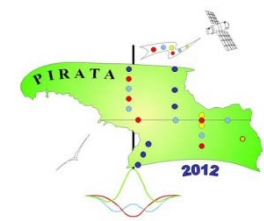


# Les campagnes océanographiques françaises associées aux programmes internationaux PIRATA (depuis 1997) et AMMA (Egee, 2005-2007)

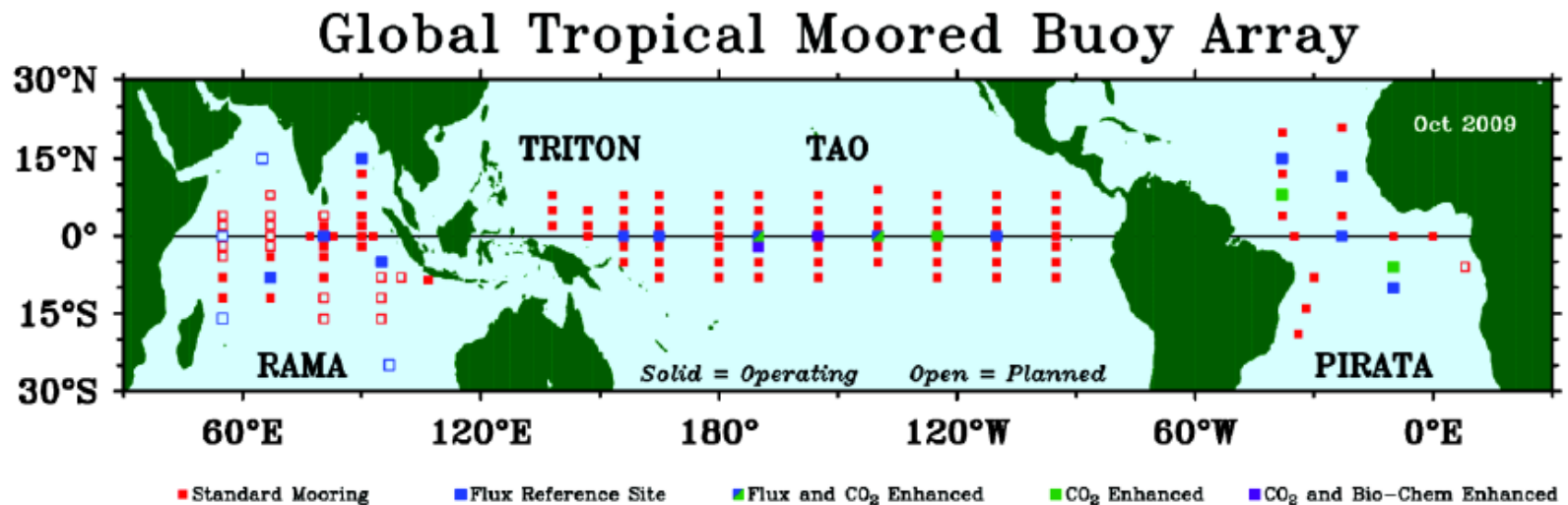


Bernard Boulès, Jacques Grelet, Fabrice Roubaud, Rémy Chuchla, François Baurand, Dominique Lopes, Dominique Dagorne,...

# Le Service d'Observation PIRATA

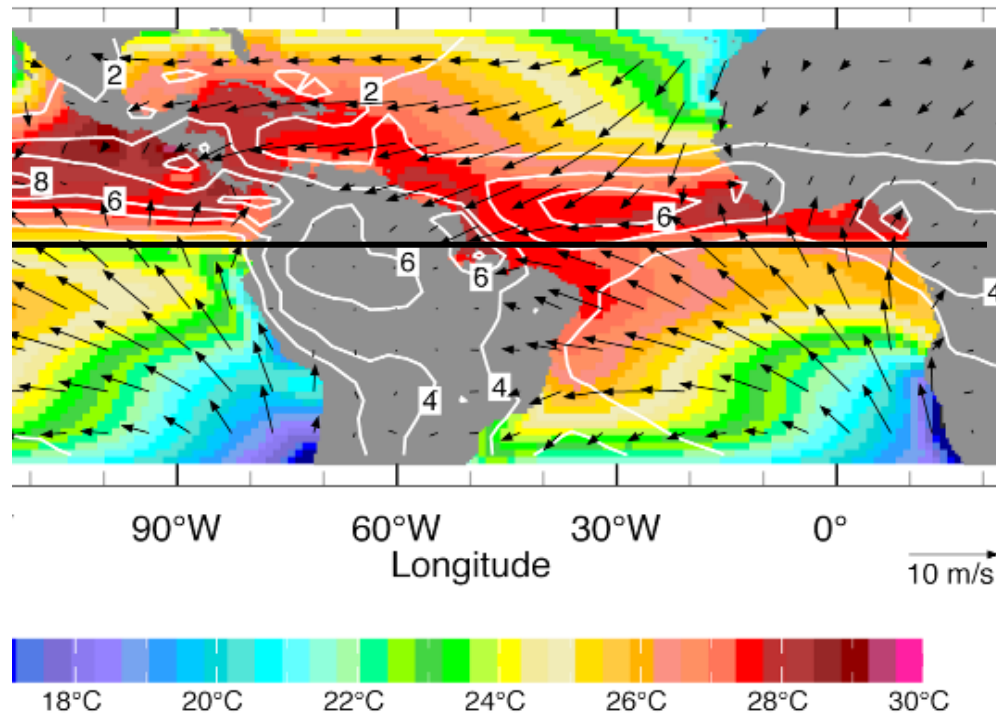
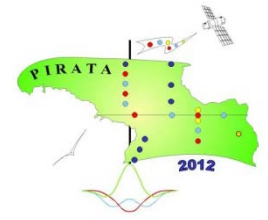


## *PIRATA : Prediction and Research moored Array in the Tropical Atlantic*



Contexte GOOS & GCOS (*Mc Phaden et al., 2010*)

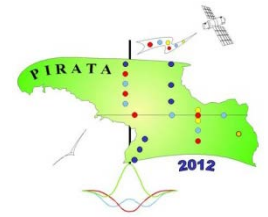
# PIRATA : Contexte général



La variabilité de la zone intertropicale de convergence et de la mousson ouest africaine a un impact :

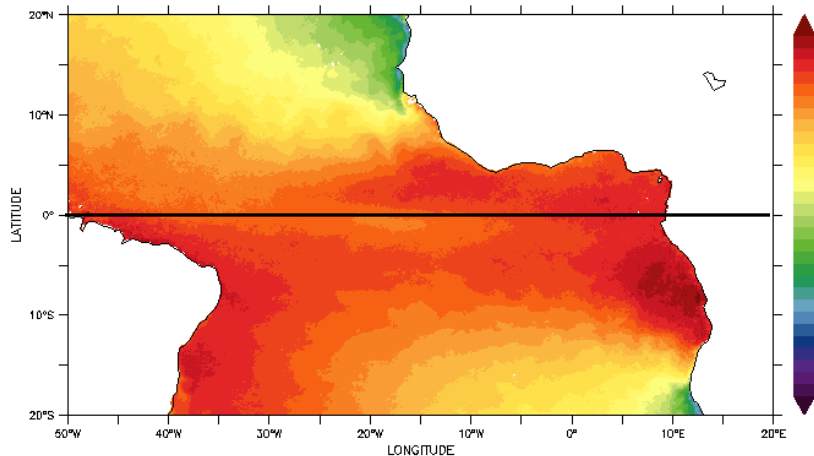
- Sur la pluviométrie et les sécheresses en Afrique de l'Ouest et dans le Nordeste au Brésil.
- Sur le développement de cyclones aux Antilles et aux Etats-Unis

