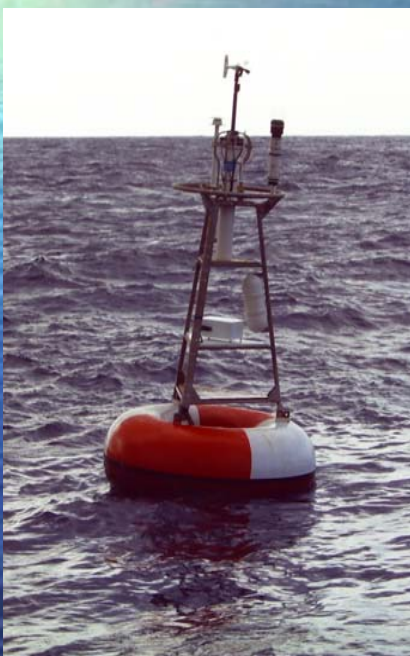




Sous-saturations en CO_2 dans l'Atlantique tropical

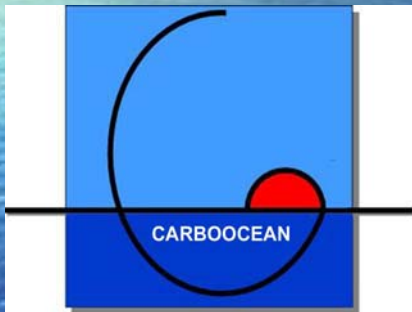
Nathalie Lefèvre, Denis Diverrès, Urbain Koffi, Gaëlle
Parard, Jacqueline Boutin, Francis Gallois



Contexte

SOLAS thème 3: flux de CO_2 et d'autres espèces à longue durée de vie

- Quantification du puits de CO_2
- Évolution face à l'augmentation du CO_2 dans l'atmosphère

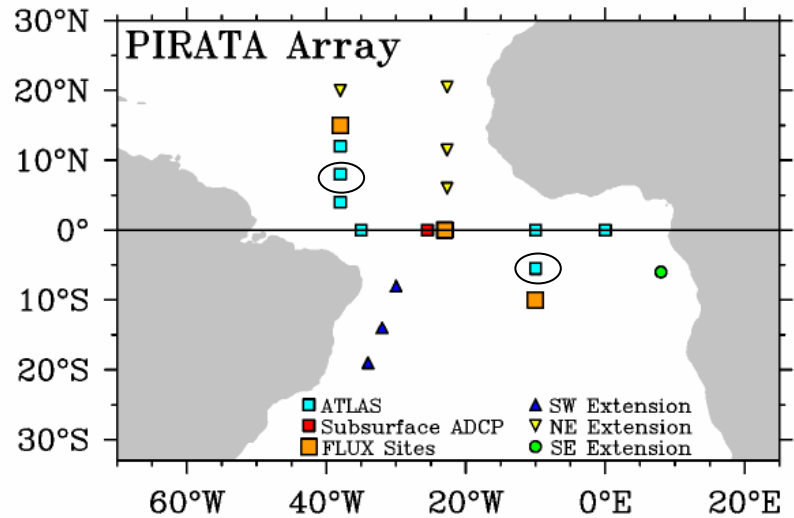


Projet européen CARBOOCEAN (thème 1, WP4)

Estimer le flux de CO_2 à l'interface air-mer en développant un réseau d'observations du CO_2

- Etude des facteurs affectant la variabilité de $f\text{CO}_2$ dans l'océan.

Observations 2006-2009



Projet européen CARBOOCEAN (observatoire)

→ 2 navires marchands:

MN Colibri

Monte Olivia

→ 2 séries temporelles PIRATA:

6°S, 10°W (depuis juin 2006)

8°N, 38°W (depuis avril 2008)

Autres observations:

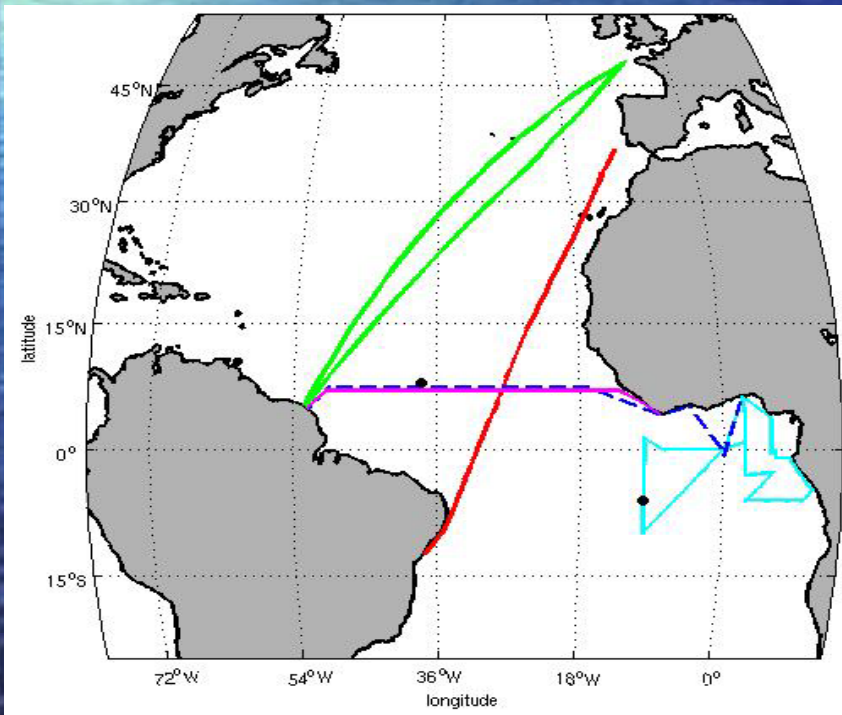
Campagne EGEE 3, juin 2006

+ échantillonnage Golfe de Guinée (DIC, TA)

PLUMAND (LEFE CYBER), octobre 2007

+ Amandes 1 (DIC, TA), octobre 2007

Transit NECC (LEFE CYBER), août 2008



Etude de l'Atlantique tropical

Source de CO₂ pour l'atmosphère

Variabilité saisonnière encore mal connue

-Atlantique ouest: influence de l'Amazone
(Ouest de 30°W)

