

# SOCLIM / INTECHMER



National Institute of sciences and marine technicals



**FONDATION  
BNP PARIBAS**



Past students :

Mathieu Ardyna

Audrey Guéneuguès

Rémi Laxenaire



2 > 3 school years

Teachers team:

Isabelle Poirier,

Regis Gallon and

Claire Marion

Presentation of the project, with Remy Laxenaire, september 2016



**Collect new datas  
About Austral Ocean  
in the climatic change  
context**

**Outreach about Austral  
Ocean & it's link with the  
climate**

# Presentation of the project, with Remy Laxenaire, september 2016



Central theme:  
All the students  
1<sup>st</sup> to 3<sup>rd</sup> school years

# Introduction : les balises

## L'Archimède

Archimède  
Adopt a float

Project : Adopt a float  
Deployment : Invalid Date  
Life time : 92 days  
Cycles : 56

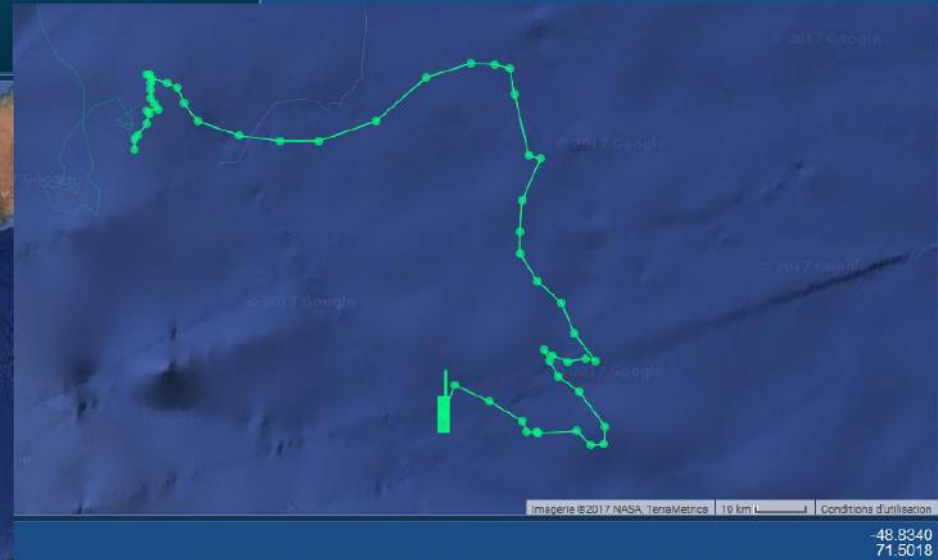
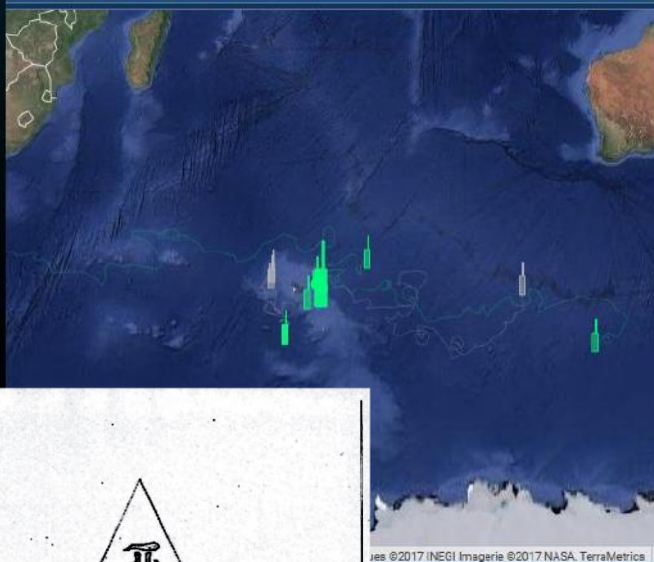
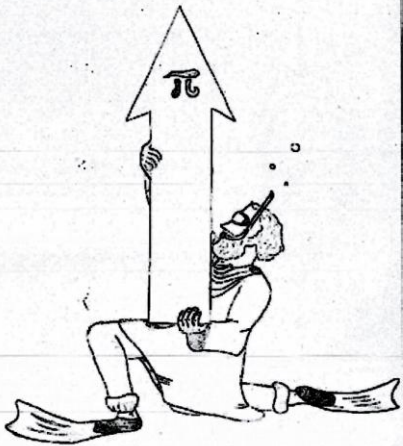


Fig.1: Géolocalisation de la balise Archimède (Bachelor),  
du site <http://www.monoceanetmoi.com/>

