

*Mesures automatisées en continu de surface de paramètres océanographiques sur des navires d'opportunité (ferries) en Manche occidentale, mer Celtique et golfe de Gascogne. Description des systèmes de mesures embarqués et exemples de résultats.*

*Éric Macé<sup>1</sup>, Pascal Morin<sup>1</sup>, Paul Jégou<sup>2</sup>, Yannick Aoustin<sup>2</sup>, Pierre Marrec<sup>1</sup>, Mark Hoebeke<sup>3</sup>, Yann Bozec<sup>1</sup>, Thierry Cariou<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Chimie Marine, UMR 7144, CNRS & Université P. et M. Curie Paris VI, Place Georges Teissier, 29682 Roscoff cedex, France. [pmorin@sb-roscoff.fr](mailto:pmorin@sb-roscoff.fr)

<sup>2</sup>RDT/DMSI, Ifremer Centre de Brest, 29280 Plouzané, France

<sup>3</sup>Service Mer et Observation, FR 2424, CNRS & Université P. et M. Curie Paris VI, Place Georges Teissier, 29682 Roscoff cedex, France.

<sup>4</sup>Département SIG-ABiMS, FR 2424, CNRS & Université P. et M. Curie Paris VI, Place Georges Teissier, 29682 Roscoff cedex, France. Devon PL1 3DH, U.K.

**Séries Temporelles d'Observation en Manche occidentale : le projet FerryBox**

**Description des systèmes de FerryBox déployés en Manche et golfe de Gascogne**

**Procédures d'étalonnage des capteurs et gestion des données**

**Exemple de résultats en Manche occidentale : mise en évidence d'un bloom de *Karenia mikimotoi***

# Time Series in the Western Channel: a long story

## Deux Types of mesures

### Basse Fréquence

### Haute Fréquence



- 16 paramètres physico-chimiques and biologiques

Ferry Box

Plateforme Fixe

# Stratégies de mesures Haute Fréquence temps réel:

## ► Stratégie HF Temporelle :

### Plateforme Fixe : bouée

Avec transmission des données en temps réel (30 minutes)



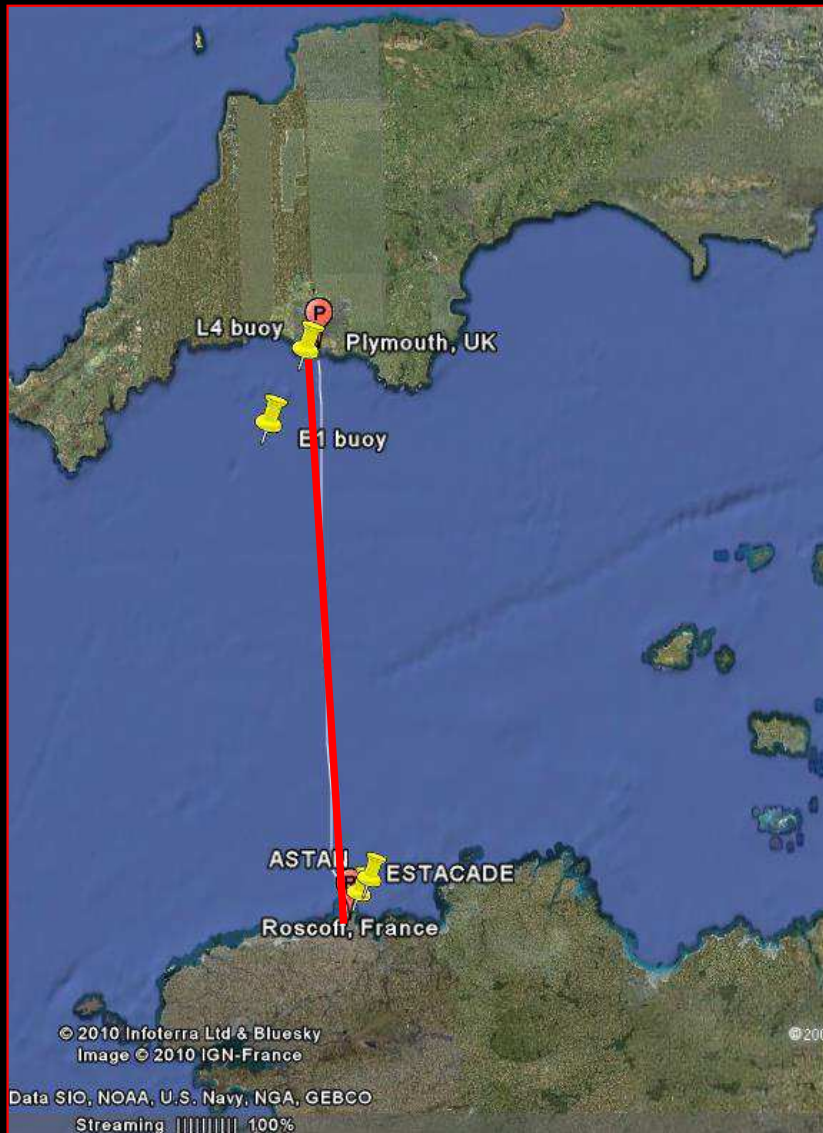
## ► Stratégie HF Spatio-Temporelle :

### Navires d'Opportunités : Ferrys

Avec transmission des données en temps quasi réel (à chaque arrivée au port)



## Programme EU Interreg Marinexus (2010- 2013) :



Coordination des activités d'observation dans les zones nord et sud de Manche occidentale :

- Mise en place d'une ligne de ferrybox entre Roscoff et Plymouth
- Mesures Haute Fréquence sur bouées instrumentées aux deux extrémités de la ligne ferry

# Séries Temporelles d'Observation en Manche occidentale : le projet FerryBox

Description des systèmes de FerryBox déployés en Manche et golfe de Gascogne

Procédures d'étalonnage des capteurs et gestion des données

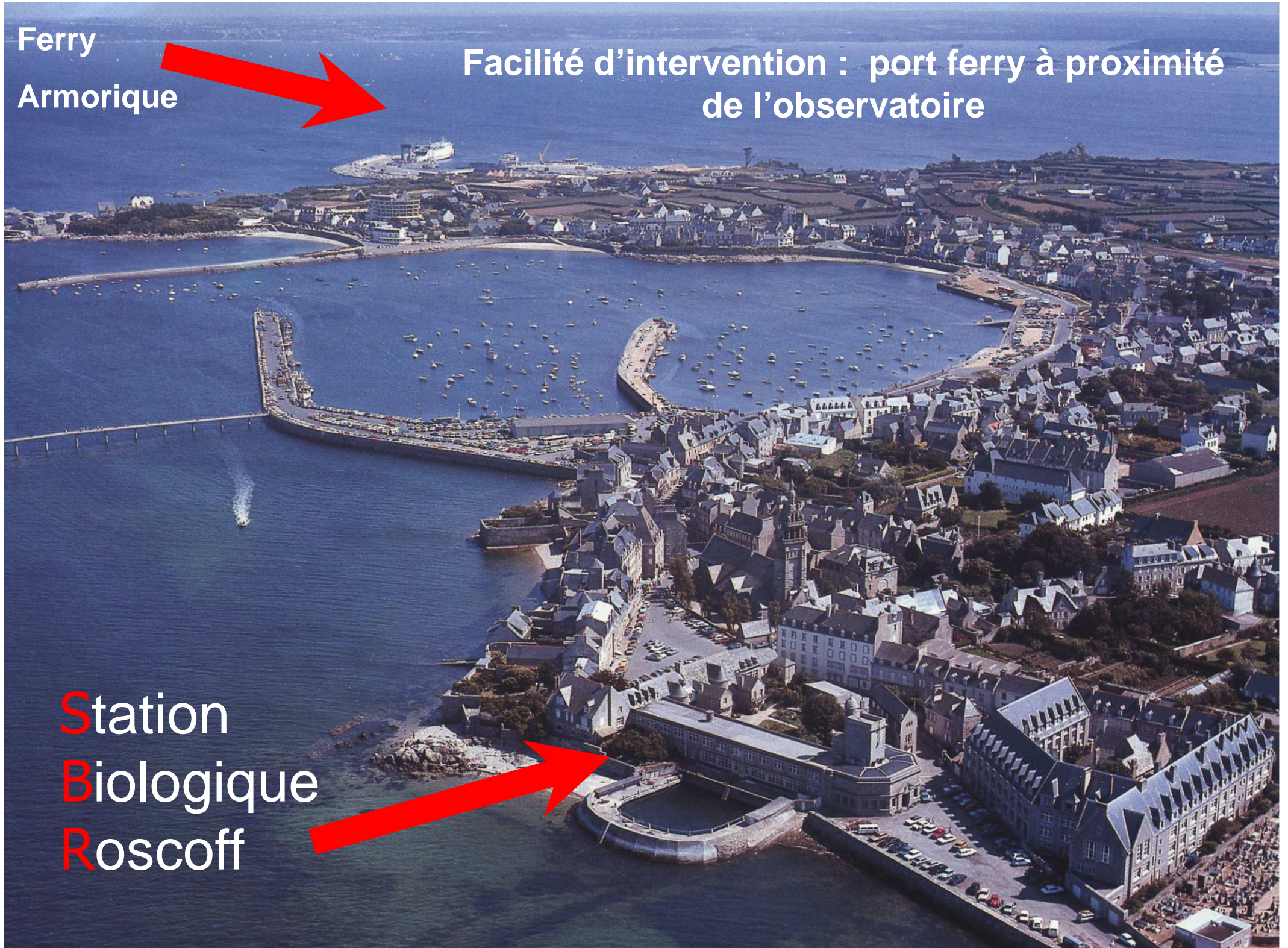
Exemple de résultats en Manche occidentale : mise en évidence d'un bloom de *Karenia mikimotoi*

Ferry  
Armorique

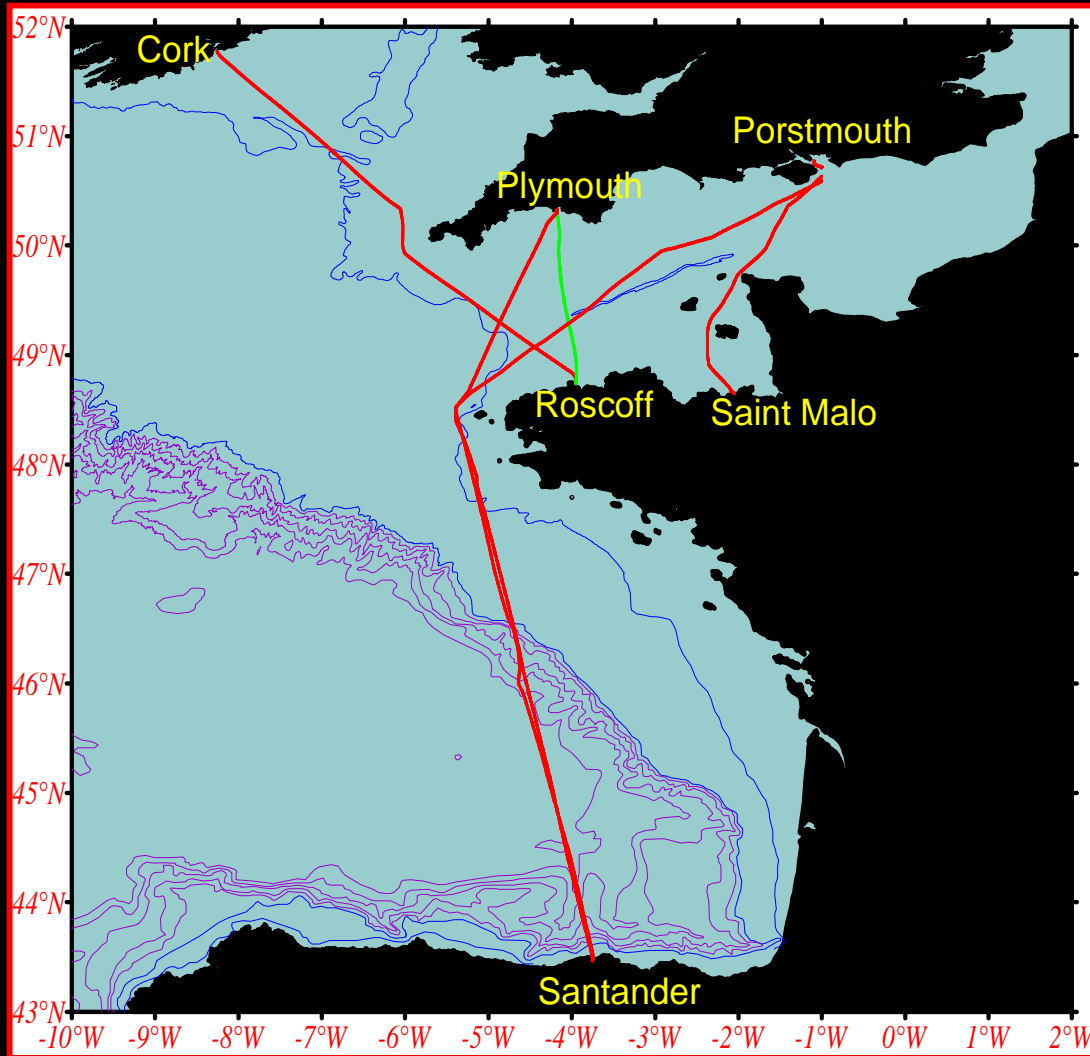


Facilité d'intervention : port ferry à proximité  
de l'observatoire

Station  
Biologique  
Roscoff



# Lignes Ferry Box en Manche occidentale et golfe de Gascogne



MV Armorique (2009, 168m)



MV Pont Aven (2004, 185m)

## Lignes Brittany Ferries :

**Armorique** (fréquence journalière = 2-3 traversées)

**Pont Aven** (fréquence hebdomadaire)



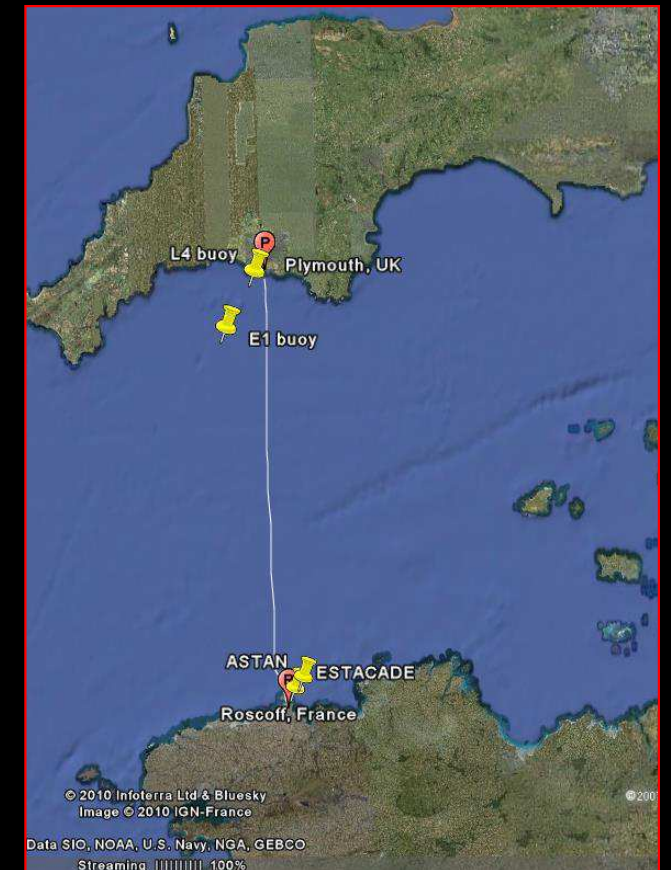
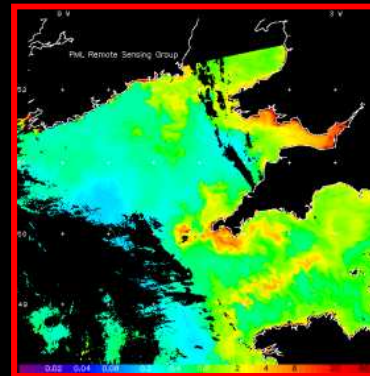
# Measurements along transects in the Western Channel and Bay of Biscay