- Golfe de Guinée: upwellings

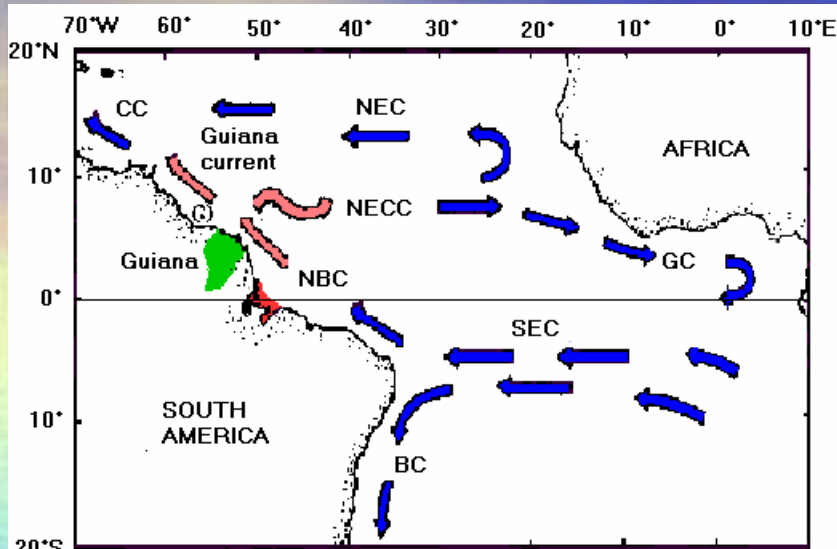
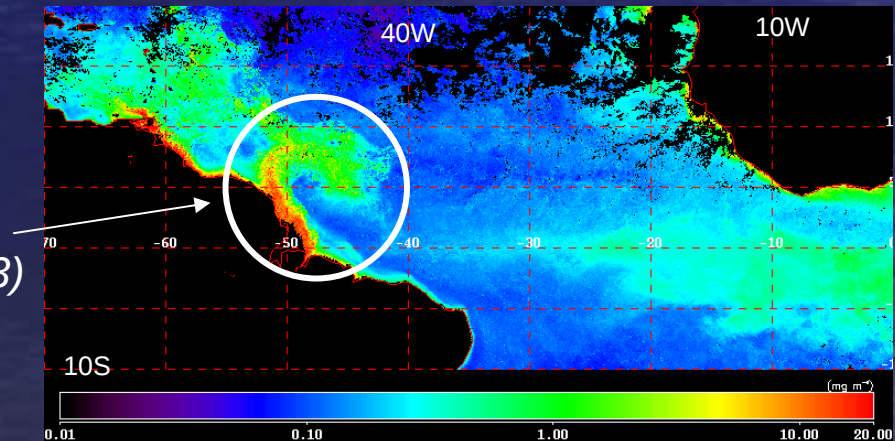


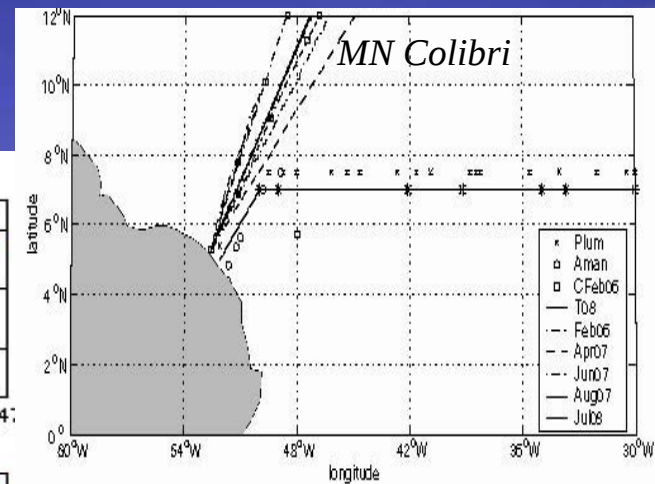
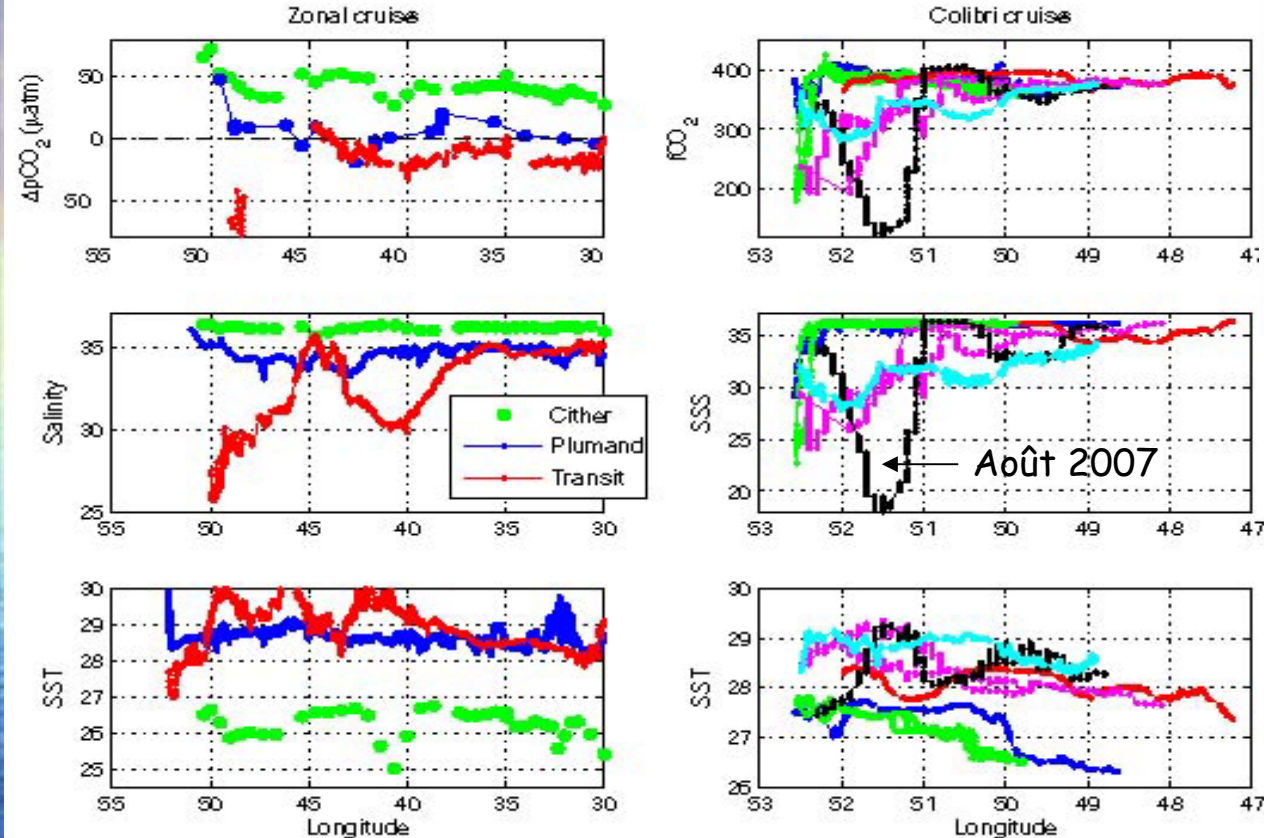
Fig.3: Représentation des courants moyens équatoriaux, (d'après Richardson et al., 1994). NEC: Nord Equatorial current, NECC: Nord Equatorial Countercurrent, NBC: North Brazil Current, SEC: South Equatorial Current, BC: Brazil Current, GC: Guinea Current, CC: Caribbean Current