Bachelor Oceanographer - prospector



# Introduction : les balises

## Le Captain' Crab

Adopt a float CAP\_TAIN\_CRAB

**Project :** Adopt a float  
**Deployment :** Invalid Date  
**Life time :** 89 days  
**Cycles :** 53

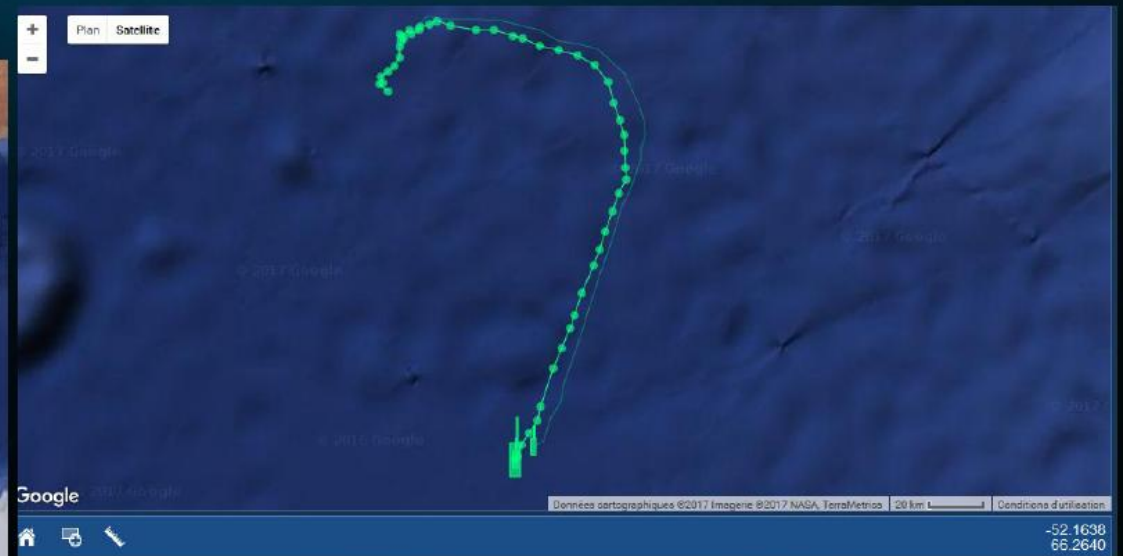
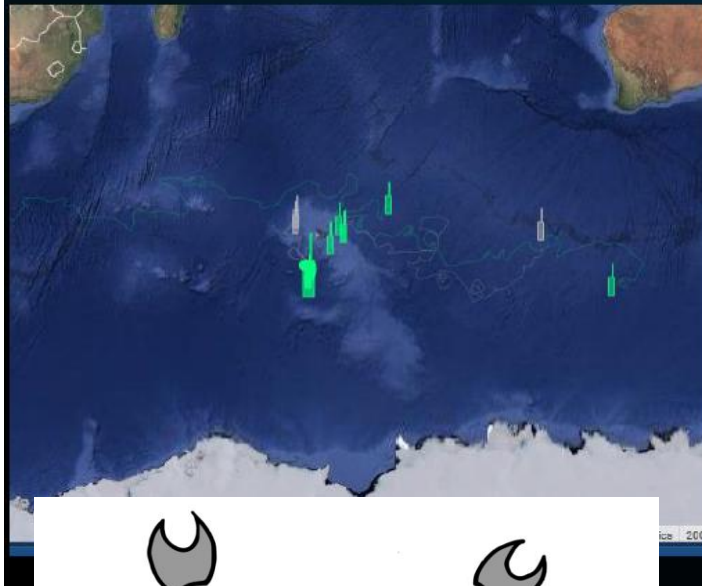
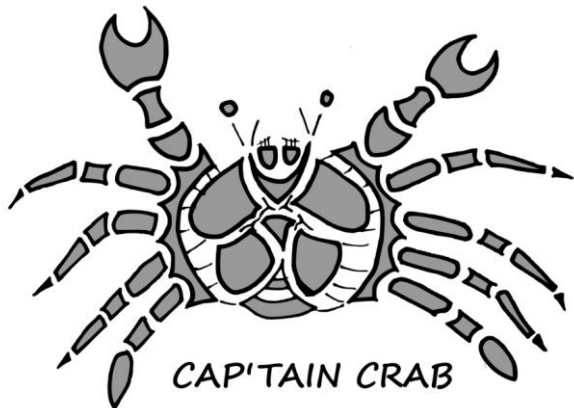


Fig.2: Géolocalisation de la balise Cap'tain crab (CT.PVRM), du site <http://www.monoceanetmoi.com/>