# PIRATA : Contexte général

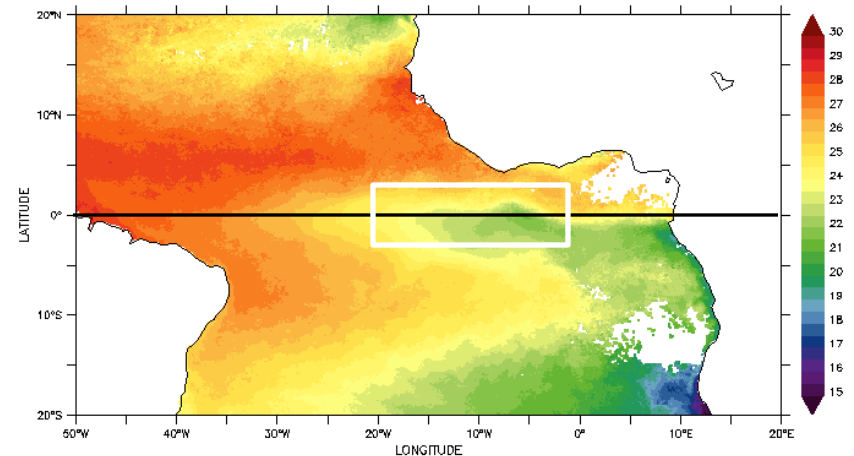


Forte variabilité saisonnière de la température de surface de la mer :  
*langue d'eau froide* dans l'Atlantique Est tropical en été boréal

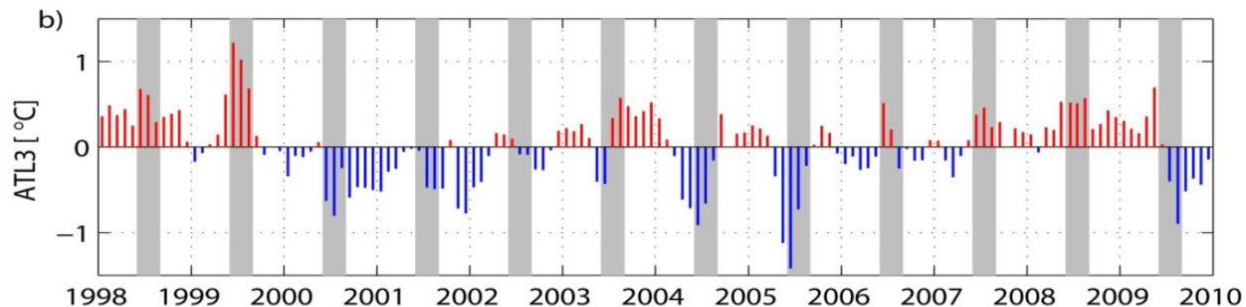
Mars 2005



Juillet 2005

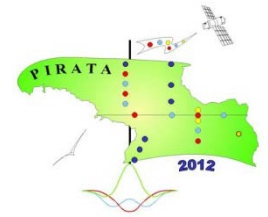


Température de surface de la mer. Produit satellite OSISAF Lannion



Évolution des anomalies de température de surface de la mer dans la boîte ATL3  
(Brandt et al., 2011)

# PIRATA : Contexte général

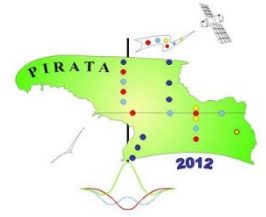


Le réseau PIRATA a été construit pour :

- Améliorer la description de la variabilité interannuelle et intra-saisonnière des couches limites océaniques et atmosphériques,
- Comprendre l'importance relative des flux air-mer et de la dynamique océanique sur la variabilité de la température de surface de la mer,
- Fournir un jeu de données utile au développement et à l'amélioration des modèles atmosphériques et océaniques,...

Les données doivent être accessibles en temps réel , librement, en particulier pour les besoins de l'océanographie opérationnelle (assimilation dans les modèles de circulation)

# PIRATA : Organisation



Le réseau s'est construit depuis 1997 grâce à un partenariat entre :

**Le Brésil** : Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) et Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHM)

**Les Etats-Unis** : NOAA / PMEL

**La France** : l'IRD, Météo-France, le CNRS

CLIVAR, sous l'égide du Programme de recherche mondial sur le climat (WRCP) et de la Commission Océanographique Intergouvernementale (COI), a évalué le programme en 2006 et a décidé de le maintenir sur le long terme.

# PIRATA : Organisation



## PIRATA International

- 'Pilot Resource Board ' : un membre de chaque institution
- 'Scientific Steering Group'
  - Co-Chair : Bernard Boulès (France) et Rick Lumpkin (Etats-Unis)

## PIRATA France : Responsable Bernard Boulès

- Service d'observation validé par AllEnvi.
- Service d'observation, contribution à Coriolis (SOERE CTDO2)

# PIRATA : Bouée ATLAS - Paramètres mesurés

## Atmosphère:

Vent (direction, intensité)

Humidité relative

Température air

Précipitation

Radiations incidentes

## Océan:

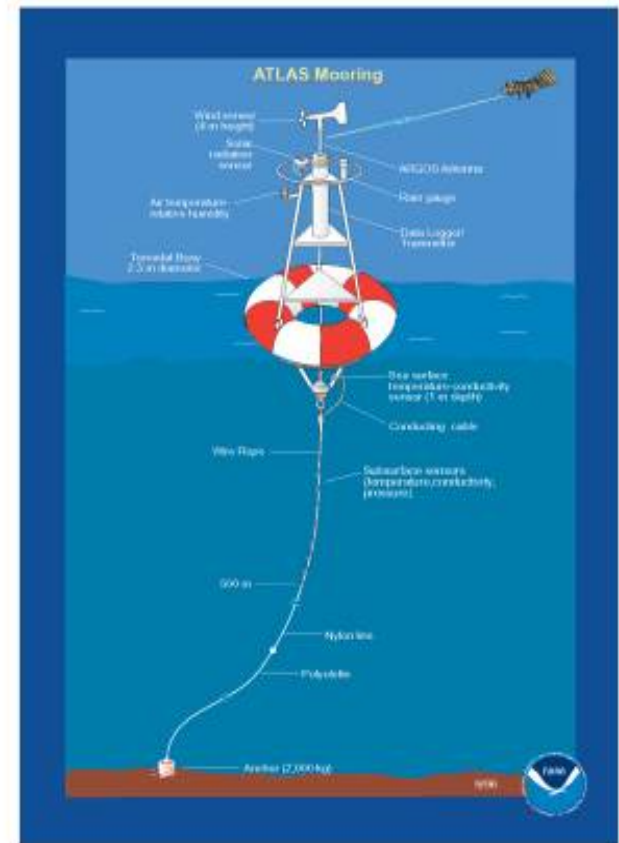
Température (11 niveaux surface-500m)

Salinité (4 niveaux; 0,20,40,120m)

Pression (300 & 500m)

