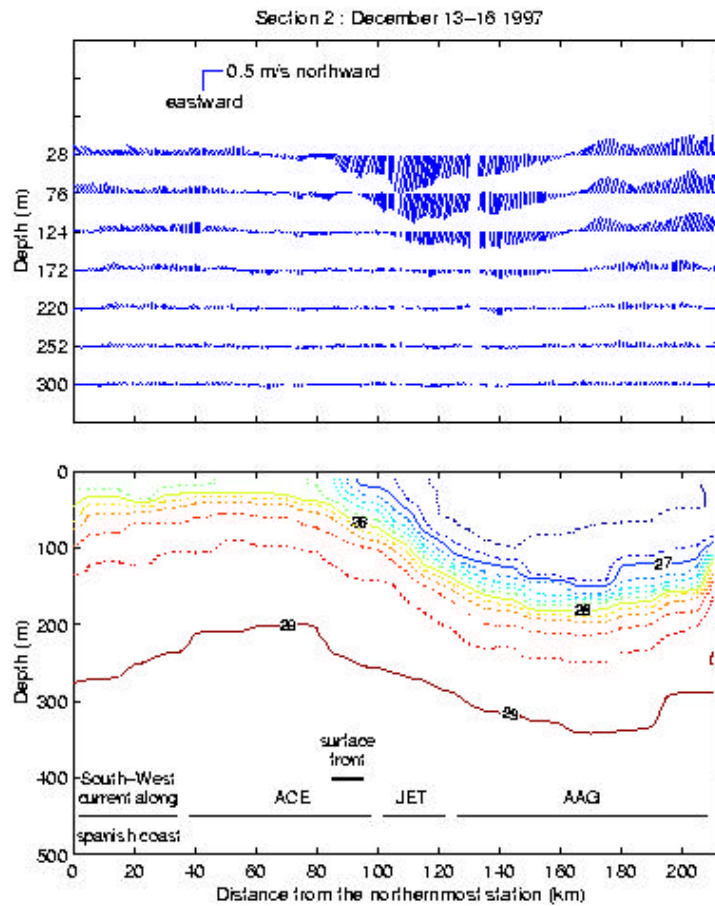


Figure 2bis : Profils horizontaux de courants à 8 profondeurs entre 28 et 300 m le long de la radiale 2, entre les stations 252 et 275 (positions en figure 2). L'échelle et la direction des courants sont repérées en haut du graphique. En bas, section verticale de densité avec isolignes tous les 0.2 kg/m<sup>3</sup> entre 26.6 et 29 kg/m<sup>3</sup>. Les repères des structures moyenne échelle sont portés sur le graphique du bas. Le faible courant espagnol porte au Sud-Ouest, puis le front et le jet est caractérisé par un fort courant Est-Sud-Est entre 85 et 120 km, puis le bord Nord-Est du tourbillon est rencontré avec un courant de même direction assez profond. Dans le cœur, à 155km, le courant s'annule et change de direction pour porter à l'Ouest Nord-Ouest, et à nouveau s'affaiblit près de la côte algérienne. (Gratton, Prieur, Lafleur)

(Gratton, Prieur, Raunet)

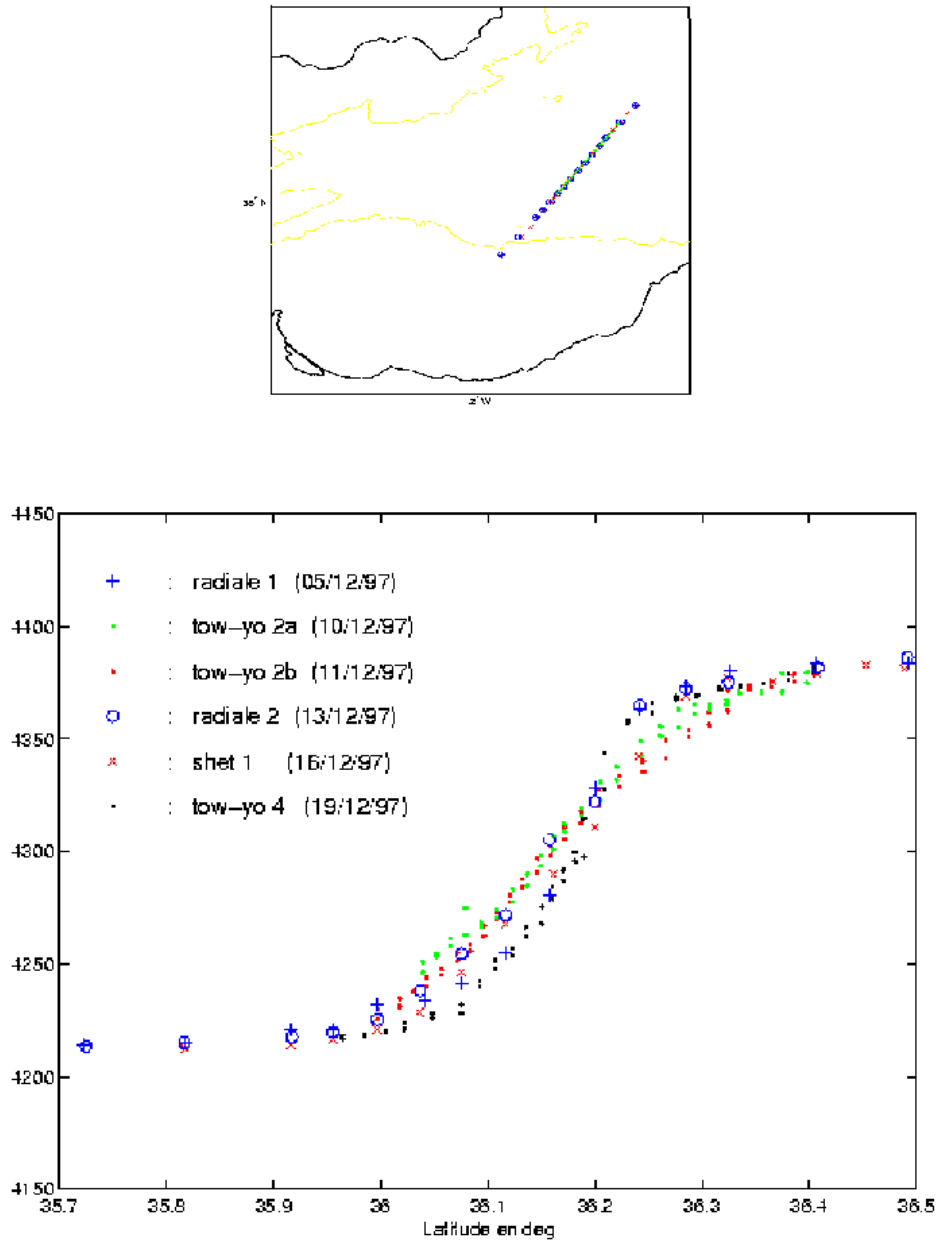


Figure 3: Contenus halins (m) pour la couche comprise entre 35 et 150 m. Les valeurs de contenu de 4400, 4300, 4200 m correspondent respectivement à une salinité moyenne de la couche de 38.261, 37.391, 36.522. La même section a été réalisée selon le même axe (graphique du haut) en 15 jours au travers du système jet frontal tourbillon. On note seulement de faibles changements de la position du gradient de salinité moyenne (inférieurs à 5 km), sans dérive systématique.

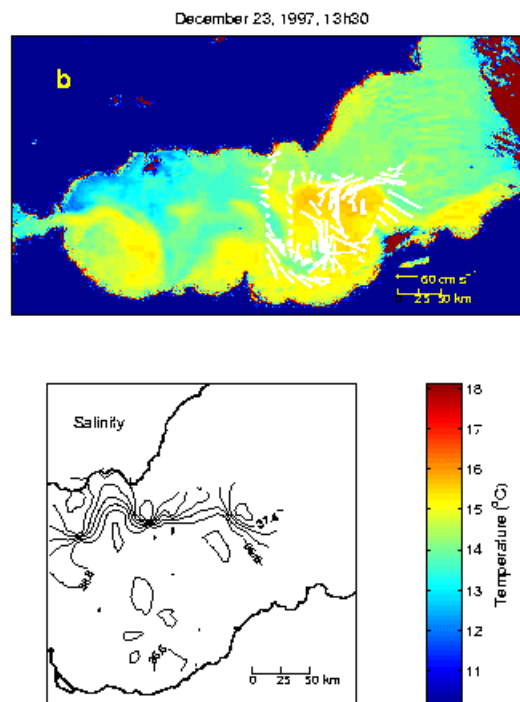


Figure 5 : Image thermique du 23 décembre 1997 et, superposés, les courants de surface tels que mesurés par l'ADCP de coque entre le 23 et le 26 décembre. En bas sont représentées les isolignes de salinité pour les mêmes trajets du navire, obtenues à partir du thermosalinographe.