Production & valorisation of marine ressources

# Introduction : les balises

## The Chicken Surfer

The\_CHICKEN\_SURFER  
Adopt a float

**Project :** Adopt a float  
**Deployment :** Invalid Date  
**Life time :** 90 days  
**Cycles :** 54

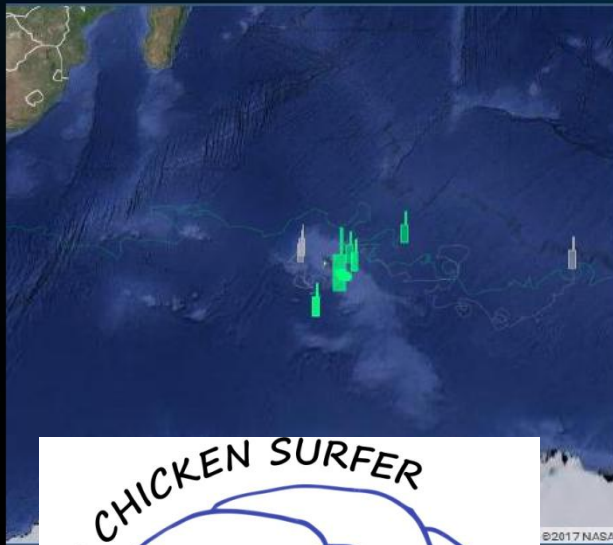
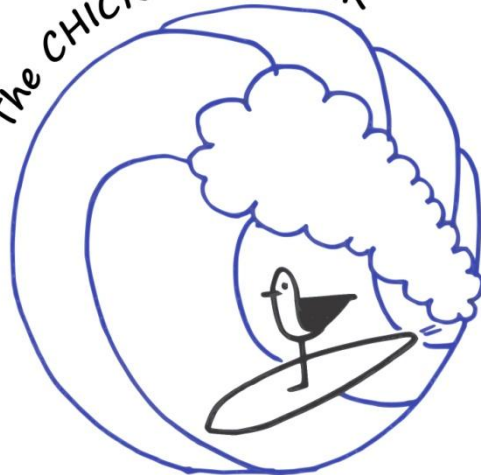


Fig.3: Géolocalisation de la balise The chicken surfer (CT.GEM), du site <http://www.monoceanetmoi.com/>

The CHICKEN SURFER



Genus of marine environment

« Hot spots » biologiques dans l'océan Austral :

Le mécanisme de l'effet d'île

LEMAITRE Thomas - promotion George Beuchat (2015-2018), Cadre Technique Génie de l'Environnement Marin, INTECHMER.

L'océan Austral

- Longueur : 20 000 km
- Largeur : 400 à 1000 km
- Profondeur : jusqu'à 4000 m
- Débit : 140 millions de m<sup>3</sup>/s
- Océan annulaire : Couvant du Circumpolaire Antarctique
- Moteur de la circulation thermo-haline mondiale
- Région extrêmement rude



Figure 1 : Schéma de l'Antarctique, l'océan Austral et le courant du Circumpolaire

Les études

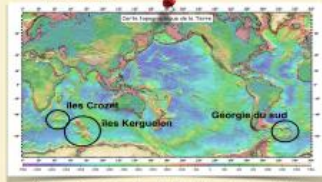


Figure 2 : positions géographiques des îles étudiées ayant un impact notable sur les formations de blooms

Le courant du Circumpolaire, impact physico-chimiques

- L'upwelling

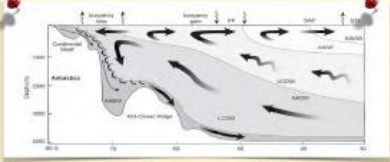


Figure 3 : Coupe méridienne de la circulation dans l'Océan Austral. Les fronts : PF, Polar Front, SAF, Subantarctic Front, STF, Subtropical Front. Les masses d'eau : SAMW, Subantarctic Modal Water, AAIW, Antarctic Intermediate Water, NADW, North Atlantic Deep Water, UCDW et LCDW, Upper and Lower Circumpolar Deep Water, AABW, Antarctic Bottom Water.

Mécanisme nécessitant un relief important et marqué. Il ne se met en place qu'à l'abords des obstacles topographiques, en l'occurrence, les plateaux océaniques retrouvés en périphérie de l'Antarctique et au niveau des îles.

- L'advection horizontale

Elle correspond au transport de particules et de matière par le couvant puissant et continu du Circumpolaire dans les eaux de surface. Les particules, une fois extraites du sédiment et remontées en surface via le phénomène d'upwelling, sont dispersées sur une zone étendue vers l'Est, en aval du point de remontée des nutriments.

