

Première partie

**Introduction**



## 0.1 Les Objectifs Scientifiques

Les études théoriques du système couplé océan-atmosphère montrent l'importance, à l'échelle planétaire, de la région du Pacifique ouest et de la connexion tropicale avec l'océan Indien sur le climat.

Dans le cadre de l'étude de la circulation océanique générale des questions se posent sur le retour des eaux chaudes du Pacifique vers l'Atlantique nord. Le transport entre le Pacifique et l'Indien à travers les mers indonésiennes en représente un des maillons clés, mais les observations sont encore trop éparées, compte tenu de sa grande variabilité annuelle et interannuelle, pour en avoir encore une bonne estimation.

Au sud de cette région, le courant de Leeuwin est le seul courant de bord Est portant vers le pôle. Sa présence est liée à l'existence du transport d'eaux chaudes et peu salées entre l'océan Pacifique et l'océan Indien à travers les mers indonésiennes. C'est une région où de fortes anomalies du niveau de la mer se développent. Ces anomalies, détectées par altimétrie satellitaire, se propagent ensuite vers l'ouest et sont donc susceptibles de transporter de la chaleur et d'avoir un impact climatique.

Pour tenter de répondre à ces questions la campagne TIP 2000 a été lancée en septembre 2000.

Afin d'estimer la variabilité du transport entre l'océan Pacifique et l'océan Indien, la section entre Java et le plateau continental australien, réalisée lors de JADE 89 et JADE 92 (Programme JADE, M.Fieux et R.Molcard, LODYC, Paris), a été réoccupée pour en permettre une nouvelle évaluation par la méthode indirecte de la géostrophie associée aux mesures directes de courant par ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) et la comparer avec les précédentes.

A la suite des études réalisées au LEGOS/GRGS (R. Morrow) sur les anomalies du niveau de la mer au large des côtes australiennes et indonésiennes, l'étude de la structure en profondeur de ces anomalies, liées semble-t-il à des tourbillons, va permettre d'estimer si ces anomalies peuvent jouer un rôle important dans le transport de chaleur et d'autres traceurs vers l'océan intérieur.

Ces objectifs entrent dans le programme international d'étude de la variabilité du climat CLIVAR (CLimate VARIability and Predictibility).

## 0.2 Opérations réalisées

La campagne s'est déroulée à bord du "MARION DUFRESNE", navire de l'IFRTP (Institut Français pour la Recherche Technique et Polaire), du 10 septembre au 2 octobre 2000, entre Surabaya (Java, Indonésie) et Fremantle (Australie). La partie nord du programme se situait dans la zone économique exclusive indonésienne, la partie sud dans la zone économique exclusive australienne. Dans le cadre de la longue coopération entre la France et l'Indonésie depuis 1989 et grâce à l'aide du BPPT à Jakarta nous avons pu obtenir la permission d'effectuer les stations situées dans les eaux indonésiennes avec une équipe de quatre indonésiens à bord que nous avons embarqués à Surabaya le 9 septembre et débarqués à Banyuwangi le 17 septembre.

Nous avons effectué une section hydrologique (27 stations jusqu'à 4000m) entre l'Indonésie (Java est) et le plateau continental Australien en deux parties: la première de la station 1 à la station 12 correspondant à la zone économique indonésienne, la seconde de la station 21 à 35. Puis nous avons effectué des profils jusqu'à 1500m-2000m dans une anomalie de niveau de la mer située au sud de Java de la station 14 à la station 20. Au large de la côte australienne occidentale dans la zone du courant de Leeuwin, à travers des anomalies positives et négatives du niveau de la mer, quatre sections hydrologiques comportant 36 stations ont été réalisées.

Les mesures ont été effectuées jusqu'à 50-100m du fond sur la section 39-45, et, par manque de temps, limitées à 2000m sur la section 46-51, jusqu'au fond de la station 52 à 57, à 4000m à la station 58, limitées à 3000m de 59 à 62 et limitées à 2000m de 63 à 75. Ces sections comportaient des profils de température, de salinité, d'oxygène, de fluorescence et des prélèvements pour les mesures de phosphates, nitrates, silicates, néodyme et thorium qui seront analysés ultérieurement ainsi que des mesures d'alcalinité et de pH de surface toutes les 15 minutes. Un LADCP (profileur acoustique de courant à effet Doppler) était installé sur le bâti de la bathysonde Sea Bird associée à une rosette de 24 bouteilles de 12 litres. Les sections dans la zone du courant de Leeuwin ont été positionnées à l'aide des cartes satellite de niveau de la mer et de température de surface reçues à bord afin d'échantillonner les structures tourbillonnaires.

En outre, le long de la route, des mesures de température et de salinité de surface ont été enregistrées ainsi que des mesures météorologiques. Un profileur de courant acoustique à effet Doppler (ADCP) installé sur la coque du Marion Dufresne a permis de mesurer les profils de courant en continu le long de la route.

Quatre carottages, faisant partie du programme Images, ont été réalisés au cours de la campagne (responsable à bord : François Guichard, LSCE, CNRS-Gif). Ils correspondent aux stations 13, 36, 37 et 38 où des profils jusqu'à 250m ont été effectués.

La figure suivante donne la position des stations ainsi que le tracé de la route suivie par le navire.

Les tableaux suivants récapitulent la liste des stations CTD. Les numéros des stations doublées sont notés 111,112,271,272,291,292,331,332. Les heures, positions et sondes correspondent à la fin de la descente de la CTD.

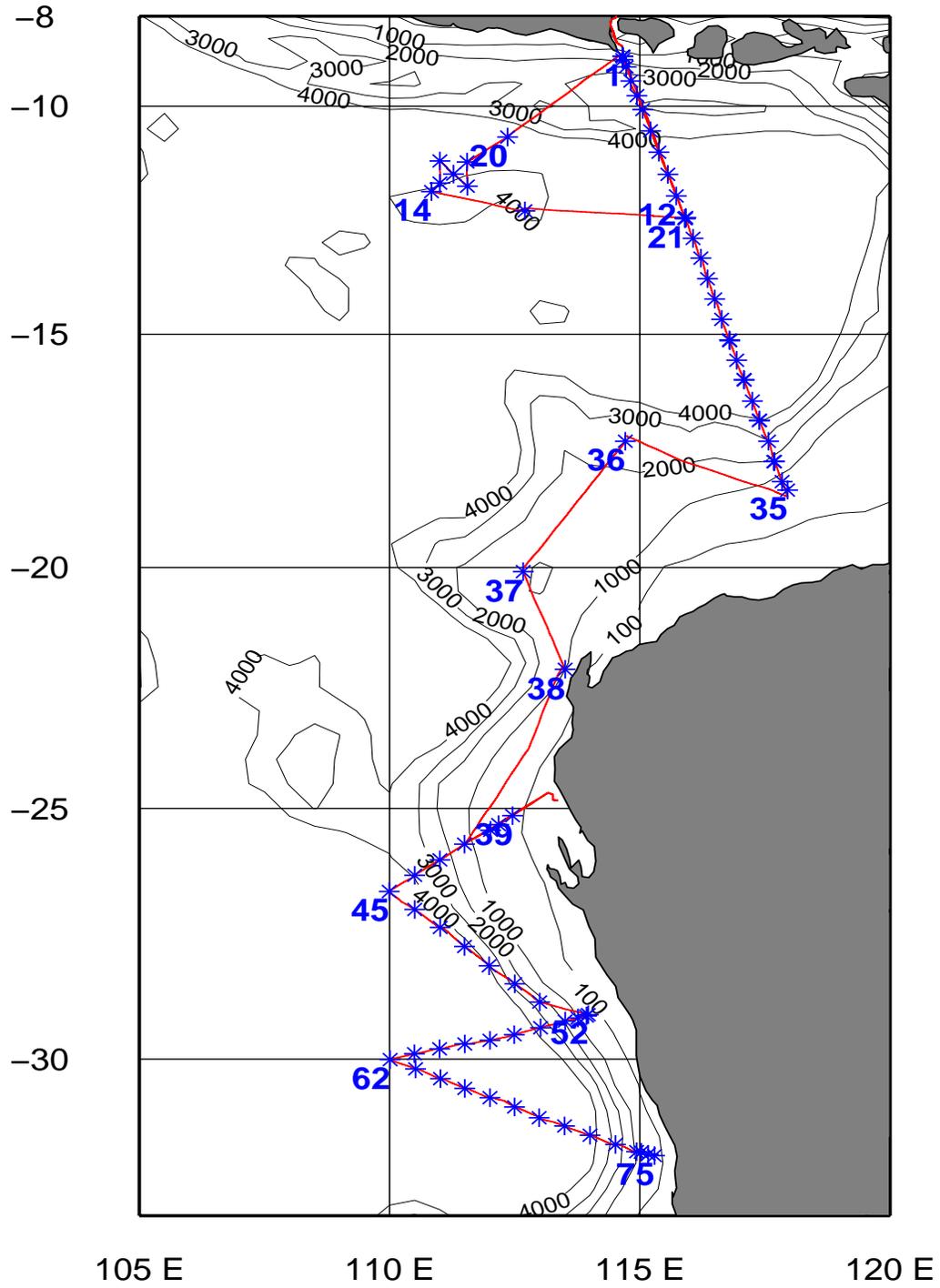


FIG. 1 –: Positions des stations CTD et Route ADCP

TIP 2000 - Stations 1 à 35							
Num sta	jour	mois	annee	H.min	Lat	Long	Sonde
01	10	09	2000	23.13	-8.5372	114.3982	1000
02	11	09	2000	02.03	-8.5327	114.3959	680
03	11	09	2000	05.13	-8.5810	114.3963	1600
04	11	09	2000	08.58	-9.0745	114.4377	2090
05	11	09	2000	14.09	-09.2623	114.4914	4100
06	11	09	2000	19.44	-09.4582	114.5660	4324
07	12	09	2000	03.12	-10.0421	115.0350	4200
08	12	09	2000	11.00	-10.3259	115.1276	3400
09	12	09	2000	16.51	-11.0102	115.2281	5000
10	12	09	2000	23.25	-11.3032	115.3369	5850
111	13	09	2000	09.20	-11.5885	115.4360	5400
112	13	09	2000	12.10	-11.5885	115.4360	5400
121	13	09	2000	16.58	-12.2708	115.5508	5000
122	13	09	2000	19.52	-12.2819	115.5390	5000
13	14	09	2000	15.44	-12.1853	112.4247	2500
14	15	09	2000	02.16	-11.5294	110.5027	3900
15	15	09	2000	05.42	-11.4176	111.0035	4200
16	15	09	2000	09.37	-11.1253	111.0037	4800
17	15	09	2000	13.42	-11.2976	111.1656	4350
18	15	09	2000	17.29	-11.4592	111.3332	3650
19	15	09	2000	22.18	-11.1392	111.3290	4300
20	16	09	2000	05.16	-10.4069	112.2167	5650
21	18	09	2000	04.16	-12.2863	115.5491	5050
22	18	09	2000	09.49	-12.5465	116.0385	5380
23	18	09	2000	15.42	-13.2049	116.1317	5690
24	18	09	2000	21.03	-13.4758	116.2105	5680
25	19	09	2000	02.54	-14.1406	116.2973	5680
26	19	09	2000	08.02	-14.4074	116.3826	5730
271	19	09	2000	13.20	-15.0743	116.4752	5730
272	19	09	2000	15.41	-15.0865	116.4798	5730
28	19	09	2000	19.36	-15.3395	116.5620	5418
291	20	09	2000	00.36	-15.5899	117.0474	5700
292	20	09	2000	02.41	-15.5958	117.0509	5700
30	20	09	2000	06.24	-16.2682	117.1486	5475
311	20	09	2000	11.11	-16.5224	117.2334	3374
312	20	09	2000	13.09	-16.5164	117.2358	3500
32	20	09	2000	16.50	-17.1859	117.3426	3120
331	20	09	2000	20.56	-17.4471	117.4069	1717
332	20	09	2000	22.25	-17.4469	117.4160	1800
34	21	09	2000	01.46	-18.1072	117.5050	530
35	21	09	2000	03.55	-18.2152	117.5731	100

TIP 2000 - Stations 36 à 75							
Num sta	jour	mois	annee	H.min	Lat	Long	Sonde
36	21	09	2000	21.26	-20.0513	112.4012	2800
37	22	09	2000	22.19	-22.0823	113.3038	980
38	23	09	2000	12.04	-25.4380	111.2994	1115
42	24	09	2000	12.16	-25.2675	112.0113	1150
41	24	09	2000	15.46	-25.1993	112.1082	490
40	24	09	2000	17.30	-25.0909	112.2723	250
39	25	09	2000	19.46	-25.0909	112.2723	120
43	25	09	2000	15.43	-26.0278	111.0028	2750
44	25	09	2000	20.54	-26.2141	110.3029	4050
45	26	09	2000	02.50	-26.4095	109.5965	4725
46	26	09	2000	08.23	-27.0256	110.3002	5280
47	26	09	2000	13.07	-27.2416	111.0057	5040
48	26	09	2000	17.31	-27.4683	111.2991	4725
49	26	09	2000	22.12	-28.0983	111.5928	4423
50	27	09	2000	02.41	-28.3139	112.3033	2740
51	27	09	2000	08.20	-28.5304	113.0002	2280
52	27	09	2000	13.20	-29.0780	113.5810	120
53	27	09	2000	14.15	-29.0915	113.5604	260
54	27	09	2000	15.53	-29.1155	113.4576	900
55	27	09	2000	18.43	-29.1540	113.3038	2175
56	27	09	2000	23.40	-29.2306	113.0105	3375
57	28	09	2000	05.28	-29.3127	112.2939	5190
58	28	09	2000	11.48	-29.3806	112.0035	5193
59	28	09	2000	17.32	-29.4212	111.3004	5190
60	28	09	2000	22.32	-29.4789	111.0014	5400
61	29	09	2000	04.28	-29.5353	110.2974	5430
62	29	09	2000	10.58	-30.0045	110.0077	5458
63	29	09	2000	15.13	-30.1120	110.3125	5400
64	29	09	2000	19.00	-30.2269	111.0119	5340
65	29	09	2000	22.53	-30.3400	111.3019	5100
66	30	09	2000	02.44	-30.4472	112.0042	5100
67	30	09	2000	06.58	-30.5542	112.2992	5040
68	30	09	2000	11.33	-31.0809	112.5924	5046
69	30	09	2000	15.44	-31.1757	113.2981	4860
70	30	09	2000	19.35	-31.2820	114.0042	4590
71	30	09	2000	23.36	-31.3891	114.3096	2000
72	01	10	2000	02.36	-31.4709	114.5623	615
73	01	10	2000	03.58	-31.4773	115.0162	315
74	01	10	2000	05.28	-31.5009	115.1021	160
75	01	10	2000	06.42	-31.5161	115.1783	100

### 0.3 Quelques résultats préliminaires

La structure de la section Java-Australie présente le long de la côte de Java une pente des isolignes traduisant une remontée d'eau plus froide et plus salée dans la couche de surface due à l'effet de la mousson de SE. Les eaux de surface dessalées ( $<34$ ) s'étendent vers le sud jusqu'à la station 25. En subsurface, entre 200m et 600m, un front de salinité et de teneur en oxygène, séparant l'eau Subtropicale et Centrale provenant de l'océan Indien sud de l'eau Indonésienne provenant de l'est, est situé vers  $12^\circ$  S, alors qu'en août 1989 et février 1992 il se situait à  $13^\circ$  30S. L'eau Subtropicale présente un maximum de salinité vers 200m de profondeur, au-dessous, l'eau Centrale est caractérisée par un maximum d'oxygène vers 400m. Dans la partie nord de la section, collée à la côte de Java, entre 300m et 700m, l'eau d'origine nord indienne est caractérisée par un minimum d'oxygène et un maximum relatif de salinité. Entre les deux, l'eau Intermédiaire Indonésienne se caractérise par des salinités très homogènes proches de 34,60 jusqu'à environ 1100m. Au-dessous se trouve l'eau profonde caractérisée par un maximum de salinité vers 2200m.

Les résultats des mesures de courant obtenues par l'ADCP de coque indiquent un fort courant de Java vers l'ouest près de la côte en concordance avec les vents de fin de mousson de sud-est sur la région qui entraînent les remontées d'eau froides près de la côte de Java. Dans la région ouest australienne, les mesures de courant montrent bien une circulation anticyclonique autour des anomalies positives du niveau de la mer.

Les profils effectués à travers ces anomalies indiquent une épaisse couche de mélange au centre atteignant jusqu'à 250m et une déformation des isothermes et des isohalines jusqu'à près de 2000m correspondant à une forte anomalie de quantité de chaleur. Ce qui semble indiquer que ces anomalies sont susceptibles de transporter de la chaleur vers l'ouest.

### 0.4 Remerciements

Membres de l'équipe scientifique TIP:

Bensoussan Nathaniel, COM Marseille, français,  
 Birol Florence, CLS, Toulouse, française,  
 Bournot-Marec Claudie, Division Technique de l'INSU, française,  
 Candaudap Frédéric, CLS, Toulouse, français,  
 Cortecchi Gianni, Université de Bologne, italien,  
 Ferreira David, LODYC, Paris, français,  
 Fieux Michèle (chef de mission), LODYC, Paris, française,  
 Guilyardi Eric, LODYC, Paris, français,  
 Lacan François, CLS, Toulouse, français,  
 Lo-Monaco Claire, COMarseille, française,  
 Madec Gurwan, LODYC, Paris, français,  
 Sabrina Marie, LPCM, Paris, française,  
 Martin Nicolas, LODYC, Paris, français,  
 Masson Sébastien, LODYC, Paris, français,  
 Molcard Robert (chef de projet), LODYC, Paris, français,  
 Moore Thomas, CSIRO, Australie, américain,  
 Morrow Rosemary (co-responsable scientifique), Observatoire Midi-Pyrénées, australienne,  
 Vossepoel Femke, LODYC, Paris, hollandaise,

Participants indonésiens entre Surabaya et Banyuwangi :

Endro Soeyanto, BPPT, Jakarta

Abdul Gani Ilahude, LIPI, Jakarta

Dadang Ahmad, University of Hassanuddin, Sulawesi

Lieutenant Iwan Kusuwanto, officier de sécurité indonésien

Cette campagne a été menée à bien grâce à la collaboration sur le plan national avec plusieurs laboratoires ( LEGOS-Toulouse, COM-Marseille, UMR Dimar-Marseille) et sur le plan international avec le CSIRO Australien, l'Université Italienne de Bologne, le LIPI et le BPPT Indonésiens.

Nous remercions l'équipe IF RTP (Xavier Morin, Martin Mellet, Sacha Fouchard, Renaud Cagna et Bernard Ollivier) de nous avoir soutenus lors de cette campagne. Nous tenons aussi à remercier le Commandant Gilles Foubert et son équipage pour leur aide efficace et chaleureuse. Les difficultés rencontrées avec le matériel CTD et rosette n'ont été surmontées que grâce à la présence de Claudie Bournot-Marec de la Division Technique de l'INSU dont la compétence et la disponibilité nous ont été très précieuses tout au long de la campagne.

Le traitement des données CTD et ADCP de coque, ainsi que la présentation de tous les résultats ont été effectués par Annie Kartavtseff au laboratoire, le traitement des données LADCP a été effectué par Nicolas Martin et Robert Molcard.

L'IF RTP et l'INSU ont permis le financement de cette campagne.

## 0.5 Responsables scientifiques

- . Michèle Fieux, LODYC, T. 15 2ème ét., case 100, UPMC, 4 Place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05 , tél: 01 4427 3807, email: fieux@lodyc.jussieu.fr
- . Robert Molcard, LODYC, T. 15 2ème ét., case 100, UPMC, 4 Place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05, tél: 01 4427 7074, email: bob@lodyc.jussieu.fr
- . Rosemary Morrow, LEGOS/GRGS, UMR 5566, 18 av. Edouard Belin, 31401 Toulouse Cedex 4, tél: 05 6133 2944, email: Rosemary.Morrow@cnes.fr

Les mesures de néodyme et de thorium sont sous la responsabilité de Catherine Jeandel au CLS à Toulouse.

Les mesures de nutritifs sont sous la responsabilité de Patrick Raimbault au COM à Marseille.



Deuxième partie

**Traitement des Données**



# Chapitre 1

## Données CTD

Les deux CTD Seabird SBE 9+ de L'IFRTP et de l'INSU ont été utilisées, équipées d'un capteur d'oxygène dissous Beckman et d'un fluorimètre. De nombreux problèmes d'acquisition se sont produits en début de campagne, conduisant la responsable INSU, Claudie Bournot, à effectuer plusieurs changements de capteurs. Le tableau ci-dessous résume l'utilisation des CTD et des capteurs. Pour le capteur d'oxygène, les chiffres entre parenthèses désignent les voies analogiques de connexion.

Station	CTD	Capteur P	Capteur T	Capteur C	Capteur O2
1 à 3	INSU	29760	1016	702	130262 (0 et 1)
4	INSU	29760	1016	702	130262 (4 et 5)
5 à 10	INSU	29760	1820	1491	130262 (4 et 5)
11 à 42	IFRTP	59934	1820	1491	130380 (0 et 1)
43 à 75	IFRTP	59934	1820	1491	130380 (4 et 5)

TAB. 1.1 –: Utilisation des CTD et capteurs pendant la campagne TIP 2000

Le changement des capteurs de conductivité et d'oxygène conduisent obligatoirement à découper la campagne en trois périodes au minimum pour l'étalonnage en salinité et oxygène.

**Période 1** Stations 1 à 4

**Période 2** Stations 5 à 10

**Période 3** Stations 11 à 75

Le fluorimètre Chelsea n'a subi aucune modification pendant toute la campagne, et a été équipé du même capteur, numéro 88/2050/081, sur la voie analogique numéro 2.

Les capteurs de température et de pression avaient été étalonnés avant la campagne. Aucun étalonnage de ces capteurs n'a été prévu à la fin de la campagne.

Les mesures CTD ont été effectuées à bord par Claudie Bournot, Eric Guilyardi, Gurwan Madec, Nicolas Martin, Robert Molcard et Rosemary Morrow.

Les échantillons de salinité ont été analysés à bord au moyen du salinomètre Autosal Guildline du LODYC, par David Ferreira, Sébastien Masson et Femke Vossepoel, puis au LBCM Paris par Michèle Fieux, au moyen du Salinomètre Autosal Guildline du LBCM, le salinomètre du LODYC ayant présenté des dysfonctionnements en fin de campagne. Les échantillons d'oxygène ont été analysés par Gianni Cortecci, Sabrina Marie et Nathaniel Bensoussan.

La calibration en conductivité a été effectuée au LODYC par Annie Kartavtseff en utilisant la procédure décrite par Billant (1986) et Charriaud (1991), par comparaison des mesures du salinomètre et des mesures données par la sonde.

La calibration en oxygène a été également effectuée au LODYC par Annie Kartavtseff, en utilisant l'algorithme de calcul décrit par Owens et Millard (1985).

Les différentes étapes pour obtenir les données hydrologiques définitives sont les suivantes :

**Etalonnage** des capteurs de pression, température, conductivité et oxygène.

**Validation et réduction** des données brutes.

**Calcul** des paramètres hydrologiques.

## 1.1 Etalonnage des capteurs

Les capteurs de pression et de température sont étalonnés en laboratoire ou par le constructeur, ceux de conductivité et d'oxygène sont étalonnés *in situ* à partir des prélèvements effectués sur les bouteilles hydrologiques.

### Pression

Un premier étalonnage en pression de la sonde INSU été réalisé par le Service Métrologie et essais de l'IFREMER en Novembre 1999, au moyen d'une balance DESGRANGES et HUOT, modèle 5020, par l'intermédiaire du relais huile-eau DESGRANGES et HUOT modèle 5016. Le tableau ci-dessous donne les valeurs moyennes en dbars pour les profils de descente et de montée faits à deux températures, 5 et 20 degrés C.

Pression ref D	Pression ctd D	Pression ctd M
0.	4.2115	4.257
1000.	1004.982	1005.204
2000.	2005.492	2005.692
3000.	3006.079	3006.155
4000.	4006.528	4006.807
5000.	5007.558	5007.714
6000.	6008.474	6008.474

TAB. 1.2 –: CTD INSU : Etalonnage IFREMER (dbars) du capteur de pression (Novembre 99)

Un deuxième étalonnage a été réalisé par Sea-Bird le 10 Décembre 1999. Il s'agit d'une comparaison entre les valeurs données par un capteur de pression "test" identique à celui qui équipe la sonde utilisée, et les valeurs d'un capteur de référence. Les valeurs de contrôle du capteur de pression "test" sont données dans le tableau ci-dessous, en psia.

Pression ref D	Pression ctd D	Pression ref M	Pression ctd M
20.6	14.7	20.7	14.7
1472.2	1465.1	1470.1	1465.1
2923.4	2915.5	2923.6	2915.5
4374.6	4365.9	4374.8	4365.9
5825.6	5816.3	5825.9	5816.3
7277.7	7266.7	7277.9	7266.7
8729.5	8717.1	8729.5	8717.1

TAB. 1.3 –: CTD INSU : Etalonnage Sea-Bird (psia) du capteur de pression (10.12.99)

On utilisera les résultats de cet étalonnage, le plus récent, pour les deux premières périodes, soit les stations 1 à 10.

L'étalonnage en pression de la sonde IFRTP a été réalisé par le constructeur le 4 Novembre 1998, également par comparaison entre les valeurs données par un capteur de pression "test", identique à celui qui équipe la sonde utilisée, et les valeurs d'un capteur de référence. Les valeurs de contrôle du capteur de pression "test" sont données dans le tableau ci-dessous.

Dans les calculs d'étalonnage de la conductivité et de l'oxygène, on utilisera cette valeur de la pression, pour la troisième période, stations 11 à 75.

Pression ref D	Pression ctd D	Pression ref M	Pression ctd M
14.637	14.574	14.604	15.358
2014.737	2015.691	2014.657	2015.589
4014.589	4015.488	4014.584	4015.476
6014.329	6015.229	6014.313	6015.219
8013.994	8014.854	8013.967	8014.999
10013.938	10013.987	10013.938	10013.987

TAB. 1.4 –: CTD IFRTP : Etalonnage Sea-Bird (psia) du capteur de pression (04.11.98)

Tout au long de la campagne , et pour les deux CTD, l'offset de pression est très faible, on adoptera une valeur moyenne de 0.5 dbar pour les stations de 1 à 10 (CTD INSU), et de -0.2 dbar pour les stations 11 à 75 (CTD IFRTP).

Les deux figures suivantes présentent les 5 polynômes tracés à partir des valeurs d'étalonnage de pression pour chacun des capteurs. Pour rester en accord avec la "pression corrigée" calculée par le constructeur, et utilisée dans les calculs du logiciel Sea-Bird (fichiers de prélèvements bouteilles), on adoptera dans les deux cas le polynôme du premier degré.

Dans le cas de la CTD INSU, l'écart-type pour le polynôme du premier degré est de 0.232 pour la descente, 0.486 pour la montée. Dans le cas de la CTD IFRTP, ces deux valeurs sont respectivement 0.011 et 0.037.

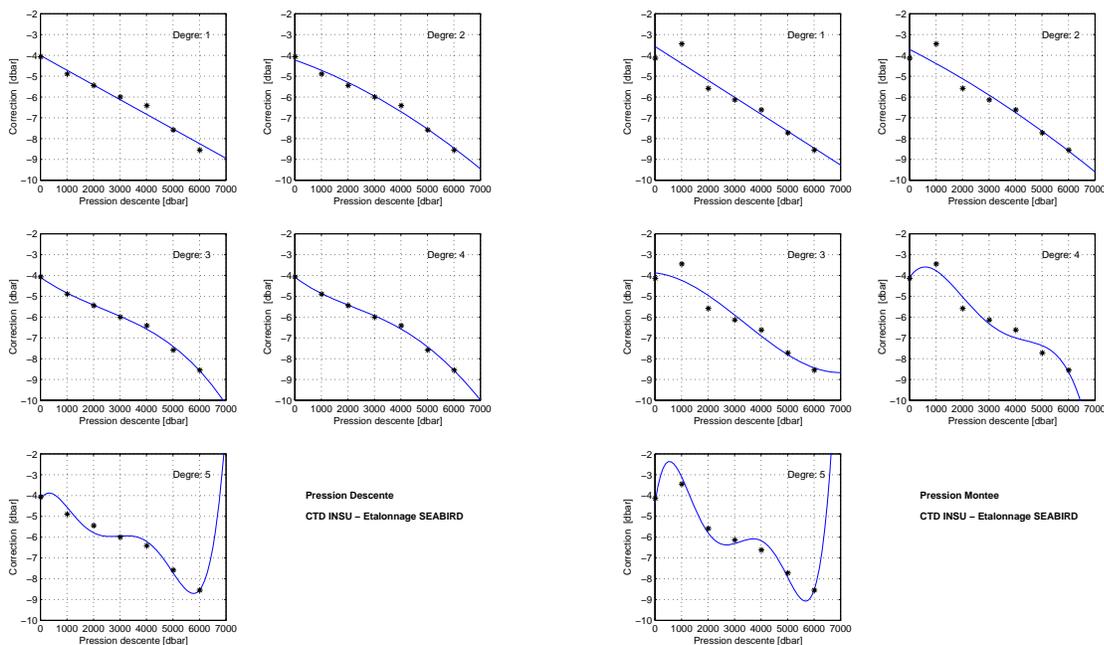


FIG. 1.1 –: Etalonnage de la pression en descente et en montée pour la sonde INSU

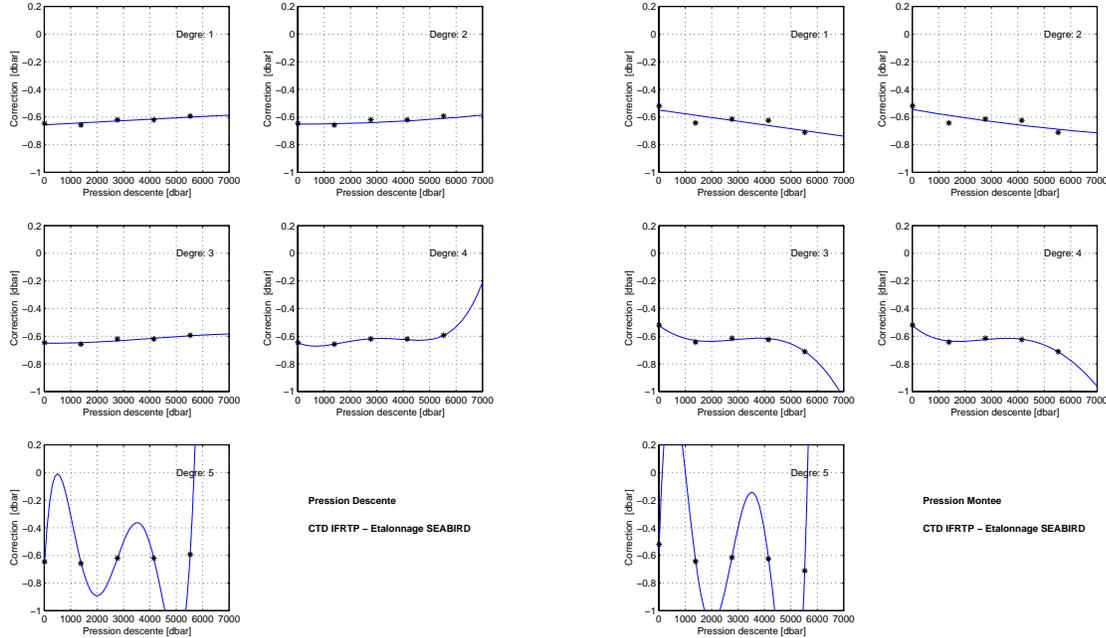


FIG. 1.2 —: Etalonnage de la pression en descente et en montée pour la sonde IFRTP

## Température

L'étalonnage en température des capteurs de température INSU (N/S 1016) et IFRTP (N/S 1820) ont été réalisés chez Sea-Bird respectivement le 15 Novembre 1999 et le 15 Avril 2000. Le laboratoire de métrologie de Sea-Bird utilise l'échelle de température ITS-90 depuis Janvier 1995. Le thermomètre à résistance de platine Rosemount qui mesure la température du bain est étalonné à deux points fixes de l'EIT90 : le point triple de l'eau et le point de fusion du Gallium. On utilise un pont de mesure de résistances ASL F18.

Les coefficients qui permettent de calculer la température ctd à partir de la fréquence ctd sont les suivants :

Capteur 1016(INSU)

$$\begin{aligned} g &= 4.80737326e-03 \\ h &= 6.74714925e-04 \\ i &= 2.72274396e-05 \\ j &= 2.29325223e-06 \\ f_0 &= 1000.000 \end{aligned}$$

Capteur 1820(IFRTP)

$$\begin{aligned} g &= 4.86523656e-03 \\ h &= 6.81999508e-04 \\ i &= 2.82103432e-05 \\ j &= 2.32199432e-06 \\ f_0 &= 1000.000 \end{aligned}$$

Pour T en degrés C (Température ITS-90), l'équation est de la forme :

$$T_{90} = 1 / \{g + h[\ln(f_0/f)] + j[\ln^3(f_0/f)]\} - 273,15 \quad (1.1)$$

Les valeurs d'étalonnage des capteurs de température sont données dans les tableaux ci-dessous.

Les résidus étant inférieurs à 0.00007 pour le capteur INSU, et à 0.00019 pour le capteur IFRTP, on utilisera dans tous les calculs ultérieurs la température mesurée par la ctd sans corrections.

Temp bain	Freq ctd	Temp ctd	Tctd -Tbain
-1.5145	5913.171	-1.5145	-0.00002
1.0470	6262.715	1.0470	-0.00000
4.6202	6774.885	4.6203	0.00004
8.1269	7306.017	8.1270	0.00004
11.6305	7865.601	11.6304	-0.00005
15.1905	8464.592	15.1905	-0.00007
18.6541	9077.437	18.6541	0.00001
22.1553	9727.722	22.1553	0.00005
25.6829	10414.874	25.6829	0.00002
29.1542	11122.972	29.1542	-0.00000
32.6288	11864.021	32.6288	-0.00002

TAB. 1.5 –: Etalonnage Sea-Bird du capteur de température INSU (15.11.1999)

Temp bain	Freq ctd	Temp ctd	Tctd -Tbain
-1.5128	6402.338	-1.5126	0.00014
1.0480	6779.610	1.0478	-0.00019
4.6225	7332.768	4.6224	-0.00005
8.1295	7906.180	8.1295	0.00005
11.6335	8510.252	11.6335	0.00006
15.1940	9156.772	15.1940	0.00008
18.6578	9818.101	18.6578	0.00001
22.1587	10519.634	22.1586	-0.00006
25.6862	11260.925	25.6861	-0.00006
29.1574	12024.738	29.1574	-0.00004
32.6322	12824.080	32.6323	0.00007

TAB. 1.6 –: Etalonnage Sea-Bird du capteur de température IFRTP (15.04.2000)

## Conductivité

### Méthode

La salinité mesurée sur l'échantillon prélevé (S hydro) permet de calculer la conductivité in-situ (C hydro), aux conditions de pression (P sonde recalée) et de température (T sonde recalée) du prélèvement au moyen des relations UNESCO, avec  $C(35,15,0) = 42,914$  mmho/cm.

$$(S \text{ hydro}, T \text{ ctd recalée}, P \text{ ctd recalée}) \rightarrow C \text{ hydro}$$

La calibration du capteur de conductivité consiste à comparer la conductivité brute C ctd, corrigée de l'effet de température et de pression sur la cellule, et la conductivité in-situ C hydro, et à faire coïncider au mieux ces deux valeurs par la méthode des moindres carrés. Dans le cas des bathysondes Sea-Bird, la constante de temps du capteur de conductivité est corrigée directement par l'électronique de la sonde. L'algorithme utilisé pour la correction de l'effet de température et de pression est le suivant:

$$\begin{aligned} dt &= \text{température} - \text{température précédente} \\ ctm &= -1.0 * b * ctm \text{ précédente} + a * dcdt * dt \\ ccor &= c + ctm \end{aligned}$$

avec

$$\begin{aligned} a &= 2 * \alpha / (\text{inter} * \beta + 2) \\ b &= 1 - (2 * a / \alpha) \\ \text{dcdt} &= 0.1 * (1 + 0.006 * (\text{température} - 20)) \\ \alpha &= 0.04 \\ 1/\beta &= 8. \\ \text{inter} &= 1/24 \end{aligned}$$

La figure ci-dessous montre la répartition des écarts de conductivité en fonction du temps, entre les mesures brutes de la sonde et les mesures des échantillons, avant étalonnage.