Courants de surface en 3 sites

+ pCO<sub>2</sub>

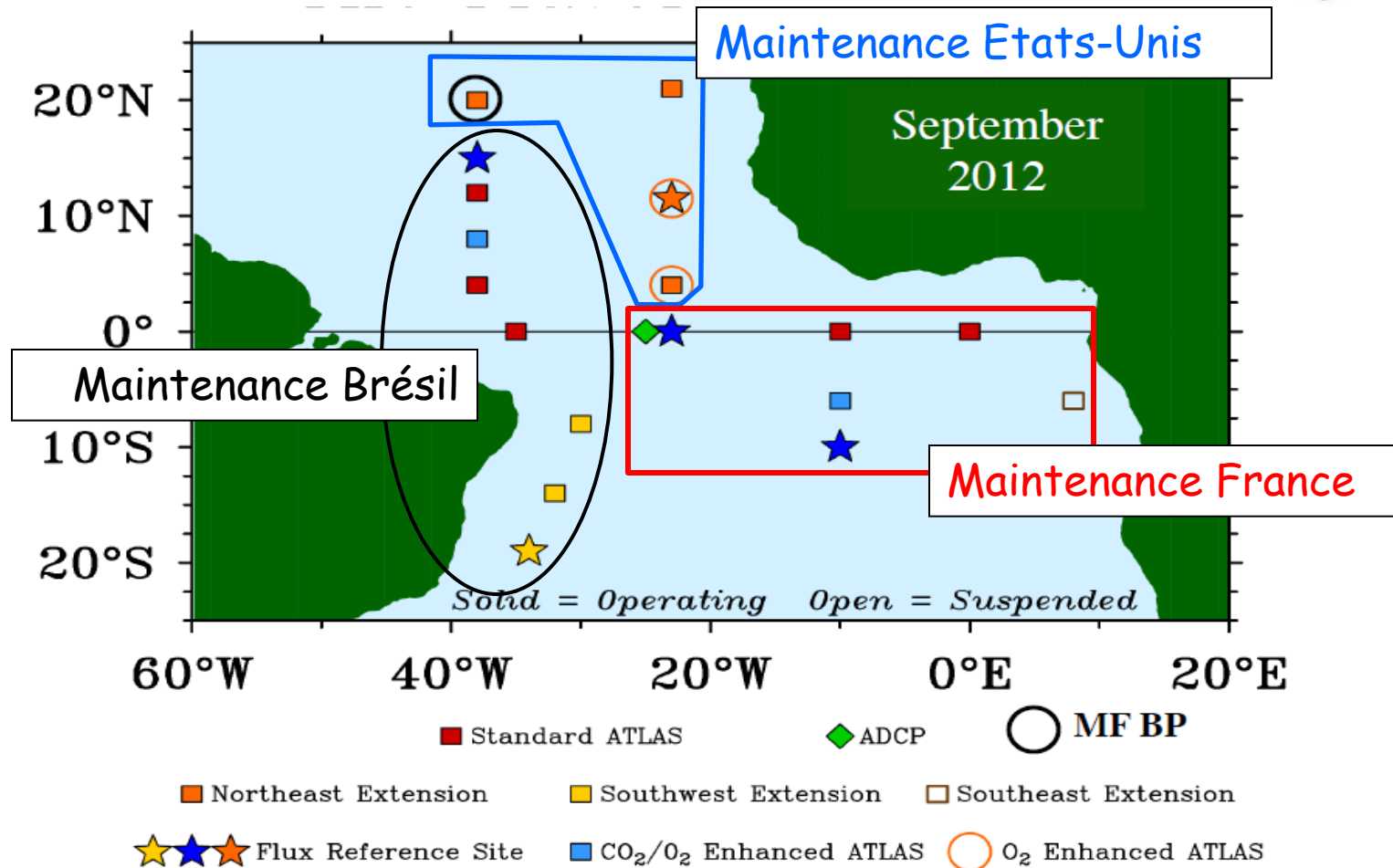
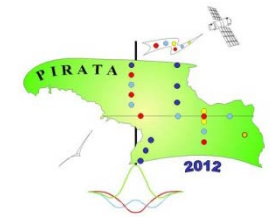


Données moyennes journalières transmises en temps réel.

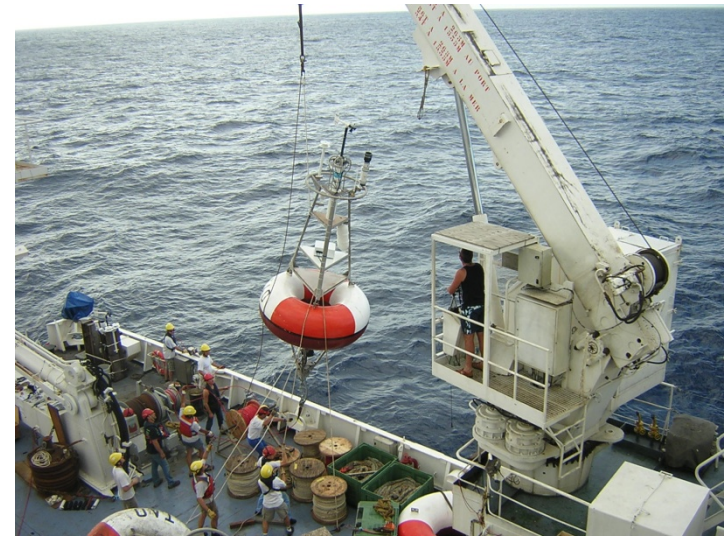
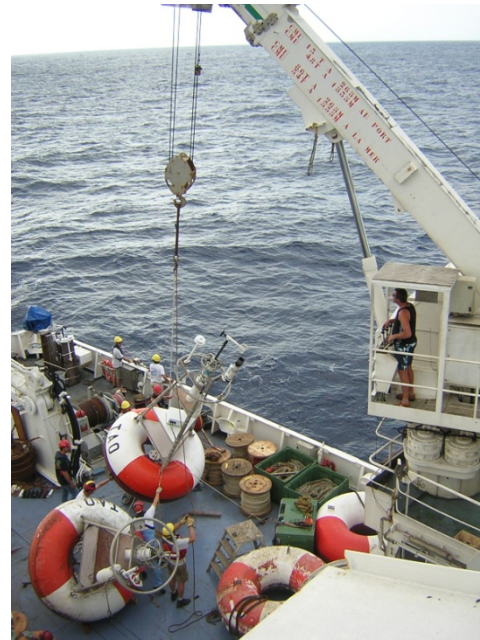
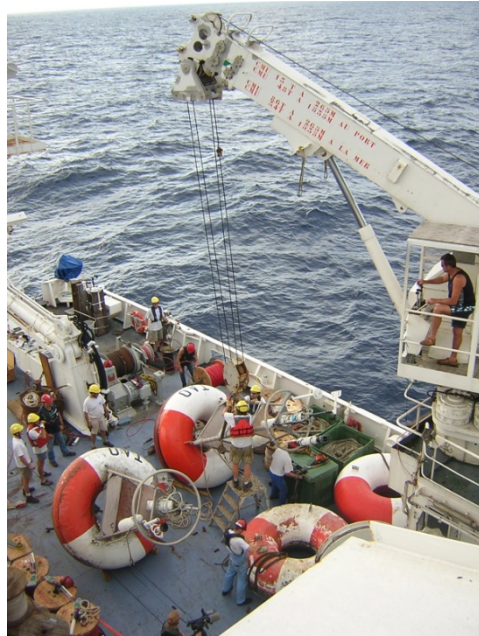
Données haute fréquence (10mn) en temps différé.