(Gratton, Prieur, Lafleur)

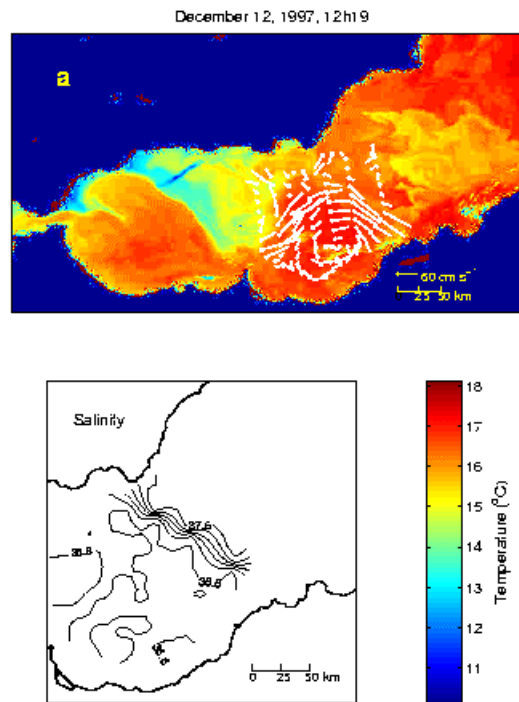


Figure 4 : Image thermique du 2 décembre 1997 et, superposés, les courants de surface tels que mesurés par l'ADCP de coque pendant les 3 et 4 décembre. En bas, sont représentées les isolignes de salinité pour les mêmes trajets du navire, obtenues à partir du thermosalinographe.

(Gratton, Prieur, Lafleur)

(Gratton, Prieur, Lafleur)

## ALMOFRONT 1997 - 1998 - LEG 2

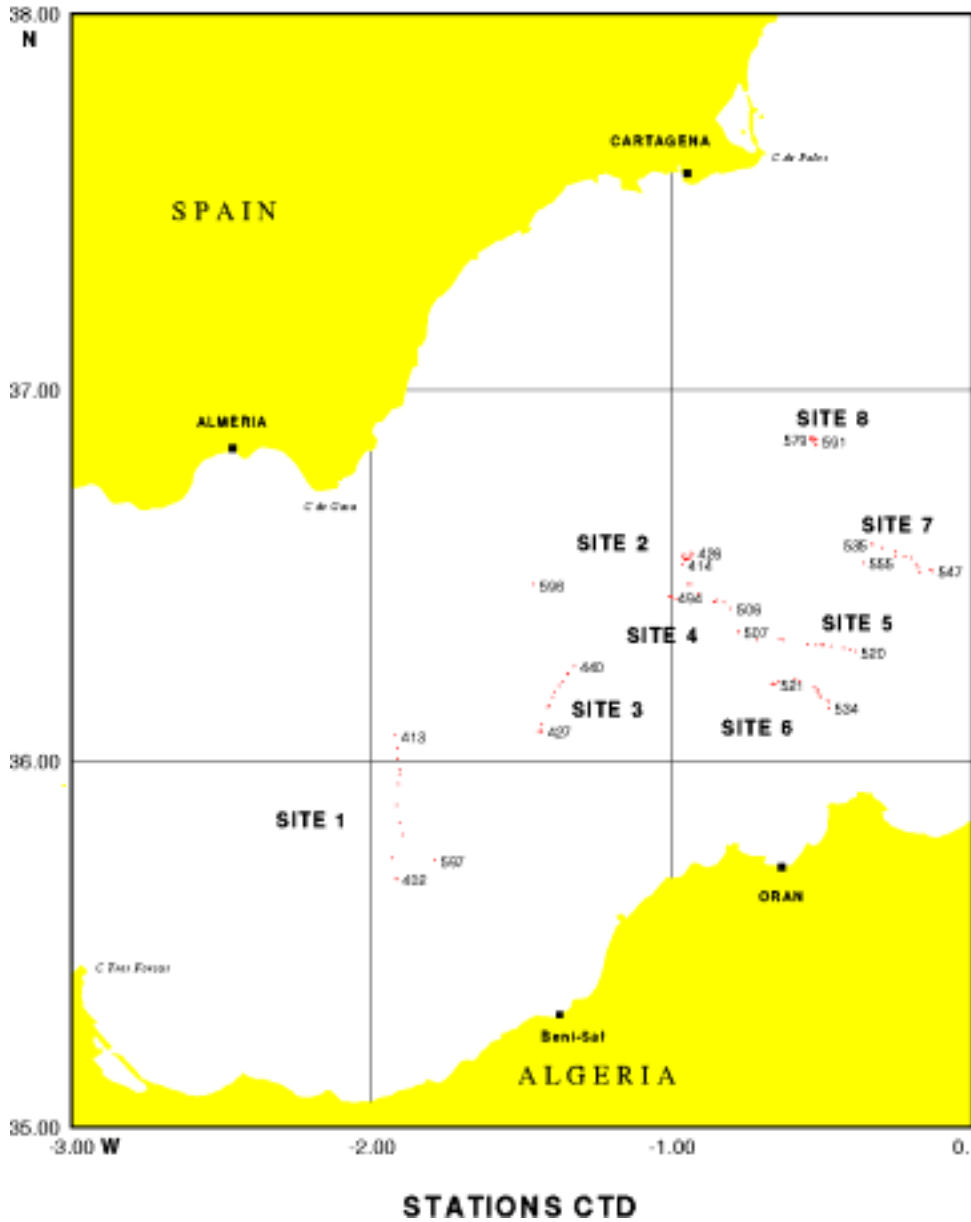


Figure 6 : Positions géographiques des stations CTD Rosette (points rouges) , durant les 36 heures de suivi de la ligne de pièges aux différents sites du Leg 2 d'Almofront 2. Les numéros de stations du début et de la fin de chaque site sont portés en petits caractères. Les sites ont été numérotés dans l'ordre chronologique de réalisation.



# Positions schématiques des sites dans Jet - Tourbillon

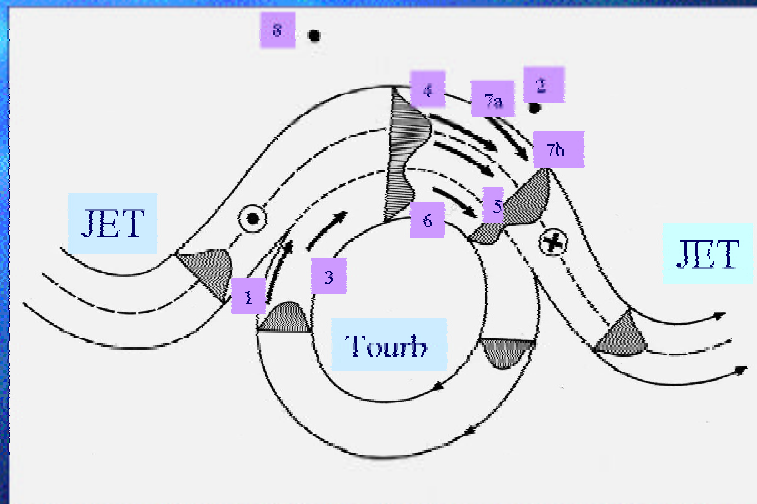
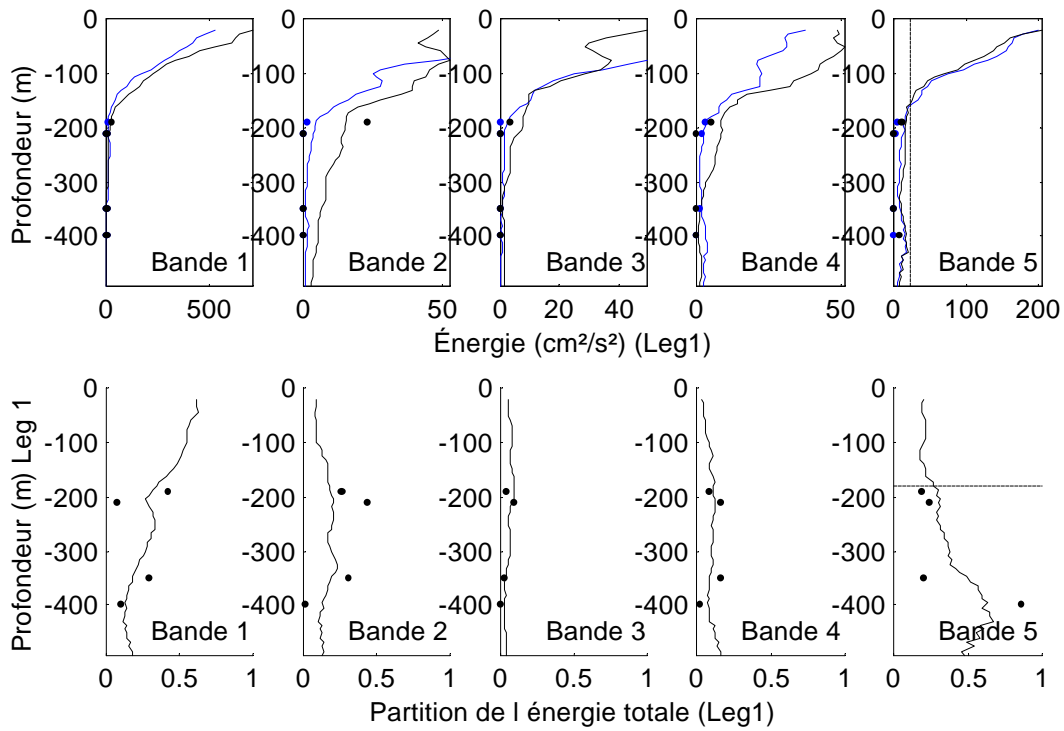
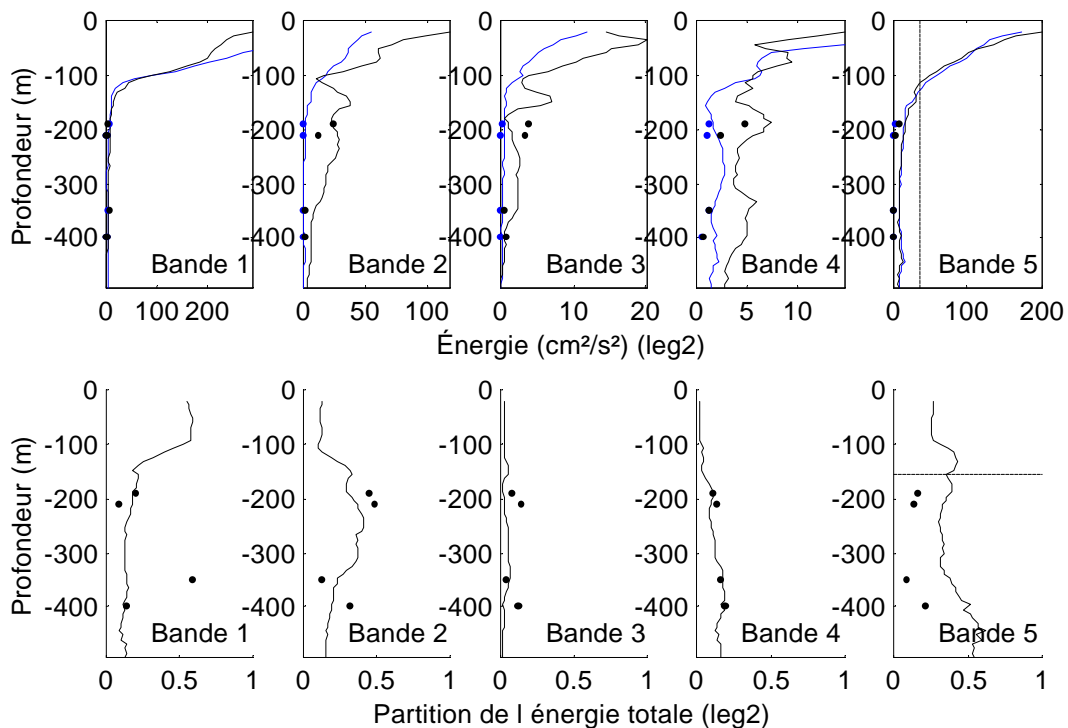


