
RAPPORT

Etude du Courant Nord sur la Baie de Saint-Tropez

Fatah-Roux Josselin
M1 : Physique et Sciences de l'Ingénieur
Spé. : Physique et Surveillance de l'Environnement
28 mars - 31 mars 2017

Tuteur : M. Zakardjian Bruno

Table des matières

1. Introduction	3
2. Matériel et Méthodes	4
2.1. Zone d'étude	4
2.2. Méthodes d'échantillonnage	4
2.2.1. CTD (Conductivity Temperature Depth)	4
2.2.1.1. Présentation	4
2.2.1.2. Protocole	6
2.2.2. MVP (Moving Vessel Profiler)	6
2.2.2.1. Présentation	6
2.2.3. Flotteurs	8
2.2.3.1. Présentation	8
2.2.3.2. Protocole	9
2.2.4. ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler)	10
2.2.4.1. Présentation	10
2.2.5. Satellites (CMEMS)	10
2.2.5.1. Présentation	10
3. Résultats	11
3.1. Déduction de la position approximative du Courant Nord par les données satellitaires	11
3.2. Analyse des résultats obtenus par les flotteurs au niveau de ce Courant Nord	11
3.3. Profils hydrographiques du Courant Nord à partir de la CTD et du MVP	12
4. Discussion	14
5. Conclusion	15
6. Annexes	16
6.1. Données traitées	16
6.2. Programmes	52

1 Introduction

L'océan est un milieu qu'on pourrait qualifier d'hostile et de complexe. En effet une multitude de processus sont mis en jeu par conséquent il en est difficile d'y extraire des données. Ainsi pour pouvoir étudier les courants, les océanographes ont dû faire preuve d'ingéniosité. Cette ingéniosité s'est traduit par la création de différents instruments de mesure in situ donnant accès à différentes grandeurs physiques ou chimiques caractéristiques des masses d'eau. Ces mesures in situ sont effectuées par des instruments de mesure en surface ou immergées. Elles sont dites eulérienne si elles sont réalisées à des positions fixes, lagrangienne dans le cas d'un mouvement.

La compréhension et l'utilisation de ces instruments sont donc à la base de toute recherche océanographique. Ainsi le 28, 30 31 mars 2017 nous les M1 Physique et Surveillance de l'Environnement (PSE) avons pu à la suite d'une campagne océanographique de l'Université de Toulon faire des mesures dans la Baie de Saint-Tropez à bord du navire *Téthys II*. Nous avons procédé à des mesures hydrologiques le long du trajet du bateau (MVP). Celles-ci ont été complétées par des mesures de plus longues durées en points fixes (CTD), mais également par des mesures obtenues à partir de bouées dérivantes de surface (flotteurs).

Cependant il ne nécessite pas forcément d'expédition en mer pour obtenir des données océanographiques. Des mesures peuvent être faites depuis l'espace même grâce aux satellites. Ces appareils peuvent donner des informations sur les courants de surface (température, concentration en chlorophylle a ...) seulement si les conditions météorologiques le permettent. Des données satellitaires issues du site « Copernicus Marine Environment Monitoring Service » ont pu alors être ajoutées aux données obtenues lors des sorties en mer.

Cette mission en mer était donc d'ordre pédagogique avec comme objectifs principales de savoir utiliser les instruments océanographiques de base, de traiter ces données, de les analyser, de les compléter avec des données satellitaires afin de pouvoir en tirer des interprétations sur la courantologie de la Baie de Saint-Tropez (plus particulièrement le Courant Nord).

2 Matériel et Méthodes

2.1 Zone d'étude

La zone d'étude est la Baie de Saint-Tropez dont on se limitera à une étendue rectangulaire avec une longitude comprise entre 42°N et 44°N et une latitude comprise entre 6°E et 8°E :

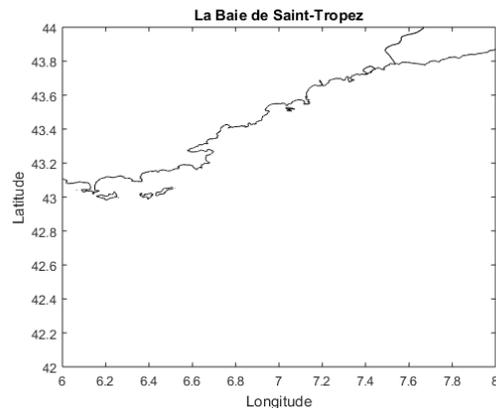


Figure 1 : Délimitation de la zone d'étude.

NB : durant toute la période du projet le domaine réservé au militaire nous a été strictement interdit d'accès, en conséquence aucune mesure n'a pu être effectuée en ce lieu.

2.2 Méthodes d'échantillonnage

2.2.1 CTD (Conductivity Temperature Depth)

2.2.1.1 Présentation

Une CTD (ou bathysonde) est un appareil qui fournit un profil vertical continu de mesures océanographiques. Elle mesure de base la température, la pression, la salinité et la conductivité. Cependant suivant les besoins elle peut être également munie de capteurs additionnels (concentration en chlorophylle a, oxygène dissous ...).



Figure 2 : Bathysonde + Capteurs additionnels

En règle générale celle-ci est montée sur une structure appelée rosette. Cette structure est constituée entre autres d'une armature cylindrique dont sont placés des bouteilles Niskin qui permettent le prélèvement d'eau à la profondeur voulue.



Figure 3 : Bathysonde + Rosette

Le tout est déployé dans la mer grâce à un treuil et peut descendre à une profondeur de 6000m.



Figure 4 : Treuil

Page 17 sont disponibles les LEG et STATIONS accomplies lors de cette campagne.

2.2.1.2 Protocole

Une CTD s'effectue toujours à l'arrêt en un point fixe de l'océan que l'on nomme station. Une fois sur la zone choisie et avant le déploiement de celle-ci il faut une coopération continue entre un opérateur qui fournit les instructions et un marin qui contrôle la descente à partir du poste de pilotage.

La première étape est l'amorçage de la pompe qui fournit en eau les différents capteurs. Pour cela la CTD est descendue à 10m de profondeur pendant quelques minutes afin de vérifier le bon fonctionnement des capteurs. Vérification faite elle peut être remontée à la surface (1m de profondeur). On lance l'acquisition en appuyant sur « Start Archiving » et l'ordre est alors donné de la descendre à la profondeur voulue.

La deuxième étape consiste avant tout en une surveillance constante. Lors de la descente l'opérateur annonce tous les 100m la profondeur à laquelle se trouve la CTD. Sur les 50 derniers mètres l'annonce se fait tous les 10m. Il ne faut surtout pas oublier de dire « STOP » au marin 3m avant la fin afin que celui-ci est le temps de réagir. La remontée se fait dans les mêmes conditions que la descente.

NB : il est possible de prélever de l'eau au cours de la descente. À ce moment-là il faut au préalable avertir le marin qu'il faudra s'arrêter à telle profondeur avant de continuer la descente. L'opérateur pourra alors fermer les bouteilles Niskin le temps de cet arrêt.

2.2.2 MVP (Moving Vessel Profiler)

2.2.2.1 Présentation

Bien qu'une CTD soit capable d'accéder à des profondeurs extrêmes elle ne peut donner des informations que sur une colonne d'eau soit une minuscule zone pour un océan. De plus son utilisation entraîne forcément l'arrêt du navire ce qui engendre une perte de temps considérable. Le MVP permet de pallier à ces problèmes. Sa fonction principale est de collecter des données sans avoir à arrêter le navire. Il couvre alors un spectre plus large.

Celui-ci est un système constitué d'un ordinateur qui contrôle un treuil à qui l'on rajoute un poisson. Ce poisson comporte une CTD et éventuellement d'autres capteurs (chlorophylle a, oxygène dissous ...).



Figure 5 : Treuil



Figure 6 : Poisson

Lorsque le poisson est plongé dans l'eau il s'effectue une série de mesure selon un cycle automatique de monter et descente qui se répète jusqu'à ce que l'opérateur décide de l'arrêt. Le navire ne peut alors pas dépasser la vitesse de 8 nœuds tant que le poisson est dans l'eau.

Il existe plusieurs MVP dont la différenciation se fait par la profondeur maximale que ceux-ci peuvent atteindre. Dans notre cas nous avons à disposition un MVP200 qui permettait de déployer le poisson jusqu'à 200m de profondeur.

Si le MVP a des avantages non négligeables par rapport à une CTD il comporte aussi ces désavantages : une profondeur limité mais également une moins bonne précision sur les mesures. Ainsi le MVP est complémentaire à la CTD et inversement.

Page 18 sont disponibles les trajectoires accomplies lors de cette campagne.

2.2.3 Flotteurs

2.2.3.1 Présentation

Les flotteurs sont de petites bouées de faible poids qui permettent de mesurer le courant de surface.



Figure 7 : Flotteurs

Ces bouées sont équipées d'un lest en plomb et d'une jupe se déployant sur 1m afin d'éviter au maximum la turbulence.



Figure 8 : Jupe + Lest

Elles contiennent également une carte SIM pouvant transmettre leur position par SMS toutes les 10 minutes à un modem situé au laboratoire du MIO. Ce modem réarrange les données dans plusieurs formats de fichiers dont :

- le .log : qui contient les données brutes qu'il faut traiter pour pouvoir les visualiser.
- le .kml : qui n'exige pas de traitement hormis si l'on veut qu'il soit plus propre. Il s'ouvre à l'aide de Google Earth ou GPXviewer et permet de voir directement les trajectoires.

Ces fichiers sont ensuite automatiquement envoyés sur le serveur de l'Université de Toulon et disponible via un serveur FTP.

Acheminement des données

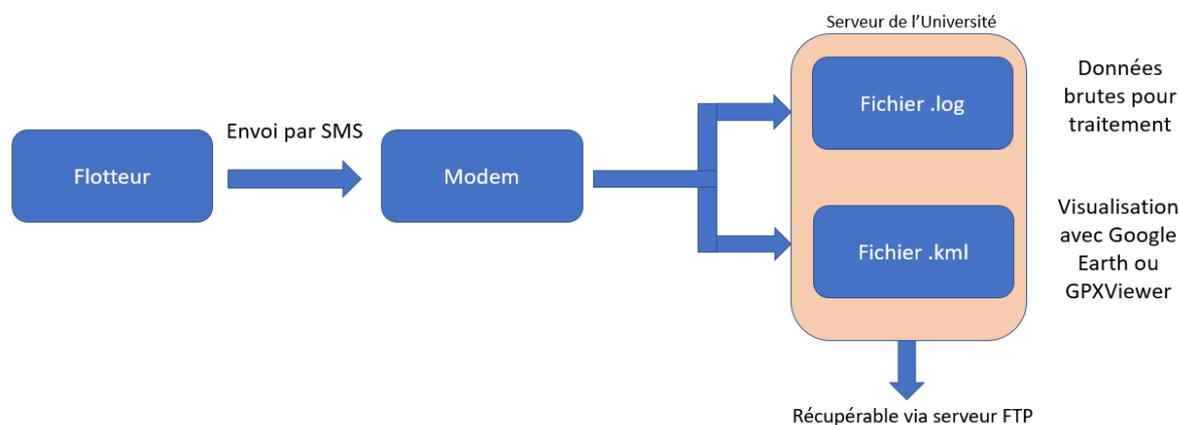


Figure 9 : Acheminement des données

À chaque nouvelle donnée(s) supplémentaire(s) les anciens fichiers .log et .kml sont remplacés par les nouveaux comportant les anciennes données plus celle(s) rajoutée(s). Il est alors possible d'avoir accès aux données en temps quasi réel.

Page 19 sont disponibles les trajectoires accomplies lors de cette campagne.

2.2.3.2 Protocole

Avant la sortie en mer il est important de décider de l'endroit du lancement des bouées. Une fois le choix effectué il est alors impératif de récupérer les coordonnées géographiques. Ces coordonnées géographiques de lancement doivent être données au capitaine le jour J. Ils lui permettront de se rendre sur la zone dite.

Au moment de monter sur le *Téthys II* les bouées sont allumées afin de vérifier qu'elles émettent bien. On se rend ensuite sur la fameuse zone prédéfinie et on laisse les marins lancer les bouées. L'heure et les coordonnées de lâchées sont récupérées au même moment. On s'éloigne ensuite de celles-ci pour qu'elles dérivent sans encombre. L'avancée de chaque bouée peut être visualisable toutes les 10 minutes grâce au fichier .kml accessible sur le serveur de l'Université via le serveur FTP et le logiciel GPXviewer qui permet d'ouvrir ce fichier.

Dès lors que l'on veut les récupérer il suffit de regarder les dernières données d'émission, de les communiquer au capitaine et de laisser les marins les repêcher. L'heure et les coordonnées de récupération doivent être également notées.

2.2.4 ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler)

2.2.4.1 Présentation

Le bateau est équipé d'un capteur ADCP situé dans la coque du bateau, ce capteur utilise l'effet Doppler pour mesurer le courant.

Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP)

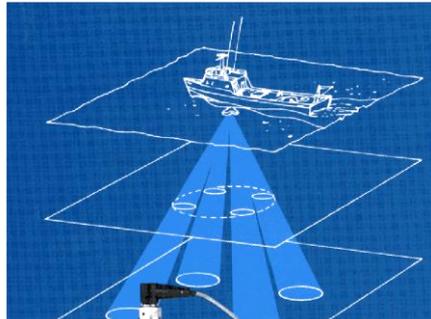


Figure 10 : Schéma ADCP (web.vims.edu)

Il n'y a pas besoin d'opérer cet instrument, il est tout le temps actif.

Les données récoltées n'ont pu être traitées par manque de temps, dès lors elles ne seront pas intégrées à ce rapport.

2.2.5 Satellites (CMEMS)

2.2.5.1 Présentation

Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS) est un service qui a pour mission de fournir un accès libre et gratuit à une information scientifiquement qualifiée et régulière sur l'état physique et biogéochimique de tous les océans du globe, en surface comme en profondeur : température, courants, salinité, hauteur de mer, glace de mer, couleur de l'eau, chlorophylle ...

Les données peuvent provenir de modèles mais également de satellites. Elles sont accessibles via cette adresse web : <http://marine.copernicus.eu>

Pour ce projet nous utiliserons que les données satellitaires pour les variables suivantes : température (SST) et concentration en chlorophylle a (CHL). Cependant suite à un fort brouillard le 30 et 31 mars les données n'ont pu être récupérées pour ces deux jours.

Page 20&21 sont disponibles les données satellitaires moyennées sur la période du 27 au 29 mars.

3 Résultats

3.1 Déduction de la position approximative du Courant Nord par les données satellitaires

La connaissance de la position du Courant Nord permet de savoir si une ou des mesure(s) effectuée(s) lors de la campagne, par les différents instruments océanographiques disponibles, permettent l'étude de celui-ci (en ses bords comme en son centre).

Il est possible d'avoir une idée de l'endroit approximatif où il se trouve et ce grâce à la concentration en chlorophylle a qui est un bon indicateur de sa présence. Elle est très haute en ses bords mais peu présente au niveau de son passage. À partir de là les données satellitaires concernant la chlorophylle se révèle être d'une importance capitale.

En récupérant les données satellitaires acceptables (c'est-à-dire du 27 au 29 mars) concernant la concentration en chlorophylle a et en réalisant une moyenne il est alors possible d'avoir une visualisation approximative du Courant Nord (celui-ci pouvant varier légèrement). Cette image obtenue est superposée aux graphiques des mesures effectuées (page 20). On remarque ainsi que trois mesures par CTD (LEG 3 : station 2, 3 et 4), deux mesures MVP (radiale #1 du 30/03/17 et 31/03/17) et deux mesures par flotteurs (#3 et AL2 du 28/03/17) ont été réalisées au niveau de ce fort courant et sont parfaitement exploitables.

3.2 Analyse des résultats obtenues par les flotteurs au niveau de ce Courant Nord

#3 et AL2 du 28/03/17 sont les seules bouées qui se trouvent dans le Courant Nord, plus précisément sur un bord intérieur. Les autres se situant un peu plus en aval à l'extérieur (page 20).

En observant les vitesses de celles-ci on note que #3 et AL2 sont les deux bouées les plus rapides (respectivement 0.75 et 0.65 m/s) attestant de leur passage sur une zone à forte circulation. Si on regarde maintenant les vitesses des bouées qui sont bien plus loin on remarque une nette diminution.

De part ces constatations on peut confirmer la déduction faite précédemment de la position approximative du Courant Nord par les données satellitaires.

3.3 Profils hydrographiques du Courant Nord à partir de la CTD et du MVP

Thermocline, halocline et pycnocline :

- CTD :

En prenant les graphiques du LEG 3 station 4 et du LEG 4 station 1 (page 34&40) on voit très clairement que le Courant Nord possède une thermocline, halocline et pycnocline à environ 60m de profondeur.

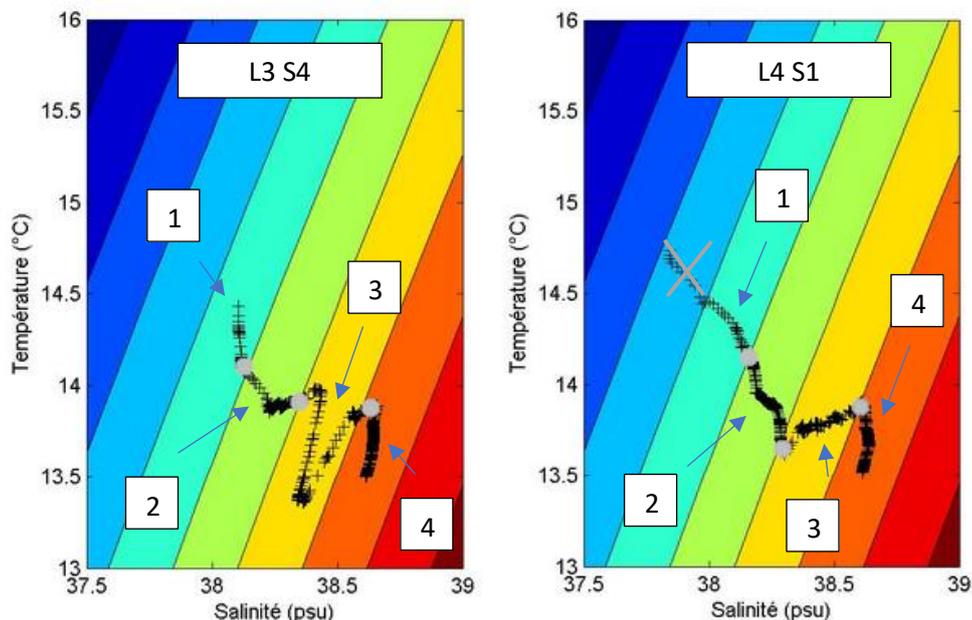
- MVP :

On observe plus ou moins la même chose sur les figures du MVP lors du passage sur ce fort courant (radiale #1 du 30 et 31 mars, page 23&27).

Diagramme TS (température-salinité) :

- CTD :

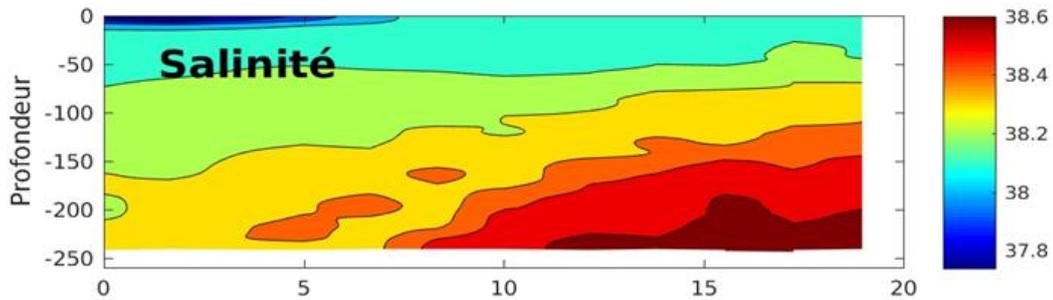
Toujours en prenant les graphiques du LEG 3 station 4 et du LEG 4 station 1 (page 34&40) on constate 4 masses d'eau comme on peut le remarquer sur les images suivantes :



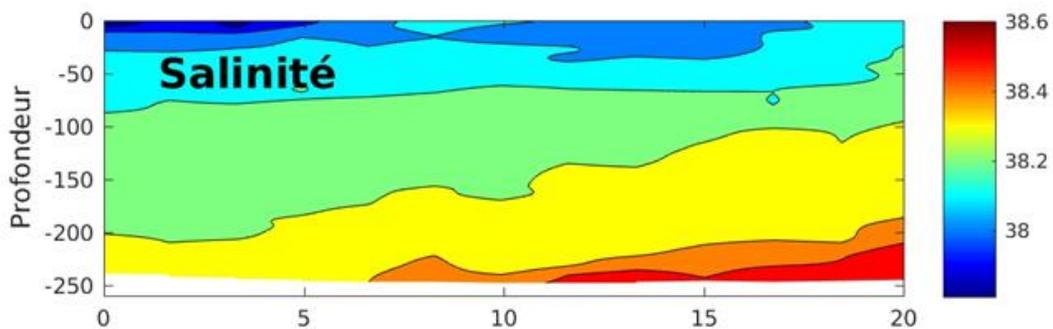
- MVP :

Les masses d'eau trouvées précédemment sont aussi apercevables sur les données MVP avec la même couleur (page 22&26) :

radiale #1 MVP 30 mars 2017



radiale #1 MVP 31 mars 2017



Chlorophylle a et oxygène dissous (CTD uniquement) :

- Chlorophylle a :

Les profils concernant la concentration en chlorophylle a sur le Courant Nord, montrent ce qui a été dit précédemment dans la partie 3.1, c'est-à-dire une faible concentration d'environ 0.15ug/L (voir LEG 3 station 3 et LEG 3 station 4, page 33&35).

À l'inverse on a une concentration en chlorophylle a beaucoup plus élevée d'environ 0.37 ug/L sur les bords extérieurs de ce Courant Nord (voir LEG 3 station 5 et LEG 3 station 6, page 37&39).

- Oxygène dissous :

Les profils concernant la concentration en oxygène dissous sur le Courant Nord, montrent une bonne oxygénation jusqu'à 300m de profondeur (voir LEG 3 station 3 et LEG 3 station 4, annexe 33&35). Cette oxygénation en profondeur résulte certainement de la très grande puissance de ce courant.

Au contraire on a une bonne concentration en oxygène dissous que jusqu'à 150m de profondeur sur les bords extérieurs de ce Courant Nord (voir LEG 3 station 5 et LEG 3 station 6, annexe 37&39).

4 Discussion

Flotteurs :

On s'attendrait à ce que les bouées #3 et AL2 dérivent beaucoup plus vite et qu'il y est également un plus grand écart entre les vitesses de celles-ci et celles des autres. Cependant il faut noter que #3 et AL2 ne sont que sur un versant du Courant Nord ce qui explique des vitesses moins élevées (0.75m/s et 0.65m/s) par rapport à ce qui était attendue (1m/s). Il aurait été alors intéressant de placer des bouées plutôt au centre. Néanmoins le risque est trop grand de ne pas pouvoir les récupérer/de les perdre.

MVP :

La précision est plutôt mauvaise en ce qui concerne les données relatives à la MVP. Cela est dû à la vitesse trop élevée du bateau. En effet un MVP à l'eau interdit de dépasser les 8 nœuds, or plus la vitesse est faible est plus les données sont bonnes et inversement. Lors des sorties en mer les mesures étaient effectuées exactement à 8 nœuds soit la vitesse maximale. Il aurait ainsi été plus judicieux de ralentir. Toutefois cela nous aurait fait perdre trop de temps et le nombre de mesures en aurait été affecté négativement.

Sur les graphes obtenus le vent géostrophique ne semble pas très fort. Là encore il y a une explication, en effet le MVP ne peut pas descendre plus bas qu'une certaine profondeur, dans notre cas 200m, en conséquence on ne peut voir complètement le Courant Nord mais uniquement une partie d'où ces valeurs.

Satellites :

L'intense brouillard du 30 au 31 mars fait qu'on a pu récupérer seulement les données sur la période du 27 au 29 mars. De plus une moyenne a été réalisée pour d'une part simplifier le traitement et d'autre part pouvoir se faire une idée de ce qui a dû se passer pour les deux jours où les informations satellitaires sont faussées. Bien évidemment dans l'idéal il aurait été préférable de séparer les données pour chaque journée. Or malheureusement la contrainte technique depuis l'espace associé au fait que certaines mesures faites sur le bateau - et qui nous intéressent particulièrement - ont été effectuées justement pendant ce brouillard nous amène obligatoirement à cette moyenne.

Au moment du printemps les températures augmentent ce qui entraîne une homogénéisation des températures de surface des océans. Les données de températures (par satellite) n'apportant aucune information probante celles-ci ne sont pas analysées dans ce rapport.

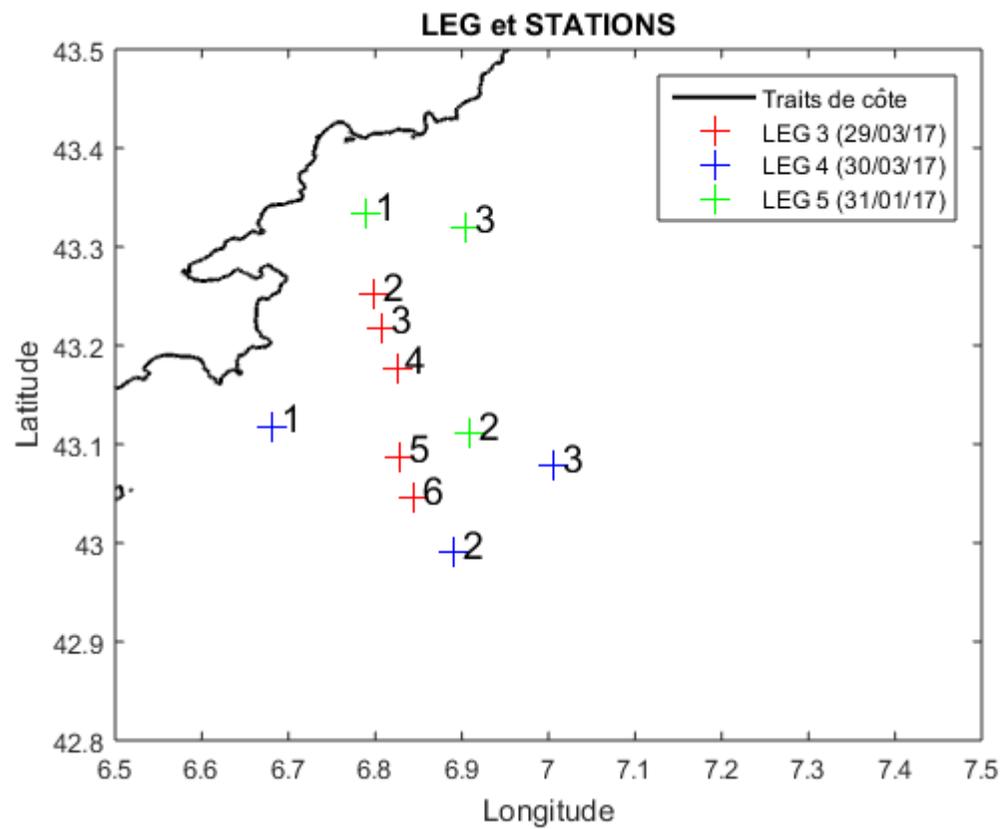
CTD :

Une CTD ne prend en compte qu'une infime zone de l'océan. De ce fait plus on multiplie le nombre de stations et plus la zone étudiée est grande. Si ces stations sont trop éloignées alors la comparaison des données donnera un résultat mitigé, par contre si elles sont très proches on aura quelque chose de bien meilleur. C'est pour cela qu'il aurait été intéressant de réaliser plus de stations sur la largeur du Courant Nord. Cependant le temps imparti ne nous permettait pas d'en faire plus de trois par jours dans le meilleur des cas.