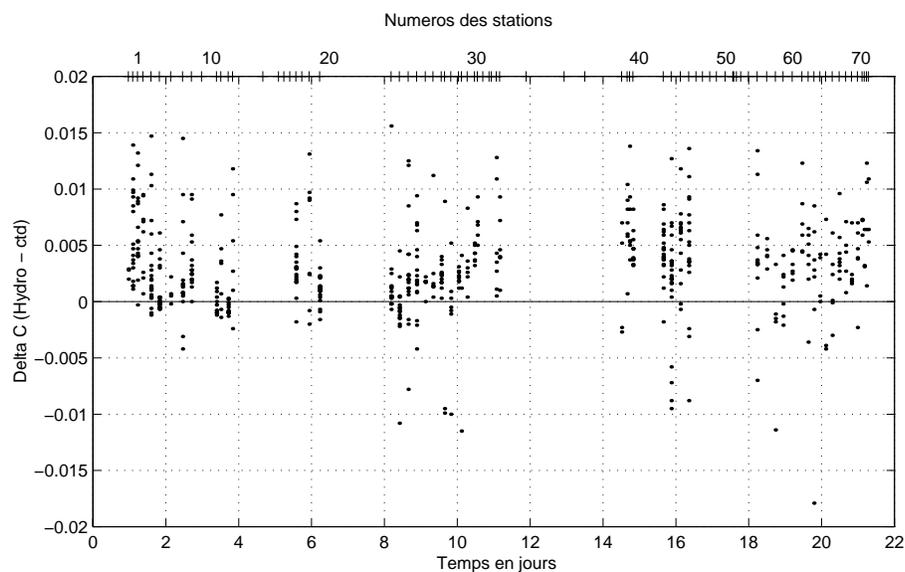


FIG. 1.3 —: Delta C (Hydro - ctd) en fonction du temps, pour toute la campagne, avant étalonnage

## Résultats

Un premier calcul est fait avec l'ensemble des points retenus. On élimine alors les points pour lesquels la différence de conductivité est supérieure au filtre (égal à 2,8 fois l'écart-type). Le calcul est répété et les points dont l'écart est supérieur à 2,8 fois le nouvel écart-type sont de nouveau éliminés. Le processus est arrêté lorsqu'il n'y a plus de points à éliminer. Un polynôme du premier degré est généralement suffisant.

Le fichier d'étalonnage est construit à partir des fichiers .btl créés par le logiciel Sea-Bird, concaténés et associés aux valeurs de salinité mesurées au moyen du salinomètre. Une première vérification des niveaux de prélèvement est effectuée par tracé sur le même graphique des prélèvements et des profils ctd bruts, ce qui permet de corriger les inversions de bouteilles. Dans le fichier, les numéros de bouteilles de prélèvement dont les écarts en salinité sont trop importants sont précédés du signe - et ne seront pas pris en compte dans le calcul.

En raison des changements de capteurs, il a été nécessaire de scinder la campagne en trois périodes : stations 1 à 4, stations 5 à 10, puis stations 11 à 75.

Le tableau suivant donne les résultats de cet étalonnage.

Stations	Nb de points total	Nb de passages	Nb de points retenus	Nb de points éliminés	Ecart-type $\sigma$	Filtre $2,8*\sigma$
1 à 4	44	1	44	0	0,0030	0,0084
5 à 10	77	5	71	6	0,0016	0,0045
11 à 75	428	3	413	15	0,0030	0,0083

TAB. 1.7 –: Etalonnage du capteur de conductivité pour 3 périodes

La figure suivante illustre la variation de l'écart entre les mesures de conductivité de la CTD et des échantillons, en fonction du temps .

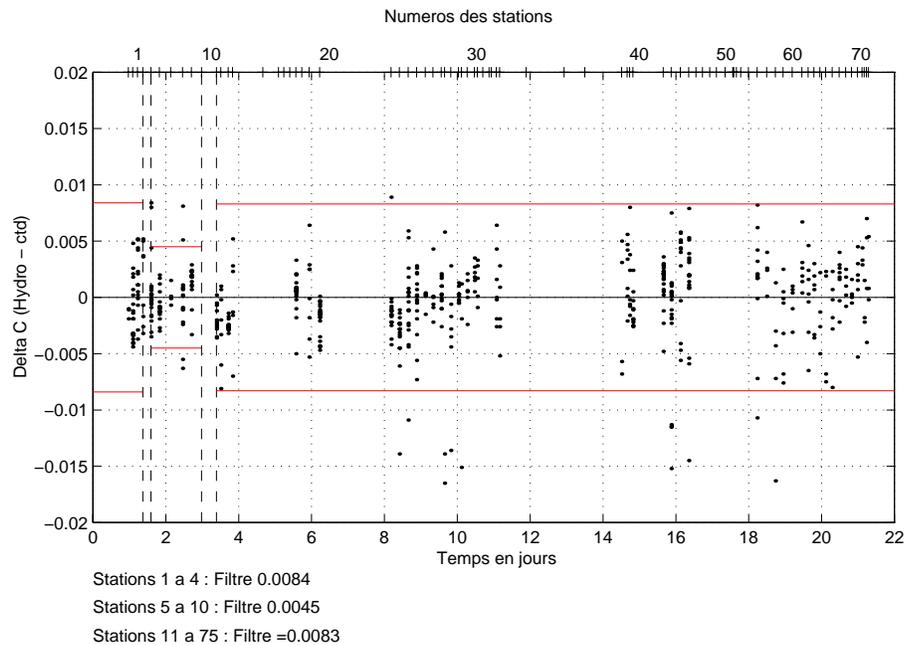


FIG. 1.4 –: Delta C (Hydro - ctd) en fonction du temps, pour les trois périodes, après étalonnage

Dans ce tracé de Delta C en fonction du temps, aucune variation systématique en fonction du temps n'apparaît à l'intérieur de chaque période, ce premier découpage, dépendant uniquement des changements de capteurs et de CTD, sera donc conservé.

Les trois polynômes adoptés sont les suivants :

$$\begin{aligned}
 \text{Stations 1 à 4: } C_{cal} &= 1.00030 * C_{ctd} - 0.00627947 \\
 \text{Stations 5 à 10: } C_{cal} &= 1.00028 * C_{ctd} - 0.00827077 \\
 \text{Stations 11 à 75: } C_{cal} &= 1.00024 * C_{ctd} - 0.00591870
 \end{aligned}
 \tag{1.2}$$

Un contrôle est fait d'après le tracé des écarts en conductivité en fonction de la conductivité, puis en fonction du numéro de bouteille, de la température et de la pression.

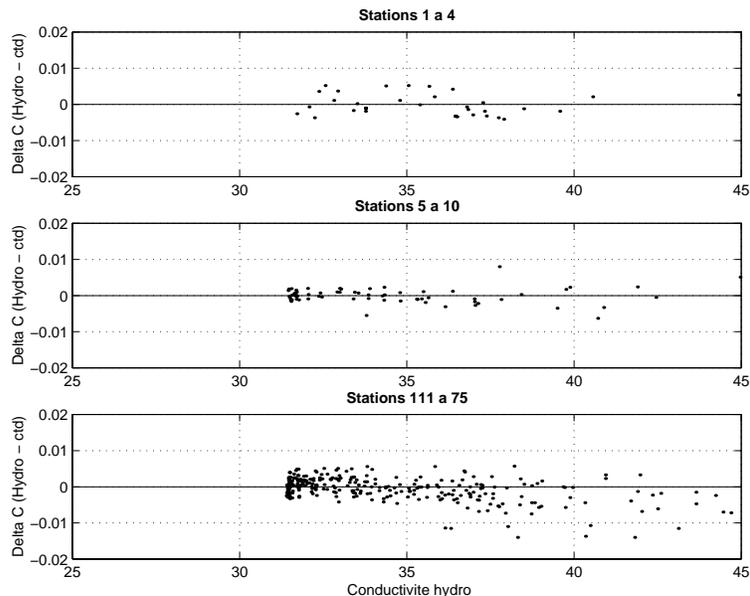


FIG. 1.5 –: Delta C (Hydro - ctd) en fonction de la conductivité, pour chaque période, apres étalonnage

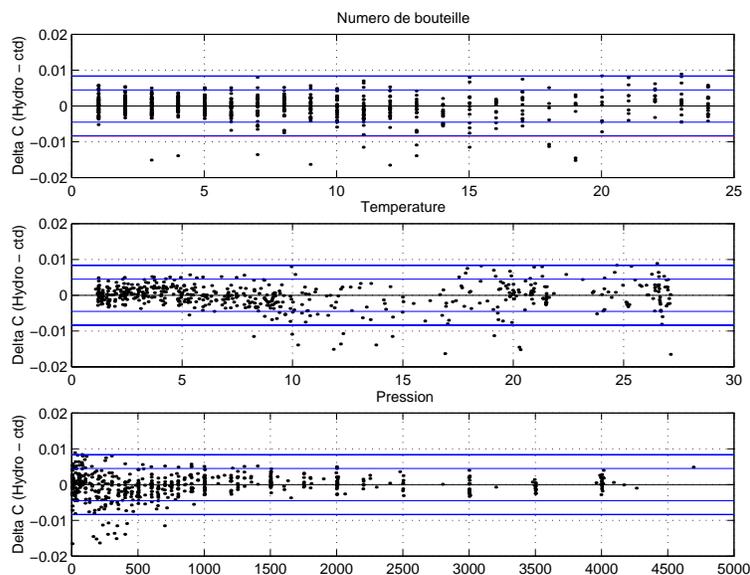


FIG. 1.6 –: Delta C en fonction du numéro de bouteille, de la température et de la pression, 3 périodes

Les filtres sont respectivement de 0,0084, 0,0045 et 0,0083 pour les trois périodes.

Sur la figure précédente, aucune fuite n'est particulièrement visible (tracé en fonction du numéro de bouteille), les écarts en fonction de la température sont centrés autour de zéro, et d'autre part on n'observe pas de fluctuation des écarts en fonction de la pression, donc il ne sera pas nécessaire d'appliquer une correction supplémentaire en fonction de la pression.

Les deux figures suivantes, présentent les histogrammes des écarts en conductivité et salinité avant et après étalonnage. Après étalonnage, les valeurs sont centrées sur zéro, et 90 p.cent des écarts en salinité sont inférieurs à 0,0055 PSU.

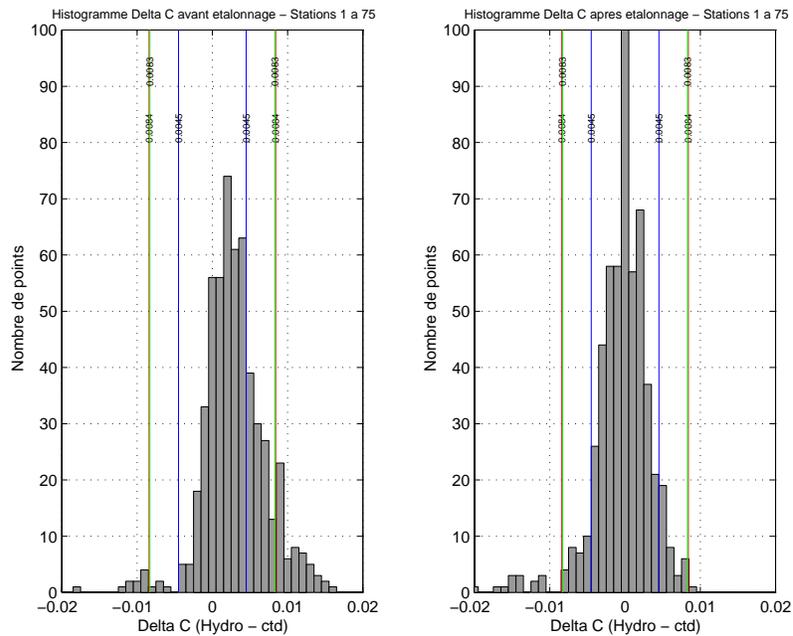


FIG. 1.7 –: Distribution des écarts en conductivité avant et après étalonnage

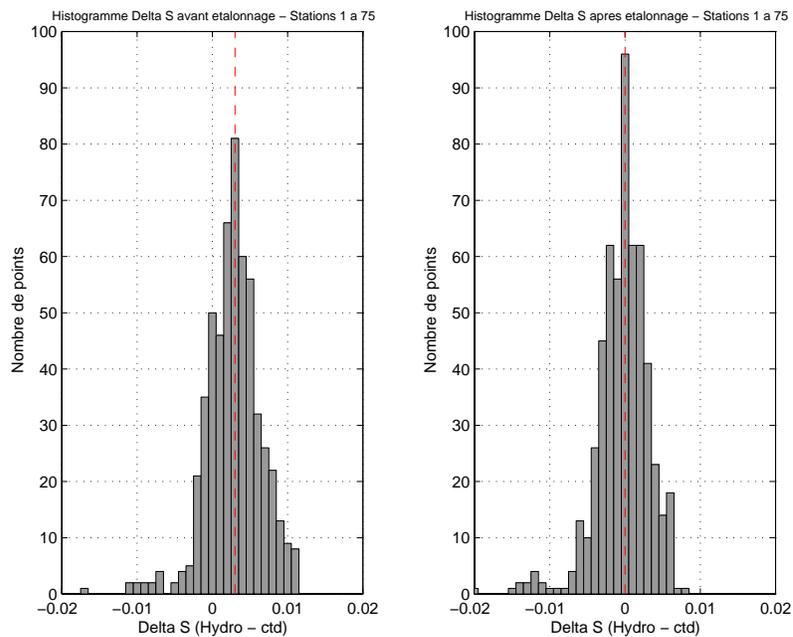


FIG. 1.8 –: Distribution des écarts en salinité avant et après étalonnage

## Oxygène

### Méthode

La sonde transmet 2 paramètres pour le calcul de l'oxygène dissous: le courant oxygène  $O_c$  et la température de l'électrolyte  $O_t$ . L'algorithme de calcul de l'oxygène dissous à partir du courant oxygène et de la température de l'électrolyte est l'algorithme de Owens et Millard (1985):

$$O_2(ml/l) = [Soc*(O_c+tau*dO_c/dt)+Boc]*OXSAT*exp[tcor*(T_c+wt*(O_t-T_c)]+pcor*P_c] \quad (1.3)$$

où

$O_c$  = Courant oxygène

$O_t$  = Température de l'électrolyte du capteur

$T_c$  = Température de l'eau de mer donnée par la sonde (calibrée)

$P_c$  = Pression donnée par la sonde (calibrée)

$OXSAT$  = Valeur d'oxygène à saturation à la température  $T_c$  et la salinité  $S$  données par la sonde (formule de Weiss, 1970)

$tcor$  = facteur de correction de l'effet de température sur la membrane

$pcor$  = facteur de correction de l'effet de pression sur la membrane

$wt$  = facteur de pondération de l'écart ( $O_t - T_c$ )

$Soc$  = pente du courant oxygène

$Boc$  = biais du courant oxygène

$tau$  = temps de réponse du capteur

$(dO_c/dt)$  = gradient du courant oxygène en fonction du temps obtenu par la méthode des moindres carrés sur un intervalle de 11 dbars.

Les 6 coefficients  $Soc$ ,  $Boc$ ,  $tau$ ,  $tcor$ ,  $wt$  et  $pcor$  sont déterminés par une procédure d'ajustement itérative. Les valeurs d'oxygène de la sonde sont ajustées aux valeurs d'oxygène des prélèvements par la méthode des moindres carrés. Les calculs sont renouvelés après élimination des points pour lesquels la différence  $O_{2hydro} - O_{2ctd}$  est supérieure à deux fois l'écart-type. Le processus s'arrête quand il n'y a plus de valeurs à éliminer (processus analogue à celui de la conductivité).

Pour les mêmes raisons que lors de l'étalonnage en conductivité il est obligatoire de découper la campagne en trois périodes minimum, stations 1 à 4, stations 5 à 10, stations 11 à 75.

La figure ci-dessous montre la répartition des écarts d'oxygène en fonction du temps, entre les mesures de la sonde et les mesures des échantillons, après étalonnage sur trois périodes.

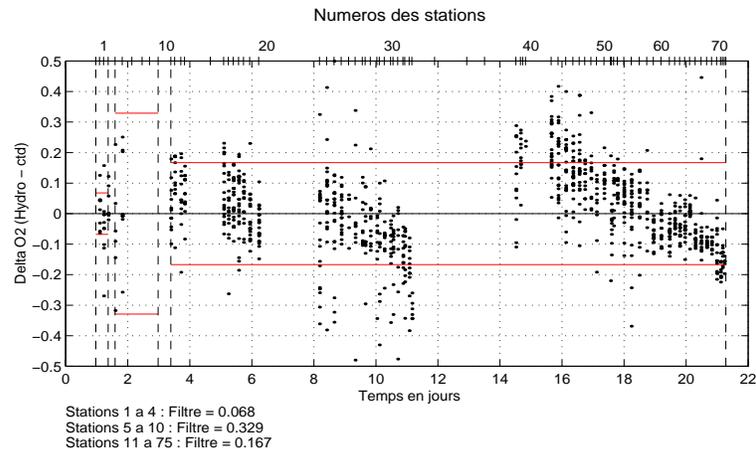


FIG. 1.9 –: Delta O2 en fonction du temps, 3 périodes

Il apparaît nécessaire de découper la 3ème partie, entre les stations 11 et 75, en 3 périodes de nouveau, c'est à dire stations 11 à 20, puis 20 à 35, et enfin 36 à 75, comme ci-dessous :

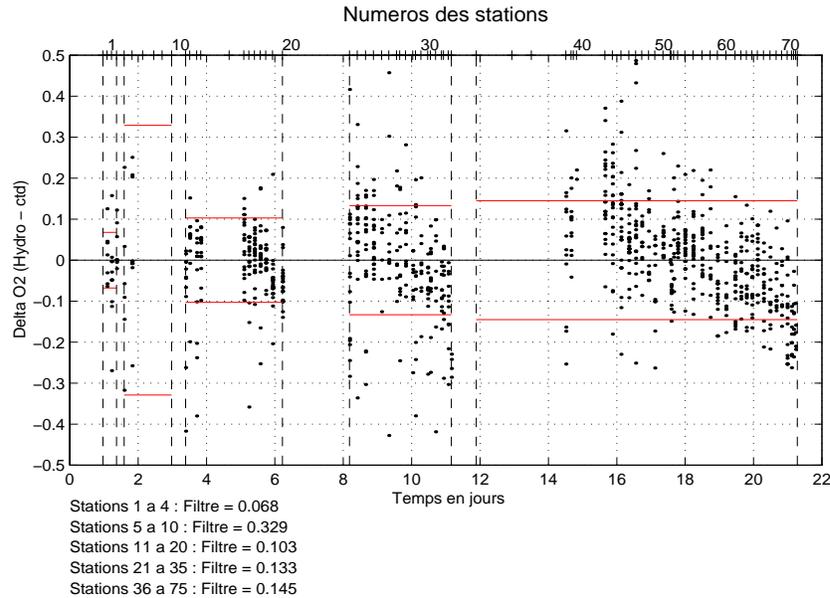


FIG. 1.10 –: Delta O2 en fonction du temps, 5 périodes

Au vu de ce graphique, il semble nécessaire de séparer le dernier groupe de 4 stations, soit les stations 72 à 75, pour lesquelles l'écart est négatif. On aura donc 6 groupes de stations. La méthode de calcul appliquée à chacun des groupes de stations donne les résultats du tableau ci-dessous.

Stations	Nb de points total	Nb de passages	Nb de points retenus	Nb de points éliminés	Nb de points deltaO2<0.075	Ecart-type $\sigma$
1 à 4	27	12	19 (70.4%)	8	20	0.034
5 à 10	19	17	19 (73.7%)	2	7	0.1645
11 à 20	156	7	131 (84.0%)	25	109	0.0531
21 à 35	234	11	165 (70.5%)	69	113	0.0668
36 à 71	494	14	298 (60.3%)	196	244	0.0685
72 à 75	22	4	19 (86.4%)	3	22	0.0276

TAB. 1.8 –: Etalonnage du capteur d'oxygène pour 6 périodes

Les coefficients adoptés pour les 6 groupes de stations sont les suivants:

Stations	Boc	Soc	pcor	tcor	wt	tau
1 à 4	0.096	0.1017E-03	0.6652E-03	0.6088E-01	0.4404	-0.3313E+02
5 à 10	0.136	0.922E-03	0.2436E-03	0.1538E-01	0.8124	0.1939E+02
11 à 20	0.045	0.299E-02	0.1800E-03	-0.2113E-01	0.8215E+00	0.1095E+02
21 à 35	0.051	0.2886E-02	0.1696E-03	-0.2100E-01	0.9369E+00	0.8387E+01
36 à 71	0.196	0.1854E-02	0.4484E-03	-0.8186E-02	0.2965E+01	0.5723E+01
72 à 75	0.194	0.1847E-02	0.4659E-03	-0.7877E-02	0.3092E+01	0.7859E+01

Un contrôle est effectué au moyen de nouveau du tracé de deltaO2 en fonction du temps, puis en fonction du numéro de bouteille, de la température et de la pression.

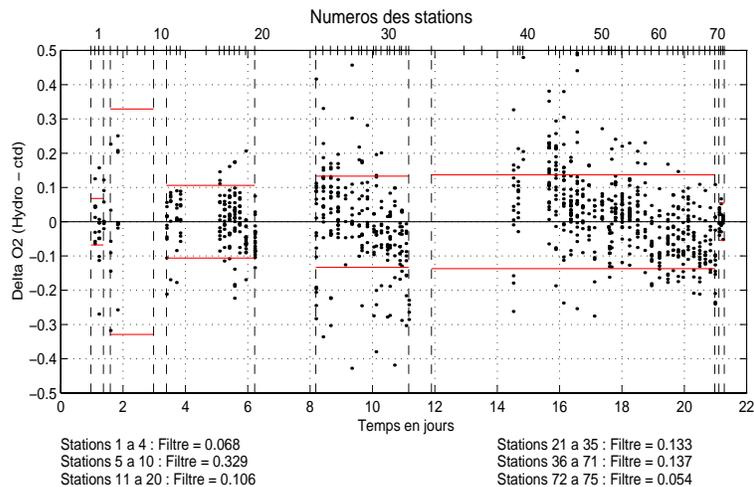


FIG. 1.11 –: Delta O2 (ml/l) en fonction du temps, 6 périodes

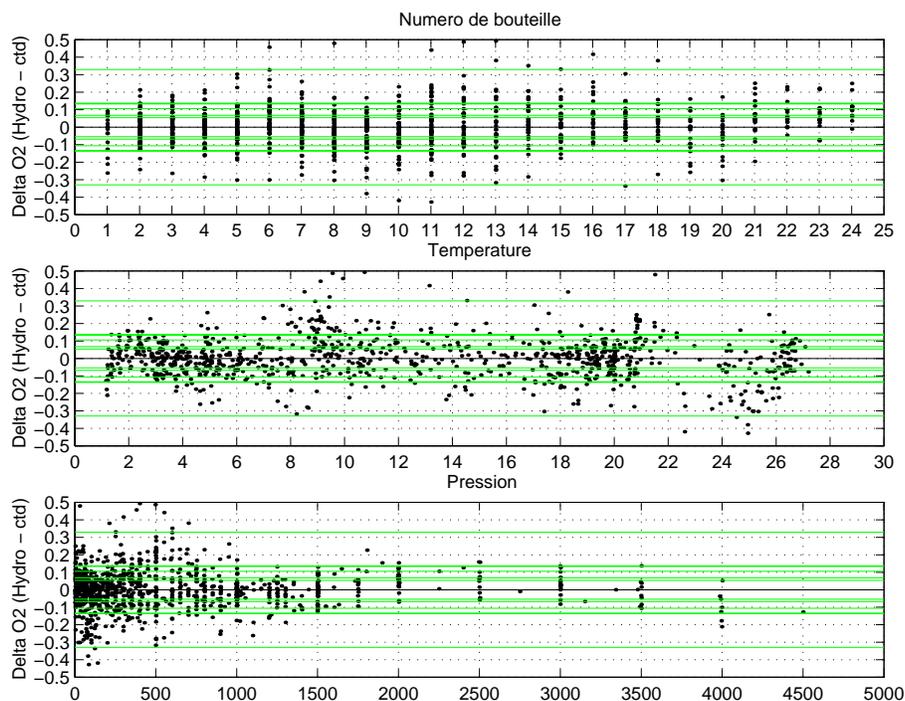


FIG. 1.12 –: Delta O2 (ml/l) en fonction du numéro de bouteille, de la température et de la pression, 6 périodes

De même que lors de l'étalonnage en conductivité, aucune fuite n'est détectée (décalages en fonction du numéro de bouteille), et les écarts sont centrés autour de zéro dans les tracés en fonction de la température.

Par contre, on observe une dérive du capteur dans le tracé en fonction de la pression, ce qui conduira à remplacer les données CTD en profondeur par les données échantillons interpolées à partir des données échantillons, pour les stations énumérées à la fin de ce chapitre.

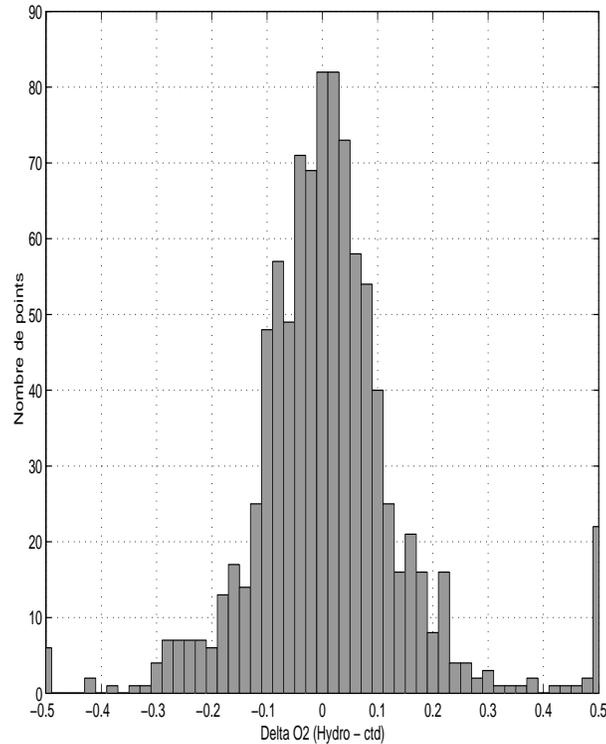


FIG. 1.13 –: Distribution des écarts en oxygène après étalonnage

La distribution des écarts en oxygène ci-dessus montre que ces écarts sont centrés sur zéro, et que 68% seulement sont inférieurs en valeur absolue à 0.1. La dérive du capteur pour les valeurs profondes est confirmée par cet histogramme pour une vingtaine de points (écarts de 0.5 ml/l).

## 1.2 Validation et réduction des données brutes

La sonde transmet 24 fois par seconde un cycle complet de 7 mesures (pression, température, conductivité, courant et température oxygène, transmissiomètre, fluorimètre). Les valeurs d'oxygène dissous enregistrées ont été calculées par le logiciel Sea-Bird, sans étalonnage ultérieur (comparaison avec une méthode de mesure chimique).

La réduction des mesures consiste à obtenir des valeurs moyennées tous les décibars suivant la méthode décrite par A. Billant (1984, 1986). Cette méthode a été mise au point pour une sonde Neil-Brown, mais est applicable aux données Sea-Bird avec quelques modifications (fréquence d'acquisition, recalage de la mesure de la conductivité dans le temps par rapport aux mesures de pression et température).

Les pressions brutes sont d'abord recalées. Ensuite, à chaque cycle de mesure, chacun des paramètres est comparé à sa valeur précédente validée; si l'écart entre deux valeurs consécutives est supérieur au filtre choisi, le cycle complet de mesures est supprimé. Les mesures de chaque cycle sont rangées dans un tableau centré sur Pref, entre (Pref - 1 dbar) et (Pref + 1dbar). La moyenne est affectée à la pression Pref.

Les programmes de réduction à 1 dbar et de validation des données utilisant les polynômes déterminés précédemment pour le calcul de la température et de la conductivité laissent apparaître, dans les forts gradients, des inversions de salinité créées par des pics de salinité. Des anomalies de salinité sont parfois également rencontrées dans les couches profondes homogènes. Toutes les inversions de densité supérieures à 0.005 sont recherchées. L'examen des valeurs de P,T,S,  $\sigma$  de part et d'autre de ces inversions permet de déceler des valeurs aberrantes éventuelles. Les niveaux concernés sont alors supprimés.

Une seconde réduction à 10 dbars est obtenue en faisant la moyenne arithmétique des grandeurs mesurées dans la couche à plus ou moins 5 dbars de part et d'autre de la pression Pref. A partir de ces valeurs moyennées, on calcule les températures potentielles et  $\sigma\theta$ . Plusieurs stations, au début de la campagne, présentent des profils de salinité et/ou oxygène aberrants. Partout où cela était possible, on a conservé les mesures ctd étalonnées, et on a complété les profils au moyen des données interpolées (interpolation cubique) à partir des mesures validées des échantillons. Seules les stations 43,44,45 ont été interpolées linéairement. Liste des stations concernées :

**Station 1** Interpolation de l'oxygène sur 10 dbars à partir de 530 dbar.

**Station 3** Interpolation de la salinité sur 10 dbars à partir de 560 dbar.

**Station 4** Interpolation de la salinité sur 10 dbars à partir de 500 dbar et de l'oxygène à partir de 1500 dbar. Valeur de surface remplacée par la mesure échantillon.

**Station 5** Interpolation de l'oxygène sur 10 dbars sur tout le profil.

**Station 6** Interpolation de l'oxygène sur 10 dbars à partir de 580 dbar. Valeurs de surface remplacées par les mesures des échantillons.

**Station 7** Interpolation de l'oxygène sur 10 dbars à partir de 1580 dbar.

**Station 8** Interpolation de l'oxygène sur 10 dbars sur tout le profil.

**Station 9** Interpolation de l'oxygène sur 10 dbars sur tout le profil.

**Station 10** Pas de mesures d'oxygène.

**Station 111** Interpolation de l'oxygène sur 10 dbars à partir de 3000 dbar.

**Station 121** Interpolation de l'oxygène sur 10 dbars à partir de 3000 dbar.

**Station 15** Interpolation de l'oxygène sur 1 dbar jusqu'à 73 dbar.

**Station 24** Interpolation de l'oxygène sur 10 dbars à partir de 3500 dbar.

**Station 25** Interpolation de l'oxygène sur 10 dbars à partir de 3500 dbar.

**Station 271** Interpolation de l'oxygène sur 10 dbars à partir de 3000 dbar.

**Station 28** Interpolation de l'oxygène sur 10 dbars à partir de 3000 dbar, en prenant comme valeur à 3000 dbar la valeur donnée par la CTD.

**Station 291** Interpolation de l'oxygène sur 10 dbars à partir de 3000 dbar.

**Station 30** Interpolation de l'oxygène sur 10 dbars à partir de 3000 dbar, en prenant comme valeur à 3000 dbar la valeur donnée par la CTD.

**Station 311** Interpolation de l'oxygène sur 10 dbars à partir de 2500 dbar.

**Station 32** Interpolation de l'oxygène sur 1 dbar jusqu'à 93 dbar.

**Station 40** Interpolation de l'oxygène sur 1 dbar sur tout le profil.

**Stations 43, 44, 45** Interpolation linéaire de l'oxygène sur 10 dbars sur tout le profil.

**Station 57** Interpolation de l'oxygène sur 10 dbars à partir de 3500 dbar.

**Station 72** Interpolation de l'oxygène sur 10 dbars à partir de 430 dbar.

La campagne a permis d'obtenir en tout 81 profils CTD, dont 75 profils profonds. En résumé, deux séries de données sont disponibles :

- données réduites au décibar : pression, température, conductivité, oxygène dissous (ml/l), fluorimètre. On dispose d'un fichier par profil.
- données réduites à 10 décibars : paramètres identiques. On dispose d'un fichier pour la campagne, tous les profils sont concaténés. Les tracés présentés par la suite sont effectués sur ces derniers fichiers (diagrammes  $\theta/S$ , profils en fonction de la pression, sections).

### 1.3 Précision des mesures

En résumé la précision des mesures est la suivante:

**Température:** elle est  $< \pm 0,0002^{\circ}C$ .

**Pression:** à la descente elle varie entre  $\pm 0,23$  db (stations 1 à 10) et  $\pm 0,01$  db (stations 11 à 75) car il y a eu changement de capteur.

**Salinité:** elle est de  $\pm 0,005$  psu

**Teneur en oxygène:** elle varie selon les groupes de stations, entre  $\pm 0,03$  ml/l (stations 72 à 75) et  $\pm 0,16$  ml/l (stations 5 à 10).

### 1.4 Formules utilisées

**Température** échelle internationale de température 1990 (ITS90)

**Salinité** échelle pratique de salinité 1978 (PSU78)

$\sigma$  nouvelle équation d'état de l'eau de mer, 1980 (EOS80)

**Température potentielle** formule de Bryden H. (1973)

En ce qui concerne les calculs de conductivité in-situ à partir d'une salinité et inversement d'une salinité à partir d'une conductivité in-situ, l'algorithme de calcul est celui recommandé par le Joint Panel on Oceanographic Tables and Standards (JPOTS).

### 1.5 Références

UNESCO Technical papers in marine science, 1981, numéro 36. Tenth report of the Joint Panel on Oceanographic Tables and Standards.

UNESCO Technical papers in marine science, 1983, numéro 44. Algorithms for computation of fundamental properties of seawater.

**Benson B.B. and Krause D.** The concentration and isotopic fractionation of oxygen dissolved in freshwater and seawater in equilibrium with the atmosphere. *Limnol. Oceanogr.*, vol. 11, 1984, pp 267-277.