Apport en fer

- Sources potentielles de fer :
  - pozéitine atmosphérique due aux zones arides peu humides
  - eaux de ruissellement
  - hydro-thermalisme sous marin
  - sédiment

Le contexte géographique et climatique isole l'Antarctique de ces différentes sources de fer

Apport en fer par le sédiment des marges continentales et des fonds océaniques extrêmement important en région Australe

Méthodes d'étude

- suivi radiocatif à l'aide d'isotopes du Radium
- observations satellitaires : des blooms colorés (MERIS, MODIS, et SeaWiFS), du courant de surface (SeaWiFS)
- échantillonnage *in situ* (bouée Niskin...)
- modèles informatiques des déplacements particulaires Lagrangiens (NEMO)
- houles et flotteurs Argos

Sources

- Robinson, J. (1998) The Antarctic Peninsula: A Review of the Physical Environment. Antarctic Science, 10, 1-10.
- Chapman, P.J. (1997) The Antarctic Peninsula: A Review of the Biological Environment. Antarctic Science, 9, 1-10.
- Chapman, P.J. (1998) The Antarctic Peninsula: A Review of the Environmental Setting. Antarctic Science, 10, 1-10.
- Chapman, P.J. (1999) The Antarctic Peninsula: A Review of the Socio-Economic Environment. Antarctic Science, 11, 1-10.
- Chapman, P.J. (2000) The Antarctic Peninsula: A Review of the Cultural Environment. Antarctic Science, 12, 1-10.
- Chapman, P.J. (2001) The Antarctic Peninsula: A Review of the Historical Environment. Antarctic Science, 13, 1-10.
- Chapman, P.J. (2002) The Antarctic Peninsula: A Review of the Future Environment. Antarctic Science, 14, 1-10.



RAPPORT D'ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

présenté par

Thomas LEMAITRE

Promotion George BEUCHAT (2015-2018)

« Hot spots » biologiques dans l'océan Austral :  
Le mécanisme de l'effet d'île.



CADRE TECHNIQUE

Génie de l' Environnement Marin

2<sup>ème</sup> année

sous la tutelle de monsieur Mathieu ARDYNA et madame Isabelle POIRIER

Bibliographic study,

“Biological hot spot in the southern ocean : the island effect mecanism”

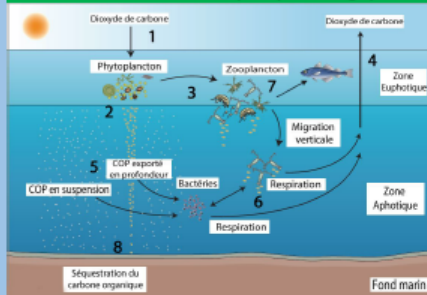
Corrected by Mathieu Ardyna



# Les méthodes de mesure *in situ* du flux de carbone organique particulaire dans l'océan

Pierre SHUTE, Etudiant 2<sup>ème</sup> année Cadre Technique, Génie de l'Environnement Marin

## Contexte de l'étude : La pompe biologique



- La pompe biologique = « Transfert de carbone fixé par la biologie depuis l'océan de surface vers l'océan profond » [1]
- Les océans sont un puits de carbone anthropique.
- Transport du CO<sub>2</sub> (initialement atmosphérique) des eaux de surface vers les couches profondes de l'océan ou le sédiment marin. [2]

Voir schéma ci-contre:

- 1 - Carbone dans l'atmosphère
- 2 - Carbone dissous par la photosynthèse
- 3 - Carbone transféré dans la biomasse marine
- 4 - Carbone de surface reminéralisé et exporté dans l'atmosphère
- 5 - Carbone organique particulaire exporté en profondeur
- 6 - Reminéralisation : oxydation par respiration de la matière organique en nutriments et CO<sub>2</sub>
- 7 - Transfert de carbone dans le réseau trophique
- 8 - Sédimentation du carbone organique particulaire dans les fonds marins

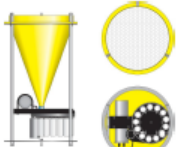
**Problématique :** Il est important de quantifier l'export océanique de COP (ou POC en anglais) car il est le seul processus capable de piéger du carbone pour des milliers, voire millions d'années. Quelles sont donc les méthodes de quantification ?

## Exemples de méthodes pour quantifier *in situ* le flux d'export de POC

### Mécanique

#### Piège à particules

- Utilisés pour collecter les particules au cours de leur chute verticale dans la colonne d'eau. [2]
- Soit fixés sur une ligne de mouillage, soit dérivants.
- Entonnoirs d'environ 1 m de diamètre récoltant les particules qui sédimentent. [2]
- À la base du cône, se trouve un carrousel de godets contenant des fixateurs chimiques, qui récoltent les particules pendant un temps défini à l'avance. [3]



- Avantages :**
- Permet l'obtention de données de quantité précises.
  - Robuste.
  - Collecte de multiples échantillons et permet de construire une série temporelle annuelle.
  - Accès direct aux particules exportées = caractérisation chimique et biologique précise.