Figure 7 : Positions schématiques des sites du système jet-front-tourbillon, exploré durant le leg 2 d'Almofront 2. Le schéma du jet et du tourbillon est établi sur la base des observations réalisées durant le leg 1 au moyen des ADCP de coque, du thermosalinographe, des towyo, du shet et des radiales CTD rosette. Comme le tourbillon s'est déplacé vers l'Est durant les 21 jours du leg 2, les positions schématiques ne sont pas les positions géographiques. Pour trouver les positions schématiques, on a fait intervenir les profils moyens de densité avec la profondeur, comparés à ceux des stations de la radiale CTD du leg 1. On obtient ainsi la position transverse au courant dans le système jet tourbillon. Les directions et intensités moyennes du courant donnent les positions longitudinales dans ce système. Les flèches indiquent les dérives durant les 36 heures d'observation de chaque site. Les courbes hachurées représentent les sections schématisées des courants de surface. L'axe du jet est matérialisé par un trait tireté. Le point et la croix encerclés rappellent que la vitesse verticale dans les couches de surface est respectivement ascendante et descendante, avant et après la crête du méandre. Schéma L. Prieur et J. Raunet.



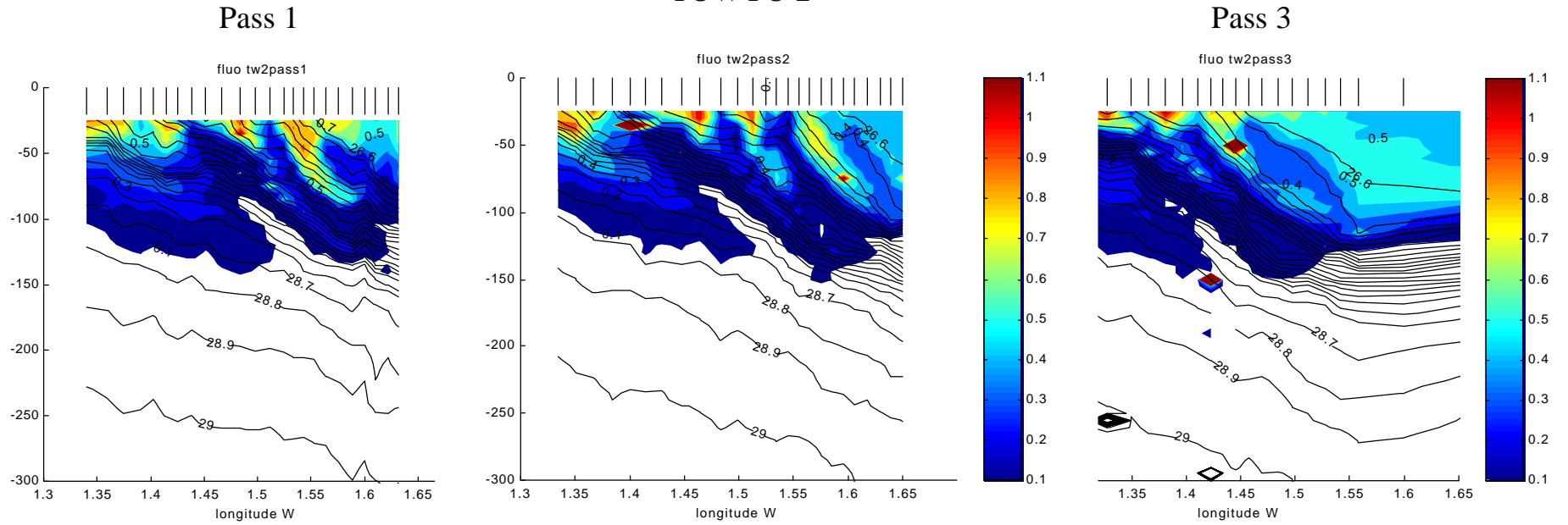
(noir : partie anticyclonique . bleu : cyclonique),



**Figure 8. Résultats de l'analyse harmonique rotatoire en énergie ( $\text{cm}^2\text{s}^{-2}$ ) et en proportion dans chaque bande de fréquence qui sont respectivement : Bande 1 : 0.002-0.04 cph , Bande 2 : 0.04-0.06 cph (inertielle), Bande 3 : 0.06-0.07 cph, Bande 4 : 0.07-0.09 cph (marée M2), Bande 5 : 0.09-3.00 cph.**

Pour les hautes fréquences, bande 5, les parties des profils en dessous des tiretés correspondent à des énergies où le rapport signal/bruit est trop faible pour avoir des résultats significatifs.

# TOWYO 2



## section 2 CTD Almofront 2

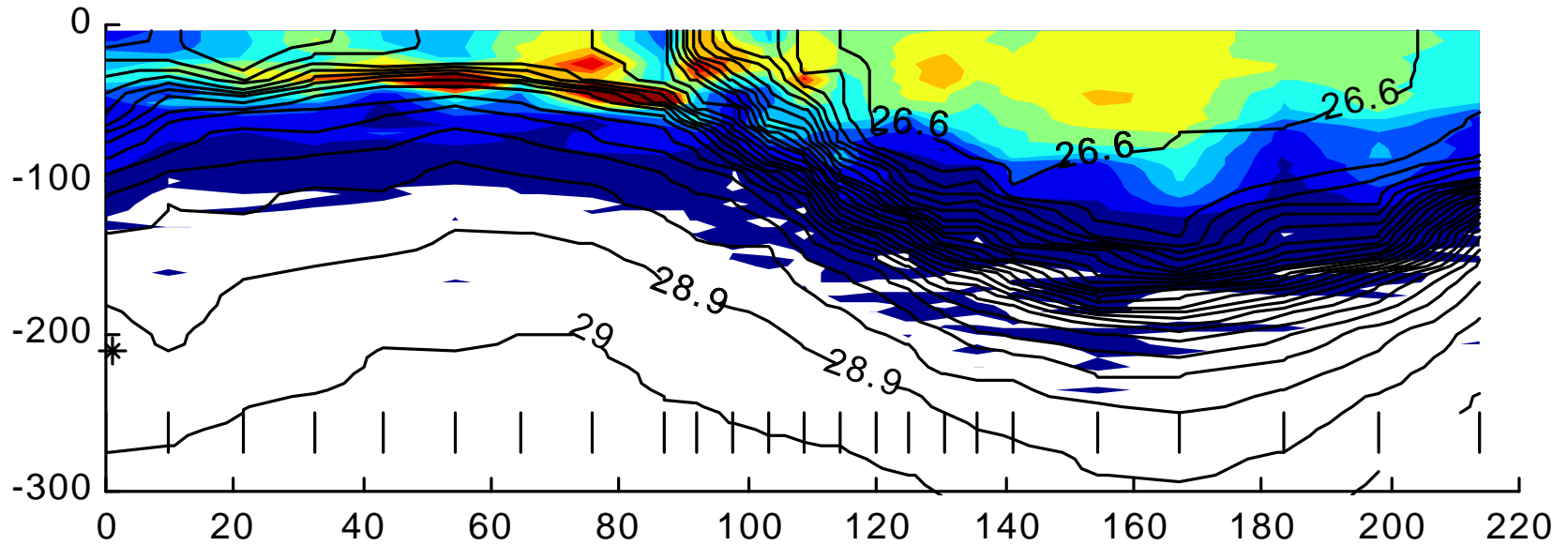
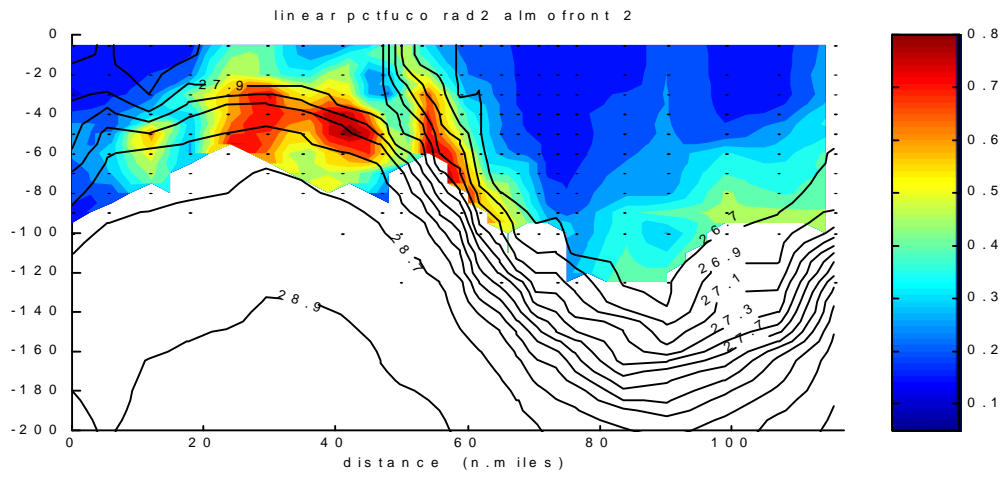
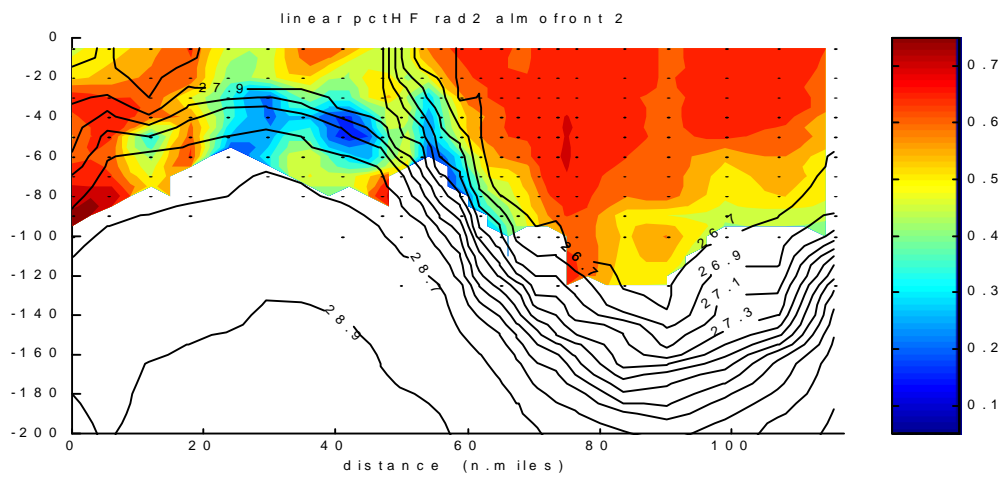