# PIRATA : Le réseau

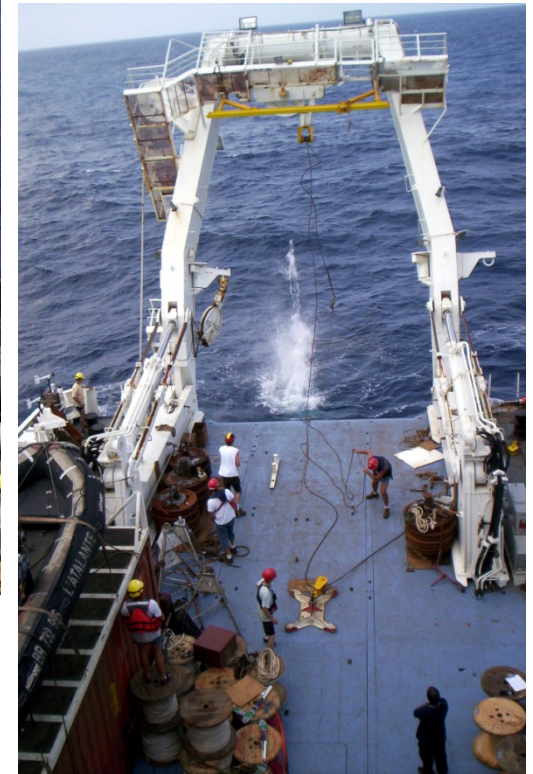
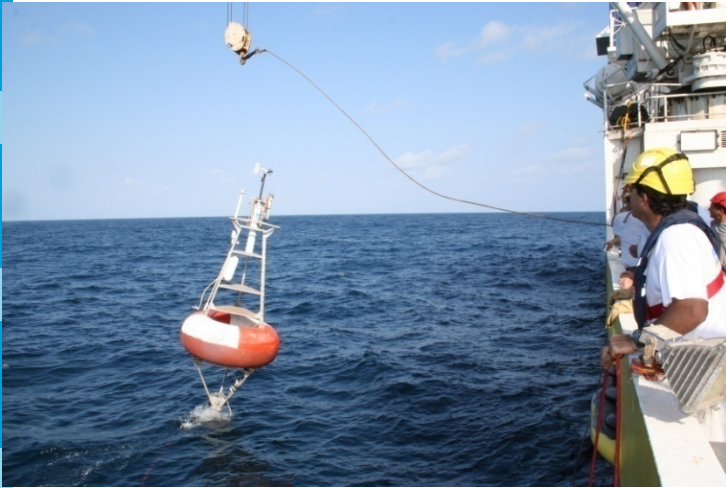
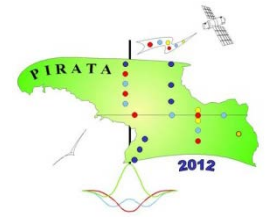


# PIRATA pour les nuls



[ftp://ftp.ifremer.fr/ifremer/ird/pirata/miscellaneous/Technical-documentations/Pirata\\_pour\\_les\\_nuls.pdf](ftp://ftp.ifremer.fr/ifremer/ird/pirata/miscellaneous/Technical-documentations/Pirata_pour_les_nuls.pdf)

# PIRATA pour les nuls

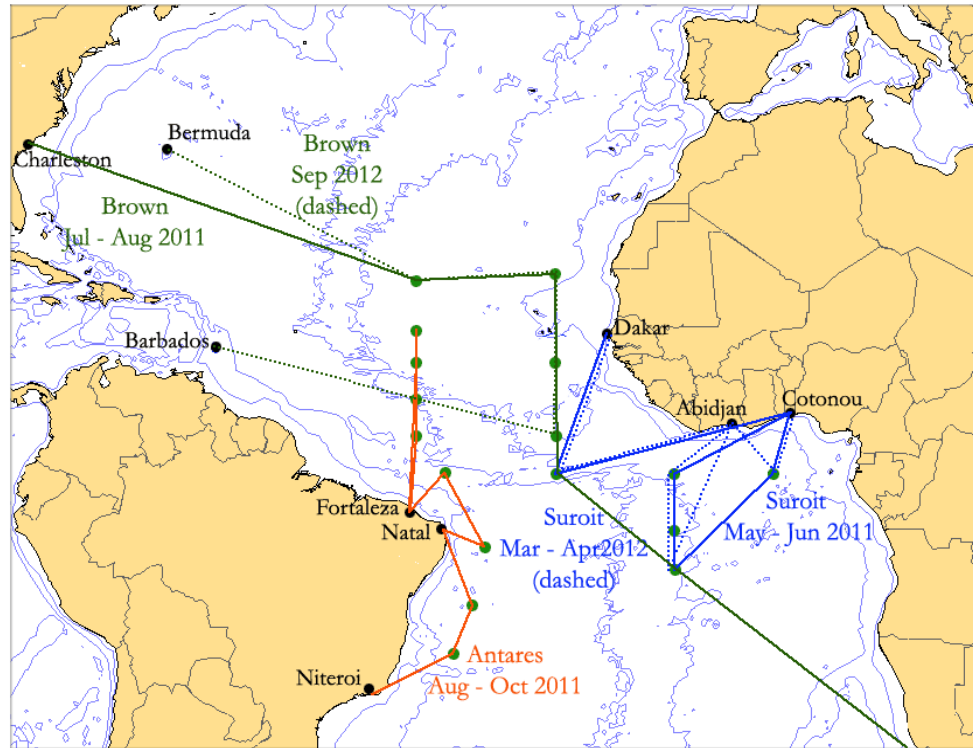
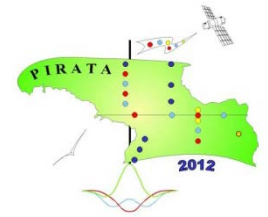


# PIRATA : 23 campagnes de 1997 à 2012 : 600 jours de mer

CRUISE NAME	DEPARTURE DATE	ARRIVAL DATE	VESSELS NAME	Nb Days
PIRATA-FR1	September 9, 1997	September 16, 1997	Antea	8
PIRATA-FR1b	January 30, 1998	February 3, 1998	Antea	4
PIRATA-FR2	October 30, 1998	November 10, 1998	Antea	11
PIRATA-FR3	January 23, 1999	February 1, 1998	Antea	9
PIRATA-FR4 (EQUAL99)	July 13, 1999	August 21, 1999	Thalassa	39
PIRATA-FR5	October 25, 1999	November 8, 1999	Antea	14
PIRATA-FR6	March 8, 2000	March 19, 2000	Le Suroit	11
PIRATA-FR7 (EQUAL00)	July 23, 2000	August 21, 2000	Thalassa	29
PIRATA-FR8	November 17, 2000	December 3, 2000	Atalante	16
PIRATA-FR9	October 20, 2001	November 11, 2001	Atalante	22
PIRATA-FR10	December 6, 2001	December 21, 2001	Atalante	15
PIRATA-FR11	December 17, 2002	January 3, 2003	Le Suroit	17
PIRATA-FR12	January 28, 2004	February 20, 2004	Atalante	23
PIRATA-FR13	May 24, 2005	June 2, 2005	Le Suroit	13
PIRATA-FR14 (EGEE1)	June 7, 2005	June 23, 2005	Le Suroit	16
PIRATA-FR15 (EGEE3)	May 24, 2006	July 6, 2006	Atalante	39
PIRATA FR 16	May 19, 2007	June 1, 2007	Antea	14
PIRATA FR 17 (EGEE5)	June 4, 2007	July 5, 2007	Antea	31
PIRATA FR 18	September 2, 2008	October 5, 2008	Antea	33
PIRATA FR 19	June 13, 2009	July 24, 2009	Antea	44
PIRATA FR 20	September 15, 2010	October 21, 2010	Antea	40
PIRATA FR 21	May 1, 2011	June 16, 2011	Le Suroit	45
PIRATA FR 22	March 3, 2012	May 2, 2012	Le Suroit	45