5 Conclusion

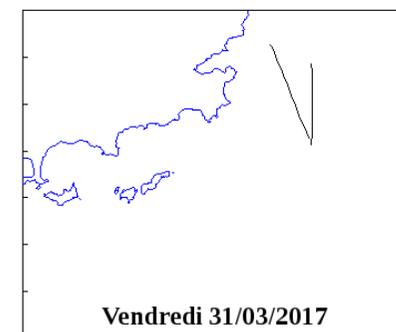
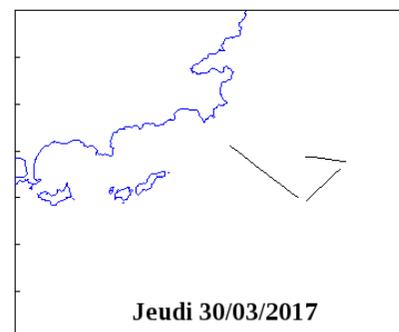
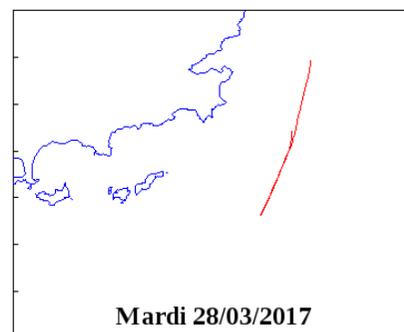
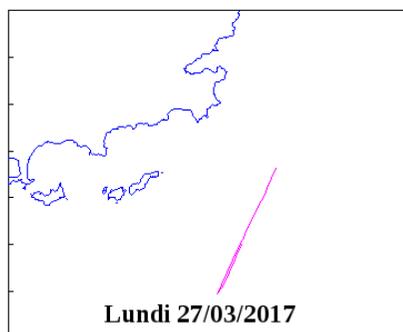
Ce projet nous a permis de nous familiariser avec des instruments océanographiques que nous avons très peu utilisés voir pas du tout jusqu'à présent. On a appris à traiter les données et à utiliser une bonne stratégie d'analyse. Enfin et surtout on n'en sait maintenant un peu plus sur la structure du Courant Nord passant par la Baie de Saint Tropez.

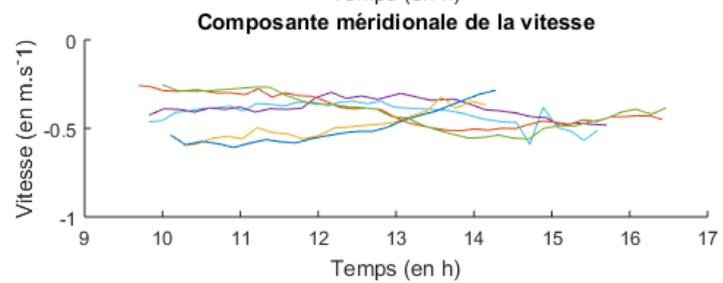
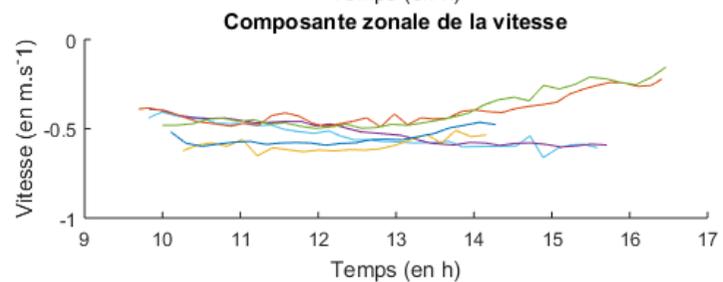
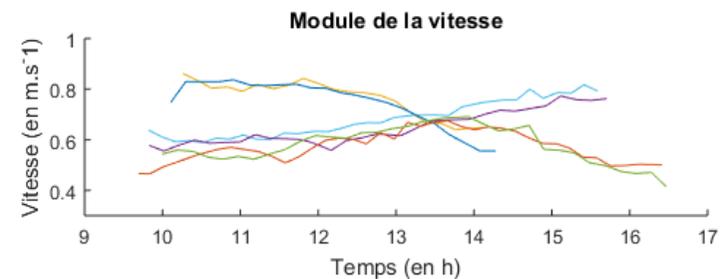
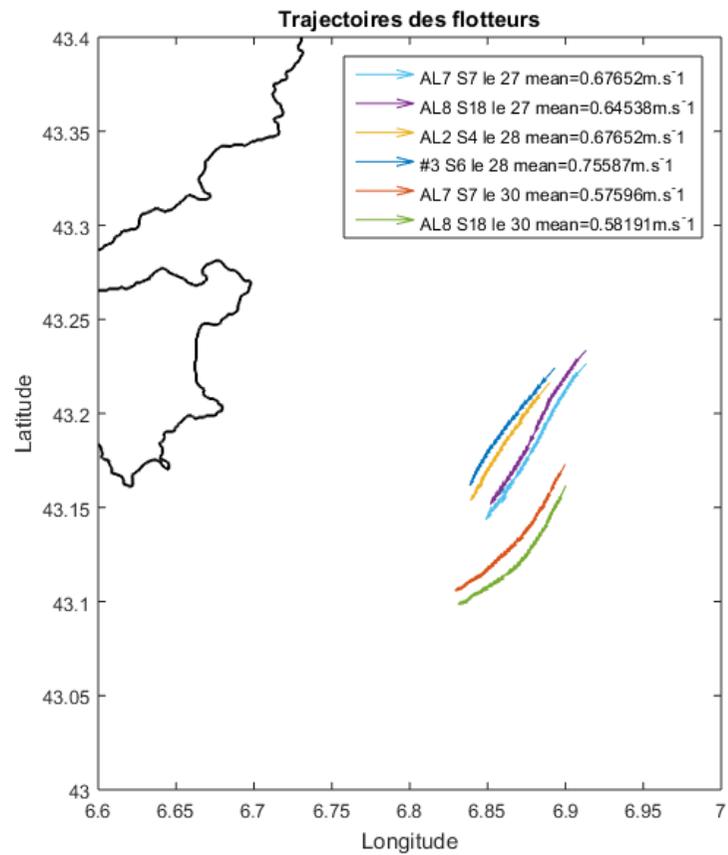
Annexes : Données traitées

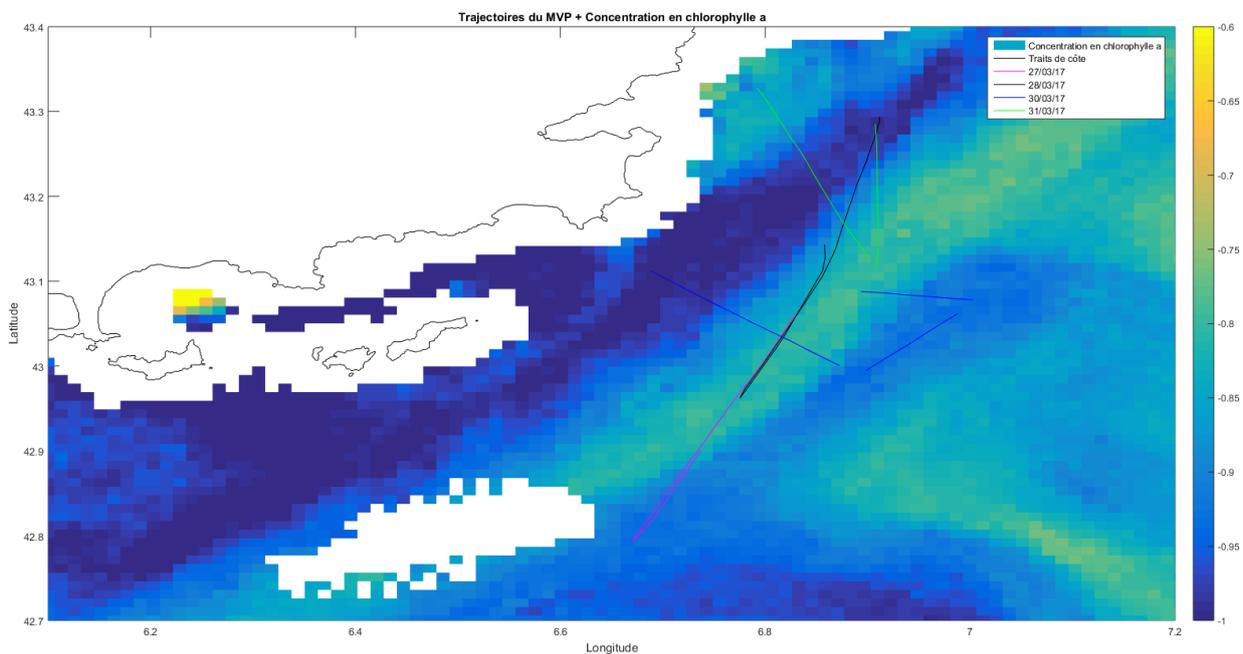
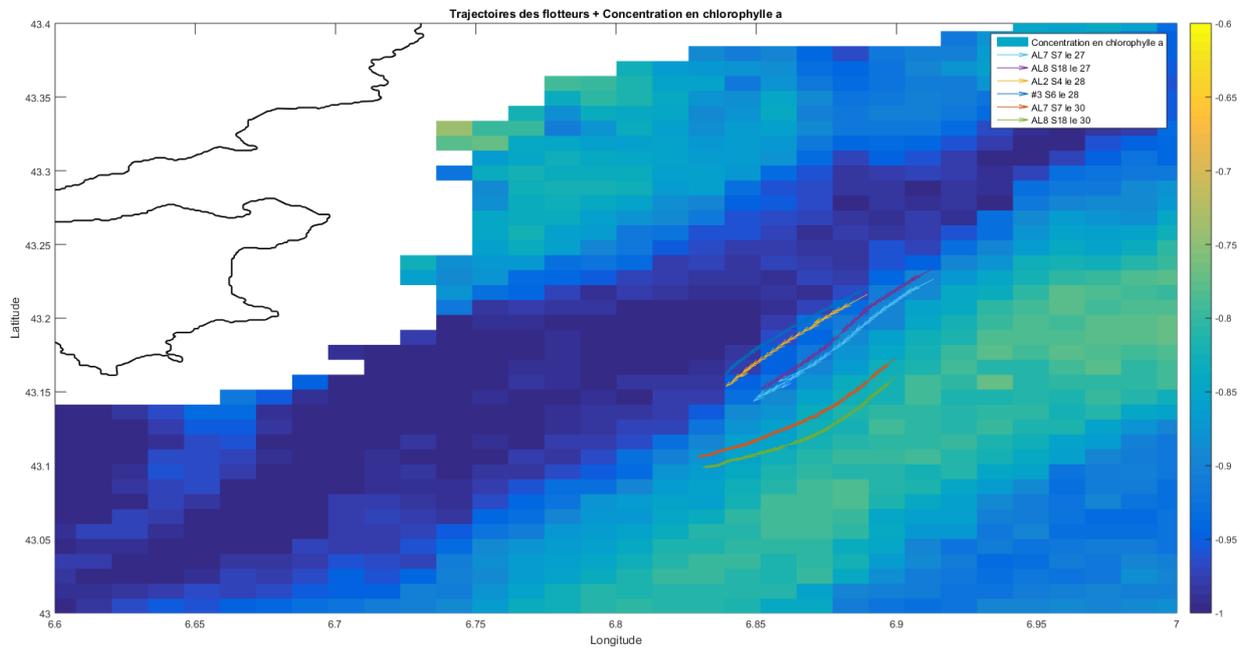
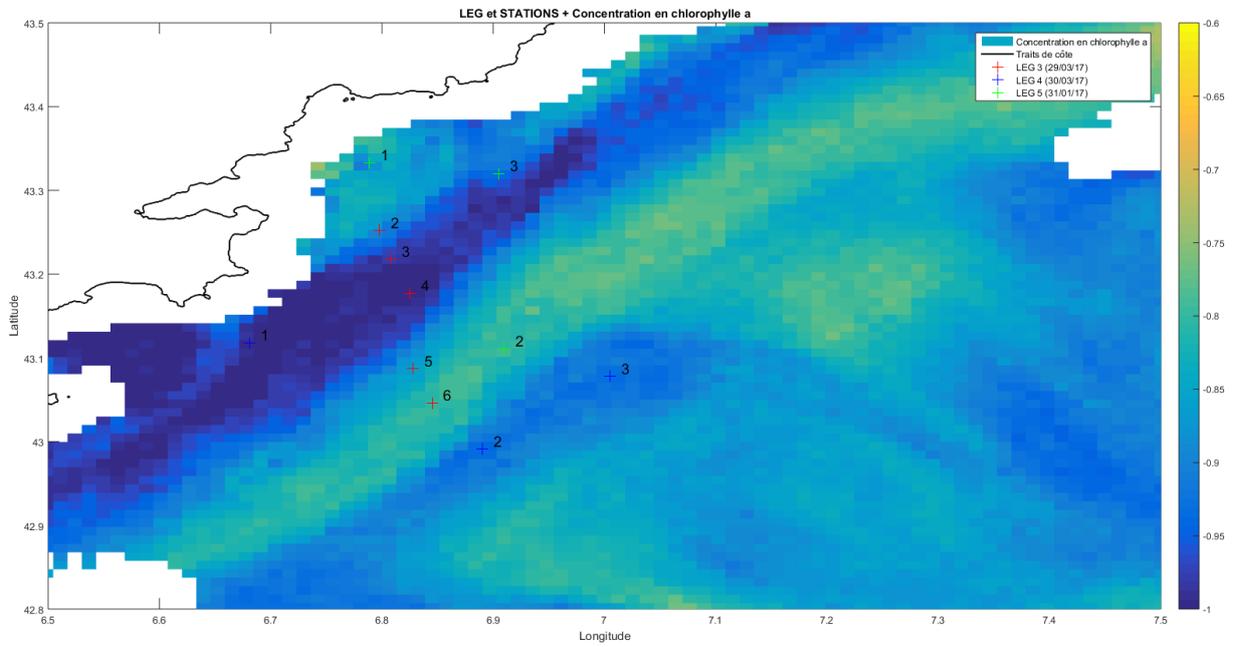


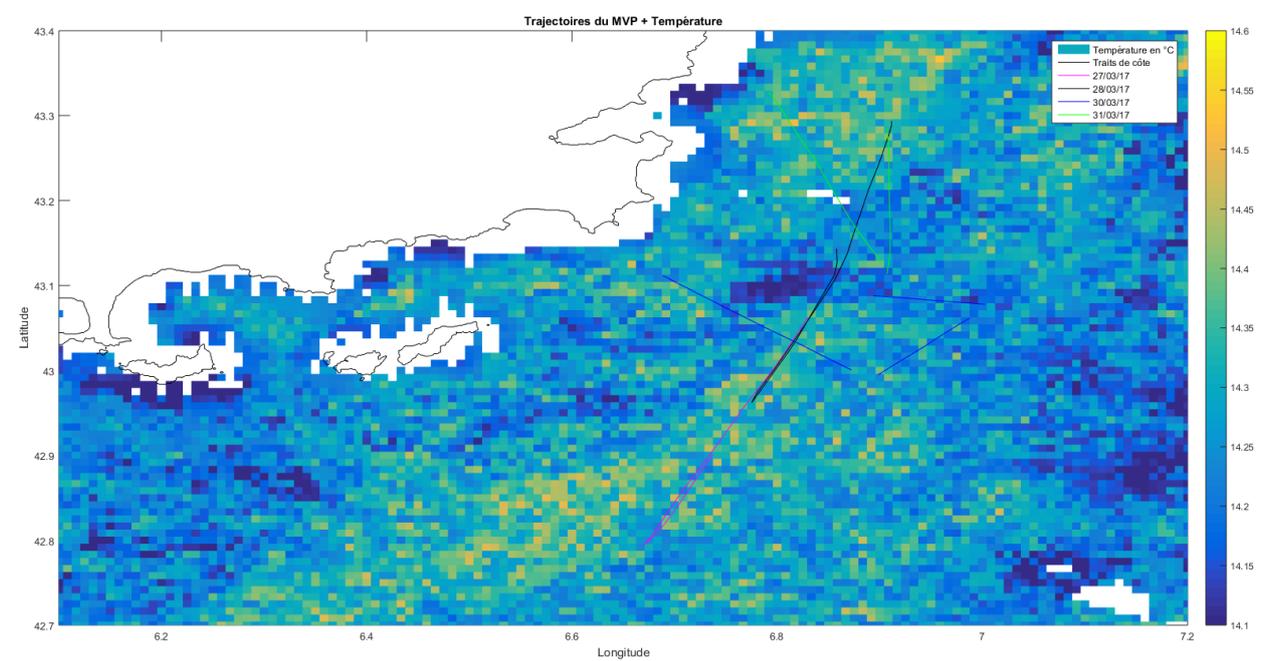
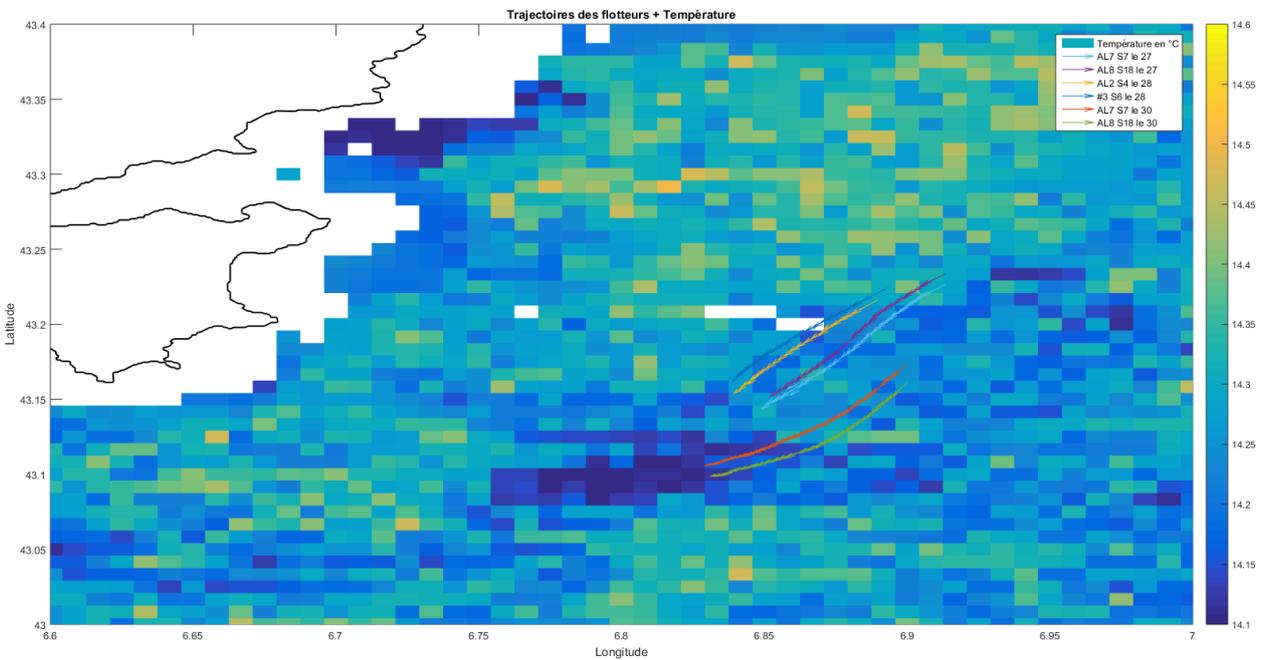
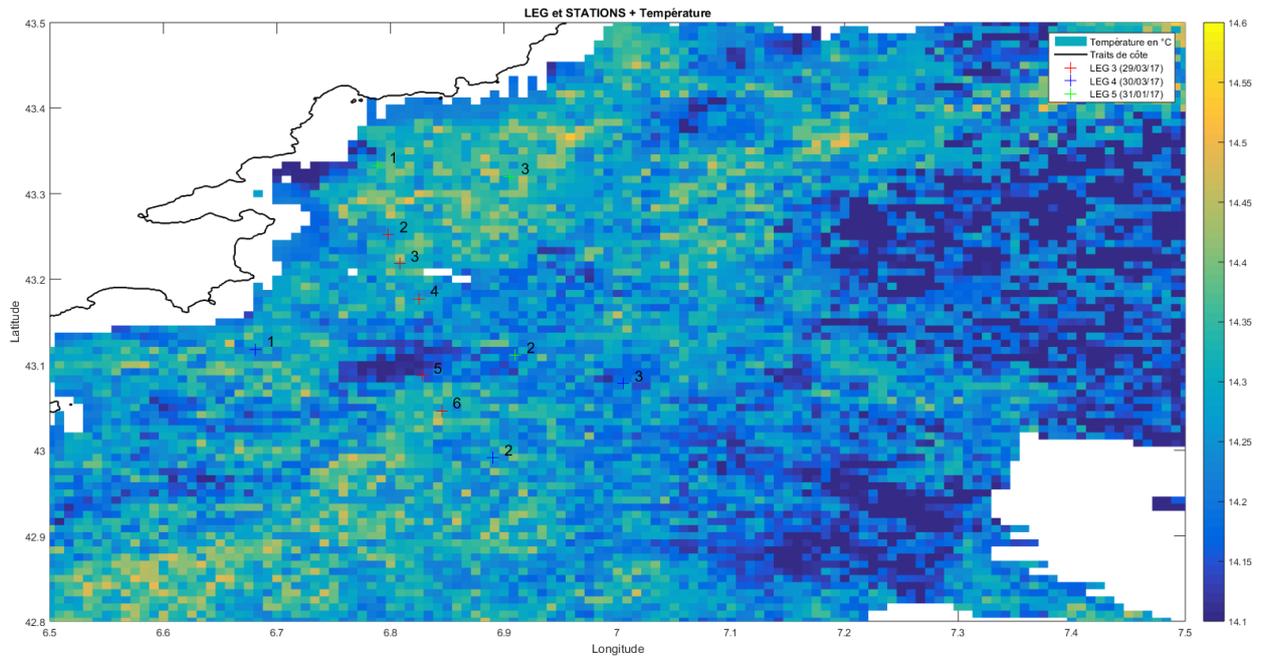
jour	MVP n°	Heure de mise à l'eau	Heure de récup	Position de mise à l'eau		Position de récupération	
				Latitude (°mm.mm)	Longitude (°mm.mm)	Latitude (°mm.mm)	Longitude (°mm.mm)
27/03/17	1	08:52:48	12:02:43	4303.731	649.782	4254.05	644.219
28/03/17	2	07:32:59	11:56:19	4317.620	654.685	4308.590	651.473
30/03/17	3	09:22:23	10:40:00	4306.706	641.31	4300.031	652.341
30/03/17	4	11:54:44	12:36:55	4259.691	653.908	4303.693	659.257
30/03/17	5	13:24:41	14:00:59	4304.674	700.163	4305.27	653.631
31/03/17	6	07:39:47	09:16:07	4319.659	647.484	4307.617	654.086
31/03/17	7	10:00:27	11:18:05	4306.828	654.427	4317.121	654.435

Trajets du MVP

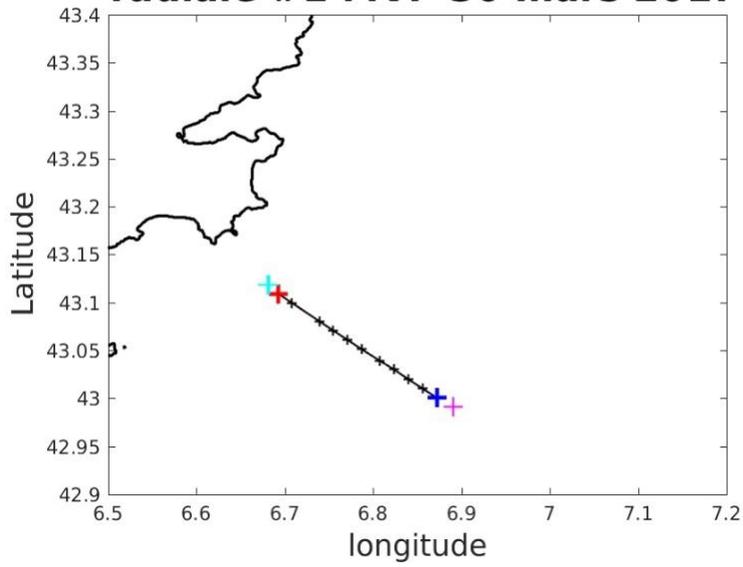




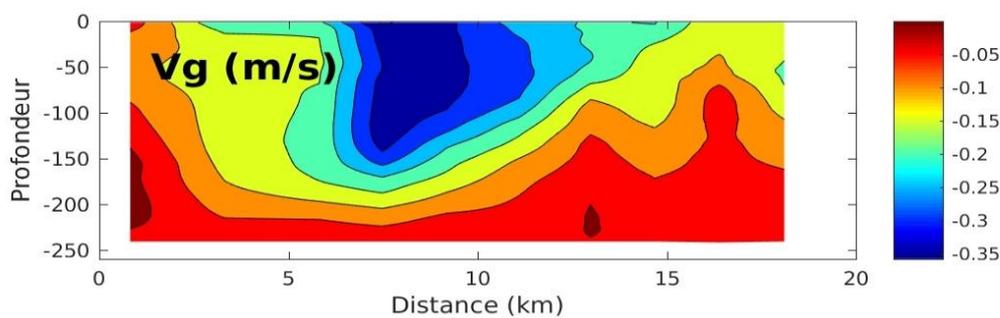
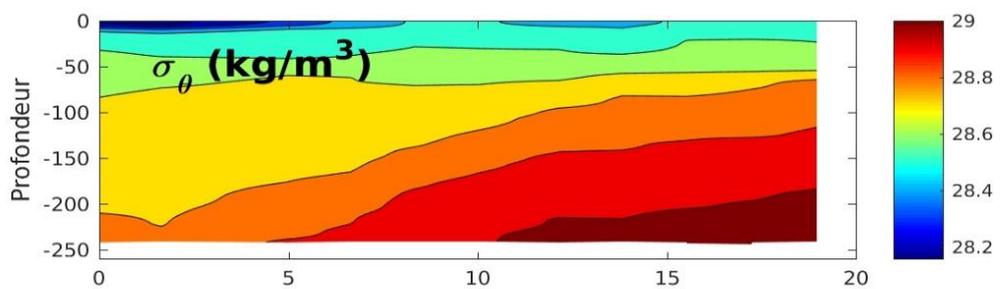
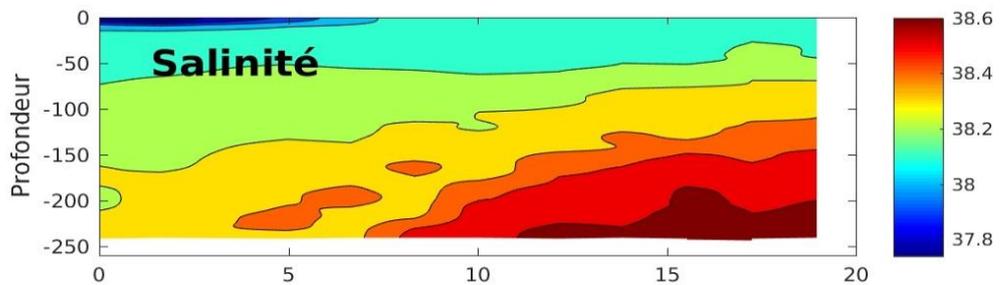
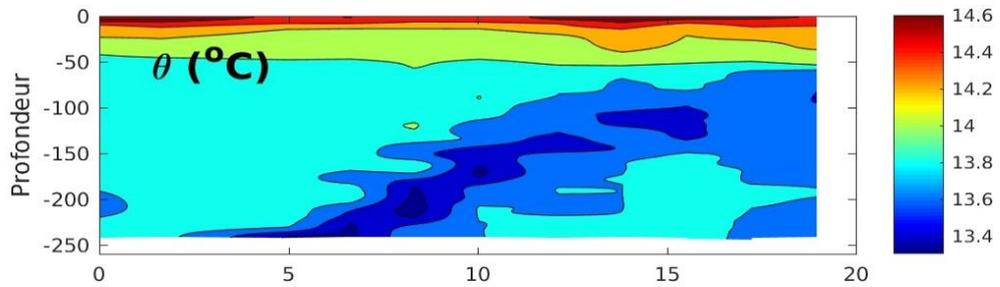




