

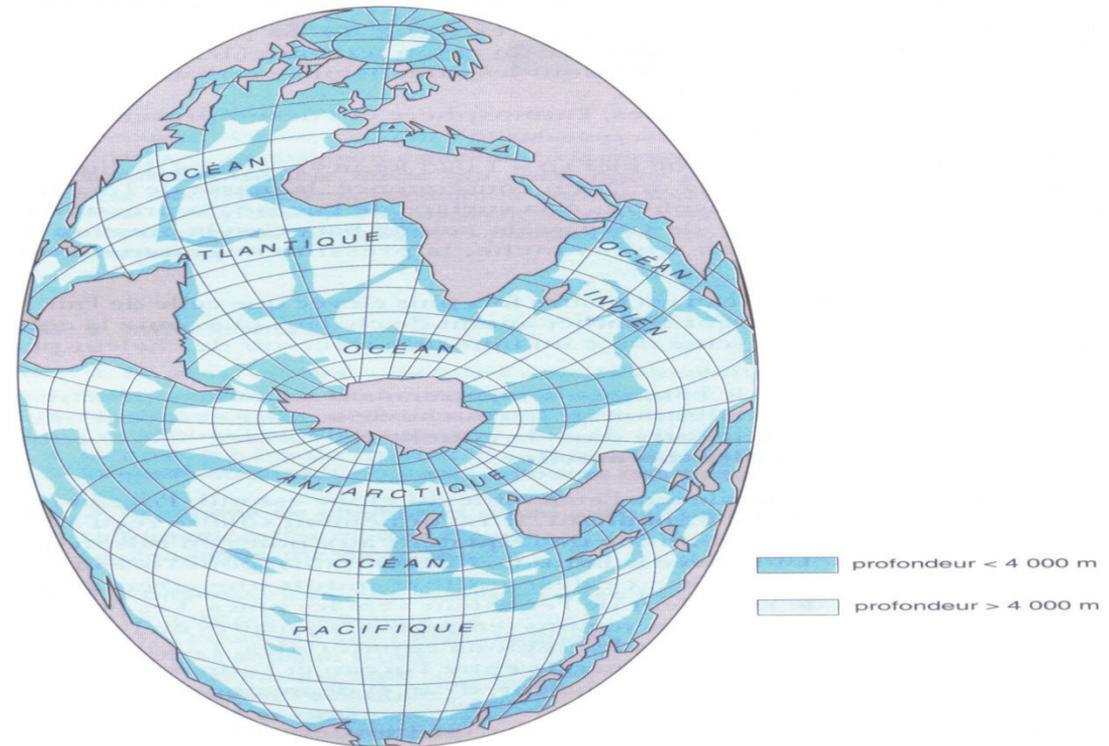
*PIRATA,
un observatoire océanographique
sous les tropiques*



***PIRATA,
un observatoire océanographique
sous les tropiques***

- **Pourquoi un observatoire océanique ?**
- **Zoom sur les tropiques**
- **Le programme et les campagnes océanographiques PIRATA**
- **Des avancées scientifiques majeures**

Pourquoi un observatoire océanique ?



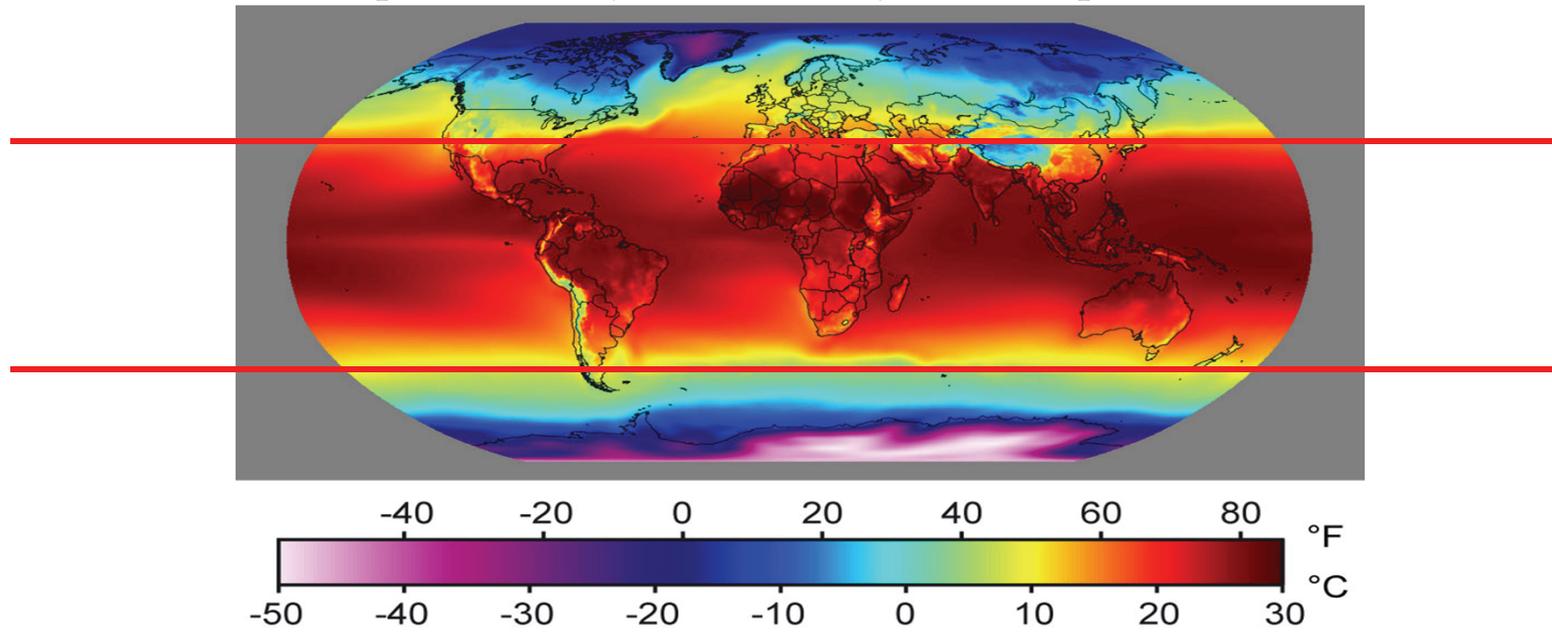
Les Océans couvrent **71%** de notre planète « Terre » !

Les Océans contiennent **97%** de l'eau libre !

Pourquoi un observatoire océanique ?

L'eau est plus dense et stocke plus de chaleur que l'air.

Température moyenne à la surface de la planète



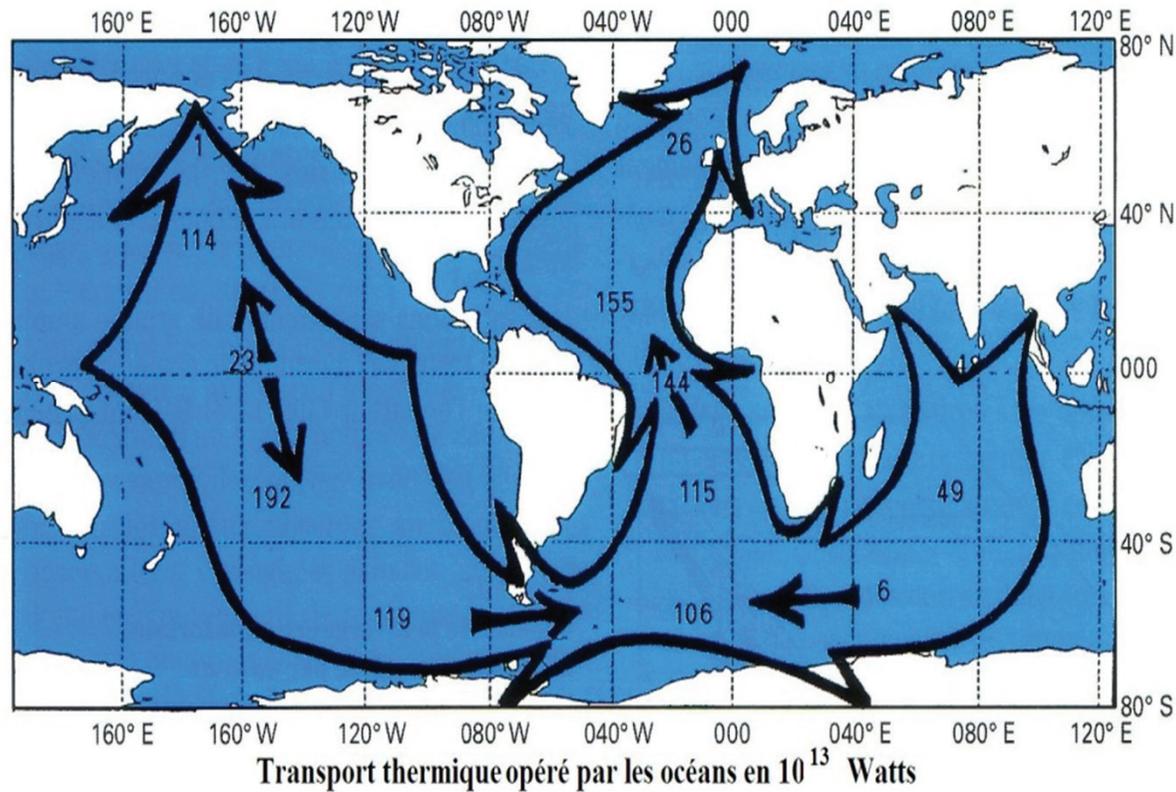
Les tropiques, régions les plus chaudes

=> réservoir de chaleur et d'humidité

=> Évènements climatiques extrêmes : cyclones, El Niño...

Pourquoi un observatoire océanique ?

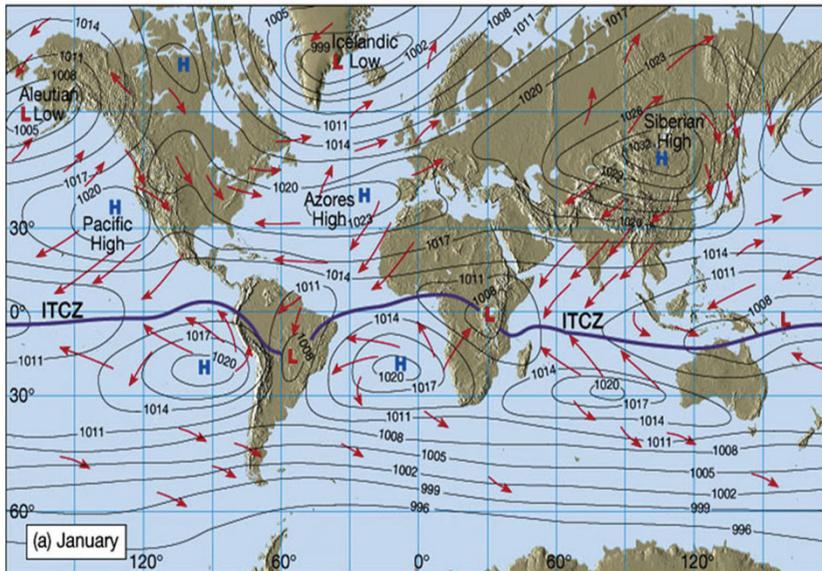
Rôle fondamental de l'Océan pour le Climat



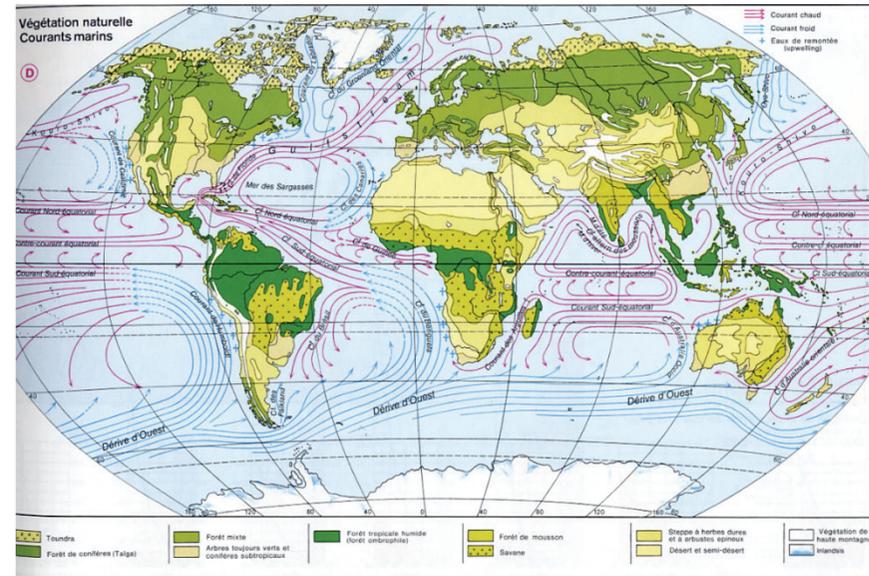
L'océan assure le transport de chaleur des tropiques vers les hautes latitudes.

Pourquoi un observatoire océanique ?