Amazone → puits de CO₂ à l'ouest
(Ternon et al., 2000; Körtzinger et al., 2003)

SeaWiFs, Septembre 2003



Distribution de $f\text{CO}_2$



Zone de convergence
inter-tropicale (ITCZ)
→ faibles salinités

Février: ITCZ vers 3°N

Juillet: ITCZ vers 7°N

Cither février 1993, 7°30'N

PLUMAND octobre 2007, 7°30'N

Transit NECC août 2008, 7°N

Février 2006, legs 1 & 2

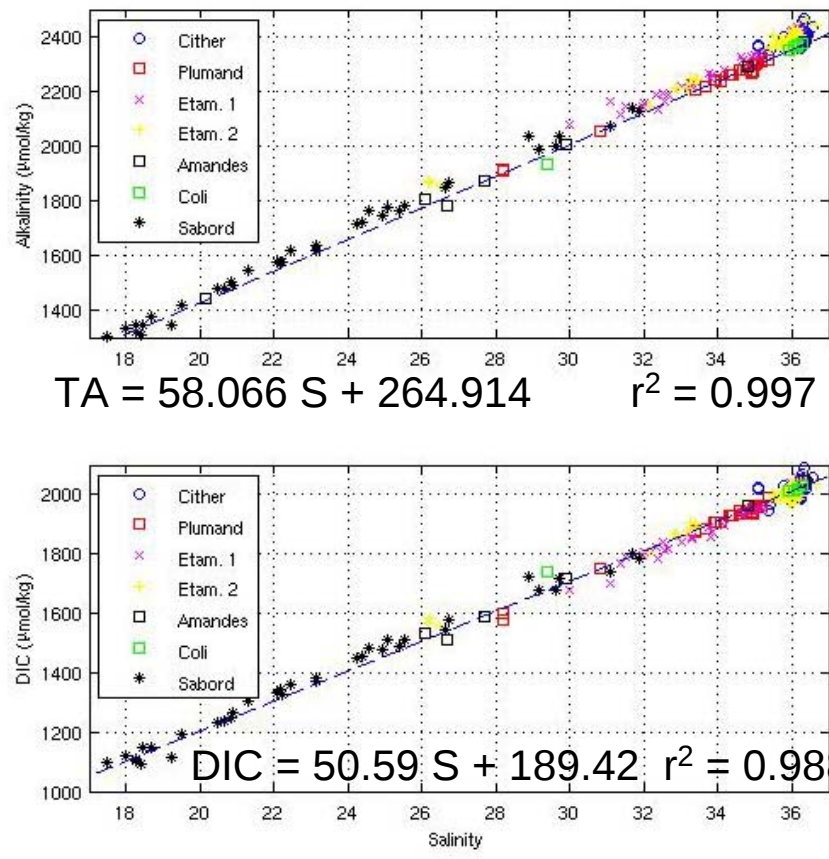
Avril 2007

Juin 2007

Juillet 2008

Août 2007

Relations avec la salinité



Ouest de 30°W, 5°S - 12°N

Cither, février 1993, 7°30'N

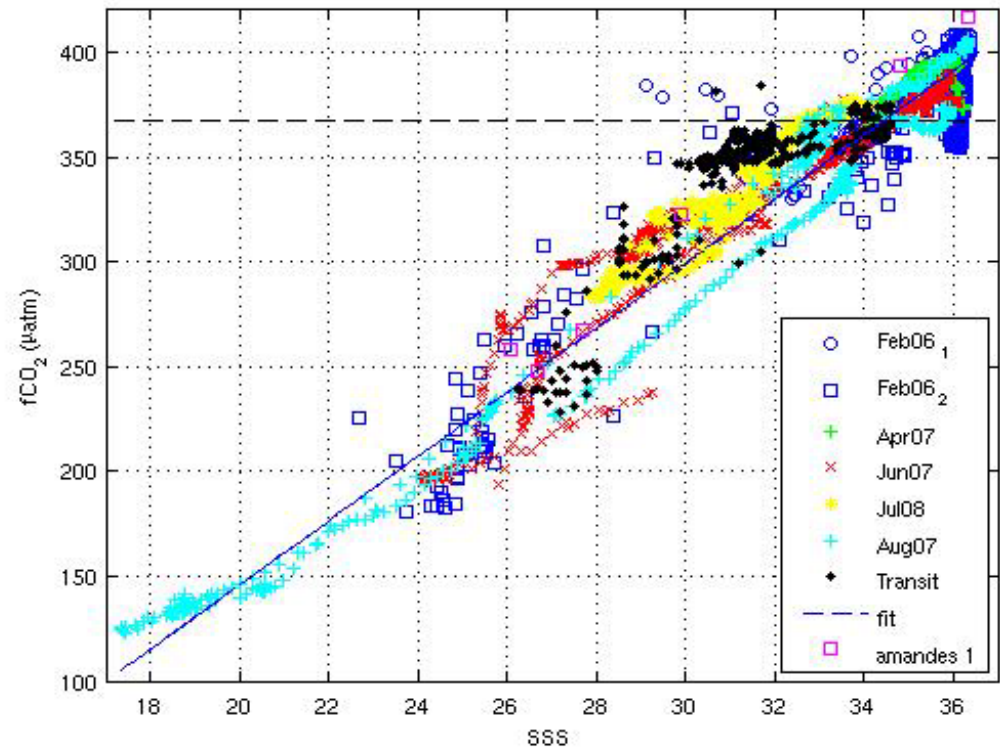
Etambot 1 & 2, sep. 1995 & mai 1996

Sabord, mai 1996

Colibri février 2006

PLUMAND & AMANDES 1 oct. 2007

(analyses DIC, TA au SNAPO-CO₂)