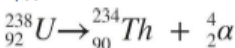
#### Limites/Inconvénients :

- Matériel coûteux.
- Déploiement/récupération complexe.
- Inclure des courantomètres et des inclinomètres.
- Doivent rester verticaux dans l'eau pour fonctionner correctement (attention aux courants forts et à l'hydrodynamisme des zones à échantillonnage). [2]
- Durée de récolte des échantillons longue en eau profonde. [3]
- Données peuvent être biaisées par la présence de zooplankton (« swimmer ») dans l'échantillon, qui mange la matière présente. [3]
- L'inclinaison du piège ou la remise en suspension de particules dans les fonds peuvent altérer les données. [3]

### Chimique

#### Radio-isotopie: Thorium 234

Le <sup>234</sup>Thorium provient de la désintégration radioactive du <sup>238</sup>Uranium (constant dans l'eau) par émission alpha (voir ci-dessous). [4]



- Afin de quantifier les flux particulaires dans l'océan, les isotopes du thorium sont utilisés comme « chronomètres » pour évaluer la vitesse de chute des particules et les quantités transportées de la surface vers le fond. [2]

- Le <sup>234</sup>Th s'adsorbe (phénomène d'adhésion) sur les particules marines et coule avec elles, tandis que son élément père, l'<sup>238</sup>U (Uranium 238) a une activité constante. La différence d'activité des deux radio-éléments est un proxy (estimation) de l'export de particules (voir formule ci-dessous). C'est un traceur chimique marin. [5]

$$POC_{exp} = \lambda \int_0^z (A_{238U} - A_{234Th}) \times \frac{POC}{A_{234Th}}$$

- Avantages :**
- Permet l'estimation de la production exportée et la vitesse de chute des particules ainsi que l'étalement des pièges à particules. [4]
  - Permet d'établir des profils de flux de carbone exporté en fonction de la profondeur. [4]

#### Limites/Inconvénients :

- Limité au flux sortant de la couche de surface des océans. [5]
- Incertitude au niveau de la variabilité temporelle due au temps de demi-vie du <sup>234</sup>Th de 24,1 jour.
- Le modèle mathématique varie selon la taille des particules et leur vitesse de chute et suppose que l'équilibre prédictif est à l'état d'équilibre. [5]
- Incertitude au niveau des zones d'Uowelling. [4]
- processus d'adsorption du <sup>234</sup>Th sur différentes (phyto/zoo) particules mal connu.

### Optique

#### UVP (Under water Vision Profiler)

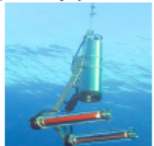
- Le profilier de vision sous-marine ou UVP (brevet CNRS) est conçu pour quantifier la distribution verticale des particules microscopiques (> 100 µm), le plancton et autres particules marines. [6]

- Le flux de POC est calculé empiriquement à partir du diamètre des particules selon la formule suivante. [7] :

$$POC_{exp} = a d^b$$

(avec a et b des constantes, et d le diamètre des particules)

- Instrument d'imagerie pour analyse *in situ* pouvant atteindre des profondeurs jusqu'à 6000 mètres.



- Avantages :**
- Permet d'obtenir des données quantitatives imagées à très haute résolution verticale. [6]
  - Peut être couplé à d'autres instruments de mesure (ex : CTD). [6]
  - Échantillonnage sans détérioration des organismes ou particules. [6]
  - Couplé à un logiciel de traitement des images qui permet le comptage, le calibrage et la détection du zooplankton. [6]
  - Les images peuvent être visualisées et analysées en temps réel, et archivées pour post-observation. [6]
  - Autonome dans un futur proche.

#### Limites/Inconvénients :

- Limité par la résolution vidéo (pour les premiers modèles mis en circulation). [6]
- La résolution d'images limite la détection des petites particules alors que le volume enregistré limite celle des grosses particules. [6]
- Toutes les particules ne sédimentent pas.

## Conclusion

Dans le but précis de quantifier de manière *in situ* le flux d'export de carbone organique particulaire (POC), il serait intéressant de réaliser une combinaison de ces méthodes afin d'obtenir les résultats les plus fiables possible quant à l'intensité, la saisonnalité, la composition et les vecteurs de l'export de POC.