Atmosphère => vents
mouvements rapides



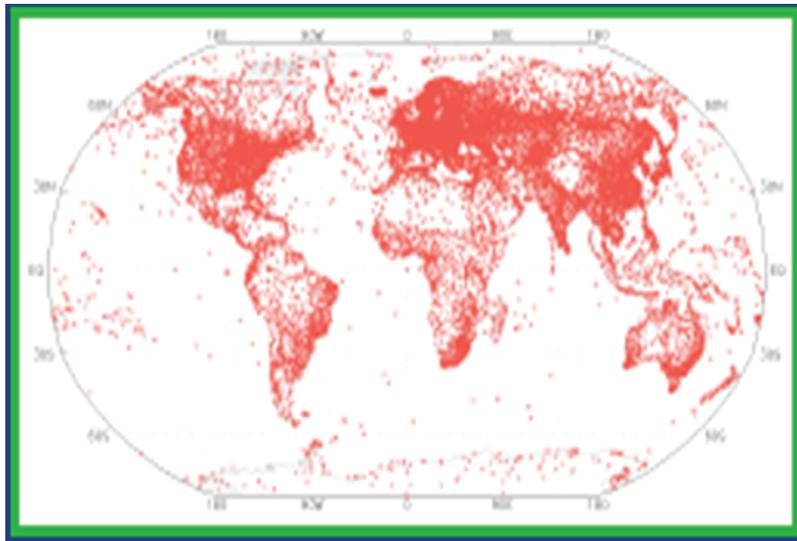
Océans => courants
mouvements lents



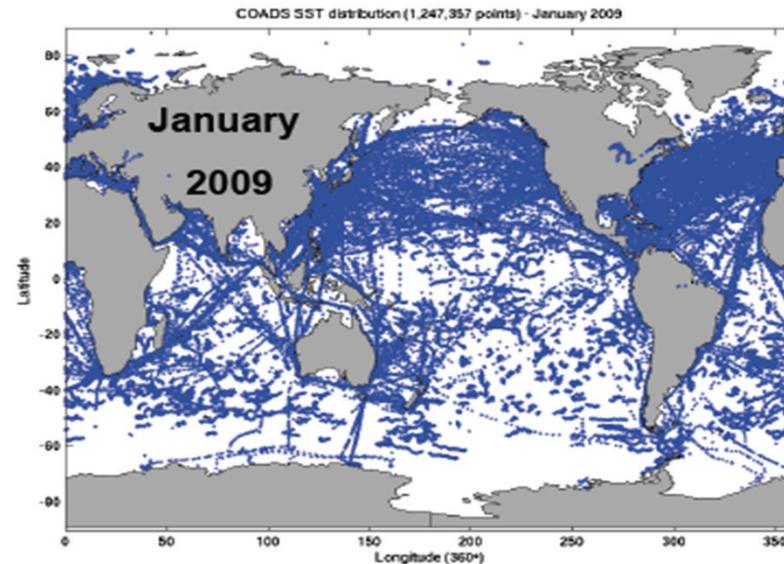
L'océan joue le rôle d'un régulateur thermique
(climatiseur/radiateur)

Pourquoi un observatoire océanique ?

Stations météorologiques et radiosondages
depuis mi-19^{ème} s.
uniquement continents et îles!



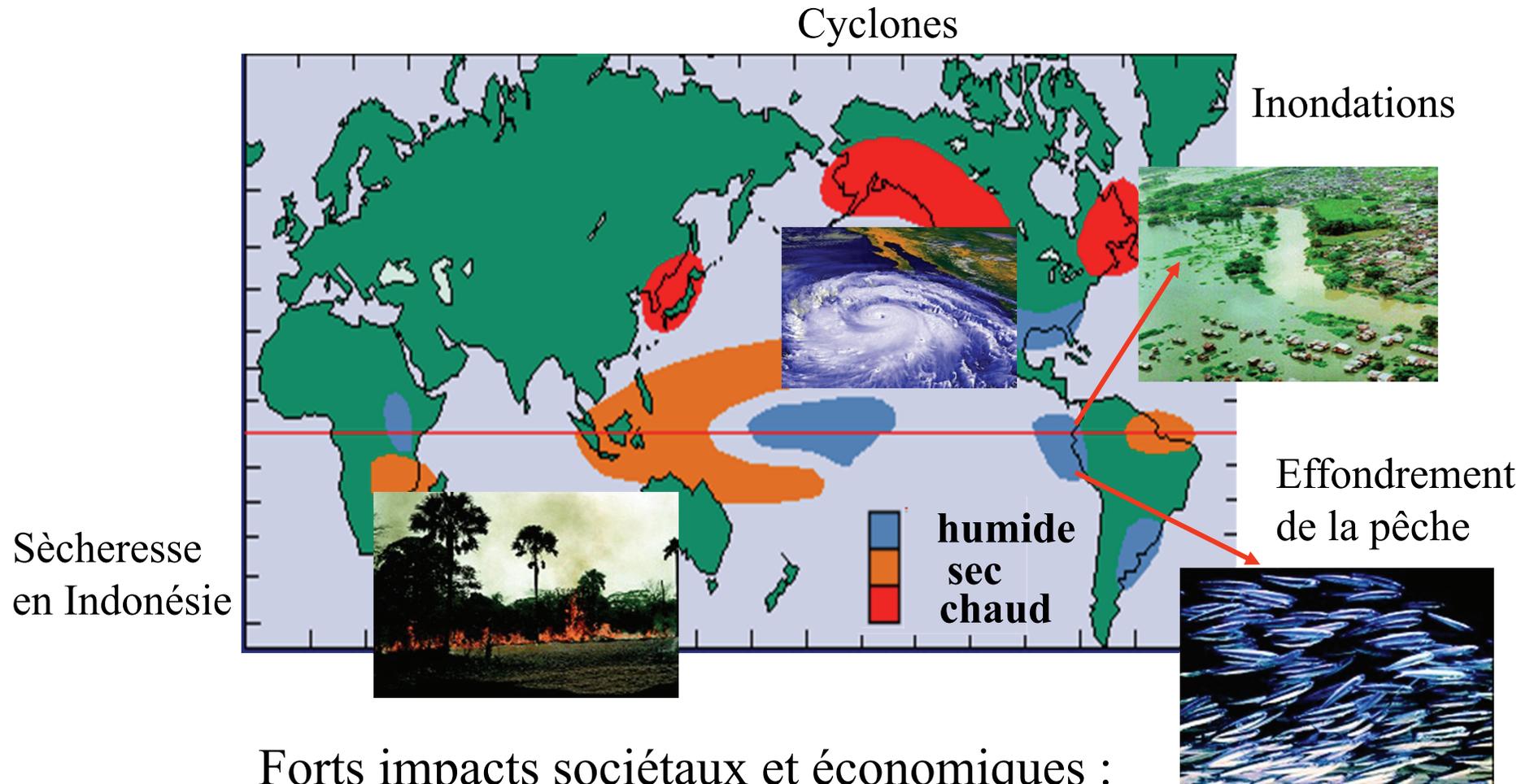
Mesures océaniques ponctuelles
le long des routes commerciales
par navires marchands et recherche
~ années 90



=> Besoin de stations de mesures fixes en plein océan

Zoom sur les tropiques

En 1982-83, évènement « El Niño » dévastateur

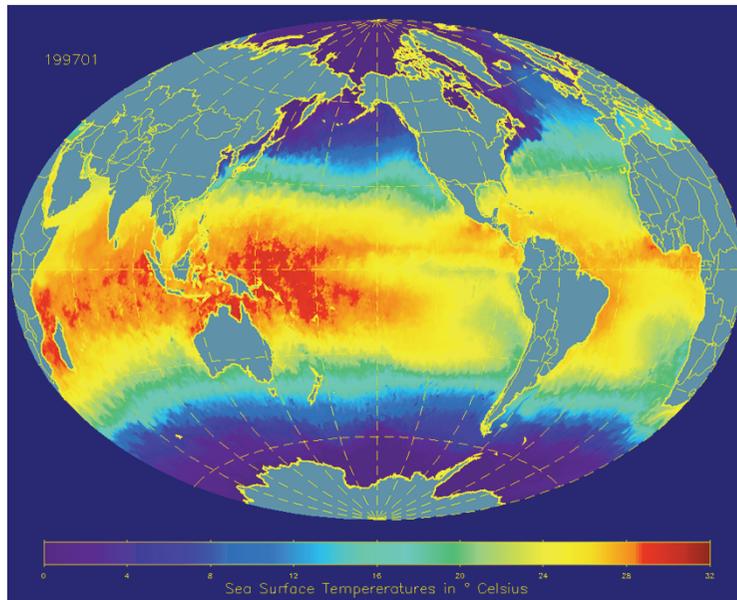


Forts impacts sociétaux et économiques : humains, infrastructures, pêches, santé...

Zoom sur les tropiques

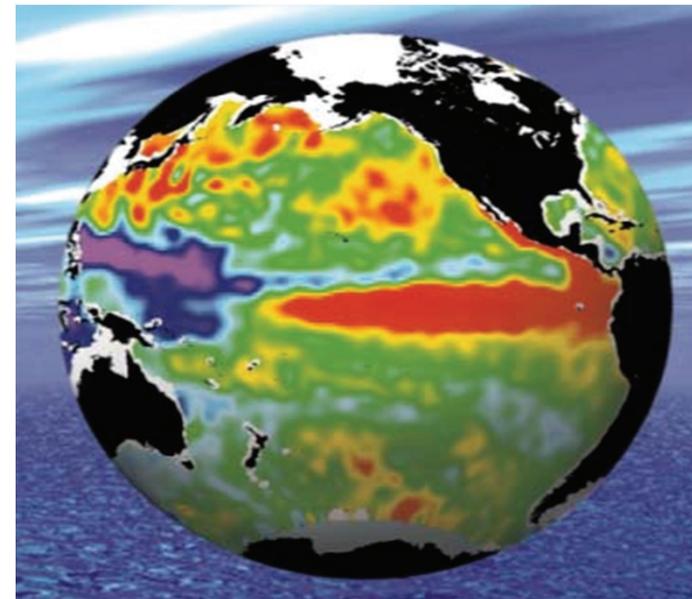
Vers la compréhension du climat El Niño ⇔ ENSO
El Niño Southern Oscillation = Oscillation Australe

Situation « normale »



Eaux chaudes dans le Pacifique Ouest

Situation « ENSO »

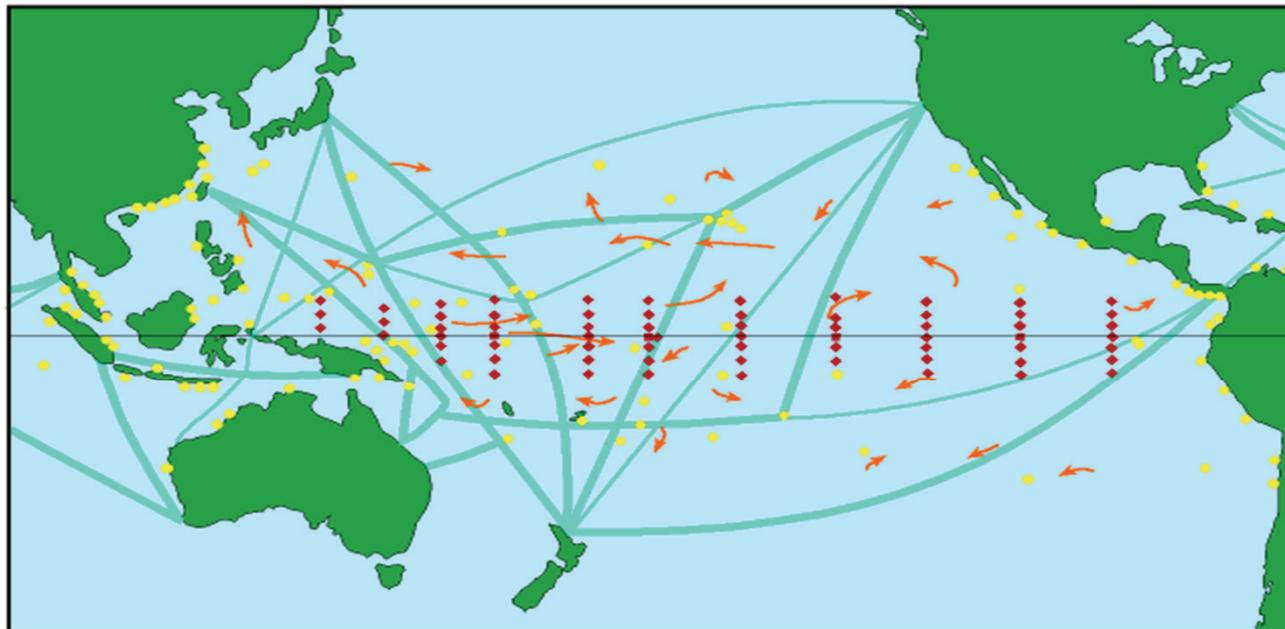


Eaux chaudes dans le Pacifique Est

Zoom sur les tropiques

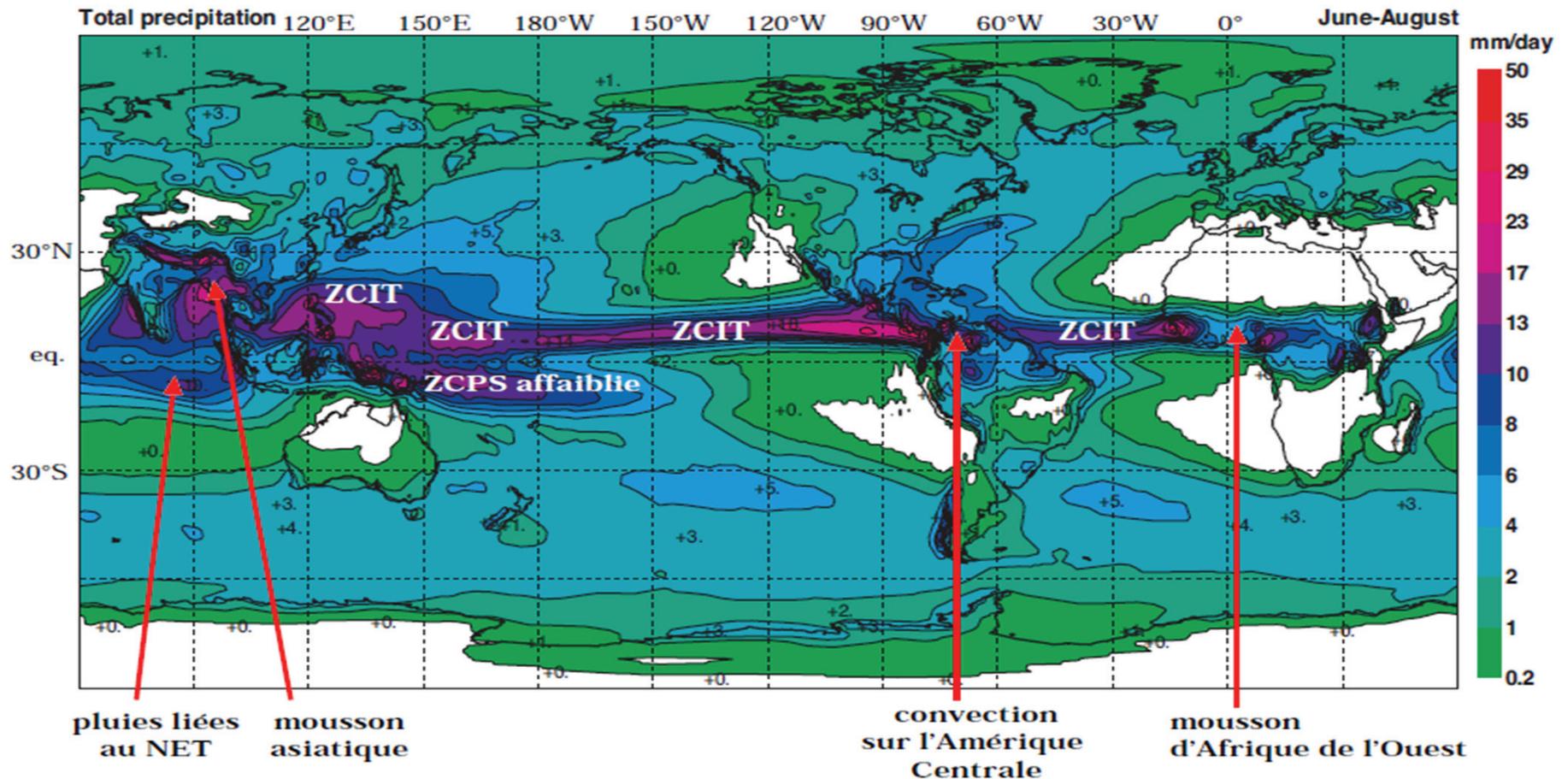
Prise de conscience internationale de l'importance de prédire les phénomènes climatiques (dont extrêmes)

1^{er} Réseau d'observations dans le Pacifique tropical mis en place de 1985 à 1994 : USA, Japon, contribution France



Zoom sur les tropiques

Dans l'Atlantique et l'Indien... « les Moussons »



Zone équatoriale : fortes précipitations et variations saisonnières
+ fortes variations interannuelles !