**Billant A.** Description et utilisation du système embarqué de mesures d'hydrologie recueillies par une sonde Neil Brown. DERO/EO, octobre 1984, IFREMER.

**Owens W.B. and Millard R.C.** A new Algorithm for CTD Oxygen Calibration. *Journal of Physical Oceanography*, 1985, vol. 15, pp 621-631.

**Millero F.J.** Solubility of oxygen in seawater. UNESCO Technical papers in marine science, 1986, numéro 50.

**Billant A.** Mesures de la sonde Neil-Brown; étude critique et améliorations apportées au traitement des données. DERO/EO, décembre 1986, IFREMER.

**Mailloux L.** Mise au point et optimisation du dosage de l'oxygène dissous sur titroprocesseur Metrohm. Rapport de stage DERO/EO, 1988, IFREMER.

**Lueck R. G.** Thermal Inertia of Conductivity Cells: Theory. American Meteorological Society, octobre 1990, pp 741-755

**Charriaud. E., Gamberoni L., Kartavtseff A., Rouault C.** Etalonnage de la sonde et traitement des données d'une campagne hydrologique. Rapport interne LOP-LODYC, mars 1991.



## Chapitre 2

# Données ADCP

Les données ADCP ont été acquises au moyen de l'ADCP de coque du Marion Dufresne, qui provient du Marion Dufresne I (Profileur acoustique à effet Doppler, RDI, 75 KHz). La configuration choisie par l'ingénieur IFRTP est une longueur d'ensemble de 5 minutes, et une longueur de bin de 16m (configuration nominale pour la fréquence de 75 KHz). La navigation a été acquise séparément au moyen du GPS du bord, non différentiel.

L'acquisition et le stockage des données ont été effectués à bord par Martin Mellet, technicien IFRTP, au moyen du logiciel DAS. Le traitement ultérieur a été effectué au laboratoire par Annie Kartavtseff, au moyen du logiciel CODAS3 (E. Firing, Université d'Hawaii).

La base de données finale commence le 10.09.2000, et se termine le 01.10.2000. Le traitement se déroule en 5 phases :

**Chargement des fichiers bruts** . Cette phase comporte aussi une première élimination des données non enregistrables (erreurs de chronologie, mauvaises durées d'ensembles, etc...).

**Obtention et Vérification de la navigation** . Il est préférable d'avoir une acquisition des données de navigation indépendante de l'acquisition ADCP .

**Edition des données ADCP** . Cette phase, très importante, permet d' éliminer toutes les mesures mauvaises ou douteuses et de repérer le fond si nécessaire.

**Calibration des données** . Se fait au moyen des données de navigation.

**Mise en forme définitive** . Introduction des données de navigation dans la base ADCP. Contrôle de la qualité des données. Construction de différentes grilles, spatiales et/ou temporelles, permettant de tracer les graphiques de présentation.

## 2.1 Chargements des fichiers bruts

Les fichiers bruts sont stockés sur CD-ROM , chaque fichier de longueur à peu près constante se dénomme généralement pingdata.nnn. La commande scanping du logiciel CODAS3 permet de scuter les premières anomalies de ces fichiers bruts, (par exemple longueur de la durée d'ensemble différente de la durée choisie de 5 minutes), et de préparer le fichier d'entrée de la commande de chargement du logiciel CODAS, loading.

A ce stade, on dispose d'un repertoire nomme generalement adcpdb (pour adcp data base), dans lequel les données sont maintenant organisées en blocs, dont la longueur et le contenu sont définis par l'utilisateur au moyen d'un fichier spécial, ici tip.def, lui-même dans ce même repertoire. Plusieurs outils permettent de vérifier le contenu de la base de données, et d'obtenir des informations utiles.

La commande showdb permet d'obtenir la structure précise de la base de données. L'exemple ci-dessous donne la liste des variables de la base. La commande permet aussi de connaître le contenu d'une variable.

num	name	units	v-ty	ac	ac0	ac1
0	DEPTH	m	3	1	9960	64
7	AMP-SOUND-SCAT	none	1	2	0	0
8	U	m/s	3	2	1	1
9	V	m/s	3	2	2	2
32	PROFILE-COMMENTS	none	2	2	3	3
33	BLOCK-COMMENTS	none	2	1	10024	41
34	PROFILE-FLAGS	none	1	2	4	4
35	CONFIGURATION-1	none	11	1	10065	76
36	CONFIGURATION-2	none	11	1	0	0
37	ANCILLARY-1	none	11	2	5	5
38	ANCILLARY-2	none	11	2	6	6
39	ACCESS-VARIABLES	none	11	2	7	7
54	W	m/s	3	2	8	8
55	ERROR-VEL	m/s	3	2	9	9
56	PERCENT-GOOD	none	1	2	10	10
57	PERCENT-3-BEAM	none	1	2	11	11
58	SPECTRAL-WIDTH	none	1	2	12	12
59	U-STD-DEV	m/s	3	2	13	13
60	V-STD-DEV	m/s	3	2	14	14
61	W-STD-DEV	m/s	3	2	15	15
62	EV-STD-DEV	m/s	3	2	16	16
63	AMP-STD-DEV	none	0	2	17	17
64	RAW-DOPPLER	none	3	2	18	18
65	RAW-AMP	none	1	2	19	19
66	RAW-SPECTRAL-WIDTH	none	11	2	20	20
67	BEAM-STATS	none	1	2	21	21
68	NAVIGATION	none	11	2	22	22
69	BOTTOM-TRACK	none	11	2	23	23
75	USER-BUFFER	none	10	2	24	24
76	ADCP-CTD	none	11	2	25	25

La commande *lst\_block* permet d'obtenir le nombre, la longueur (nombre de profils) et les dates des extrémités des blocs.

- Database summary for: tip
- 0 n= 72 tip001.blk 2000/09/10 16:23:25 to 2000/09/10 22:31:57
- 1 n= 32 tip002.blk 2000/09/10 22:40:44 to 2000/09/11 01:15:46
- ...
- 165 n= 27 tip166.blk 2000/10/01 04:50:54 to 2000/10/01 07:00:52

## 2.2 Obtention et vérification de la navigation

Une commande du logiciel CODAS permet d'obtenir un fichier des caps suivis pendant les ensembles ADCP. Ce fichier servira par la suite de référence pour obtenir les dates des ensembles, converties en unités spécifiques au logiciel CODAS (jours décimaux plus secondes dans le jour)...

Le fichier de navigation brut, dont chaque ligne comporte une date, une latitude et une longitude, est extrait à partir des données du concentrateur du Marion Dufresne, au moyen d'un programme fortran, sa cadence est de une donnée par seconde. Puis les dates de ce fichier brut sont converties en unités de date CODAS, et le fichier est ensuite moyenné toutes les 30 secondes. Le résultat comprend pour chaque ligne un temps, exprimé en unités spécifiques au logiciel CODAS, une latitude et une longitude. Le fichier est édité pour supprimer les positions douteuses qui subsistent et les inversions de dates. La carte de la figure 1 montre le tracé de ces données de navigation.

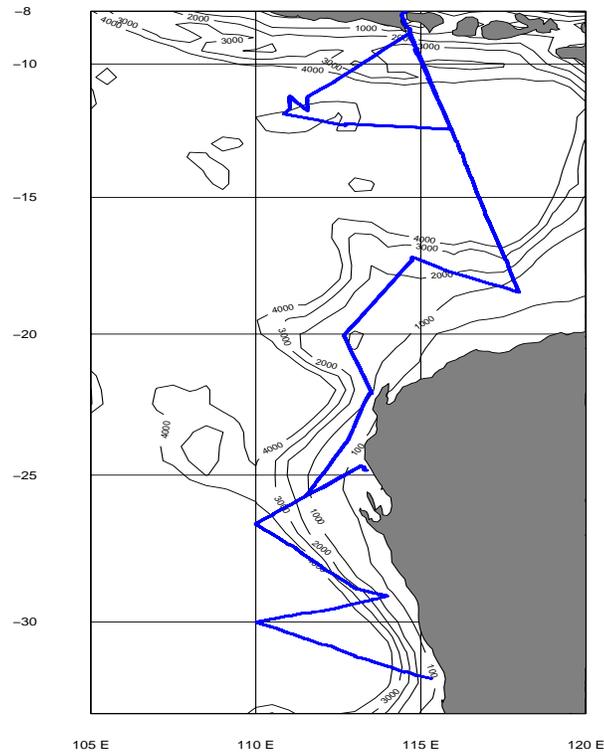


FIG. 2.1 — Fichier des positions GPS de la campagne TIP 2000

## 2.3 Edition des données ADCP

Une première vérification est celle de la vitesse du son, qui peut être figée à une vitesse constante, ou varier suivant la température du transducteur ( la salinité a une valeur constante). C'est cette deuxième option qui a été choisie pendant la campagne. La figure montre les tracés de la température du transducteur et de la vitesse du son, ainsi que la température de surface mesurée par la CTD, qui est bien corrélée à celle de l'ADCP.

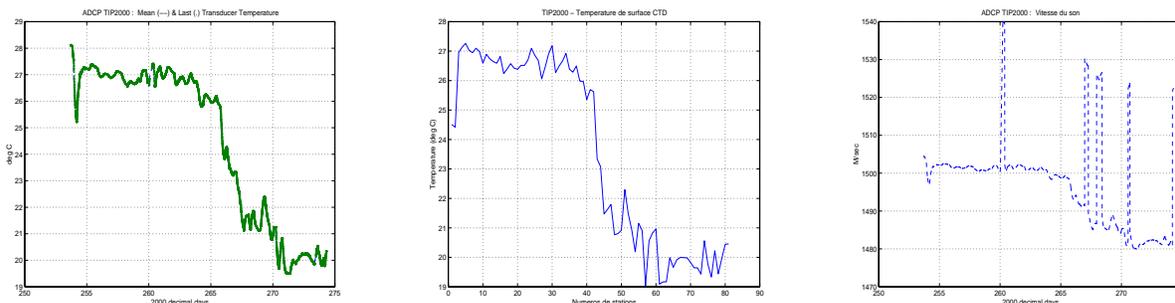


FIG. 2.2 —: Température de l'eau (transducteur ADCP et CTD) et vitesse du son

Le graphique de la vitesse du son en fonction du temps montre 5 périodes où la vitesse du son est supérieure à la moyenne, correspondant aux passages à faible profondeur où la mesure de la vitesse par rapport au fond a été mise en route ("bottom velocity is ON"). Les profils correspondant ne sont pas de bonne qualité, et la plupart ont été supprimés à l'édition. L'erreur provoquée par une mauvaise évaluation de la vitesse du son est en tous les cas très faible en regard des autres erreurs de mesures (direction en particulier). La vitesse par rapport au fond a donc été acquise pendant les périodes ci-dessous.

du 17.09.2000 à 05.20.10 au 17.09.2000 à 09.05.11  
 du 23.09.2000 à 23.14.54 au 24.09.2000 à 06.29.56  
 du 24.09.3000 à 22.56.40 au 25.09.2000 à 09.41.41  
 du 27.09.2000 à 13.17.07 au 27.09.2000 à 16.47.06  
 du 01.10.2000 à 04.50.54 au 01.10.2000 à 07.00.52 (fin de la campagne)

En ce qui concerne les données des profils ADCP, le premier stade est le passage de programmes de calculs de statistiques, qui permettent de déterminer les seuils d'erreurs maxima pour plusieurs paramètres: vitesse (composantes u et v), amplitude, erreur verticale. Ces calculs se font sous Matlab. Les valeurs utilisées pour la campagne TIP sont les suivantes :

```
pgood-threshold 30
d2w-threshold 239
d2uv-threshold 333
ev-threshold 100
wvar-threshold 10100
```

La visualisation des profils se fait aussi au moyen de Matlab. Les différentes erreurs répertoriées sont marquées par des signes de couleurs et de formes différentes. L'opérateur peut accepter les suppressions de données automatiques, en supprimer plus ou bien décider d'annuler le marquage de valeurs erronées. Cette dernière possibilité est très utile dans le cas de couches de diffusion (plancton) qui font apparaître des pics d'amplitude du signal, confondus au niveau des programmes avec les pics d'amplitude produits par la réflexion sur le fond.

Toutefois, la forme et la hauteur de ces pics permet de lever l'ambiguïté, ainsi bien sur que la position géographique. La figure ci-dessous montre l'aspect des profils d'amplitude.

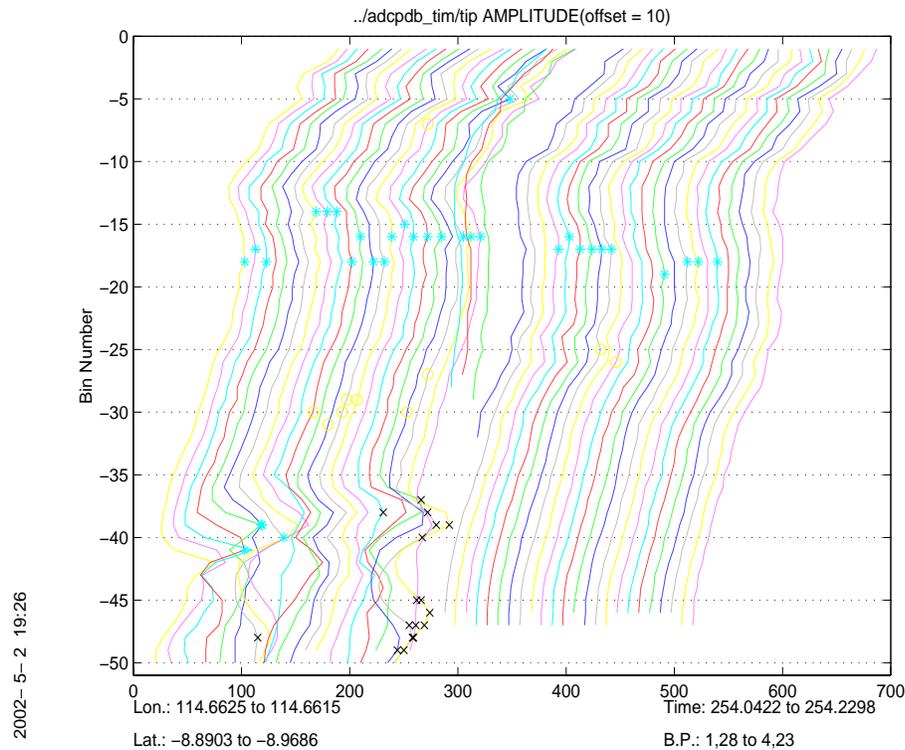


FIG. 2.3 – Profils d'amplitude du signal ADCP

La partie gauche du graphique correspond à un trajet en route, avec des profils de mauvaise qualité, qui s'améliorent nettement à l'arrivée en station (Première station CTD). D'une façon générale, les profils sont mauvais en route libre.

Les bins marqués comme mauvais, les profils supprimés, les bins correspondant au fond sont enregistrés respectivement dans 3 fichiers ASCII, badbin, badprf, bottom. Ces fichiers seront consultés ensuite pour la validation de la base de données.

## 2.4 Calibration des données

Le principe général de la calibration est de passer de vitesses relatives par rapport au bateau à des vitesses absolues dans un référentiel terrestre. On peut utiliser deux méthodes : comparer le déplacement du bateau par rapport au fond déduit de la détermination du fond par l'ADCP ("bottom tracking"), ou bien comparer l'accélération par rapport à l'eau mesurée au moyen de l'ADCP, avec l'accélération calculée au moyen des points satellites ("water-tracking"). Ces deux méthodes donnent des résultats identiques (à 0.5 % près) pour la détermination de l'orientation du transducteur sur la coque. Dans les deux cas, il faut également examiner la qualité des positions satellites (validation du fichier navigation) et du gyro-compas.

Pour la calibration par "water-tracking" que nous avons utilisée pour corriger les défauts d'alignement du transducteur, on commence par extraire de la base ADCP, validée au moyen des fichiers créés lors de l'édition des profils, les vitesses d'une couche de référence, choisie ici entre les bins 2 et 12 (soit 32 à 192 m), sous forme d'un fichier comprenant les temps des ensembles, et les composantes des vitesses de la couche de référence. Le fichier des points GPS obtenu lors du traitement de la navigation permet d'obtenir les vitesses absolues de la couche de référence. Un programme de tracé Matlab permet d'afficher ces vitesses avant et après lissage, pour contrôle:

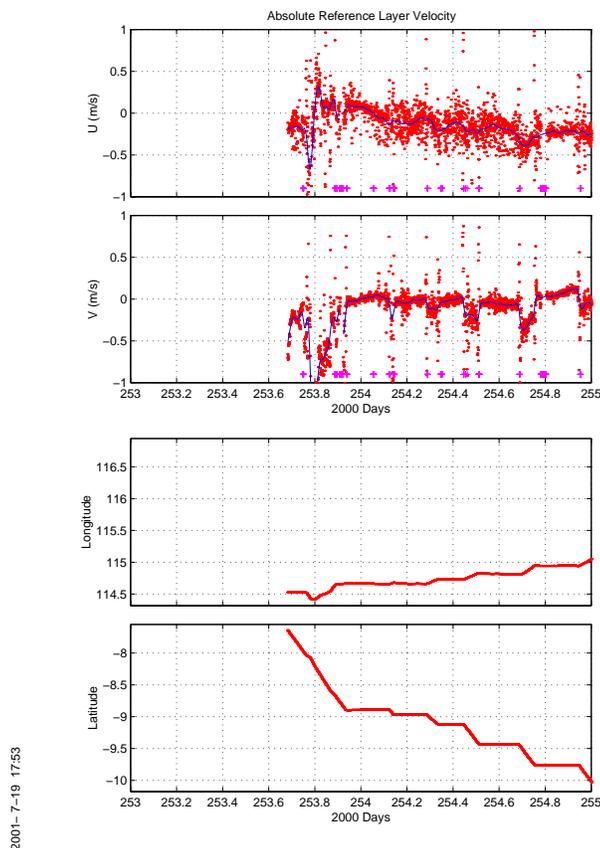


FIG. 2.4 —: Navigation et vitesse de la couche de référence avant calibration

Les pics correspondent à des décalages de temps entre les deux fichiers aux arrivées et départs de stations. Ils seront normalement éliminés par la calibration.

On détecte ensuite les accélérations du navire à partir des vitesses ADCP, puis on les compare aux accélérations issues des données GPS, en faisant "glisser" les deux fichiers (vitesses de la couche de référence et GPS) de manière à faire correspondre les temps le mieux possible (programme timslip). Les accélérations se produisent lors des arrivées et départs de station CTD ou carottage, lors des changements de direction, et bien sûr lors des ralentissements et accélérations du navire sur sa route directe. On détermine ainsi le décalage de temps entre l'horloge du PC d'acquisition des données ADCP, soit le temps de la base ADCP, et le temps GPS, ainsi que l'angle du transducteur par rapport à l'axe du navire. Le nombre de points extraits par le programme de détection des accélérations/décélérations (timslip) est théoriquement égal, au minimum, au double du nombre des stations. Le programme effectue un filtrage des valeurs erronées.

Deux essais ont été faits, avec des fenêtres de "7 fixes", soit 35 minutes (ensembles de 5 mn), et "5 fixes", soit 25 minutes. On a choisi la fenêtre de "5 fixes", car c'est pour cette durée que le plus grand nombre de points de calibration est gardé, même si les écarts-type sont légèrement plus élevés.

La figure ci-dessous montre le résultat de cette calibration.

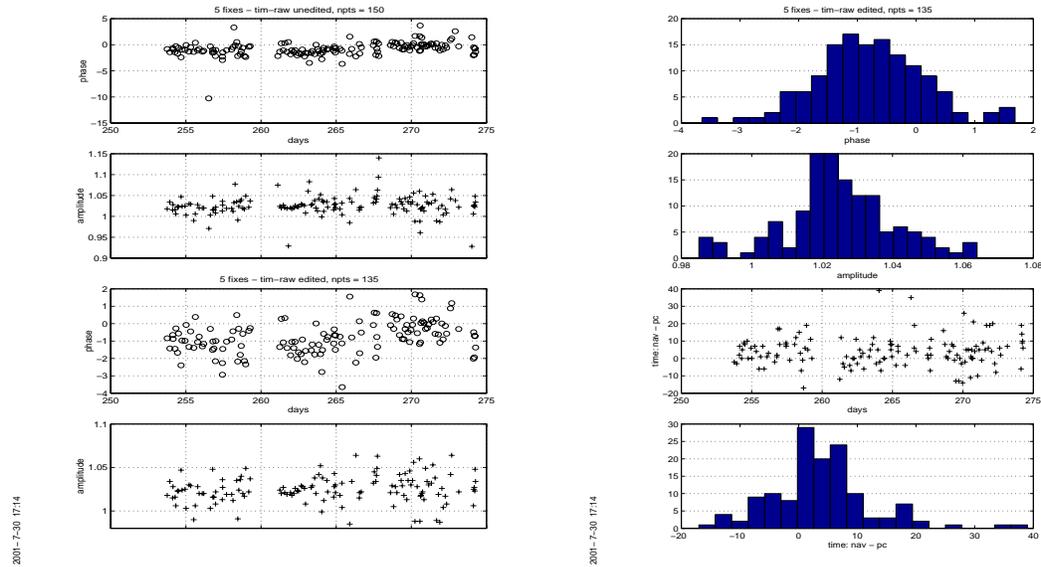


FIG. 2.5 – Détermination de la phase, de l'amplitude et d'un décalage d'horloge

Un décalage d'horloge (variable time: nav-pc) inférieur à 2 secondes est admissible. Ici, on observe un décalage d'horloge de 4 secondes, trop important, il a donc été nécessaire de le corriger de +4 secondes au moyen d'un module du logiciel CODAS (chtime). Les opérations ci-dessus réitérées donnent cette fois-ci:

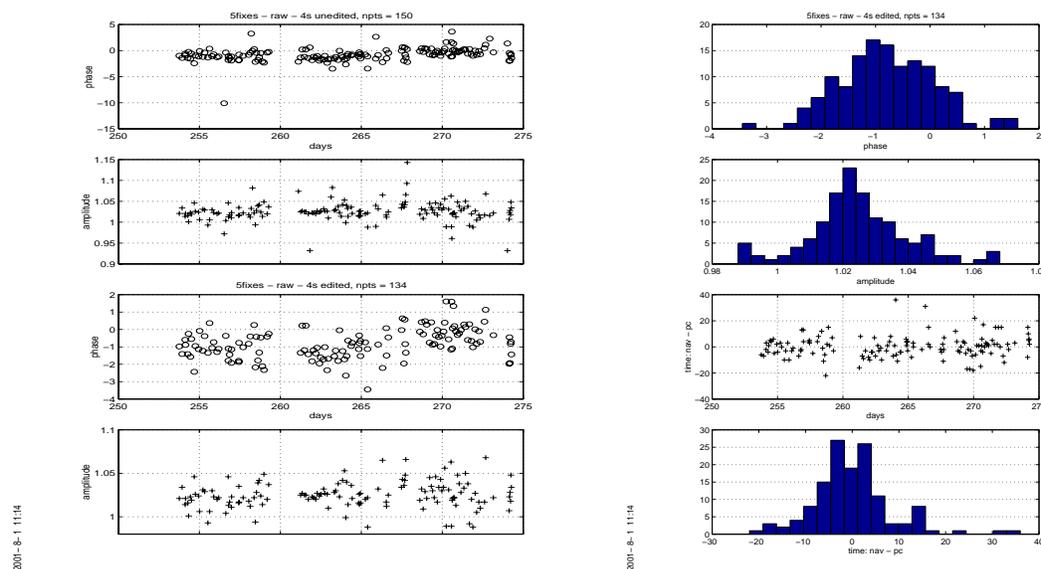


FIG. 2.6 – Détermination définitive de la phase et de l'amplitude

Le tableau ci-dessous donne les valeurs de tolérance maximum pour les paramètres de la calibration :

Time range 253.76 to 274.27  
 delta-u min = -100.00, max = 100.00;  
 delta-v min = -100.00, max = 100.00  
 clip-amp = 0.05, clip-ph = 3.0  
 clip-dt = 60, clip-var = 0.050  
 Number of edited points: 135 out of 150

Le résultat est le suivant (les 2 nombres sont respectivement la moyenne et l'écart-type).

**amplitude** 1.0251 0.0154  
**phase** -0.7961 0.8670  
**nav-pc** 0.2313 8.6066  
**var** 0.0131 0.0096  
**min var** 0.0113 0.0085  
**delta-u** 0.1042 4.3648  
**delta-v** 0.0490 4.6330

Le décalage d'horloge est ramené à 0.2 secondes en moyenne. Pour la phase, l'écart-type admissible est de l'ordre de 1.5 degré, et pour l'amplitude, il est de 2%. Les valeurs de la calibration sont donc tout a fait correctes. On adoptera donc pour la phase, l'amplitude et la différence de temps :

**phase** -0.7961 (std=0.8670)  
**amplitude** 1.0251 (std=0.0154)  
**nav-pc** 0.2313 (std=8.6066)

Dans le cas où la campagne se fait par petits fonds, il est possible d'utiliser la procédure de calibration dite "bottom-tracking", basée sur la comparaison entre la trace de la route du bateau sur le fond déterminée par les positions satellites et celle déduite de la vitesse ADCP. Comme la durée de "bottom-tracking" de la campagne a été très courte, nous utiliserons dans la procédure de calibration définitive l'option "water-tracking" seule.

La deuxième composante de la calibration est l'évaluation de la variation du gyrocompas. Un essai de contrôle du gyrocompas a été effectué au moyen de programmes adaptés de la bibliothèque CORRYGE. Le premier stade est l'extraction des caps gyro à partir des fichiers bruts de navigation, puis la comparaison avec le fichier des caps extrait de la base ADCP (suffixe .hdg). Le résultat est un fichier .ang, de différences entre les caps gyro et les caps ADCP. Malheureusement les valeurs de ces différences d'angle ne sont pas exploitables ( trop peu de différences calculées, les caps gyro ne figurant pas dans tous les enregistrements des fichiers bruts de navigation extraits du concentrateur).

Une autre moyen d'évaluer la variation du gyrocompas est d'évaluer l'influence de la latitude, en tracant la phase extraite au moyen du programme "timslip" ci-dessus en fonction de la latitude. Si le gyrocompas avait parfaitement fonctionné, la phase serait constante avec la latitude.

Le résultat est un polynôme du premier degré qui permet d'obtenir un fichier d'angles (phases), variant avec la latitude, a partir du fichier de navigation. Ce fichier d'angles est construit en prenant comme constante du polynôme la constante calculée par le fit (-1.9266), corrigée de la phase constante (-0.7961) obtenue au moyen de la calibration par water-tracking.

**angle** -1.1305 - 0.0589 \* latitude

Une rotation des données de navigation est tout d'abord effectuée en test, d'abord avec les coefficients de phase et d'amplitude constants puis avec le fichier d'angles variant avec la latitude.

Le résultat pour une rotation constante est le suivant :

**amplitude** 1.0002 0.0148  
**phase** -0.0124 0.8659  
**nav-pc** 0.3577 8.2611

Et pour la somme des deux actions:

**amplitude** 1.0002 0.0148  
**phase** -0.0243 0.8053  
**nav-pc** 0.4058 8.1084

Dans le deuxième cas, la phase résultante est légèrement plus forte, mais l'écart-type est nettement amélioré. Surtout, la variation de la phase dans le temps ("trend") est beaucoup plus faible. On choisira donc cette dernière forme de calibration.

Après obtention des données de calibration (ici un angle et une amplitude constants pour corriger l'alignement du transducteur, et un fichier d'angles permettant d'améliorer les mesures du gyrocompas), on effectue la rotation des données de vitesse.

Un contrôle de la variation de la phase avec la latitude est effectué après la rotation. La figure ci-dessous donne le résultat de ce contrôle. Après la rotation, la variation de la phase avec la latitude est quasi-nulle, ce qui confirme la validité de la méthode de construction du fichier d'angles.

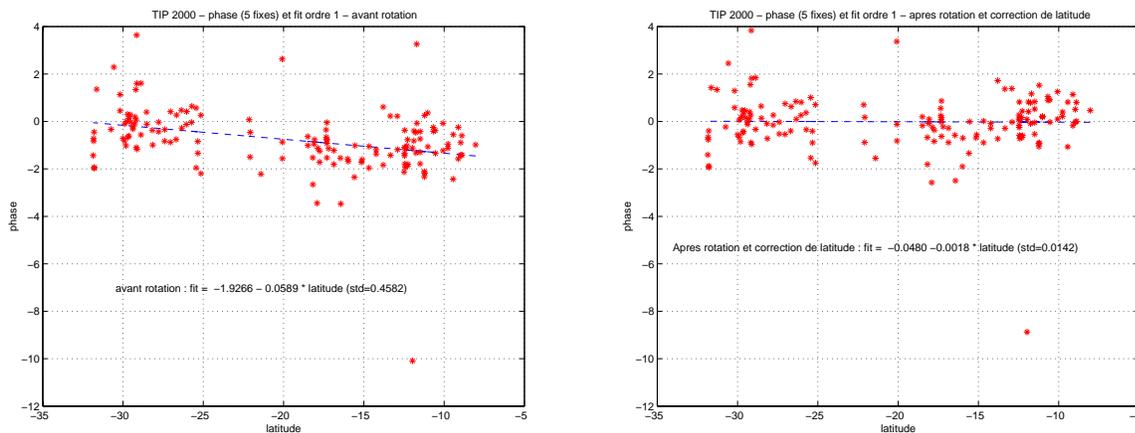


FIG. 2.7 —: TIP 2000 : Variation de la phase avec la latitude, avant et après rotation

## 2.5 Mise en forme définitive de la base de données

Le dernier stade de l'élaboration de la base est l'intégration des données de navigation calibrés dans cette base. Il est alors possible de construire des grilles de différents formats, suivant un maillage spatial ou temporel, qui serviront de base pour les tracés. Le logiciel CODAS fournit des programmes de tracé de vecteurs et de contours. Nous utiliserons une adaptation du tracé de vecteurs et un programme LODYC de tracé de sections de vitesses.

Une évaluation des erreurs sur les composantes U,V,W de la vitesse, le taux de "bonnes valeurs", l'amplitude et la largeur spectrale du signal, est faite à ce stade. La figure 8 donne le résultat de cette évaluation pour les composantes U et V, la composante W, et l'erreur sur la détermination de la vitesse. Les données en route sont beaucoup plus mauvaises, c'est malheureusement souvent le cas sur le Marion Dufresne, qui n'est pas assez chargé lors des campagnes océanographiques, et dont l'assiette est sur l'arrière.

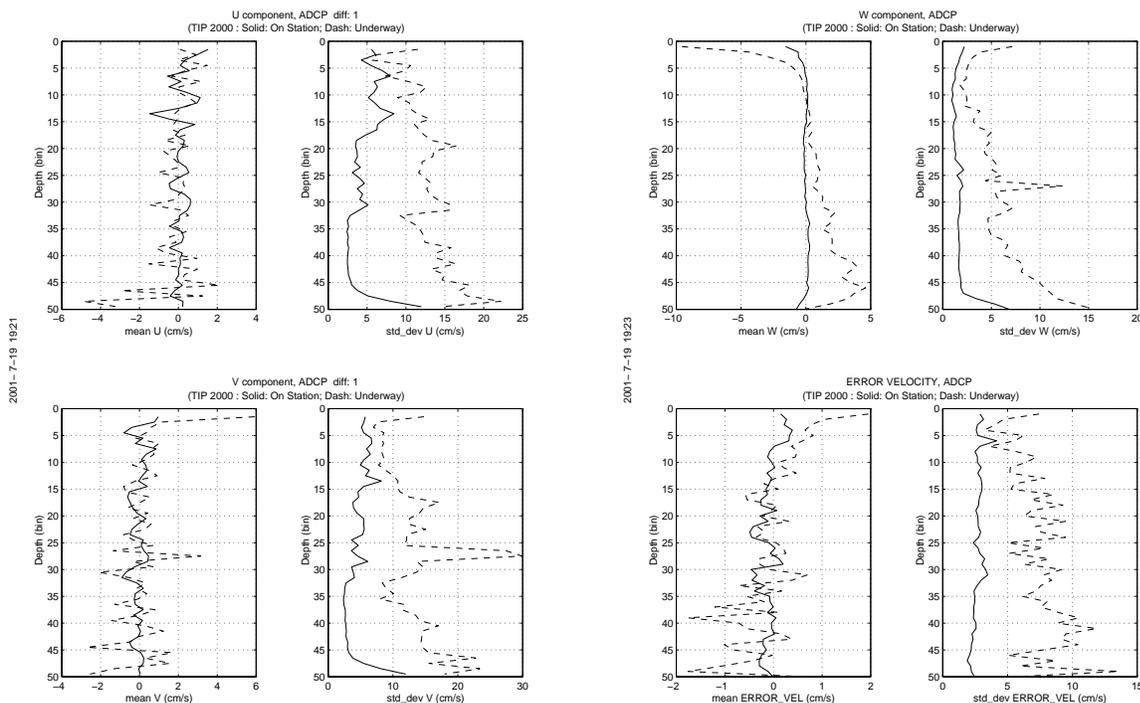


FIG. 2.8 — TIP 2000 : Tests de qualité des mesures en route et en station

Au vu des premiers tracés de sections, et compte tenu de la mauvaise qualité des données en route, il a été nécessaire d'extraire les données en station. Un fichier des temps de début et de fin de station a été construit, fichier d'entrée pour le programme `adcpsect` du logiciel CODAS, donc avec une grille de temps à pas irrégulier. Ce programme permet de calculer un profil moyen par station ctd. Sont conservés les écarts-type sur les composantes U et V, le nombre d'ensembles sur lesquels est calculé le profil moyen, ainsi que les minima et maxima des deux composantes. Le pas de profondeur est de 10m. Ce fichier permet des comparaisons faciles avec d'autres types de mesures, LADCP en station en particulier.

## 2.6 Références

**Firing E. and Bahr F., Caldwell P., Ranada J., Zhu W.** Processing ADCP Data with the CODAS software System, Version 3.1, "unpublished manuscript", 1995, JIMAR, University of Hawaii, 1000 Pope Road, Honolulu, Hawaii 96822

**RD Instruments** Acoustic Doppler Current Profilers Principles of Operation : A Practical Primer, 1989, RD Instruments, Businesspark Avenue, San Diego, CA 92131

**Eldin G.** Correction des erreurs gyro-compas par GPS System, version 1.2, "unpublished manuscript", août 2000

## Chapitre 3

# Données LADCP

Les données LADCP ont été acquises au moyen d'un ADCP Workhorse RDI 300Khz. La configuration choisie a été la suivante :

- nombre de bins : 16
- longueur de bin : 8 mètres
- Ensembles par secondes : 1
- Ping par ensembles : 1

Les données disponibles correspondent aux stations 3 (11/09/2000) à 47 (26/09/2000) avec une absence pour les stations 6,7,21,22,23,24,29,30.

Le dépouillement des données a été effectué par Robert Molcard et Nicolas Martin au moyen de package logiciel mis au point par Yves Gouriou et Catherine Hémon (1997). Ce dépouillement consiste en plusieurs étapes et pour chacune génère un fichier intermédiaire.