**References Bibliographiques :**

- [1] Hall and McCall (2002) "Ocean Carbon Storage: Analysis of Relative Strengths and Influences in Ocean Driven Atmospheric CO<sub>2</sub> Changes" in "The Carbon Cycle and Atmospheric CO<sub>2</sub>: Natural Variations and Human Impact".
- [2] Körtje and Becher (2008) "Ocean Carbon Storage: Analysis of Relative Strengths and Influences in Ocean Driven Atmospheric CO<sub>2</sub> Changes".
- [3] Capella (2012) "Estimation du Flux de Thorium 234 par Méthode des Particules Marines dans l'Océan Atlantique" Thèse de Doctorat, Université Toulouse II - Toulouse II - Université de Toulouse II - Toulouse II.
- [4] Becher et al. (2012) "The Assessment of the Use of Thorium 234 as a Proxy for Particulate Organic Carbon Export" *Journal of Marine Research*, 69, 485-494.
- [5] Capella et al. (2012) "Validation of Thorium 234 as a Proxy for Particulate Organic Carbon Export Using 238 U in the Sargasso Sea" *Marine Chemistry*, 135, 21-28.
- [6] Becher et al. (2008) "The Assessment of Particulate Organic Carbon Export in the Ocean and their Implication for the Regulation of CO<sub>2</sub> Flux from the Ocean to the Atmosphere" *Limnology and Oceanography*, 53, 219-238.
- [7] Atwood et al. (2002) "The Underwater Vision Profiler: An advanced instrument for high spatial resolution studies of particle size spectra and zooplankton." *Limnology and Oceanography*, 47, 462-474.
- [8] Hall et al. (2008) "Relationship between Particle Size Distribution and Flux in the Neoproterozoic Snow" *Deep Sea Research Part 1: Oceanographic Research Papers*, 55, 1269-1274.



## Bibliographic study:

“The technical ways to measure *in situ* of the particulate organic carbone flux in the ocean”

Corrected by Mathieu Rembauville

## March 2017:

### Defenses

## October 2017:

### Science festival in Villefranche / Mer :

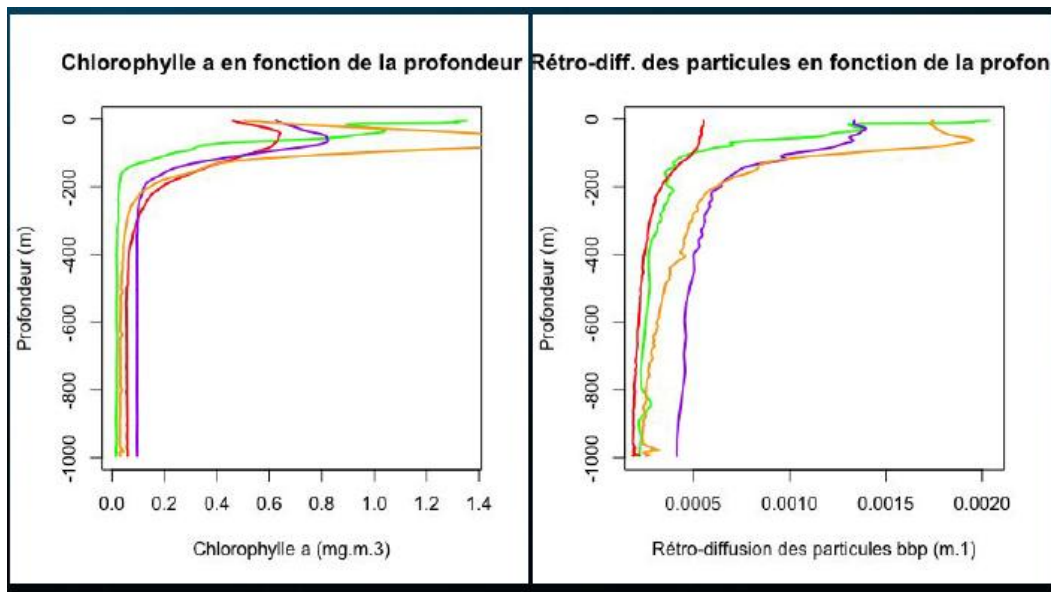
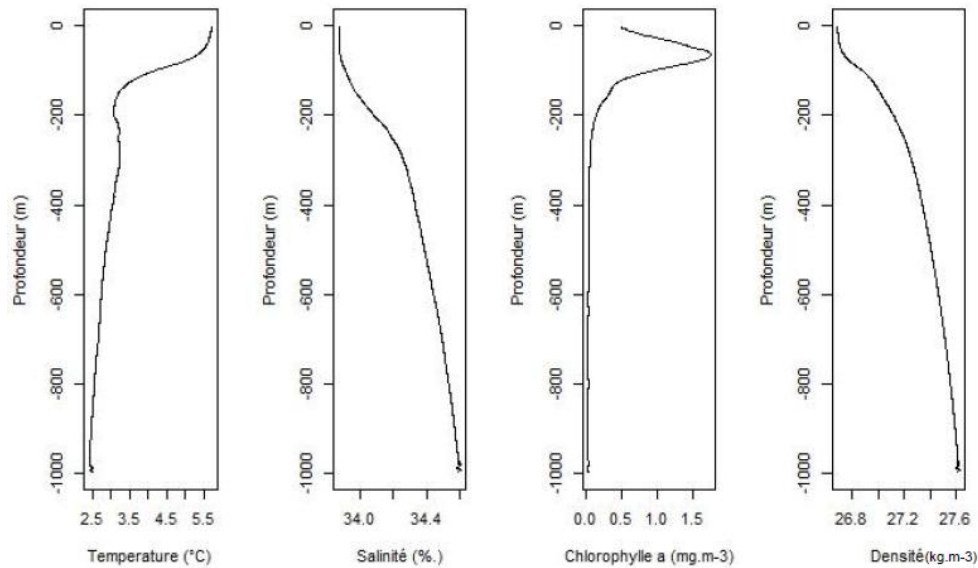