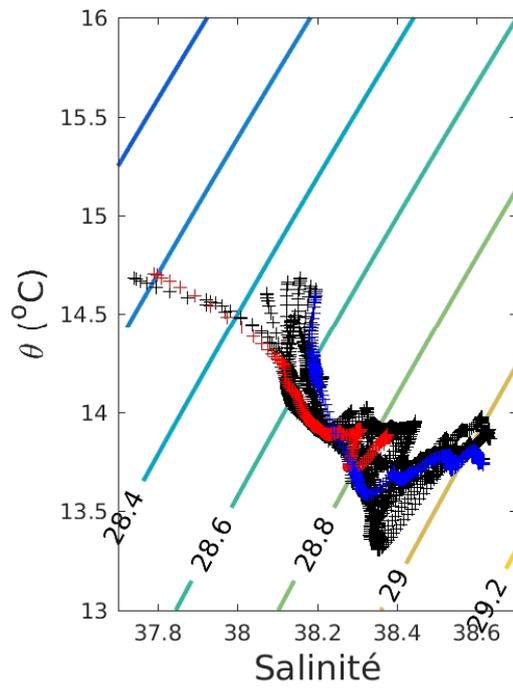
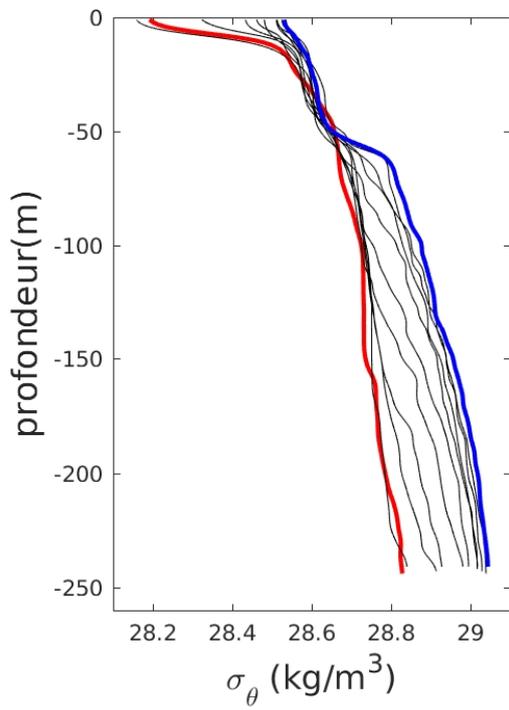
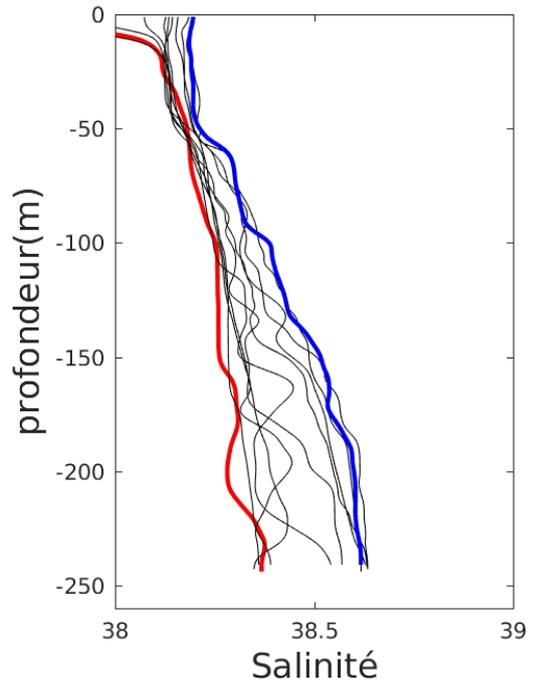
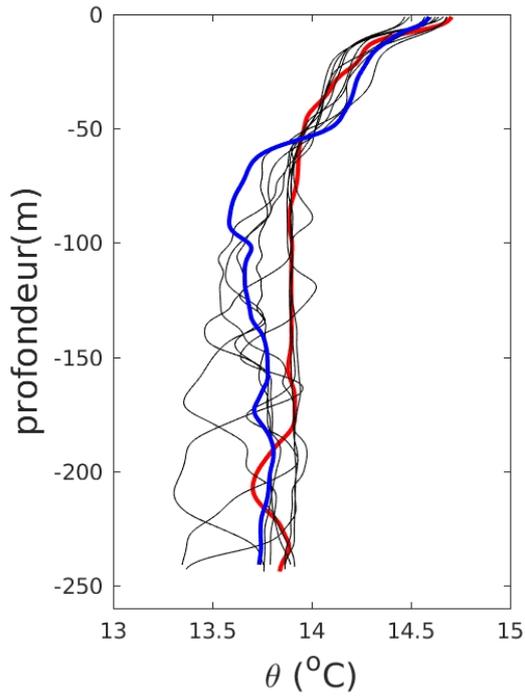
radiale #1 MVP 30 mars 2017



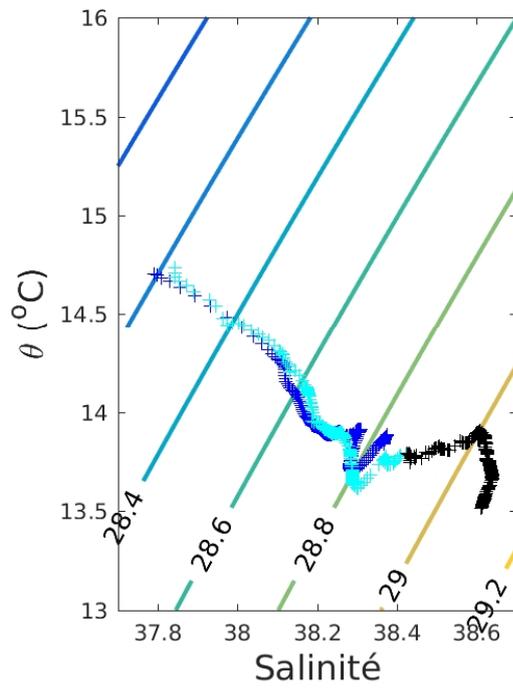
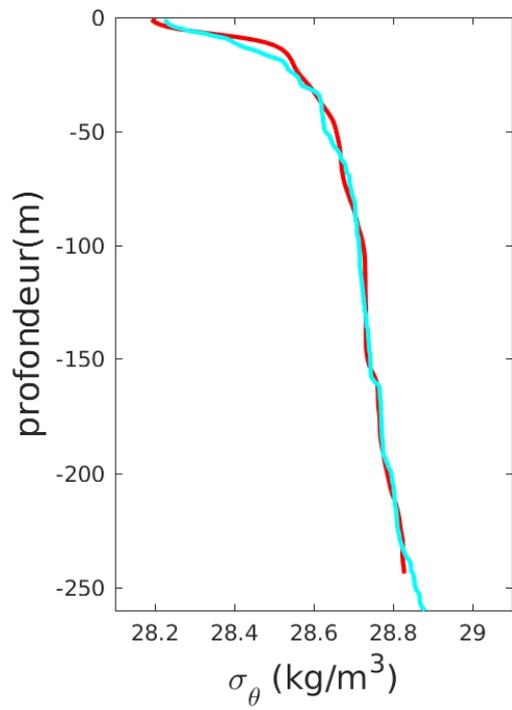
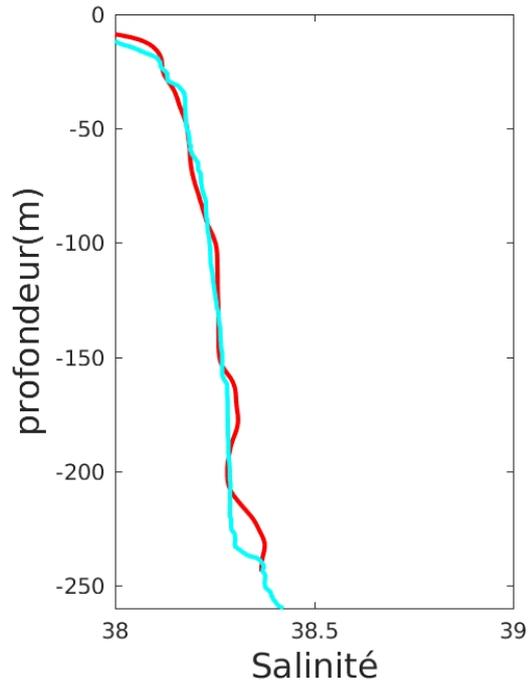
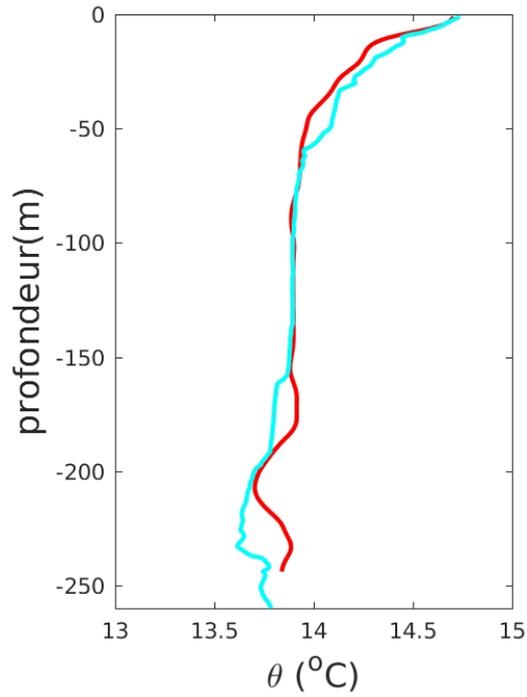
radiale #1 MVP 30 mars 2017



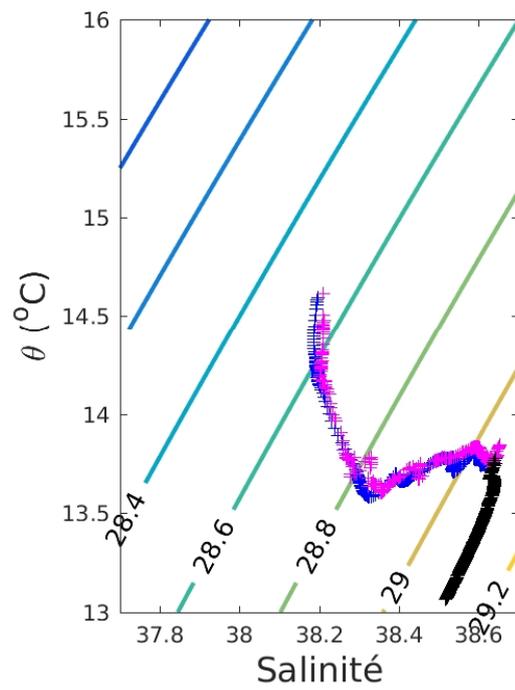
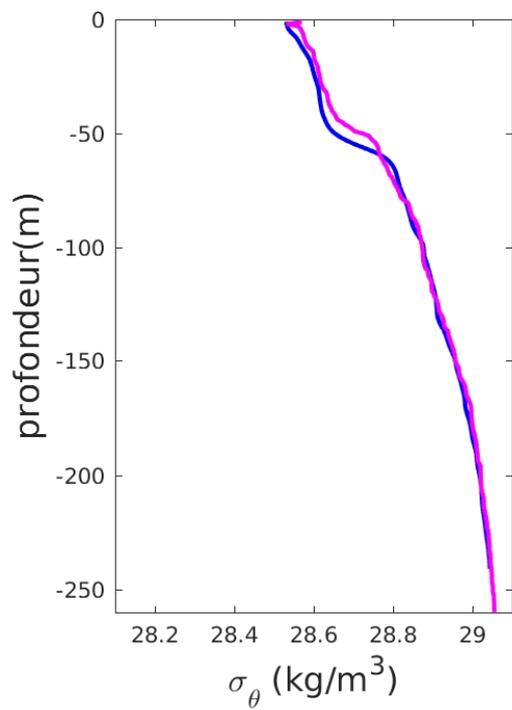
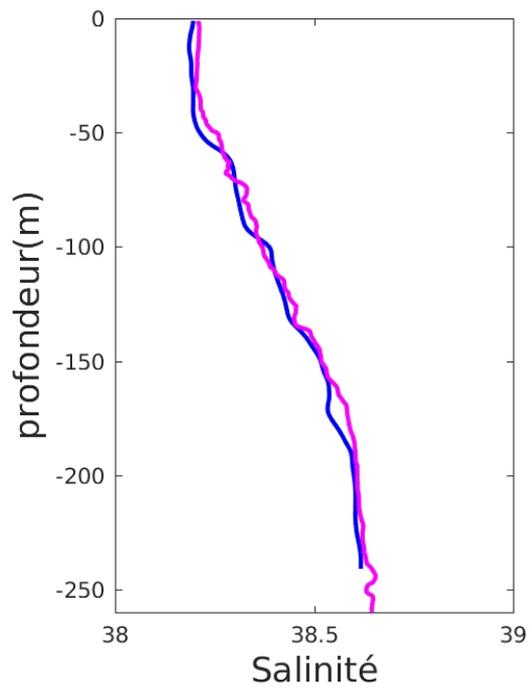
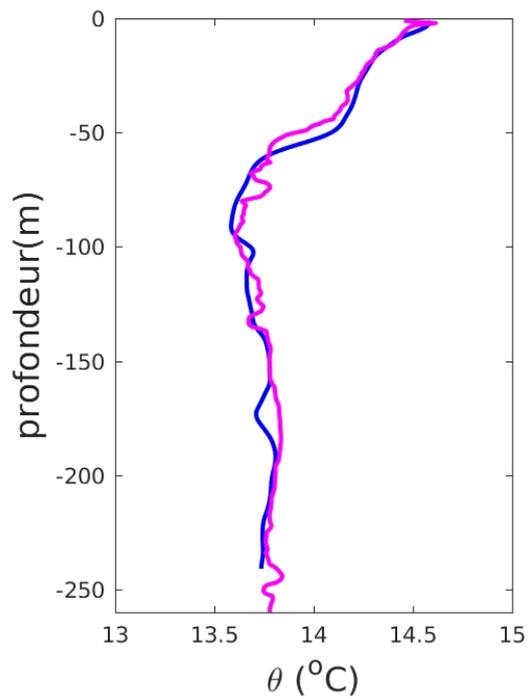
radiale #1 MVP 30 mars 2017



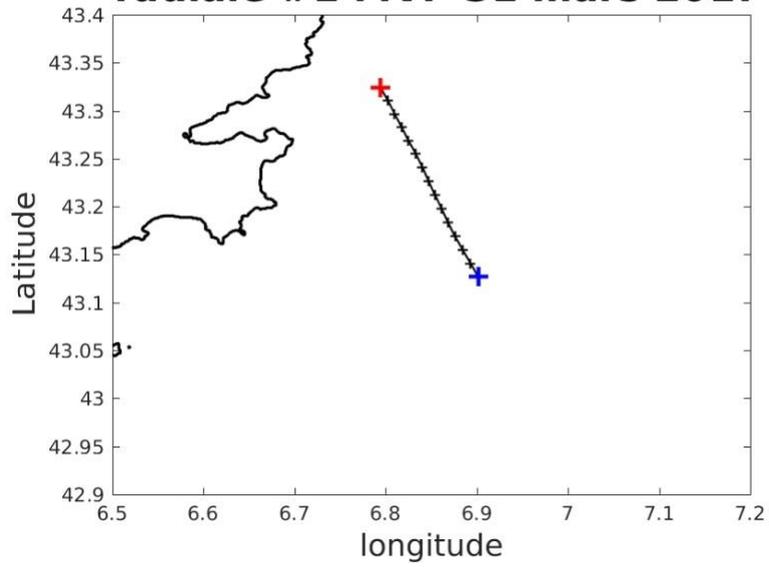
radiale #1 MVP 30 mars 2017 vs Seabird L4S1



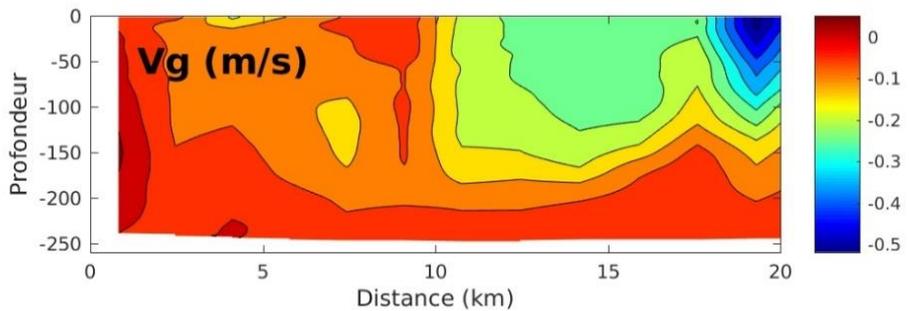
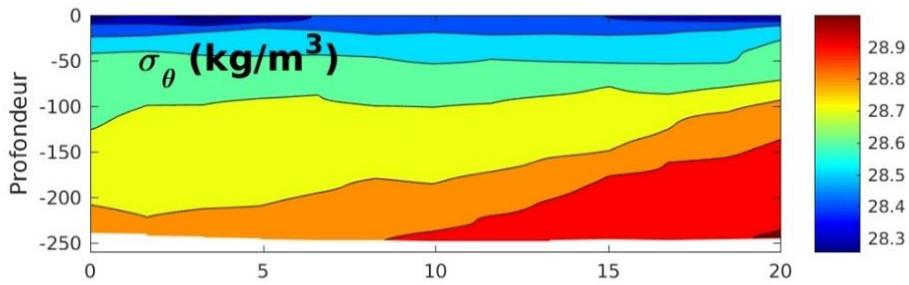
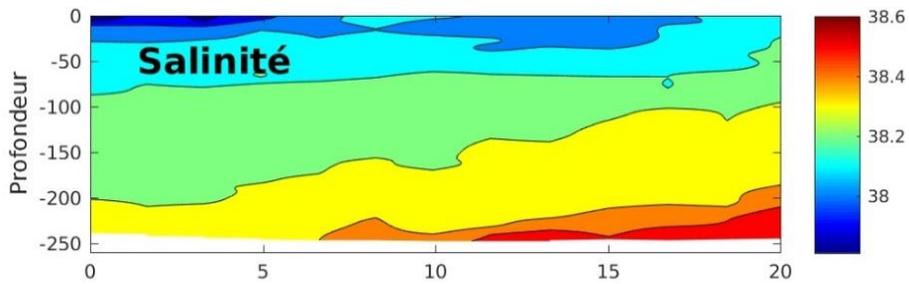
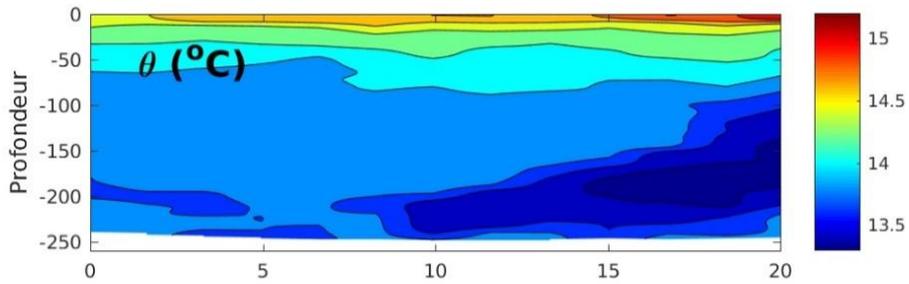
radiale #1 MVP 30 mars 2017 vs Seabird L4S2



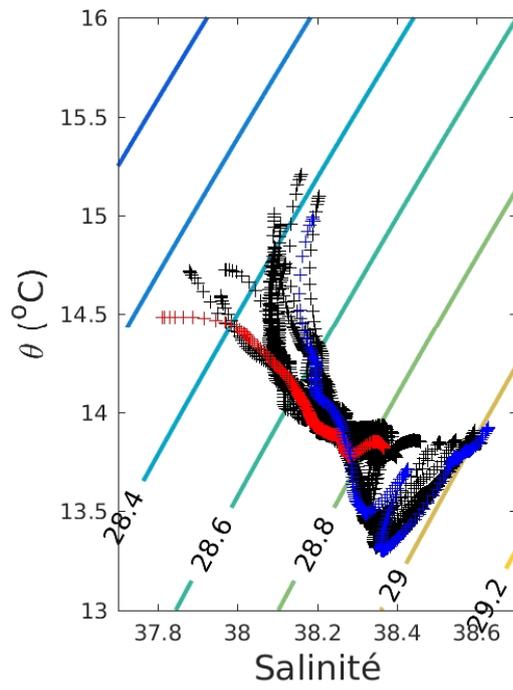
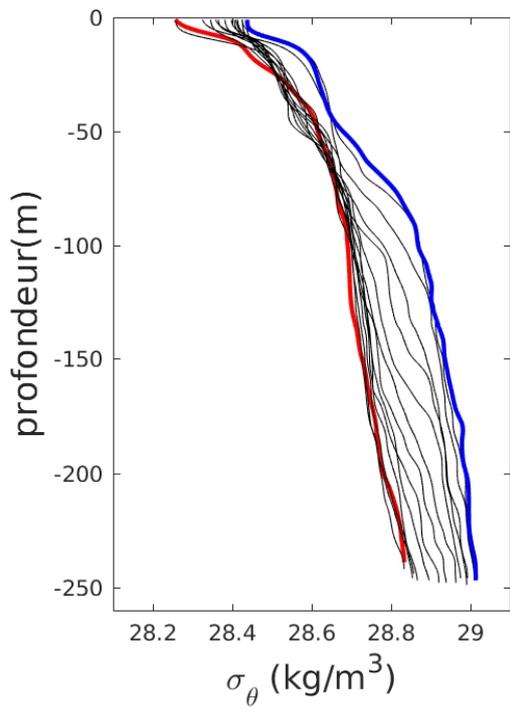
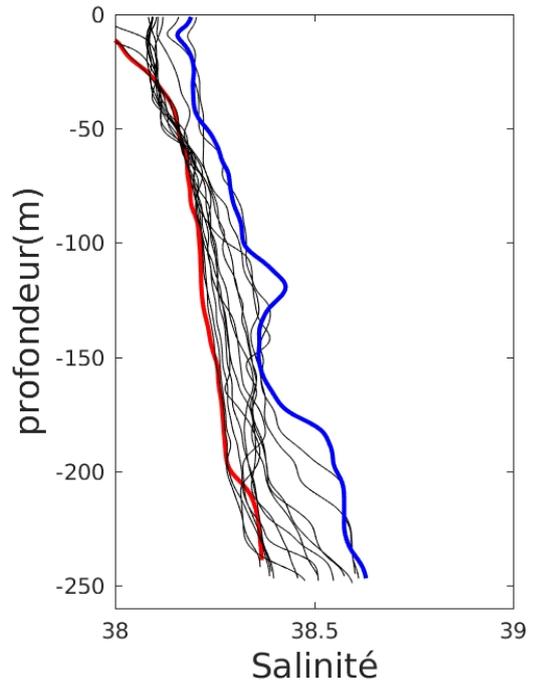
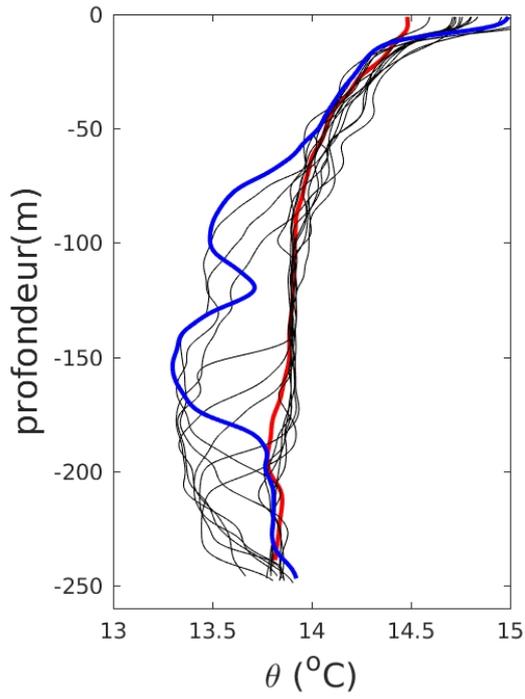
radiale #1 MVP 31 mars 2017