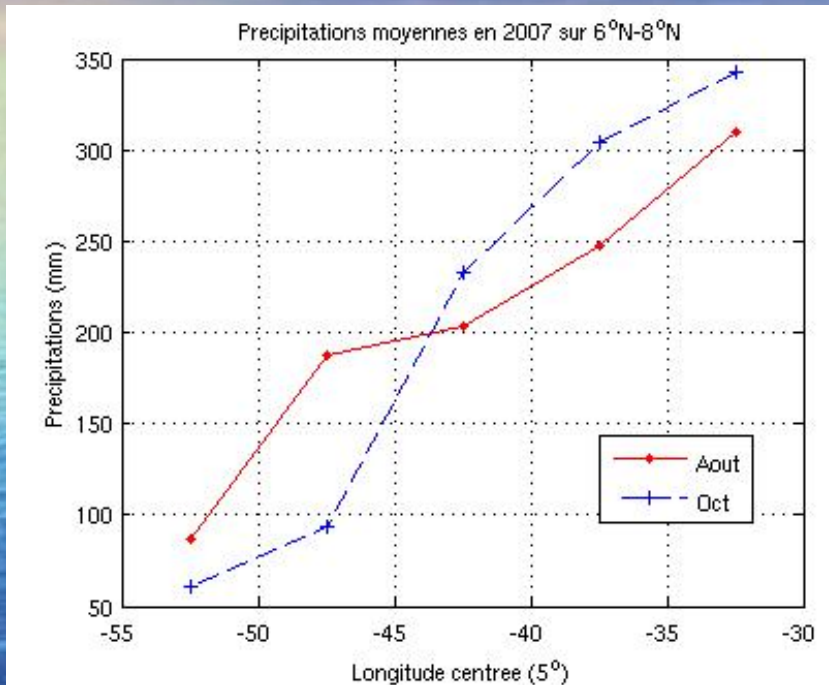


Contrôle de fCO₂ par la salinité dans l'ouest du bassin (60°W-30°W, 0°-12°N)

fCO₂ = $15.66 (\pm 0.097) S - 161.175 (\pm 3.039)$
pour S < 35 $r^2 = 0.92$

ITCZ/ Influence Amazonienne

Fortes précipitations associées à la présence de l'ITCZ

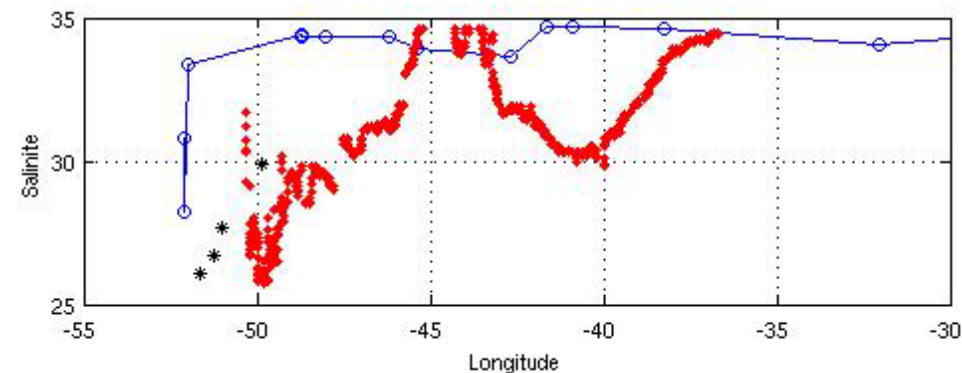
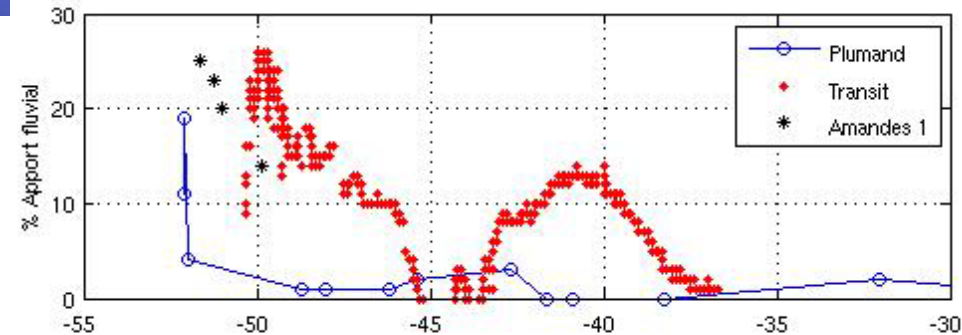
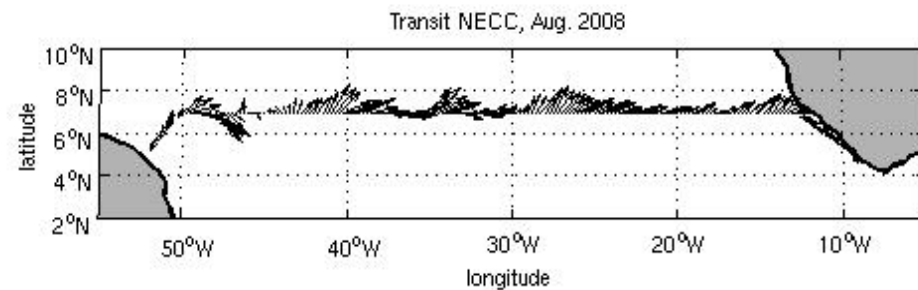
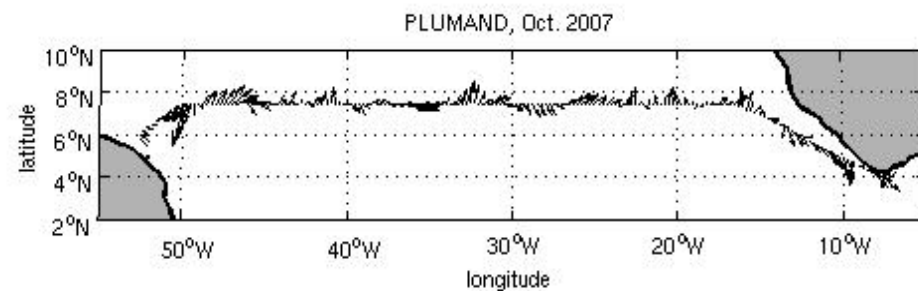


Précipitations plus élevées à l'est du bassin, en août et octobre, avec des valeurs plus fortes en octobre à l'est de 45°W

Global Precipitation Climatology Project (GPCP): données mensuelles de précipitations