Continuous measurements of physico-chemical and biological parameters in surface waters



6 parameters:

- Temperature
- Salinity
- Oxygen
- Fluorescence
- Turbidity
- CDOM



## Ferry Box Sensors:



**SBE 45**  
***Thermosalinograph***



**Anderaa**  
***3835 Optode***



**Turner Designs**  
***C3 Fluorometer***

***Same sensors onboard MV Armorique and Pont Aven***

# Automatic sampler connected to the ferrybox

**24 bottles (1l)**

- **Refrigerated (4°C)**
- **Remotely piloted from laboratory**

**Analysis of additional parameters:**

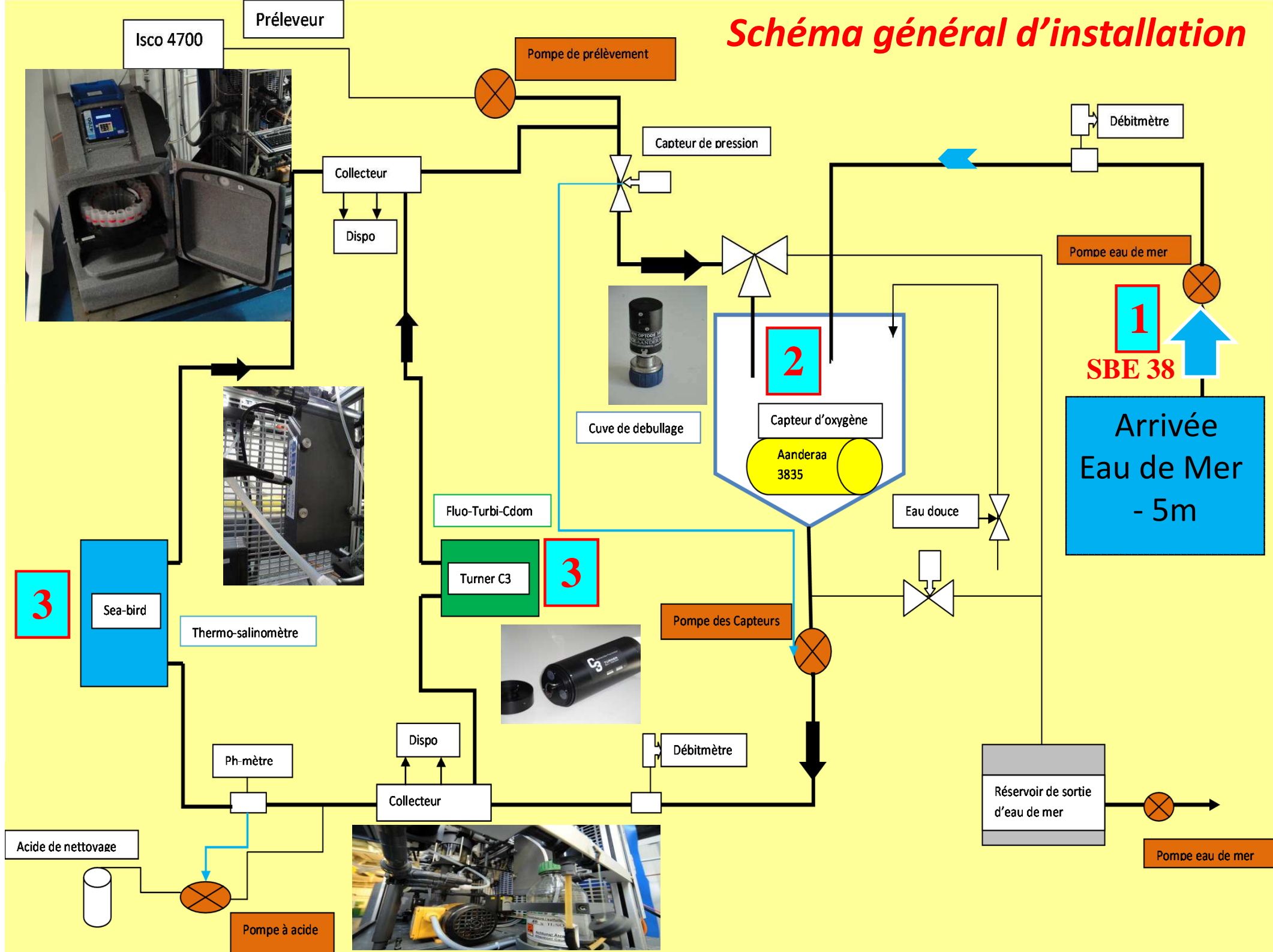
- **Nutrients (nitrate, phosphate, silicate)**
- **chlorophyll a, pigments,...**

**Data qualification (salinity, chlorophyll,...)**

**2 transects realized per month with 1 coordinated with CPR sampling**



# Schéma général d'installation



CAPTEUR DE PRESSION

CHLORO .TURBI .CDOM

Cuve de débullage

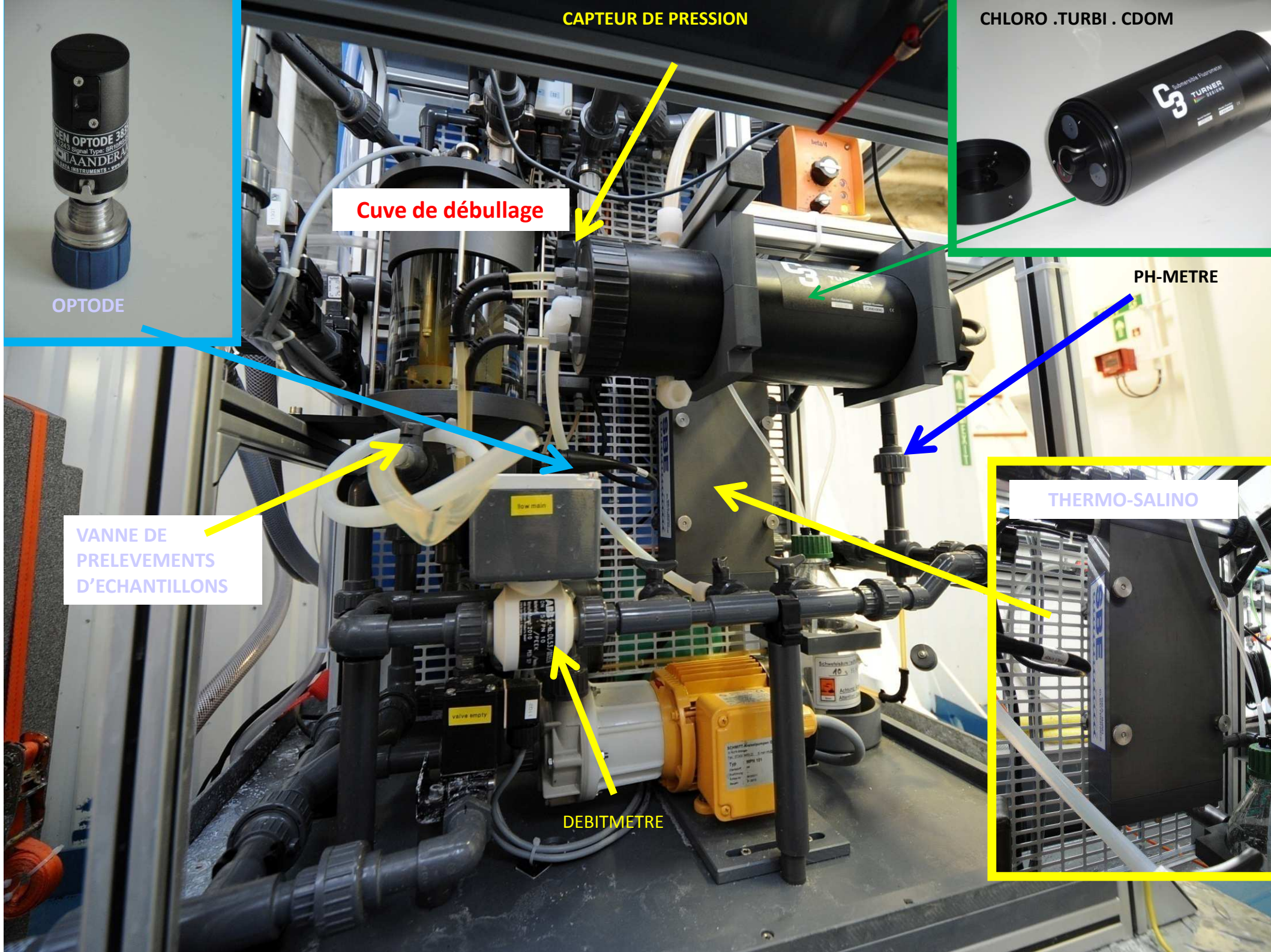
OPTODE

PH-METRE

VANNE DE  
PRELEVEMENTS  
D'ECHANTILLONS

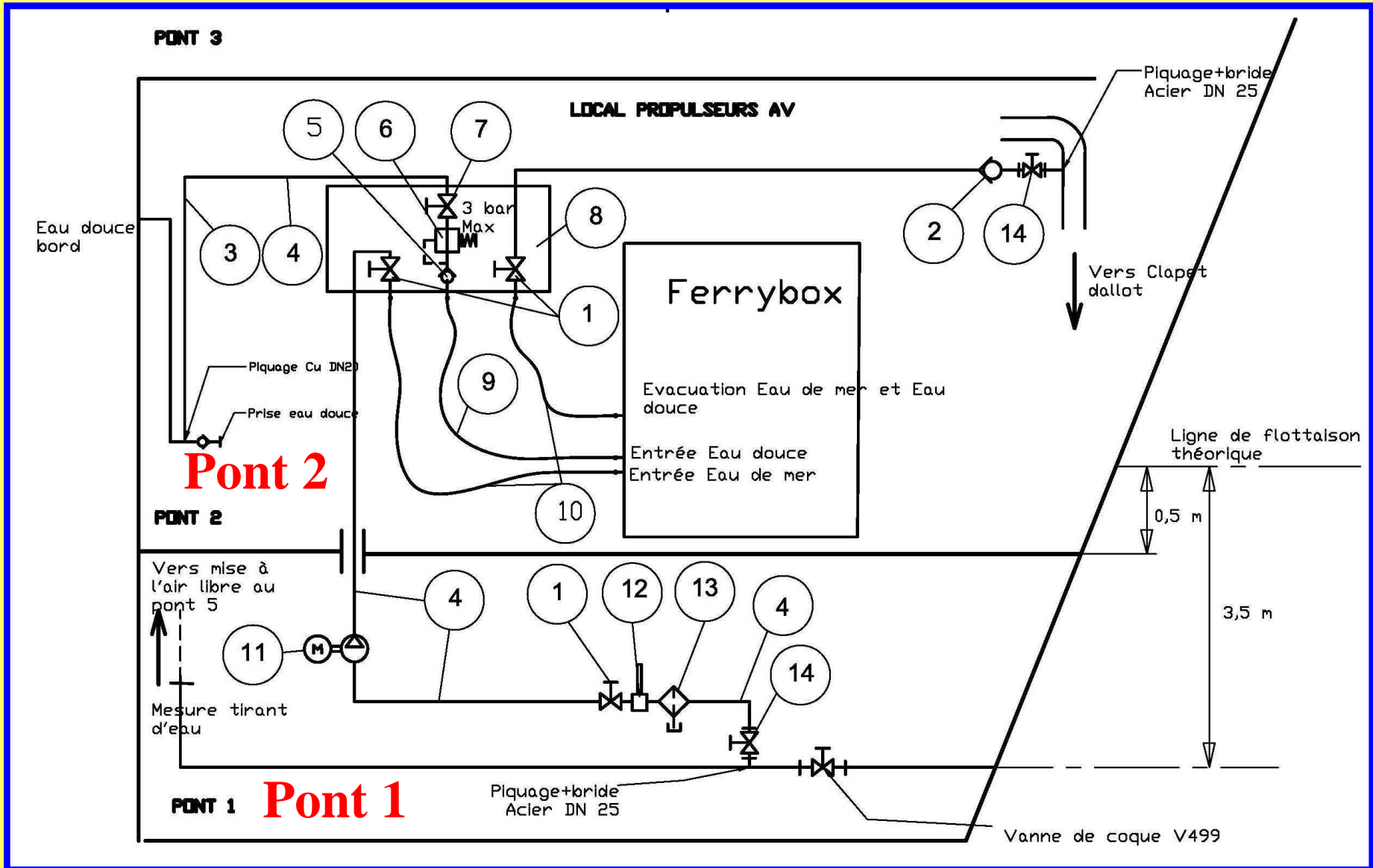
THERMO-SALINO

DEBITMETRE



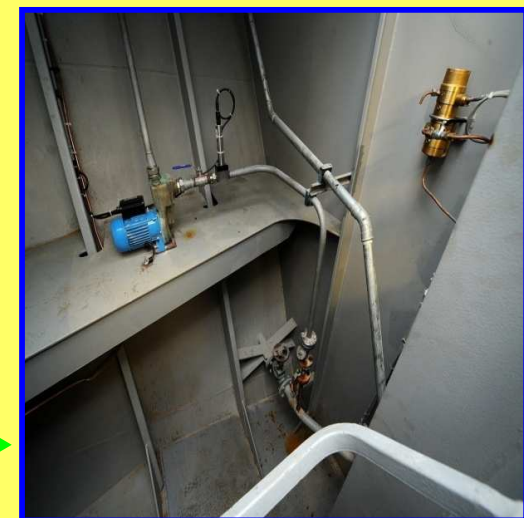
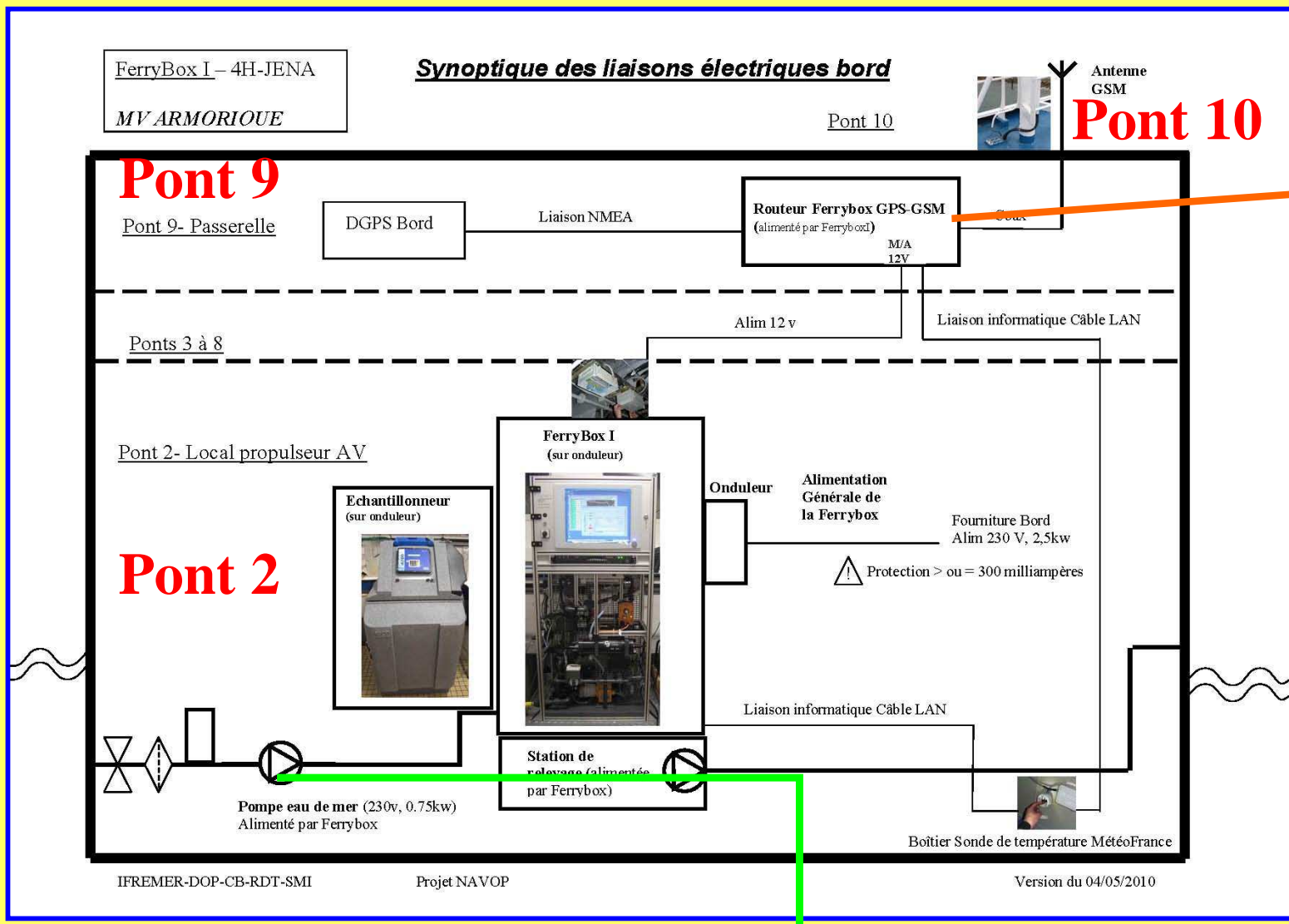
# Installation à bord de l'ARMORIQUE