### 3.1 Lecture du fichier binaire L-ADCP

Les données binaires issues du L-ADCP sont extraites au moyen du programme *ladcpbin*. Pour ce faire, ce programme nécessite l'édition d'un fichier description de la station

Ce programme génère un fichier portant l'extension **.ASC**. Ce fichier comprend la succession des cycles de mesures et comporte un en-tête et les mesures associées à chaque cellule . Il y a un enregistrement par cellule. Cet enregistrement comprend les champs suivants :

- composante zonale de la vitesse en cm/s
- composante méridienne de la vitesse en cm/s
- composante verticale de la vitesse en cm/s
- erreur de vitesse en cm/s
- moyenne des intensités d'écho des 4 faisceaux
- moyenne des amplitudes de corrélation des 4 faisceaux
- valeur du pourcentage de données correctes du 4ème faisceau

L'en-tête comprend les informations suivantes :

- numéro du cycle de mesure
- nombre de cellules
- date de l'acquisition
- heure d'acquisition
- température interne (C)

- cap
- tangage
- roulis
- vitesse du son utilisée
- vitesse verticale de la sonde au moment de l’acquisition du cycle

### 3.2 Calcul du profil de vitesses horizontales

Cette phase s’accompagne de la génération d’un fichier portant l’extension .RES et contenant les profils de vitesse absolue.

Ce fichier comporte les champs suivants pour chaque tranche d’eau :

- profondeur moyenne de la tranche d’eau (m)
- composante zonale de la vitesse absolue (cm/s)
- composante méridienne de la vitesse absolue (cm/s)
- composante zonale de la vitesse barocline (cm/s)
- composante méridienne de la vitesse barocline (cm/s)
- cisaillement vertical de la composante zonale (cm/s)
- cisaillement vertical de la composante méridienne (cm/s)
- écart-type du cisaillement vertical de la composante zonale
- écart type du cisaillement vertical de la composante méridienne
- nombre d’estimations de valeurs de cisaillement
- composante zonale de la vitesse brute mesurée
- composante méridienne de la vitesse brute mesurée

La procédure permettant de passer des données brutes dans chaque cellule échantillonnées par le L-ADCP aux profils de vitesses horizontales dans une colonne de tranches d’eau se décompose en plusieurs étapes :

- Nettoyage des données avec tests de rejet sur le roulis et le tangage, le percent Good, et un seuil sur l’erreur verticale admissible
- Evaluation de la profondeur
- Détection du fond et rejet des données provenant de la réflexion sur le fond
- Re-calcul des profondeurs et correction de la vitesse du son
- Calcul du nombre de tranche d’eau
- Nettoyage des données avec rejet des vitesses anormales sur la base d’un test de la déviation moyenne et de l’écart type
- Calcul du cisaillement dans chaque cellule
- Nettoyage des données avec rejet des gradients anormaux sur la base d’un test sur la déviation moyenne et sur l’écart type
- Re-calcul du cisaillement dans chaque cellule
- Calcul du cisaillement par tranche d’eau
- Génération du profil de vitesse barocline par rapport au fond
- Calcul des vitesses moyennes brutes dans chaque tranche d’eau et calcul de la dérive moyenne du bateau entre le début et la fin de la station
- Calcul du profil de vitesse absolue

L'ensemble des tests qui conditionnent le rejet de certaines est basé sur les valeurs fournies dans un fichier de description de chaque station qui inclut les positions GPS et heures début et fin de stations, ainsi que toutes les valeurs et seuils utilisées pour la validation.

---

```

Nom du repertoire ou sont stockees les fichiers binaires :
/usr/lodyc/hydro/TIP/LADCP/
Nom du fichier binaire ADCP (donnees brutes binaire) :
ltip032.000
Repertoire de travail :
/usr/lodyc/hydro/TIP/LADCP/
Fichier CTD (repertoire et nom de fichier) :
none
Position GPS en debut de station
Latitude - Longitude
-17.18680 117.33780
Date lors du point GPS de debut de station
yyyy mm jj hh mm ss
2000 09 20 15 59 30
Profondeur en m de l'ADCP lors du point GPS de debut de station :
2.0
Position GPS en debut de station
Latitude - Longitude
-17.18570 117.34290
Date lors du point GPS de fin de station
yyyy mm jj hh mm ss
2000 09 20 18 01 13
Profondeur en m de l'ADCP lors du point GPS de fin de station :
2.0
Deviation magnetique (format flottant) :
11.6
TEST : Limite inferieure du PerCent Good (format flottant) :
30.0
TEST : Limite superieure du tangage (format flottant) :
50.
TEST : Limite superieure du roulis (format flottant) :
50.
TEST : Limite superieure de l'erreur de vitesse (format flottant) :
15.
TEST : Limite superieure de l'erreur de la correlation (format flottant) :
80.
TEST : Nb d'ecart-type pour le rejet des gradients (format flottant) :
2.
TEST : Nb de diff. moyenne pour le rejet des gradients (format flottant) :
4.
TEST : Seuil pour la detection du fond (format flottant) :
15.0
Detection des donnees du fond (oui=1 - non=0) :
1
Utilisation des mesures CTD pour la pression (oui=1 - non=0) :
0
Rejet de la 1ere cellule de chaque ens. (0=non - -1=descente - 1=montee - 2=Descente+montee)
2
Methode de calcul de la vitesse absolue :
2

```

---

A partir de ce fichier de paramètres, voici un exemple de fichier .RES généré:

---

```

04.00 20.09 33.18 21.91 40.62 -999.90 -999.90 -999.90 -999.90 0.00 -999.90 -999.90 11.27 -999.90 -999.90
12.00 20.09 33.18 21.91 40.62 -999.90 -999.90 -999.90 -999.90 0.00 -999.90 -999.90 11.27 -999.90 -999.90
20.00 26.25 31.42 28.07 38.86 0.77 -0.22 0.62 0.30 11.53 -18.64 1.96 12.22 0.12 0.37
28.00 30.84 31.49 32.67 38.93 0.57 0.01 0.61 0.55 86.35 -12.64 1.77 12.41 0.02 0.28
36.00 36.02 30.72 37.84 38.16 0.65 -0.10 0.50 0.45 106.97 -6.38 2.35 12.25 -0.02 0.25
44.00 37.57 30.39 39.40 37.83 0.19 -0.04 0.64 0.47 120.98 -3.49 1.69 12.03 -0.03 0.20
52.00 37.06 31.09 38.88 38.53 -0.06 0.09 0.50 0.48 136.50 -3.00 3.24 11.85 -0.02 0.18
60.00 33.24 31.00 35.06 38.44 -0.48 -0.01 0.54 0.47 146.13 -4.32 4.92 11.40 -0.06 0.18
68.00 33.61 29.02 35.43 36.46 0.05 -0.25 0.52 0.55 164.73 -5.96 3.93 10.41 -0.12 0.16
76.00 34.91 29.42 36.73 36.86 0.16 0.05 0.55 0.69 176.70 -3.83 3.33 9.92 -0.06 0.16
84.00 32.61 30.90 34.44 38.34 -0.29 0.19 0.59 0.63 186.71 -2.47 5.18 9.66 -0.03 0.16
92.00 26.86 35.12 28.68 42.56 -0.72 0.53 0.59 0.59 200.65 -4.76 10.29 9.69 0.00 0.16
100.00 22.31 33.73 24.13 41.17 -0.57 -0.17 0.64 0.70 223.09 -6.12 16.27 9.69 0.00 0.16
108.00 20.72 29.08 22.54 36.52 -0.20 -0.58 0.64 0.78 239.67 -7.37 13.40 9.33 -0.04 0.18
116.00 16.86 24.18 18.69 31.62 -0.48 -0.61 0.76 0.63 218.55 -7.67 9.26 9.02 -0.04 0.17
124.00 13.98 19.48 15.81 26.92 -0.36 -0.59 0.87 0.78 194.37 -10.47 5.52 8.70 -0.04 0.17
132.00 15.97 15.84 17.79 23.28 0.25 -0.45 1.00 0.82 188.22 -7.75 2.73 8.47 -0.03 0.18
140.00 22.29 14.32 24.11 21.76 0.79 -0.19 0.76 0.82 178.46 0.16 1.18 8.15 -0.04 0.17
148.00 21.16 18.09 22.99 25.53 -0.14 0.47 0.73 0.79 184.33 5.71 2.57 8.25 0.01 0.17
156.00 14.34 21.42 16.16 28.86 -0.85 0.42 0.62 0.71 177.89 1.18 8.85 8.17 -0.01 0.16
164.00 9.76 14.49 11.59 21.93 -0.57 -0.87 0.68 0.61 194.23 -1.56 6.80 8.39 0.03 0.19
172.00 7.61 10.50 9.44 17.94 -0.27 -0.50 0.57 0.65 216.92 -4.22 0.14 8.49 0.01 0.16
180.00 9.08 10.46 10.91 17.90 0.18 -0.00 0.58 0.59 212.47 -3.70 -2.42 8.36 -0.02 0.17
188.00 8.01 13.19 9.84 20.63 -0.13 0.34 0.59 0.69 183.78 -2.67 -0.42 8.22 -0.02 0.16
196.00 4.36 16.73 6.19 24.17 -0.46 0.44 0.65 0.67 149.60 -4.61 2.81 8.40 0.02 0.19
204.00 -0.19 17.23 1.64 24.67 -0.57 0.06 0.66 0.58 165.52 -10.79 4.91 8.69 0.04 0.19
212.00 -2.29 13.51 -0.46 20.95 -0.26 -0.47 0.61 0.74 154.70 -13.00 2.13 8.79 0.01 0.18
220.00 -6.06 11.38 -4.23 18.82 -0.47 -0.27 0.54 0.57 154.82 -14.32 -2.45 8.94 0.02 0.15
228.00 -10.62 10.09 -8.80 17.53 -0.57 -0.16 0.48 0.50 202.38 -17.57 -4.79 8.96 0.00 0.13
236.00 -12.27 6.61 -10.45 14.05 -0.21 -0.43 0.48 0.53 189.48 -19.81 -7.43 8.90 -0.01 0.12
244.00 -10.53 3.85 -8.71 11.30 0.22 -0.34 0.63 0.63 169.07 -18.48 -11.91 8.92 0.00 0.14
252.00 -10.09 5.52 -8.26 12.96 0.06 0.21 0.59 0.55 165.82 -15.28 -13.14 8.84 -0.01 0.15

```

---

Il est à noter que la valeur -999.9 signifie une absence de donnée.

### 3.3 Références

**Gouriou Y. et Hémon Catherine** Traitement des données L-ADCP, ORSTOM, Centre ORSTOM de Cayenne, 17 février 1997, Documents Scientifiques N° O.P. 21.

Troisième partie

## Présentation des Données

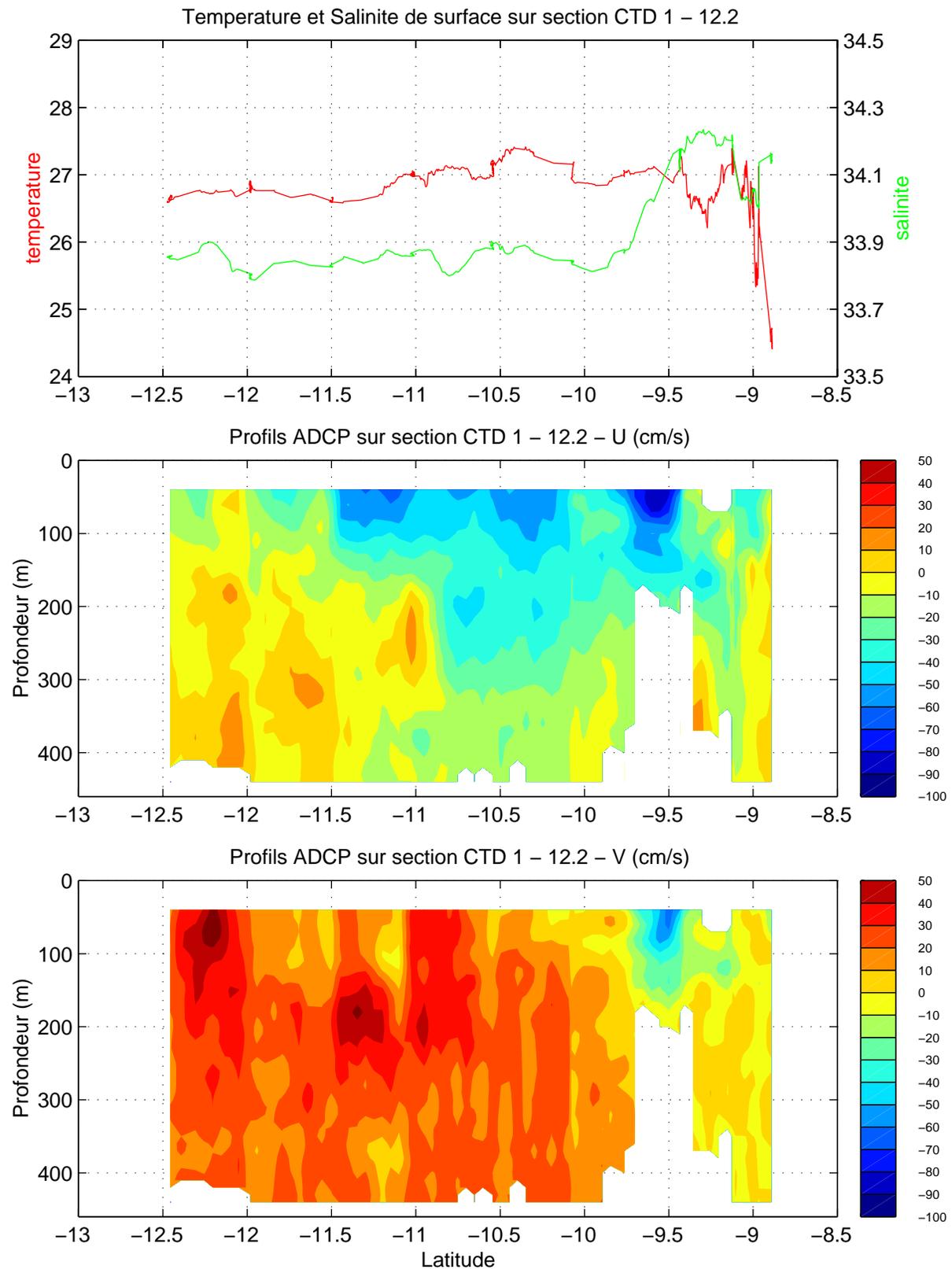


# Chapitre 1

## Sections CTD et ADCP

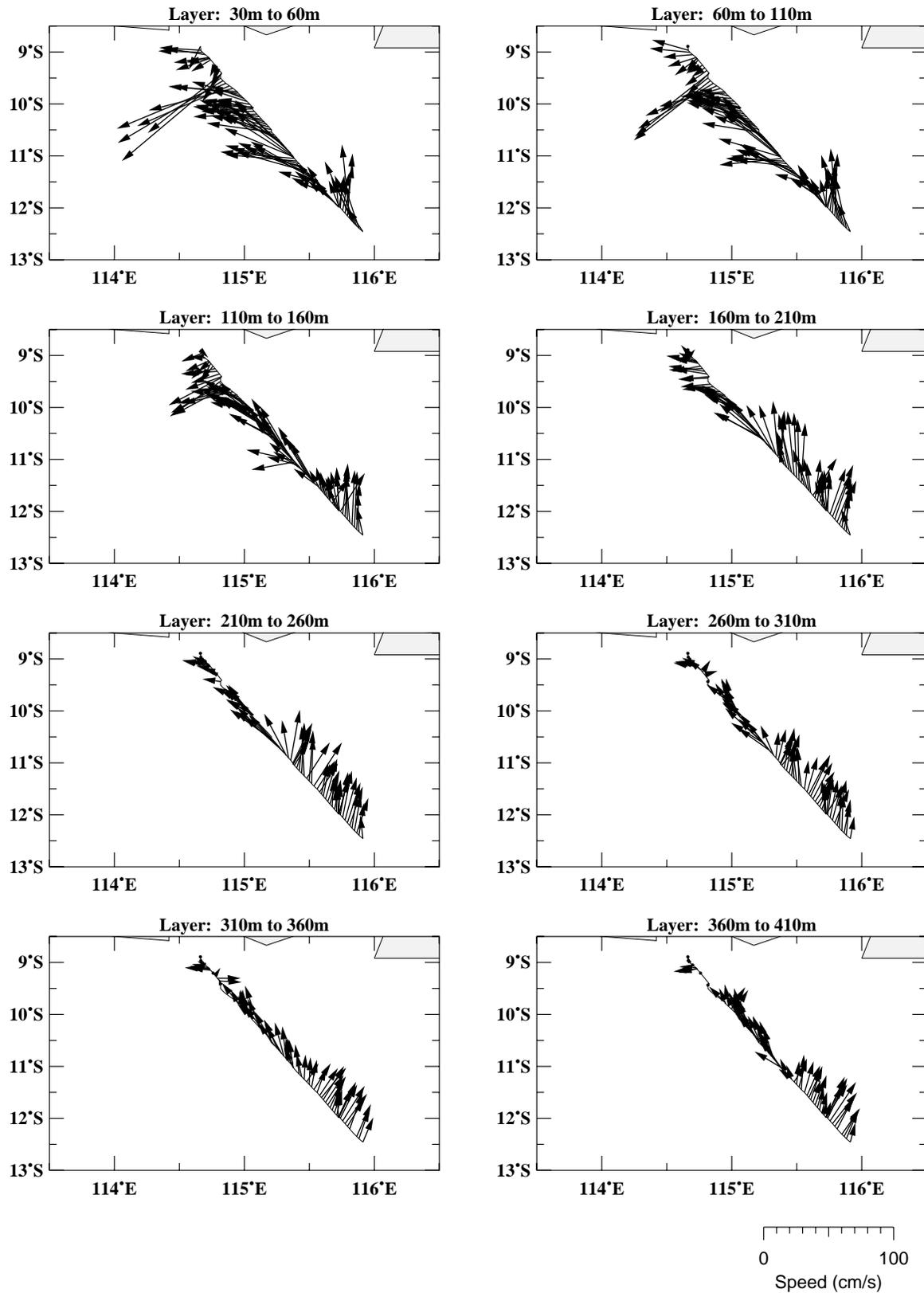
Pour chaque section CTD, sont présentées les sections de température, salinité, oxygène, densité potentielle de 0 à 2000 db et de fluorimétrie de 0 à 300db, ainsi que la carte donnant la position de la section, et en regard, un diagramme Theta-S des stations de la section.

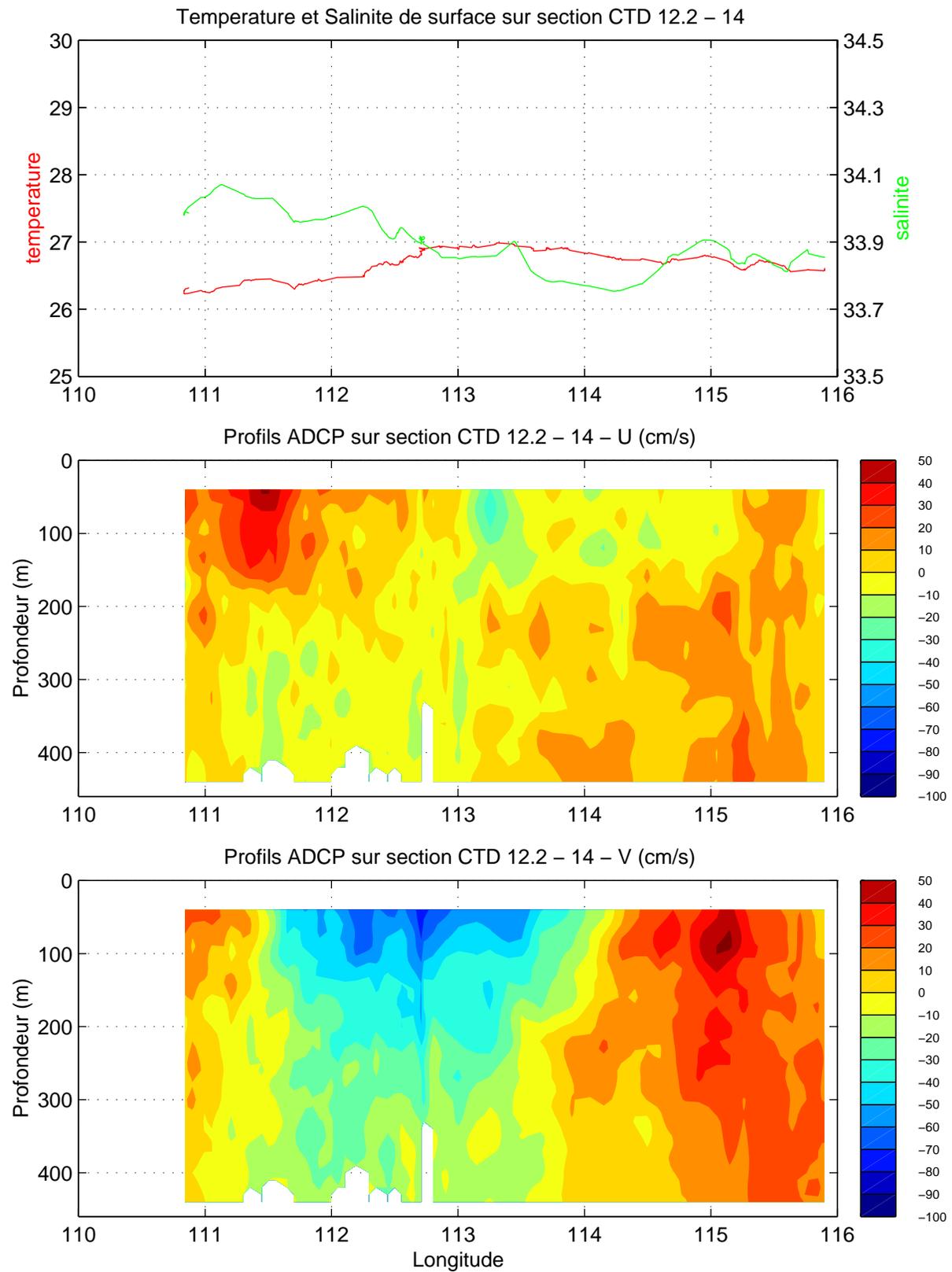
Sont présentés également les sections ADCP correspondantes, une section de la vitesse méridienne et une section de la vitesse zonale, associées à un tracé de l'enregistrement du thermosalinographe pendant la même section, et à un diagramme en bâtons des vitesses dans différentes couches : 30-60 m, 60-110m, 110-160m, 160-210m, 210-260m, 260-310m, 310-360m, 360-410m. La salinité donnée par le thermosalinographe est trop basse d'environ 0.04 - 0.05 PSU.



# TIP 2000, Stations 1 a 12-2

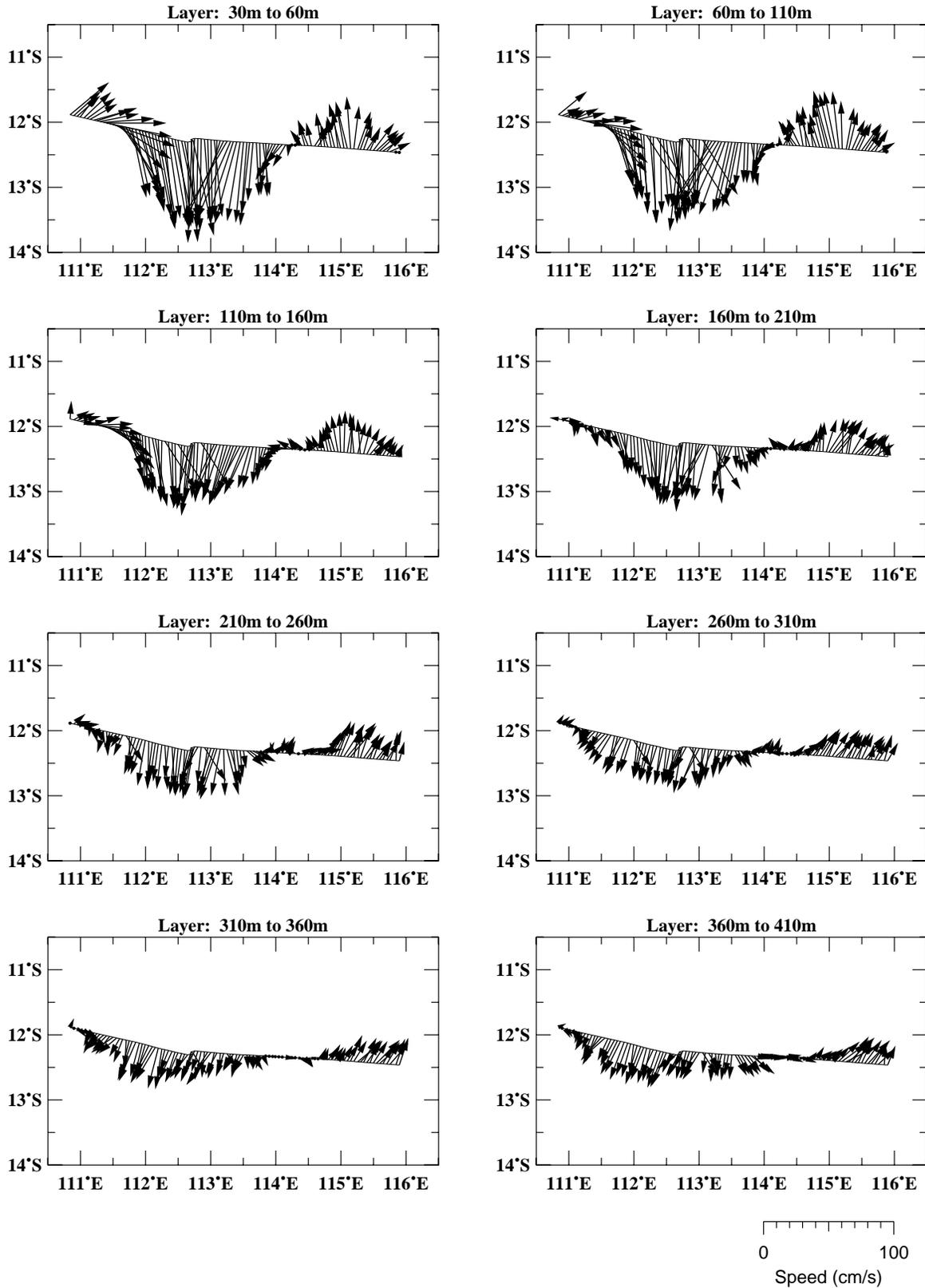
10-13 Septembre 2000

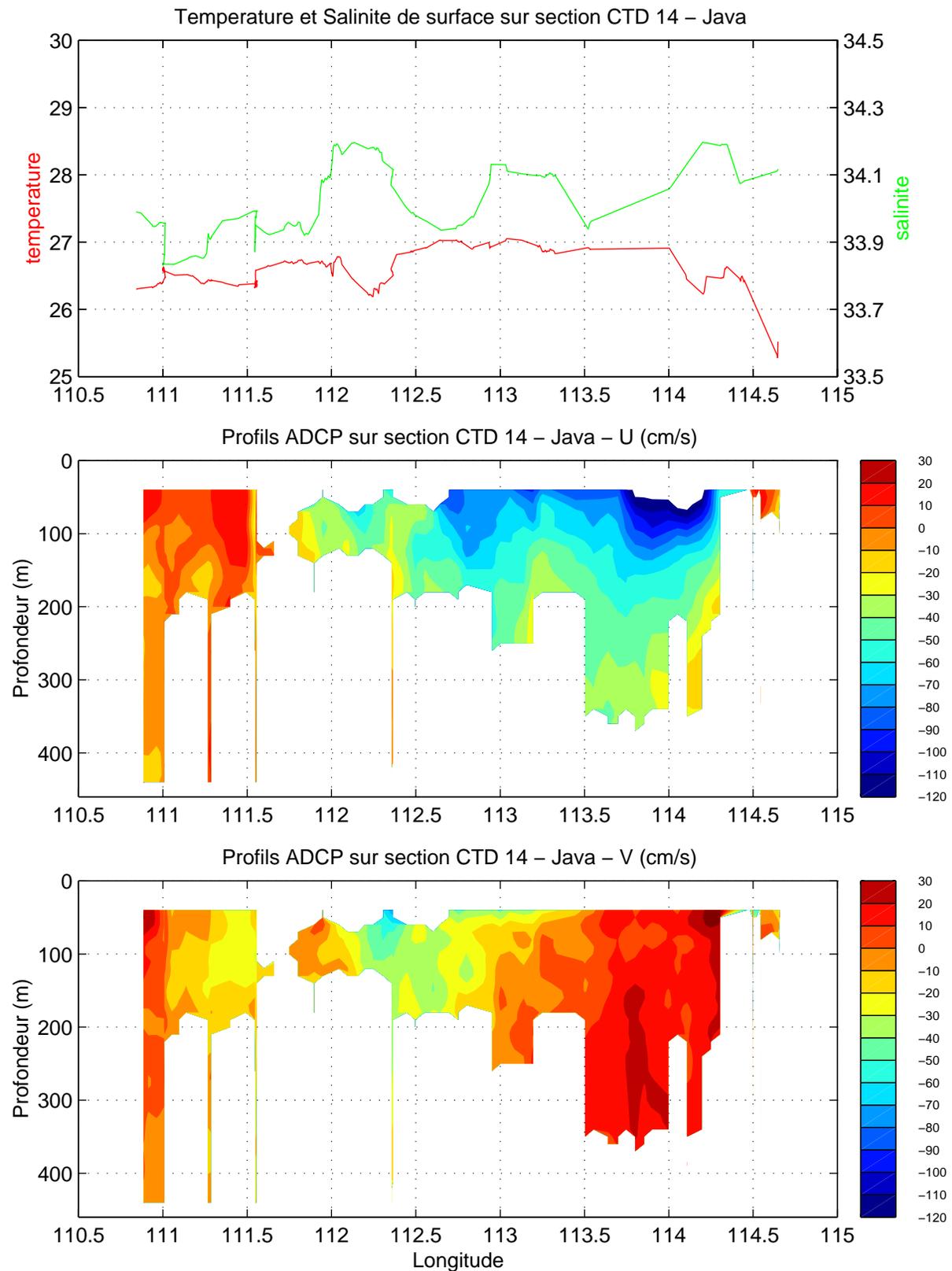




# TIP 2000, Stations 12-2 a 14

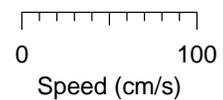
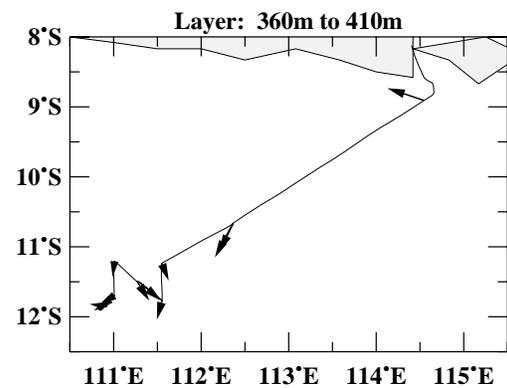
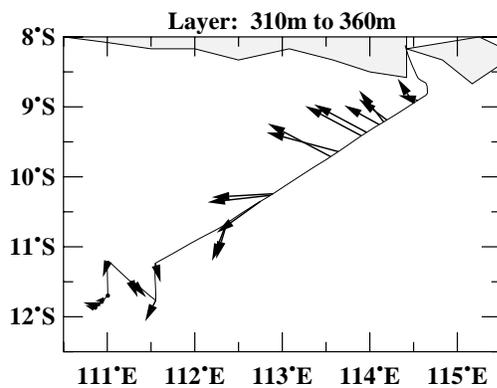
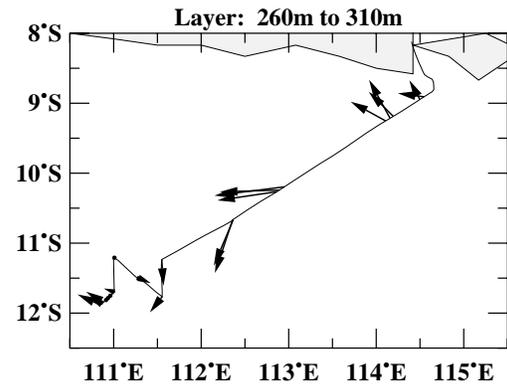
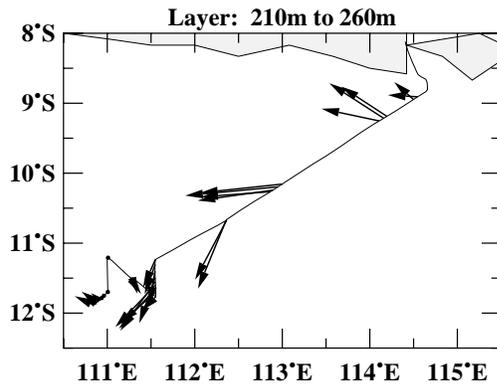
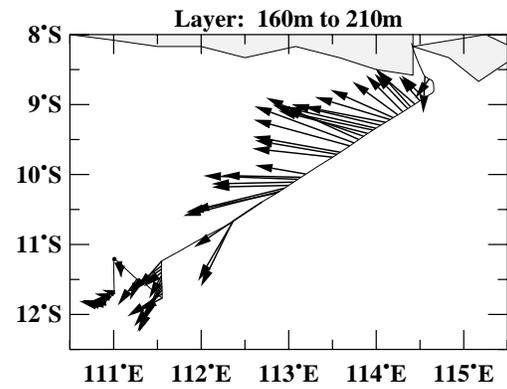
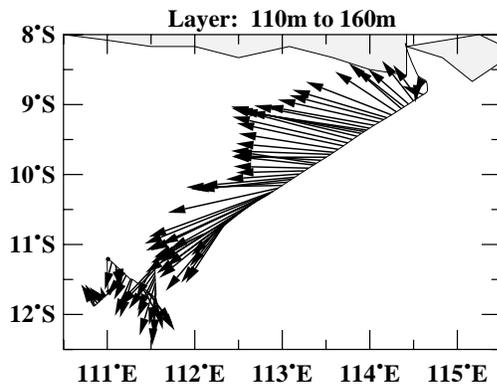
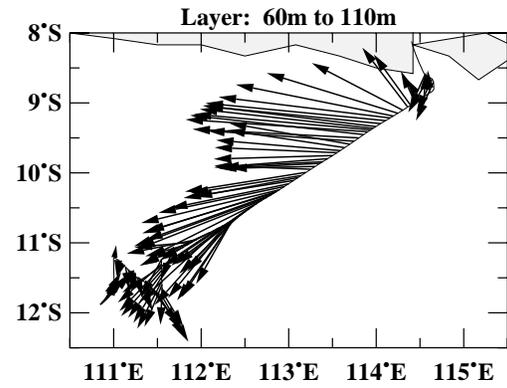
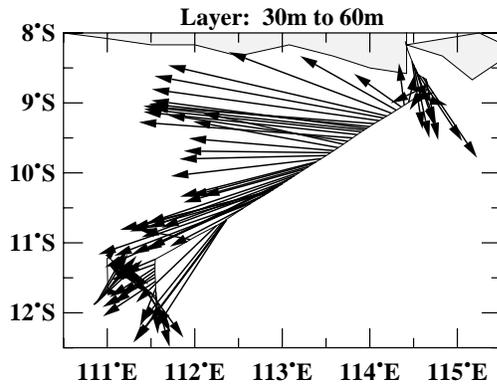
13-15 Septembre 2000