La mousson:

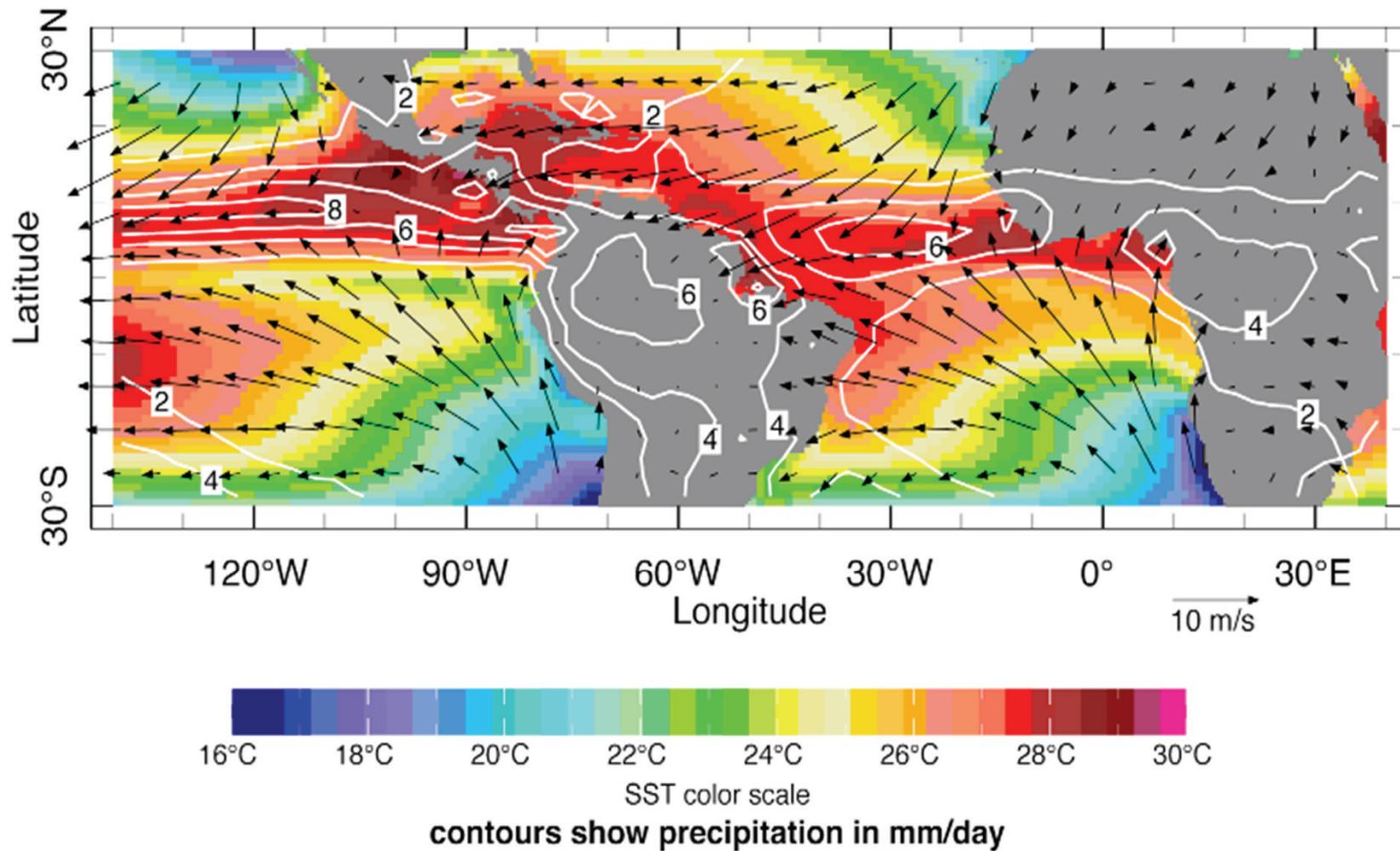


Extrait du film « EGEE3:journal d'une campagne océanographique » IRD

Zoom sur les tropiques

Le « climat » en Atlantique tropical

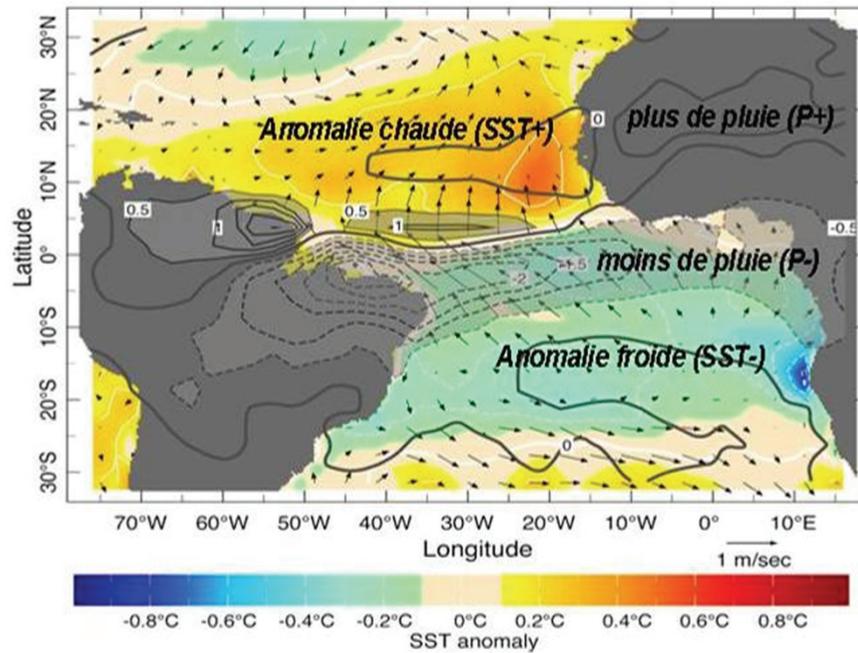
Température de surface océanique, pluies et vent



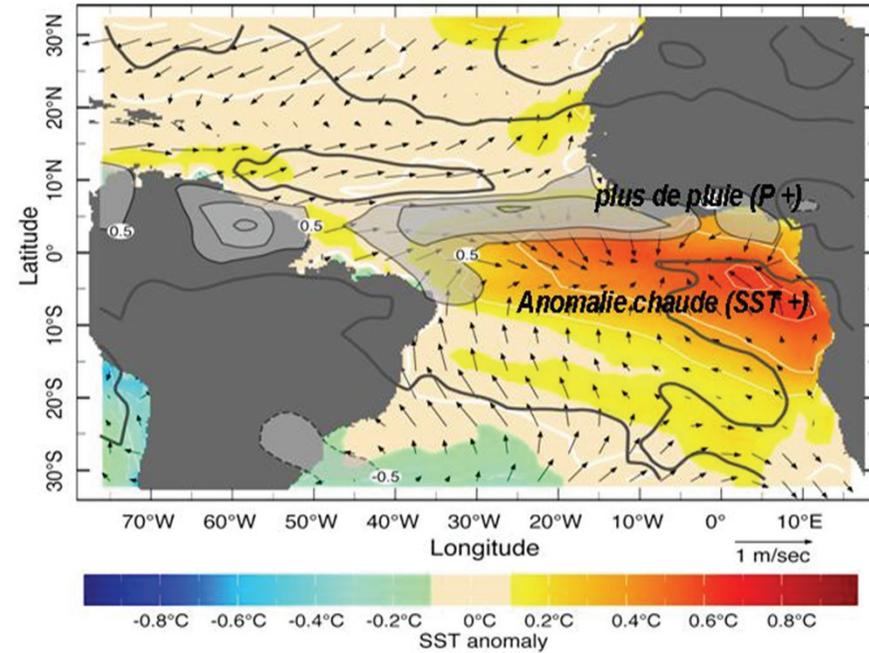
Zoom sur les tropiques

La variabilité du « climat » en Atlantique tropical

Variabilité « méridionale »



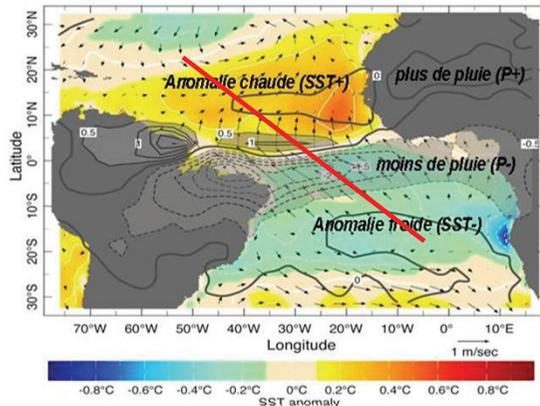
Variabilité « équatoriale »



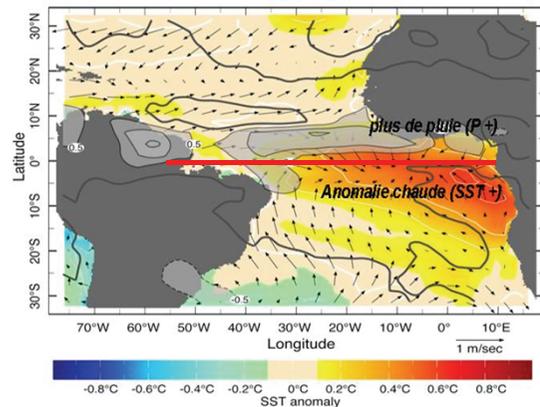
Le programme PIRATA

Etudier le « climat » en Atlantique tropical

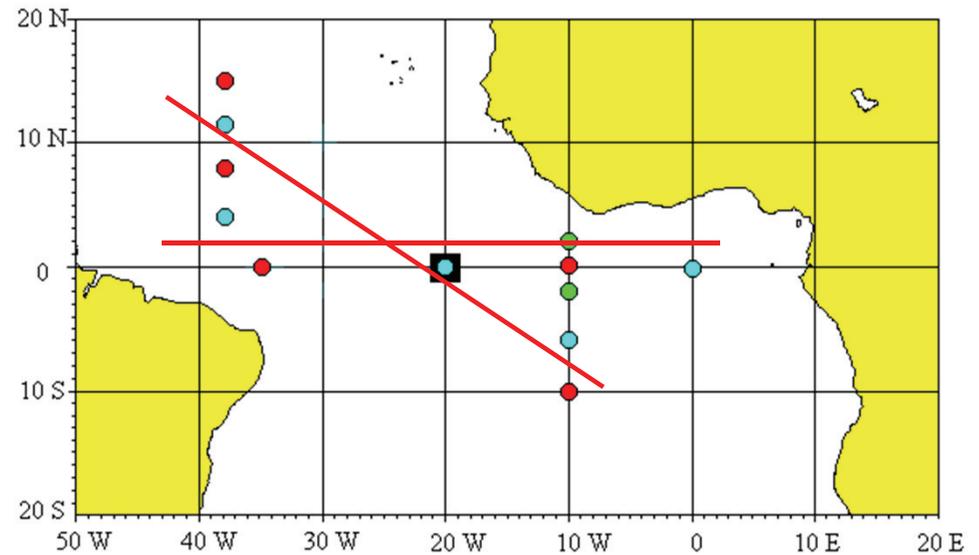
Maintenir un réseau de bouées fixes mesurant en continu les conditions météo-océaniques qui régissent le climat et ses variations



Variabilité « méridionale »