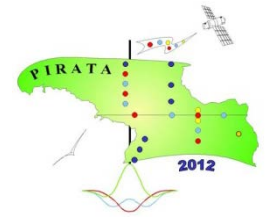
# PIRATA : Campagnes Annuelles

PIRATA Cruises Mar 2011 - Aug 2012

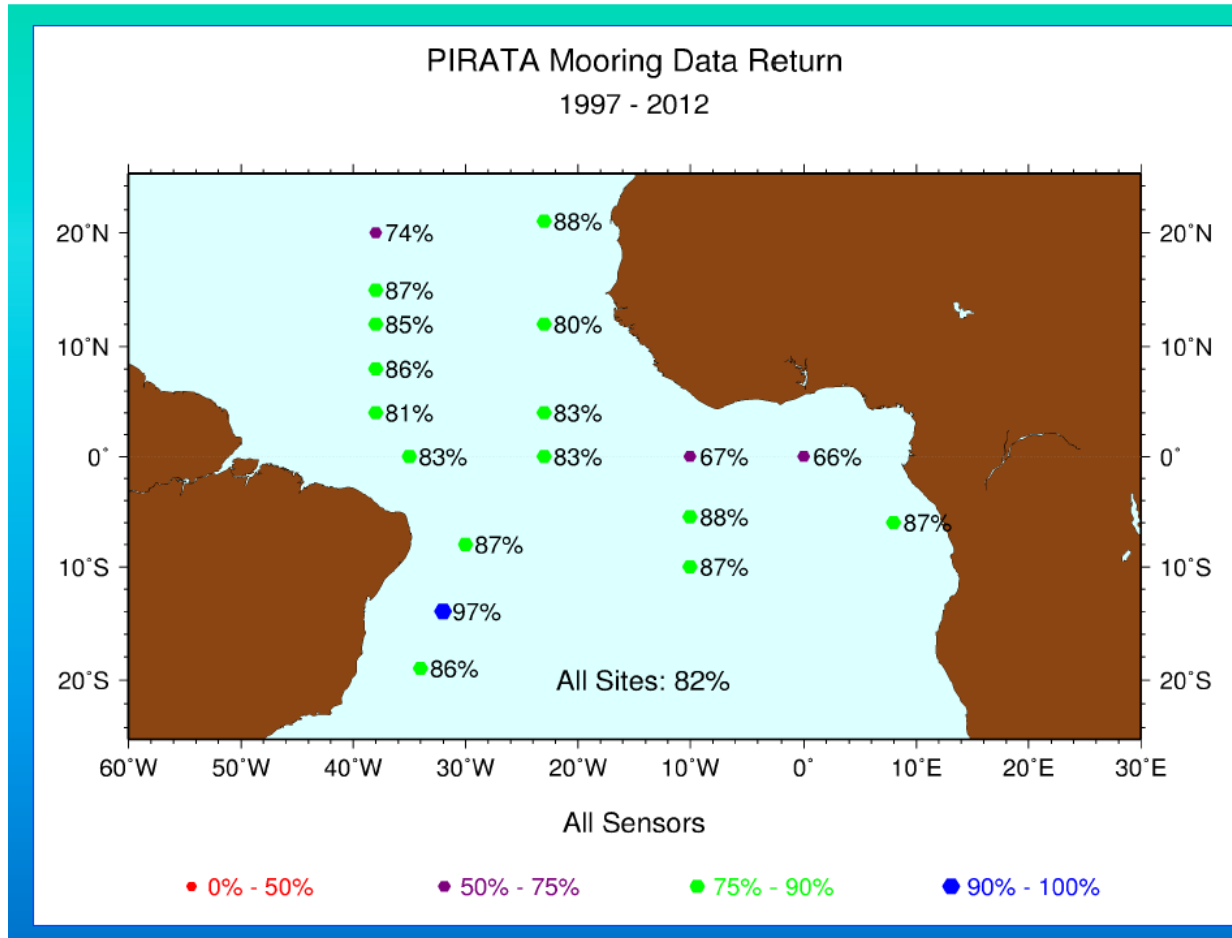


Sections hydro/courant répétées : 38W, 23W, 10W  
Déploiement de flotteurs ARGO, bouées SVP, XBT, TSG, ...  
Opérations potentielles sur une grande partie du bassin tropical

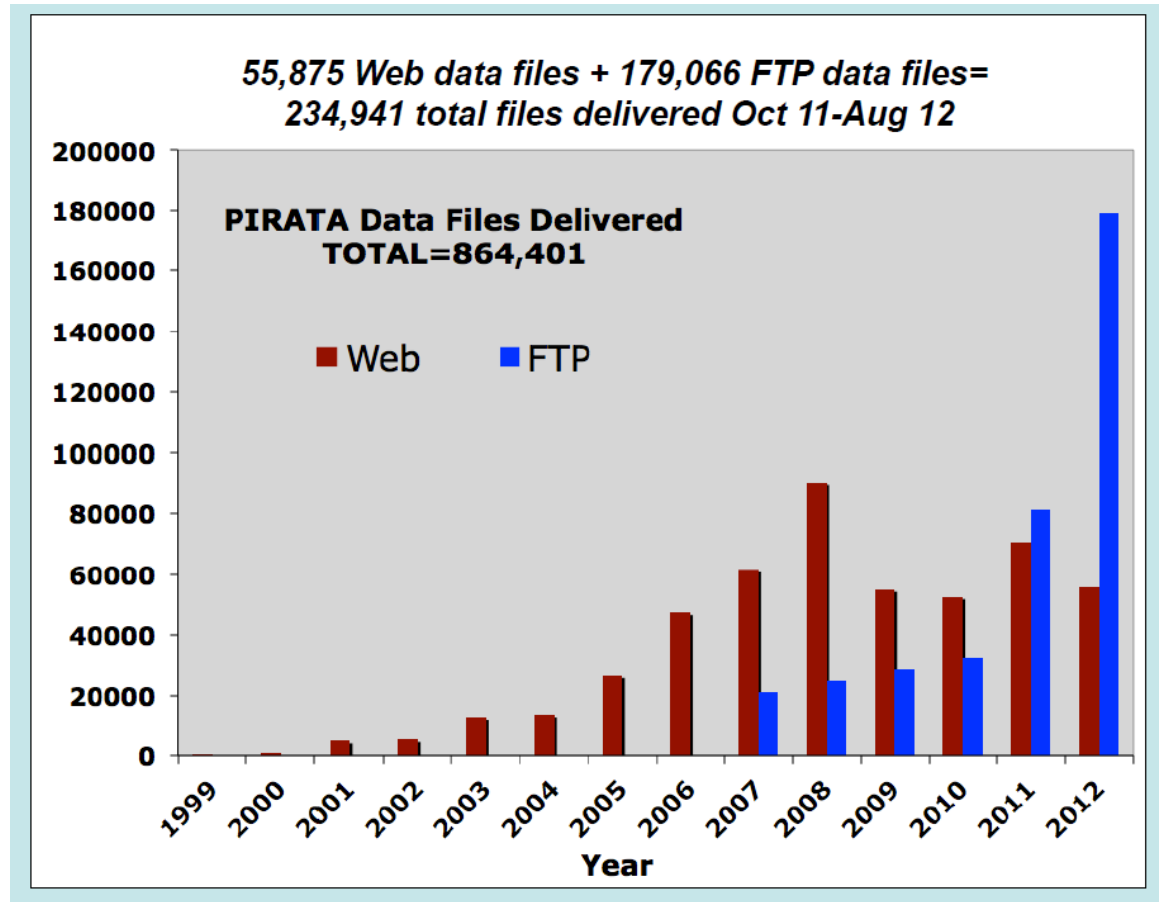
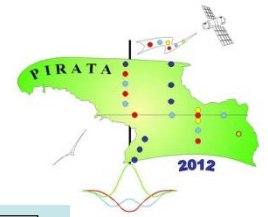
# PIRATA : Taux de retour des capteurs