➡ Salinité de 30 vers 40°W en août 2008 due à l'advection des eaux de l'Amazonie

Relation courants de surface et salinité



Composante zonale du NECC plus forte en août 2008 qu'en octobre 2007

→ Salinité de 30 observée à 40°W: apport ~12% d'eaux amazoniennes

Source amazonienne ($S=0$): $TA_r = 265 \mu\text{mol/kg}$

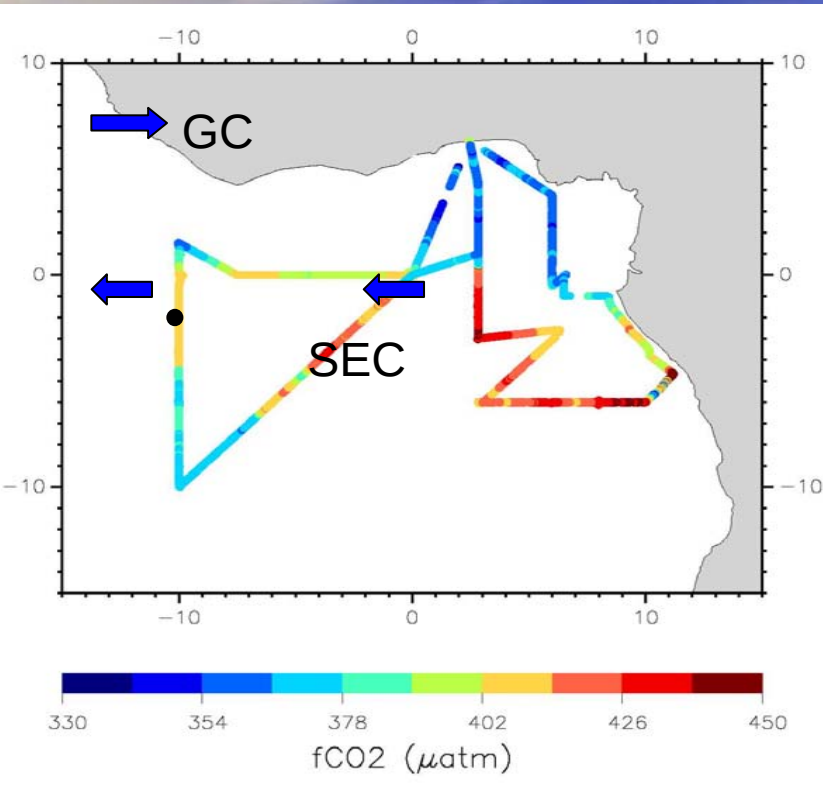
Source océanique ($S=34.7$): $TA_s = 2277 \mu\text{mol/kg}$



$$r.TA_r + s.TA_s = TA_{\text{obs}}$$

$$r + s = 1$$

Etudes dans le golfe de Guinée



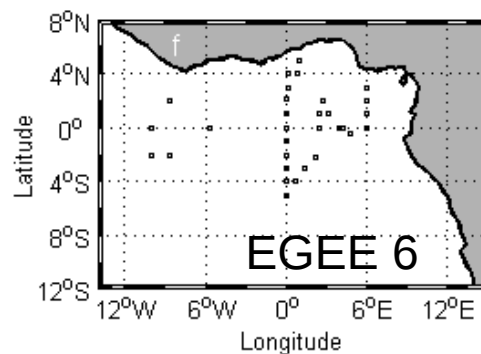
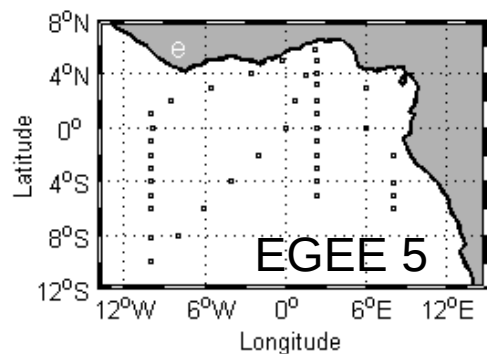
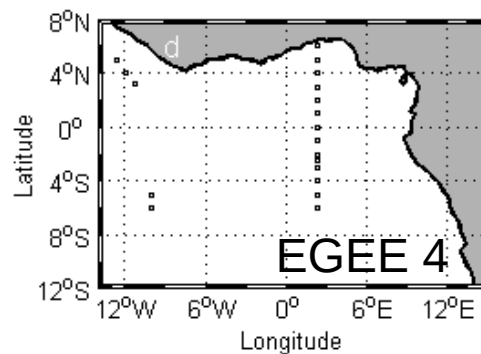
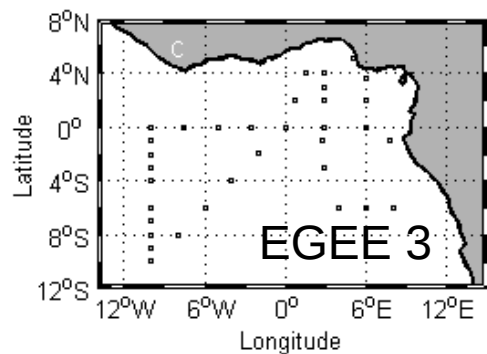
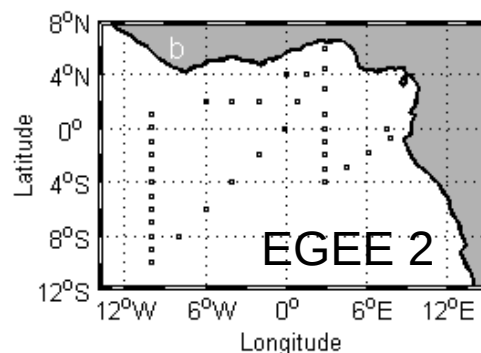
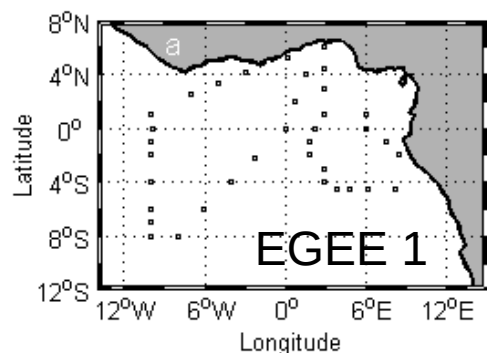
EGEE 3, juin 2006

Source de CO₂ de 2.93 mmol m⁻²d⁻¹

Mise en évidence lors d'EGEE 3 de:

- Faibles fCO₂ dans le courant de Guinée (GC), extension du NECC
- Fortes fCO₂ associées aux upwellings
- Impact limité du Congo
- Mesures DIC, TA d'EGEE 1 à 6 (*thèse U. Koffi*)
- PIRATA 6°S, 10°W (*thèse G. Parard*)

Campagnes EGEE (2005-2007)



Prélèvements d'eau de mer
organisés par N. Metzl pour
analyses de DIC, TA au
SNAPO-CO₂