Variabilité équatoriale



● Third quarter 1997

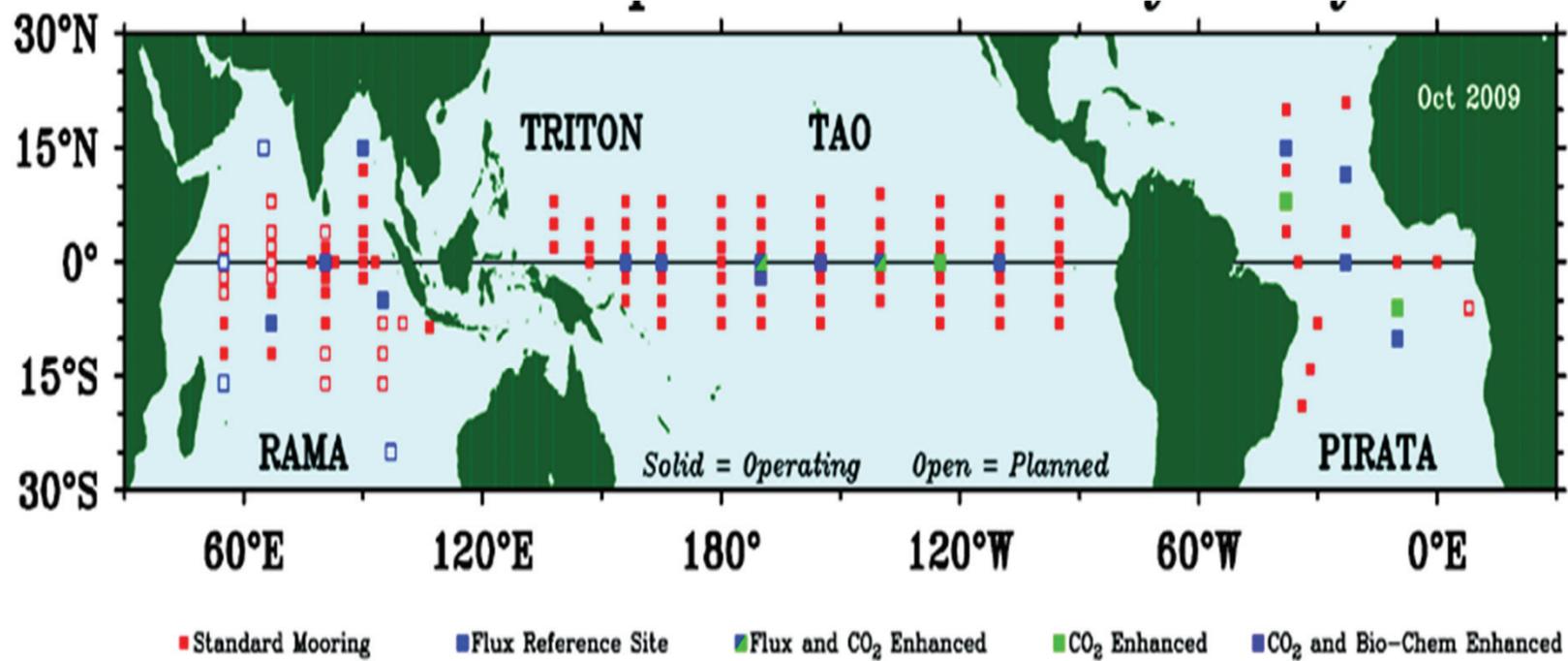
● First quarter 1999

● Third quarter 1999

■ ADCP

Le programme PIRATA

Un réseau de bouées existe désormais dans chaque océan tropical



Le programme PIRATA

*PIRATA est initié en 1995
par des collègues des USA, France & Brésil*



*Un célèbre bar de Fortaleza
en fut la principale « inspiration »...*

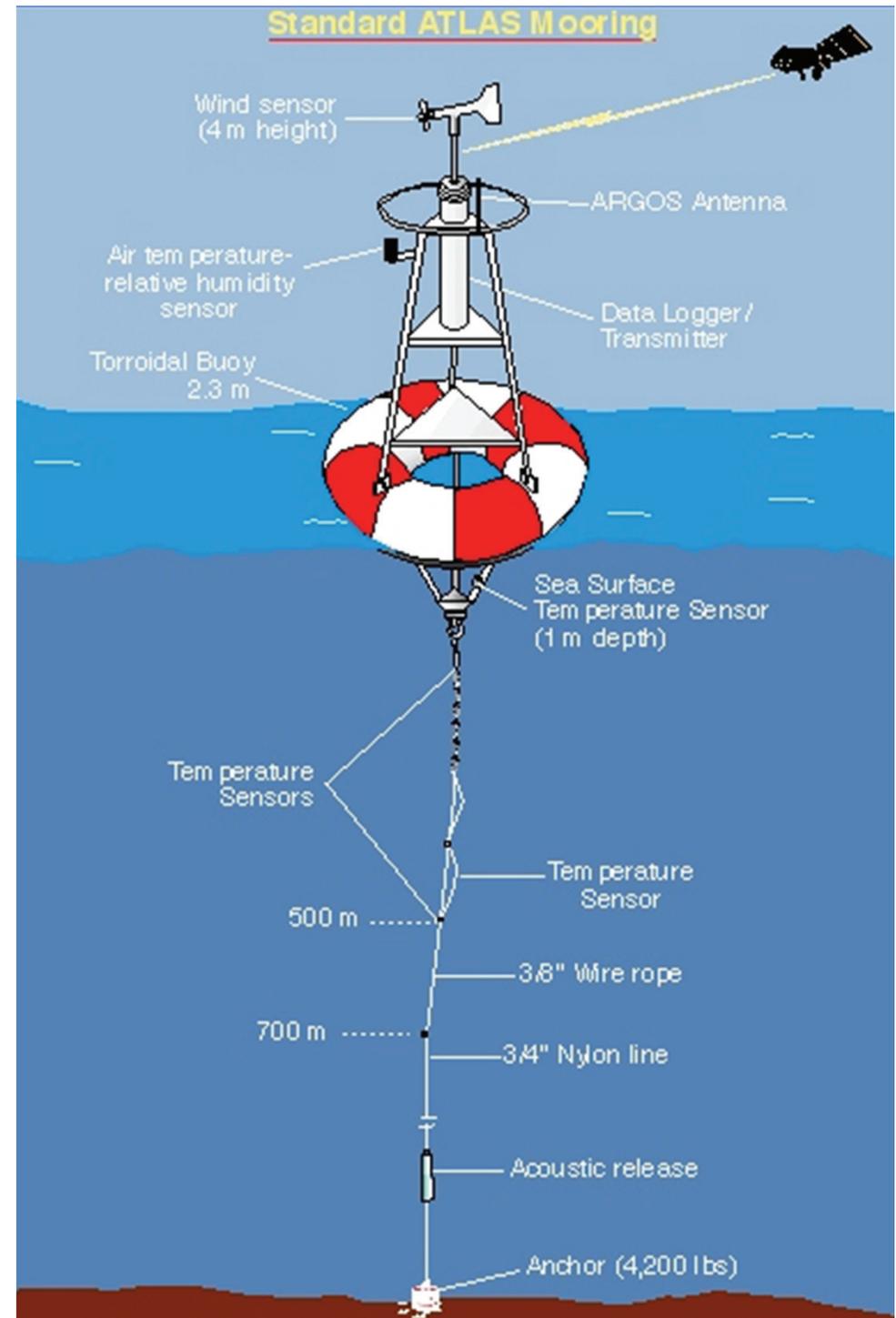


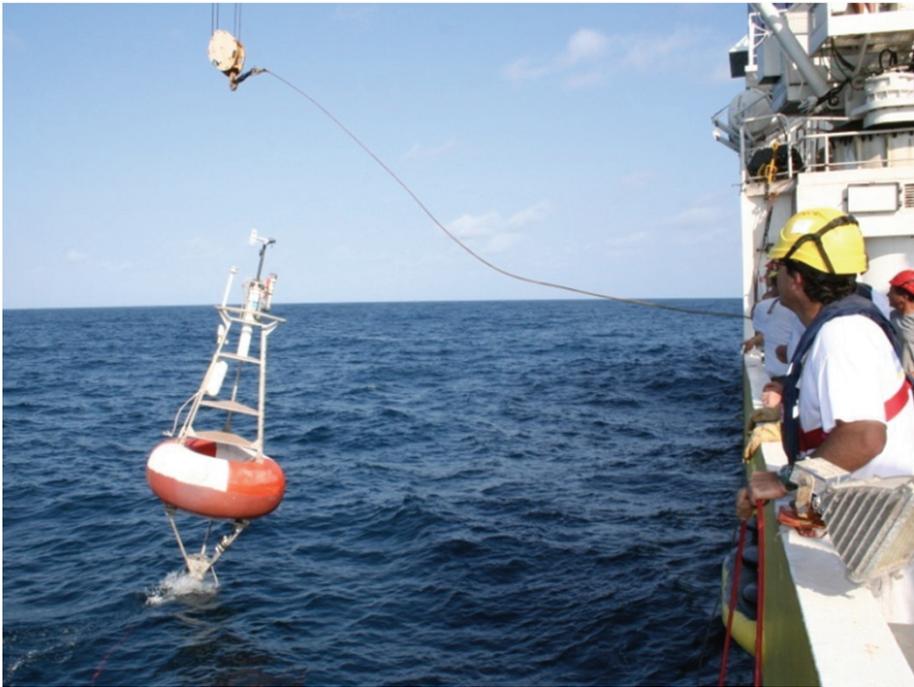
Bouées PIRATA

Bouées fixes de mesures météo-océaniques en plein océan

Mesures transmises par satellite et enregistrées sur place

Bouées fixées par un lest de 2 tonnes entre 3000 et 6000m de fond

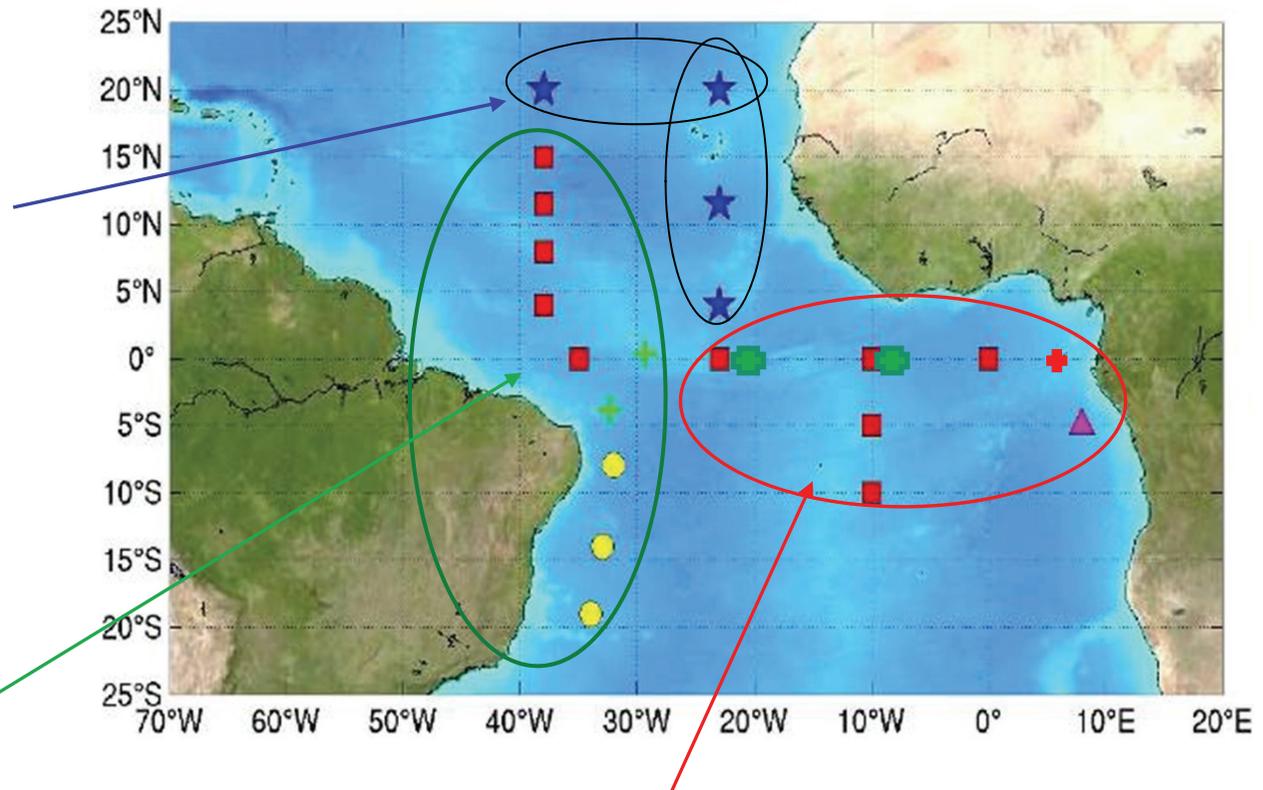




Le réseau PIRATA en 2016

bouées + marégraphes + stations météo + mouillages courantométriques

réseau maintenu par les USA
4 bouées météo-océano
au nord et nord-est du bassin.



réseau maintenu par le Brésil

+ bouées météo-océano dans le nord-ouest du bassin
+ 3 bouées Atlas (cercles jaunes) au sud-ouest du bassin
+ à St-Pierre St-Paul et Fernando de Noronha (croix vertes):
deux marégraphes et stations météorologiques.