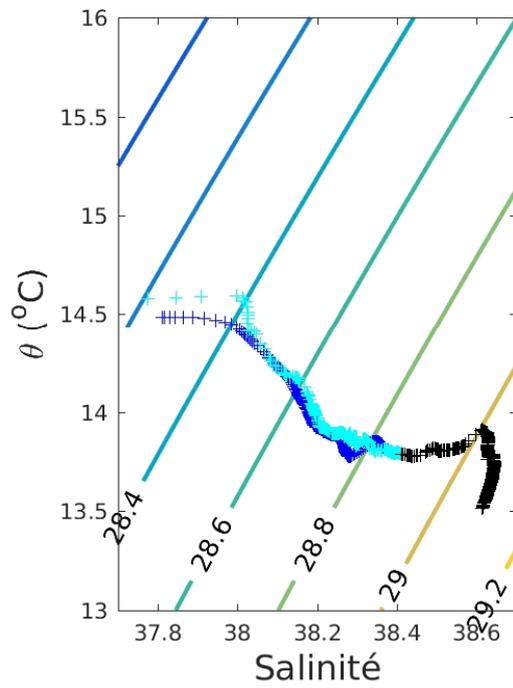
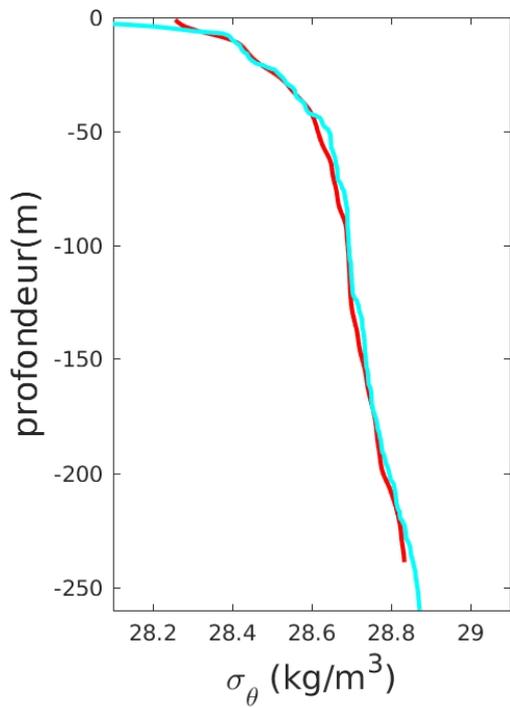
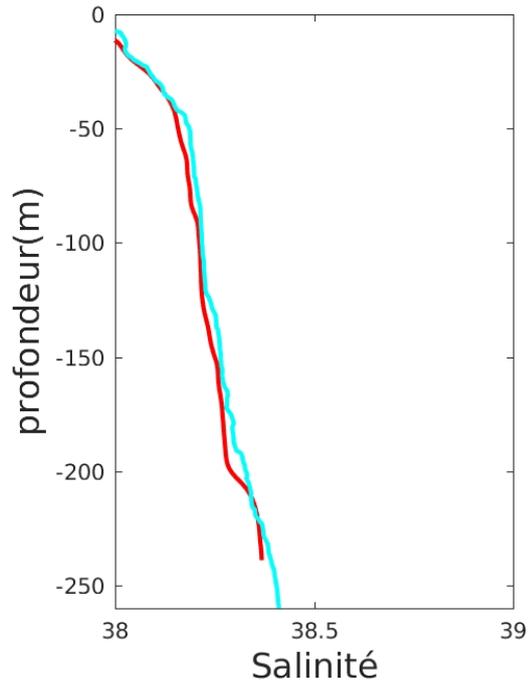
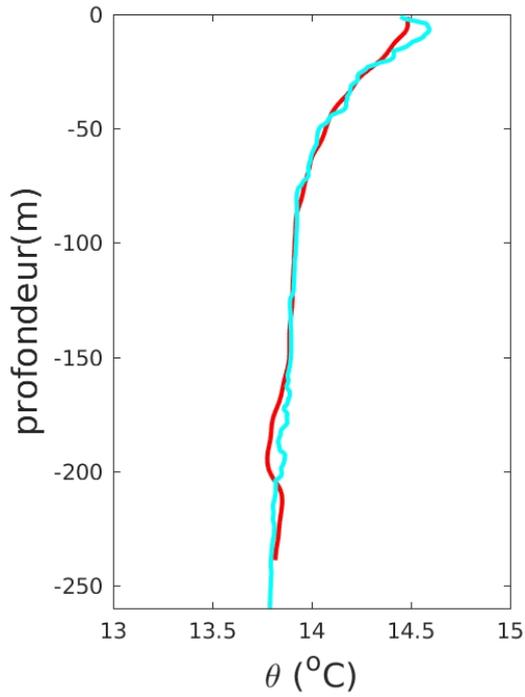
radiale #1 MVP 31 mars 2017



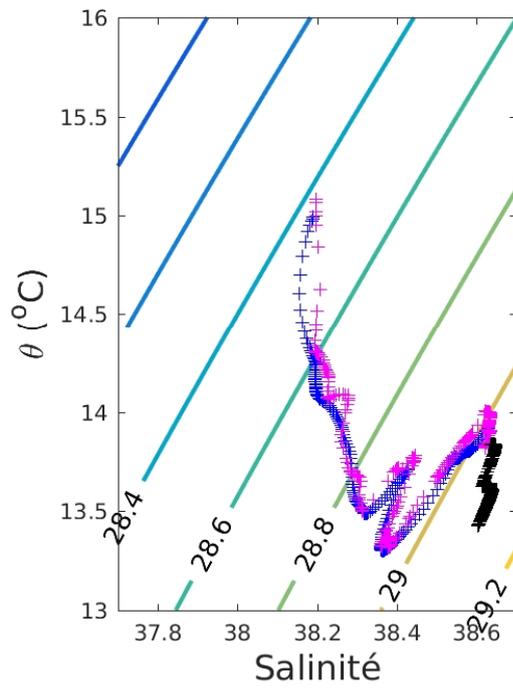
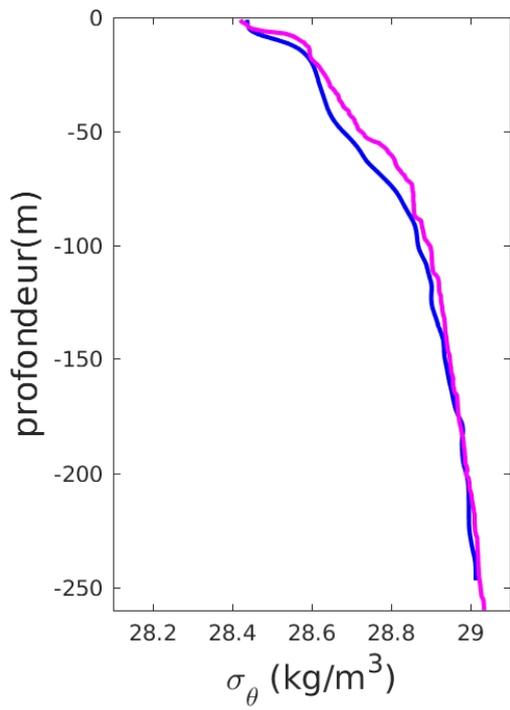
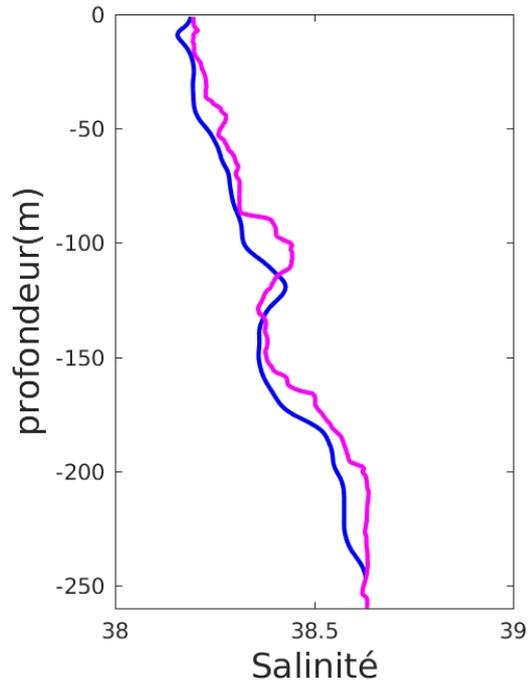
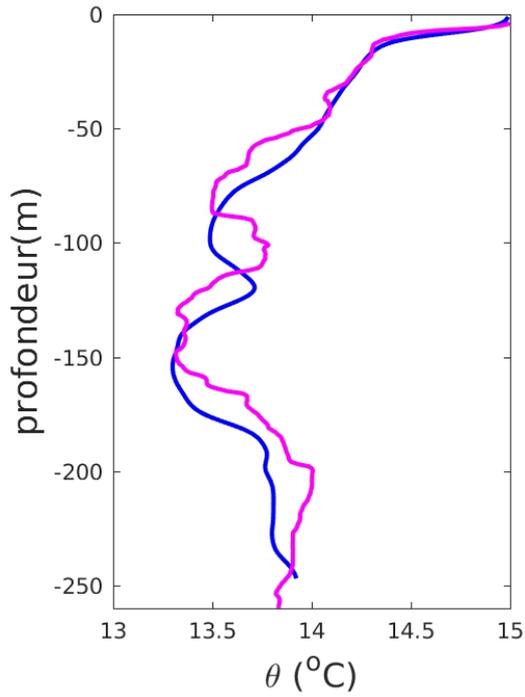
radiale #1 MVP 31 mars 2017



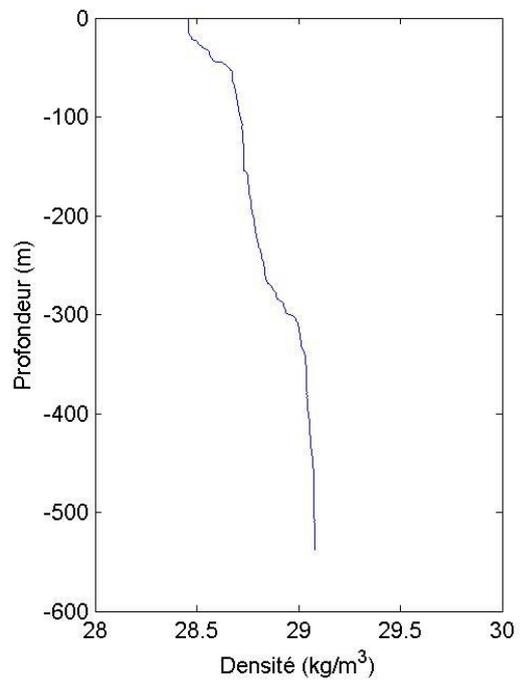
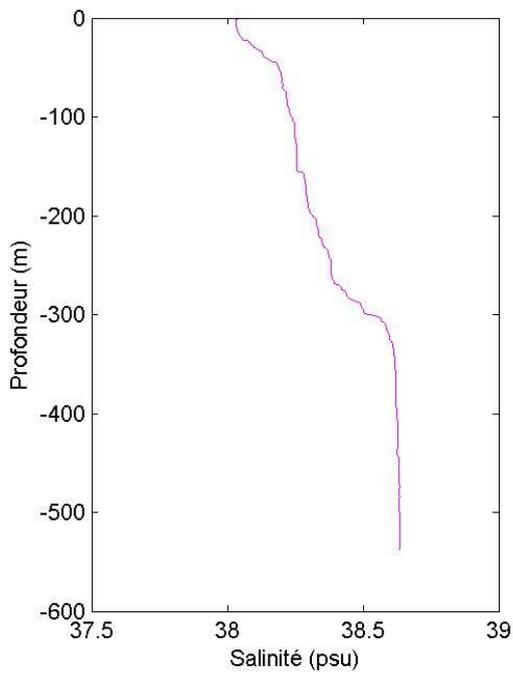
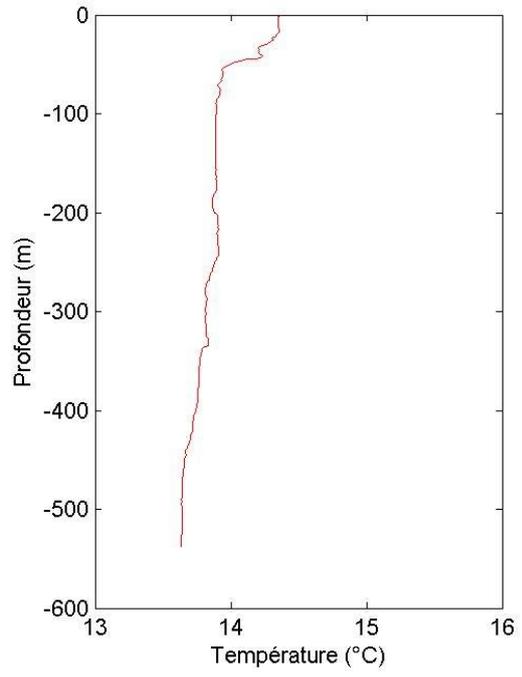
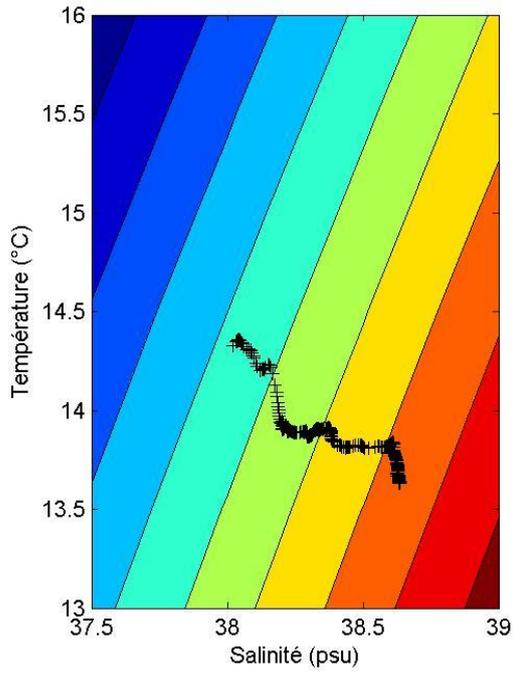
radiale #1 MVP 31 mars 2017 vs Seabird L5S1



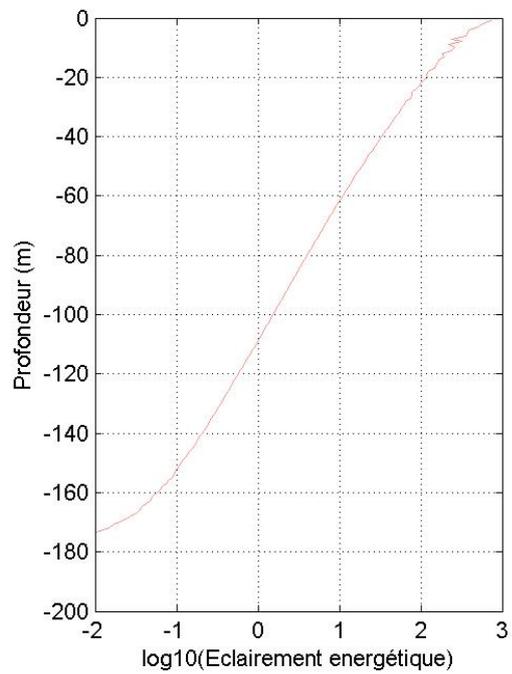
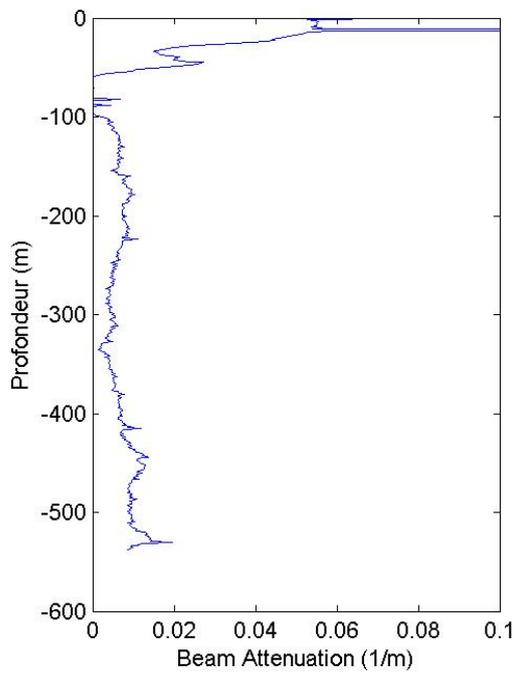
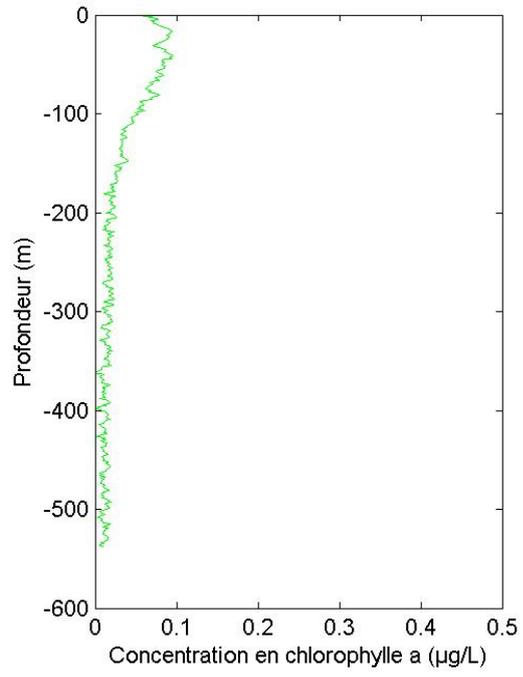
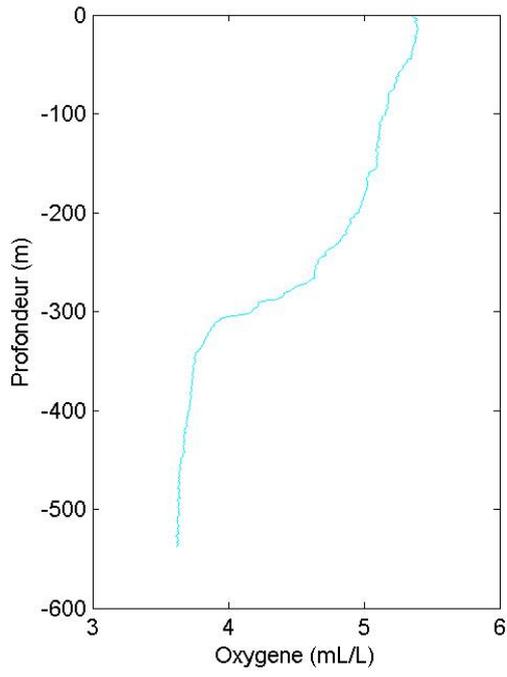
radiale #1 MVP 31 mars 2017 vs Seabird L5S2



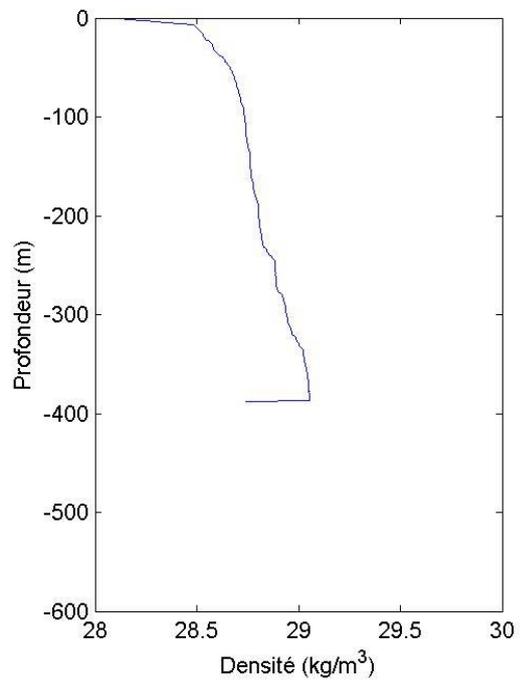
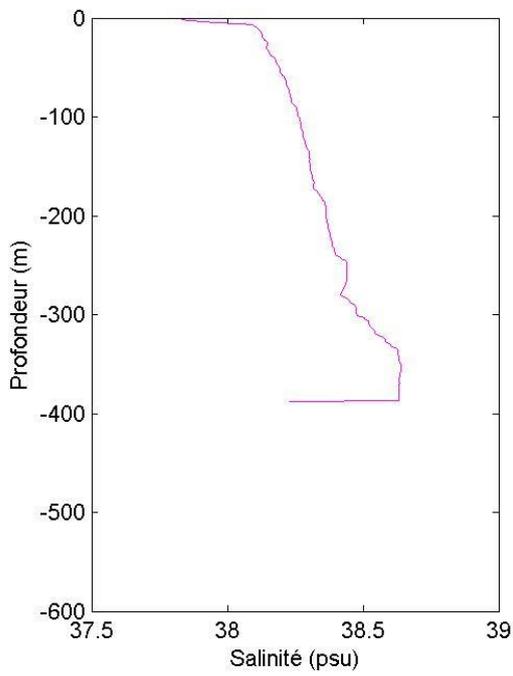
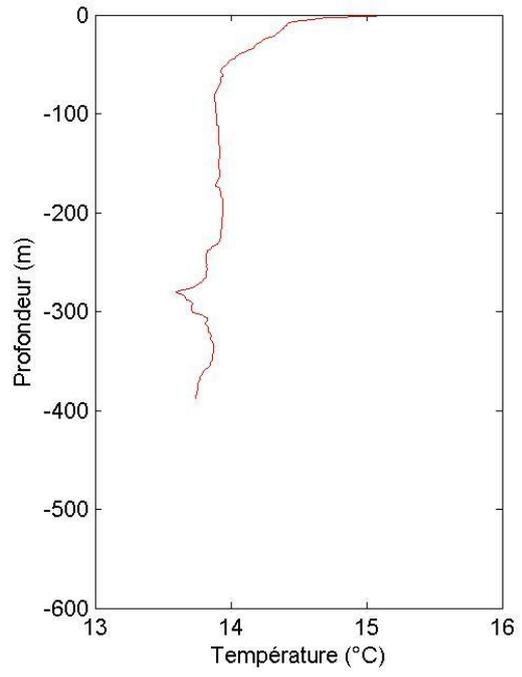
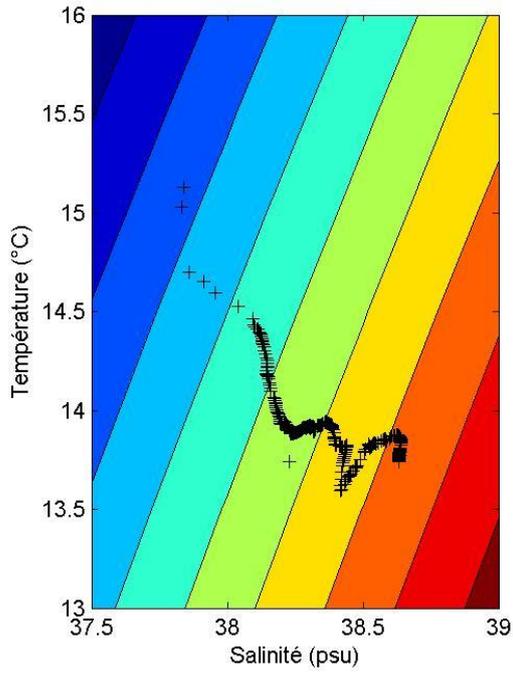
PHYOCE2017 L3 S2bin



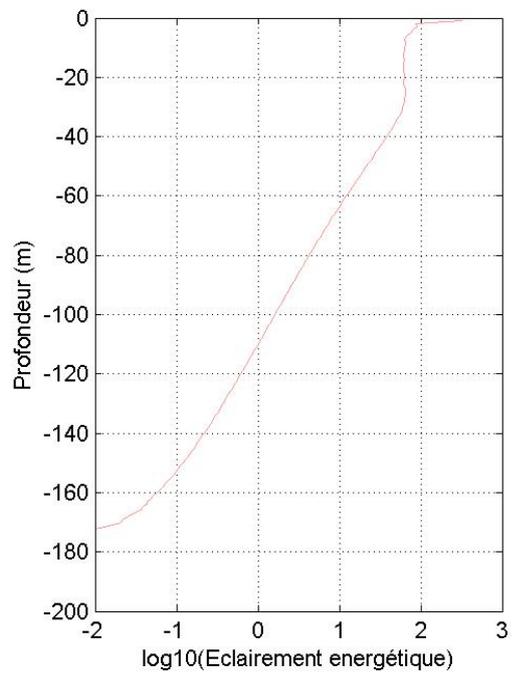
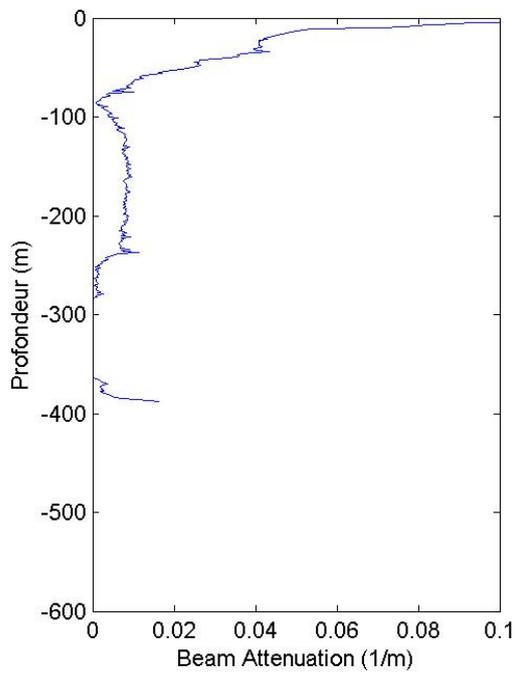
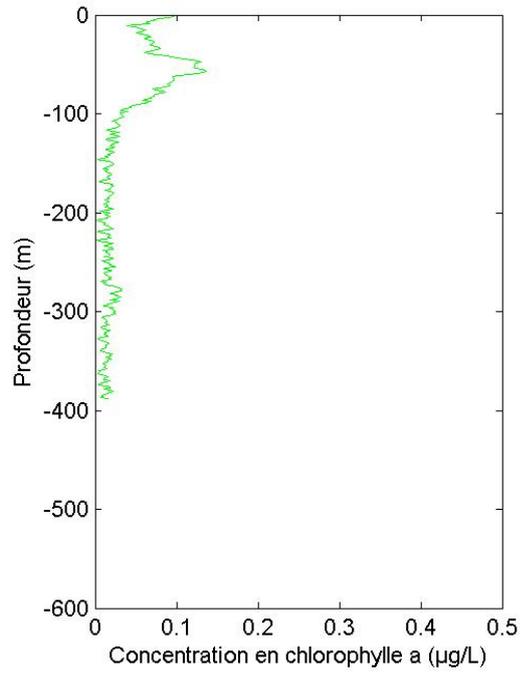
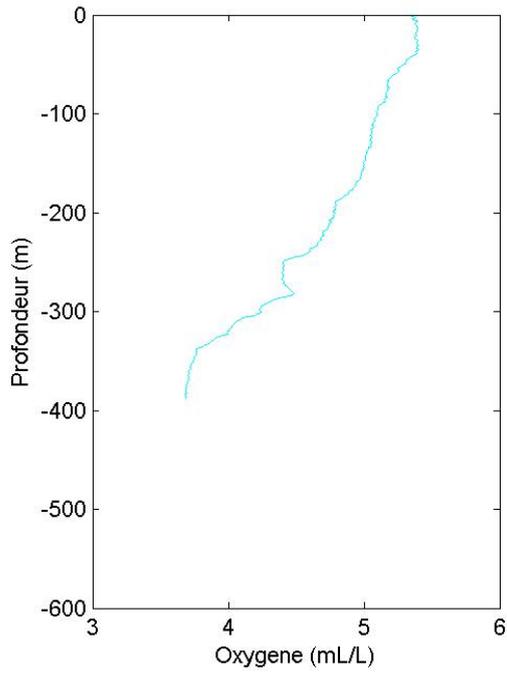
PHYOCE2017 L3 S2bin