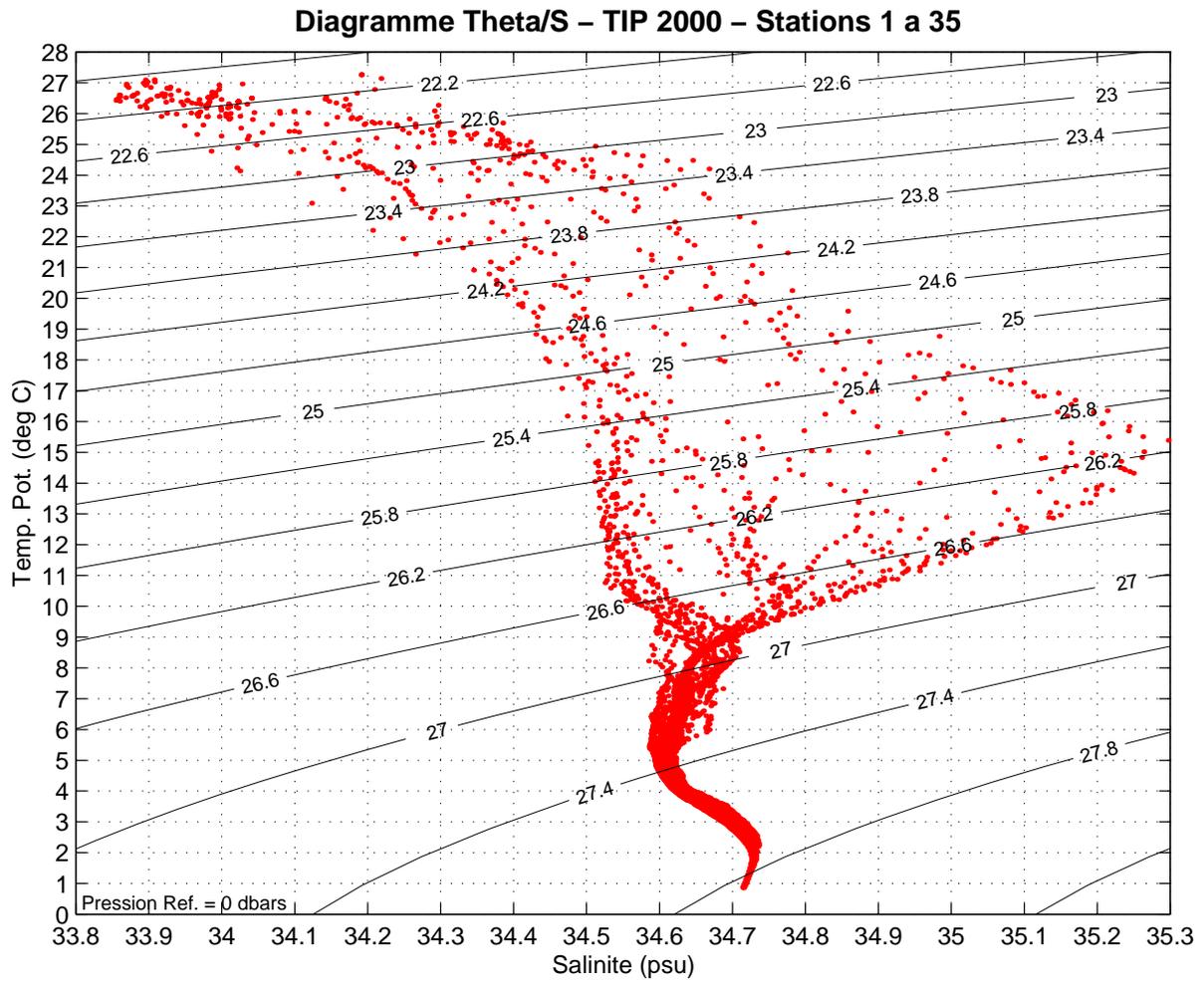


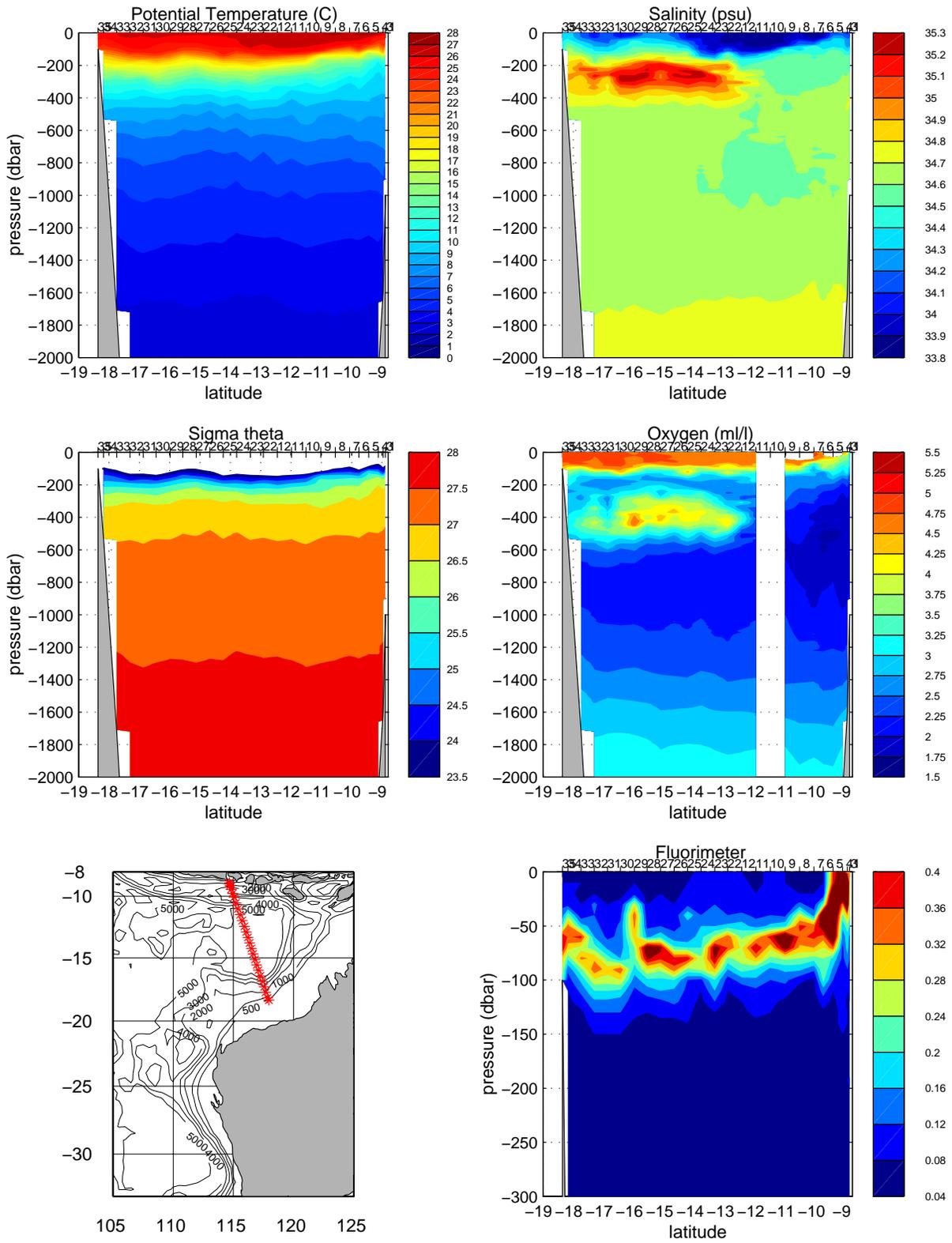


# TIP 2000, Station 14 a Java

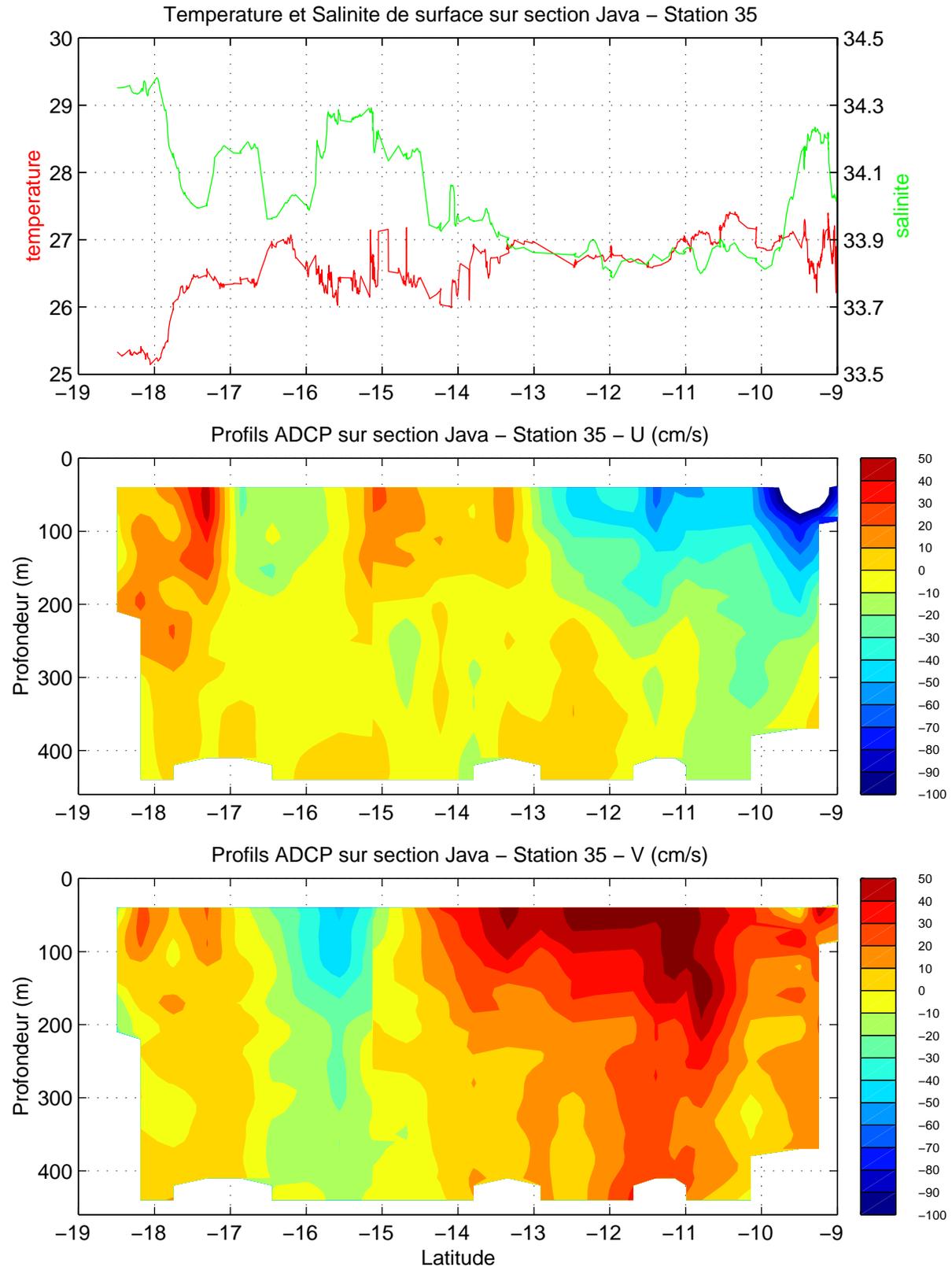
15-17 Septembre 2000





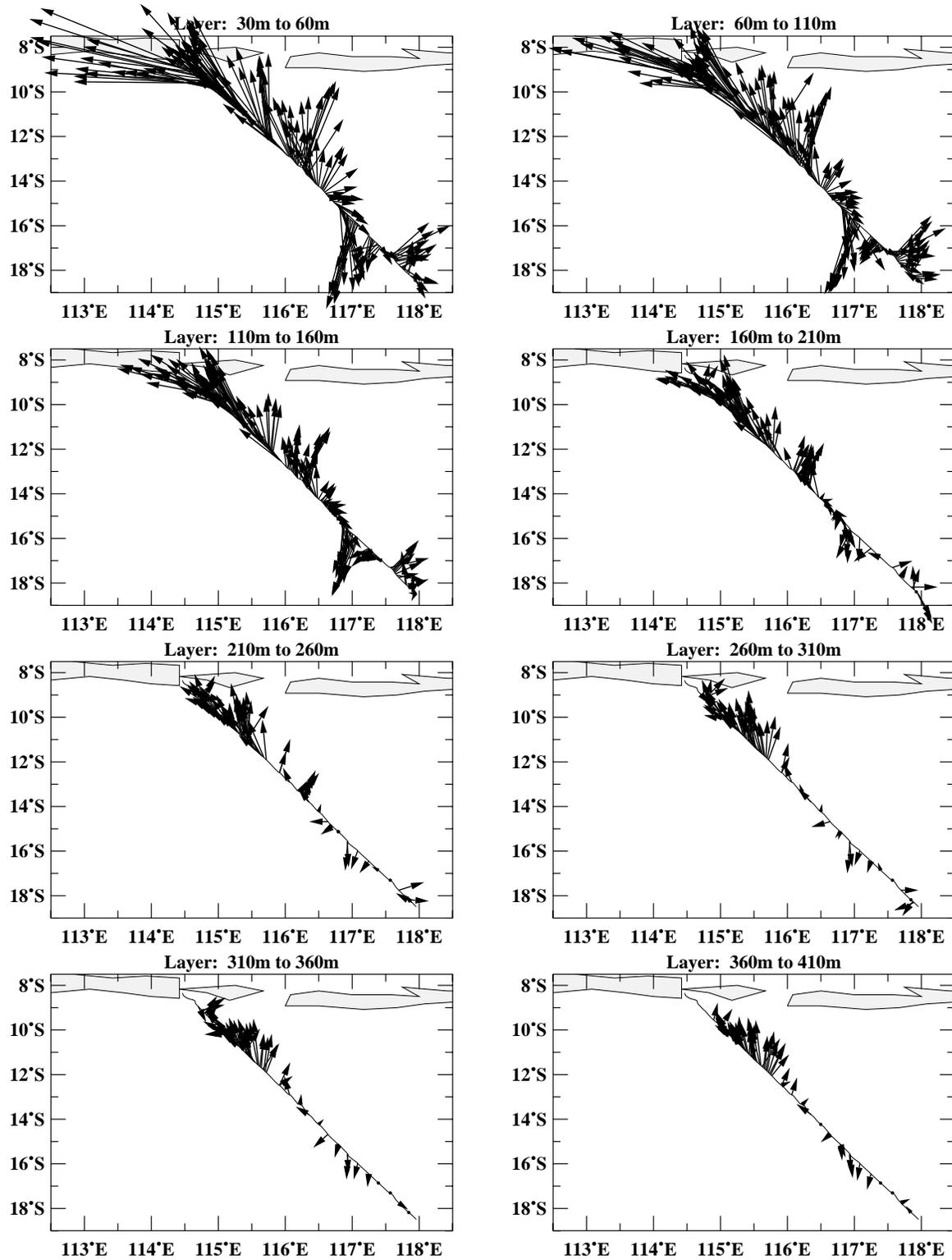


TIP2000 – Section Java–Australia (St 1–35)

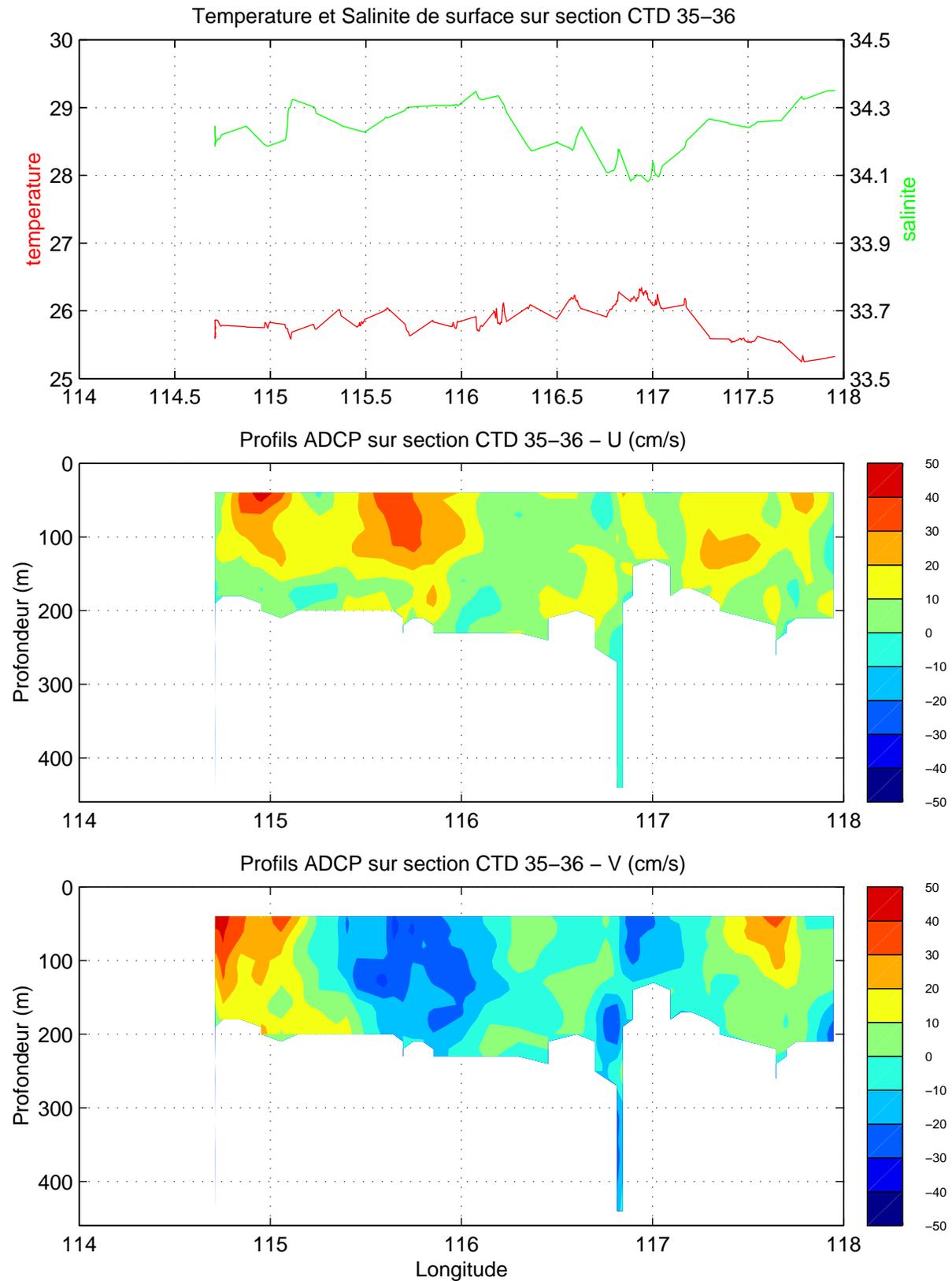


# TIP 2000, Section Java-Australie

17-21 Septembre 2000

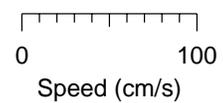
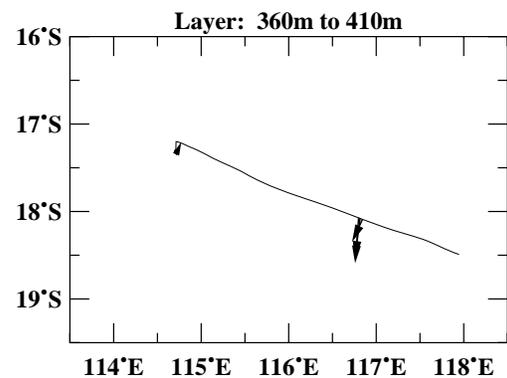
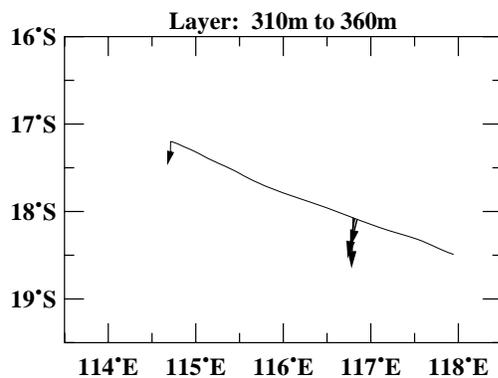
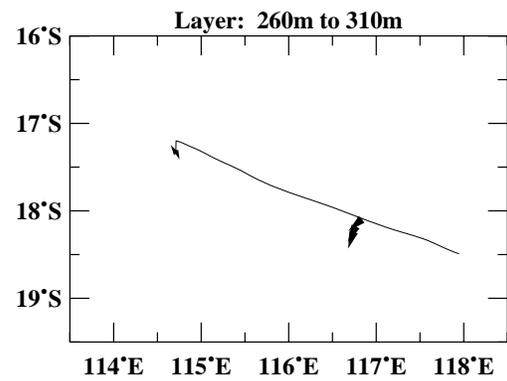
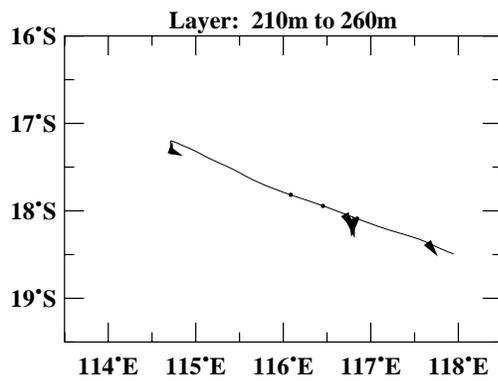
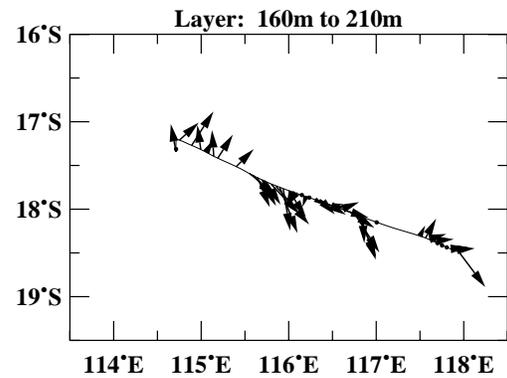
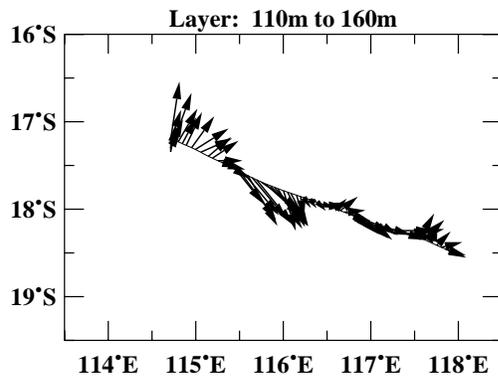
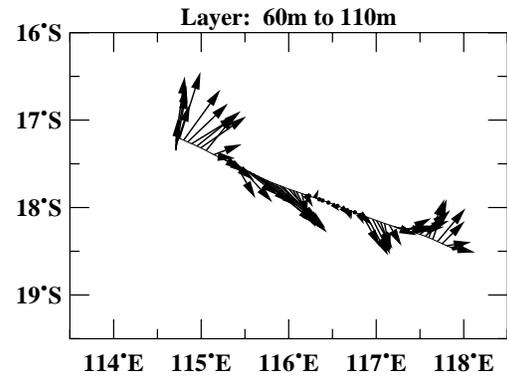
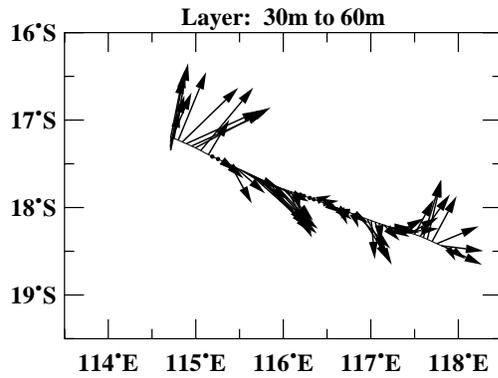


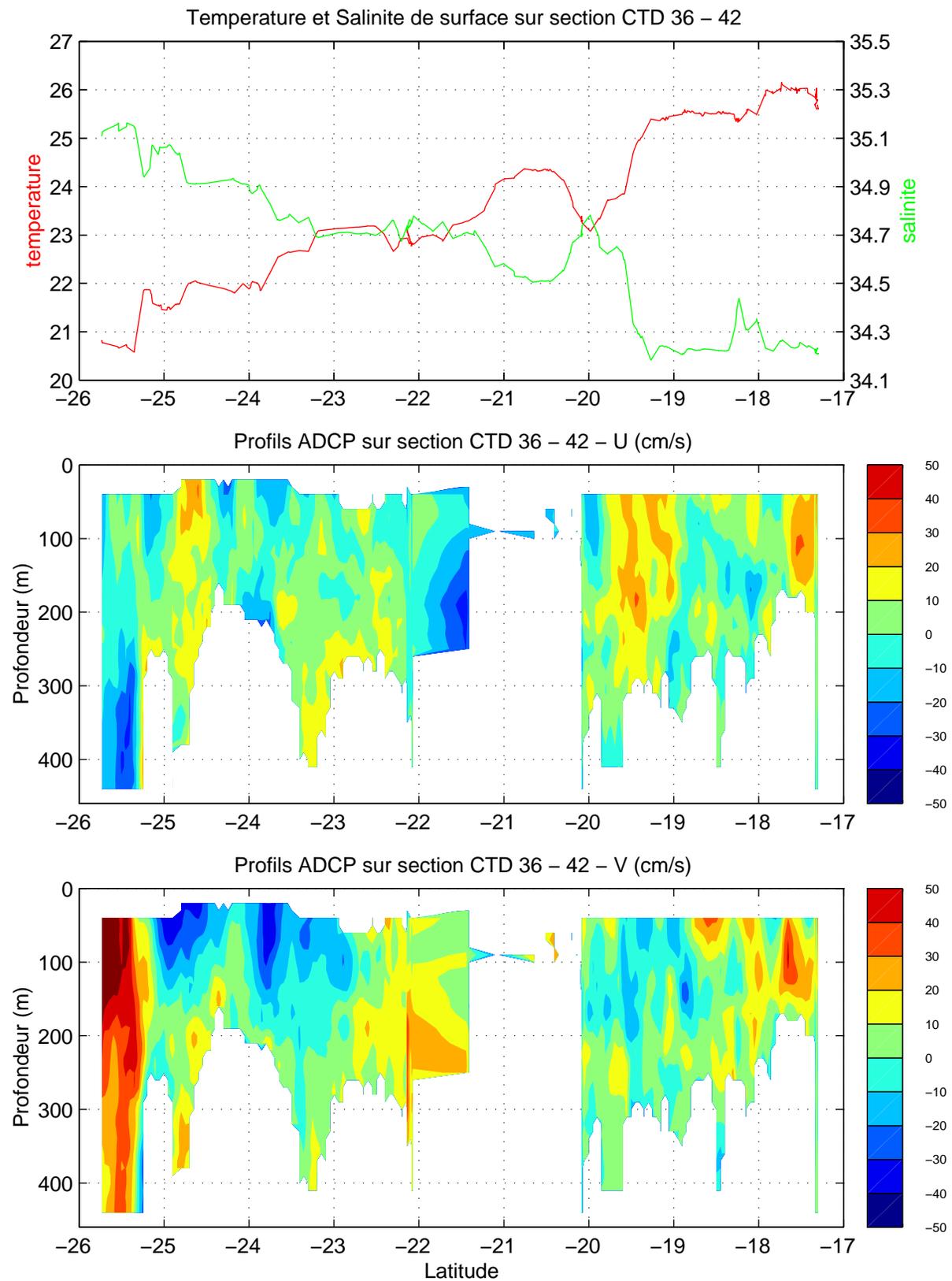
0 100  
Speed (cm/s)



# TIP 2000, Stations 35 a 36

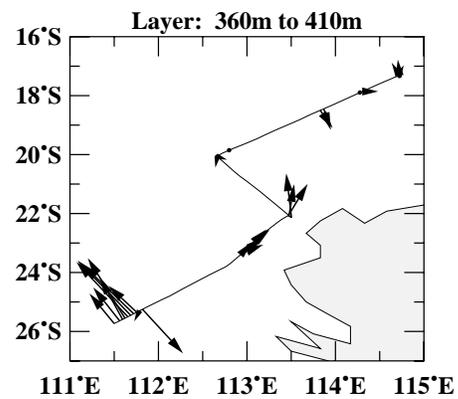
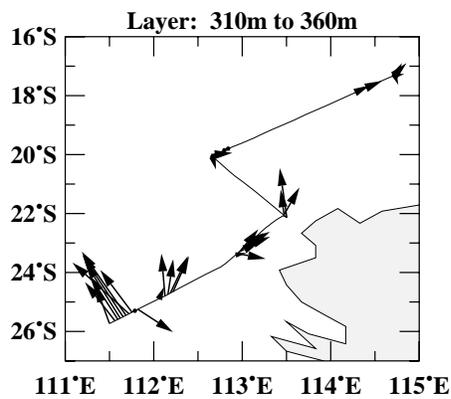
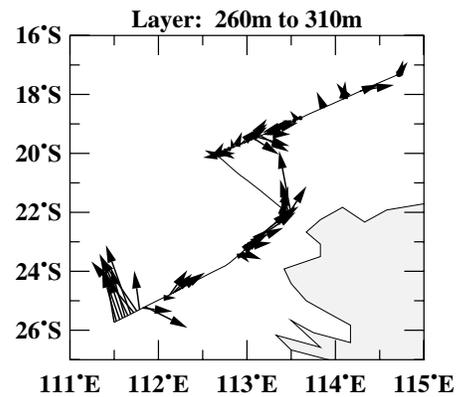
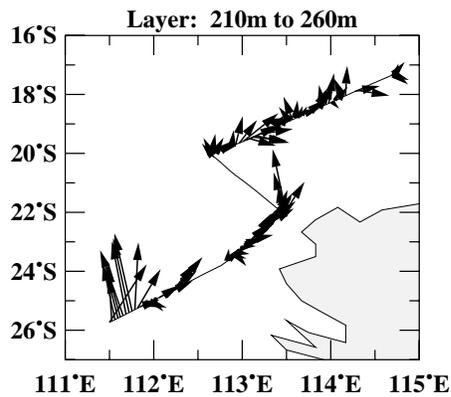
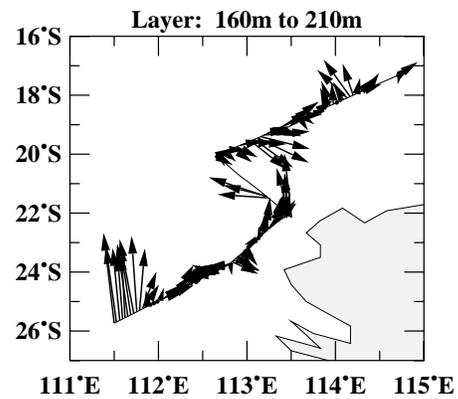
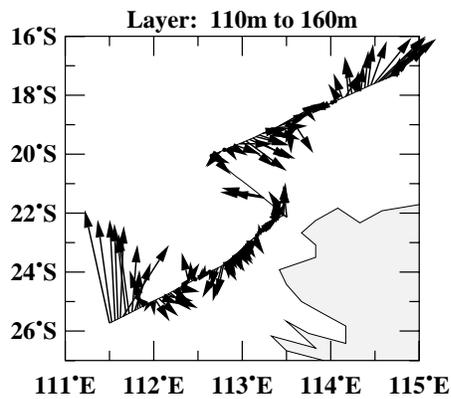
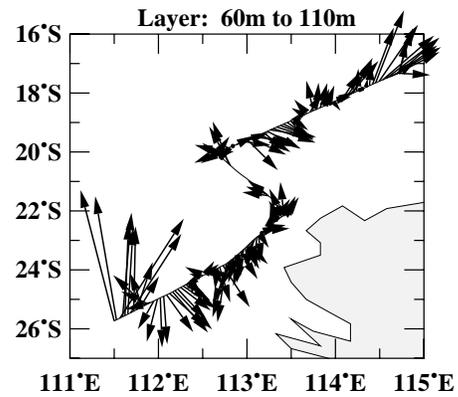
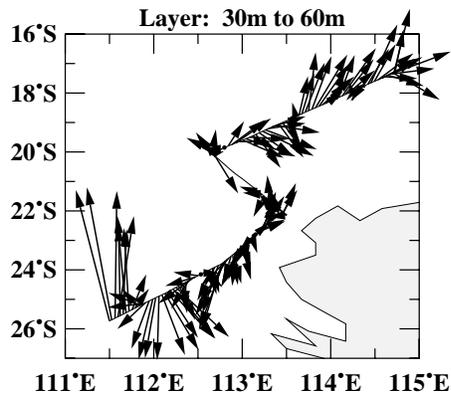
21 Septembre 2000