réseau maintenu par la France

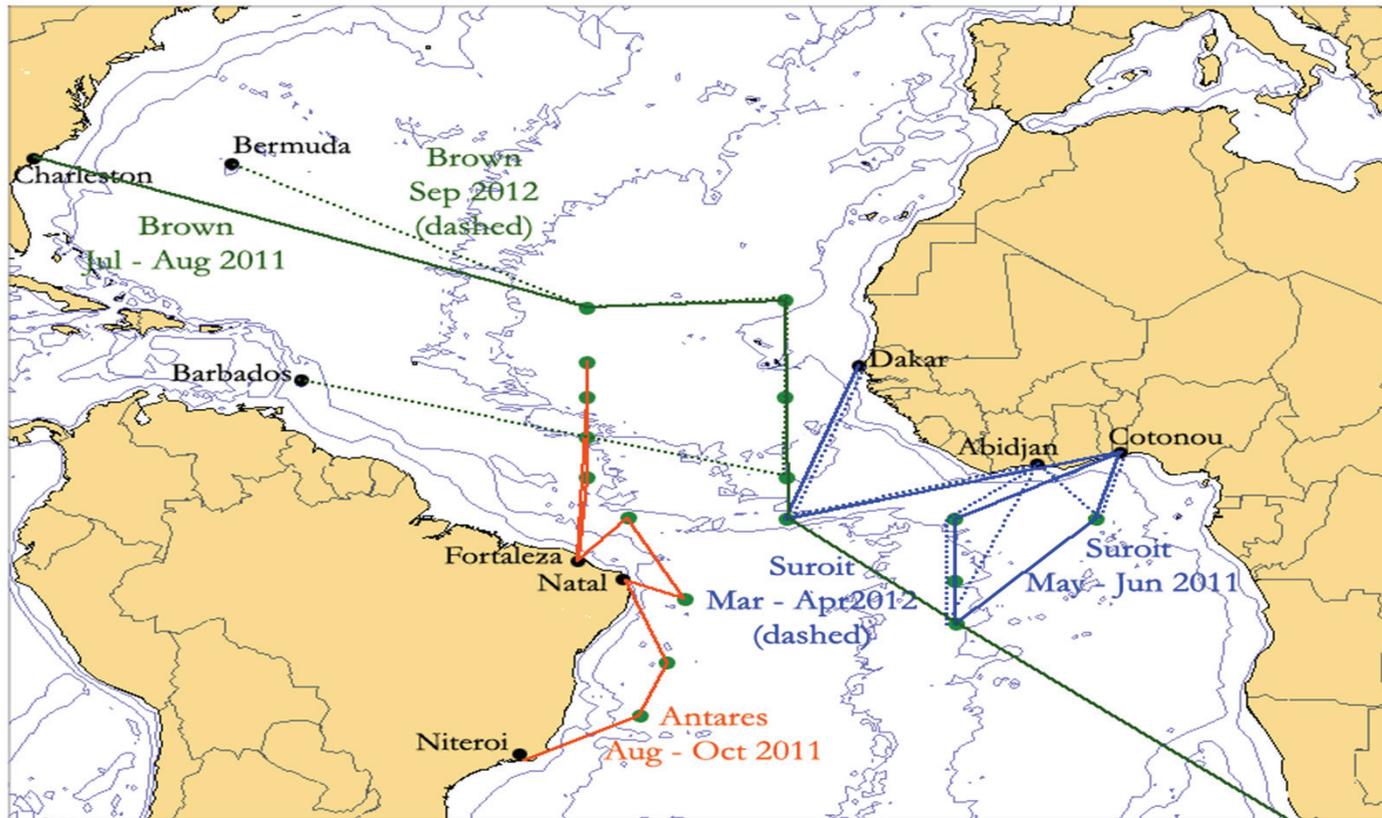
+ 5 bouées météo-océano (carrés rouges) situées dans l'Est du bassin
+ 1 bouée météo-océano (triangle violet) d'une extension (2006-2007; 2013-)
+ à 23° W-Equateur : mouillage courantométrique depuis 2001
+ à 10° W-Equateur : mouillage courantométrique depuis 2006
+ à Sao Tomé (croix rouge): 1 station météorologique et 1 marégraphe



Les campagnes océanographiques PIRATA

Campagnes annuelles France + Brésil + USA

PIRATA Cruises Mar 2011 - Aug 2012



~ 40 jours de mer / an / pays

Aussi: autres opérations que les bouées...

mesures en mer ET validation du « temps navire » (*cher...*)

Les campagnes océanographiques PIRATA

Navires océanographiques français

- IFREMER : L'Atalante, le Thalassa, Le Suroit
- IRD : L'Antéa



Les campagnes océanographiques PIRATA

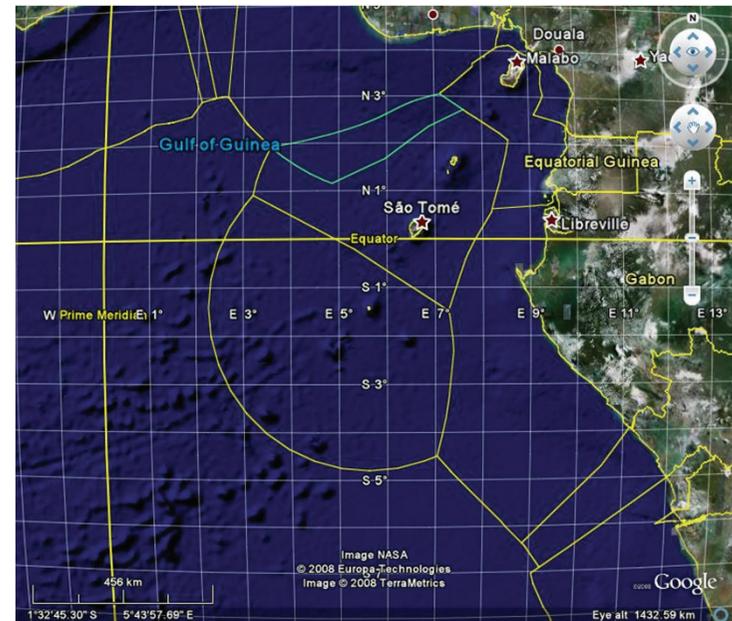
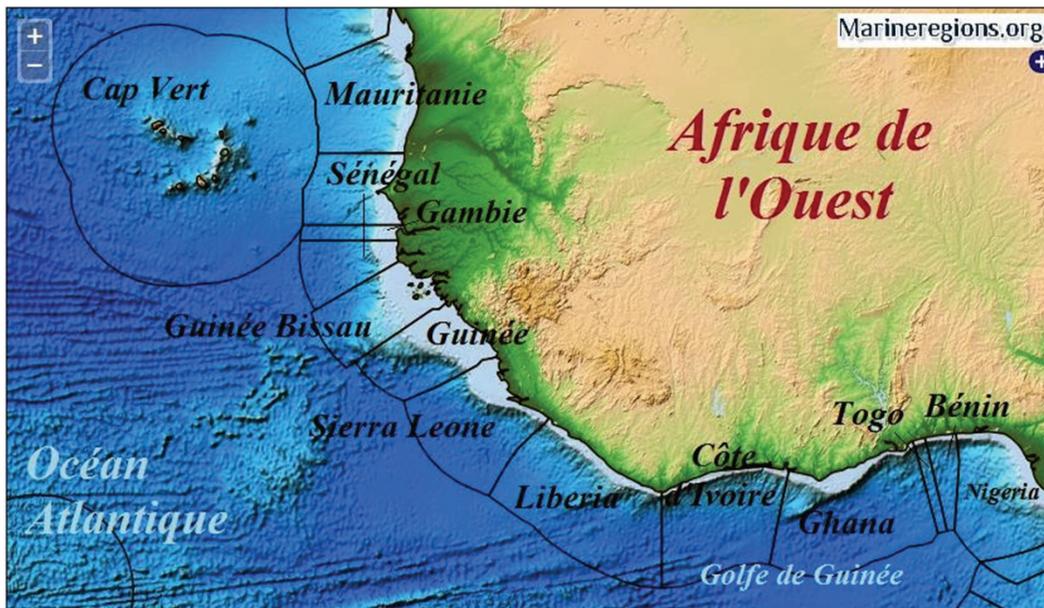
Les préparatifs :

- dossier scientifique pour une attribution de « temps navire »
(évalué par une commission scientifique nationale)
- préparation du matériel scientifique et coordination des transports
(douane, agents de transport...)
- recherche de participants
(12 à 15 pers., outre un « noyau dur » étudiants, ingénieurs...)
- missions des participants
(billets avion, visas, vaccins, logements, accès aux ports...)
- préparatifs avec les responsables du navire
(aspects techniques à bord...)
- demande de travaux dans les eaux des Zones Economiques Exclusives...

Les campagnes océanographiques PIRATA

Eaux des Zones Economiques Exclusives

ex: Côte d'Ivoire, Congo, Bénin, São Tomé, Cap-Vert...



Les campagnes océanographiques PIRATA

La logistique

- 1) Préparation du matériel scientifique dans les laboratoires
- 2) Transport du matériel de la source à la zone de travail
- 3) Transbordement sur le navire

- *Instruments de mesure, électronique et lests des bouées : USA (Seattle)*
- *Autre (câbles, bouées, autres appareils de mesure) : France (Brest, Paris)*



Les campagnes océanographiques PIRATA



bouées, câbles, matériel de mesures physiques et chimiques...
= 1 conteneur 40'' (ou 2) des USA (Seattle): matériel bouées

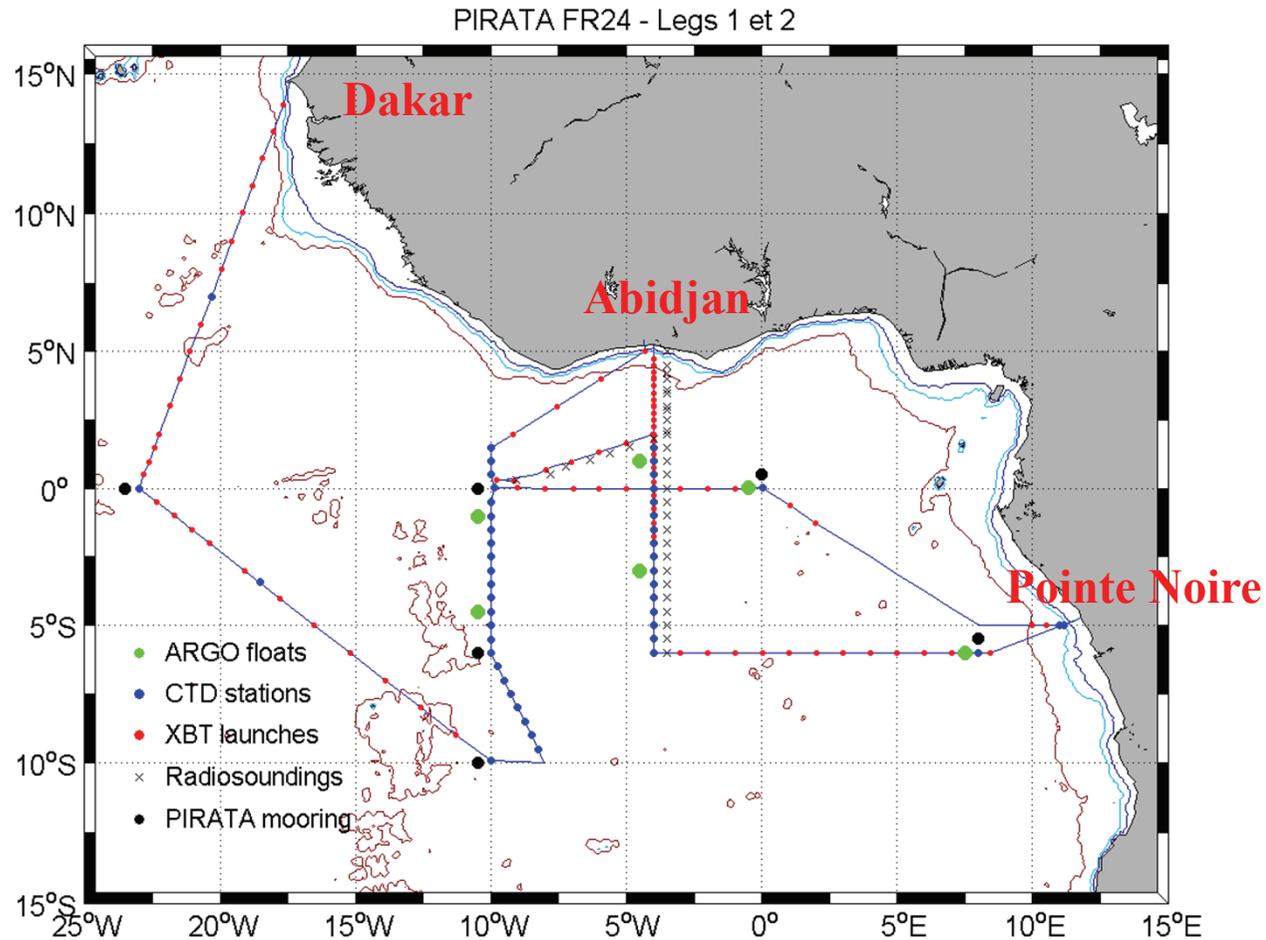


=1 conteneur 40'' de Brest



Les campagnes océanographiques PIRATA

Plan type d'une campagne annuelle PIRATA française en 2014



- Bouées : 23° W-0° N, 10° W-10° S, 10° W-6° S, 10° W-0° N, 0° E-0° N
- Mesures en « profils », navire stoppé: mesures jusqu'à 2000m et prélèvements d'eau
- Mesures en « route »: profils navire en route et prélèvements d'eau de surface

Les campagnes océanographiques PIRATA

25 campagnes française PIRATA depuis 1997

*~ 720 jours de mer
(40 jours / an)*

Nom de la campagne	Navire	Dates	Chef de mission
PIRATA FR1	ANTEA	09/09-16/09 1997	Jacques SERVAIN
PIRATA FR1 bis	ANTEA	30/01-03/02 1998	Jacques SERVAIN
PIRATA FR2	ANTEA	30/10-10/11 1998	Jacques SERVAIN
PIRATA FR3	ANTEA	23/01-01/02 1999	Jacques SERVAIN
PIRATA FR4- EQUALANT 1999	THALASSA	13/07-21/08 1999	Yves GOURIOU
PIRATA FR5	ANTEA	25/10-08/11 1999	Jacques SERVAIN
PIRATA FR6	SUROIT	08/03-19/03 2000	Jacques GRELET
PIRATA FR7 – EQUALANT 2000	THALASSA	23/07-21/08 2000	Bernard BOURLES
PIRATA FR8	ATALANTE	17/11-03/12 2000	Jacques GRELET
PIRATA FR9	ATALANTE	20/10-11/11 2001	Jacques GRELET
PIRATA FR10	ATALANTE	06/12-21/12 2001	Jacques SERVAIN
PIRATA FR11	SUROIT	17/12-03/01 2002-2003	Jacques GRELET
PIRATA FR12	ATALANTE	28/01-19/02 2004	Bernard BOURLES
PIRATA FR13	SUROIT	23/05 - 05/06 2005	Jacques GRELET
PIRATA FR14 – EGEE 1	SUROIT	07/06 - 05/07 2005	Bernard BOURLES
PIRATA FR15 – EGEE 3	ATALANTE	24/05 - 05/07 2006	B.BOURLES/Y.GOURIOU
PIRATA FR16	ANTEA	19/05 - 01/06 2007	Jacques GRELET
PIRATA FR17 – EGEE 5	ANTEA	04/06 – 09/07 2007	Frédéric MARIN
PIRATA FR18	ANTEA	01/09 – 06/10 2008	Jacques GRELET
PIRATA FR19	ANTEA	16/06 – 24/07 2009	Jacques GRELET
PIRATA FR 20	ANTEA	13/09 – 22/10/2010	Jacques GRELET
PIRATA FR 21	SUROIT	01/05 – 16/06/2011	B.BOURLES/J.GRELET
PIRATA FR 22	SUROIT	19/03 – 02/05/2012	B.BOURLES/J.GRELET
PIRATA FR 23	SUROIT	09/05 – 20/06/2013	B.BOURLES/J.GRELET
PIRATA FR 24	SUROIT	09/04 – 22/05/2014	B.BOURLES/Y.GOURIOU
PIRATA FR 25	THALASSA	18/03 – 16/04/2015	Bernard BOURLES

Départ de l'Antéa de Cotonou, Bénin, en août 2008



En route pour l'aventure !