Figure 9 Chla et densités (Prieur, Raunet)

Fuco/Tot



19 'HF/  
Tot



Zea/Tot

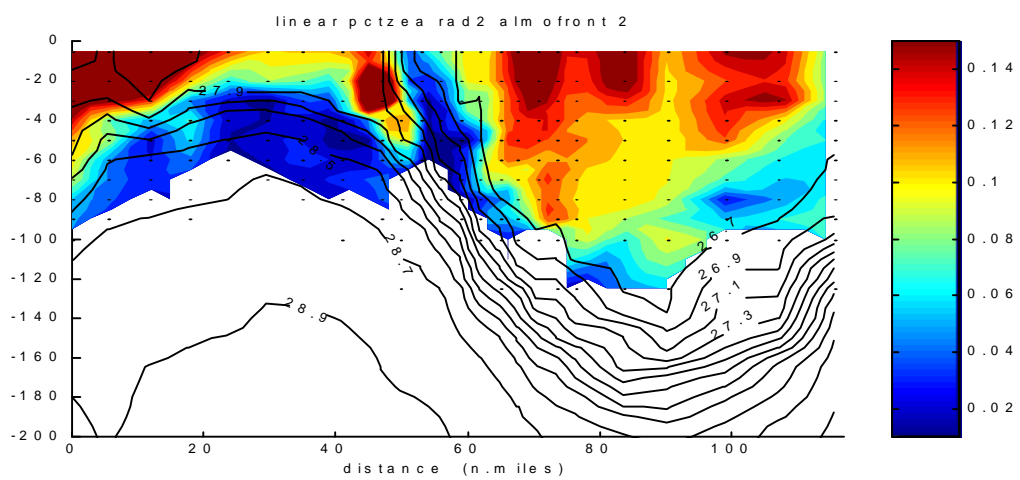
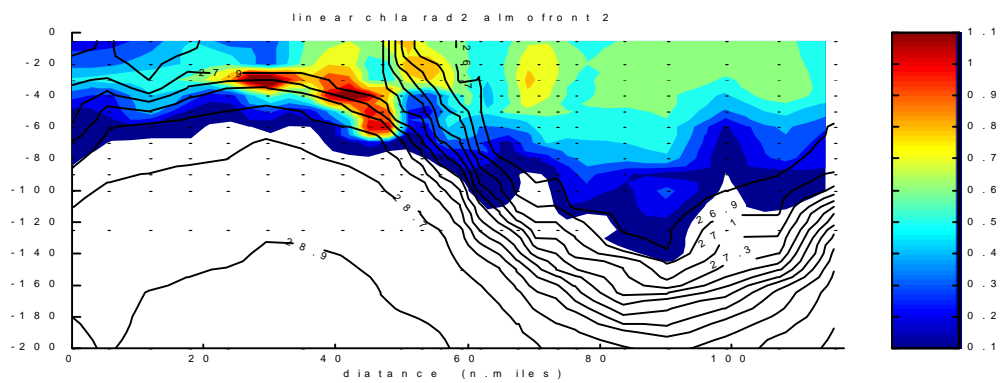
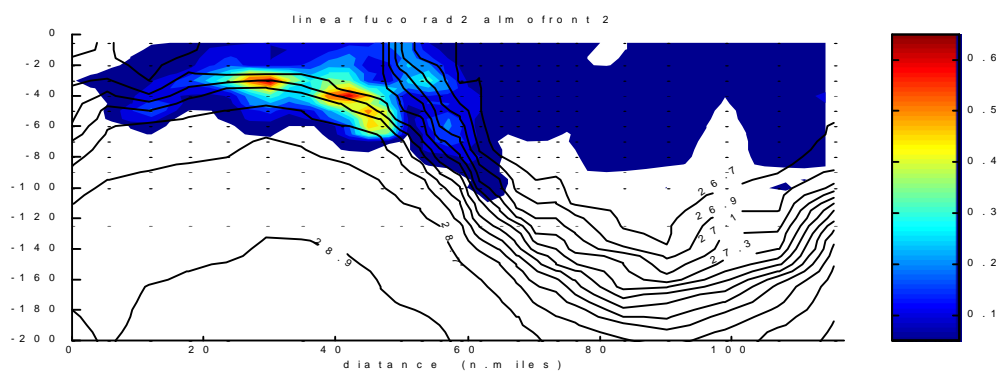


Figure 11: Rapports pigments radiale 2 (Vesvovali, Marty, Prieur)

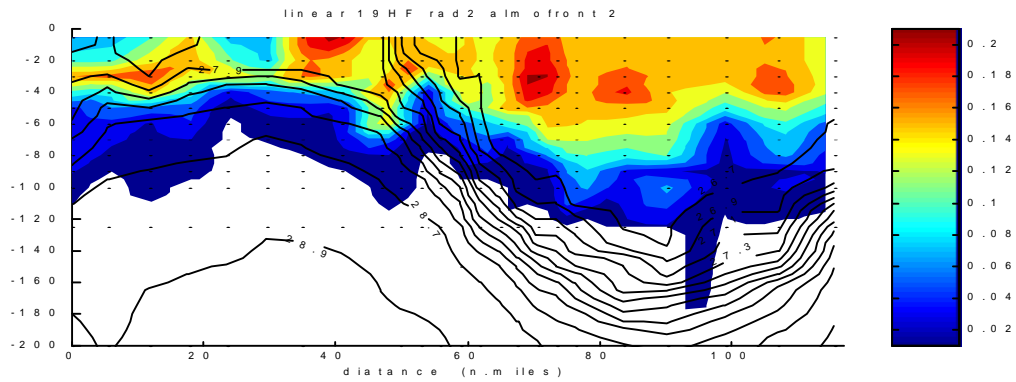
Chla



Fuco



19 'HF



Zea

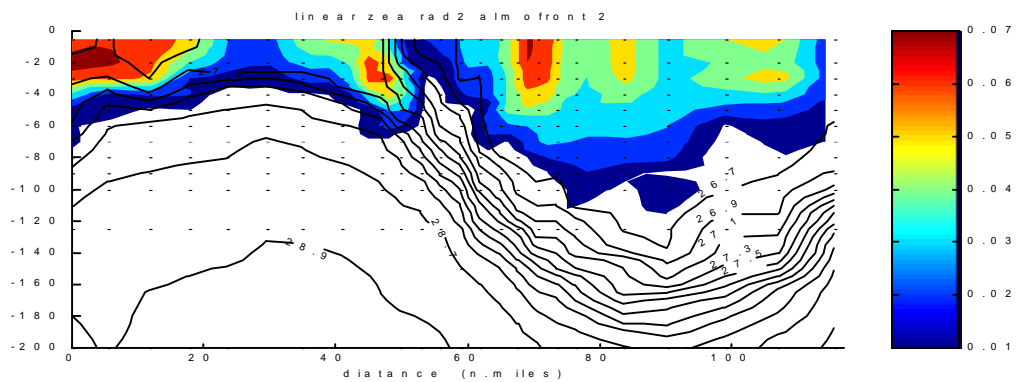


Figure 10: pigments (mg/m<sup>3</sup>), radiale 2. (Vescovali, Marty, Prieur)