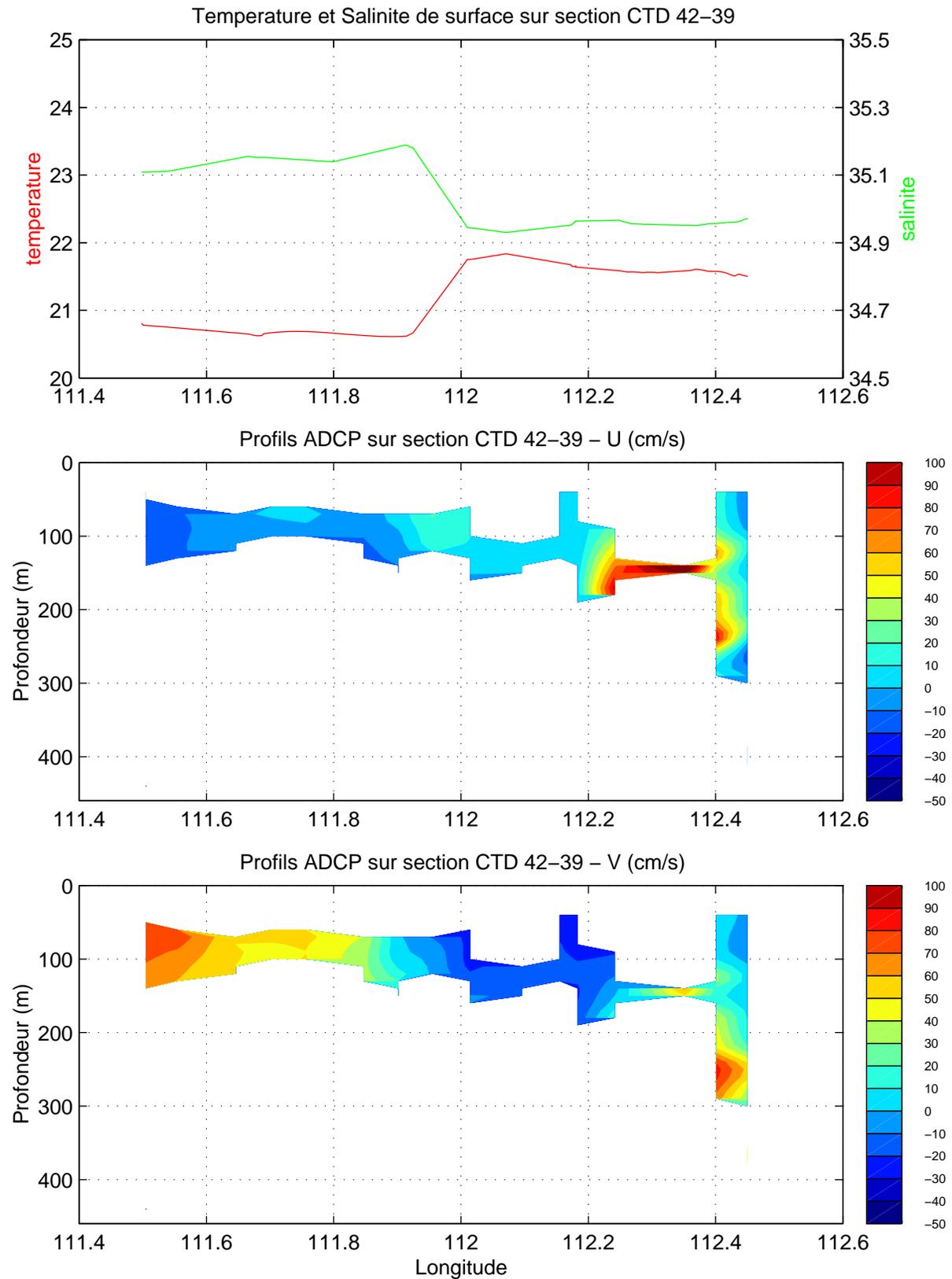


# TIP 2000, Stations 36 a 42

21-24 Septembre 2000

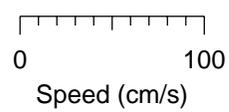
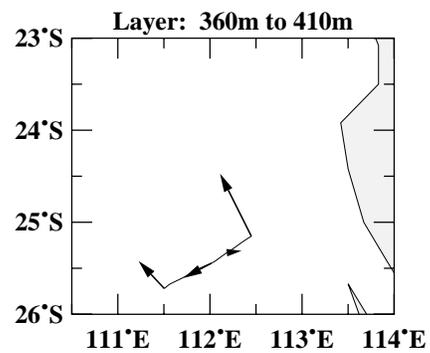
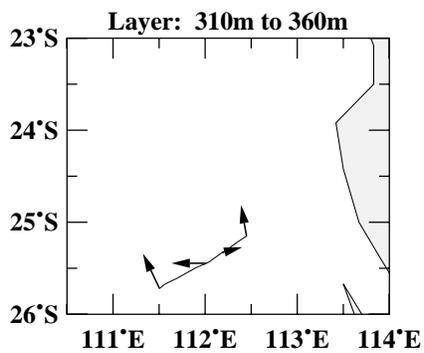
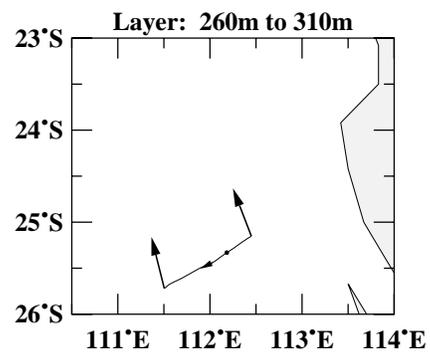
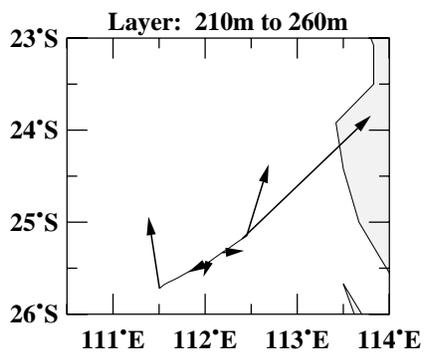
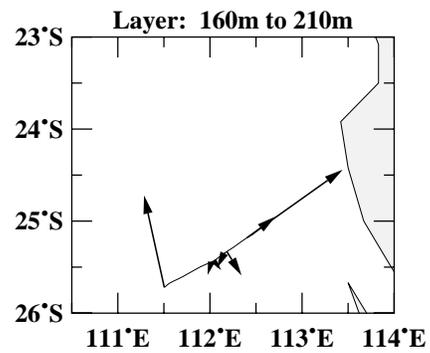
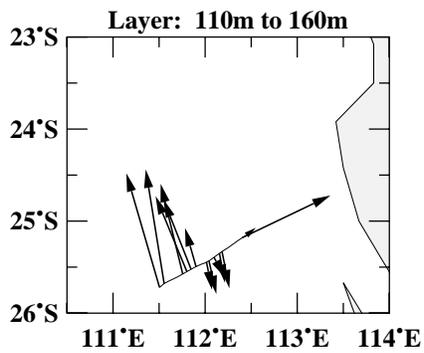
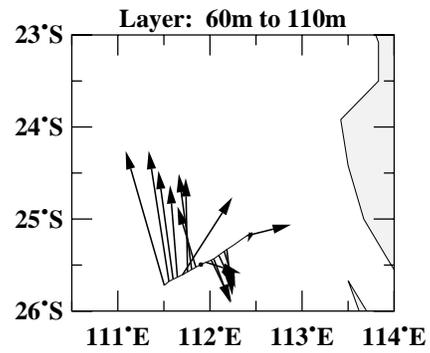
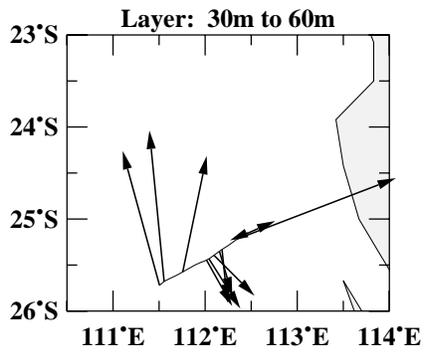


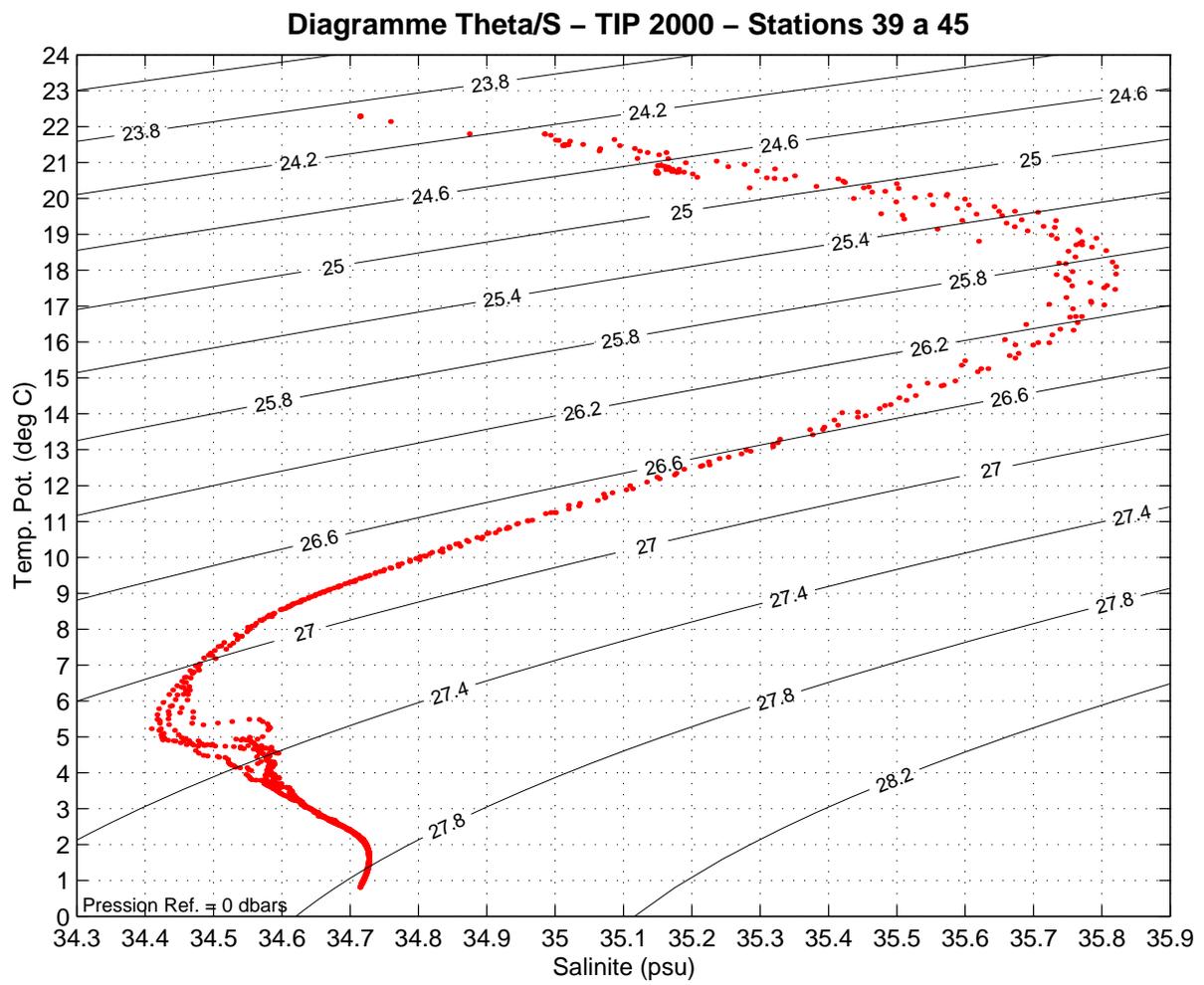
0 100  
Speed (cm/s)

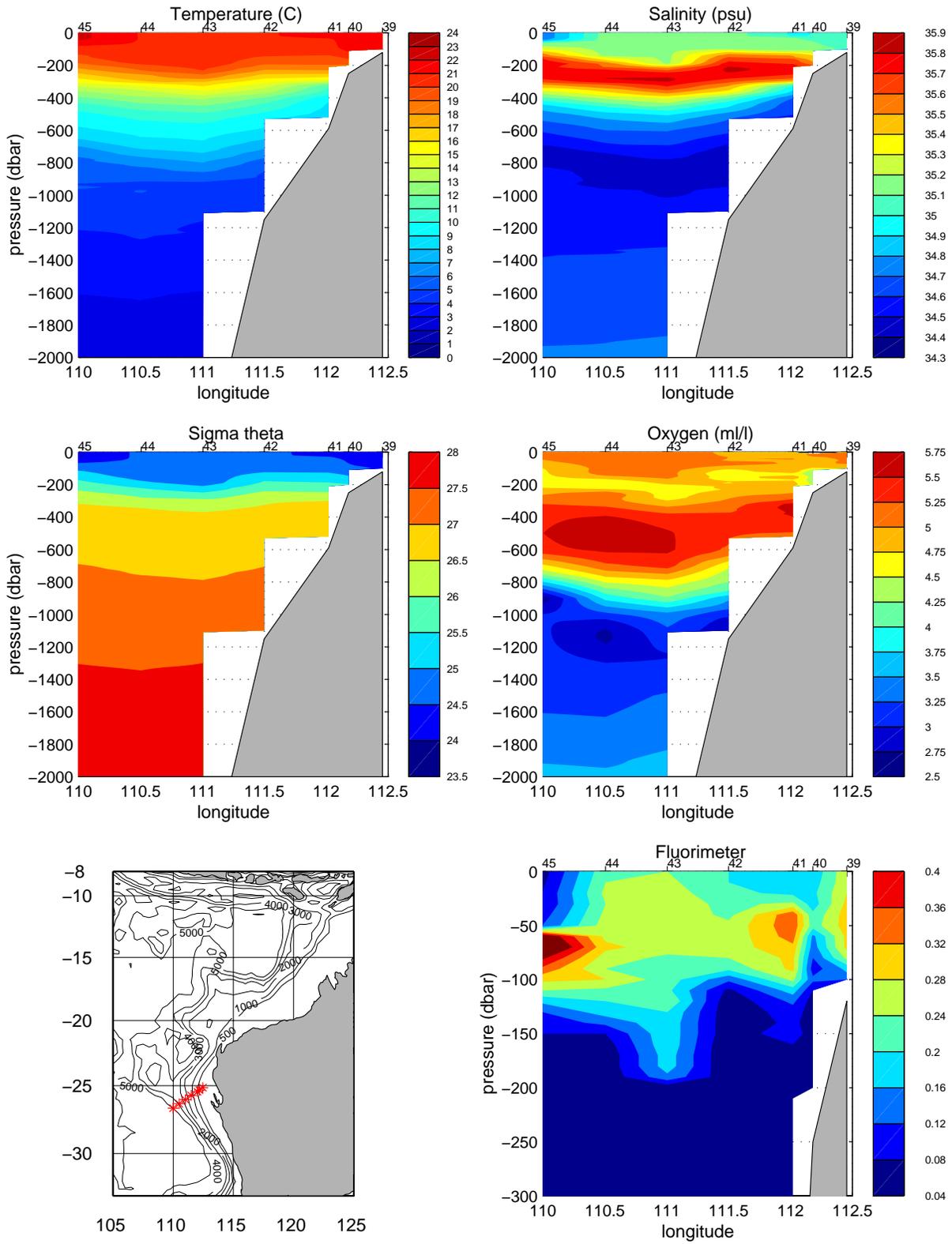


# TIP 2000, Stations 42 a 39

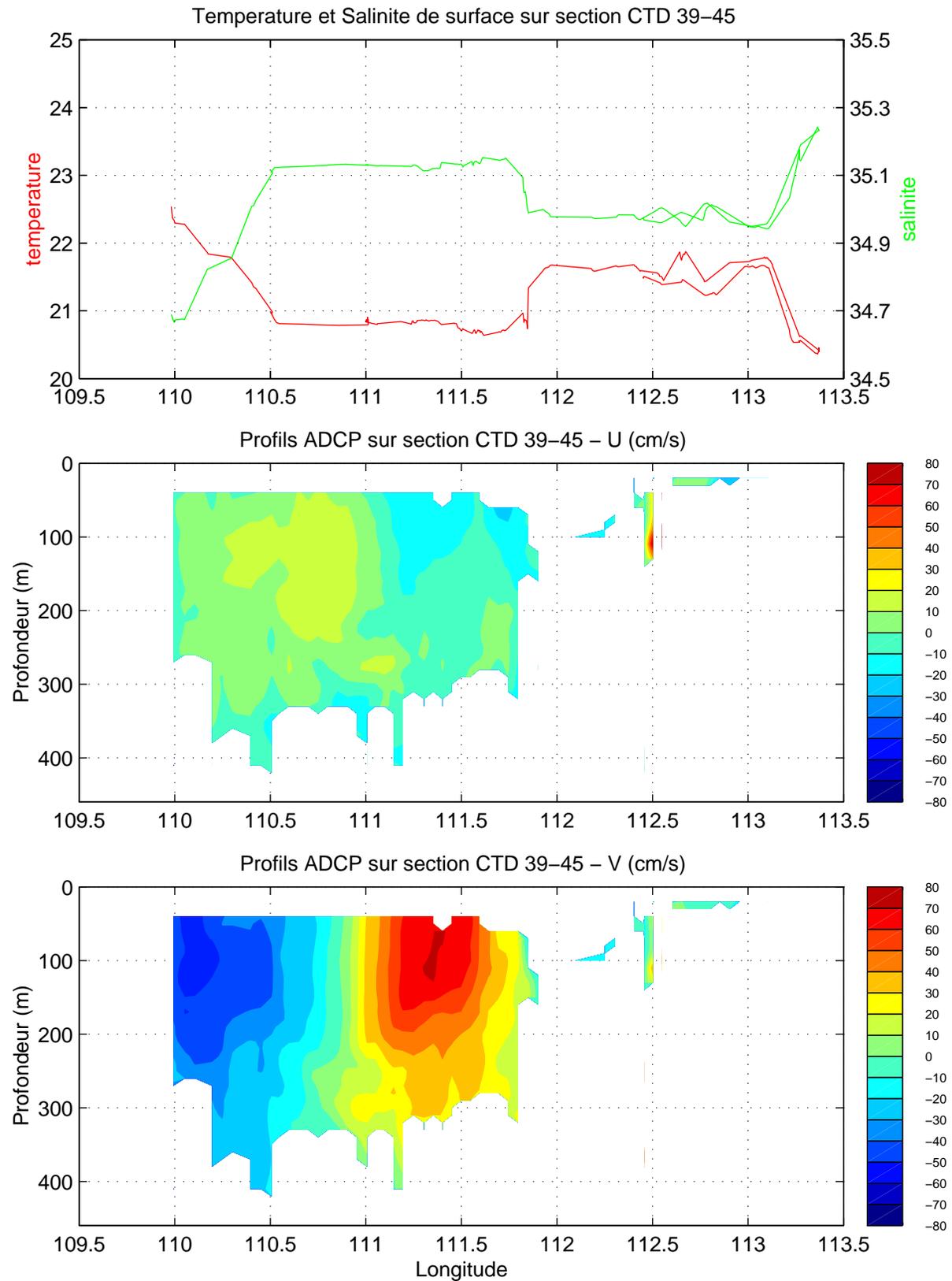
24 Septembre 2000







TIP2000 – Section 25S –27S – (St 39–45)



# TIP 2000, Stations 39 a 45

24-26 Septembre 2000

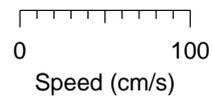
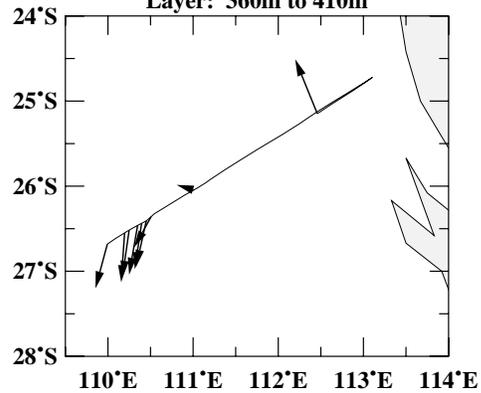
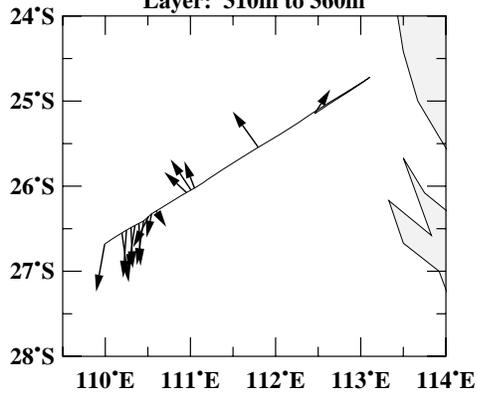
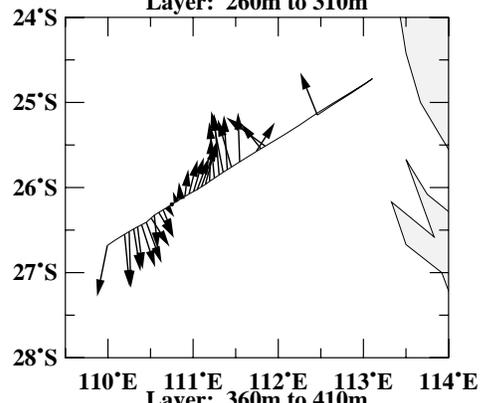
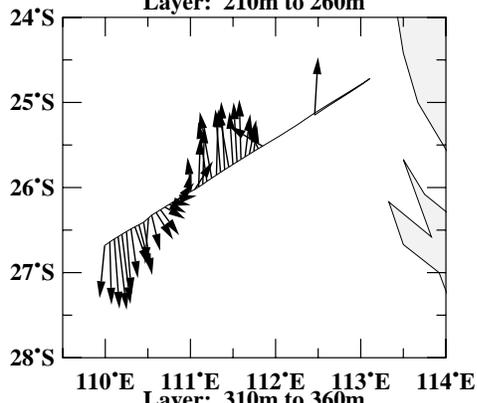
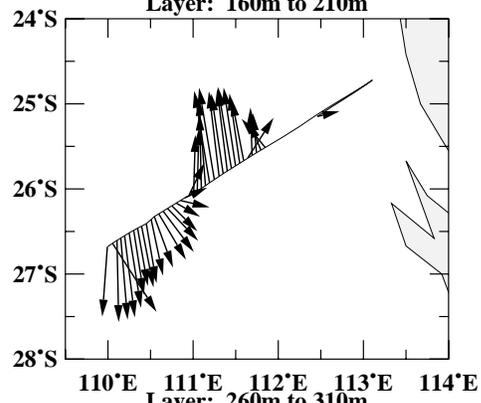
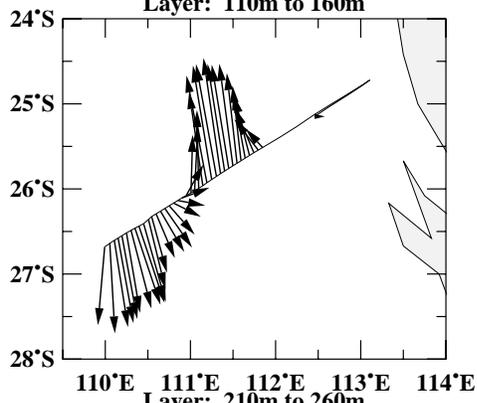
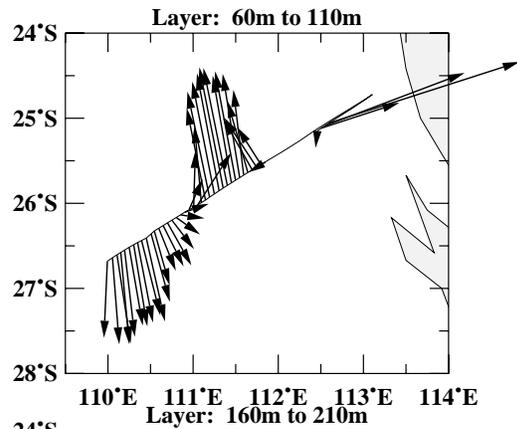
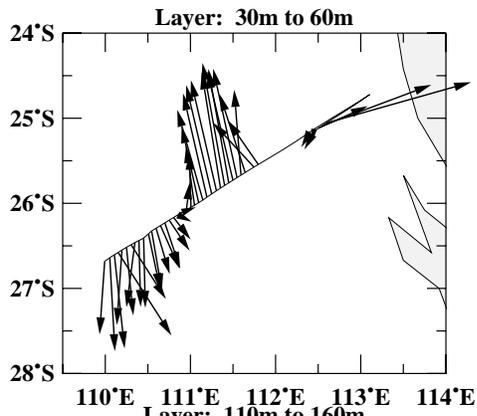
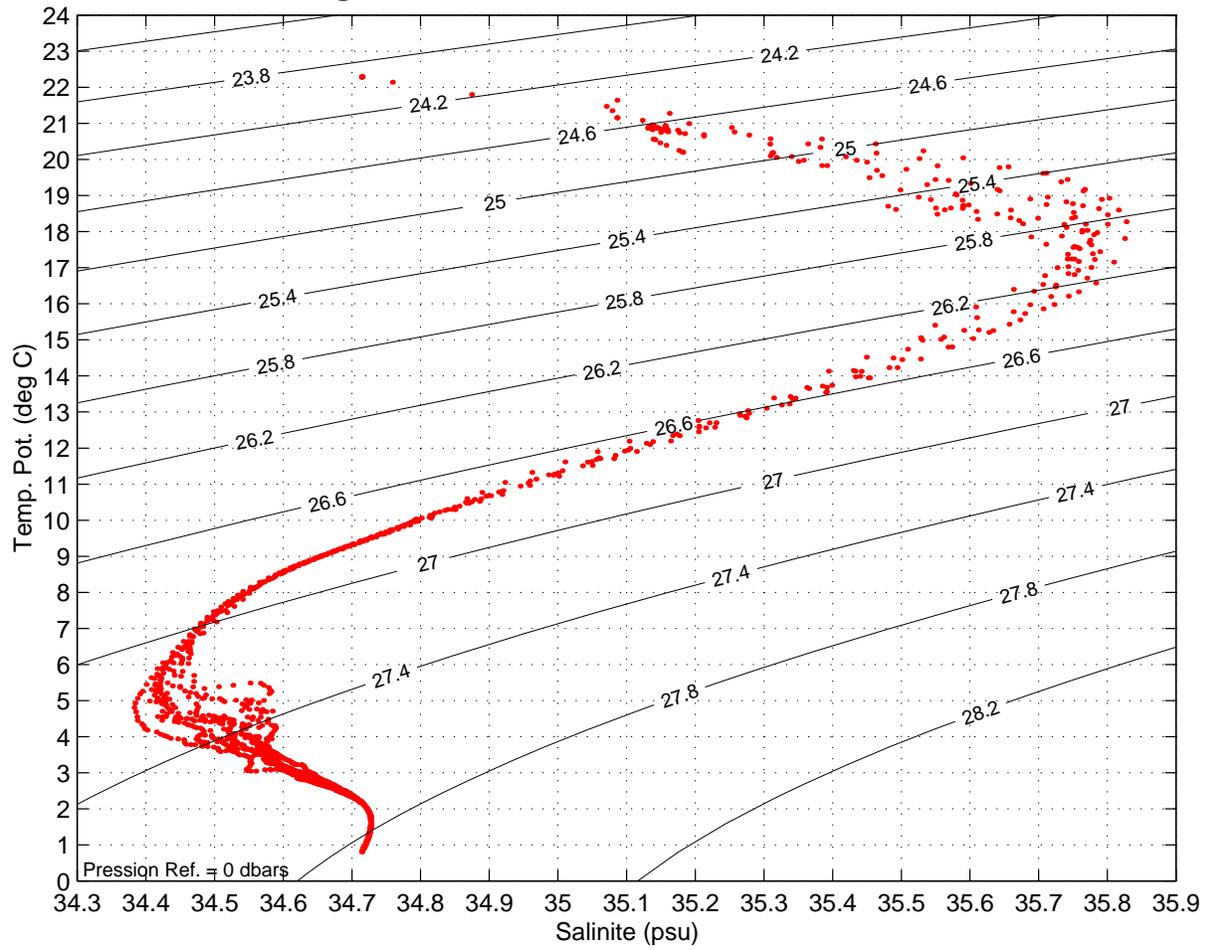
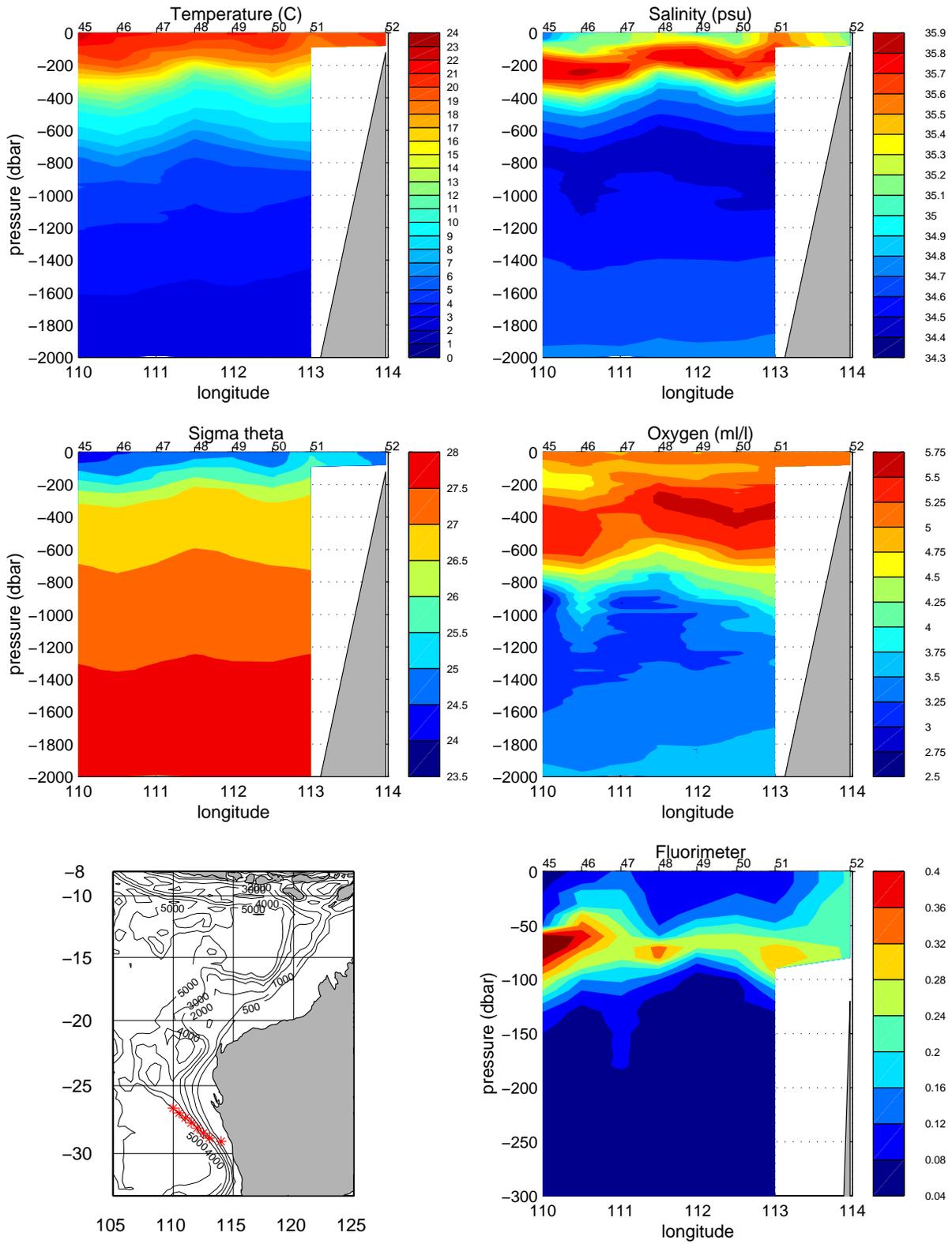
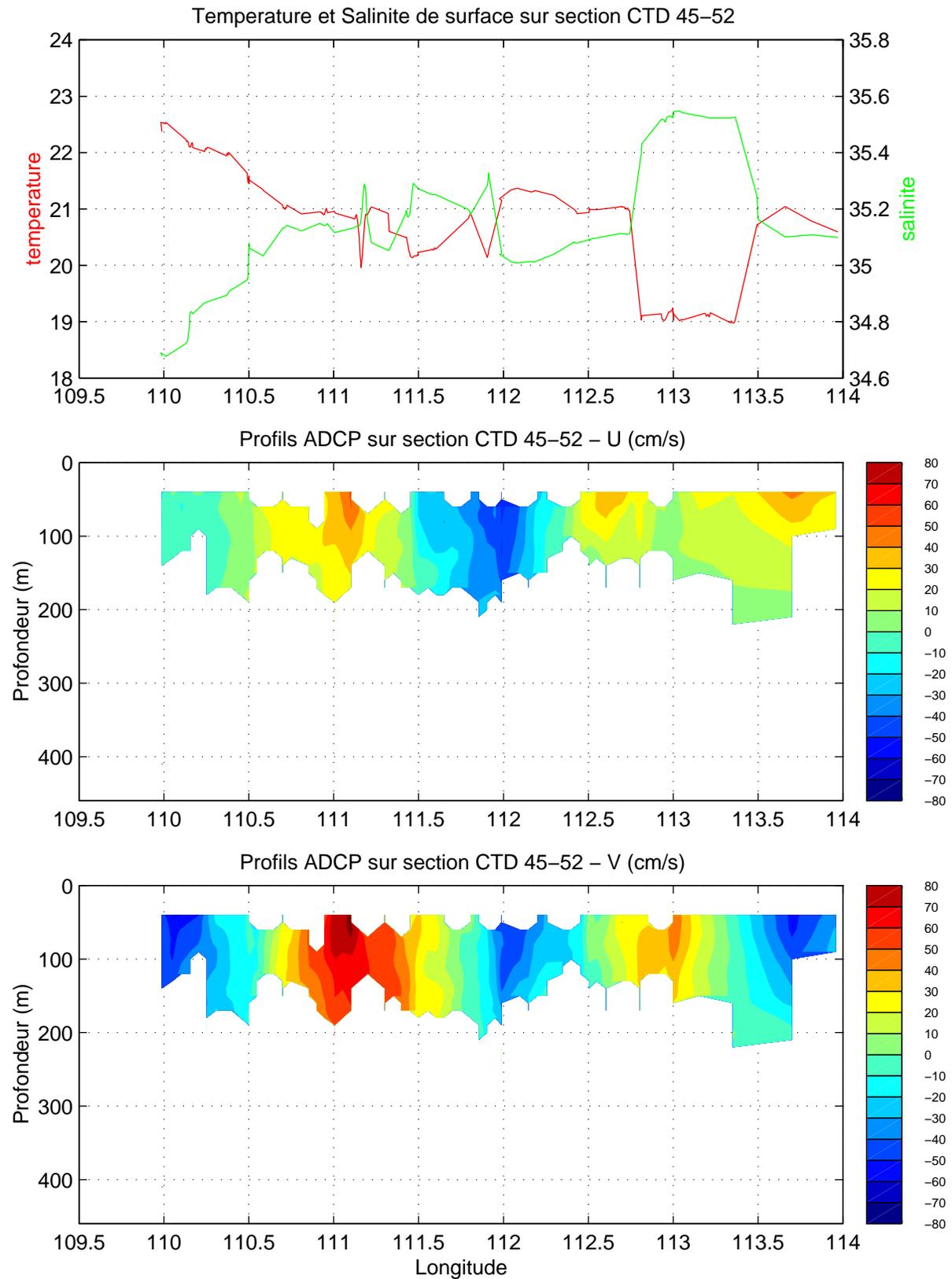