Récupération d'une bouée PIRATA



Extrait du film « EGEE3:journal d'une campagne océanographique » IRD

Déploiement d'une bouée PIRATA



Extrait du film « EGEE3:journal d'une campagne océanographique » IRD

Les campagnes océanographiques PIRATA

Autres opérations

1) mesures en station, « navire arrêté »

Profils hydrologique et courantométrique



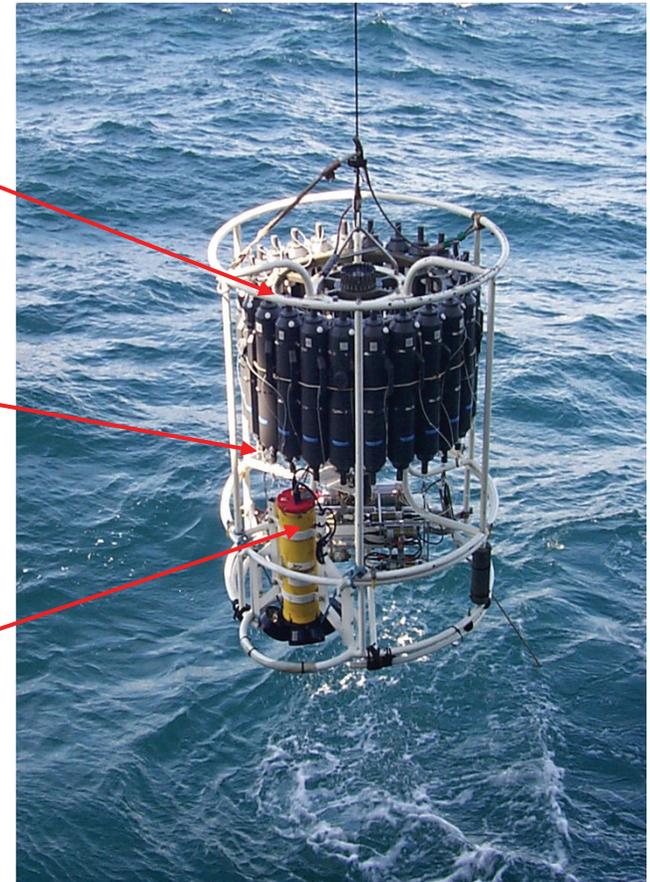
Bouteilles hydrologiques
(prélèvements d'eau - 8 litres)



Courantomètre
(effet Doppler)



Capteurs :
Température
Conductivité (salinité)
Oxygène dissous
Pression (profondeur)



Réalisation d'un profil hydrologique et courantométrique



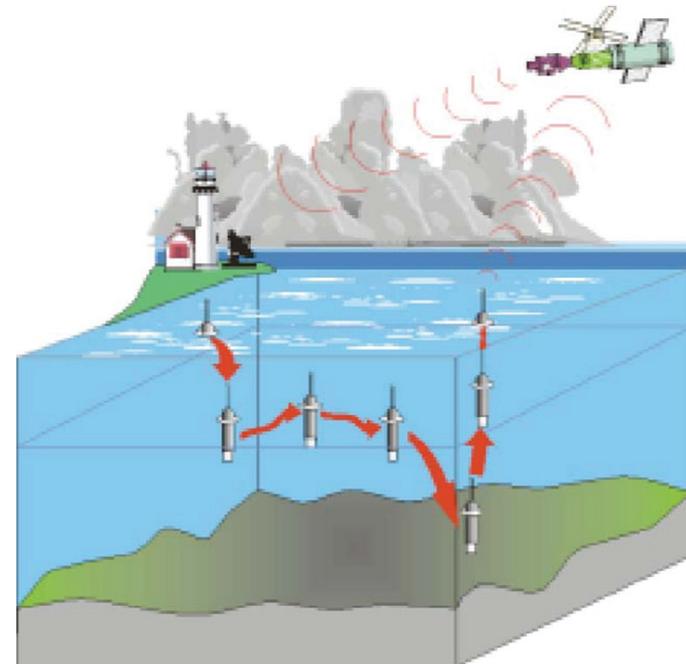
Extrait du film « EGEE3:journal d'une campagne océanographique » IRD

Les campagnes océanographiques PIRATA

2) Déploiement d'appareils « en route » Profileurs dérivant en profondeur

Transmission satellite tous les 10 jours

- Position
- Température, de la surface à 2000m
- Salinité, de la surface à 2000m

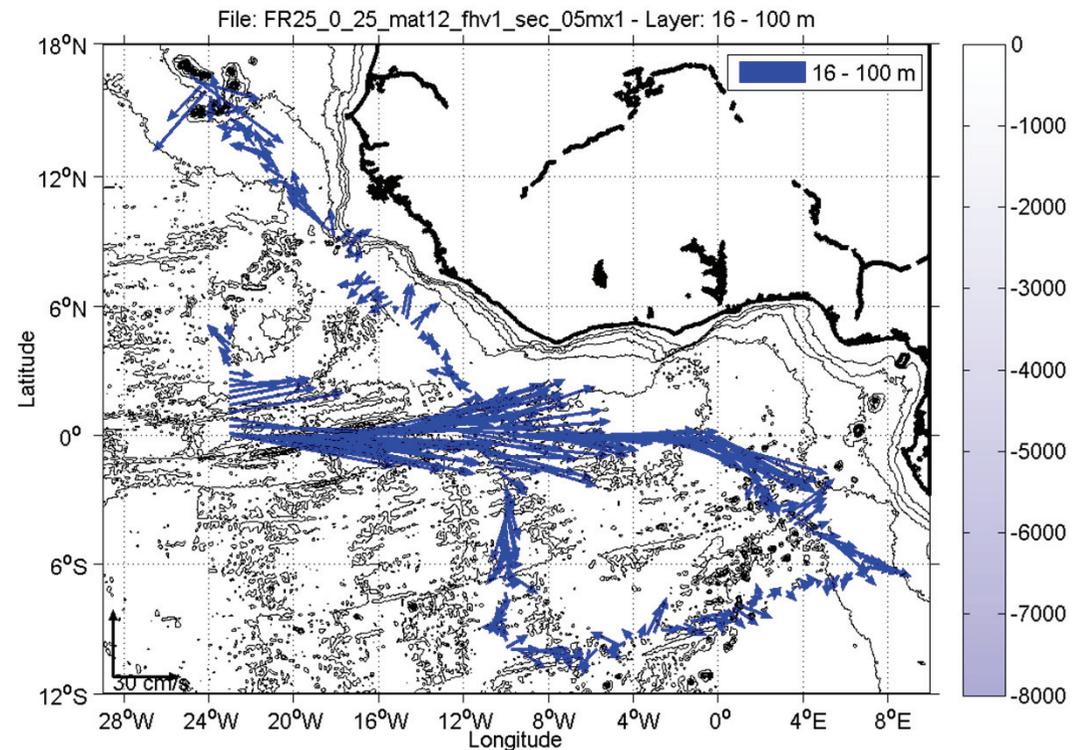
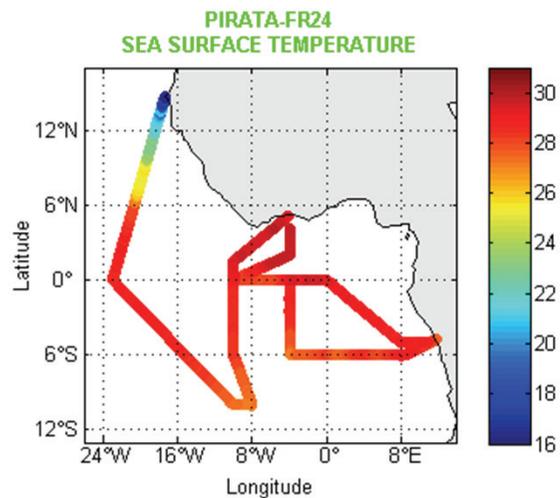
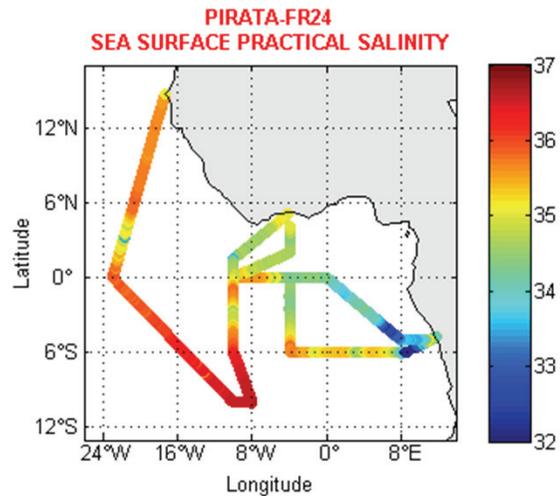


Les campagnes océanographiques PIRATA

3) Mesures « en continu » appareils installés sous la coque du navire

Salinité et température de surface

Courant horizontal



Les campagnes océanographiques PIRATA

De jour comme de nuit !

Relai des équipes par « quarts » toutes les 4 heures



Les campagnes océanographiques PIRATA



On fête quelques évènements : la traversée de la ligne équatoriale !

Les campagnes océanographiques PIRATA



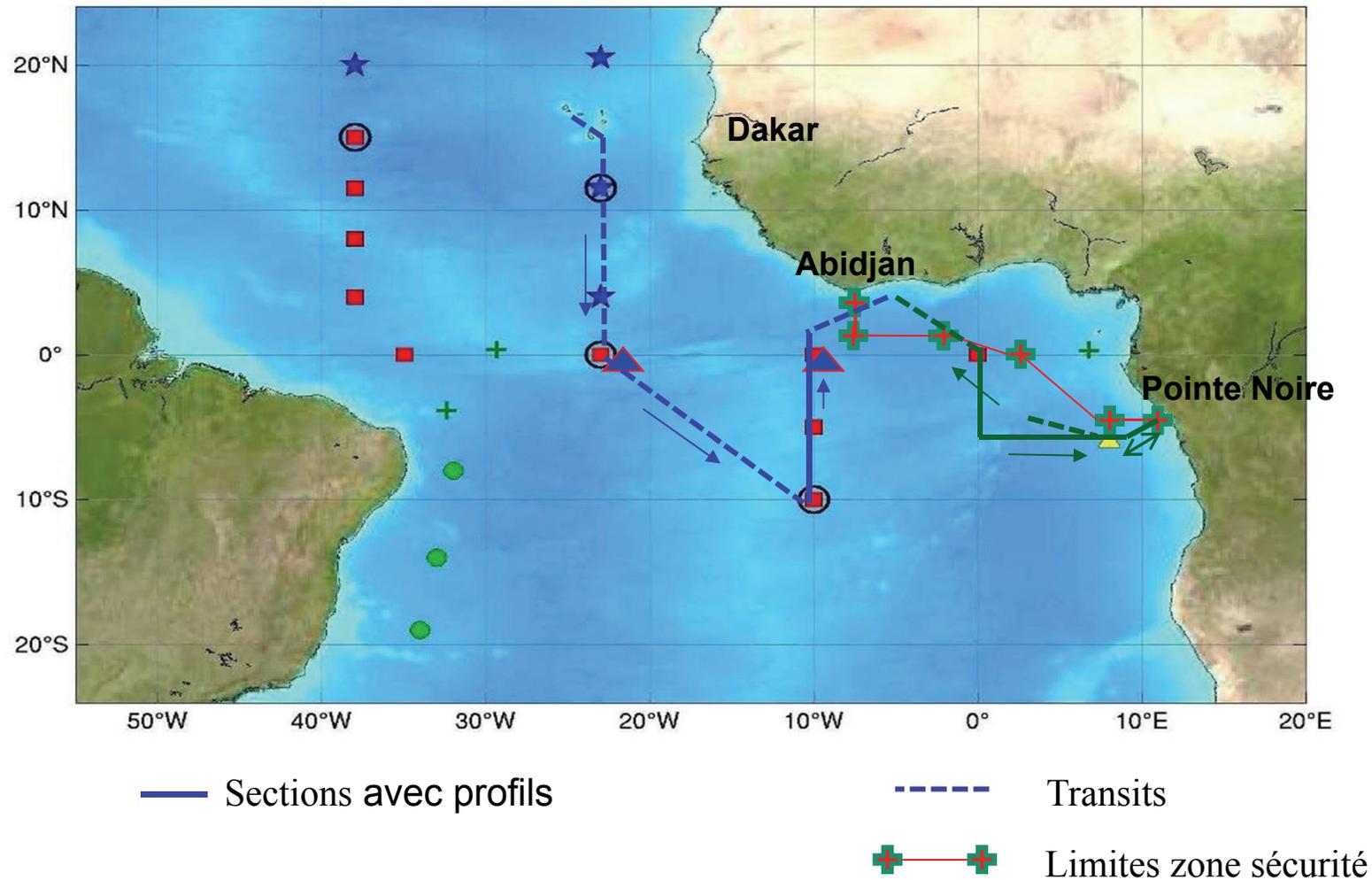
et le baptême de l'équateur... avec Neptune et Amphitrite!

Extrait du film « EGEE3:journal d'une campagne océanographique » IRD

Les campagnes océanographiques PIRATA

La prochaine ?