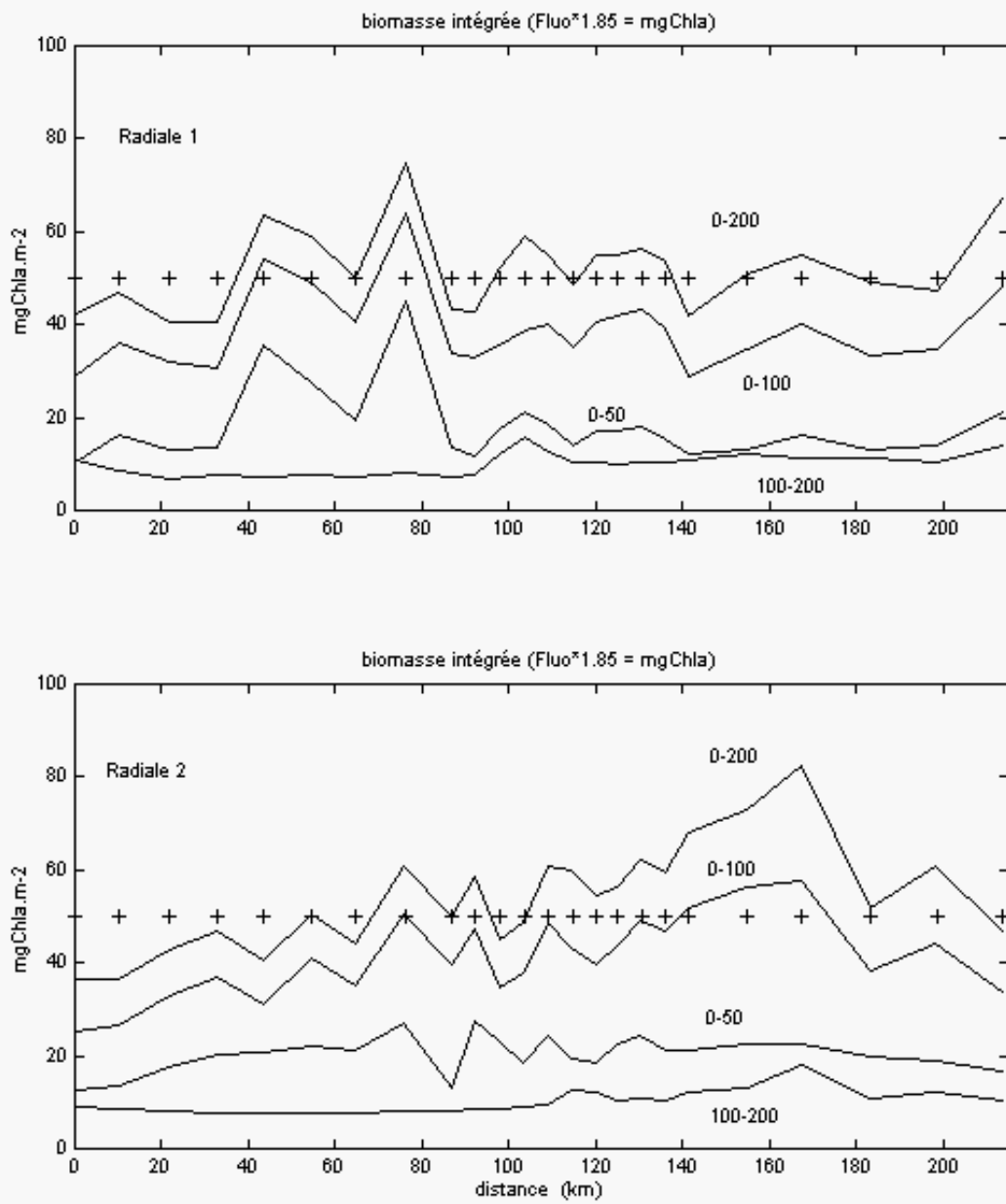


Figure 12 : Biomasses intégrées en termes de Chla pour les deux radiales de stations exécutées au travers de la mer d'Alboran durant le leg 1 d'Almofront 2. La position des stations est indiquée par un '+'. Les distances sont comptées à partir de la première station près de la côte espagnole. Les courbes diffèrent par l'intervalle d'intégration porté en mètres près de chaque courbe.

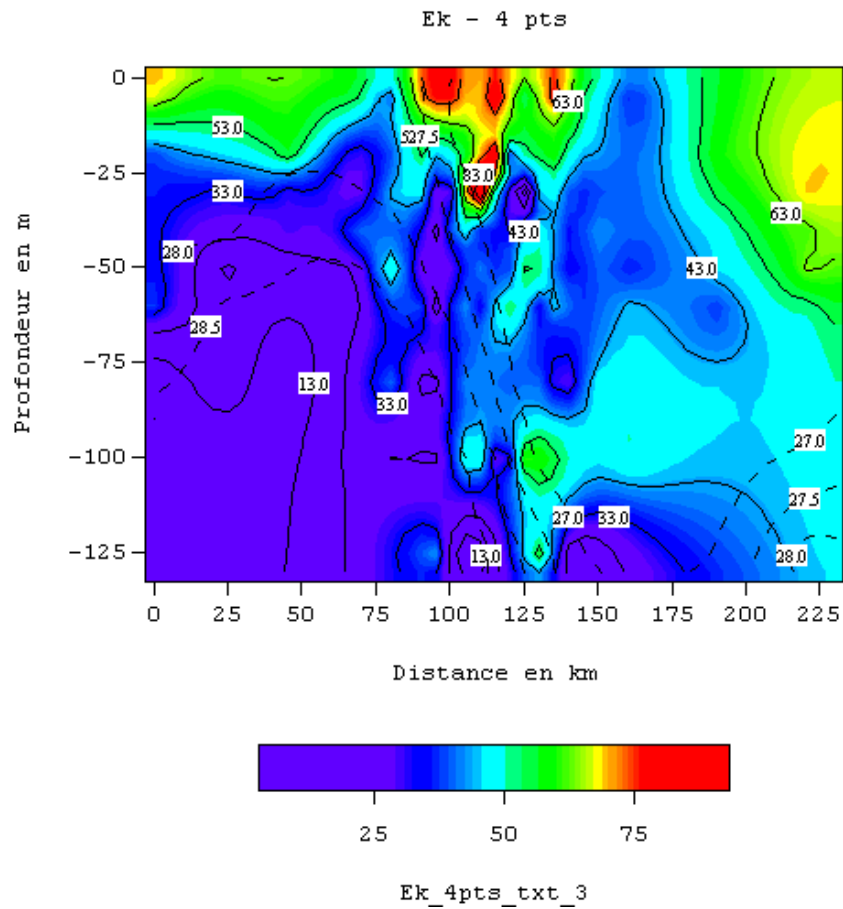
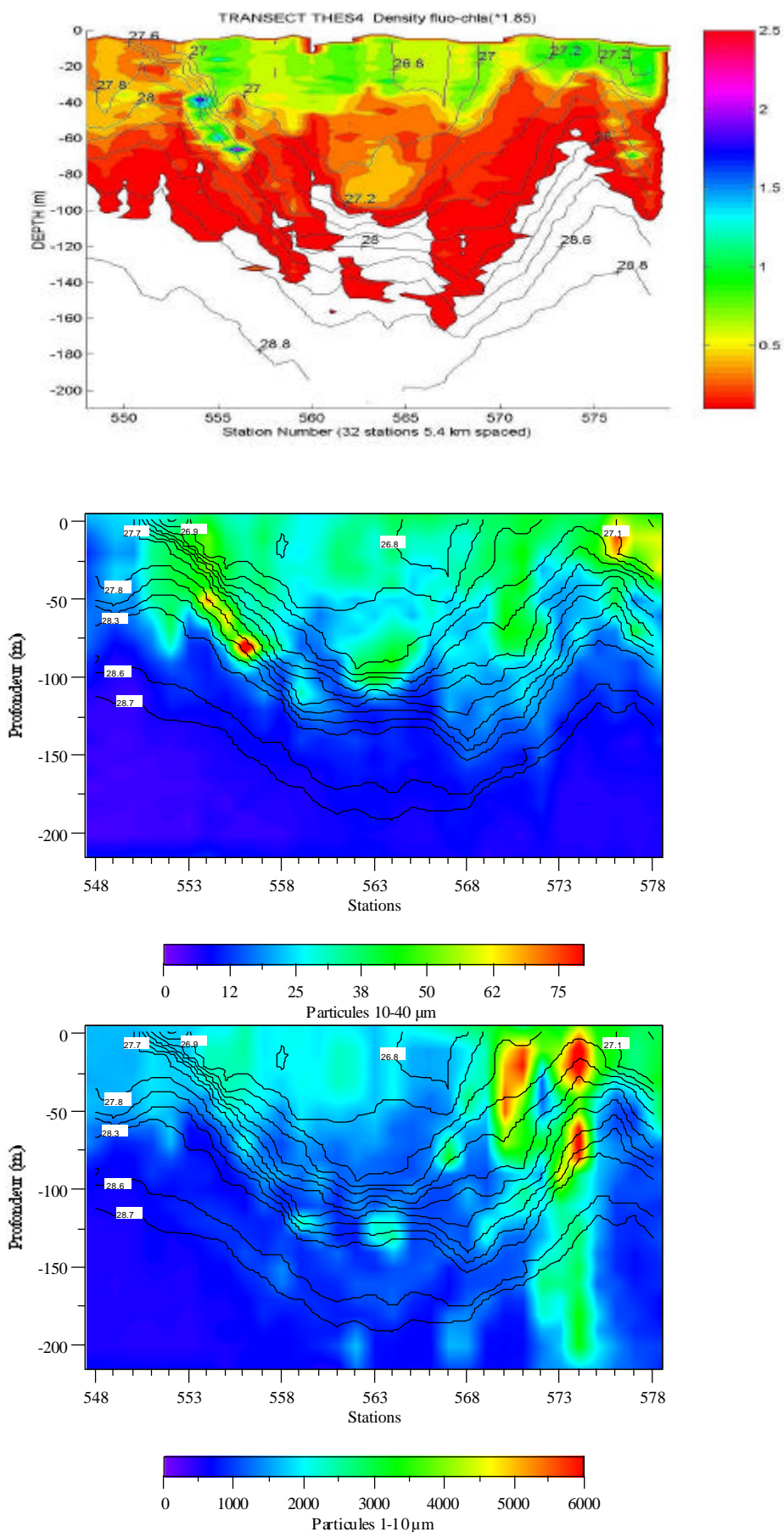