## Use untreated datas



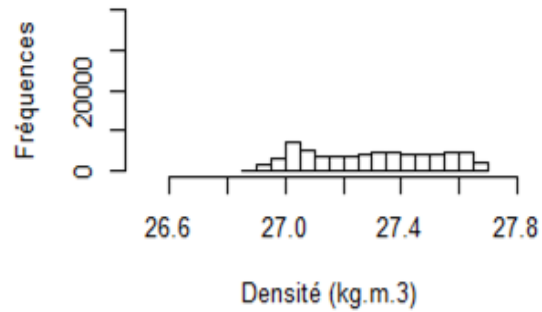
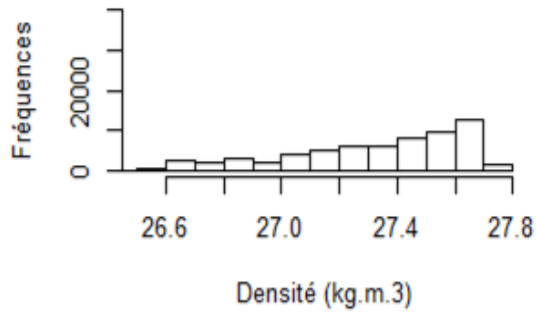
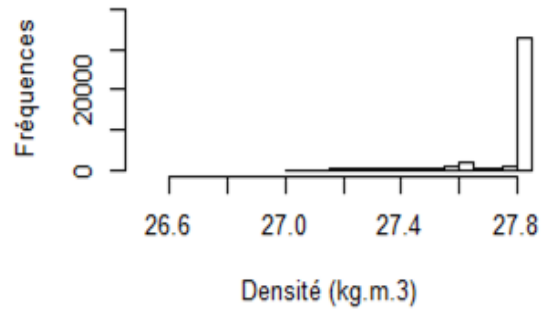
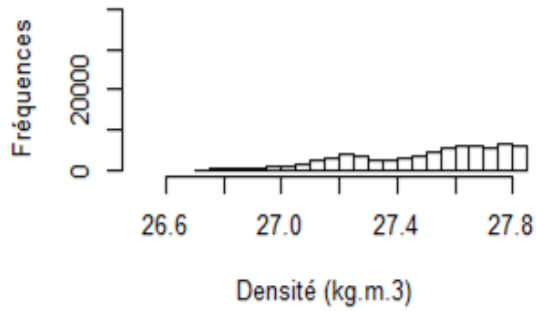
```
-----  
Depth..m.      Temperature..deg..celcius.  Salinity      Sigma_Theta..kg.m.3.  Chlorophyll.a..mg.m.3.  bbp..m.1.  
Min.   : 5.0    Min.   :-1.860           Min.   :33.40      Min.   :26.24         Min.   :-0.03258        Min.   :0.0001231  
1st Qu.:249.0  1st Qu.: 1.337           1st Qu.:34.15      1st Qu.:27.23         1st Qu.: 0.03581        1st Qu.:0.0002363  
Median :496.0  Median : 2.271           Median :34.43      Median :27.50         Median : 0.06404        Median :0.0003525  
Mean   :496.2  Mean   : 2.185           Mean   :34.38      Mean   :27.45         Mean   : 0.16195        Mean   :0.0004517  
3rd Qu.:743.0  3rd Qu.: 2.708           3rd Qu.:34.65      3rd Qu.:27.68         3rd Qu.: 0.10033        3rd Qu.:0.0004872  
Max.   :995.0  Max.   :10.595          Max.   :34.81      Max.   :27.83         Max.   : 5.78593        Max.   :0.0051806  
  
codefloat      latitude      longitude      date      float  
5904185_001:  991  Min.   :-62.99  Min.   :-149.93  2014-04-07T22:33:04:  991  Min.   :5904185  
5904185_002:  991  1st Qu.: -60.46  1st Qu.: -107.66  2014-04-18T05:11:55:  991  1st Qu.:5904185  
5904185_003:  991  Median : -54.90  Median : -53.68  2014-04-28T12:38:31:  991  Median :6901004  
5904185_004:  991  Mean   : -55.48  Mean   : -29.22  2014-05-08T21:23:09:  991  Mean   :6454510  
5904185_005:  991  3rd Qu.: -50.20  3rd Qu.: 72.55  2014-05-19T08:09:54:  991  3rd Qu.:6901654  
5904185_006:  991  Max.   : -46.49  Max.   : 89.74  2014-05-29T18:58:04:  991  Max.   :6901654  
(Other)      :228109      (Other)      :228109
```