PIRATA FR26 : départ de Mindelo le 8 mars ; escale et fin à Abidjan le 10 avril



Les campagnes océanographiques PIRATA

Cout des opérations ?

Financement public, via les organismes de recherche.

- **Fonctionnement** ~80k€/an
transports, missions, maintenance matériel... sans salaires



~45k€/an



~30k€/an



~4k€/an

- **Achat matériel** (non récurrent et variable)



- « **Temps navire** » ~ 20k€/jour de mer = ~1M€/an

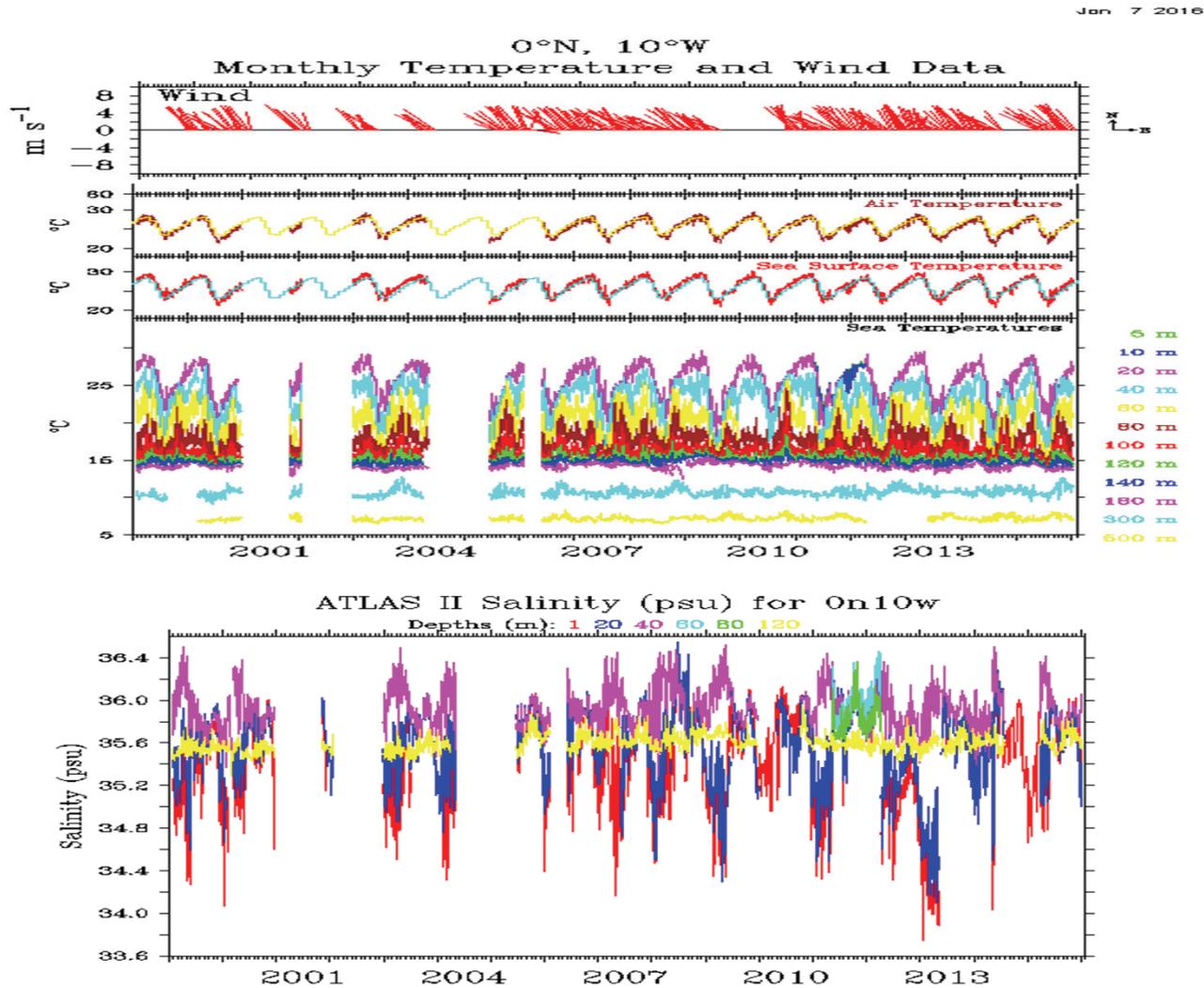
Flotte océanographique nationale



Des avancées scientifiques majeures

Données brutes disponibles en temps réel : t, s, vent
18 ans de mesures continues

Eq-10° W:

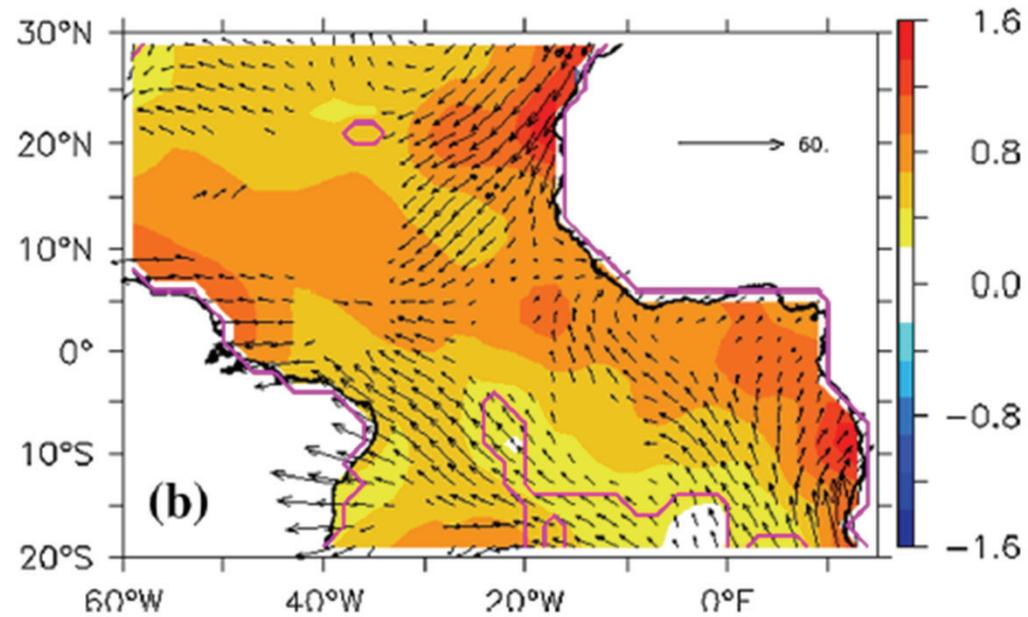


zones blanches = absence de mesures dues aux pannes ou vandalisme...

Des avancées scientifiques majeures...

1) Impact du réchauffement climatique

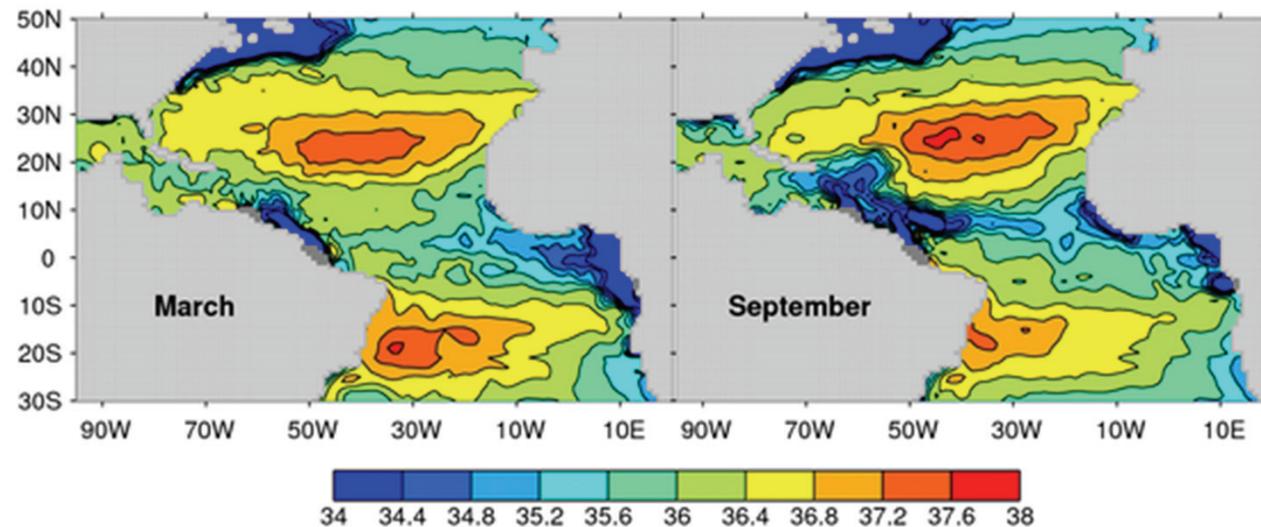
L'océan se réchauffe et modifie les vents sur tout l'Atlantique tropical



Des avancées scientifiques majeures...

2) Importance de la salinité (en surface mais aussi en-dessous)

La salinité contribue à la densité de l'eau,
=> influence sur la circulation et échanges avec l'atmosphère

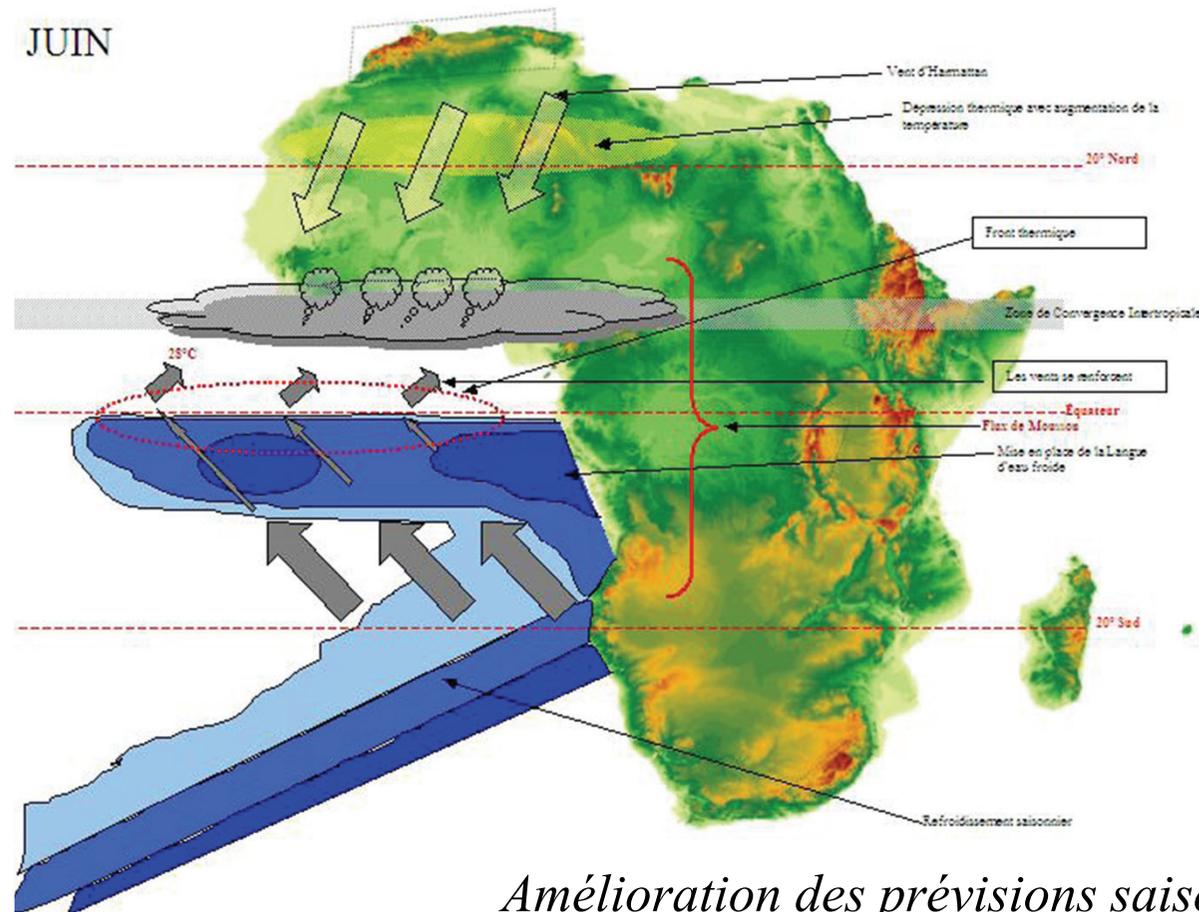


*Forte influence de l'Amazone et du Congo,
plus grands fleuves du monde en terme de débit...*

Des avancées scientifiques majeures...