## Schéma d'implantation hydraulique



# Installation à bord de l'ARMORIQUE

## Schéma des liaisons électriques à bord



# Transmission des données : GPRS (Pont 9 = Passerelle)

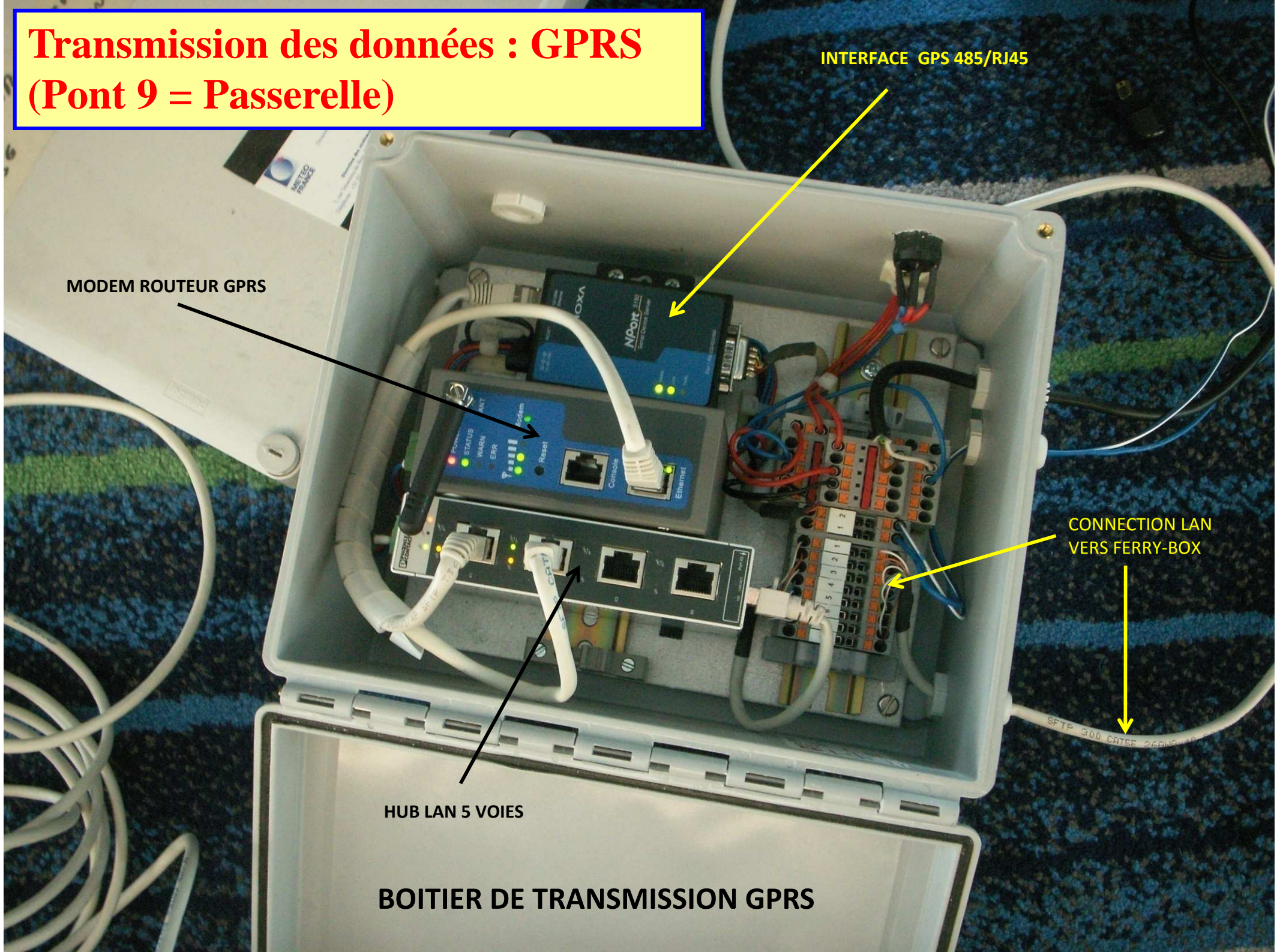
INTERFACE GPS 485/RJ45

MODEM ROUTEUR GPRS

CONNECTION LAN  
VERS FERRY-BOX

HUB LAN 5 VOIES

BOITIER DE TRANSMISSION GPRS





609 587 531 - TeamViewer

Processcontrol Ferrybox (c) -4H- JENA engineering GmbH ver.12.0.6.1 -2011

Control | Log and States

UTC Time  
07:42:30  
12/03/2012

**System On**

**4H-FerryBox**

Operate  
Standby  
Wash  
Service

Positioncontrol  
emergency stop  
EXIT  
JENA ENGINEERING

full  
half-full

pressure mbar  
0 100 200 300 400 500  
pressure mbar 264,44

flow in l/min  
0 10 20 30 40 50  
flow in l/min 23,78

flow main l/min  
0 2,5 5 7,5 10 12,5 15  
flow main l/min 7,55

process operate next process into 00:00:00  
step check pressure next step into 00:00:00  
condition pressure\_low >= 500.k.

washing cycles at: 0 : 0 0 : 0 0 : 0

system status

info  
error

canceled harbor Roscoff 003°57,742'W / 48°43,234'N

**Tableau de contrôle des paramètres techniques de la Ferry Box**

609 587 531 - TeamViewer

OnlineMeasData (c) -4H-JENA engineering GmbH version : 7.1.0.4 2011

FB status undefined INFO Write all sensor data write track file in 00:00:00

Show chart legend Sensor select

Sensor	Meas	Unit	Range	OK
Temperature_SBE4	17.68	°C		●
Conductivity_SBE4	0.03	S/m		●
Salinity_SBE45	0.19	psu		●
Sound_Velocity_SB	1475.24	m/s		●
Temperature_SBE3	13.40	°C		●
Oxygen	243.86	umol/l		●
Saturation	96.87	%		●
Temperature_Opto	15.42	°C		●
Turbidity	0.22	NTU		●
Fluorescence	0.00	µg/l		●
CDOM	2.79	ppb		●
Depth	0.00	m		●
Temperatur	15.86	°C		●
pH	7.39	pH		●
Temperature_pH	19.79	°C		●
flow_in	-0.80	l/min		●
flow_main	0.00	l/min		●
pressure	10.75	mbar		●
halffull	1.00	bool		●
full	1.00	bool		●
p_NIR	0.00	mbar		●

Temperature\_SBE38 13,40

SBE45\_A\_2\_Salinity\_SBE45 0,19

Turner\_C3\_A\_1\_Fluorescence 0,00

Optode\_A\_0\_Oxygen 243,84

Time

TeamViewer.com

Fonctions

Liste de sessions

681 924 768

# Écran de contrôle des paramètres mesurés de la Ferry Box

# Séries Temporelles d'Observation en Manche occidentale : le projet FerryBox

Description des systèmes de FerryBox déployés en Manche et golfe de Gascogne

Procédures d'étalonnage des capteurs et gestion des données

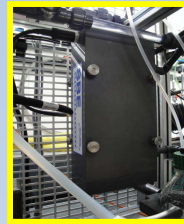
Exemple de résultat en Manche occidentale : mise en évidence d'un bloom de *Karenia mikimotoi*

# Étalonnage des capteurs de la FerryBox

→ Étalonnages effectués à partir des mesures acquises lors des traversées embarquées (toutes les 2 semaines).

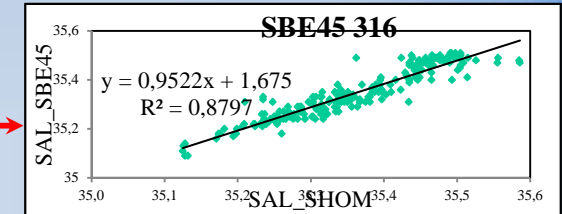
Thermo-salinomètre SeaBird SBE45

Valeurs correspondants à l'heure de fin de prélèvement



Salinités SHOM

Plot SAL\_SBE45 vs. SAL\_SHOM



SAL\_corrigée

Optode ANDERAA 3835

Valeurs notées sur la feuille de prélèvement (heure début)

Valeurs données pour une Salinité par défaut

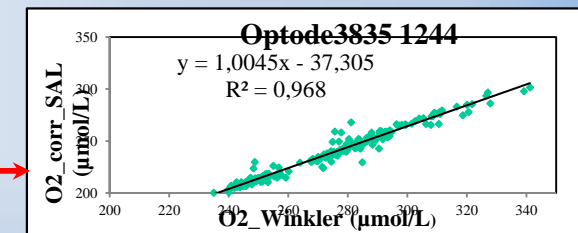
Correction des valeurs de O2/SAL\_corr avec coefficients b(0,1,2,3) et c0 fournis par ANDERAA