Diagramme Theta/S – TIP 2000 – Stations 45 a 52



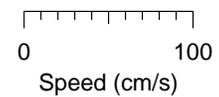
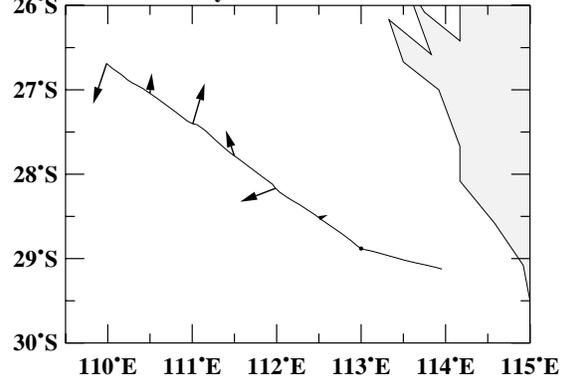
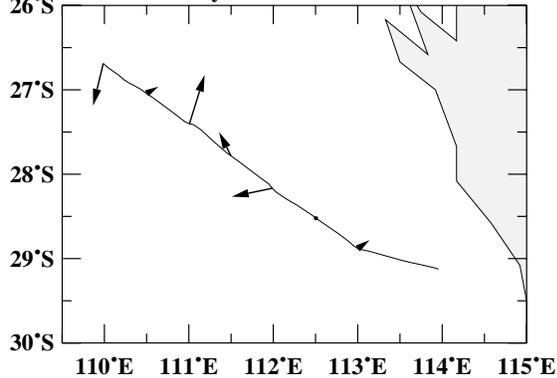
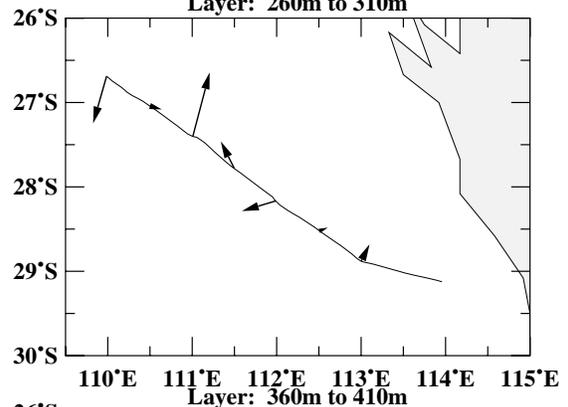
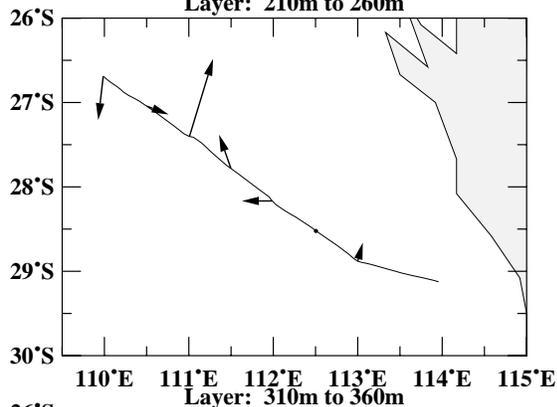
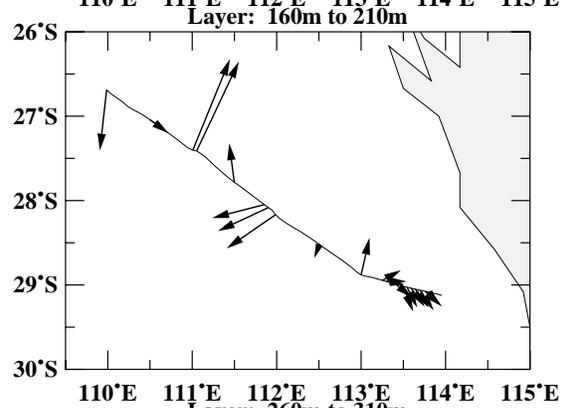
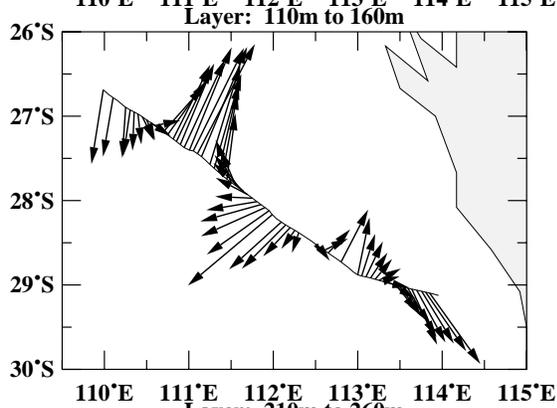
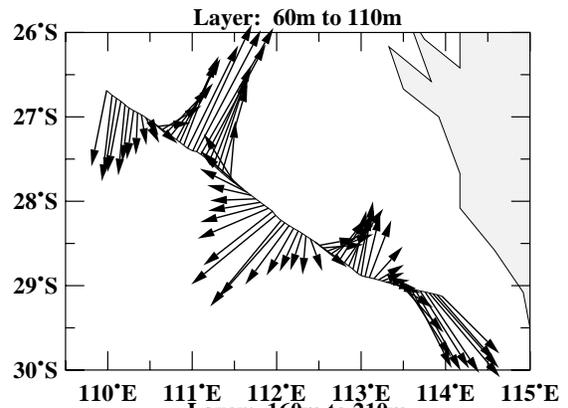
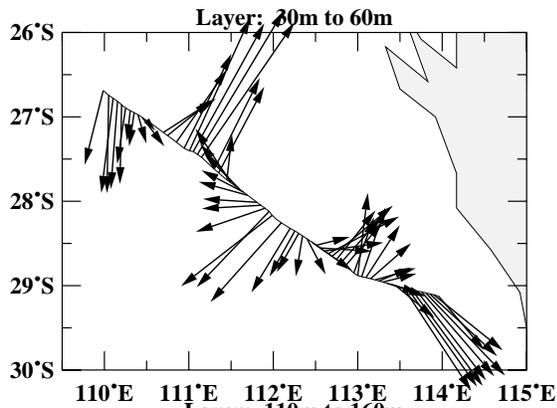


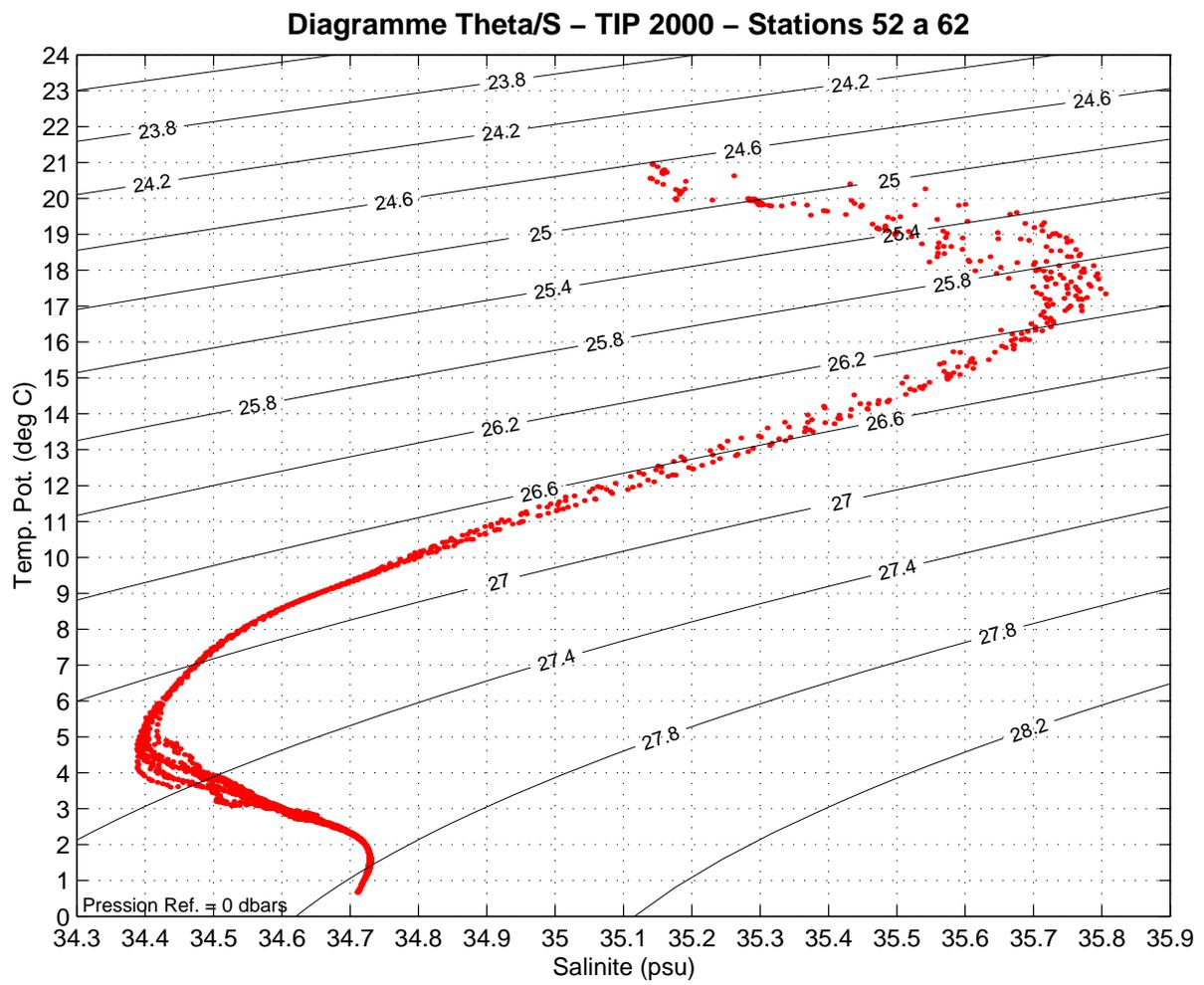
TIP2000 – Section 27S – 29S (St 45–52)

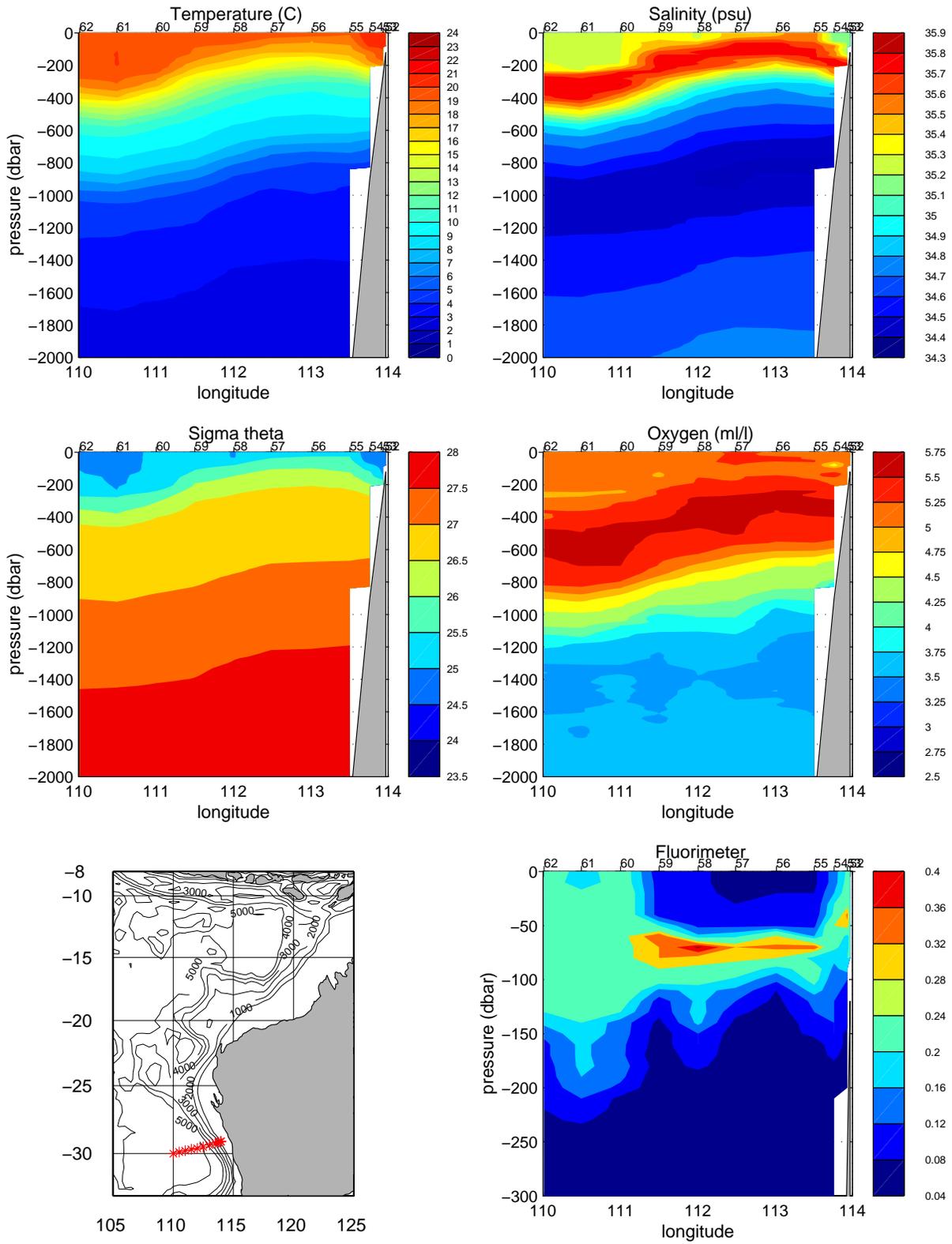


# TIP 2000, Stations 45 a 52

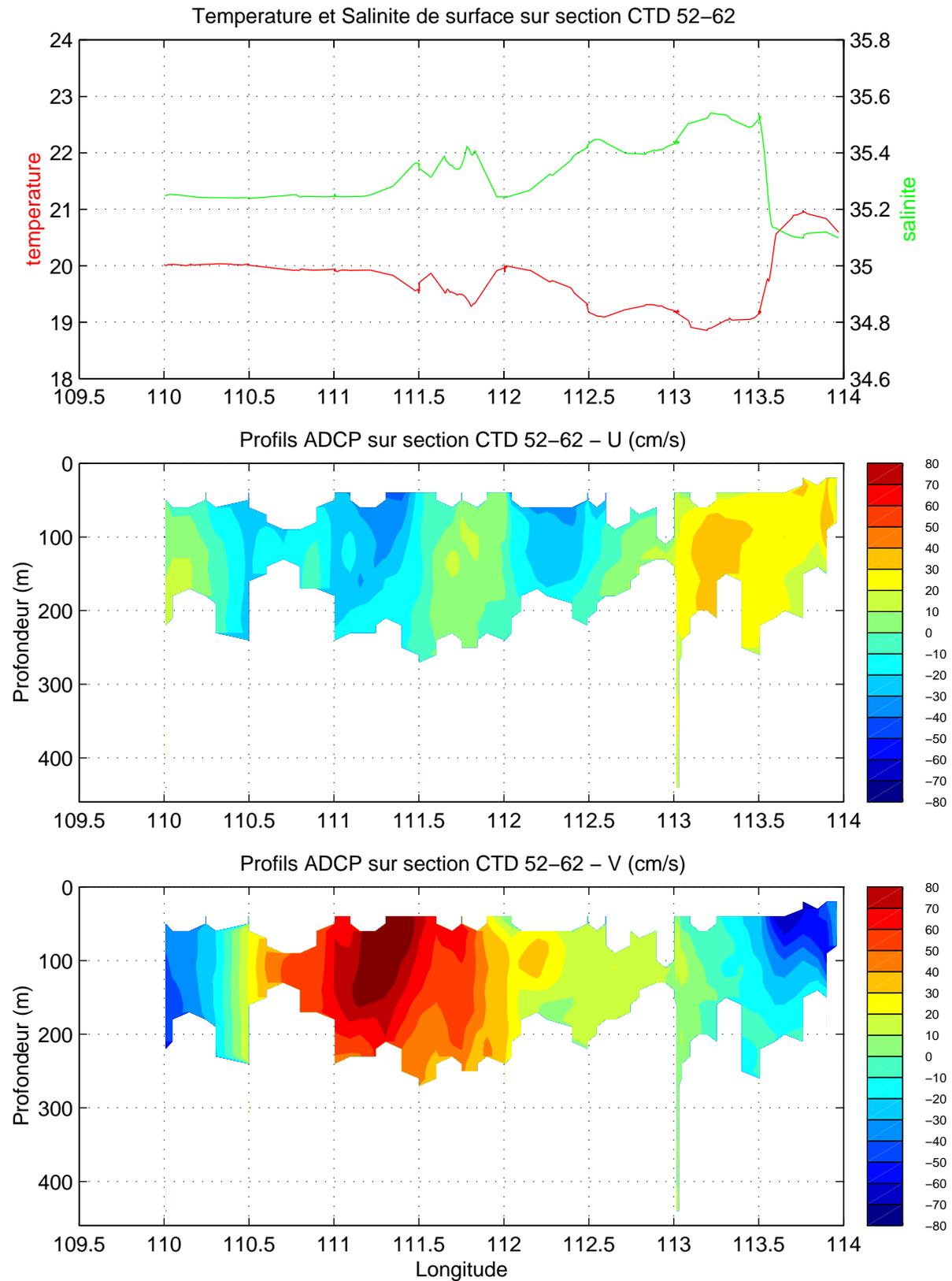
26-27 Septembre 2000







TIP2000 – Section 29S – 30S (St 52–62)



# TIP 2000, Stations 52 a 62

27-29 Septembre 2000

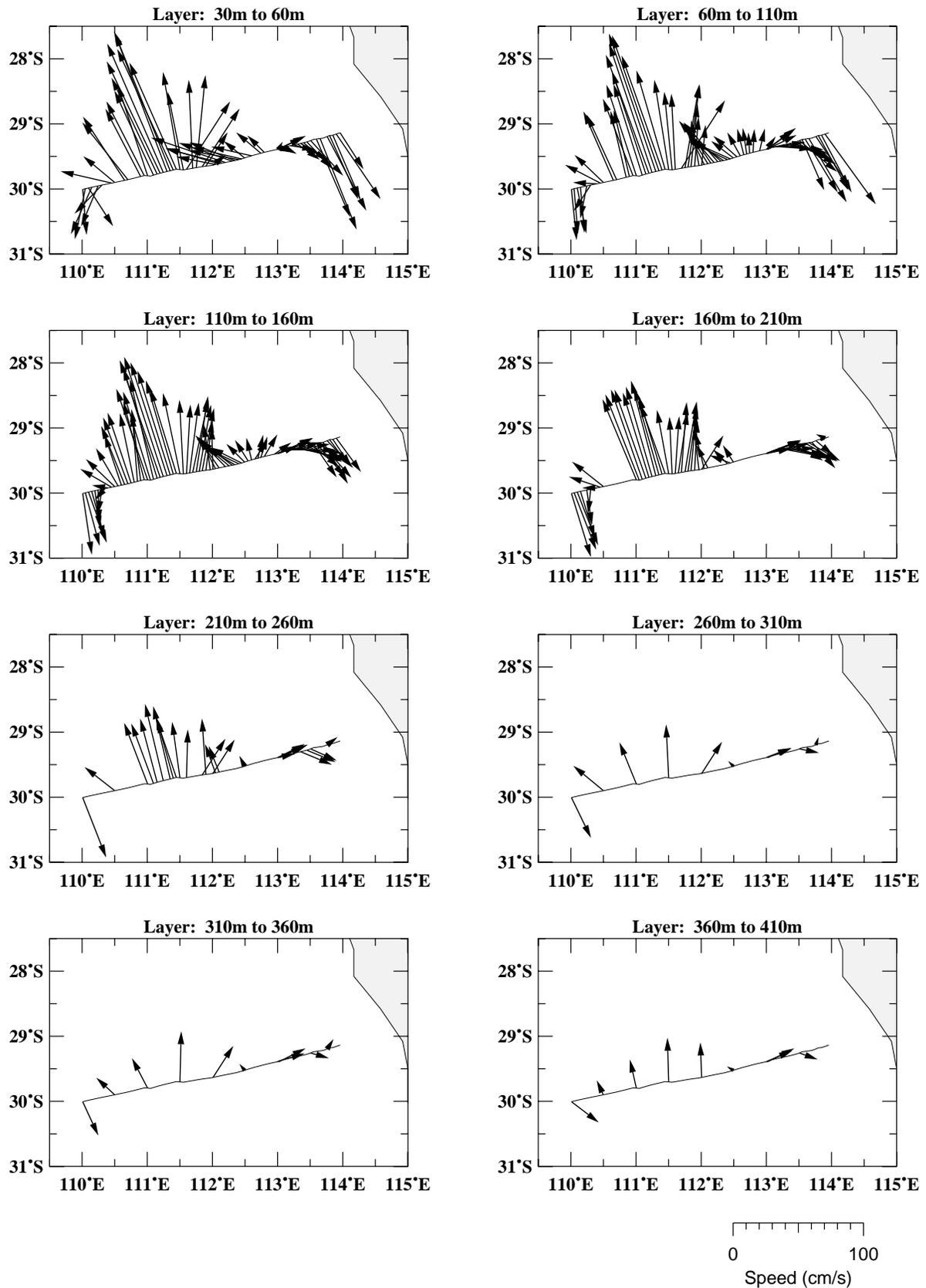
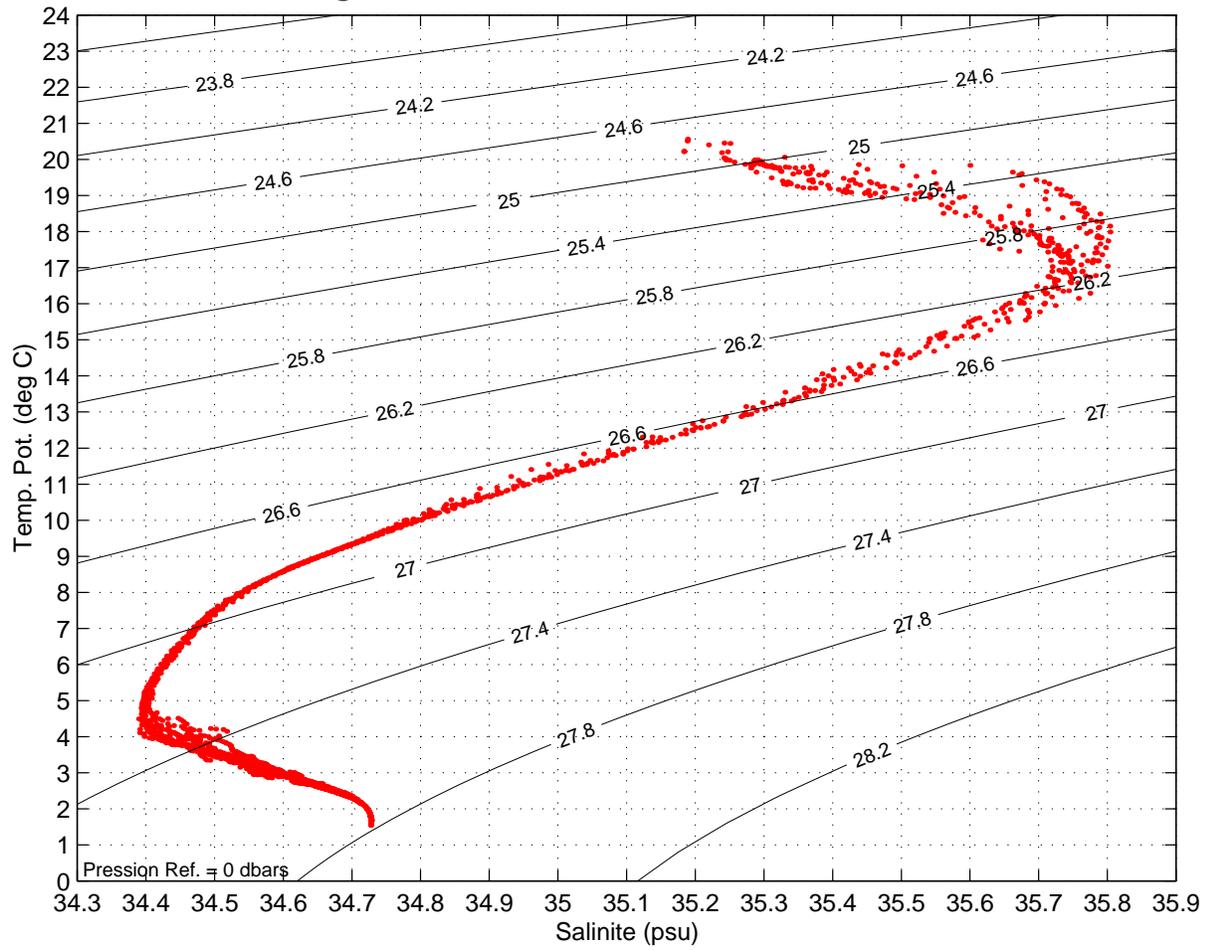
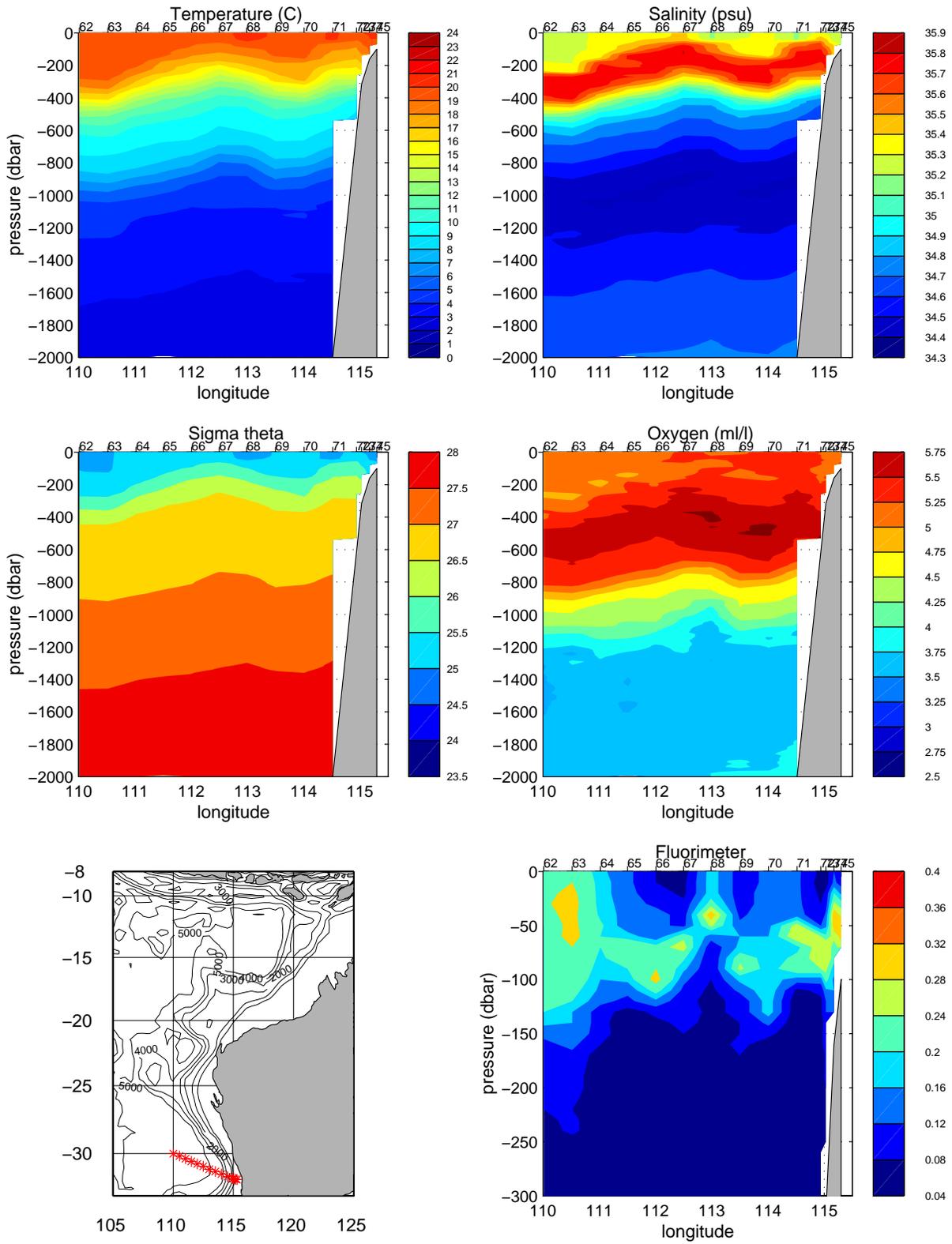
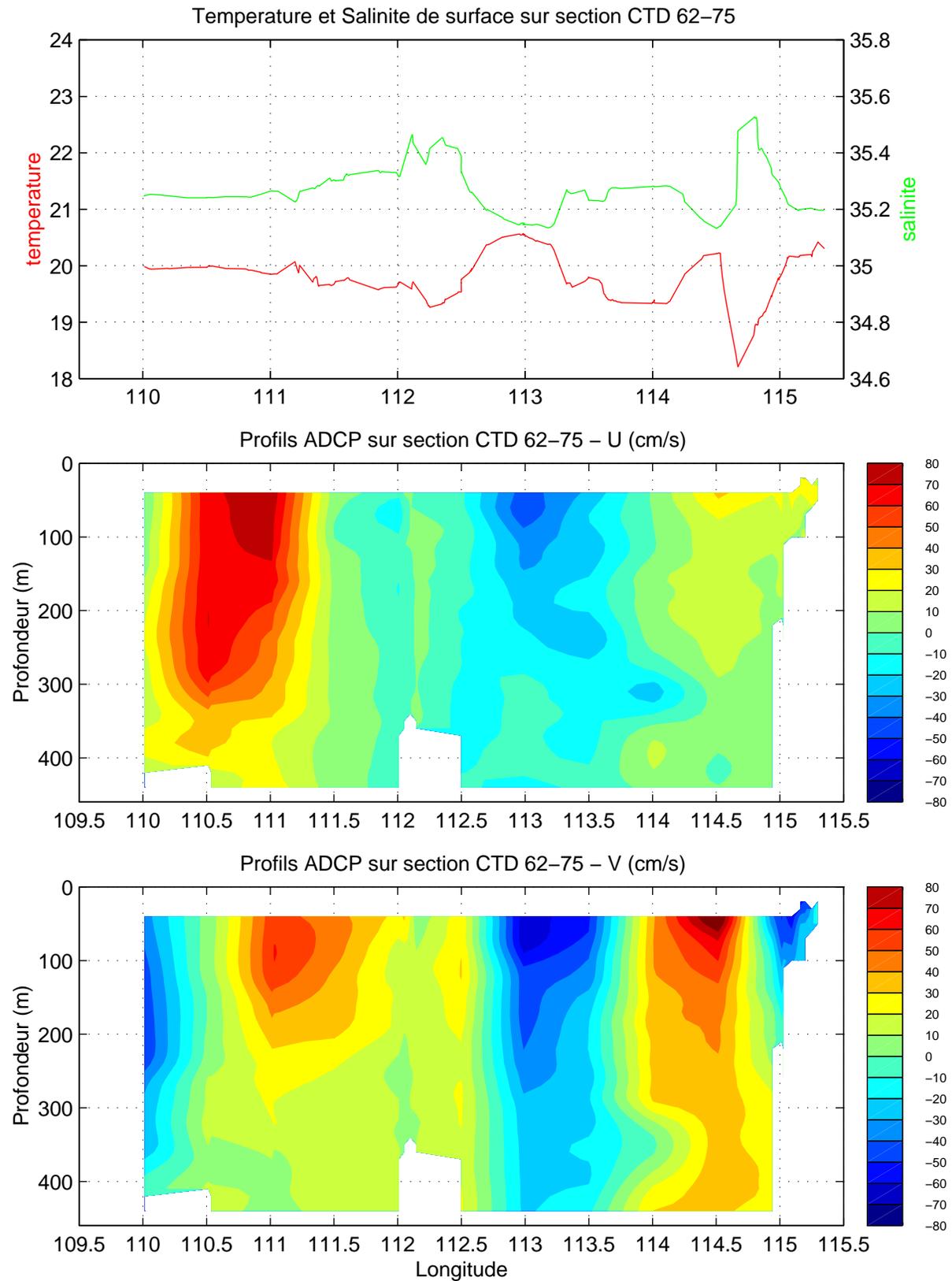


Diagramme Theta/S – TIP 2000 – Stations 62 a 75



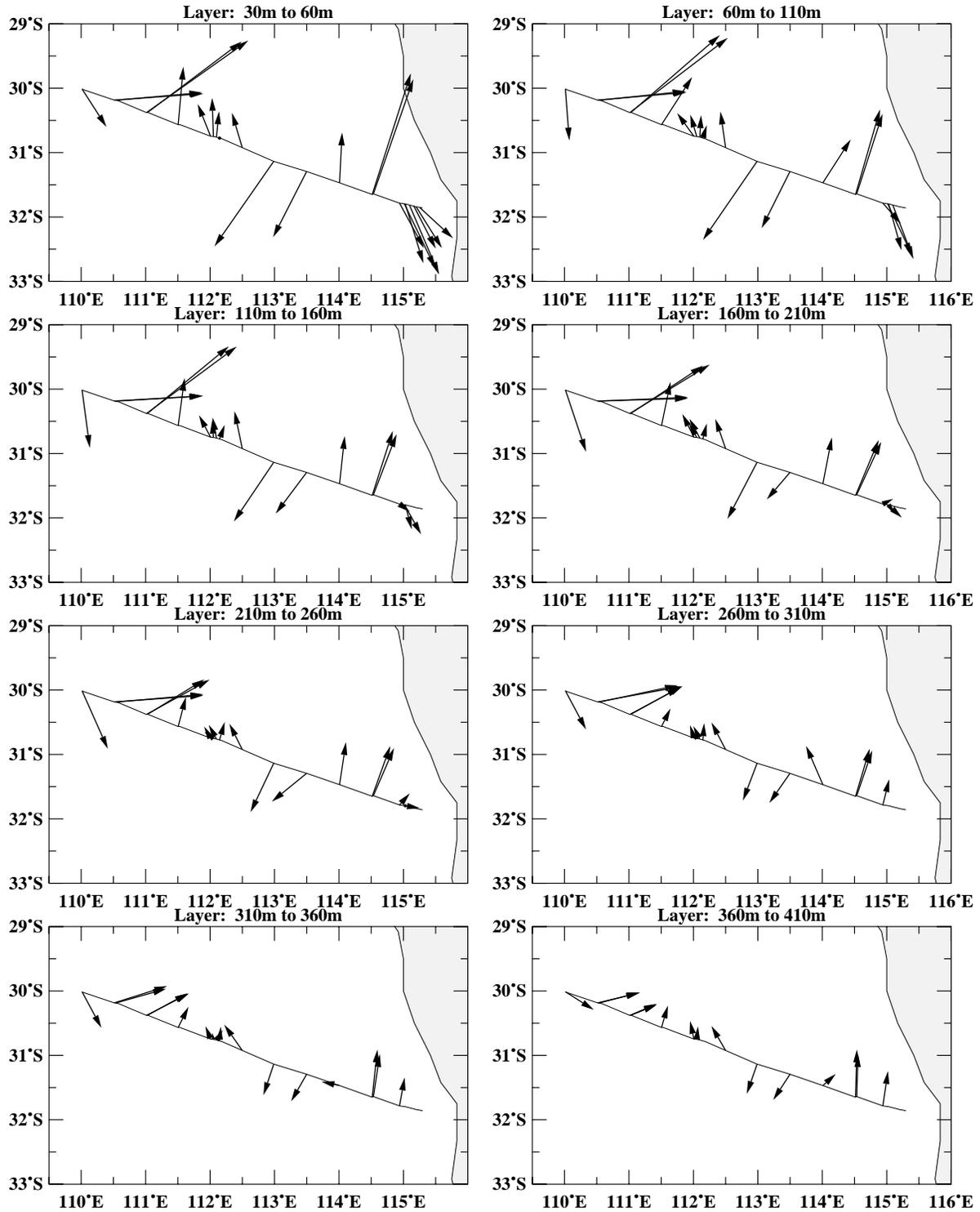


TIP2000 – Section 30S –32S (St 62–75)



# TIP 2000, Stations 62 a 75

29 Septembre - 1 Octobre 2000





## Chapitre 2

# Profils des stations CTD et des composantes ADCP

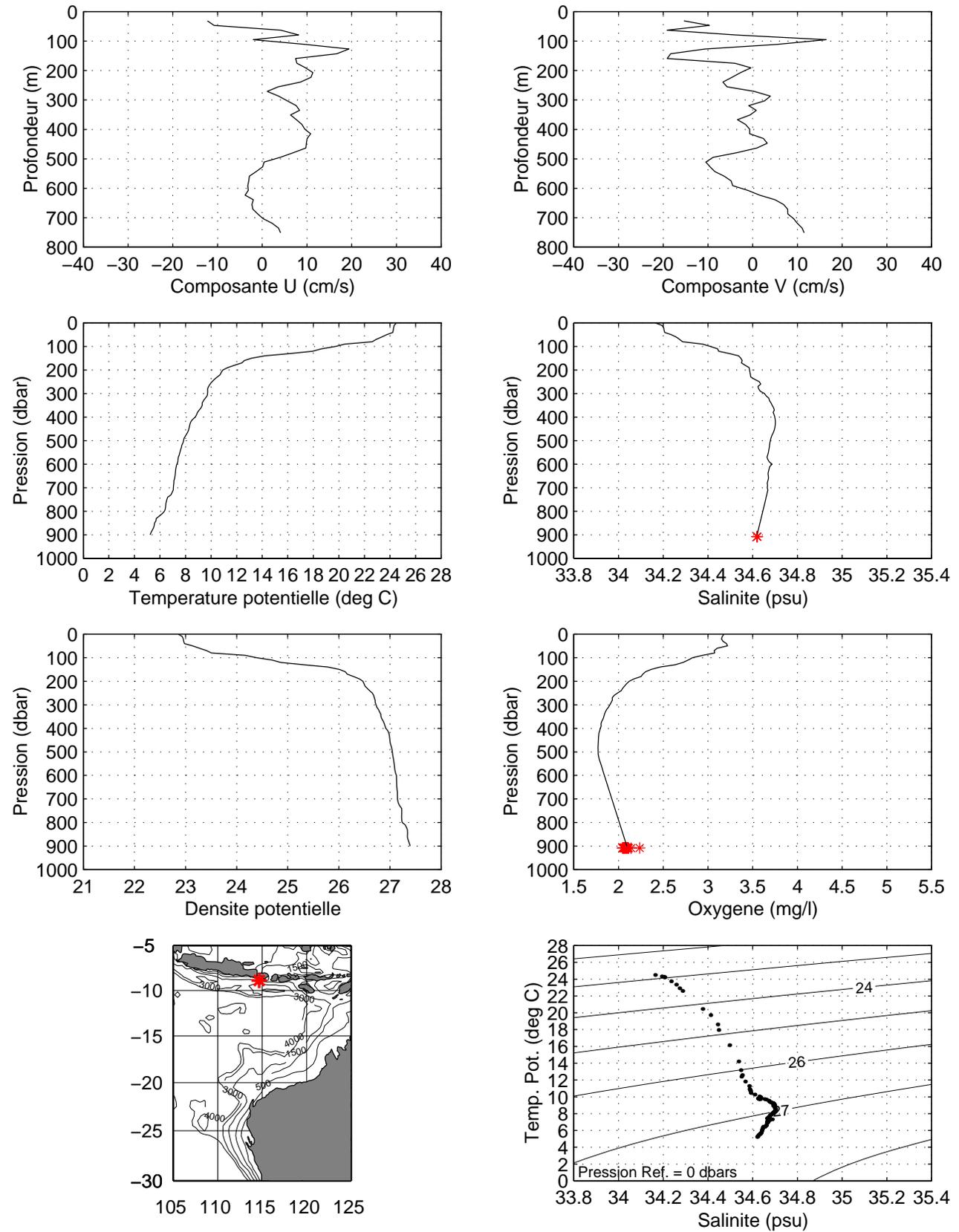
Pour chaque station extraite du fichier calibré en pression, température, conductivité et oxygène, puis réduit à 10 dbars, sont présentés les profils de température, salinité, oxygène et densité potentielle. Sont reportés sur les tracés de salinité et oxygène les valeurs des prélèvements.