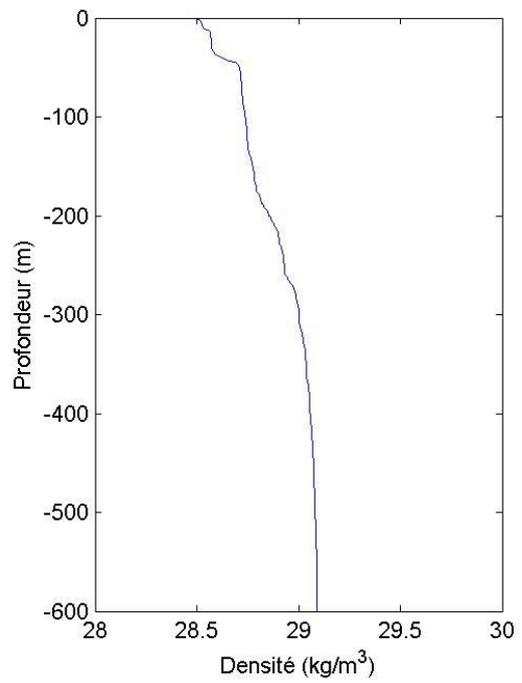
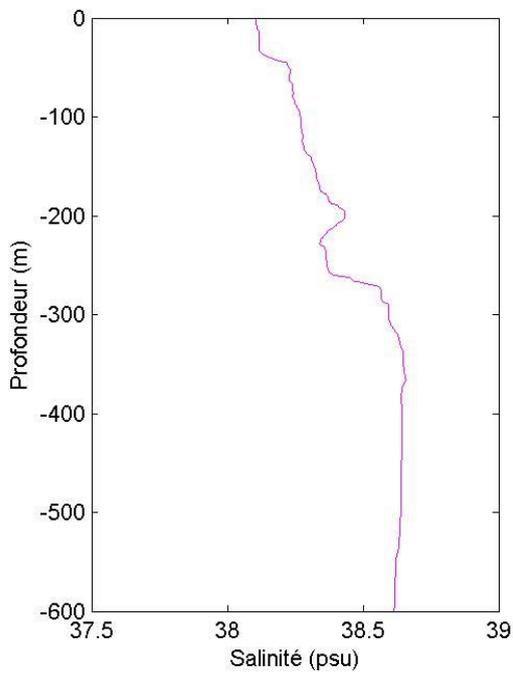
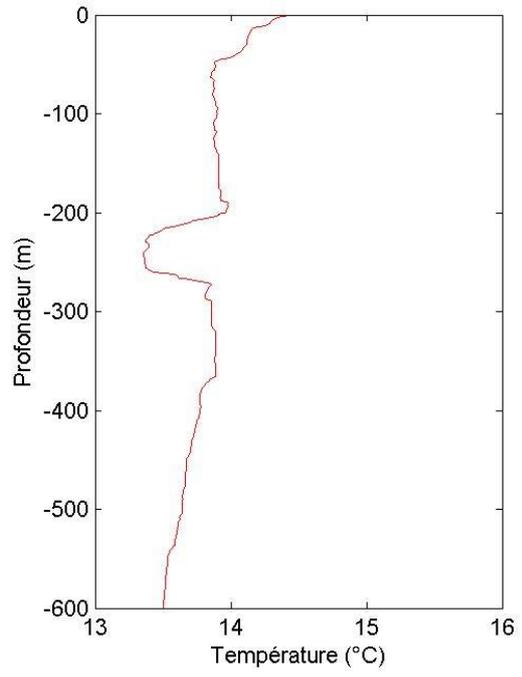
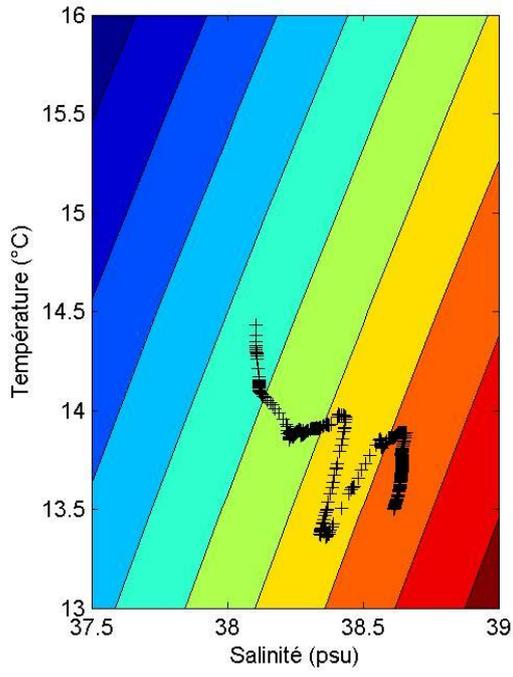
PHYOCE2017 L3 S3bin



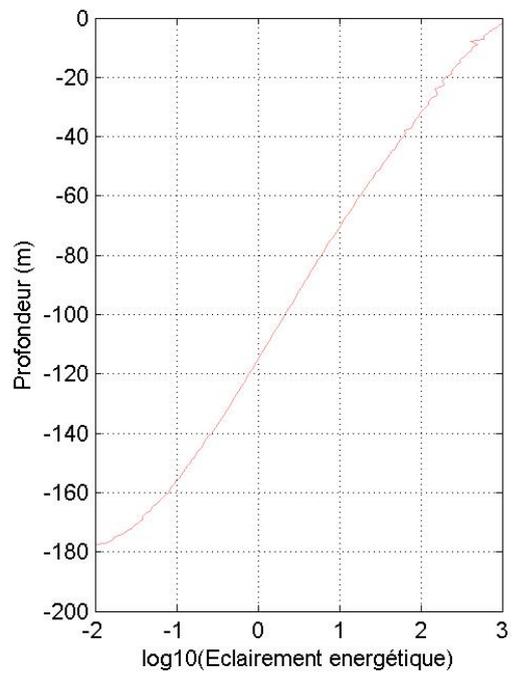
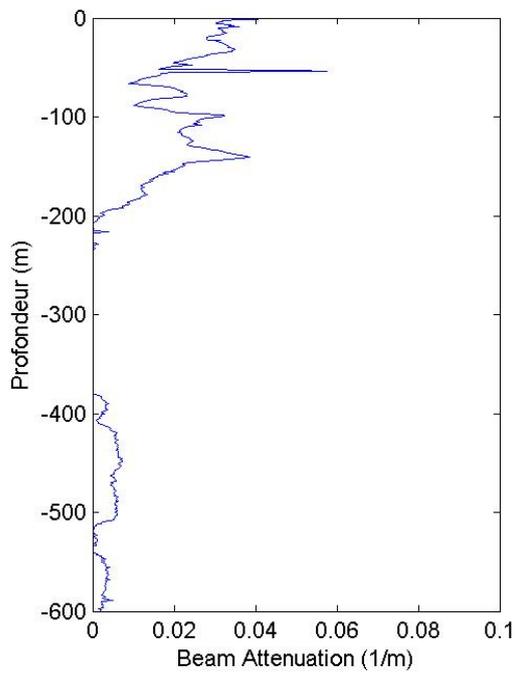
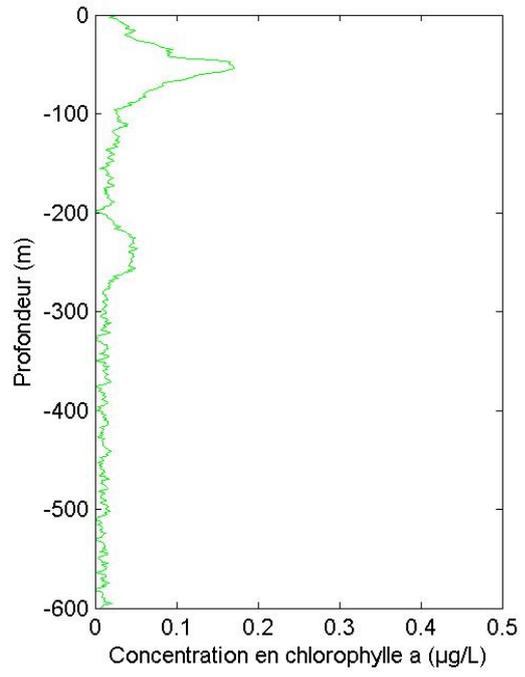
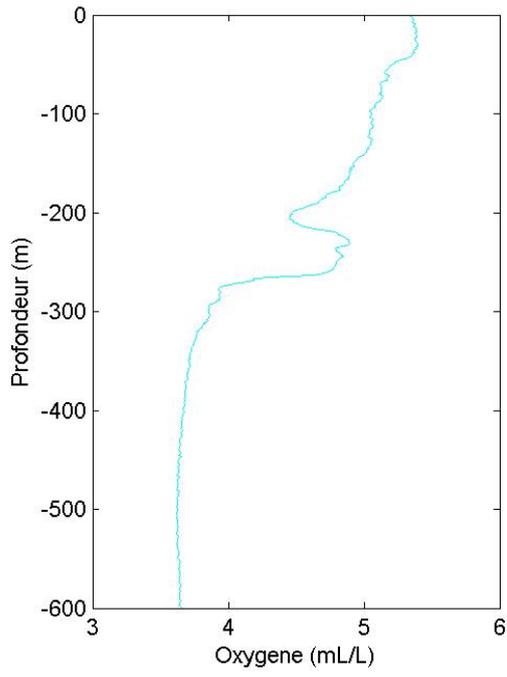
PHYOCE2017 L3 S3bin



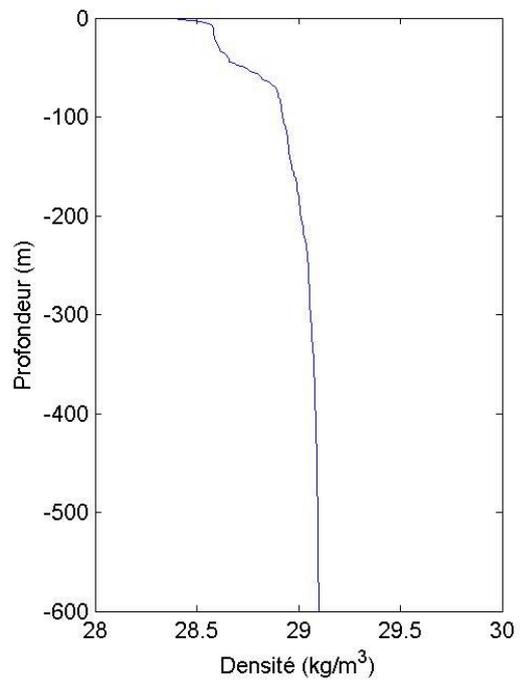
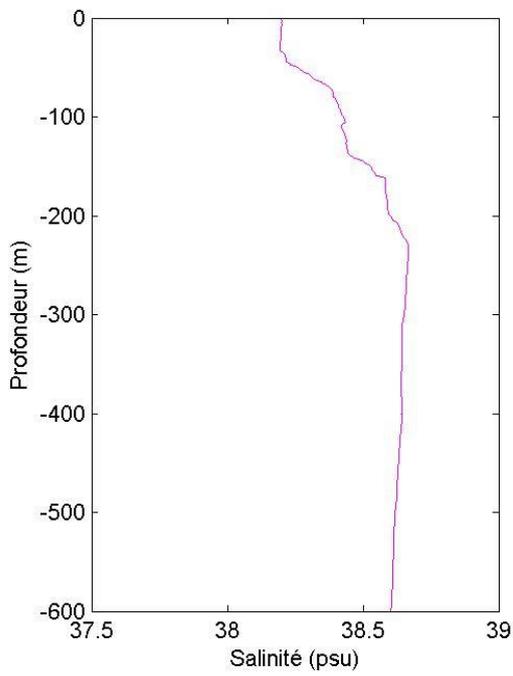
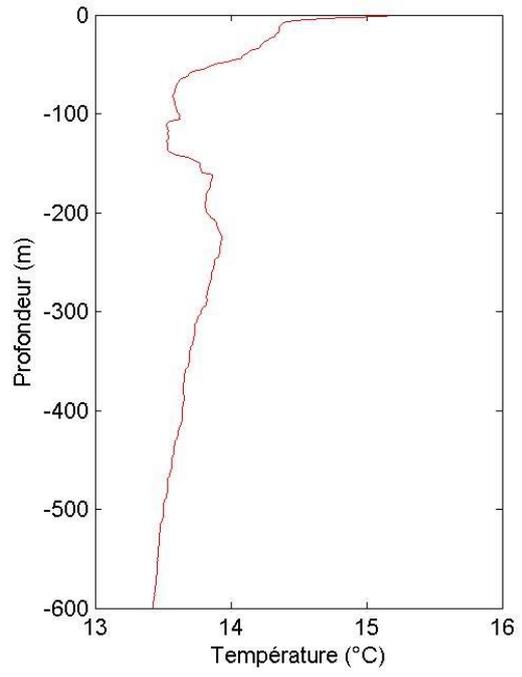
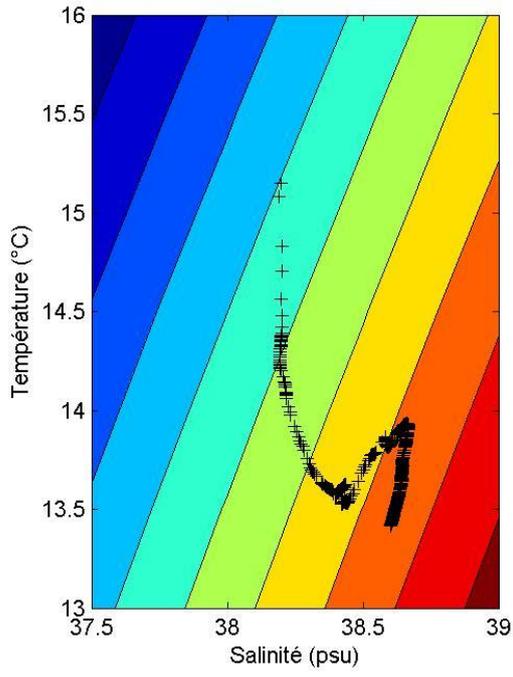
PHYOCE2017 L3 S4bin



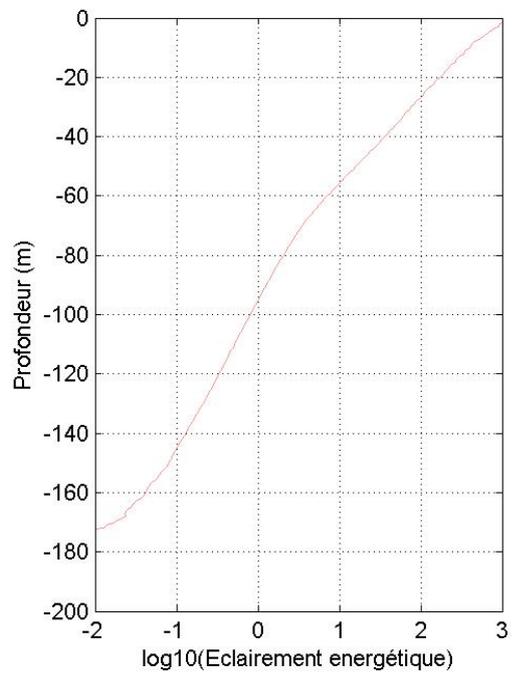
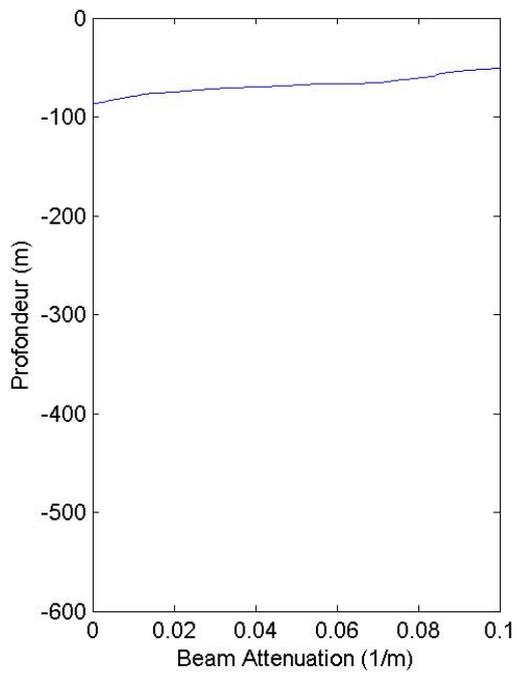
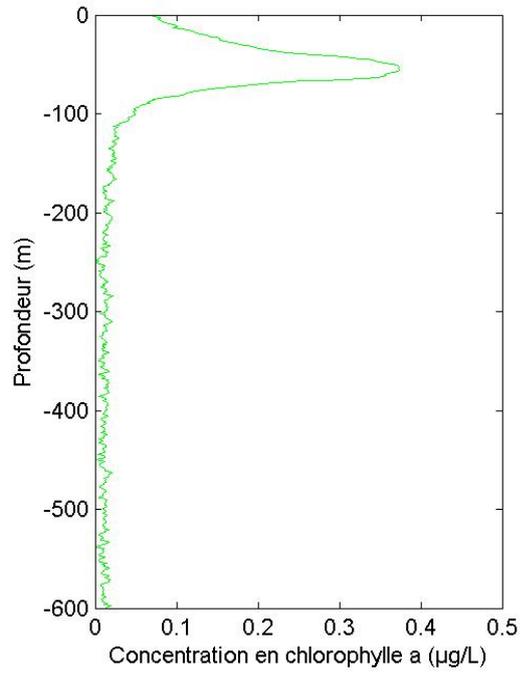
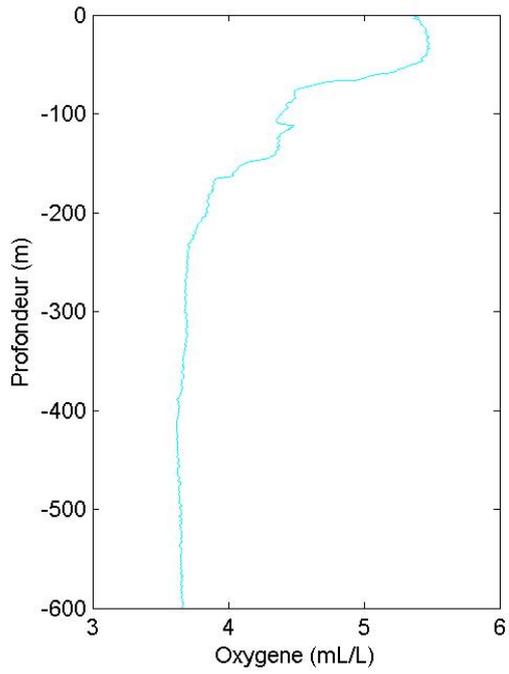
PHYOCE2017 L3 S4bin



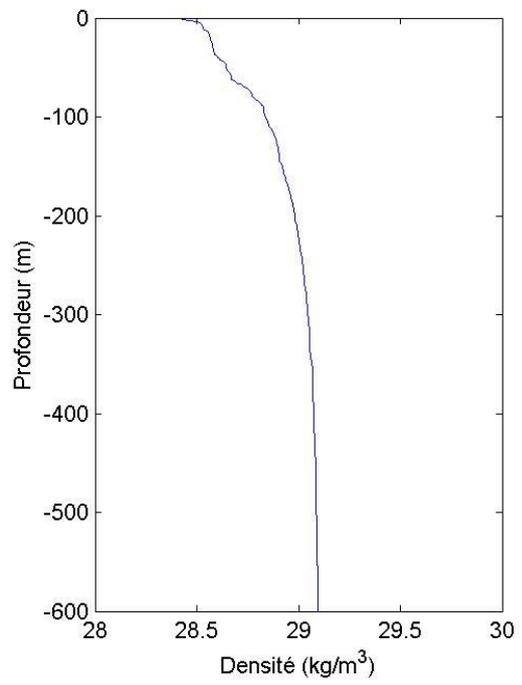
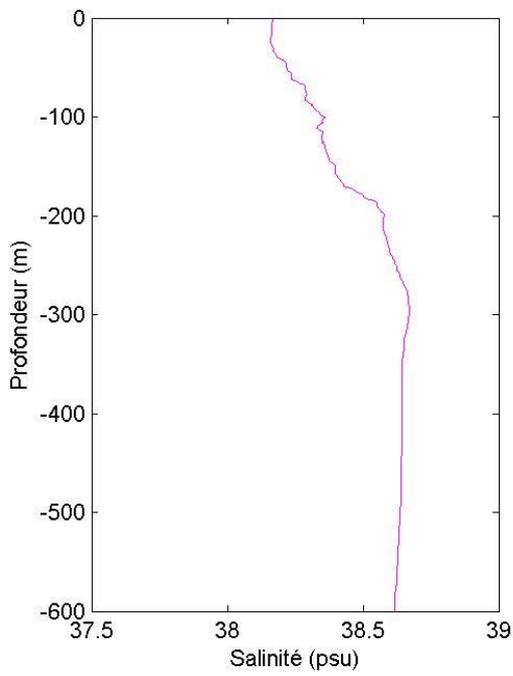
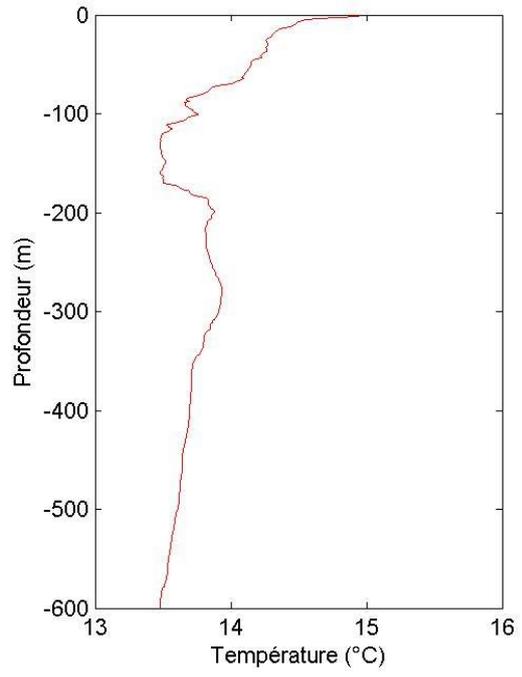
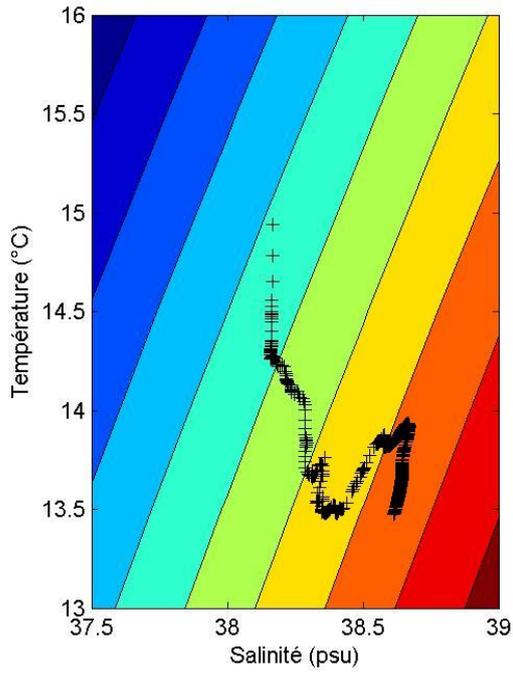
PHYOCE2017 L3 S5bin



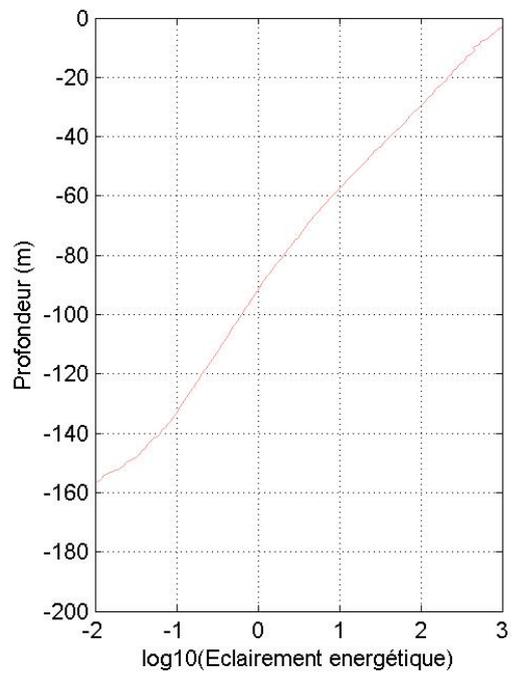
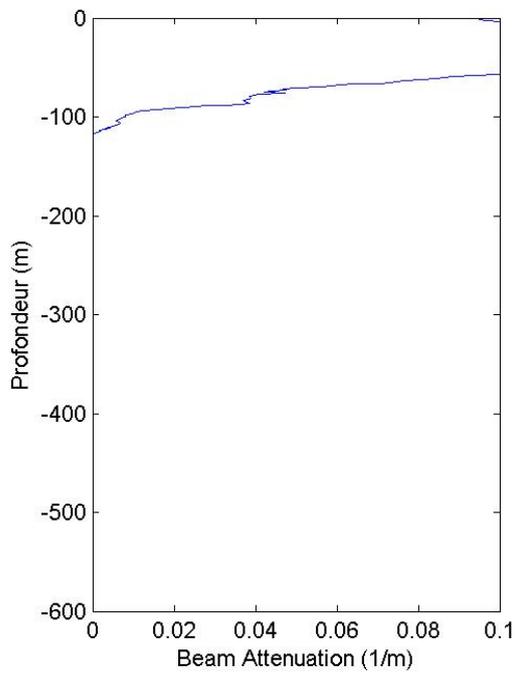
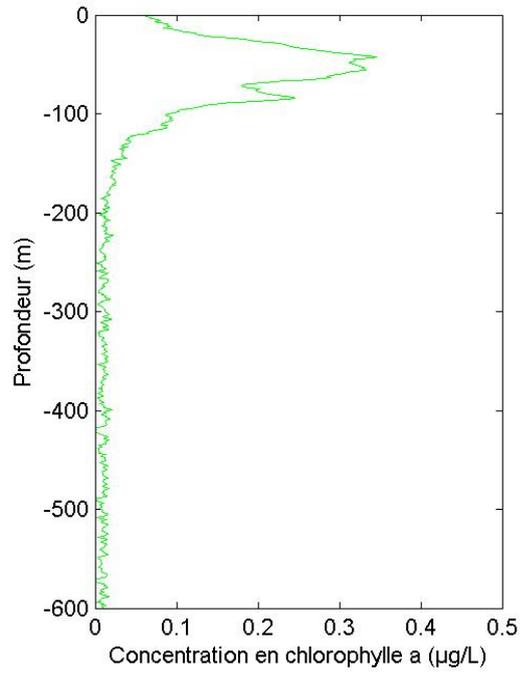
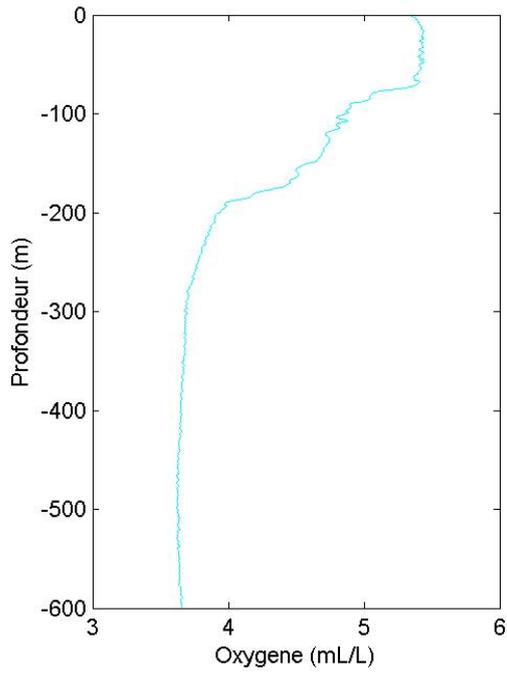
PHYOCE2017 L3 S5bin