EGEE 1: 7 juin- 6 juillet 2005

EGEE 2: 29 août- 30 sep. 2005

EGEE 3: 27 mai-7 juillet 2006

EGEE 4: 19 nov.- 1 déc. 2006

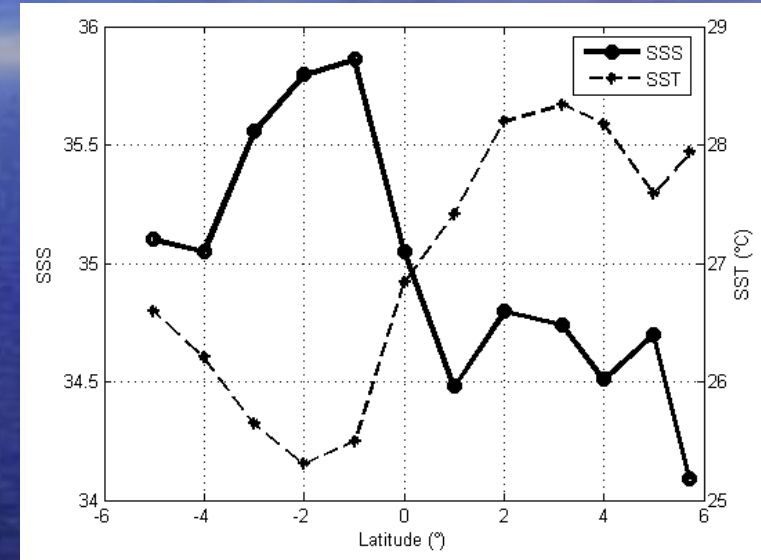
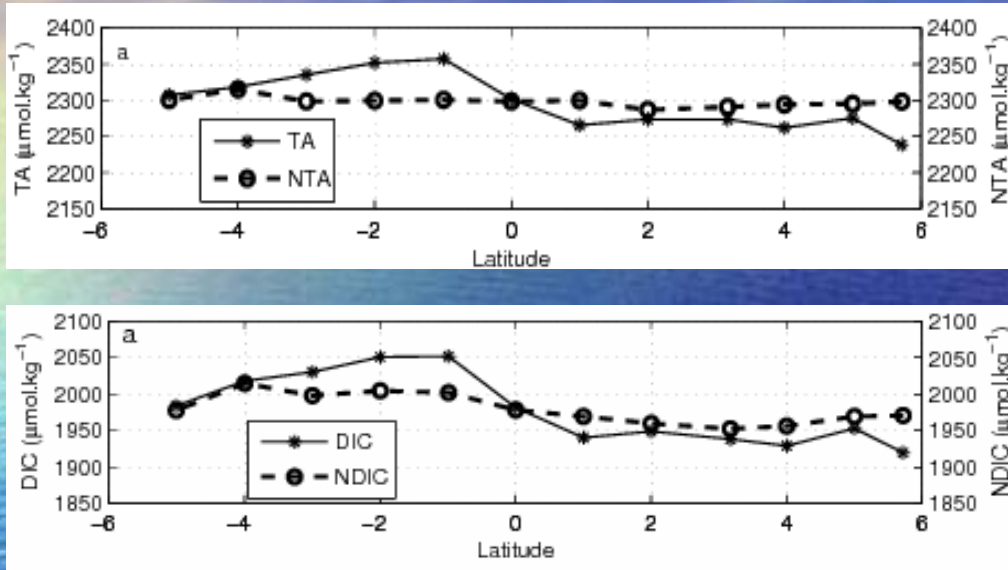
EGEE 5: 6 juin-3 juillet 2007

EGEE 6: 1-30 septembre 2007

Gradient nord-sud dans le golfe de Guinée

U. Koffi, N. Lefèvre, G. Kouadio, J. Boutin, N. Metzl, en prép.

Section 2°E, 6°S-6°N



Eau chaude dessalée au nord de l'équateur: faibles TA et DIC
Eau froide salée au sud dans le SEC