1997 - 2012

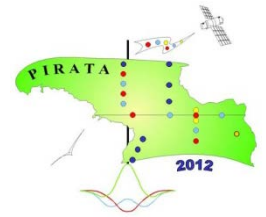


# PIRATA : Les analyses scientifiques



Internet + FTP

# PIRATA : Les analyses scientifiques



Bourlès, B., R. Lumpkin, et al., The PIRATA Program: History, Accomplishments, and Future Directions , B.A.M.S., 2008

## 1. Modes de variabilité méridien et équatorial

*Servain et al., 1999, 2003 ; Murtugudde et al., 2001 ; Okumura et Xi, 2006; Foltz & McPhaden, 2010.*

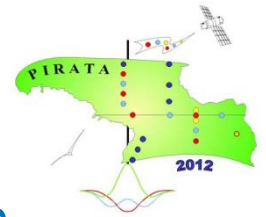
a. Anomalie SST secondaire au centre du bassin  
*Okumura and Xie, 2006 ; Jouanno et al., 2011.*

## 2. Importance salinité pour la couche de mélange et barrière de sel

*Paillet et al., 1999; Mignot et al., 2007 ; Foltz et al., 2004, 2009*



# PIRATA : Les analyses scientifiques



## 3. Contributions relative des flux et de la dynamique océanique aux variations saisonnières de la SST

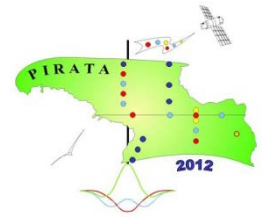
*Foltz et al., 2003 ; Yu et al., 2006 ; Foltz & Mc Phaden, 2006 ; Yu and Weller, 2007 ; etc.*

## 4. Courants, ondes tropicales d'instabilité:

*Provost et al., 2005 ; Grosdsky et al., 2005 ; Brandt et al., 2006 ; Bunge et al., 2008 ; Athié et al., 2009 ; Arhan et al., 2006 ; Brandt et al., 2006 ; Kolodziejczyk et al., 2009;*

## 5. Validation de produits satellites et de modèles numériques

*Ebuchi et al., 2001 ; Sun et al., 2003 ; Gentemann et al., 2004 ; Mestas Nuñez et al., 2005 ; Yu et al., 2006 ; Arhan et al., 2006 ; Peter et al., 2006...*



## 6. Amélioration des modèles climatiques et océaniques

### a) Estimation de l'état de l'océan => validation et assimilation:

MERCATOR (Etienne and Benkiran, 2007; [http://www.mercator-ocean.fr/html/mercator/index\\_fr.html](http://www.mercator-ocean.fr/html/mercator/index_fr.html) ).

### b) Prévision météorologique => assimilation dans modèles de prévision

Météo-France, ECMW, UK Met-Office, NCEP

### c) Prévision du climat aux échelles saisonnières

*Troccoli et al., 2002 ; Balmaseda et al., 2005 ; Stockdale et al., 2006; Vidard et al., 2007...*



AMMA « Analyses multidisciplinaires de la mousson Africaine »

Améliorer notre connaissance et notre compréhension de la mousson d'Afrique de l'ouest :

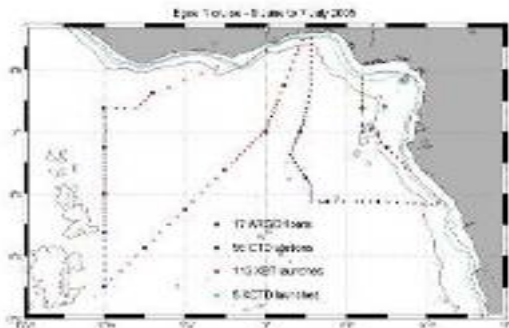
- de sa variabilité et sa prévisibilité de l'échelle météorologique aux échelles climatiques,
- des impacts sur les ressources et les populations.
  
- Pouvoir disposer de prévisions améliorées des différentes composantes de la mousson
  - la pluviométrie, le cycle hydrologique,
  - les transports de poussière,
  - et une large gamme d'impacts associés allant de la fertilité, des sols à certaines endémies et épidémies, en passant par les ressources en eau.