O2\_corr\_SAL



Mesures O<sub>2</sub> Winkler

Plot O2\_corr\_SAL vs. O2\_Winkler



O2\_corr\_Winkler

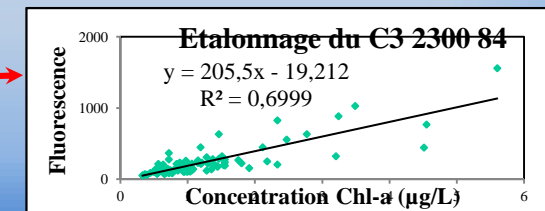
Fluorimètre Turner C3

Valeurs fin de prélèvement



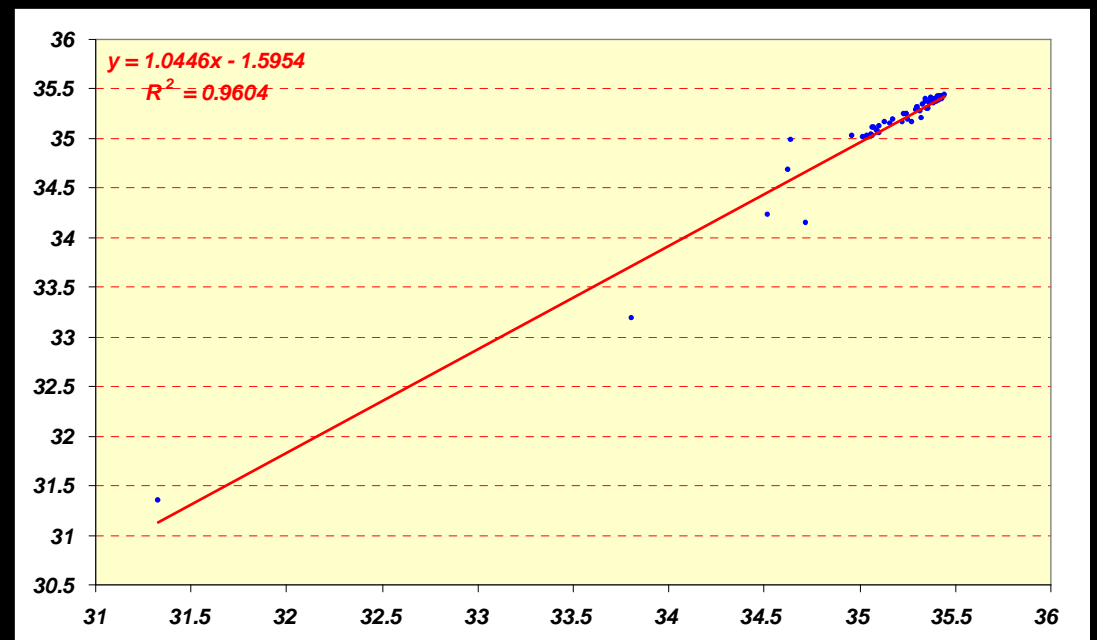
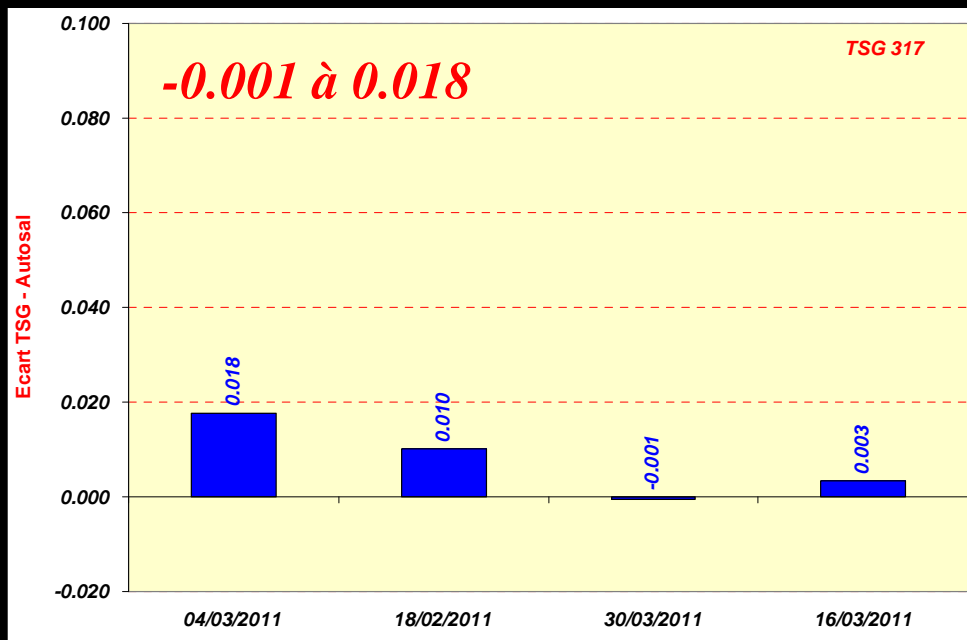
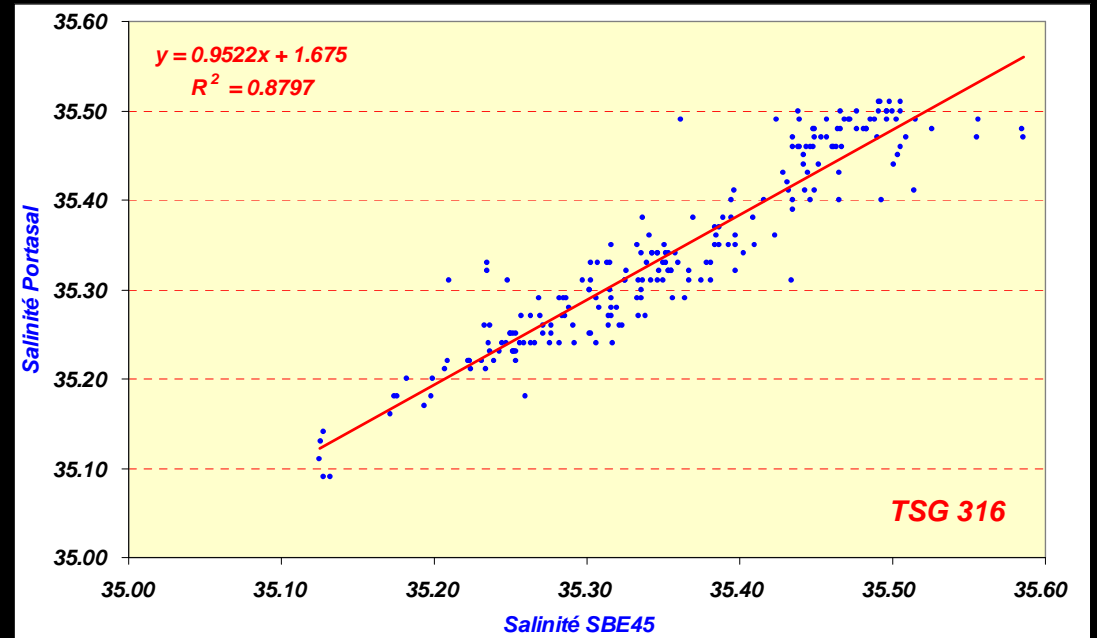
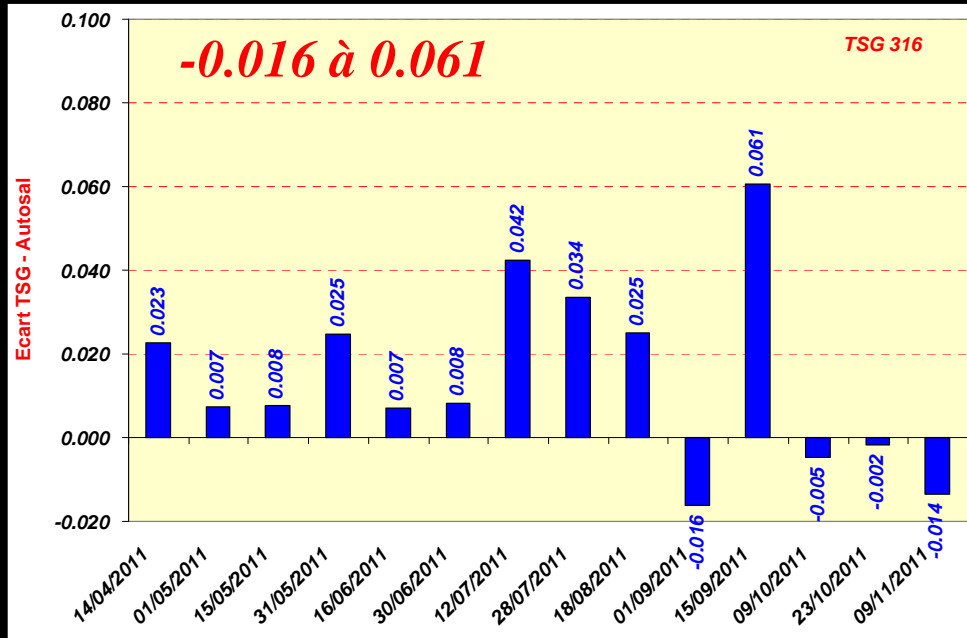
Mesures de concentrations en Chl-a

Plot Fluorescence vs. Chl-a conc.



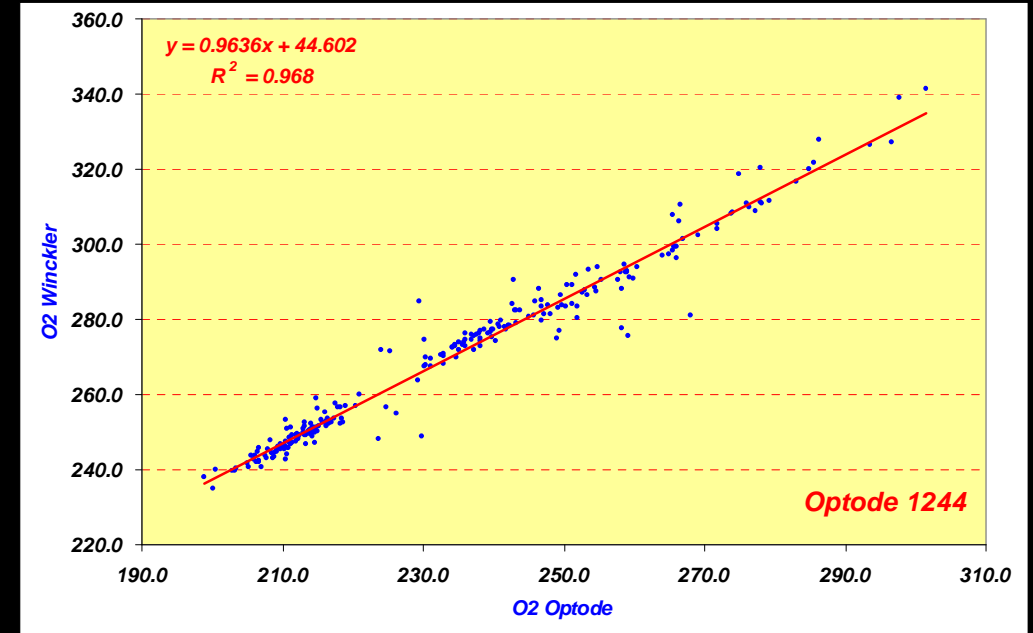
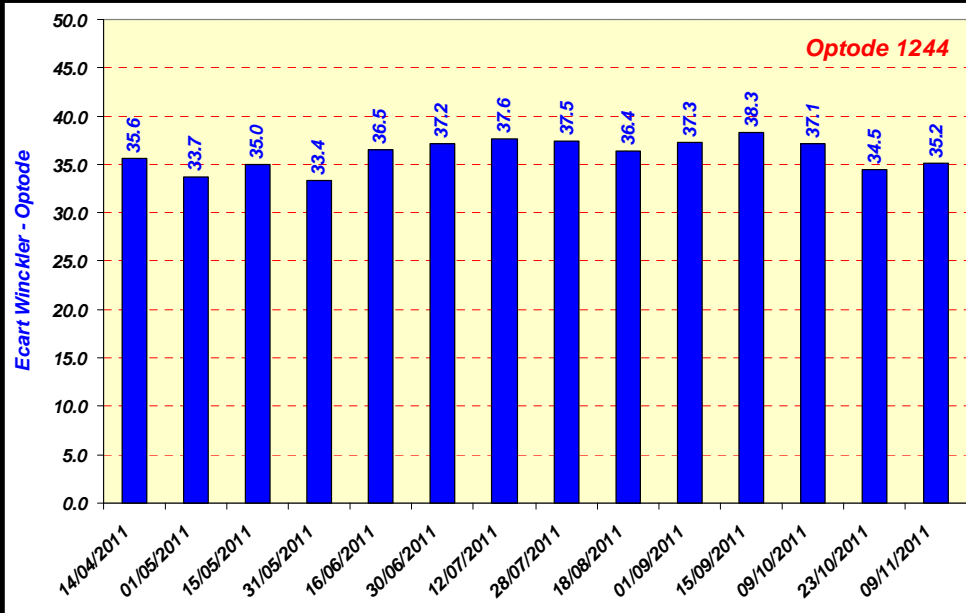
Chl-a\_FLUO

# Étalonnage Salinité (TSG vs mesures salinomètre) :

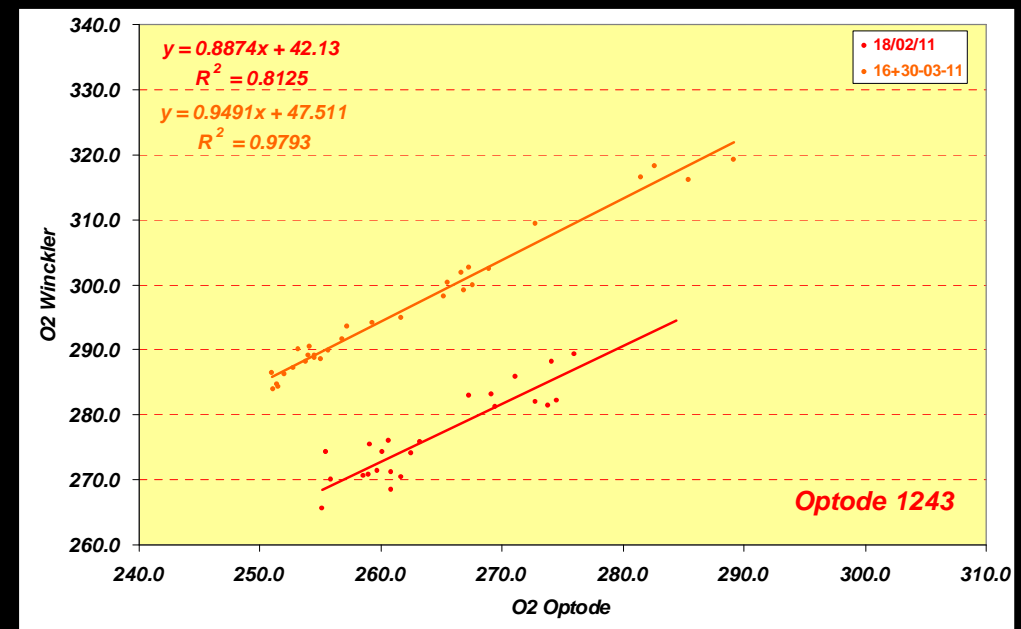
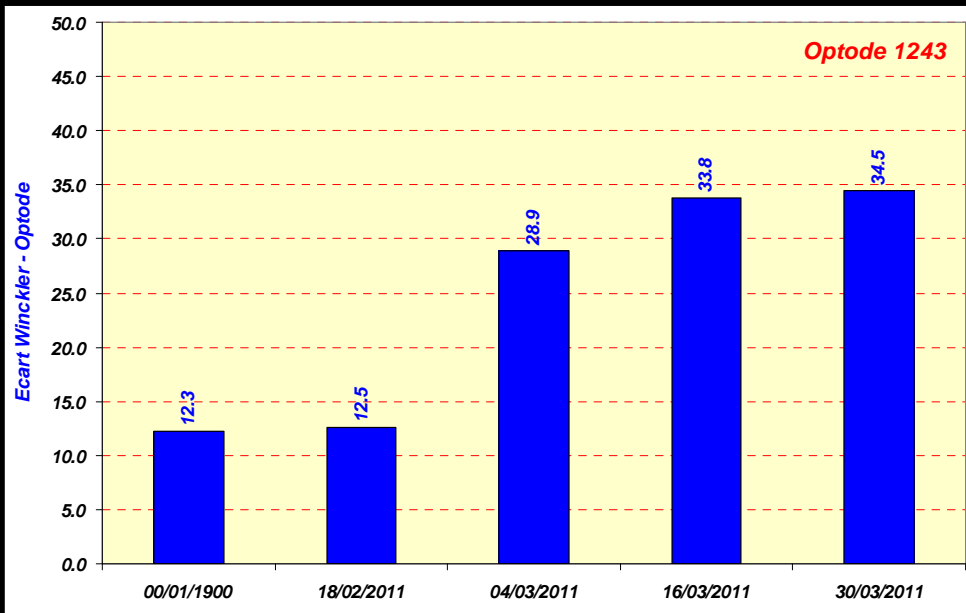


*Bonne précision des mesures TSG (meilleure que 0.05 PSU)*

# Étalonnage Oxygène (Optode vs mesures Winckler) :

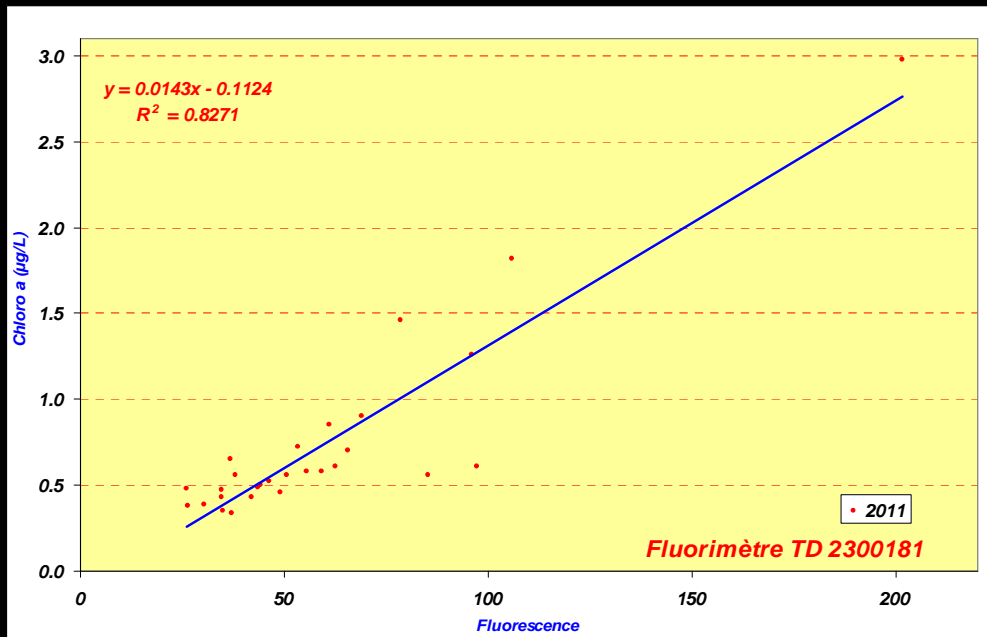
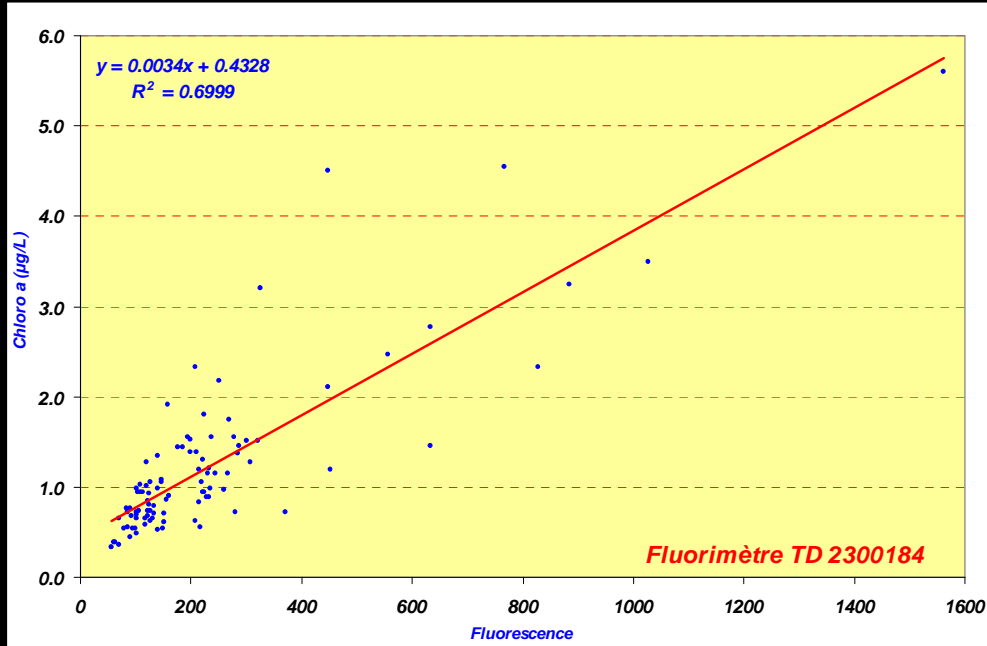