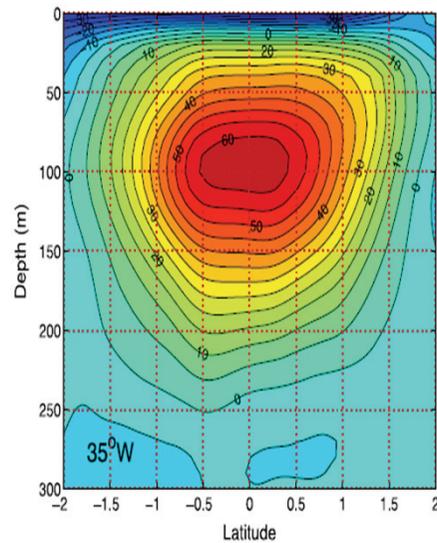
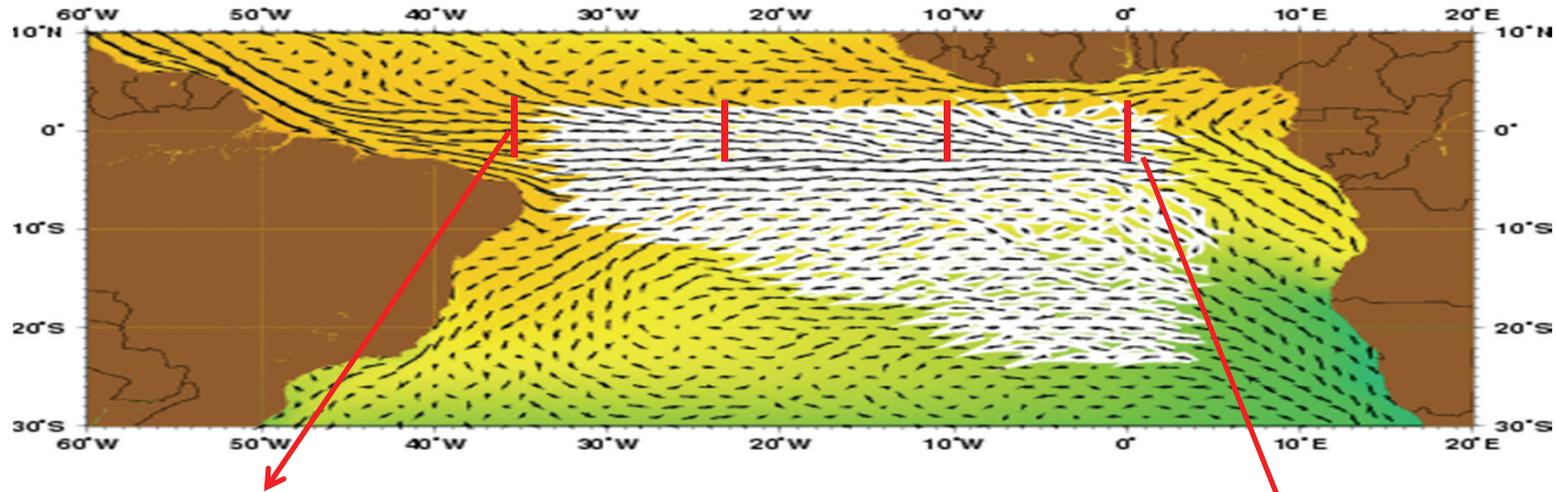
3) Mise en évidence du rôle de l'océan sur la mousson africaine

Refroidissement des eaux en juin-août dans le Golfe de Guinée, associé à la mise en place de la mousson en Afrique de l'Ouest

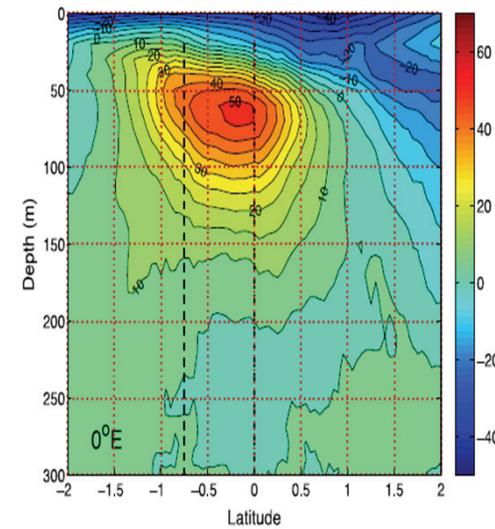


Des avancées scientifiques majeures...

4) Meilleure connaissance et suivi du Sous Courant Equatorial



*Ce courant contribue
au refroidissement
saisonnier du Golfe
de Guinée*





Fin de l'aventure (du jour) !

Pour en savoir plus

Site grand public Le climat sous surveillance

www.climat-sous-surveillance.ird.fr

Site du programme PIRATA

Accès aux données

Rapports

www.brest.ird.fr/pirata

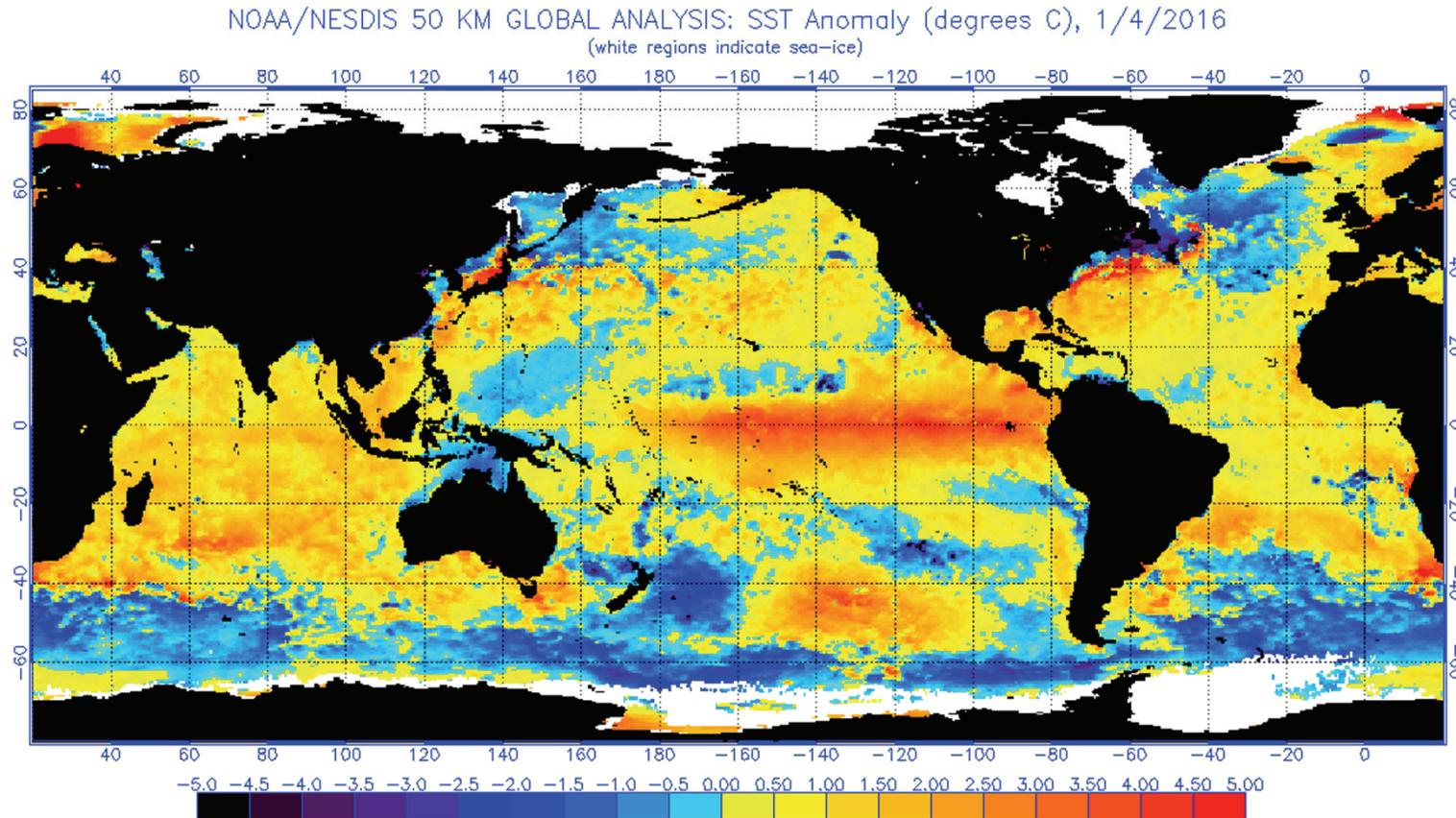
Bernard BOURLÈS

bernard.bourles@ird.fr



- *En guise de conclusion...*

=> Importance des observations sur le long terme...



Pour exemple: gros problèmes dans le Pacifique pour maintenir le réseau, quasiment interrompu de 2012 à 2014 (notamment dans l'Ouest)

=> l'El Niño 2015-2016 actuel, de grande ampleur, fut très mal prévu...

Extraits du film « EGEE 3 : journal d'une campagne océanographique » (campagne EGEE3-PIRATA FR15, mai-juin 2006)



EGEE3

Journal d'une campagne océanographique

L'Atalante, navire Ifremer de la flotte océanographique française, est mis à disposition d'une équipe de scientifiques, à Cotonou au Bénin dans le cadre du programme international AMMA « Analyse multidisciplinaire de la mousson africaine ». Le programme français EGEE est dédié à l'Etude de la circulation océanique et du climat dans le Golfe de Guinée.

Organisée sous la coordination conjointe de l'Institut de Recherche pour le Développement, de l'INSU et de Météo-France, la campagne EGEE3 est la plus importante du programme AMMA.

Accompagné par 29 hommes d'équipage, 30 scientifiques partent pour 40 jours de mer. Une immense quantité d'observations, de la haute atmosphère aux profondeurs océaniques, va être récoltée pour permettre de mieux comprendre les mécanismes de la mousson africaine et ses impacts sur les ressources en eau et les sociétés d'Afrique de l'ouest.



Réalisation : France Toma, IRD Audiovisuel
Version française : 33 minutes

Production : Brigitte Surugue Poher, IRD Audiovisuel
Conseiller scientifique : Bernard Bourlès, IRD

Tournage : Cyprien Dalaise, Cinéaste associé au CNRS
Film de l'Atalante vu d'un cerf-volant : Denis Bourras (CNRS/CETP)



32, avenue Henri-Varagnat
F-93143 Bondy cedex
tél : 33 (0)1 48 02 56 29
fax : 33 (0)1 48 02 56 52
audiovisuel@ird.fr
www.audiovisuel.ird.fr

Tous droits d'exploitation et de reproduction réservés
Toute duplication, rétrocession
télédistribution partielle
ou totale est interdite



IRD

EGEE3

Journal d'une campagne océanographique



EGEE3 Journal d'une campagne océanographique



IRD Audiovisuel
Institut de recherche
pour le développement

Les campagnes océanographiques PIRATA

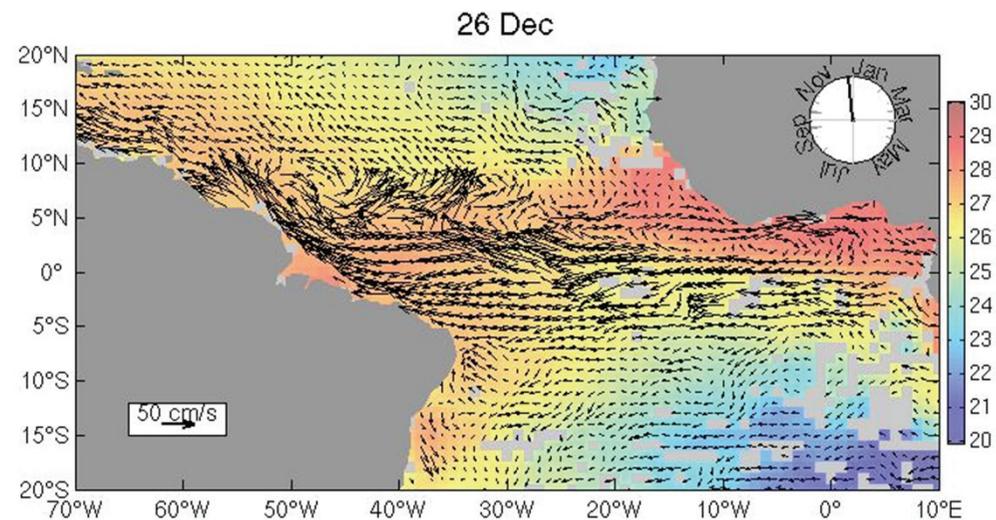
Déploiement d'appareils « en route » :

Bouées dérivantes de surface:



=> Transmission quotidienne
(via satellite, Argos) de:

- Position
- Température de surface
- Salinité (parfois)
- Pression atmosphérique (parfois)



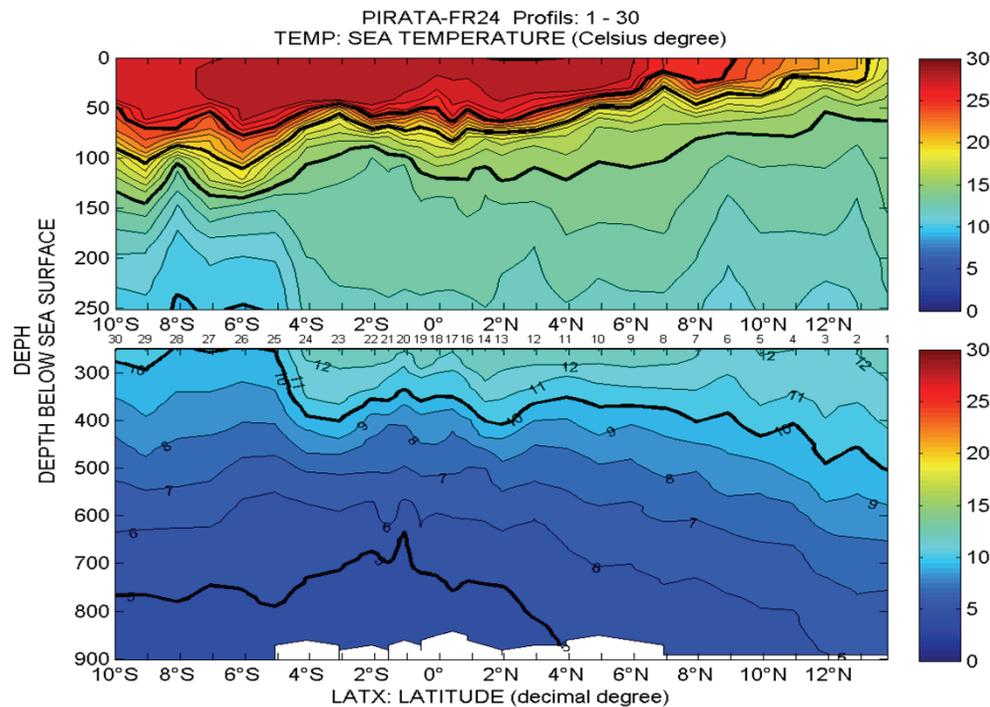
Les campagnes océanographiques PIRATA

Autres opérations: 2) mesures « en route »



Sondes perdables « XBT » :

Profils de la température de la surface à 800m



Les campagnes océanographiques PIRATA



Rencontre imprévue:

banc de Sargasses à l'équateur et dans le Golfe de Guinée...



Petite pause « poétique »....