Normalisation à $S=35 \rightarrow$ gradient nord-sud qui subsiste sur DIC

Relations avec SSS dans le golfe de Guinée

U. Koffi, N. Lefèvre, G. Kouadio, J. Boutin, N. Metzl, en prép.

$$TA = 65.522 S + 2.5009$$

$$r^2 = 0.97$$

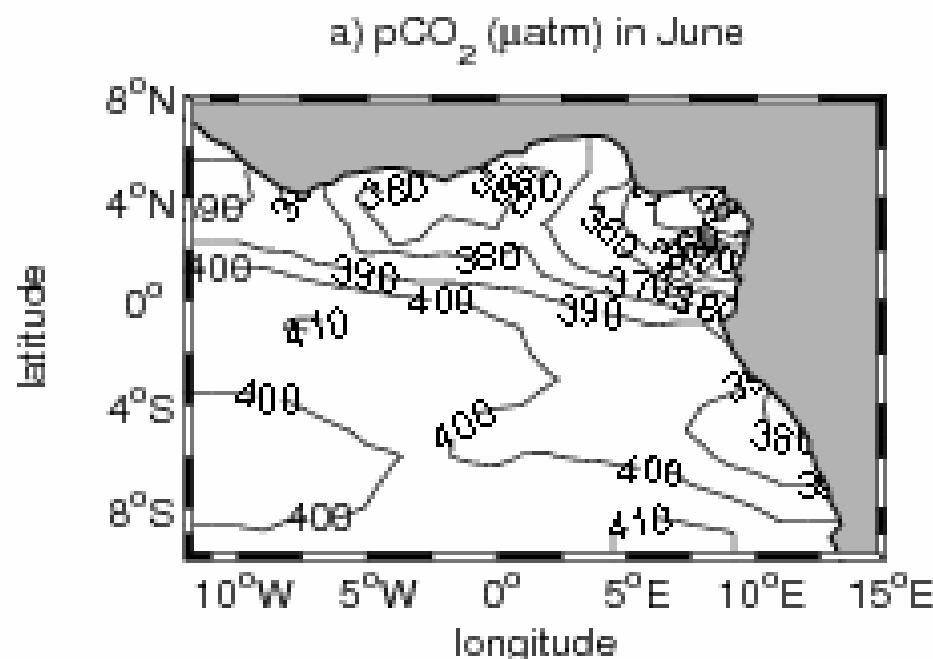
$$DIC = 51.71 S - 12.79 SST + 507.82$$

$$r^2 = 0.90$$

A partir de climatologies mensuelles
de SST et S

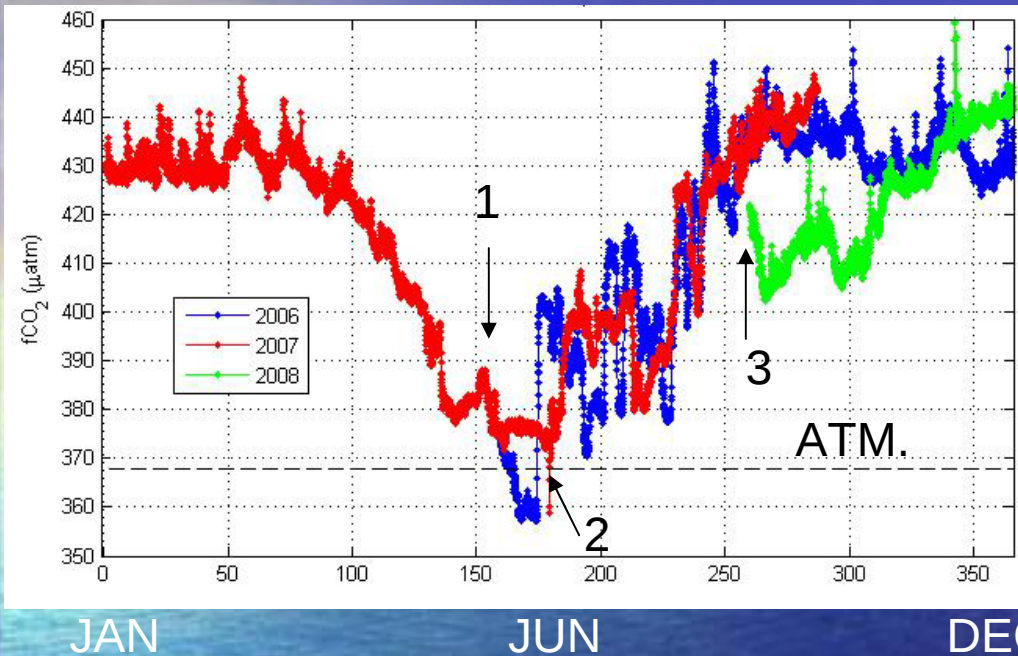
→ reconstruction DIC, TA

→ calcul pCO_2



Poursuite des prélèvements DIC, TA dans le cadre des campagnes PIRATA

Capteur CO₂ sur le mouillage PIRATA à 6°S, 10°W



Installation des capteurs:

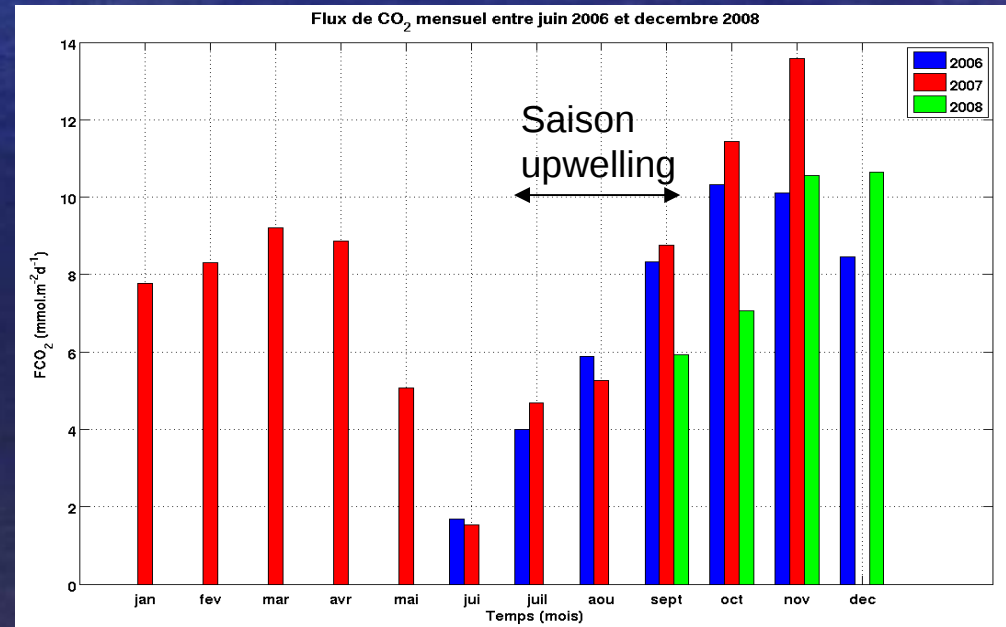
1 → 6 juin 2006

2 → 28 juin 2007

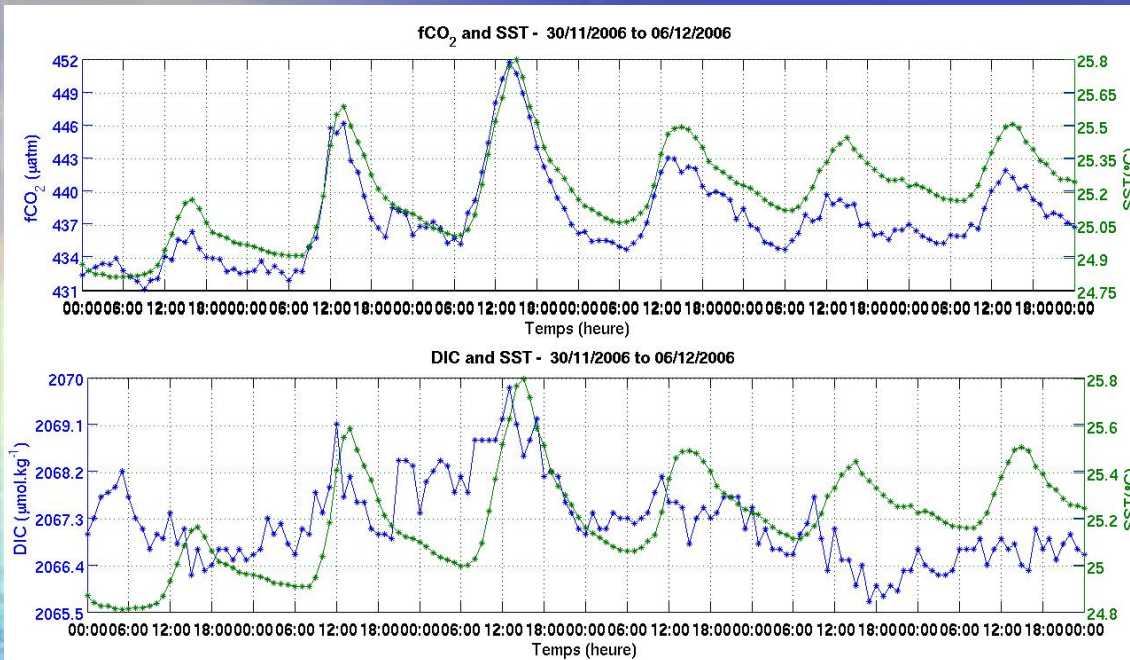
3 → 16 sep. 2008

- Source de CO₂ toute l'année
- Flux de CO₂ minimum en juin, maximum en oct.-nov.