# Le programme AMMA/EGEE

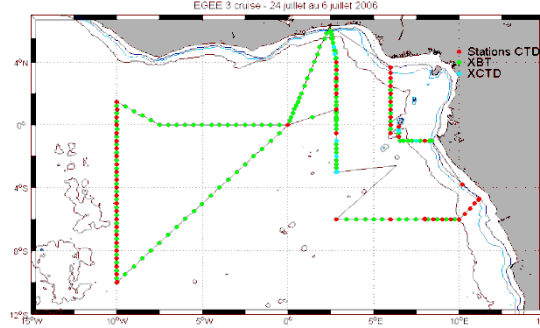


## EGEE composante océanique du programme AMMA 6 campagnes réalisées grâce au contexte PIRATA

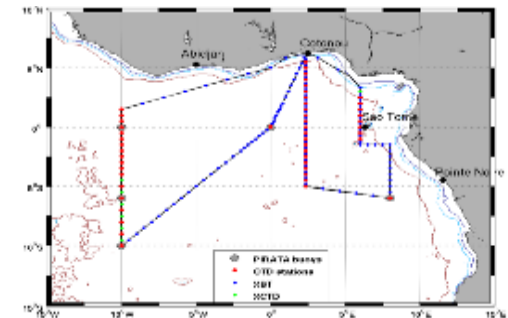
7 Juin - 5 Juillet 2005



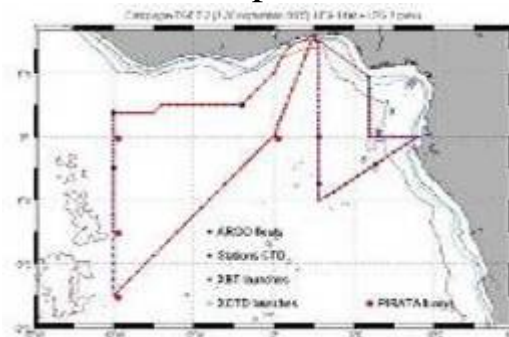
24 Mai - 4 Juillet 2006



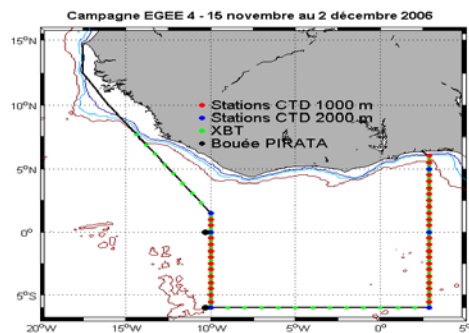
4 Juin - 5 Juillet 2007



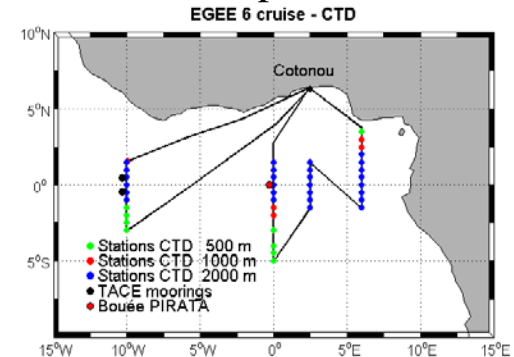
1-30 Sept, 2005



15 Nov - 2 Déc, 2006



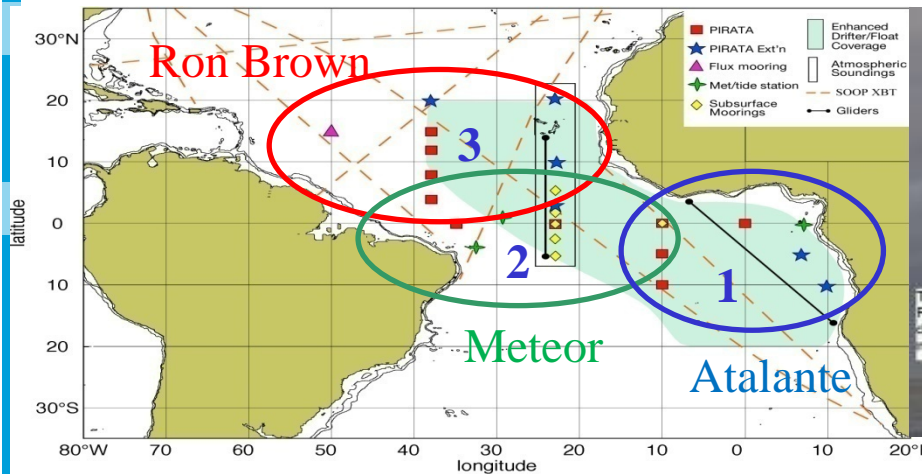
1-28 Sept, 2007



# Le programme AMMA/EGEE



Expérience SOP 2006 AMMA en Atlantique tropical  
3 campagnes quasi-simultanées en juillet 2006

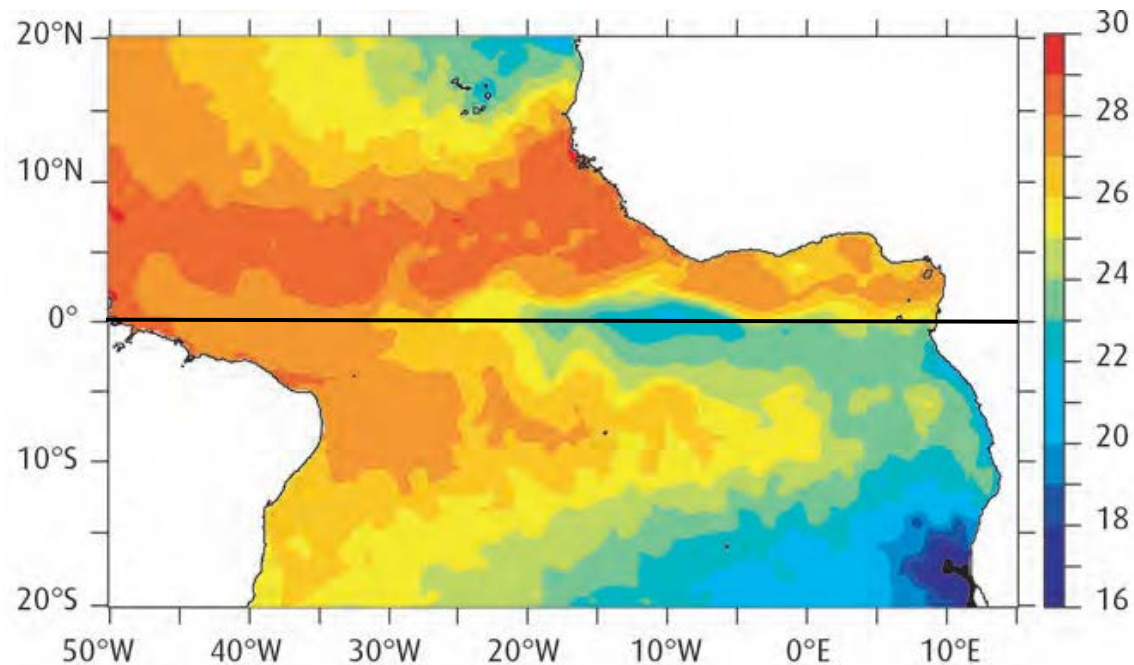


Radiosondages, flux, turbulence,  
température de peau, points fixes 24-36h  
(cycle diurne), microstructures,...

# Upwelling : Les avancées d'EGEE



- Quel est la cause du refroidissement saisonnier observé dans le Golfe de Guinée ?
- Impact sur le déclenchement de la mousson africaine

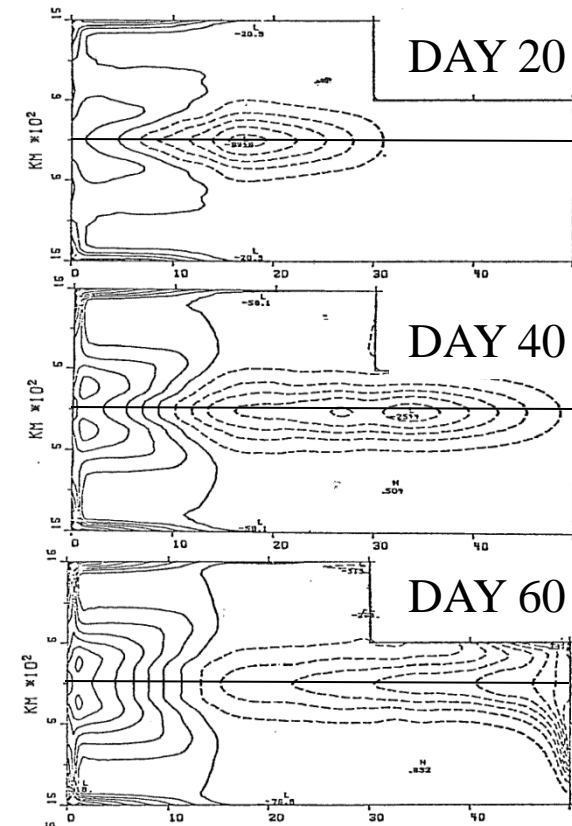


Température de surface de la mer en ° C (produit OSI-SAF)

# Upwelling : Les avancées d'EGEE



- Ajustement de l'océan à un vent soufflant sur l'ouest du bassin
- Propagation vers l'est d'une onde de Kelvin d'upwelling qui soulève la structure thermique



Kelvin Wave – H pattern

O'Brien et al, 1978

# Upwelling dans le Golfe de Guinée : Les avancées d'EGEE

- Développement tardif de l'upwelling en juin 2006 : décalage temporel
- Phase de préconditionnement : Vent dans l'ouest du bassin plus fort en avril-mai 2005 qu'en avril-mai 2006