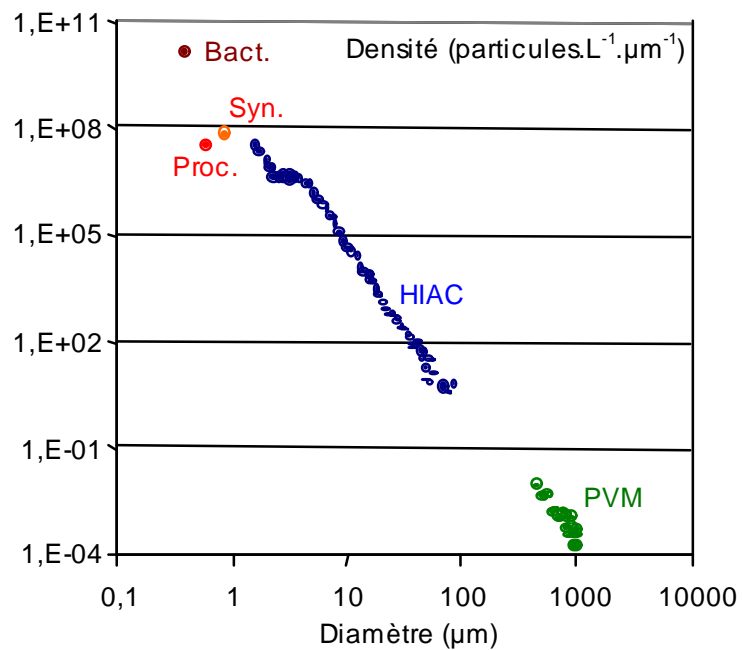
Figure 13 : Répartition verticale des valeurs de Ek en micro Einstein.m-2.s-1 pour la radiale 2 du leg1 d'Almofront 2. Les isolignes de densité, 27.0, 27.5, 28.0, 28.5 kg/m<sup>3</sup> sont superposées en traits tiretés. Les distances sont comptées à partir de la première station de la radiale.  
(résultats obtenus par F. Bruyant, M. Babin)



Figure 14 : Répartitions verticales de la Chla (mg/m<sup>3</sup>) en haut, de la concentration en particules de la classe 4 microphytoplancton, au milieu et des classes 2 et 3 nanoplancton additionnées en bas, trouvées pendant la section Shet 4 du leg 2 d'Almofront 2. Cette section traverse le jet et le tourbillon selon un corde. Les eaux méditerranéennes sont à l'extrémité gauche, les eaux du tourbillon au centre, et les eaux denses rencontrées à l'ouest du tourbillon à l'extrémité droite. Les isolignes de densité sont superposées aux distributions des variables en couleur. Cette section a été réalisée les 10 et 11 janvier 1998. La figure est issue du rapport de Marion Francoual (1999). (Sciandra, Francoual).







**Fig. 15.** Spectre de taille des particules comprises entre  $0,4$  et  $1000 \mu\text{m}$  acquis lors de la campagne Almofront II. Données de cytomètre en flux (S. Jacquet : **Bact.** : bactéries hétérotrophes, **Proc.** : Prochlorococcus, **Syn.** : Synechococcus.), du HIAC utilisé de  $1,7$  à  $100 \mu\text{m}$ , et du PVM (G. Gorsky)

(Sciandra, Francoual,)

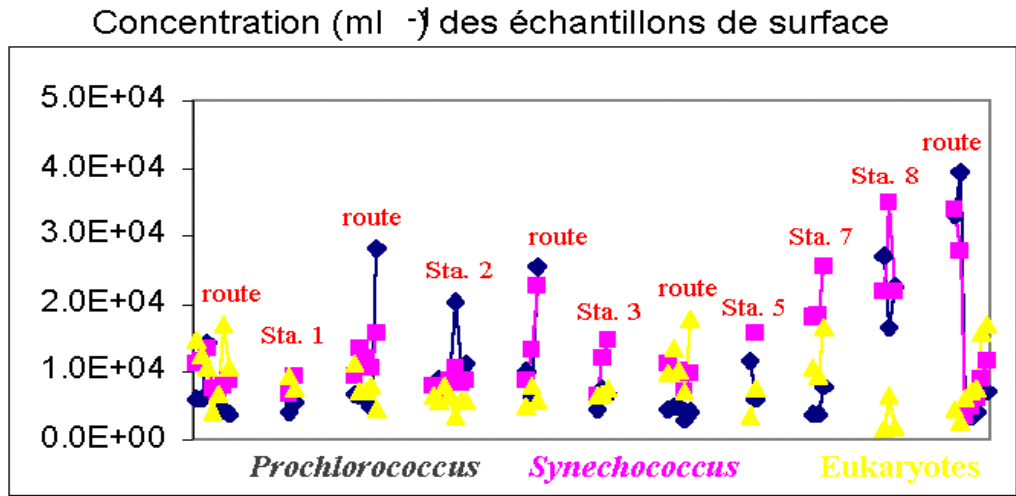
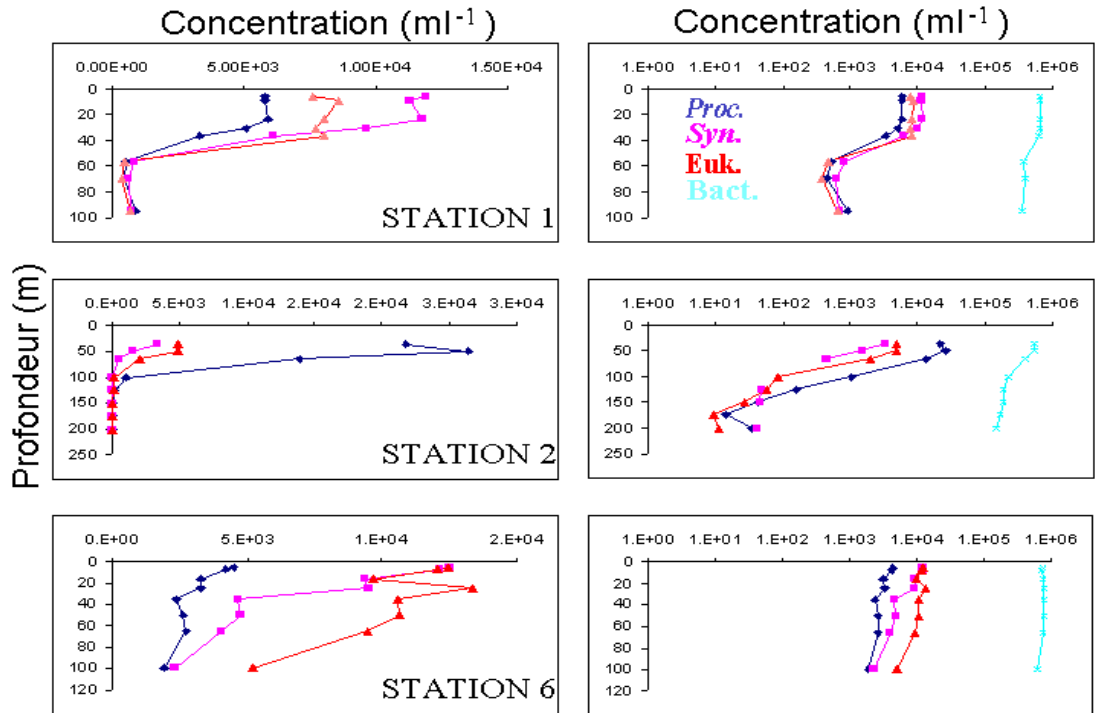


Figure 16 : Quelques résultats concernant les distributions du picoplancton pendant le leg 2 d'Almofront 2. En haut : profils verticaux des concentrations de différents groupes en nombre de cellules par millilitre ; à gauche en échelle inéaire et à droite en échelle logarithmique. Ici station correspond à site. En bas : résumé des mesures de surface durant le leg 2 par ordre chronologique en séparant les mesures en route et les mesures en site. S. Jacquet, D. Marie et D. Vaulot (octobre 1998) .