*Optode 1244 : Décalage constant de 35  $\mu$ mole/L = 1 correction*



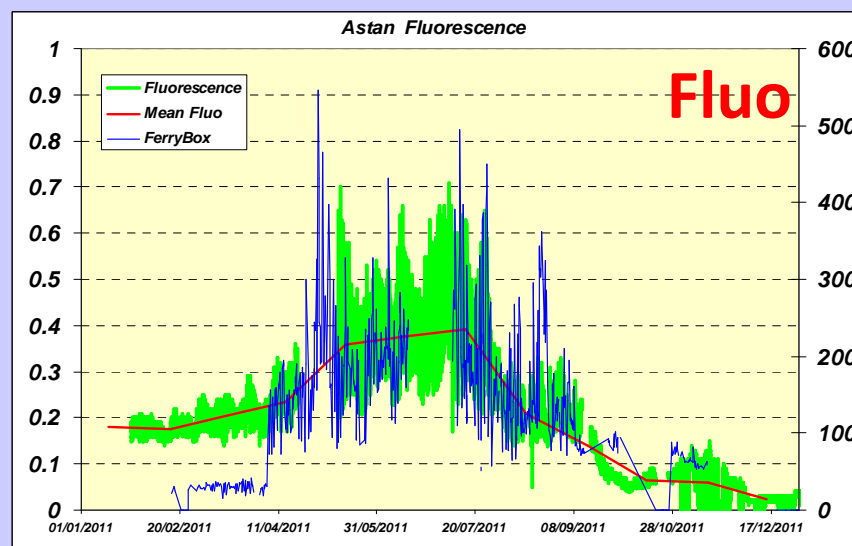
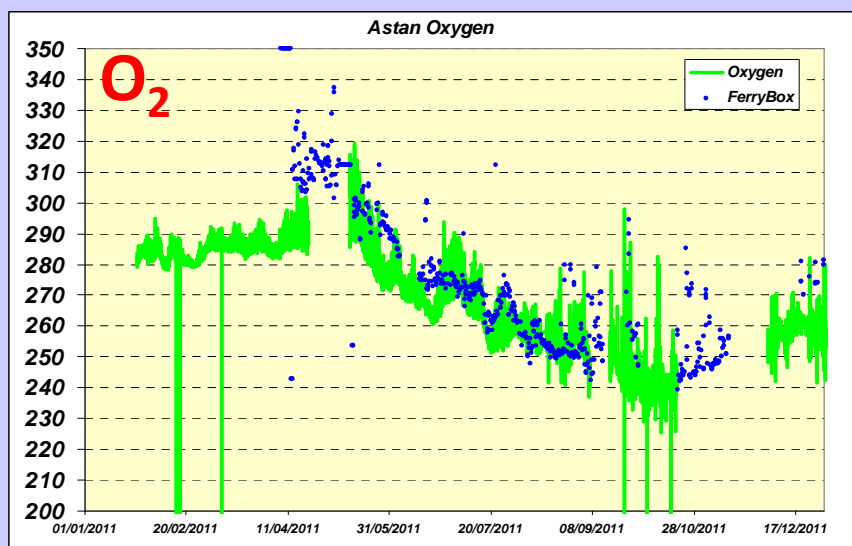
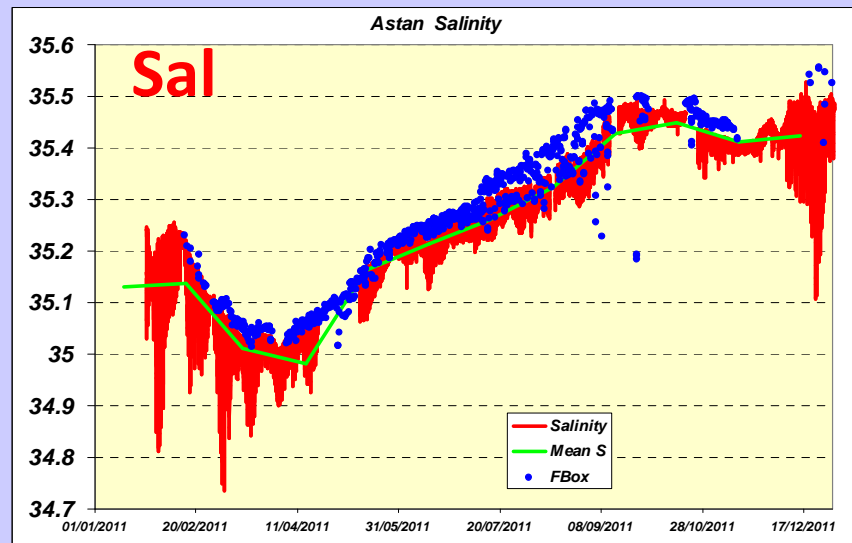
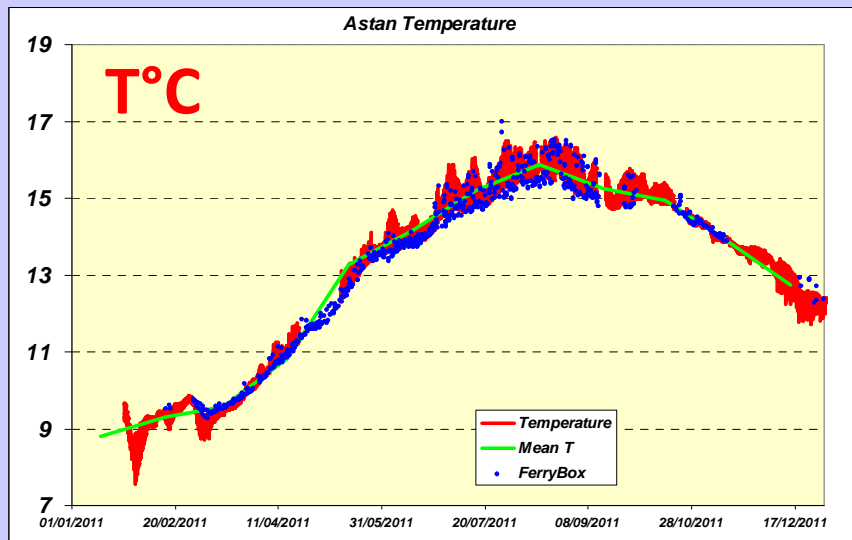
*Optode 1243 : Décalage variable = 2 corrections*

# Étalonnage Chlorophylle (Turner C3 vs mesures fluorimétrie) :



*Relativement bonnes  
corrélations entre mesures  
fluorescence in situ et  
mesures de chlorophylle a :  
 $R^2 > 0.70$*

# Comparaison Données ASTAN 2011 : Bouée vs Ferry Box



**Bonne adéquation entre les données bouée et ferry : bonne complémentarité entre la HF temporelle (bouée) et spatiale (ferry)**



# Gestion des données : Data Base and Website (abims.sb-roscoff.fr/hf)



## HF - High Frequency Data Repository - Campaigns

User

mhoebeke  
[Logout](#)

Devices

ASTAN  
Ferry Box Armorique  
Ferry Box Pont-Aven

List of measurement campaigns/tracks for Ferry Box Armorique

Filter Available Campaigns/Tracks

All  Period Last 30 Days  Date Range From:  To:

Show Only Valid Campaigns/Tracks

Redisplay

Campaigns/Tracks

Export Records of Selected Rows

69 items found, displaying 1 to 40. [First/Prev] 1, 2 [Next/Last]

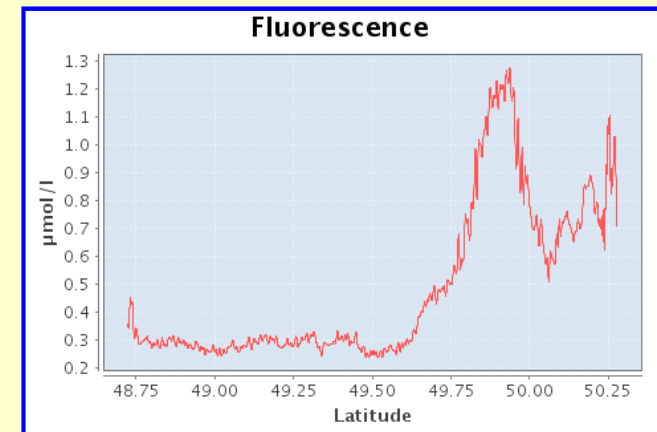
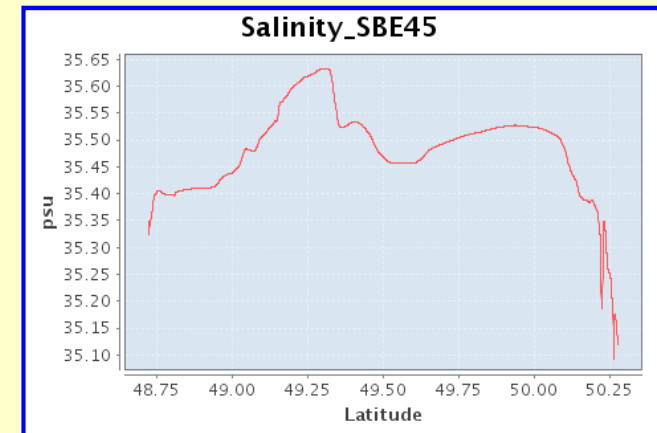
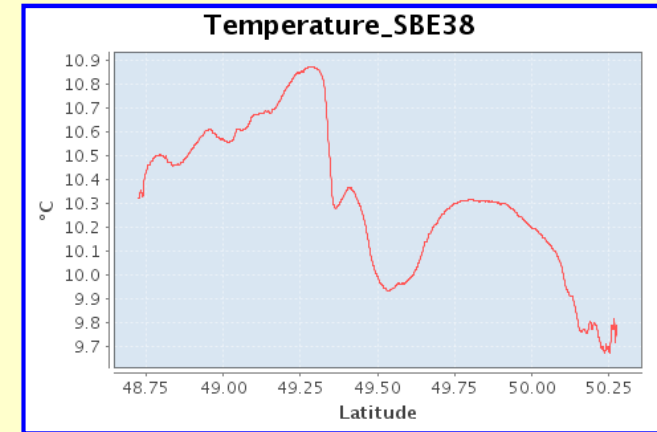
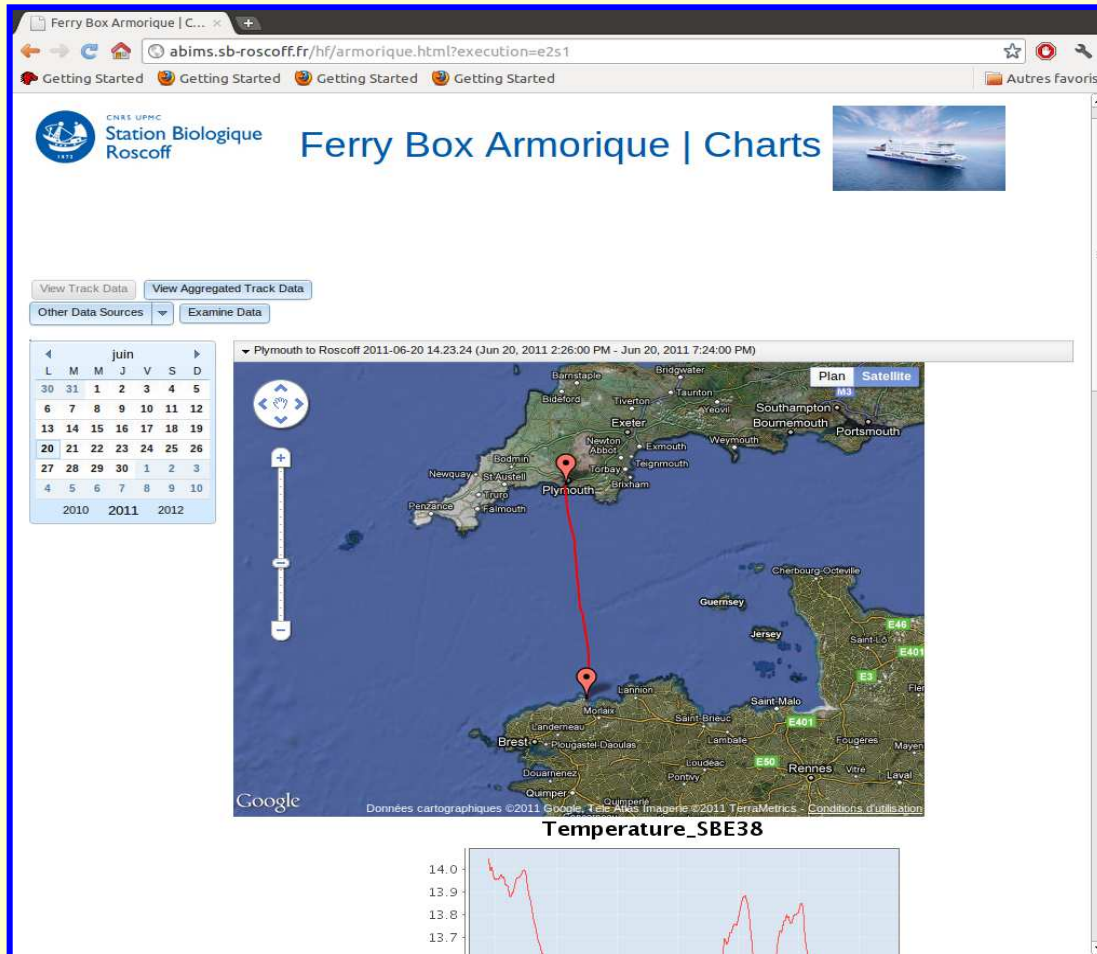
+/-	Name	Start Date	End Date	Charts
<input checked="" type="checkbox"/>	<a href="#">Plymouth to Roscoff</a>	2011-06-21 22:20:00.0	2011-06-22 05:05:00.0	
<input checked="" type="checkbox"/>	<a href="#">Roscoff to Plymouth</a>	2011-06-21 14:32:00.0	2011-06-21 14:32:00.0	
<input checked="" type="checkbox"/>	<a href="#">Plymouth to Roscoff</a>	2011-06-21 07:33:00.0	2011-06-21 12:43:00.0	
<input checked="" type="checkbox"/>	<a href="#">Roscoff to Plymouth</a>	2011-06-20 21:04:00.0	2011-06-21 05:10:00.0	
<input checked="" type="checkbox"/>	<a href="#">Plymouth to Roscoff</a>	2011-06-20 14:26:00.0	2011-06-20 19:24:00.0	
<input checked="" type="checkbox"/>	<a href="#">Roscoff to Plymouth</a>	2011-06-20 06:53:00.0	2011-06-20 12:09:00.0	
<input checked="" type="checkbox"/>	<a href="#">Plymouth to Roscoff</a>	2011-06-19 22:14:00.0	2011-06-20 04:44:00.0	
<input checked="" type="checkbox"/>	<a href="#">Roscoff to Plymouth</a>	2011-06-19 14:59:00.0	2011-06-19 20:08:00.0	