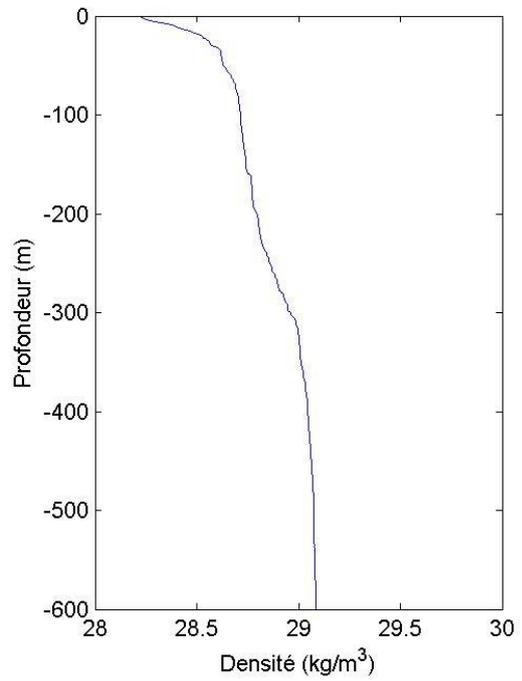
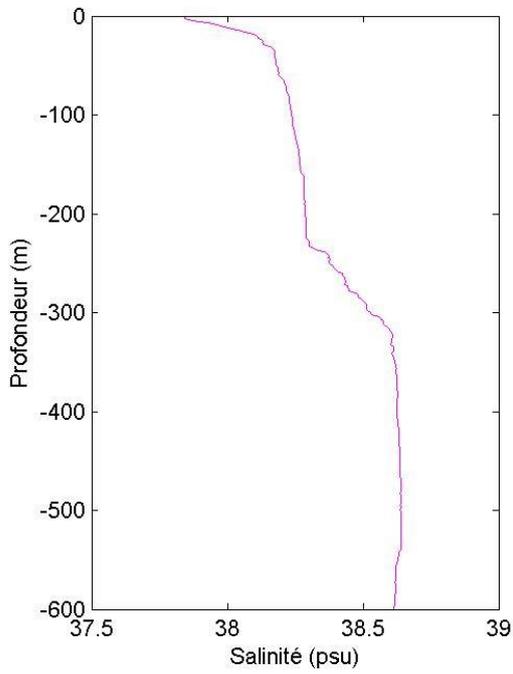
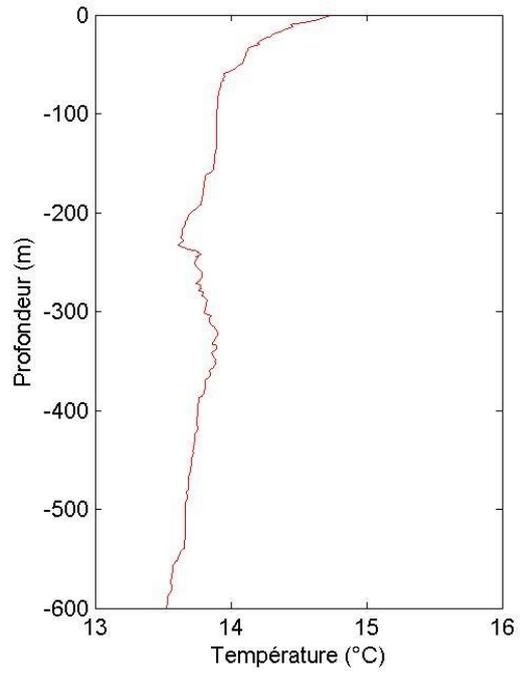
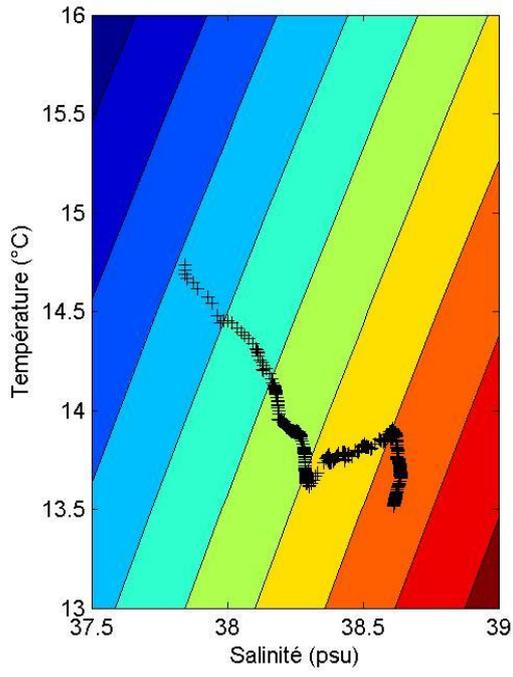
PHYOCE2017 L3 S6bin



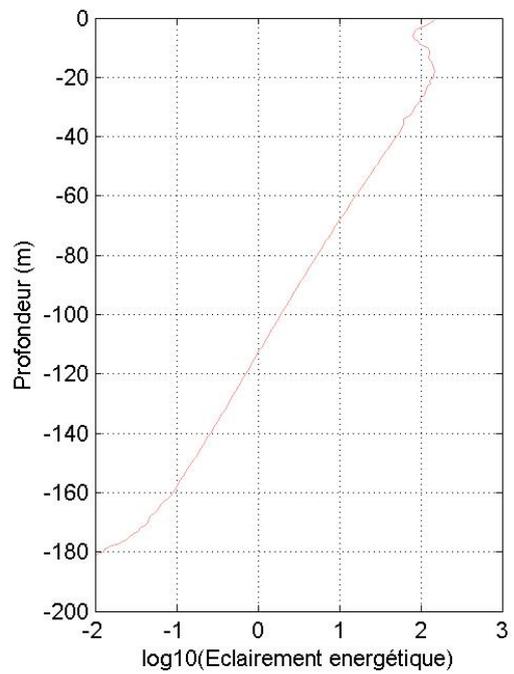
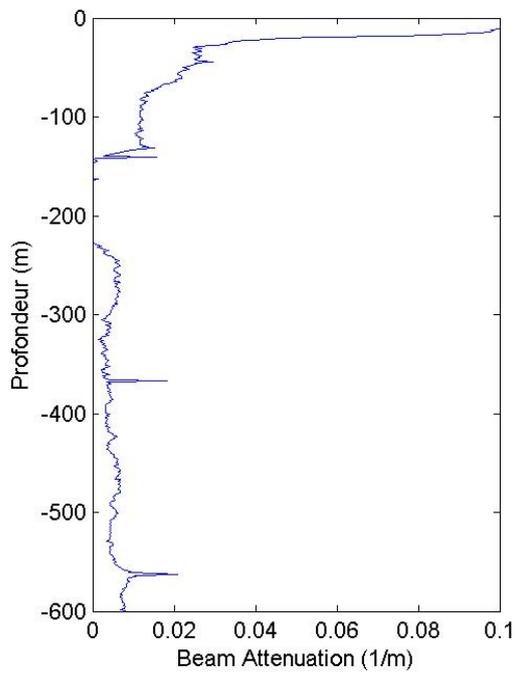
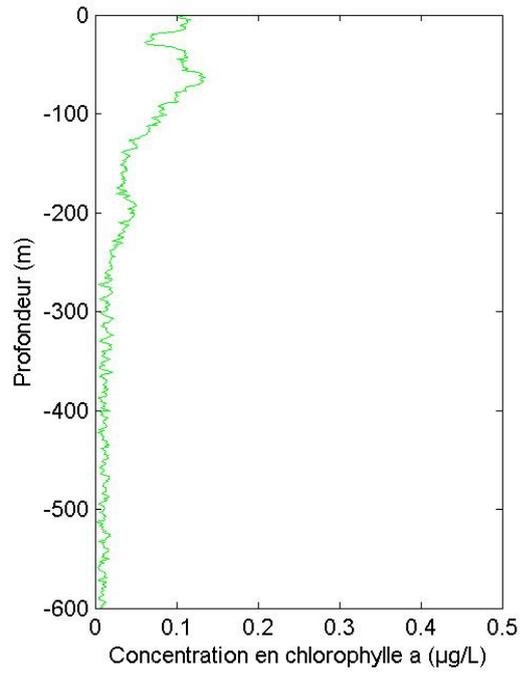
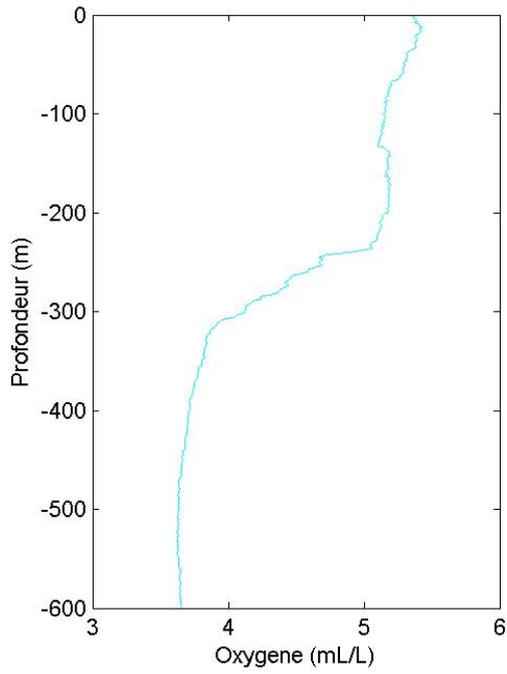
PHYOCE2017 L3 S6bin



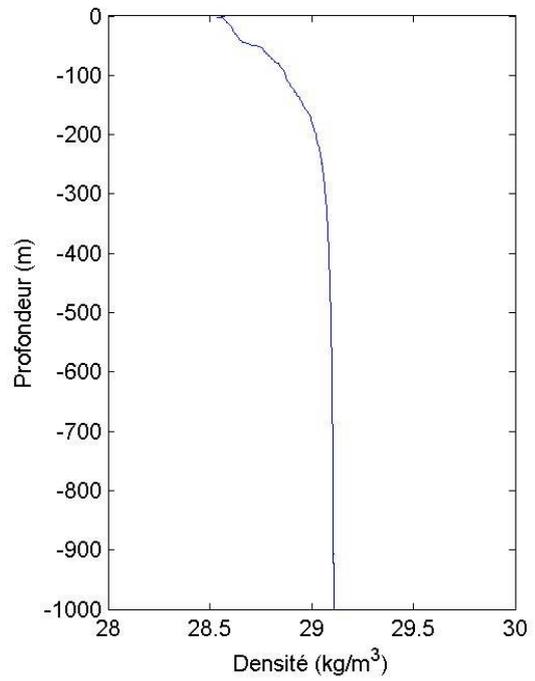
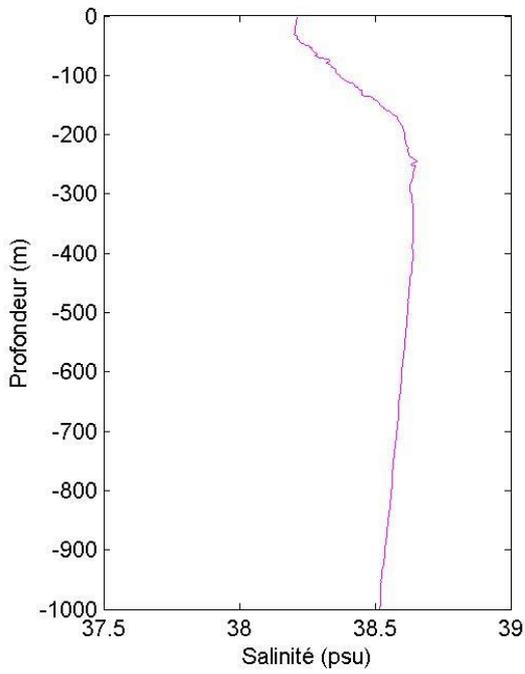
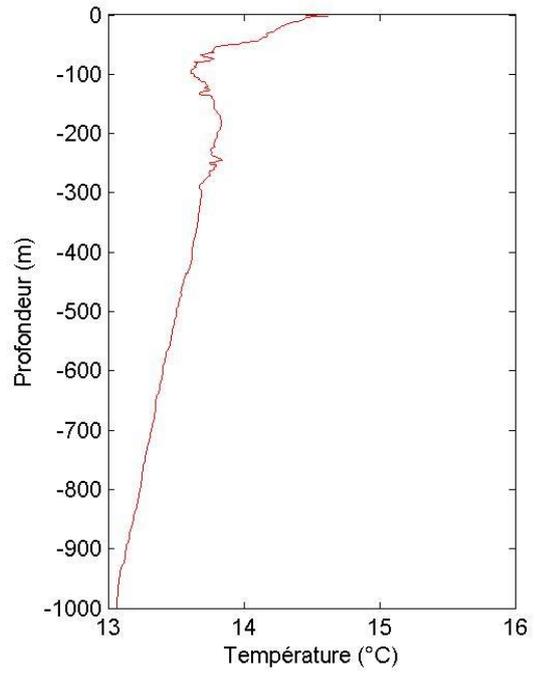
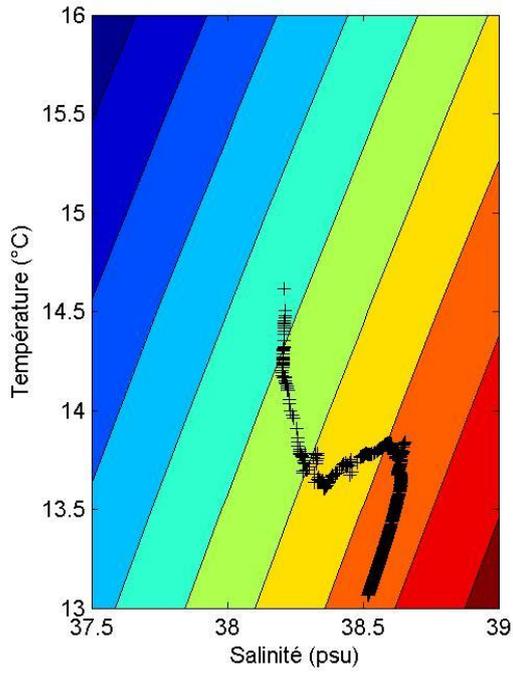
PHYOCE2017 L4 S1bin



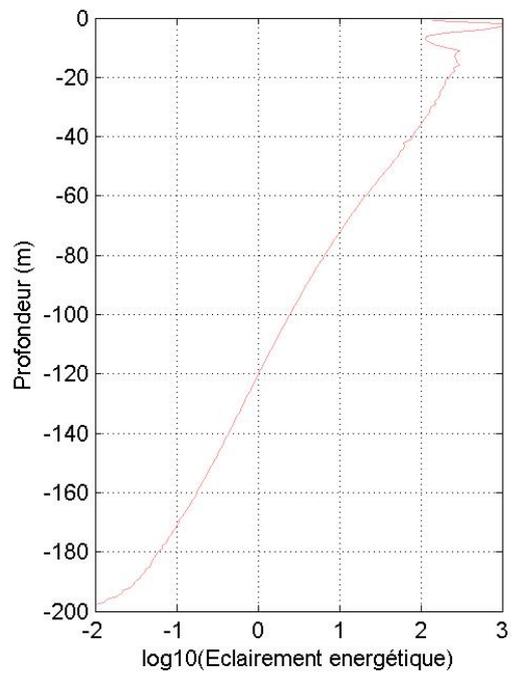
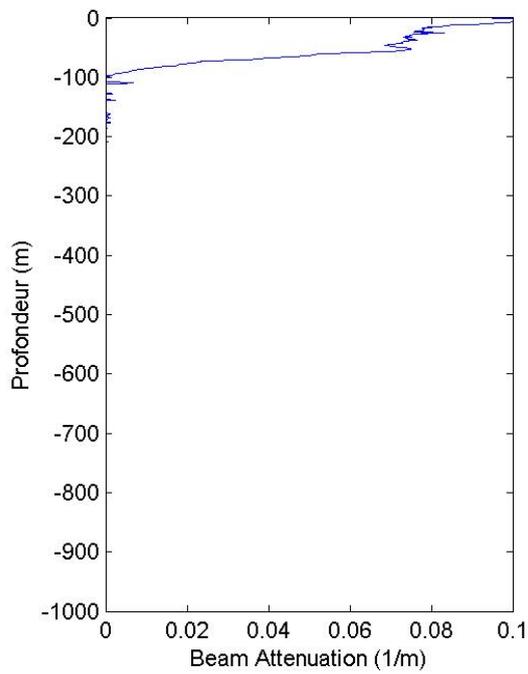
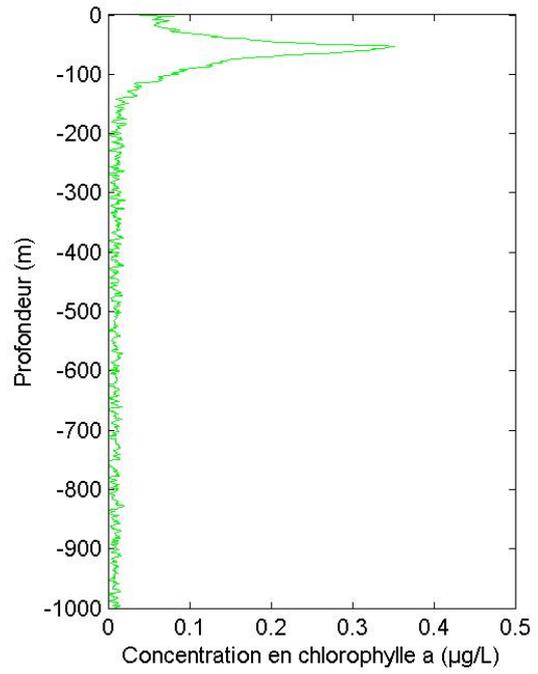
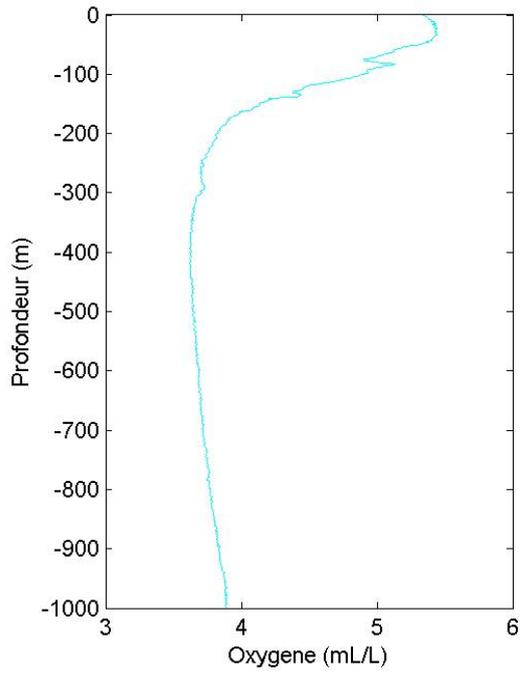
PHYOCE2017 L4 S1bin



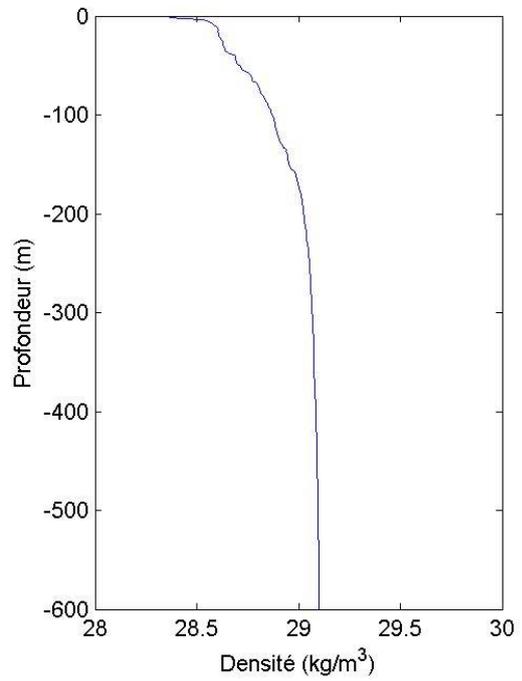
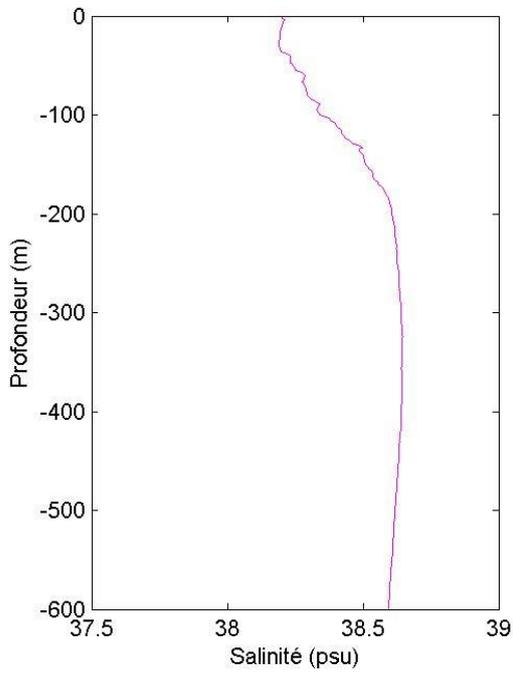
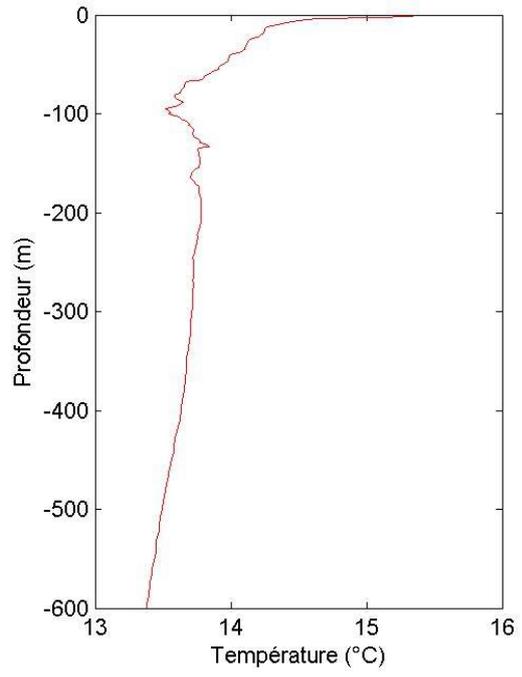
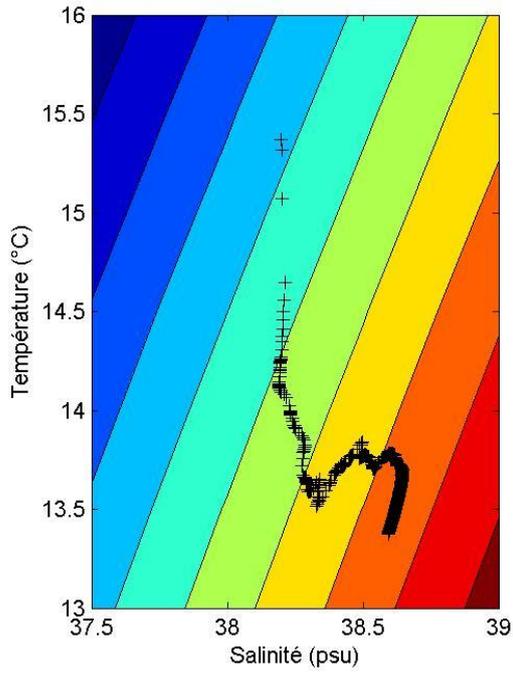
PHYOCE2017 L4 S2bin



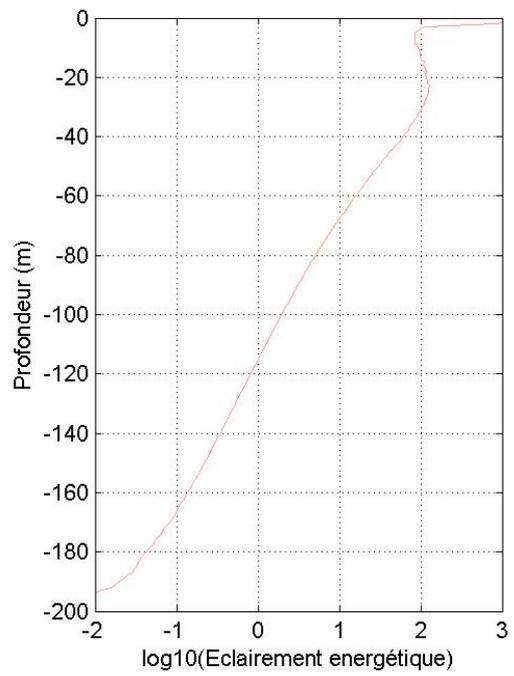
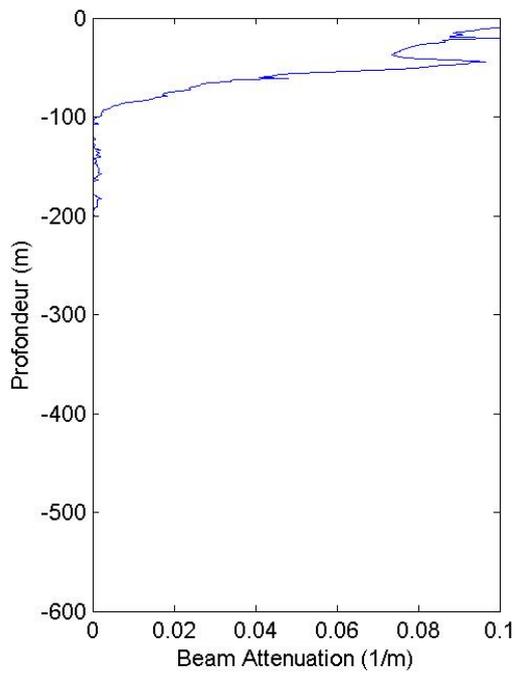
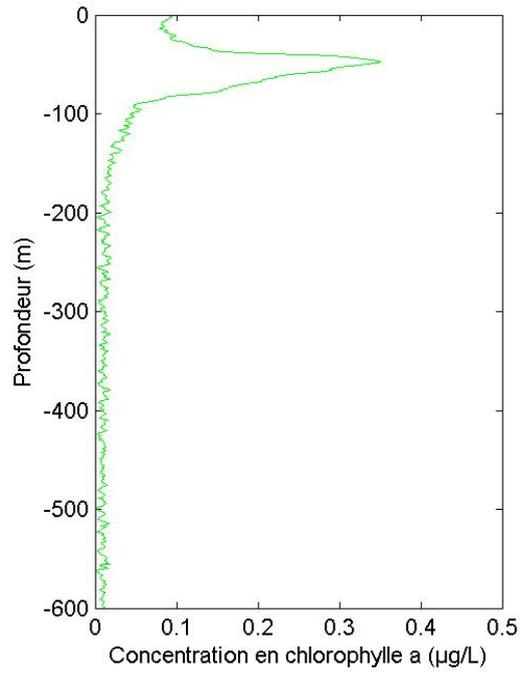
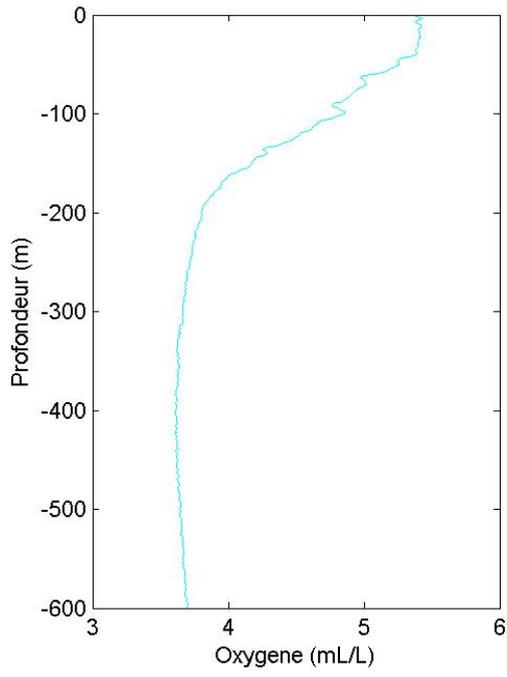
PHYOCE2017 L4 S2bin