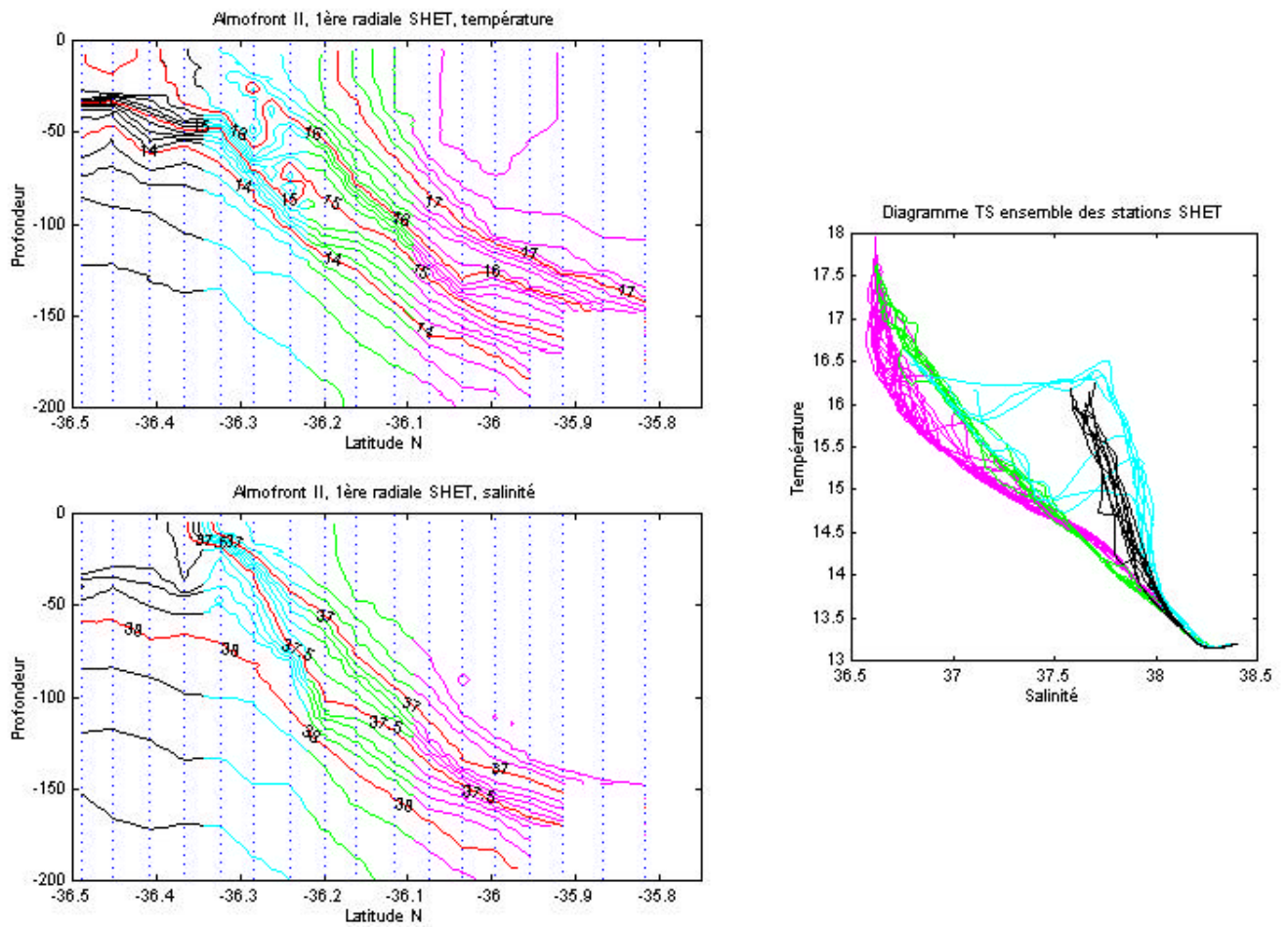


Fig.17 Coupes verticales de température et de salinité le long de la première radiale SHET (16-17 décembre 1997). Le diagramme TS de l'ensemble des stations SHET de la première partie d'Almofront 2 montre que l'on peut classer les stations en 4 catégories : les stations "méditerranéennes", en noir, les stations avec subduction, couleur cyan, les stations du bord du tourbillon, en vert et les stations du tourbillon, en magenta. Sur les coupes verticales, les isolignes sont colorées avec ces mêmes quatre couleurs pour montrer l'emplacement des 4 catégories de stations.

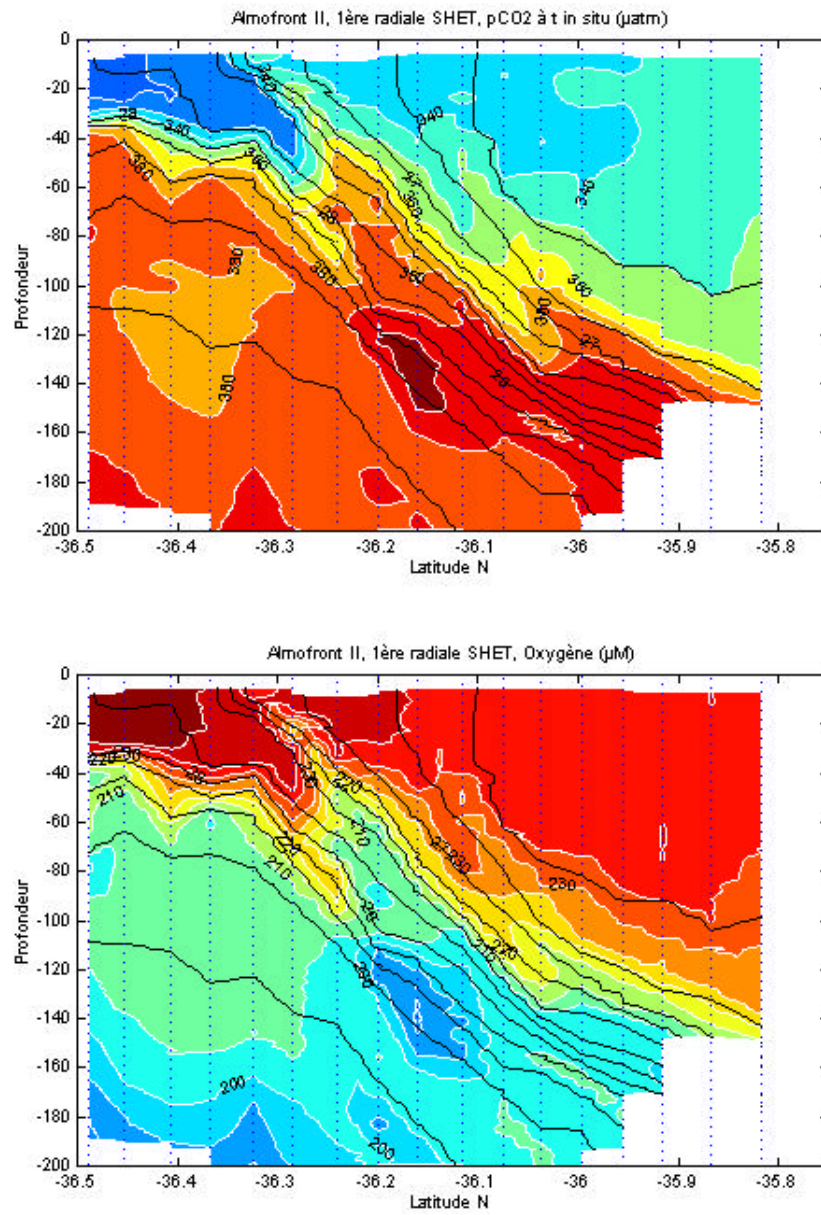
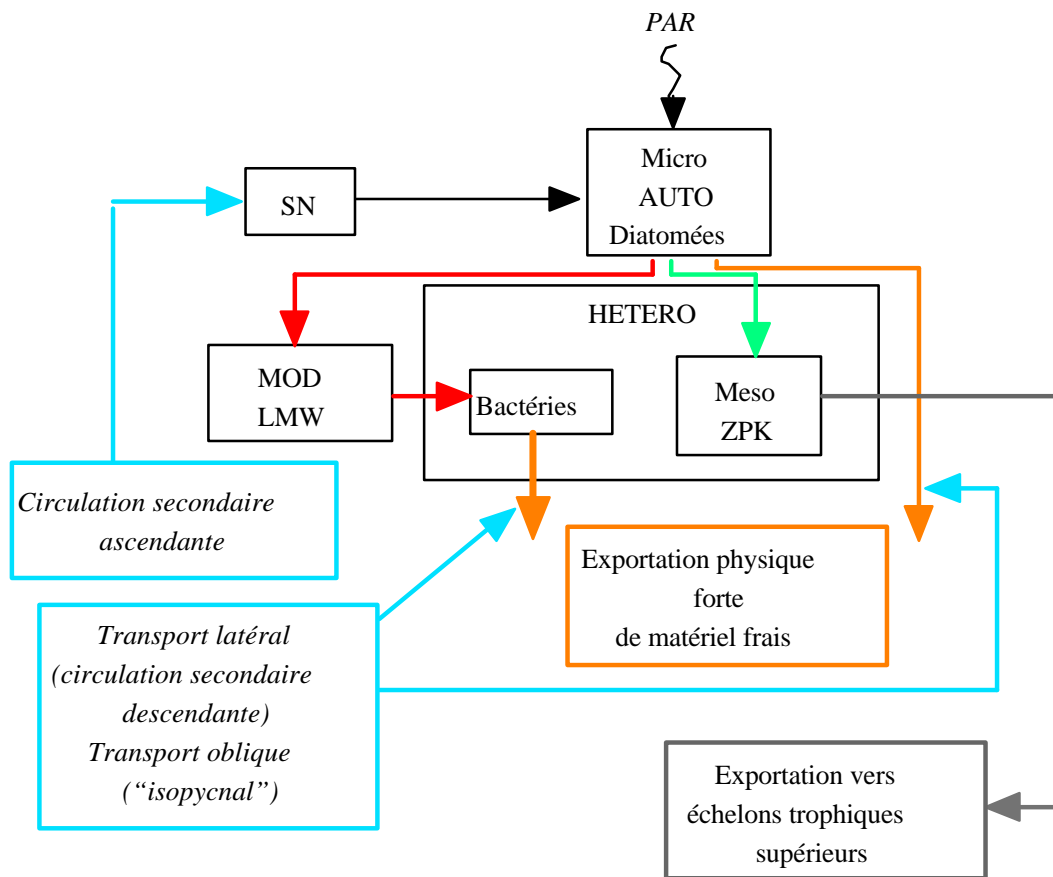


Fig. 18 Coupes verticales de la pression partielle de CO<sub>2</sub> et de l'oxygène, le long de la première radiale SHET (16-17 décembre 1997). Les isopycnes sont indiquées par des traits noirs.