Data sources

Data transects

Graphiques

## Visualisation des routes des ferries



Visualisation de l'évolution spatiale des variables de surface sur les sections

# Gestion des données : Transmission des données Temps Réel vers l'océanographie opérationnelle (Coriolis Data Center)

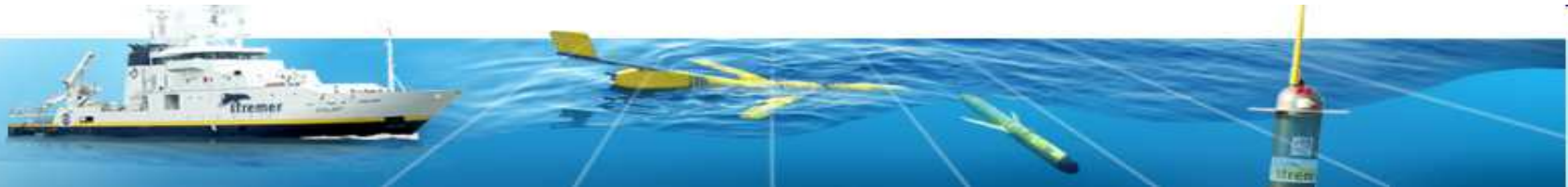
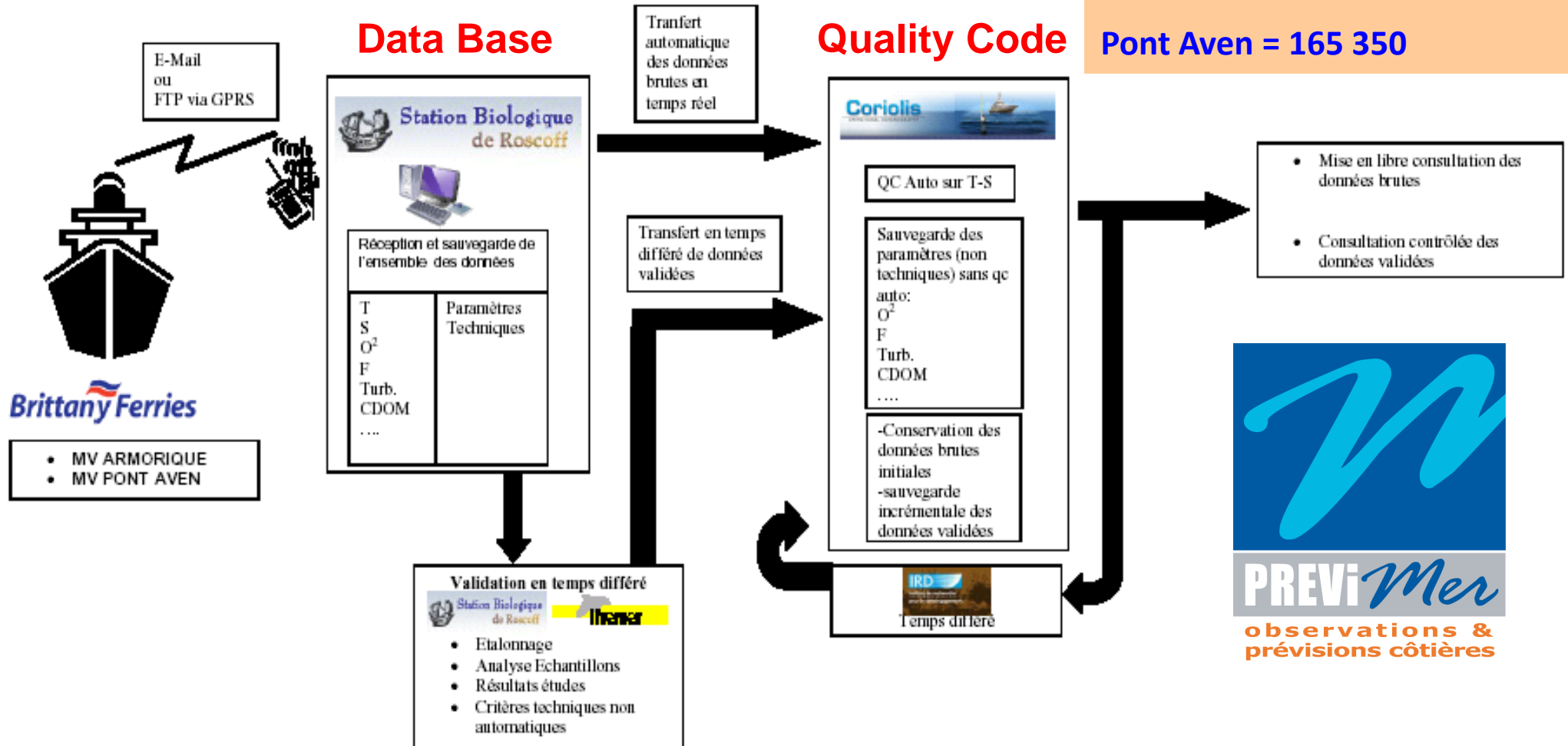
Ferrybox sur MV ARMORIQUE et PONT AVEN

## Synoptique de la gestion des données

Données transmises en 2011 :

Armorique= 204 614

Pont Aven = 165 350

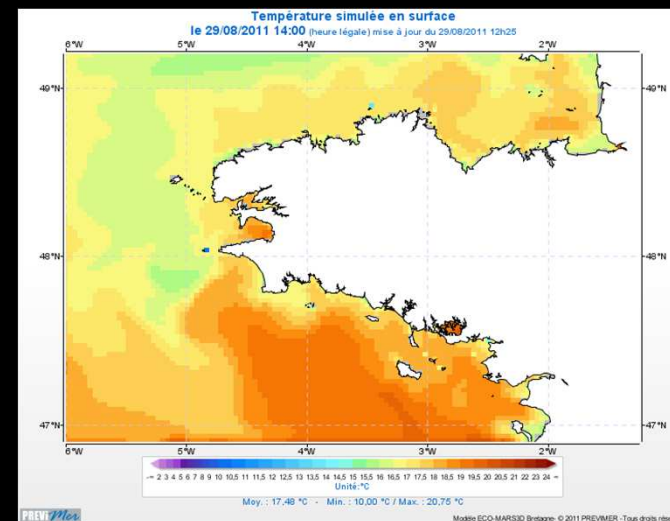
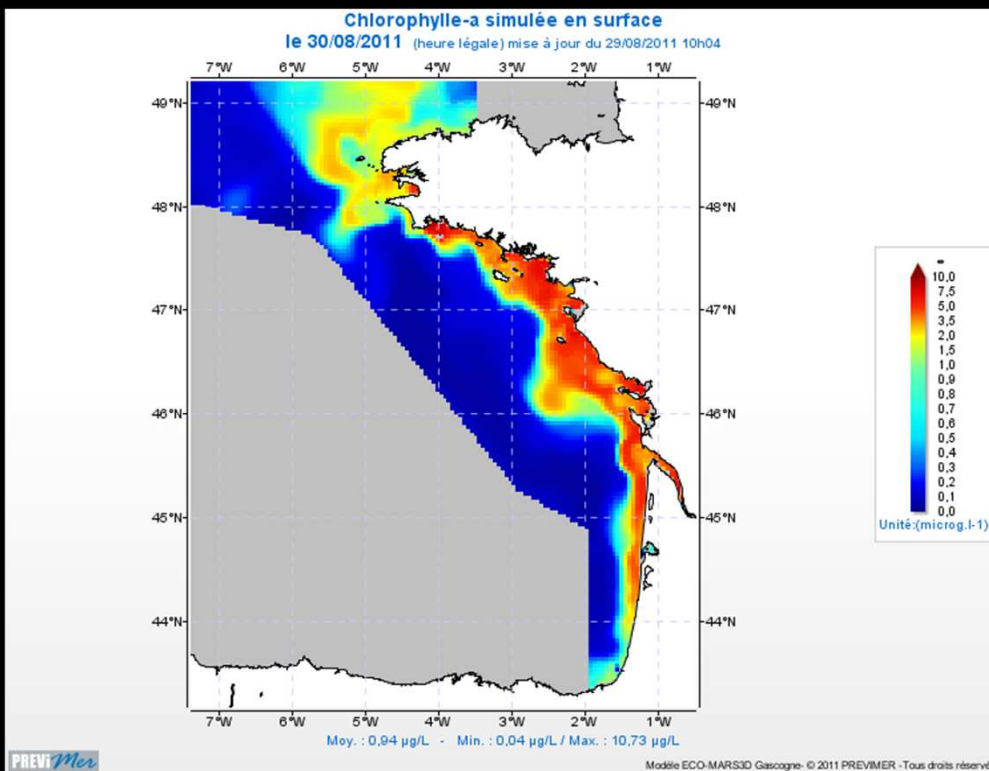
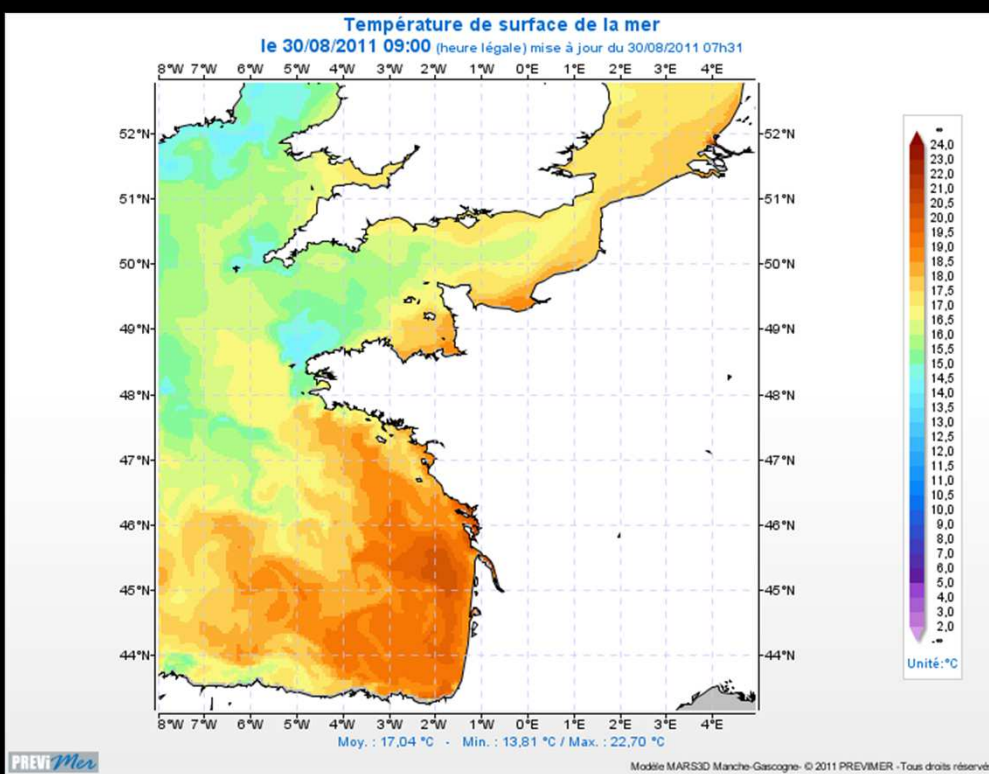


# Objective :

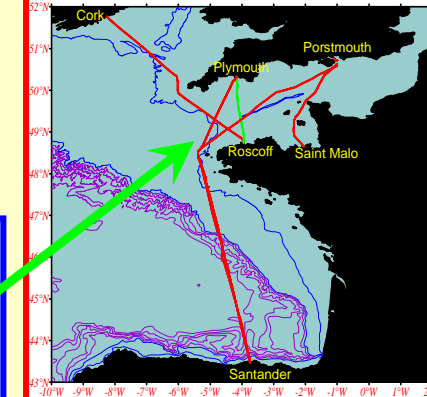
## Data assimilation in models for coastal prevision

### Exemples :

Prediction of the surface temperatures and chlorophyll a fields in the bay of Biscay and around Brittany for 30 August 2011



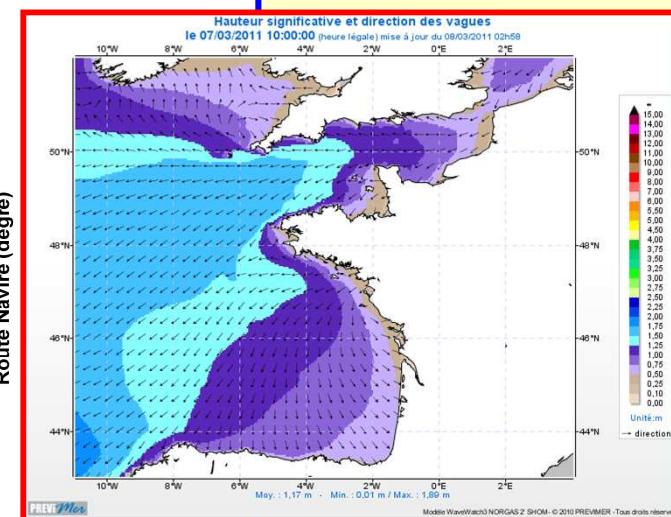
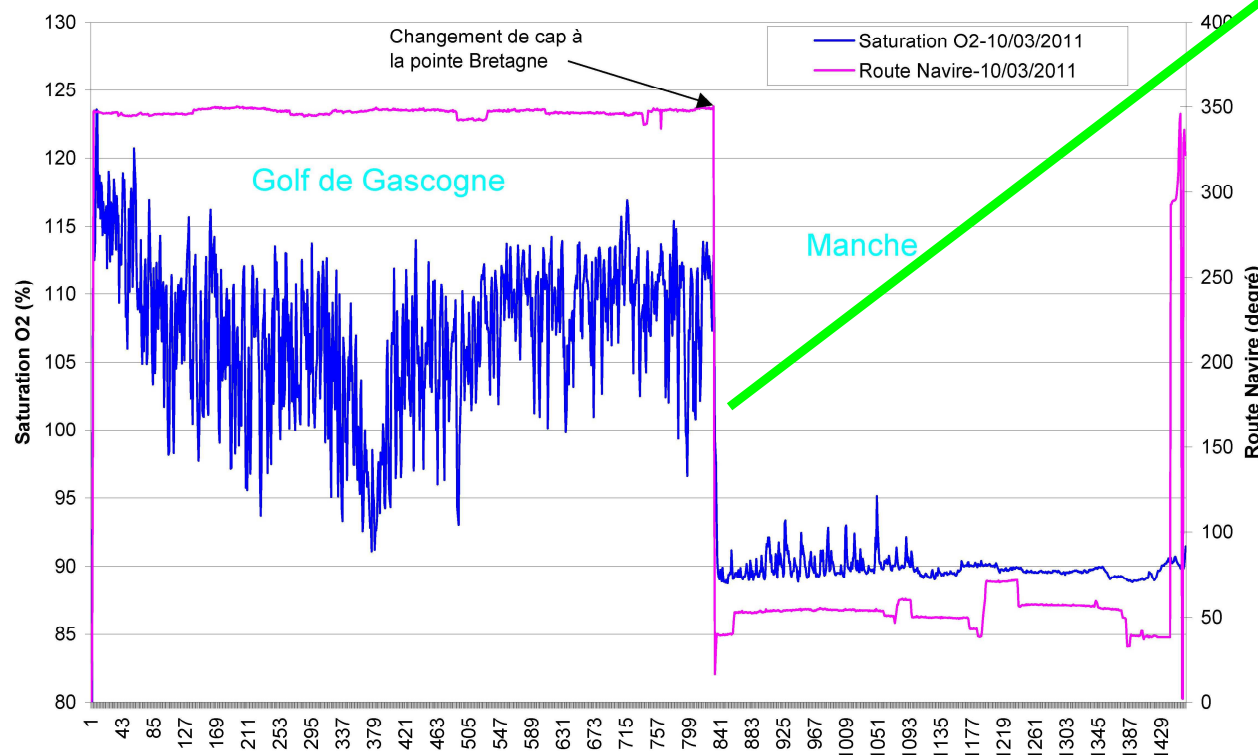
# Exemple de Problèmes rencontrés : Bulles d'air lors de mauvaises conditions de mer