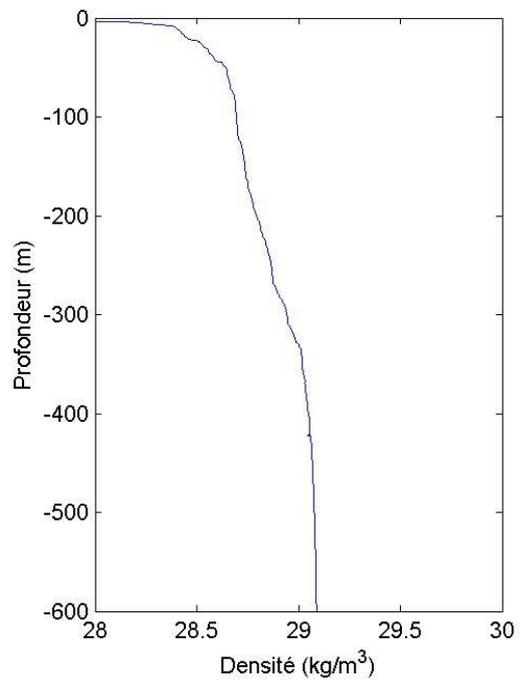
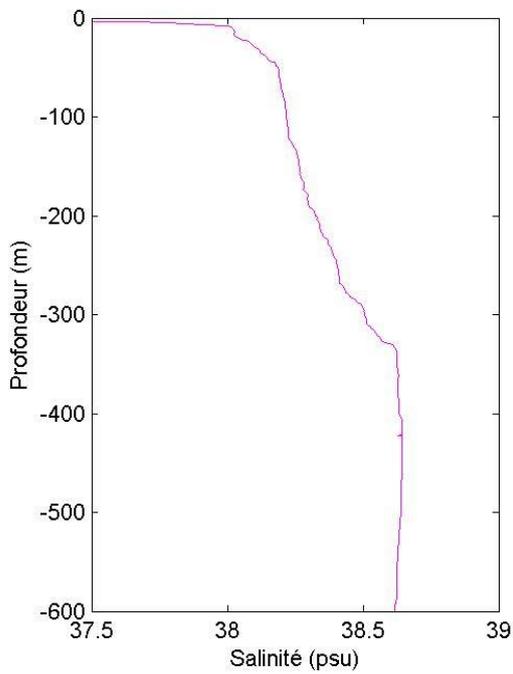
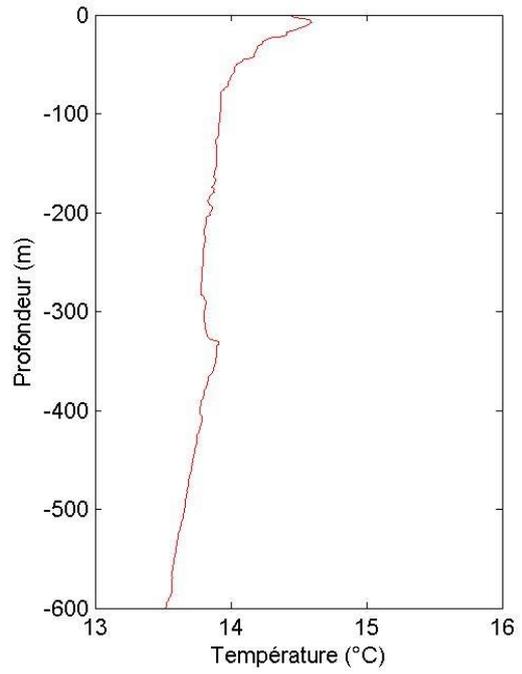
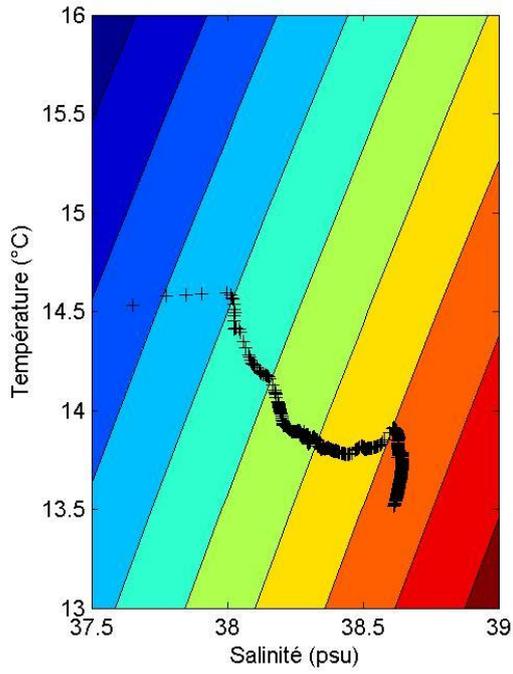
PHYOCE2017 L4 S3bin



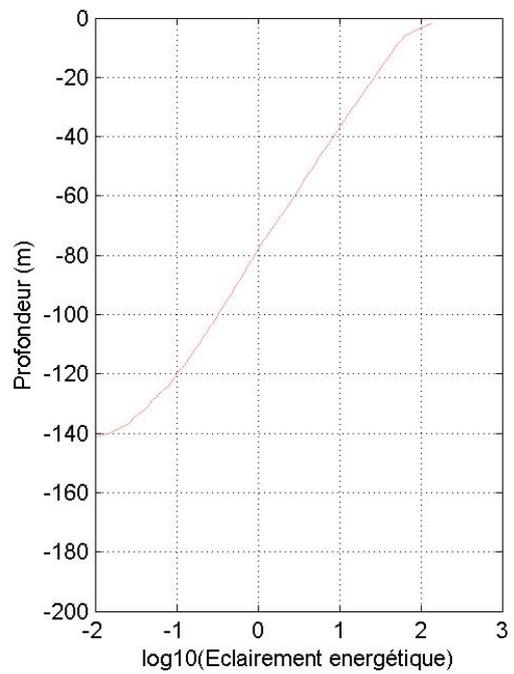
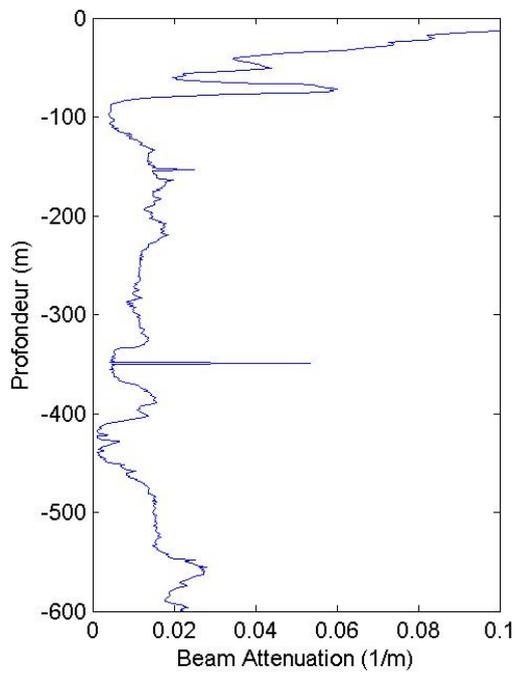
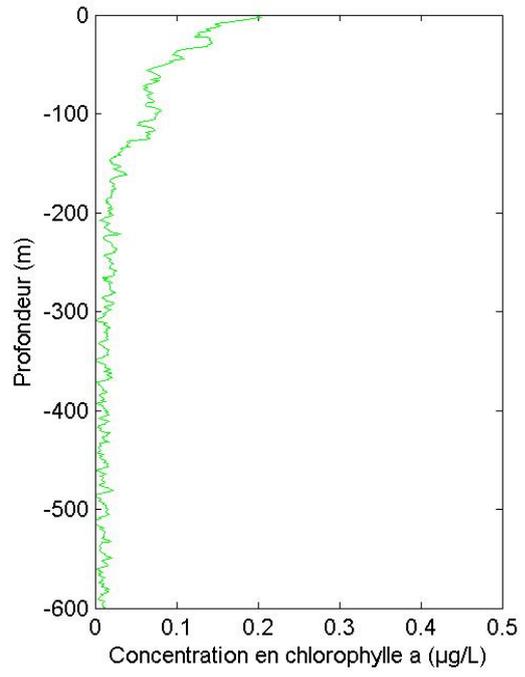
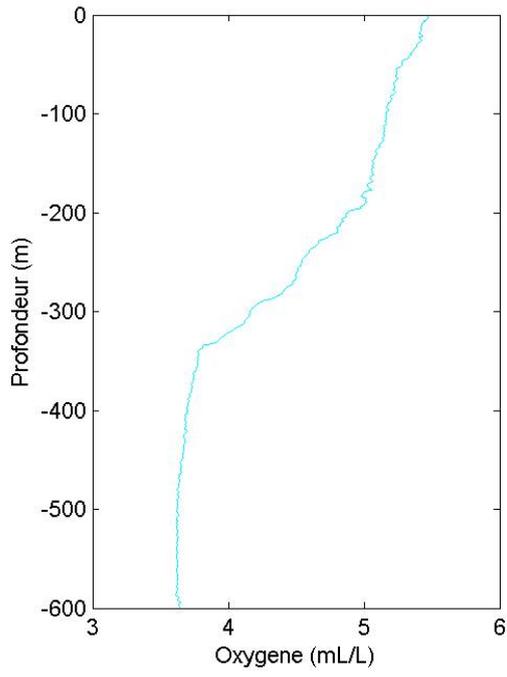
PHYOCE2017 L4 S3bin



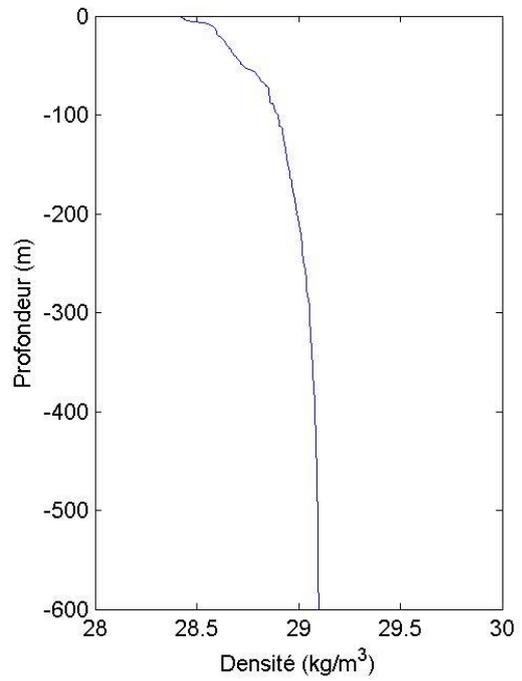
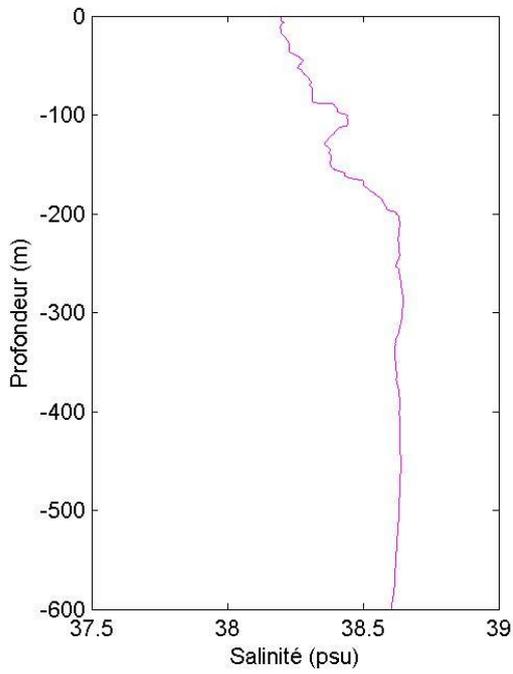
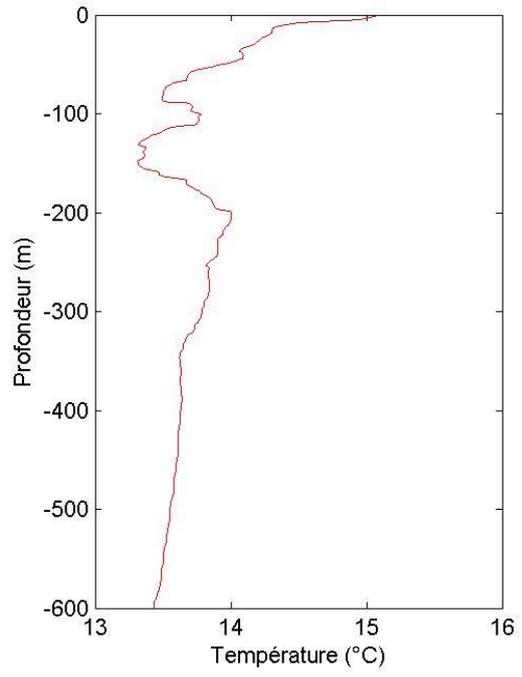
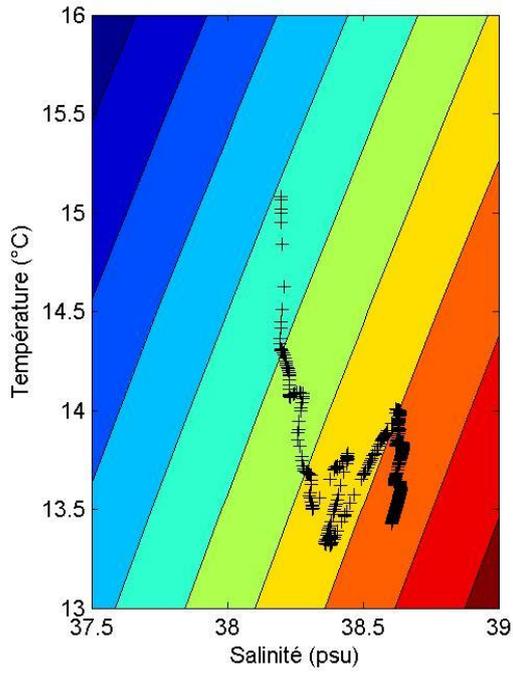
PHYOCE2017 L5 S1bin



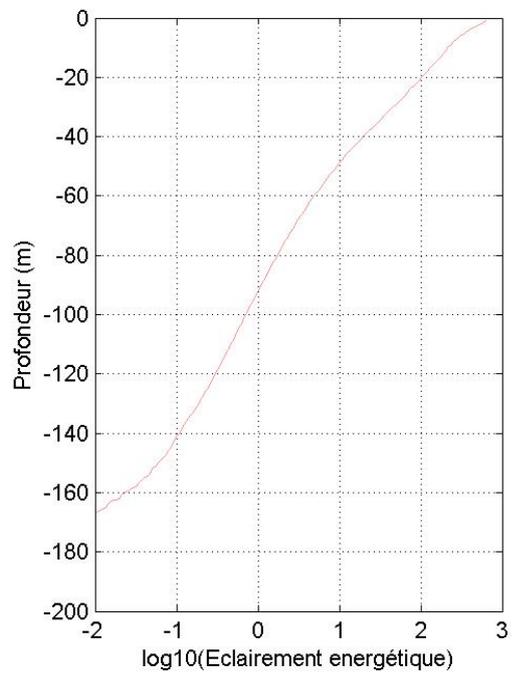
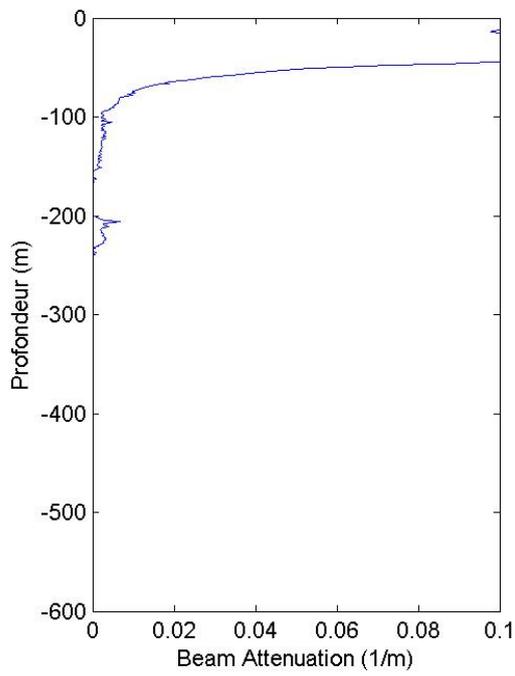
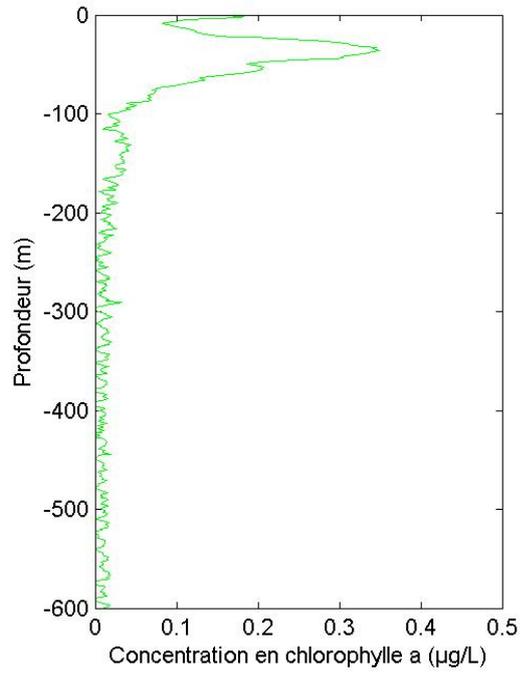
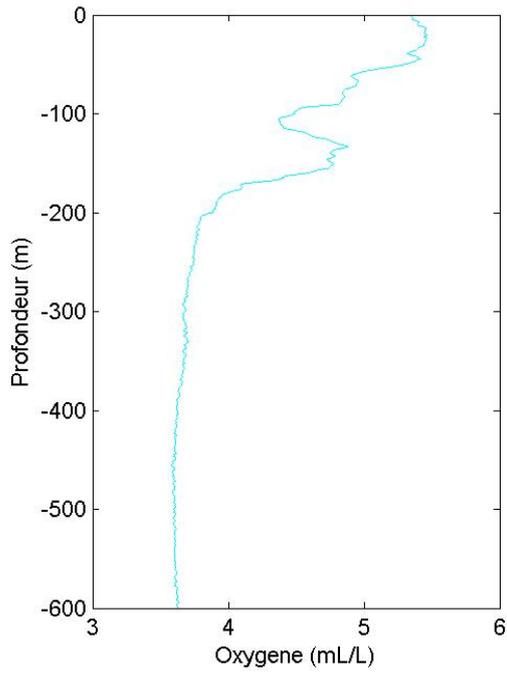
PHYOCE2017 L5 S1bin



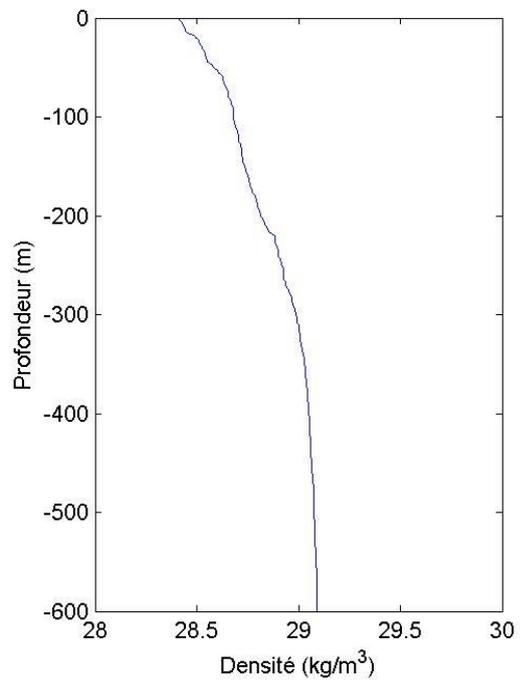
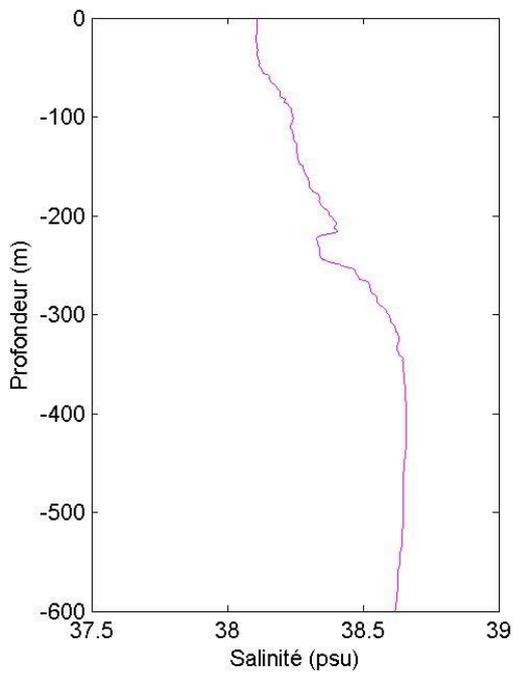
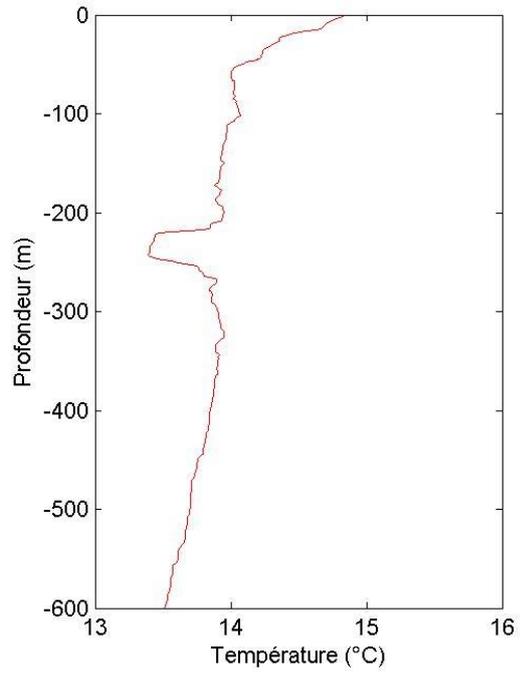
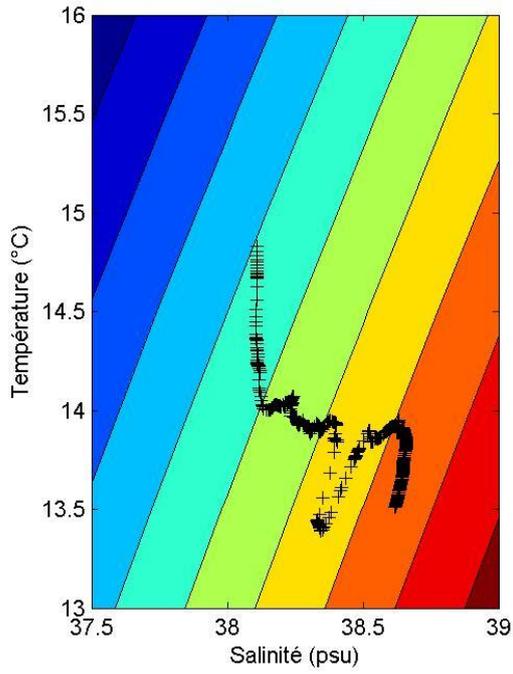
PHYOCE2017 L5 S2bin



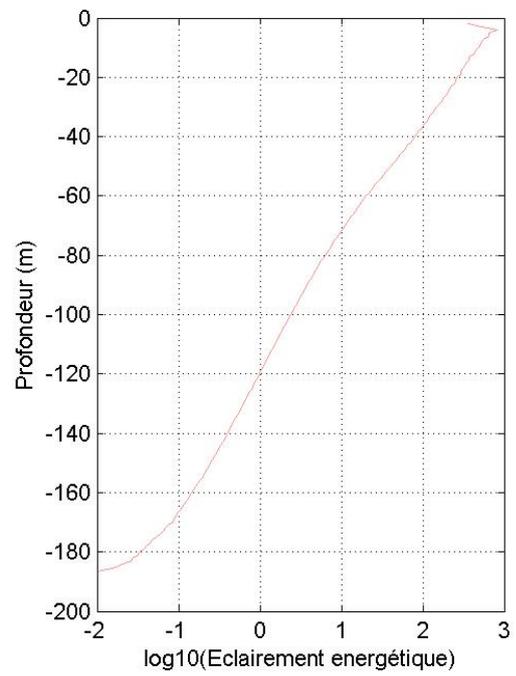
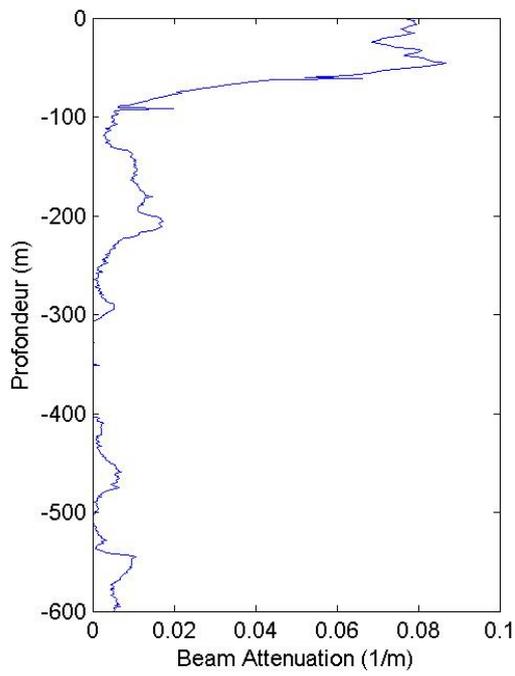
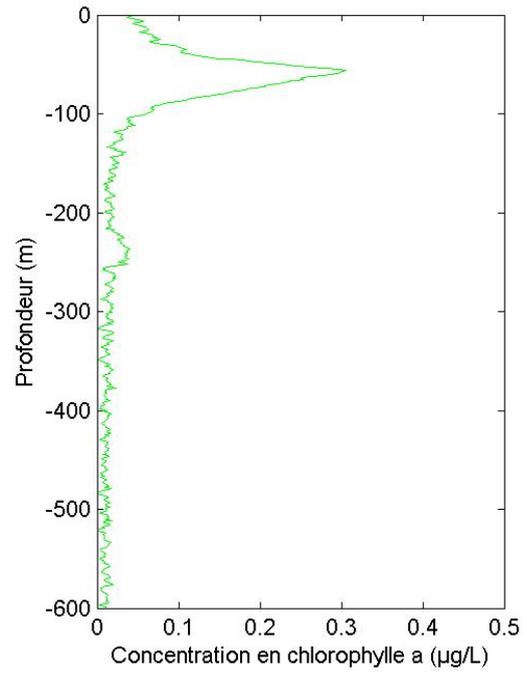
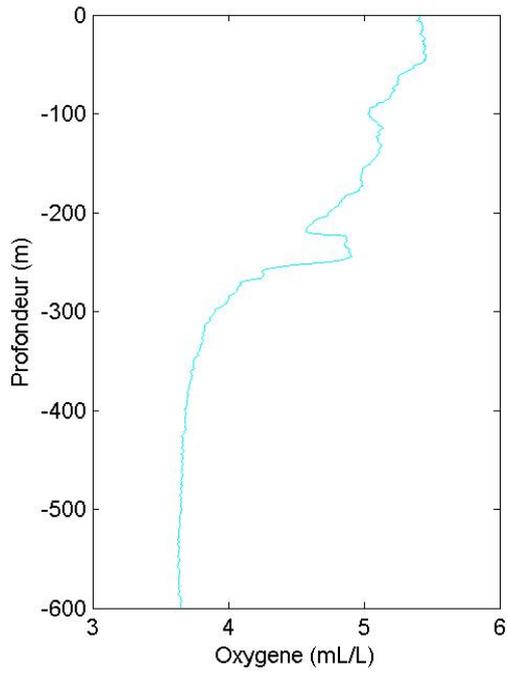
PHYOCE2017 L5 S2bin