MAIS

- L'intensification intrasaisonnière des Alizés du Sud-Est a un impact majeur sur le refroidissement de surface : « Stepwise cooling »

## Température de surface de la mer

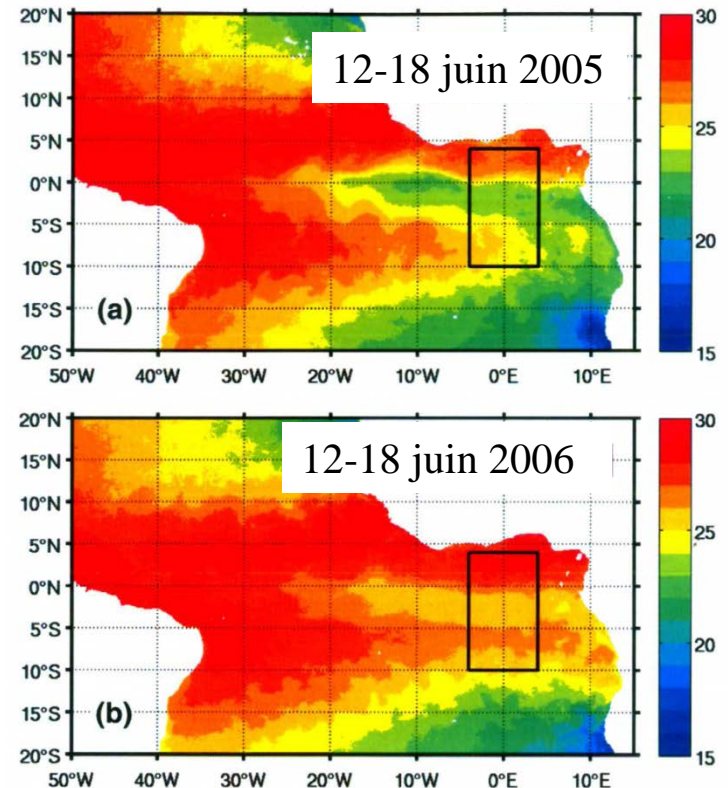


FIG. 1. Horizontal distribution of SSTs in (a) mid-June 2005 and (b) 2006. SST data are from the operational OSI-SAF project (information online at <http://www.osi-saf.org/index.php>) and are time averaged between 12 and 18 Jun of each year. Unit: °C.

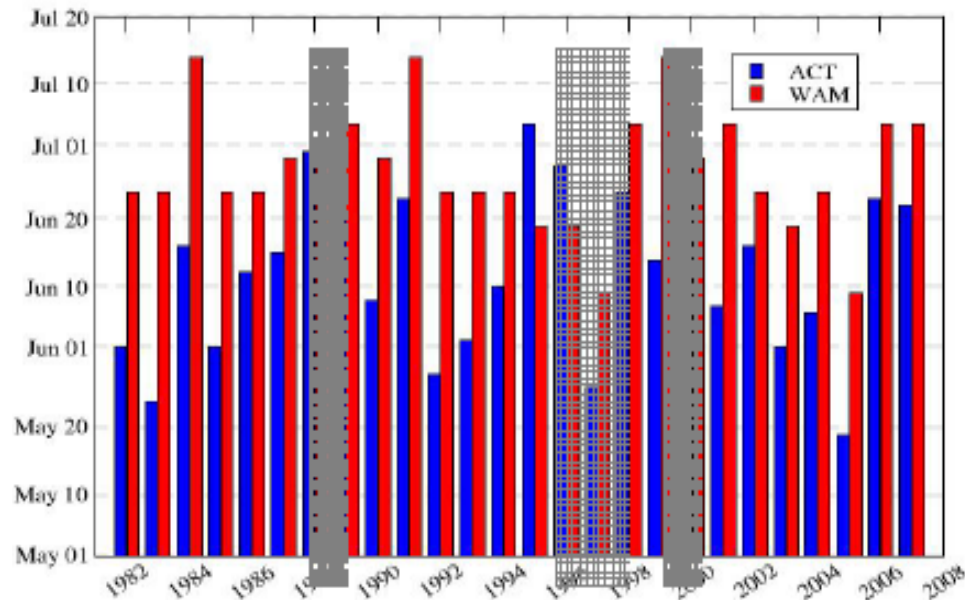
Marin, et al.(2009); Caniaux et al. (2011)



# Date de déclenchement de la mousson africaine et upwelling



- Saut de mousson : 27 juin +/- 9 jours
- Upwelling : 11 juin +/- 11 jours
- $R = 0,8$

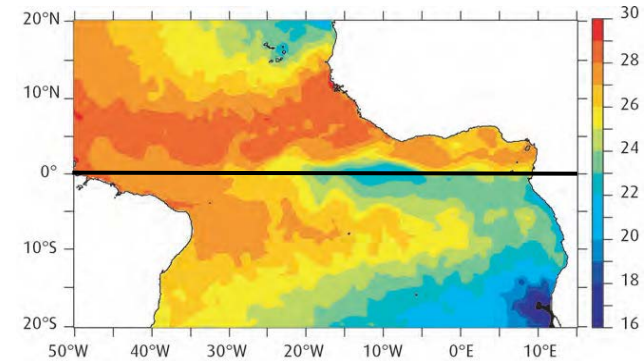


*Caniaux et al. (2011), Nguyen et al. (2011)*

# Importance de l'upwelling sur le déclenchement de la mousson africaine (Caniaux, et al, 2012; Brandt et al., 2012))



- Un front océanique modifie la stabilité, les gradients de pression et la distribution de l'humidité dans la couche limite atmosphérique.
- Diminution des vents entre 2S et l'équateur,
- Augmentation des vents au nord de l'équateur : Maximum entre 1N et 3N
- Couplage entre l'océan et l'atmosphère. Les vents au nord de l'équateur
  - accélèrent le flux de mousson
  - repoussent la convection atmosphérique plus au nord
  - renforcent les précipitations sur les côtes africaines.



Température de surface de la mer en ° C (produit OSI-SAF)

# Conclusions

- PIRATA Programme international (Brésil-France-Etats-Unis) de surveillance de l'Atlantique tropical.
- PIRATA complète les réseaux mis en place dans le Pacifique et l'Indien.
- PIRATA-France est un Service d'Observation validé par AllEnvi
- PIRATA : Réseau pérenne « de base » pour la compréhension du climat en Atlantique et la prévision
- PIRATA est une opportunité pour
  - Réaliser des campagnes océanographiques coordonnées (Etats-unis, Brésil, Allemagne) : EGEE, TACE, ...
  - Réaliser des mesures complémentaires le long de sections répétées,
  - Déployer des flotteurs ARGO, des bouées dérivantes SVP.

## Conclusions

- Les données sont disponibles en temps réel pour les chercheurs et les programmes d'océanographie opérationnelle (Coriolis/Mercator) et de météorologie
- Aide à la formation
  - Embarquements systématiques thésards + chercheurs/étudiants d'Afrique de l'Ouest
  - Master d'océanographie Cotonou / Université Paul Sabatier (Chaire UNESCO) : 50 étudiants formés depuis 2008

# Page web PIRATA France



<http://www.ifremer.fr/ird/pirata/>

Informations sur le programme (contexte ...)

Accès aux données (campagnes, ...)

Rapports & documents

Lien avec autres sites (dont PMEL, données ATLAS)

<http://www.pmel.noaa.gov/pirata/>

<http://satelite.cptec.inpe.br/imagens/dadospcd/pirata/>