ECOSYSTÈME FRONTAL  
(bord gauche du jet)



Système productif :

Production primaire nouvelle forte +

Production bactérienne forte

= piègeage du carbone exporté physiquement

et biologiquement

Rupture du "Réseau microbien" hétérotrophe

SN : Sels nutritifs

Micro AUTO : microautotrophes

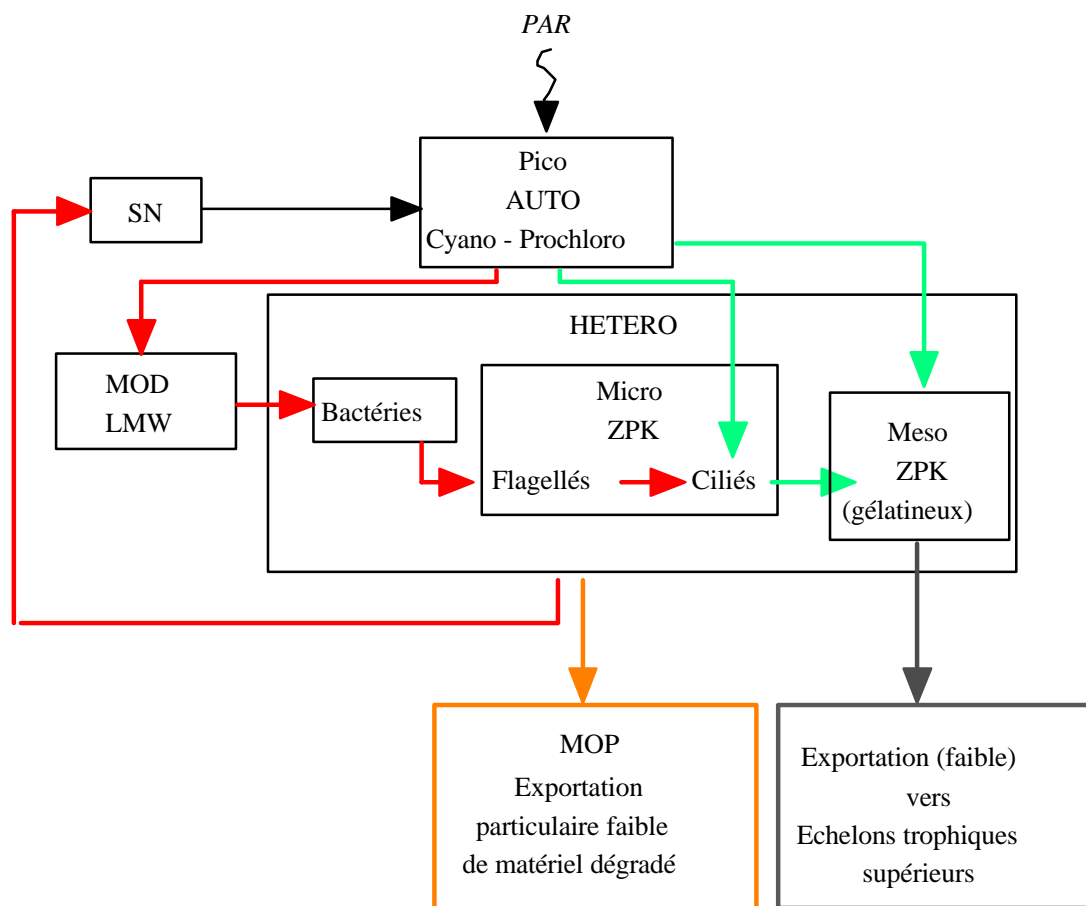
MOD : matière organique dissoute

LMW : Low Molecular Weight

HETERO : hétérotrophes

Meso ZPK : mésozooplancton (copépodes)

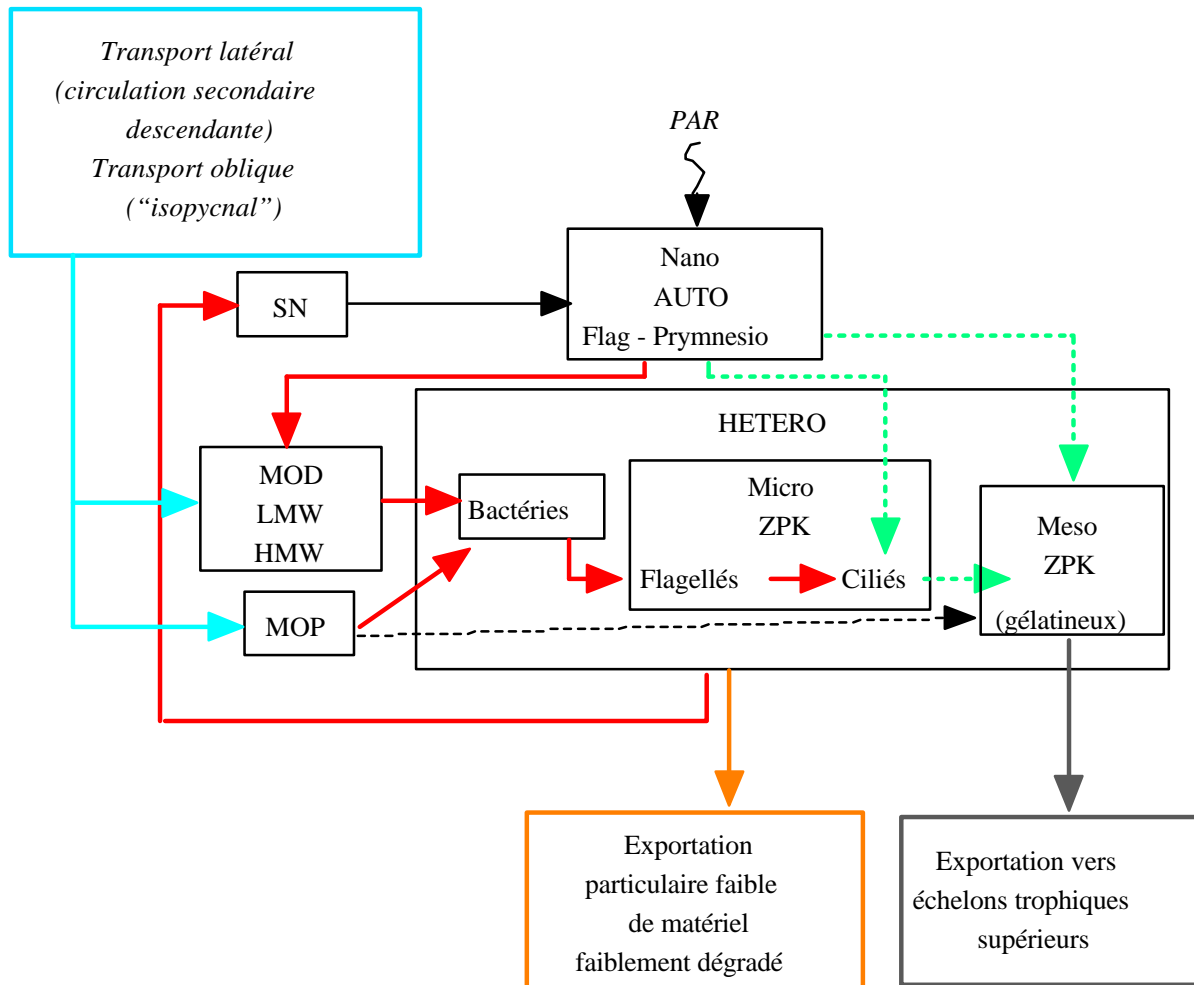
## ECOSYSTÈME MÉDITERRANÉEN



Ecosystème typiquement oligotrophe  
“Réseau microbien “ en place

- SN : Sels nutritifs
- Micro AUTO : microautotrophes
- MOD : matière organique dissoute
- LMW : Low Molecular Weight
- HETERO : hétérotrophes
- Meso ZPK : mésozooplancton (copépodes)

ECOSYSTÈME TOURBILLON  
ANTICYCLONIQUE ATLANTIQUE



Ecosystème "oligotrophe" (?) MAIS  
sur une couche d'eau épaisse (100 m)  
Production bactérienne soutenue par  
apports latéraux en provenance du front

- SN : Sels nutritifs
- Micro AUTO : microautotrophes
- MOD : matière organique dissoute
- LMW : Low Molecular Weight
- HETERO : hétérotrophes
- Meso ZPK : mésozooplancton (copépodes)