Thèse Gaëlle Parard



Cycle diurne à 6°S, 10°W

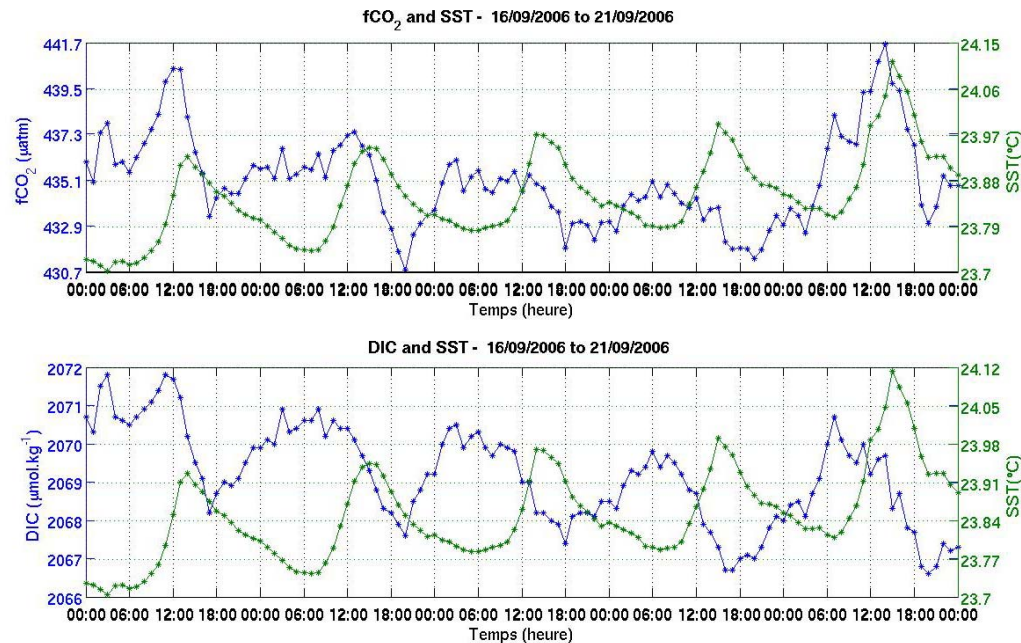


Relation $\text{TA}=\text{f}(\text{S})$
Mesures de $f\text{CO}_2$ $\longrightarrow$ DIC

Processus biologiques

Processus thermodynamiques

Thèse Gaëlle Parard



Conclusions

Atlantique tropical ouest et région du NECC

Forte corrélation DIC, TA, $f\text{CO}_2$ avec SSS (impact de l'Amazonie)

CO_2 PIRATA à 8°N, 38°W de retour pour étalonnage à la DT INSU

Golfe de Guinée

Courant de Guinée (comme NECC) avec faibles $f\text{CO}_2$ associées à faibles SSS

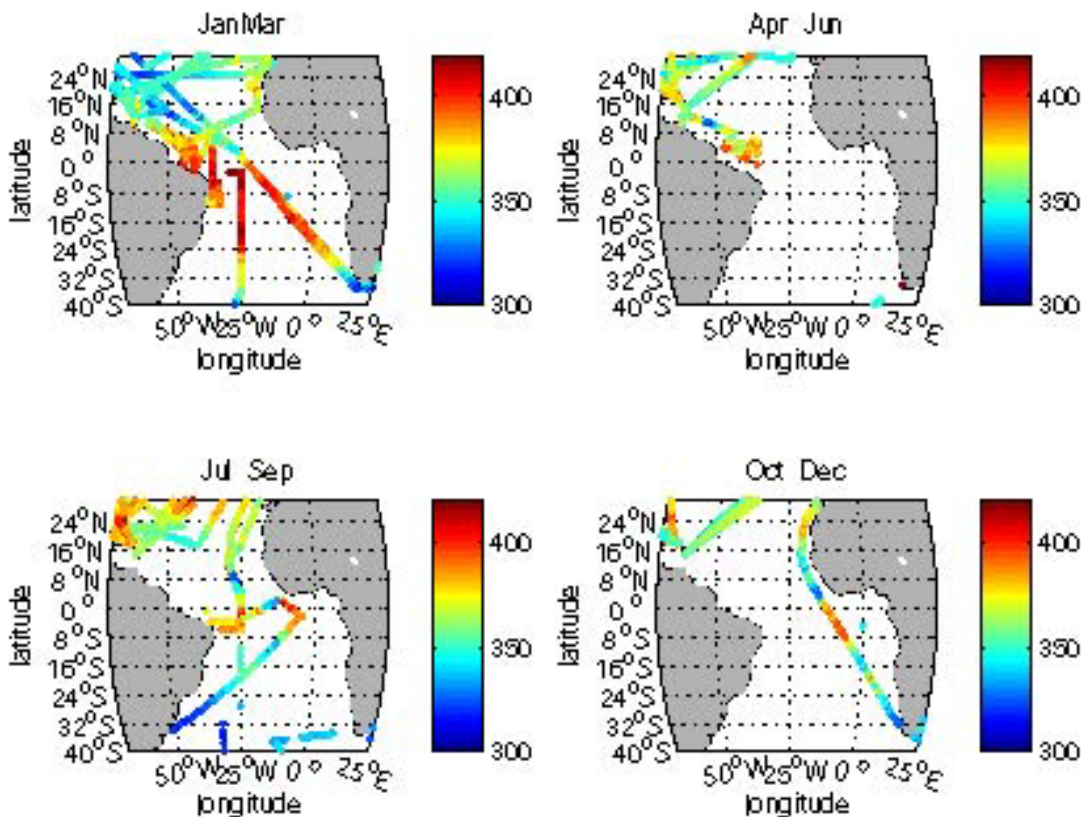
Flux annuel $-0.007 \text{ mmol m}^{-2}\text{d}^{-1}$ (6°N-0°), $2.23 \text{ mmol m}^{-2}\text{d}^{-1}$ (0°-10°S)

PIRATA à 6°S, 10°W (région du SEC):

Source de CO_2 toute l'année (minimum en juin, maximum en oct.-nov.)

Variabilité diurne due aux processus physiques/ biologiques

Perspectives



Surface Ocean Atlas (projet SOCAT)

Poursuite du réseau d'observations
(CARBOOCEAN 2)

→ Intégration des observations
dans SOCAT

→ Exploitation des données des
navires marchands et des bouées

Synthèse des données dans
SOCAT et étude dans les groupes
régionaux
(Atlantique tropical)

Utilisation du modèle ROMS-PISCES, configuration Atlantique tropical,
pour évaluer l'impact des eaux amazoniennes