Ifremer

Ferrybox Pont-Aven

Mise en évidence de l'aération de la prise d'eau sur le trajet Santander - Portsmouth



Hauteur et direction de la houle (bleu = 1.5 à 2m)

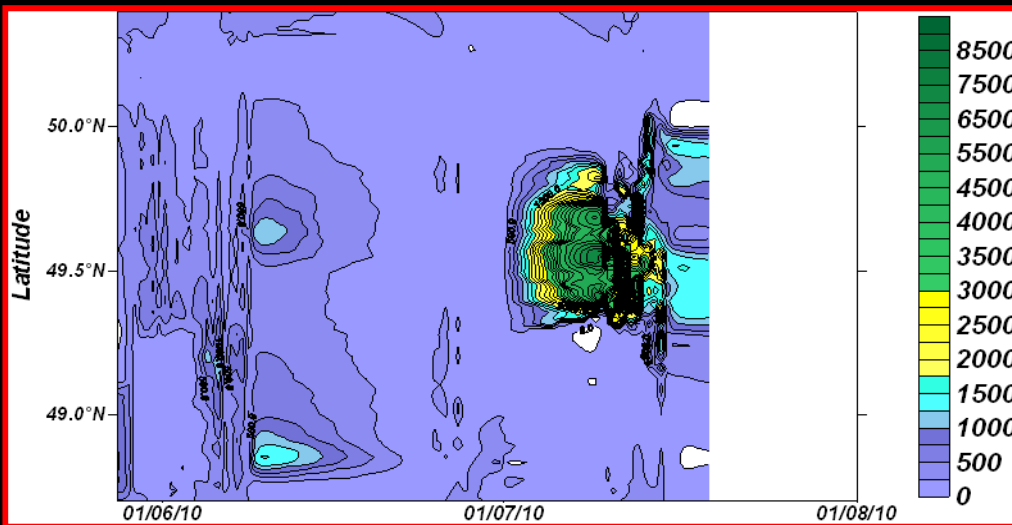
Solution apportée : prise d'eau plus profonde

# Séries Temporelles d'Observation en Manche occidentale : le projet FerryBox

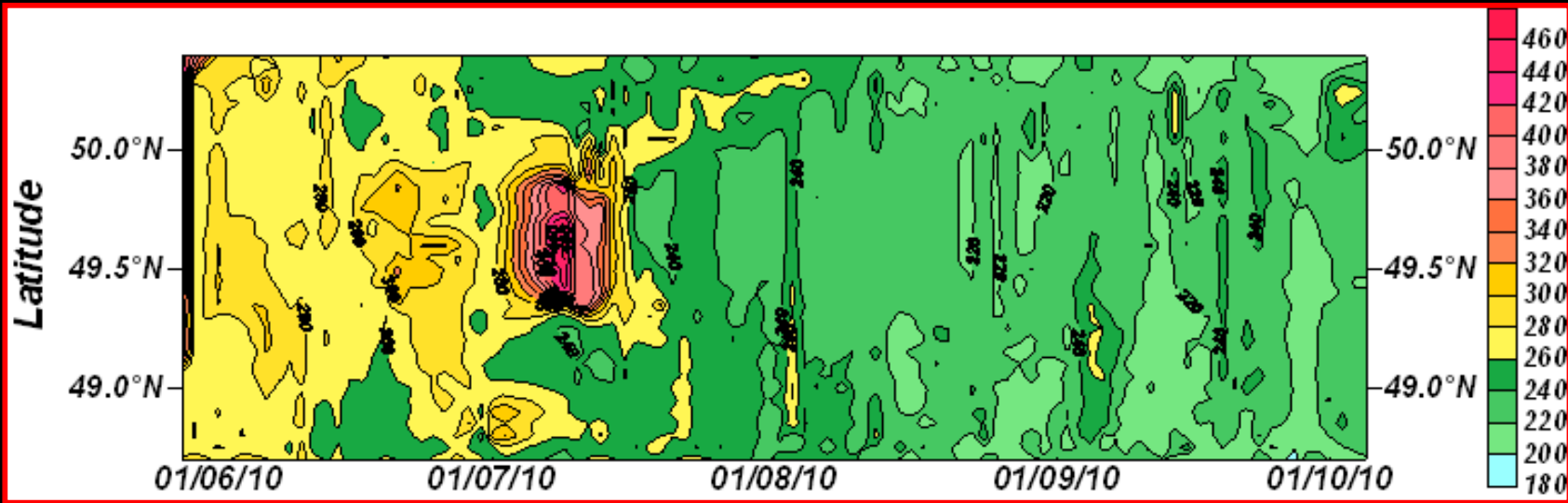
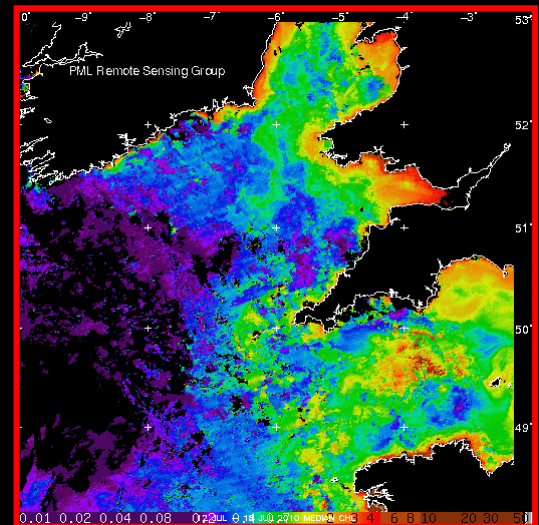
Description des systèmes de FerryBox déployés en Manche et golfe de Gascogne

Procédures d'étalonnage des capteurs et gestion des données

Exemple de résultats en Manche occidentale : mise en évidence d'un bloom de *Karenia mikimotoi*

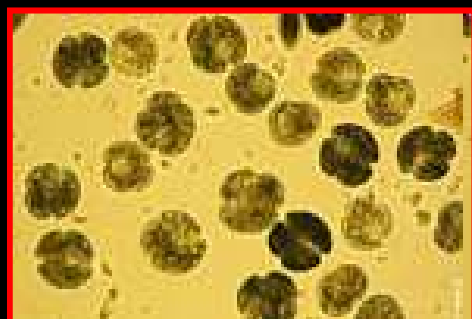


Fluorescence

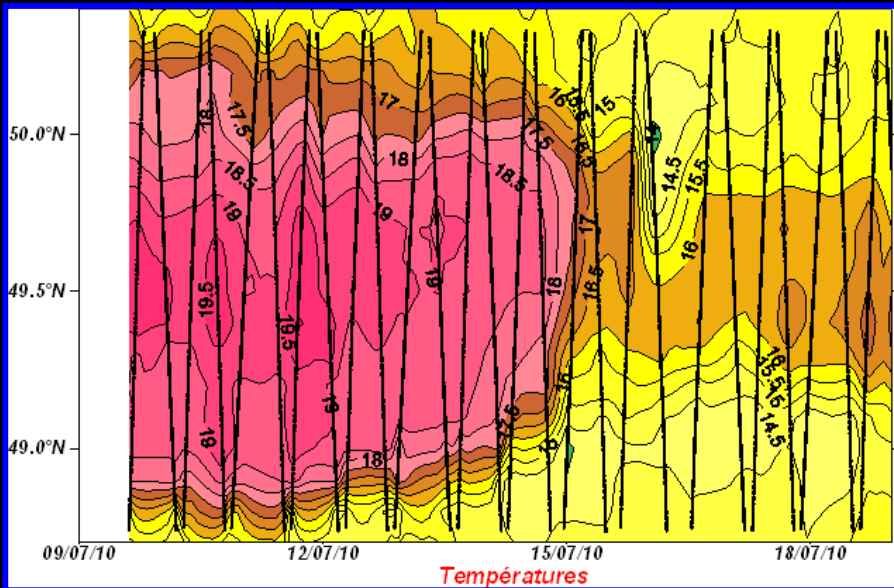


Oxygen

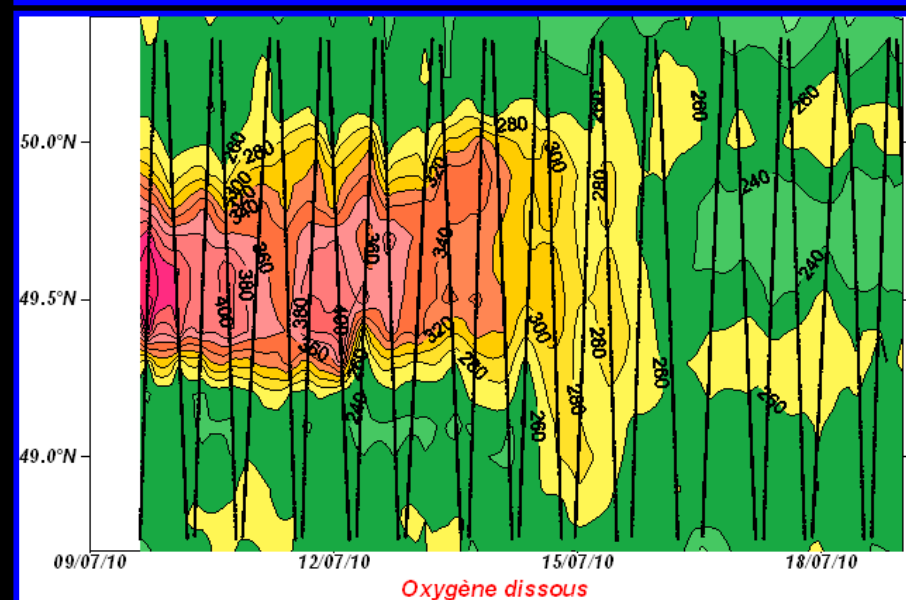
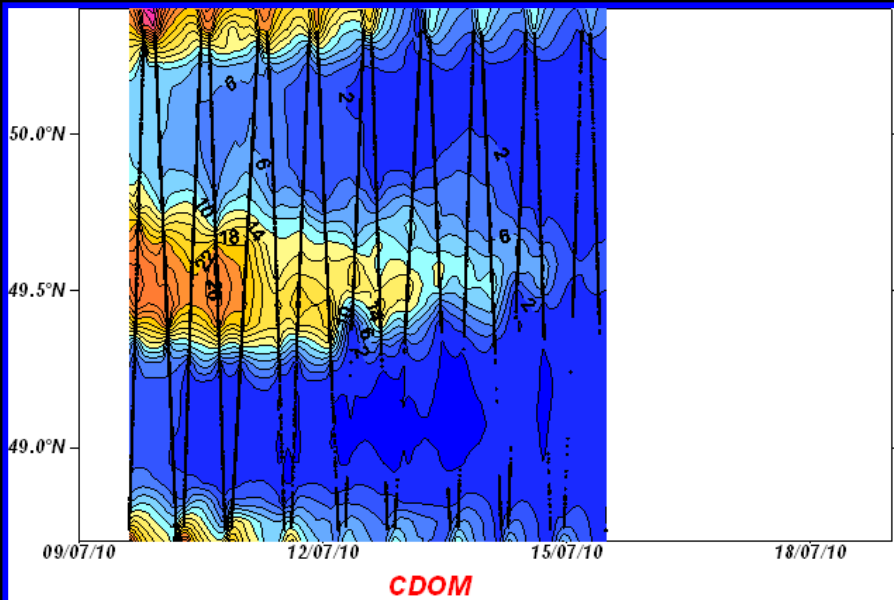
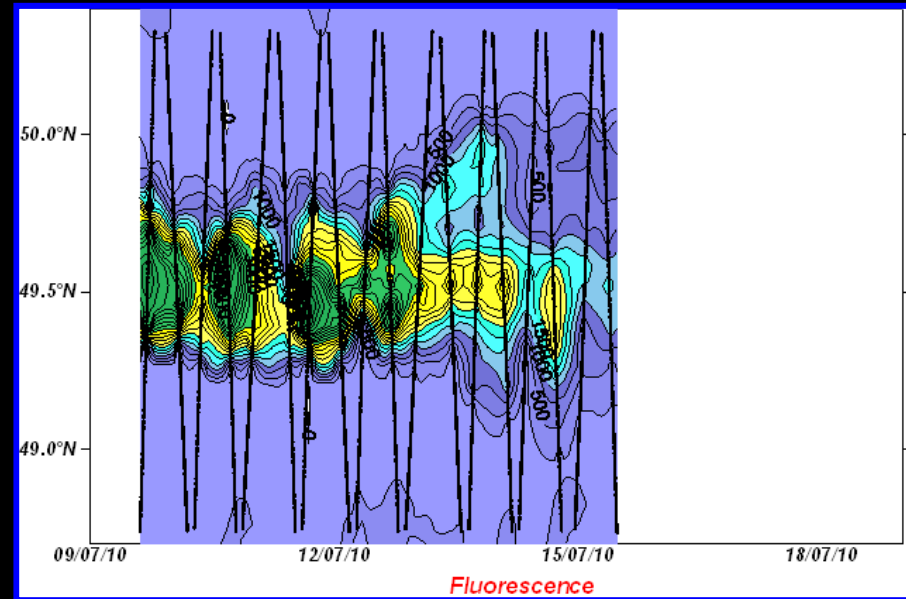
Fluorescence maximum in early July (*bloom of the dinoflagellate Karenia mikimotoi*) associated to the temperature maximum  
 Maximum of concentrations in dissolved oxygen associated to the fluorescence maximum