PHYOCE2017 L5 S3bin



PHYOCE2017 L5 S3bin



Programmes

Plot_coast.m

```
%Graphique LEG et STATIONS:

CTDS1=importdata('CTDS1.txt');
CTDS2=importdata('CTDS2.txt');
CTDS3=importdata('CTDS3.txt');

%Lecture des côtes:
cotes=load('27154.dat');
xloncot=cotes(:,1);
ylatcot=cotes(:,2);

%Tracer des côtes:
lwc=1.5;
h0=plot(xloncot,ylatcot,'k');
set(h0,'linewidth',lwc);

xlim=[6.5 7.5];
ylim=[42.8 43.5];
axis([xlim ylim]);

hold on
plot(CTDS1(:,2),CTDS1(:,1),'+r','markers',10)
plot(CTDS2(:,2),CTDS2(:,1),'+b','markers',10)
plot(CTDS3(:,2),CTDS3(:,1),'+g','markers',10)
xlabel('Longitude');
ylabel('Latitude');
legend('Traits de côte','LEG 3 (29/03/17)', 'LEG 4 (30/03/17)', 'LEG 5 (31/01/17)')
title('LEG et STATIONS')

hold on
str=['2','3','4','5','6'];
for k=1:length(str)
    text(CTDS1(k,2)+0.01,CTDS1(k,1)+0.01,str(1,k),'FontSize',14);
end

str1=['1','2','3'];
for l=1:length(str1)
    text(CTDS2(l,2)+0.01,CTDS2(l,1)+0.01,str1(1,l),'FontSize',14);
    text(CTDS3(l,2)+0.01,CTDS3(l,1)+0.01,str1(1,l),'FontSize',14);
end

% %Pour la délimitation dans rapport :
% figure
% plot(xloncot,ylatcot,'k');
% title('La Baie de Saint-Tropez')
% xlabel('Longitude')
% ylabel('Latitude')
% xlim=[6 8];
% ylim=[42 44];
% axis([xlim ylim]);
```

sw_dens0.m

```
function dens = sw_dens0(S,T)

% SW_DENS0  Denisty of sea water at atmospheric pressure
%=====
% SW_DENS0 $Revision: 1.3 $ $Date: 1994/10/10 04:54:09 $
%   Copyright (C) CSIRO, Phil Morgan 1992
%
% USAGE: dens0 = sw_dens0(S,T)
%
% DESCRIPTION:
%   Density of Sea Water at atmospheric pressure using
%   UNESCO 1983 (EOS 1980) polynomial.
%
% INPUT: (all must have same dimensions)
%   S = salinity [psu (PSS-78)]
%   T = temperature [degree C (IPTS-68)]
%
% OUTPUT:
%   dens0 = density [kg/m^3] of salt water with properties S,T,
%   P=0 (0 db gauge pressure)
%
% AUTHOR: Phil Morgan 92-11-05 (morgan@ml.csiro.au)
%
% DISCLAIMER:
%   This software is provided "as is" without warranty of any kind.
%   See the file sw_copy.m for conditions of use and licence.
%
% REFERENCES:
%   Unesco 1983. Algorithms for computation of fundamental properties of
%   seawater, 1983. _Unesco Tech. Pap. in Mar. Sci._, No. 44, 53 pp.
%
%   Millero, F.J. and Poisson, A.
%   International one-atmosphere equation of state of seawater.
%   Deep-Sea Res. 1981. Vol28A(6) pp625-629.
%=====

% CALLER: general purpose, sw_dens.m
% CALLEE: sw_smow.m

%-----
% CHECK INPUT ARGUMENTS
%-----
if nargin ~=2
    error('sw_dens0.m: Must pass 2 parameters')
end %if

[mS,nS] = size(S);
[mT,nT] = size(T);

if (mS~=mT) | (nS~=nT)
```

```

    error('sw_dens0.m: S,T inputs must have the same dimensions')
end %if

Transpose = 0;
if mS == 1 % a row vector
    S = S(:);
    T = T(:);
    Transpose = 1;
end %if

%-----
% DEFINE CONSTANTS
%-----
%   UNESCO 1983 eqn(13) p17.

b0 = 8.24493e-1;
b1 = -4.0899e-3;
b2 = 7.6438e-5;
b3 = -8.2467e-7;
b4 = 5.3875e-9;

c0 = -5.72466e-3;
c1 = +1.0227e-4;
c2 = -1.6546e-6;

d0 = 4.8314e-4;

%$$$ dens = sw_smow(T) + (b0 + b1*T + b2*T.^2 + b3*T.^3 + b4*T.^4).*S ...
%$$$          + (c0 + c1*T + c2*T.^2).*S.*sqrt(S) + d0*S.^2;

dens = sw_smow(T) + (b0 + (b1 + (b2 + (b3 + b4*T).*T).*T).*T).*S ...
          + (c0 + (c1 + c2*T).*T).*S.*sqrt(S) + d0*S.^2;

if Transpose
    dens = dens';
end %if

return
%-----

```

sw_smow.m

```

function dens = sw_smow(T)

% SW_SMOW  Denisty of standard mean ocean water (pure water)
%=====
% SW_SMOW $Revision: 1.3 $ $Date: 1994/10/10 05:51:46 $
%   Copyright (C) CSIRO, Phil Morgan 1992.
%
% USAGE: dens = sw_smow(T)
%

```

```

% DESCRIPTION:
%  Denisty of Standard Mean Ocean Water (Pure Water) using EOS 1980.
%
% INPUT:
%  T = temperature [degree C (IPTS-68)]
%
% OUTPUT:
%  dens = density [kg/m^3]
%
% AUTHOR: Phil Morgan 92-11-05 (morgan@ml.csiro.au)
%
% DISCLAIMER:
%  This software is provided "as is" without warranty of any kind.
%  See the file sw_copy.m for conditions of use and licence.
%
% REFERENCES:
%  Unesco 1983. Algorithms for computation of fundamental properties of
%  seawater, 1983. _Unesco Tech. Pap. in Mar. Sci._, No. 44, 53 pp.
%  UNESCO 1983 p17 Eqn(14)
%
%  Millero, F.J & Poisson, A.
%  INternational one-atmosphere equation of state for seawater.
%  Deep-Sea Research Vol28A No.6. 1981 625-629. Eqn (6)
%=====

%-----
% CHECK INPUT ARGUMENTS
%-----
% TEST INPUTS
if nargin ~= 1
    error('sw_smow.m: Only one input argument allowed')
end %if

Transpose = 0;
[mT,nT] = size(T);
if mT == 1 % a row vector
    T = T(:);
    Tranpose = 1;
end %if

%-----
% DEFINE CONSTANTS
%-----
a0 = 999.842594;
a1 = 6.793952e-2;
a2 = -9.095290e-3;
a3 = 1.001685e-4;
a4 = -1.120083e-6;
a5 = 6.536332e-9;

dens = a0 + (a1 + (a2 + (a3 + (a4 + a5*T).*T).*T).*T).*T;

```

```

if Transpose
    dens = dens';
end %if

return
%-----

```

tracecotes.m

```

function tracecotes

xlim=[6.6 7];
ylim=[43 43.4];
% lecture des cotes
cotes=load('27154.dat');
xloncot=cotes(:,1);
ylatcot=cotes(:,2);

xlabel('longitude');
ylabel('latitude');

% trace des cotes

lwc=1.5;
h0=plot(xloncot,ylatcot,'k');
set(h0,'linewidth',lwc);

axis([xlim ylim]);

end

```

suplabel.m

```

function [ax,h]=suplabel(text,whichLabel,supAxes)
% Places text as a title, xlabel, or ylabel on a group of subplots.
% Returns a handle to the label and a handle to the axis.
% [ax,h]=suplabel(text,whichLabel,supAxes)
% returns handles to both the axis and the label.
% ax=suplabel(text,whichLabel,supAxes)
% returns a handle to the axis only.
% suplabel(text) with one input argument assumes whichLabel='x'
%
% whichLabel is any of 'x', 'y', 'yy', or 't', specifying whether the
% text is to be the xlabel, ylabel, right side y-label,
% or title respectively.
%
% supAxes is an optional argument specifying the Position of the
% "super" axes surrounding the subplots.
% supAxes defaults to [.08 .08 .84 .84]
% specify supAxes if labels get chopped or overlay subplots

```

```

%
% EXAMPLE:
% subplot(2,2,1);ylabel('ylabel1');title('title1')
% subplot(2,2,2);ylabel('ylabel2');title('title2')
% subplot(2,2,3);ylabel('ylabel3');xlabel('xlabel3')
% subplot(2,2,4);ylabel('ylabel4');xlabel('xlabel4')
% [ax1,h1]=suplabel('super X label');
% [ax2,h2]=suplabel('super Y label','y');
% [ax3,h2]=suplabel('super Y label (right)','yy');
% [ax4,h3]=suplabel('super Title','t');
% set(h3,'FontSize',30)
%
% SEE ALSO: text, title, xlabel, ylabel, zlabel, subplot,
%           suplabel (Matlab Central)

% Author: Ben Barrowes <barrowes@alum.mit.edu>

%modified 3/16/2010 by IJW to make axis behavior re "zoom" on exit same as
%at beginning. Requires adding tag to the invisible axes

currax=findobj(gcf,'type','axes','-not','tag','suplabel');

if nargin < 3
    supAxes=[.08 .08 .84 .84];
    ah=findall(gcf,'type','axes');
    if ~isempty(ah)
        supAxes=[inf,inf,0,0];
        leftMin=inf; bottomMin=inf; leftMax=0; bottomMax=0;
        axBuf=.04;
        set(ah,'units','normalized')
        ah=findall(gcf,'type','axes');
        for ii=1:length(ah)
            if strcmp(get(ah(ii),'Visible'),'on')
                thisPos=get(ah(ii),'Position');
                leftMin=min(leftMin,thisPos(1));
                bottomMin=min(bottomMin,thisPos(2));
                leftMax=max(leftMax,thisPos(1)+thisPos(3));
                bottomMax=max(bottomMax,thisPos(2)+thisPos(4));
            end
        end
        supAxes=[leftMin-axBuf,bottomMin-axBuf,leftMax-leftMin+axBuf*2,bottomMax-
bottomMin+axBuf*2];
    end
end
if nargin < 2, whichLabel = 'x'; end
if nargin < 1, help(mfilename); return; end

if ~isstr(text) | ~isstr(whichLabel)
    error('text and whichLabel must be strings')
end
whichLabel=lower(whichLabel);

```

```

ax=axes('Units','Normal','Position',supAxes,'Visible','off','tag','suplabel');
if strcmp('t',whichLabel)
    set(get(ax,'Title'),'Visible','on')
    title(text);
elseif strcmp('x',whichLabel)
    set(get(ax,'XLabel'),'Visible','on')
    xlabel(text);
elseif strcmp('y',whichLabel)
    set(get(ax,'YLabel'),'Visible','on')
    ylabel(text);
elseif strcmp('yy',whichLabel)
    set(get(ax,'YLabel'),'Visible','on')
    ylabel(text);
    set(ax,'YAxisLocation','right')
end

for k=1:length(currax), axes(currax(k));end % restore all other axes

if (nargout < 2)
    return
end
if strcmp('t',whichLabel)
    h=get(ax,'Title');
    set(h,'VerticalAlignment','middle')
elseif strcmp('x',whichLabel)
    h=get(ax,'XLabel');
elseif strcmp('y',whichLabel) | strcmp('yy',whichLabel)
    h=get(ax,'YLabel');
end

%%%ah=findall(gcf,'type','axes');
%%%'ssssssss',kb

```

trajectoire MVP.m

```

x=importdata('MVP_27mars17.log');
latx=(x.data(:,1)-floor(x.data(:,1)/100)*100)*10/600+floor(x.data(:,1)/100);
lonx=(x.data(:,2)-floor(x.data(:,2)/100)*100)*10/600+floor(x.data(:,2)/100);
cote=load('27154.dat');
cotlon=cote(:,1);
cotlat=cote(:,2);
hold on
plot(cotlon,cotlat,'k')
axis([6.1,7.2,42.7,43.4])
plot(lonx,latx,'m')

% plot(cotlon,cotlat)
axis([6.1,7.2,42.7,43.4])
y=importdata('MVP_28mars17.log');
laty=(y.data(:,1)-floor(y.data(:,1)/100)*100)*10/600+floor(y.data(:,1)/100);

```

```
lony=(y.data(:,2)-floor(y.data(:,2)/100)*100)*10/600+floor(y.data(:,2)/100);  
plot(lony,laty,'k')
```

```
% plot(cotlon,cotlat)  
axis([6.1,7.2,42.7,43.4])  
z=importdata('MVP_30mars17.log');  
latz=(z.data(:,1)-floor(z.data(:,1)/100)*100)*10/600+floor(z.data(:,1)/100);  
lonz=(z.data(:,2)-floor(z.data(:,2)/100)*100)*10/600+floor(z.data(:,2)/100);  
plot(lonz,latz,'b')
```

```
% plot(cotlon,cotlat)  
axis([6.1,7.2,42.7,43.4])  
a=importdata('MVP_31mars17.log');  
lata=(a.data(:,1)-floor(a.data(:,1)/100)*100)*10/600+floor(a.data(:,1)/100);  
lona=(a.data(:,2)-floor(a.data(:,2)/100)*100)*10/600+floor(a.data(:,2)/100);  
plot(lona,lata,'g')
```

visualisation.m

```
bleuclair=[0.301 0.745 0.933];  
violet=[0.494 0.184 0.556];  
jaune=[0.929 0.694 0.125];  
bleufonce=[0.0 0.447 0.741];  
rouge=[0.85 0.325 0.098];  
vert=[0.466 0.674 0.188];  
  
AL727=importdata('matrice_AL7_27.mat');  
VAL727=calc_vitesse_accel(AL727);  
AL827=importdata('matrice_AL8_27.mat');  
VAL827=calc_vitesse_accel(AL827);  
AL228=importdata('matrice_AL2_28.mat');  
VAL228=calc_vitesse_accel(AL228);  
S628=importdata('matrice_#3_28.mat');  
VS628=calc_vitesse_accel(S628);  
AL730=importdata('matrice_AL7_30.mat');  
VAL730=calc_vitesse_accel(AL730);  
AL830=importdata('matrice_AL8_30.mat');  
VAL830=calc_vitesse_accel(AL830);  
  
hold on  
tracecotes  
hold on  
  
[al727,Ual727,Val727]=graphe_position(AL727,bleuclair);  
[al827,Ual827,Val827]=graphe_position(AL827,violet);  
[al228,Ual228,Val228]=graphe_position(AL228,jaune);  
[s628,Us628,Vs628]=graphe_position(S628,bleufonce);  
[al730,Ual730,Val730]=graphe_position(AL730,rouge);  
[al830,Ual830,Val830]=graphe_position(AL830,vert);  
  
title('Trajectoires');
```

```

legend([al727 al827 al228 s628 al730 al830],{...
  strcat('AL7 S7 le 27'),...
  strcat('AL8 S18 le 27')...
  strcat('AL2 S4 le 28'),...
  strcat('#3 S6 le 28'),...
  strcat('AL7 S7 le 30'),...
  strcat('AL8 S18 le 30')...
});

```

load_SST.m

```

clear;clc;close all

ncfile='SST_MED_SST_L3S_NRT_OBSERVATIONS_010_012_b_1493995667241.nc';
lat_SST=double(ncread(ncfile,'lat'));
lon_SST=double(ncread(ncfile,'lon'));
SST=double(ncread(ncfile,'sea_surface_temperature'));
SST=permute(SST,[3 1 2]);
GL=mean(SST);
GL=permute(GL,[2 3 1]);

figure(1)
clf
pcolor(lon_SST, lat_SST, (GL-273.15)'); colorbar; shading flat
axis([6.5 7.5 42.8 43.5])
caxis([14.1 14.6])
hold on
run Plot_coast.m
title('LEG et STATIONS + Température')
xlabel('Longitude')
ylabel('Latitude')
legend('Température en °C','Traits de côte','LEG 3 (29/03/17)', 'LEG 4 (30/03/17)', 'LEG 5 (31/01/17)')
hold off

figure(2)
clf
pcolor(lon_SST, lat_SST, (GL-273.15)'); colorbar; shading flat
axis([6.1 7.2 42.7 43.4])
caxis([14.1 14.6])
hold on
run trajectoire_VMP.m
title('Trajectoires du MVP + Température')
xlabel('Longitude')
ylabel('Latitude')
legend('Température en °C','Traits de côte','27/03/17', '28/03/17', '30/03/17','31/03/17')
hold off

figure(3)
clf
GH=pcolor(lon_SST, lat_SST, (GL-273.15)'); colorbar; shading flat;

```

```

axis([6.6 7 43 43.4])
caxis([14.1 14.6])
hold on
run visualisation.m
title('Trajectoires des flotteurs + Température')
xlabel('Longitude')
ylabel('Latitude')
legend([GH al727 al827 al228 s628 al730 al830],{...
    strcat('Température en °C'),...
    strcat('AL7 S7 le 27'),...
    strcat('AL8 S18 le 27')...
    strcat('AL2 S4 le 28'),...
    strcat('#3 S6 le 28'),...
    strcat('AL7 S7 le 30'),...
    strcat('AL8 S18 le 30')...
});
hold off

```

load_CHL.m

```

clear;clc;close all

ncfile='dataset-oc-med-chl-multi-l3-chl_1km_daily-rt-v02_1493968328945.nc';
lat_CHL=double(ncread(ncfile,'lat'));
lon_CHL=double(ncread(ncfile,'lon'));
CHL=double(ncread(ncfile,'CHL'));
CHL=permute(CHL,[3 1 2]);
GL=mean(CHL);
GL=permute(GL,[2 3 1]);

figure(1)
clf
pcolor(lon_CHL, lat_CHL, log10(GL)); colorbar; shading flat
axis([6.5 7.5 42.8 43.5])
caxis([-1 -0.6])
hold on
run Plot_coast.m
title('LEG et STATIONS + Concentration en chlorophylle a')
xlabel('Longitude')
ylabel('Latitude')
legend('Concentration en chlorophylle a','Traits de côte','LEG 3 (29/03/17)', 'LEG 4 (30/03/17)',
'LEG 5 (31/01/17)')
hold off

figure(2)
clf
pcolor(lon_CHL, lat_CHL, log10(GL)); colorbar; shading flat
axis([6.1 7.2 42.7 43.4])
caxis([-1 -0.6])
hold on
run trajectoire_VMP.m

```

```

title('Trajectoires du MVP + Concentration en chlorophylle a')
xlabel('Longitude')
ylabel('Latitude')
legend('Concentration en chlorophylle a','Traits de côte','27/03/17', '28/03/17',
'30/03/17','31/03/17')
hold off

figure(3)
clf
GH=pcolor(lon_CHL, lat_CHL, log10(GL)); colorbar; shading flat;
axis([6.6 7 43 43.4])
caxis([-1 -0.6])
hold on
run visualisation.m
title('Trajectoires des flotteurs + Concentration en chlorophylle a')
xlabel('Longitude')
ylabel('Latitude')
legend([GH al727 al827 al228 s628 al730 al830],{...
    strcat('Concentration en chlorophylle a'),...
    strcat('AL7 S7 le 27'),...
    strcat('AL8 S18 le 27')...
    strcat('AL2 S4 le 28'),...
    strcat('#3 S6 le 28'),...
    strcat('AL7 S7 le 30'),...
    strcat('AL8 S18 le 30')...
});
hold off

```

load SeaBird_cnv_file.m

```

clear;clc;close all

delimiterIn = ' ';
headerlinesIn = 229;
filename = 'PHYOCE2017_L3_S2.cnv';
%filename = 'PHYOCE2017_L3_S3.cnv';
%filename = 'PHYOCE2017_L3_S4.cnv';
%filename = 'PHYOCE2017_L3_S5.cnv';
%filename = 'PHYOCE2017_L3_S6.cnv';
%filename = 'PHYOCE2017_L4_S1.cnv';
%filename = 'PHYOCE2017_L4_S2.cnv';
%filename = 'PHYOCE2017_L4_S3.cnv';
%filename = 'PHYOCE2017_L5_S1.cnv';
%filename = 'PHYOCE2017_L5_S2.cnv';
%filename = 'PHYOCE2017_L5_S3.cnv';

A = importdata(filename,delimiterIn,headerlinesIn);
Depth = - A.data(:,7);
TempPot = A.data(:,8);
Dens = A.data(:,12);
Sal = A.data(:,10);

```

```

Oxy = A.data(:,14);
Fluo = A.data(:,13);
Irra = A.data(:,16);
Trans = A.data(:,18);

%%%Première figure :
figure(1)
orient tall

%Tracé des isodensités sur le diagramme TS :
%Création des matrices température et salinité.
Temp=[13.2:0.05:15];
Salt=[37.6:0.05:39];

[a iTemp]=size(Temp);
[a jSalt]=size(Salt);

%Calcul densité.
for i = 1:iTemp
    for j = 1:jSalt
        Pdens(i,j)=sw_dens0(Salt(j),Temp(i))-1000;
    end
end

%Graphique salinité en fonction de la température :
subplot(2,2,1)
contourf(Salt,Temp,Pdens);
hold on
plot(Sal,TemPot,'k+')
xlabel('Salinité (PSU)')
ylabel('Température (en °C)')

%Graphique température en fonction de la profondeur :
subplot(2,2,2)
plot(TemPot,Depth,'r')
xlabel('Température (en °C)')
ylabel('Profondeur (en m)')
axis([13.6 14.4 -600 0])

%Graphique salinité en fonction de la profondeur :
subplot(2,2,3)
plot(Sal,Depth,'m')
xlabel('Salinité (PSU)')
ylabel('Profondeur (en m)')
axis([37.6 39 -600 0])

%Graphique densité en fonction de la profondeur :
subplot(2,2,4)
plot(Dens,Depth,'b')
xlabel('Densité (en kg/m^3)')
ylabel('Profondeur (en m)')
axis([28.1 29.3 -600 0])

```

```

newStr=strrep(filename,'_',' ');
newStrr=strrep(newStr,'.cnv',' ');
[ax,h3]=suplabel(newStrr,'t');
set(h3,'FontSize',15)

%%Deuxième figure :
figure(2)
orient tall

%Graphique de log10(Irradiance) en fonction de la profondeur :
subplot(2,2,1)
plot(log10(Irra),Depth,'color',[1 0.594117647058824 0.592156862745098])
xlabel('log10(Eclairement énergétique)')
ylabel('Profondeur (en m)')
axis([-2 3 -200 0])
grid on

%Graphique oxygène en fonction de la profondeur :
subplot(2,2,2)
plot(Oxy,Depth,'c')
xlabel('Oxygène (en ml/L)')
ylabel('Profondeur (en m)')
axis([3.5 5.5 -600 0])

%Graphique concentration en chlorophylle a en fonction de la profondeur :
subplot(2,2,3)
plot(Fluo,Depth,'g')
xlabel('Concentration en chlorophylle a (en µg/L)')
ylabel('Profondeur (en m)')
axis([-0.1 0.5 -600 0])

%Graphique transmittance en fonction de la profondeur :
subplot(2,2,4)
plot(Trans,Depth)
xlabel('Transmittance (en %)')
ylabel('Profondeur (en m)')
axis([95 101 -600 0])

[ax,h3]=suplabel(newStrr,'t');
set(h3,'FontSize',15)

for k=1:2
    figure(k);
    temp=[newStrr,num2str(k),'.jpg'];
    set(figure(k), 'Units', 'Normalized', 'Position', [0 0 1 1]);
    saveas(gca,temp);
end

```

graphe_position.m

```
function [a,u,v]=graphe_position(X,color)

lat=X(:,4);
lon=X(:,5);

plot(lon,lat);

hold on

vit=calc_vitesse_accel(X);
n=length(X);

for i=1:n-1
    theta(i)=abs(atan((X(i+1,4)-X(i,4))/(X(i+1,5)-X(i,5))));
    u(i)=vit(i,2)*cos(theta(i));
    v(i)=vit(i,2)*sin(theta(i));
    if X(i+1,5)>X(i,5) & X(i+1,4)>X(i,4)
        u(i)=u(i);
        v(i)=v(i);
    end
    if X(i+1,5)>X(i,5) & X(i+1,4)<X(i,4)
        u(i)=u(i);
        v(i)=-v(i);
    end
    if X(i+1,5)<X(i,5) & X(i+1,4)<X(i,4)
        u(i)=-u(i);
        v(i)=-v(i);
    end
    if X(i+1,5)<X(i,5) & X(i+1,4)>X(i,4)
        u(i)=-u(i);
        v(i)=v(i);
    end
end

x=X(1:n-1,5);
y=X(1:n-1,4);

a=quiver(x,y,u',v','color',color);

end
```

graphes_vit.m

```
function [U,graphe,u]=graphes_vit_acc(Y,color)
```

```

n=length(Y);

u=mean(Y(2:n-1,2));
U=num2str(u(1,1));

graphe=plot(Y(:,1),Y(:,2),'color',color);

end

```

graphes_vit_acc.m

```

function graphes_vit_acc(Y,nom)

% figure;
%
% subplot(2,1,1);
% plot(Y(:,1),Y(:,2));
% xlabel('temps(heure)');
% ylabel('vitesse');
% title(nom);
% subplot(2,1,2);
% plot(Y(:,1),Y(:,3));
% xlabel('temps(heure)');
% ylabel('acceleration');

figure;
n=length(Y);
u(1:n,1)=mean(Y(2:n-1,2));
v(1:n,1)=mean(Y(3:n-1,3));
U=num2str(u(1,1));
V=num2str(v(1,1));
subplot(2,1,1);
plot(Y(:,1),u);
hold on
plot(Y(:,1),Y(:,2));
xlabel('temps(heure)');
ylabel('vitesse (m.s^-1)');
title(nom);
legend(U);
subplot(2,1,2);
plot(Y(:,1),v);
hold on
plot(Y(:,1),Y(:,3));
xlabel('temps(heure)');
ylabel('acceleration (m.s^-2)');
legend(V);

end

```

graphes_vit_moy.m

```
function graphes_vit_moy(Y,nom,color)

figure('position',[0 100 1000 500]);
n=length(Y);
u(1:n,1)=mean(Y(2:n-1,2));
U=num2str(u(1,1));
plot(Y(:,1),u);
hold on
plot(Y(:,1),Y(:,2),'color',color);
xlabel('temps(heure)');
ylabel('vitesse (m.s^-1)');
title(nom);
legend(strcat(nom,' mean= ',U,'m.s^-1'));

end
```

calc_vitesse_accel.m

```
function Y=calc_vitesse_accel(X)
%les valeurs des vitesses et des accelerations sont calculees à des temps
%moyen entre deux emissions

n=length(X)-1;
Y=zeros(n,3);

for i=1:n
    Y(i,1)=X(i,3)+(X(i+1,3)-X(i,3))/2;
    Y(i,2)=sqrt(((X(i+1,4)-X(i,4))^2*pi/260*6378*10^3)^2+(X(i+1,5)-X(i,5))^2*pi/260*6378*10^3^2)/(X(i+1,3)-X(i,3))/3600;
end

for j=2:n
    Y(j,3)=(Y(j,2)-Y(j-1,2))/(Y(j,1)-Y(j-1,1))/3600;
end

end
```