> Learning of « R » software

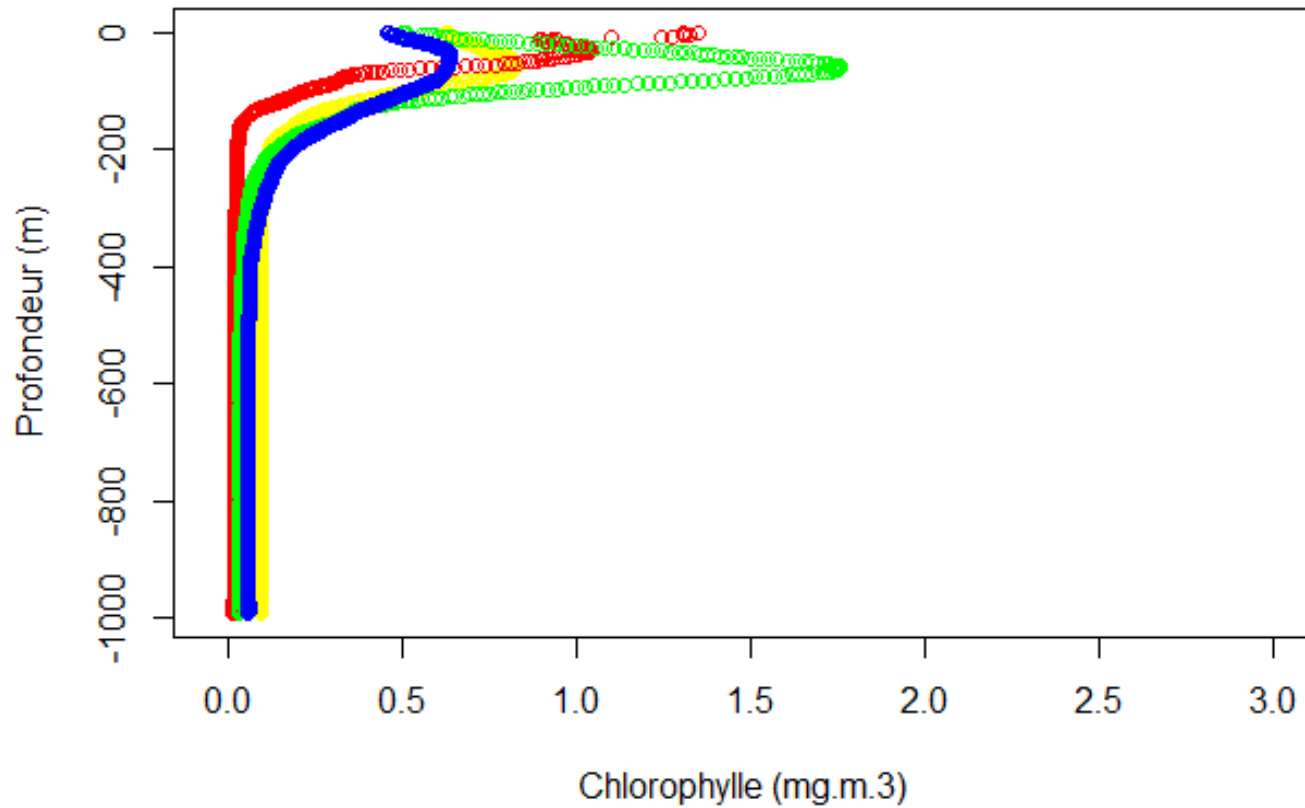


Average profiles of different parameters in function of depth

# Statistics with « R »



Density of sea water in fonction of depth for 4 floats



Chl *a* concentration in fonction of depth for 4 floats

# Next year:

- Present the project for the new students
- 2 bibliographic studies
  - Poster creation and report
- Datas traitement
  - Oral presentation
- TP on G.I.S
- Outreach at « Cité de la Mer » (Directeur Bernard Cauvin)