## Temperature



## Fluorescence



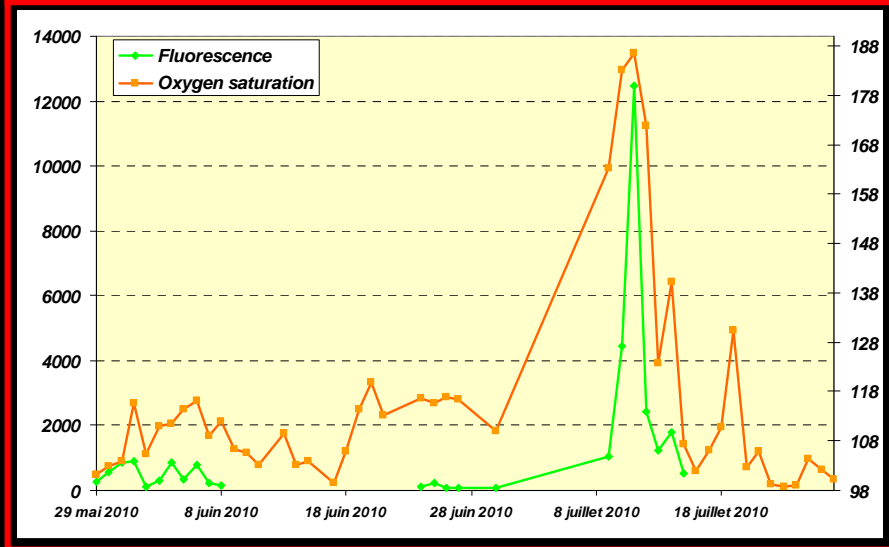
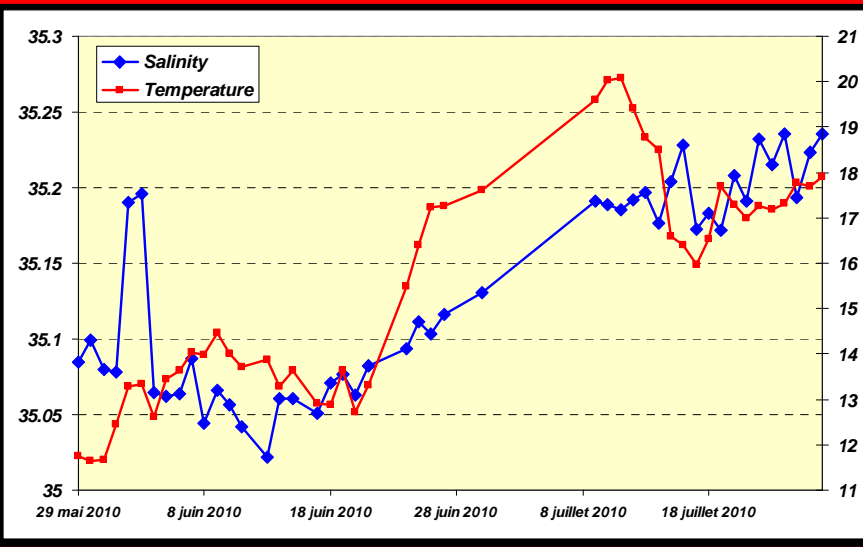
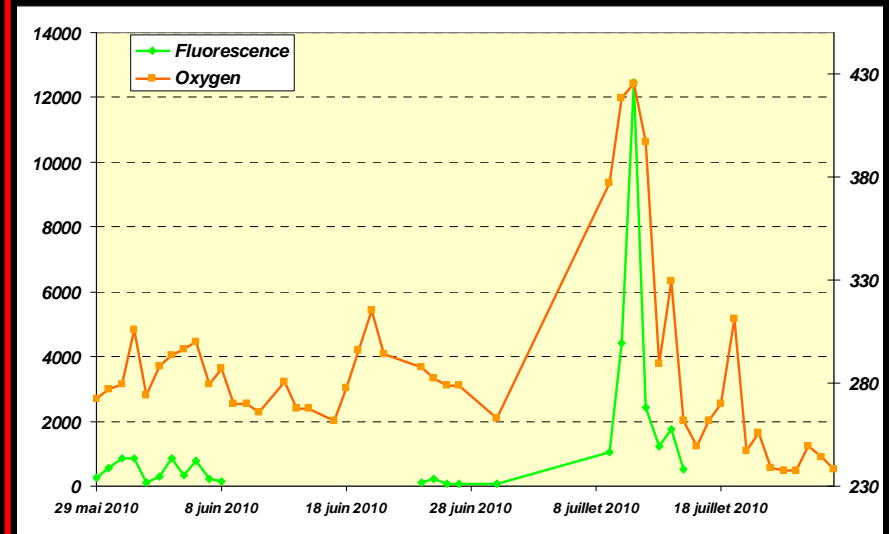
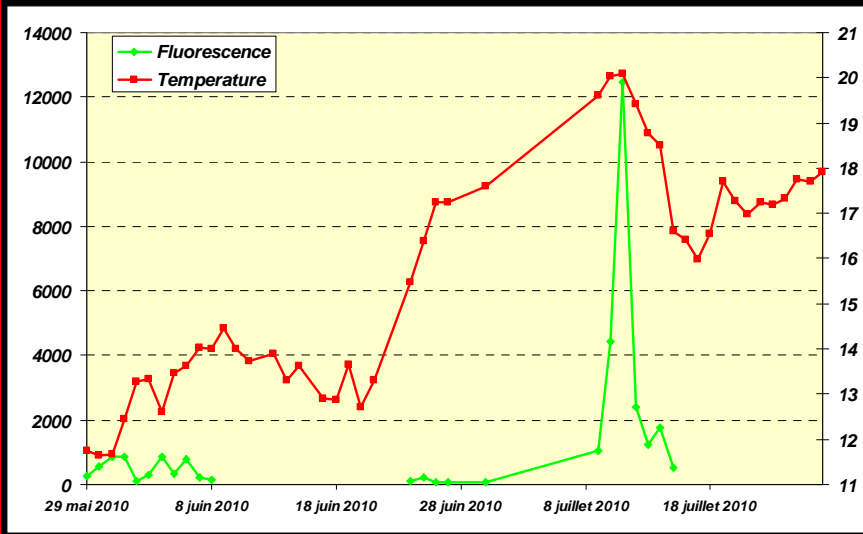
## CDOM

## Dissolved Oxygen

Access to the *daily variability* with High Frequency measurements

Maximum in fluorescence well correlated with high concentrations in CDOM and dissolved oxygen

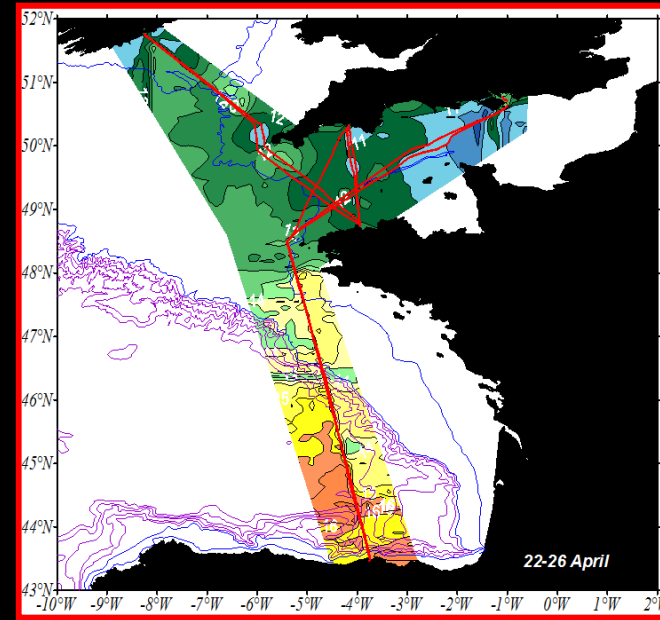
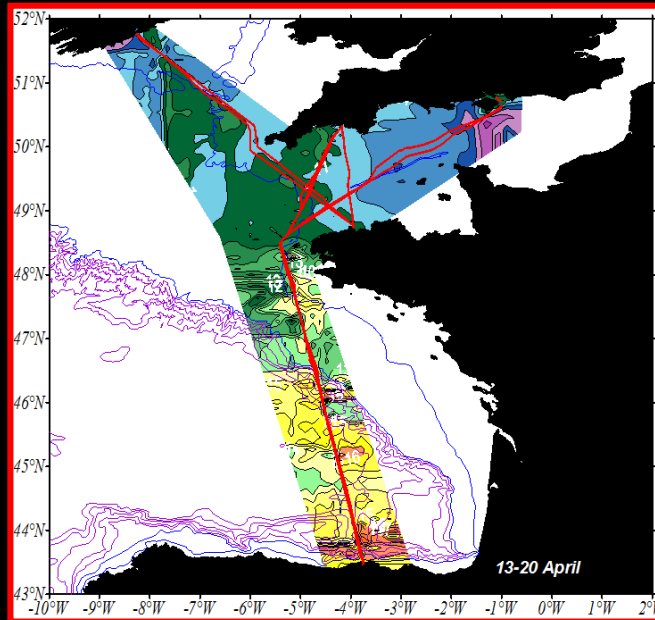
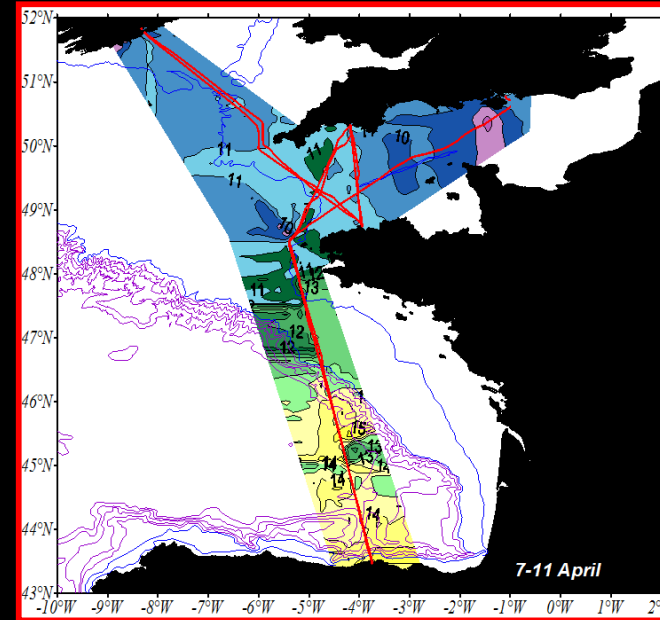
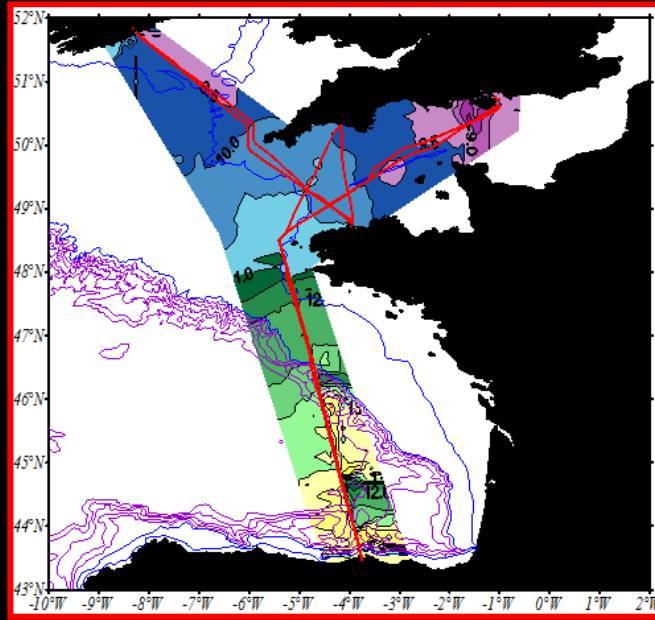




## Série temporelle au maximum de concentrations de *Karenia mikimotoi* à 49°30N :

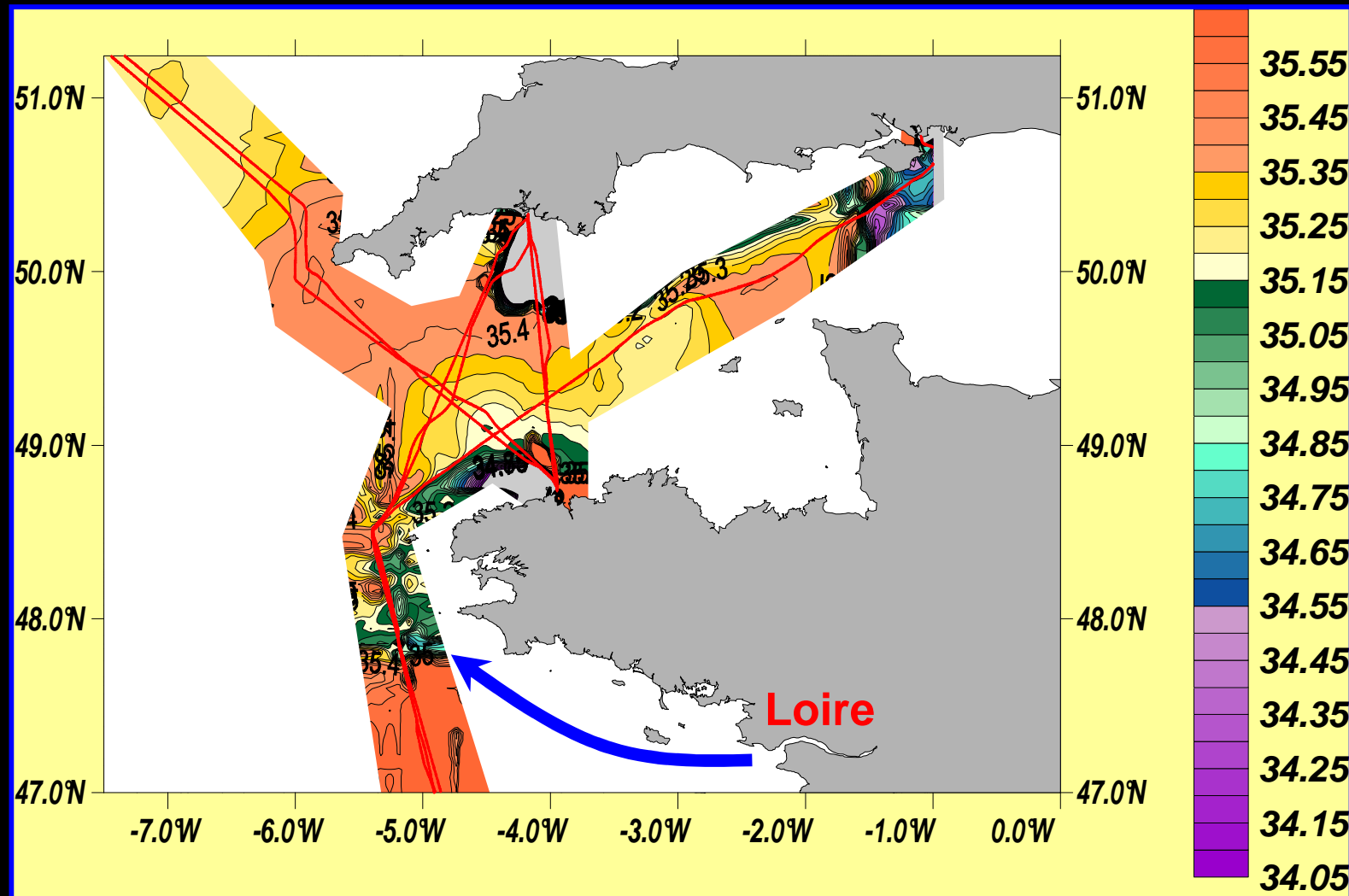
- Présence d'un bloom associé à un maximum de température suite à une élévation rapide des températures (+0.35°C/jour)
- Bloom associé à un important maximum en oxygène dissous (180% saturation)
- Décroissance rapide du bloom associé à une baisse importante de températures (-3.5°C en 4 jours, -0.87°C/jour)

# Examples of spatial coverage obtained during four consecutive weeks in April 2011



**Most important heating observed in the southern part of the bay of Biscay and in the Celtic Sea**

# Sea Surface Salinity in the Western Channel (1-6 April 2011)



**Presence of relatively low salinity waters off the west and north coast of Brittany :**

**Data from the different sections will give access to the spatial extension of the Loire river influence**

## Résumé et conclusion :

- Mise en place de **systèmes de mesures multiparamétriques automatisées à haute fréquence spatio-temporelle** en Manche occidentale et golfe de Gascogne
- Nécessité **d'étalonner régulièrement** les capteurs
- Nécessité d'un **suivi régulier** pour un maintien opérationnel du système
- Mise à disposition de données de surface pour **l'Océanographie Opérationnelle** (Coriolis, MyOcean, Previmer, Mercator, ...)
- Étude de **processus océanographiques** (blooms de phytoplancton toxique extension des eaux de la Loire, ...)

## Perspectives :

### **Installation de nouveaux capteurs :**

- pCO<sub>2</sub> Contros
- Fluorimètre spectral (classes de phytoplancton)
- **Couplage mesures ferry box et mesures satellite visible**  
(projet ANR Saphyre)

*Merci*