On présente également les composantes U et V du profil moyen de l'ADCP de coque extrait pendant chaque station CTD (moyenne de tous les ensembles enregistrés pendant la station), ainsi que les profils LADCP effectués en même temps que les profils CTD.

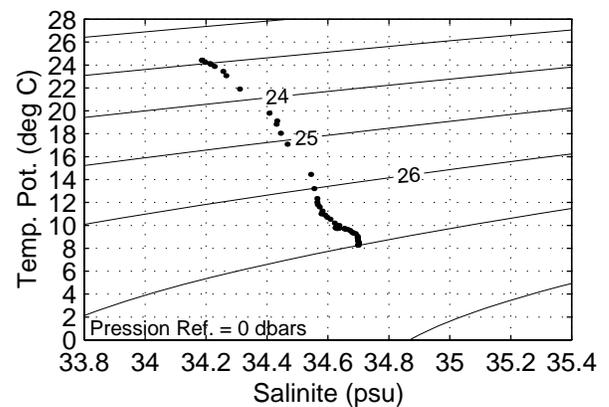
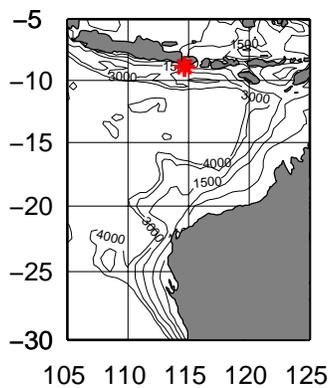
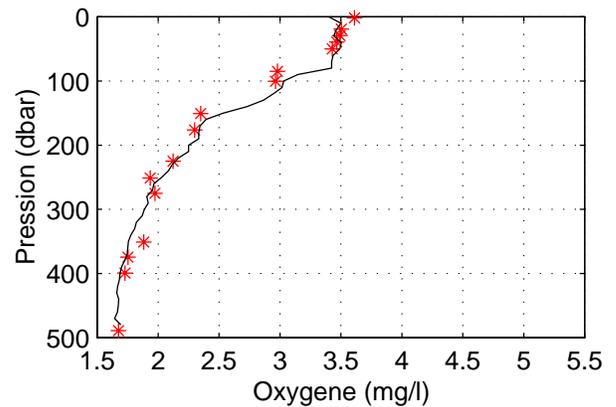
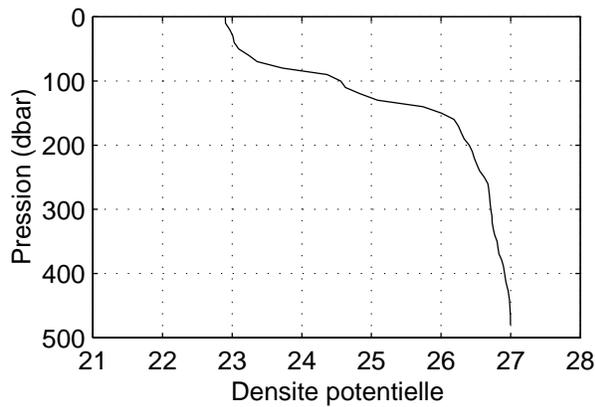
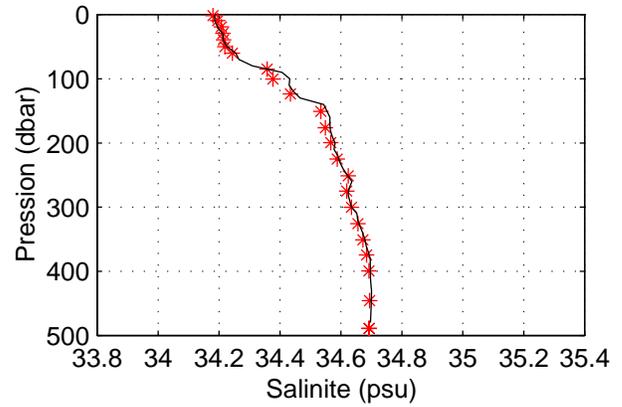
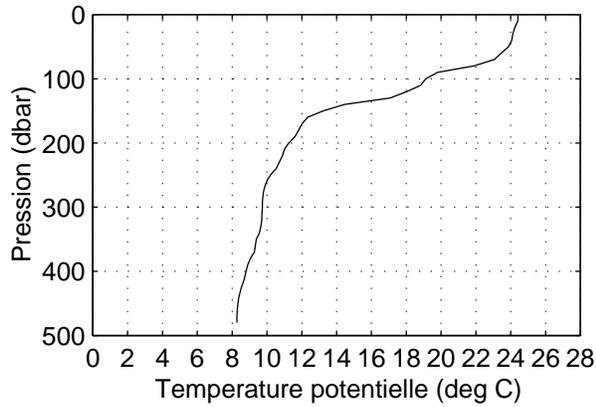
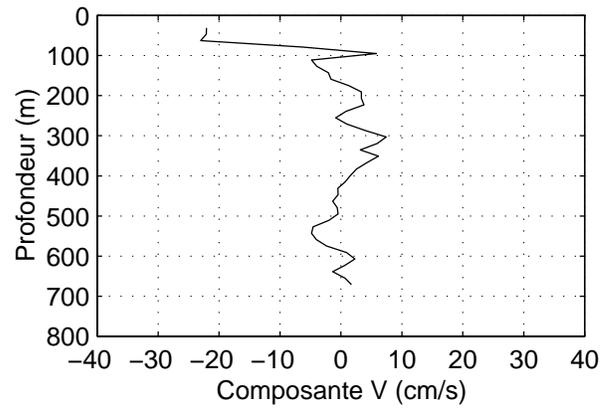
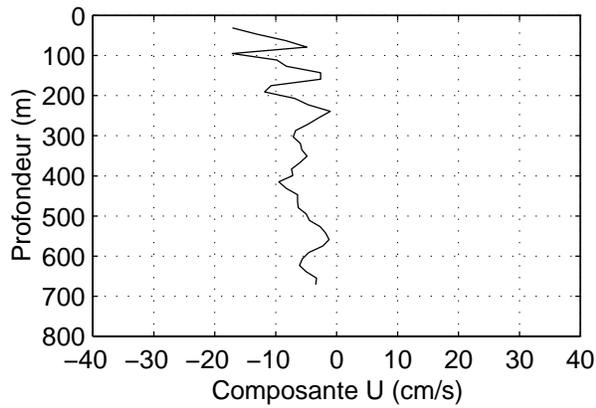
Les deux dernières figures de chaque page sont le diagramme Theta-S et la carte donnant la position de la station.

Lorsqu'on a les profils des deux ADCP, les profils ADCP de coque sont tracés en grisé, trait épais. Sinon, lorsqu'on a seulement le profil ADCP de coque, il est tracé en noir, trait fin.

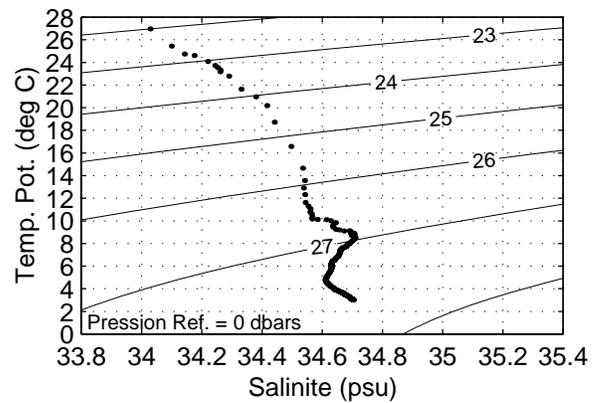
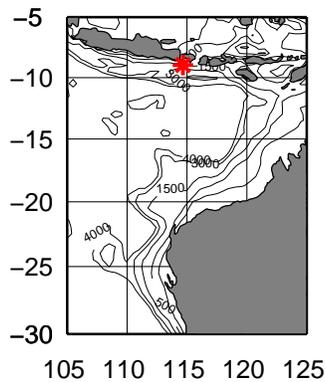
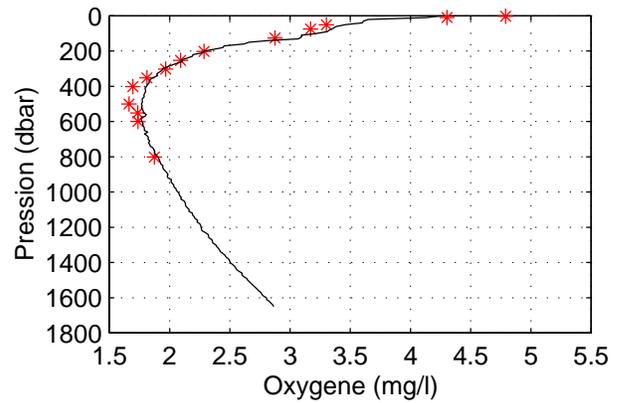
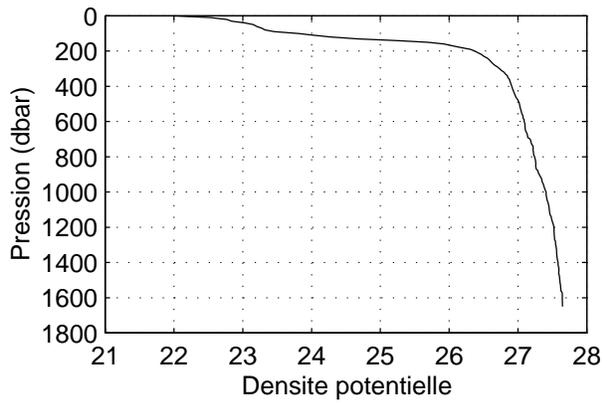
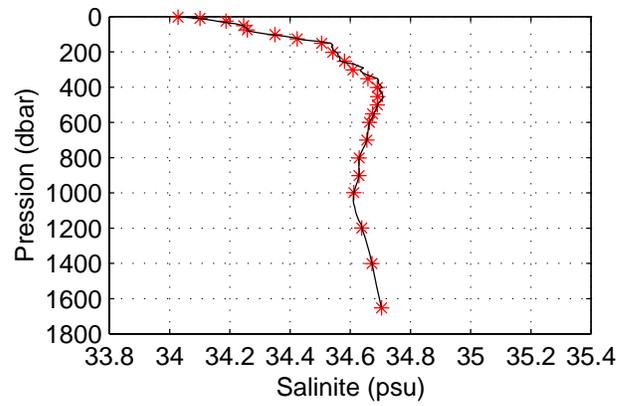
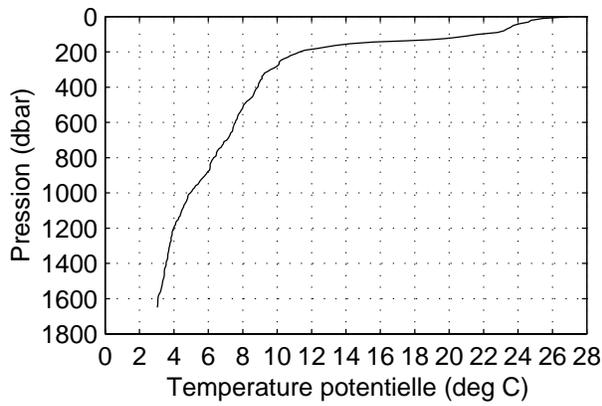
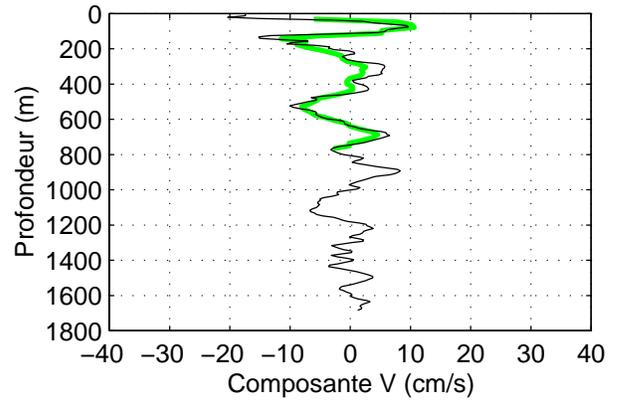
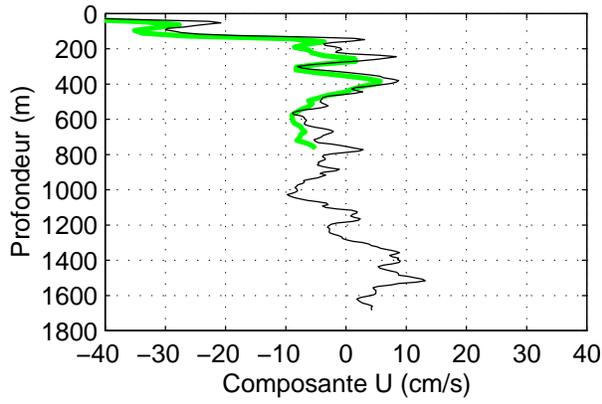
### TIP 2000 – Station 1 – CTD et ADCP de coque



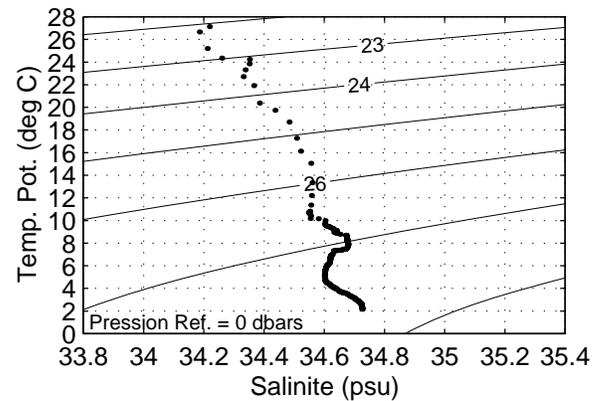
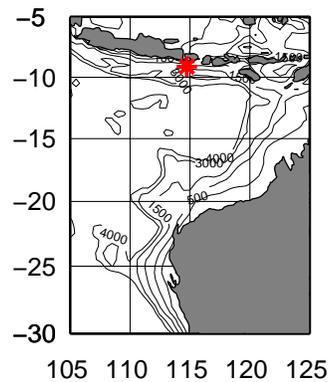
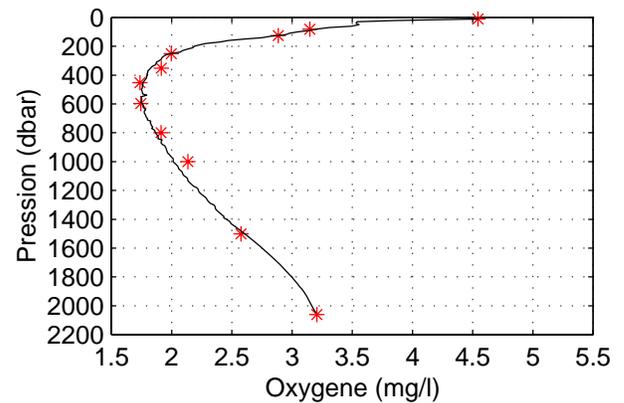
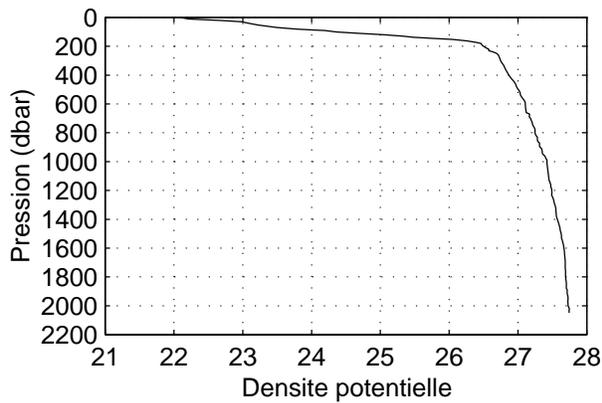
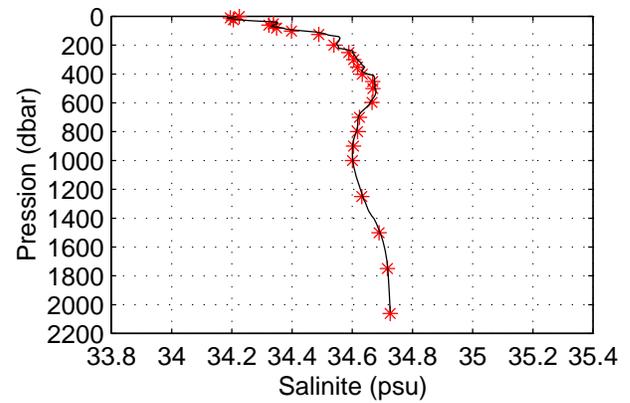
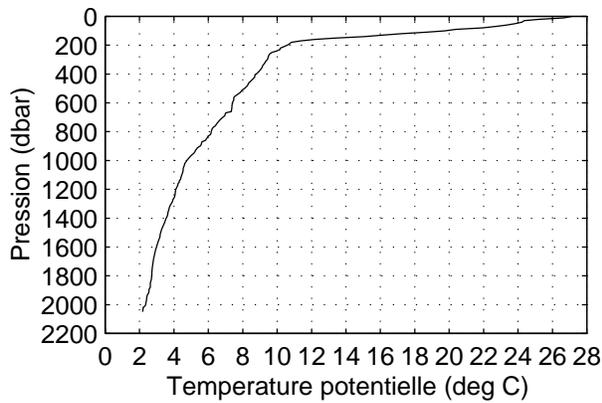
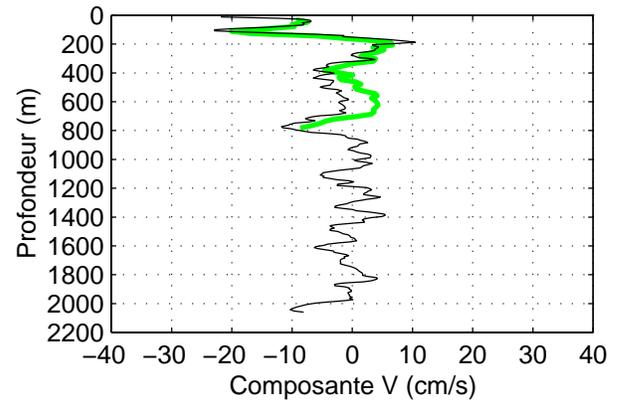
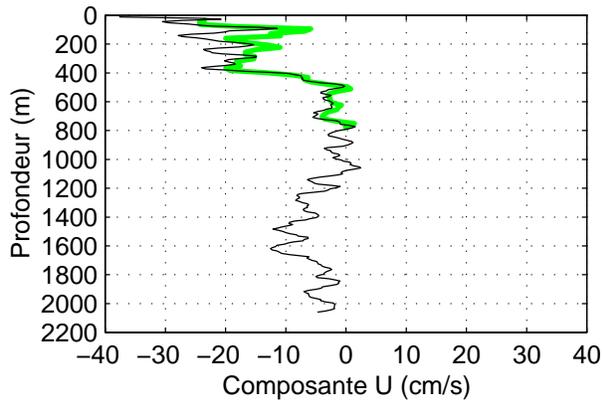
## TIP 2000 – Station 2 – CTD et ADCP de coque



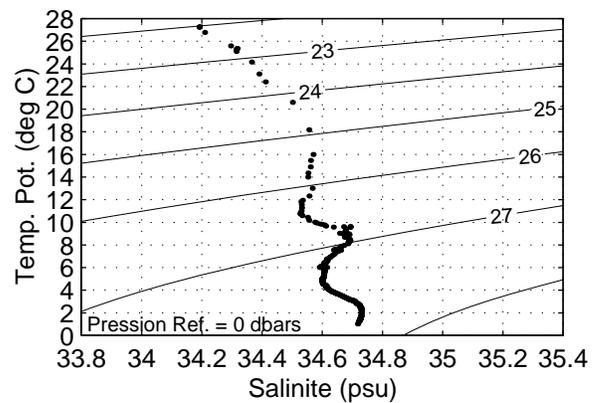
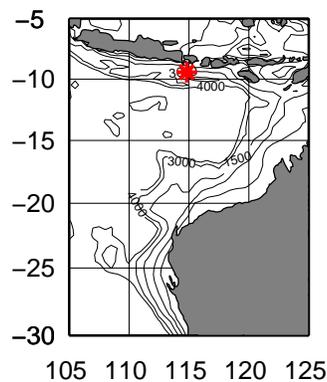
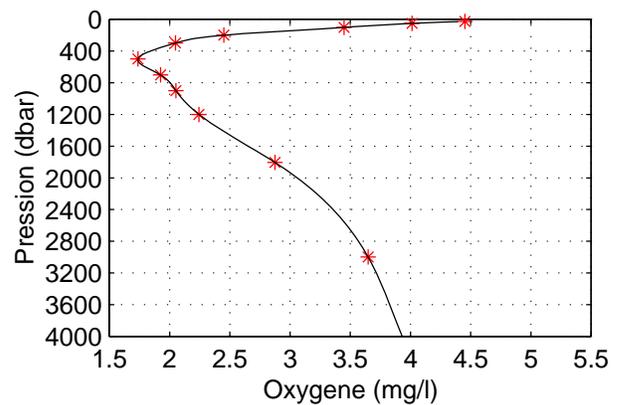
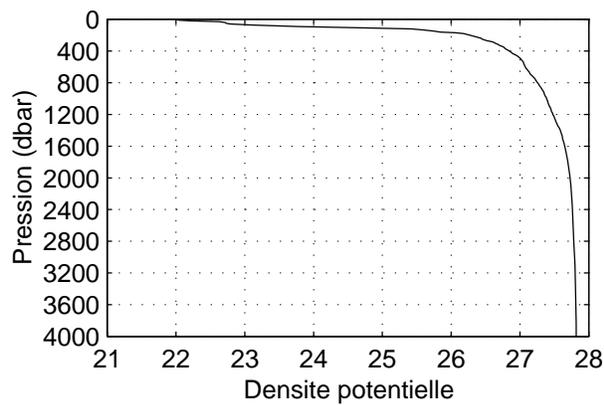
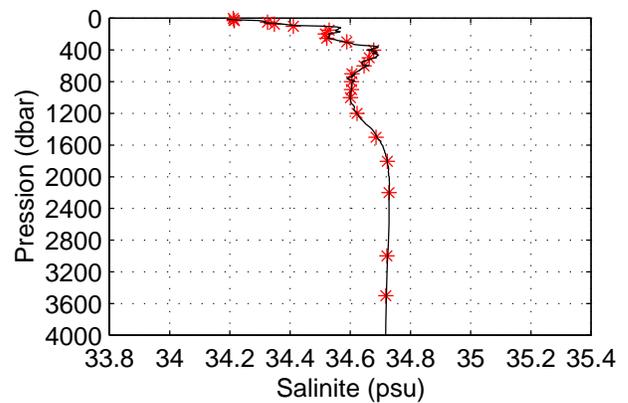
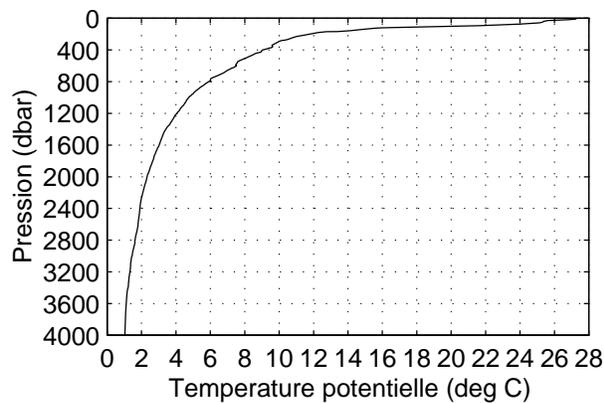
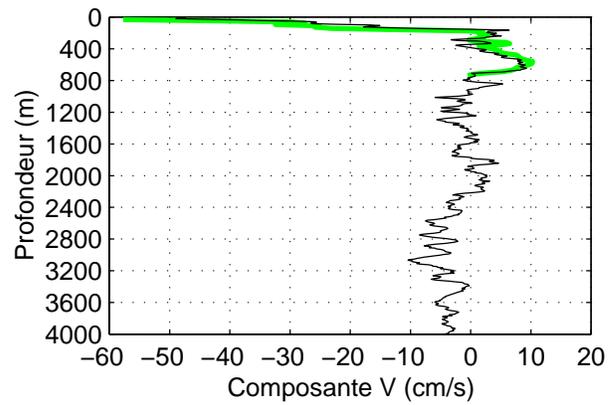
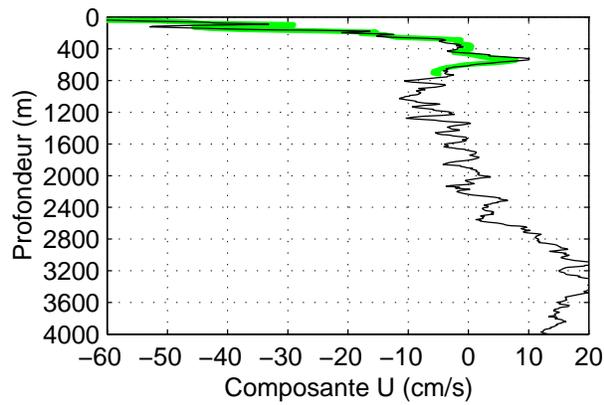
### TIP 2000 – Station 3 – CTD, LADCP et ADCP de coque



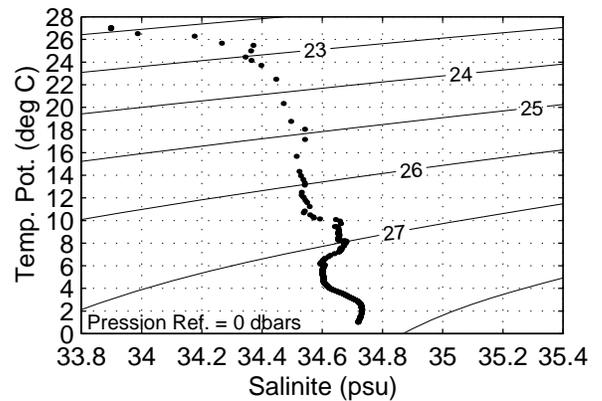
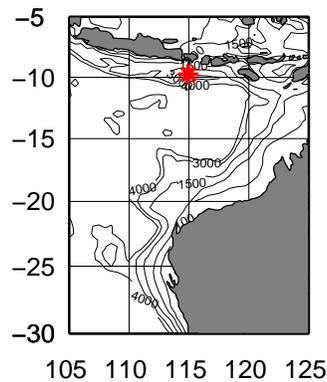
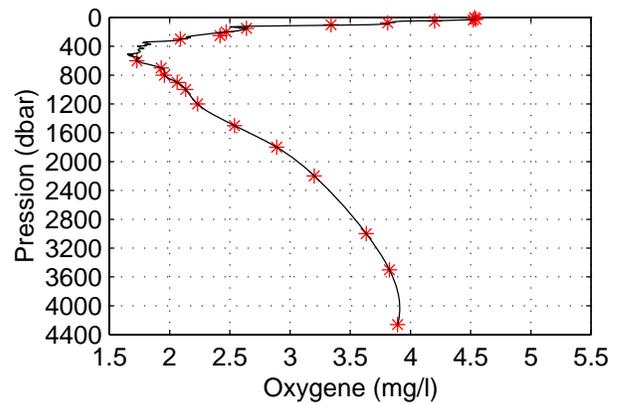
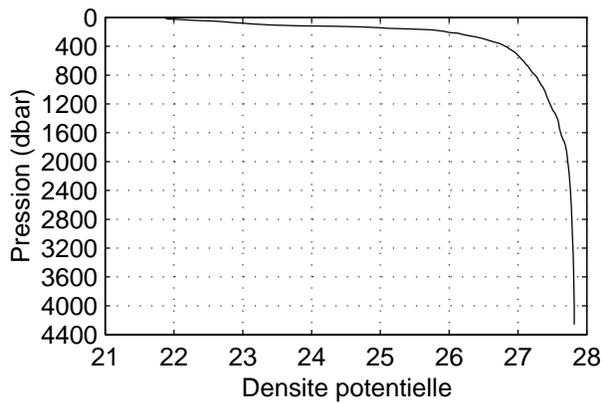
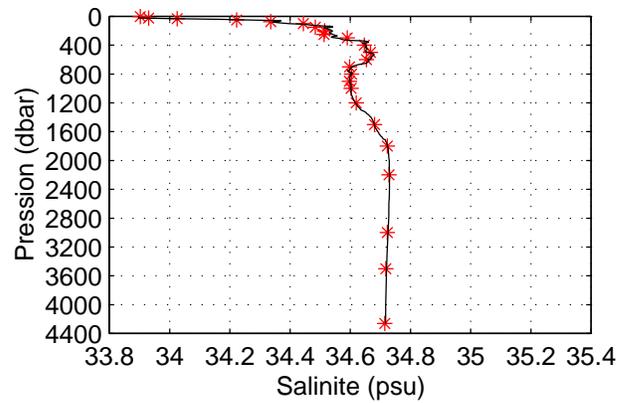
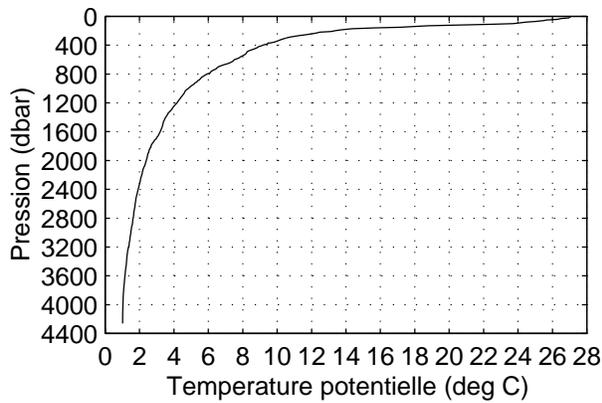
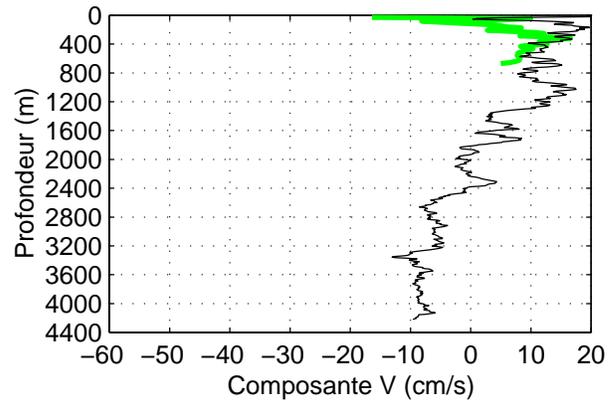
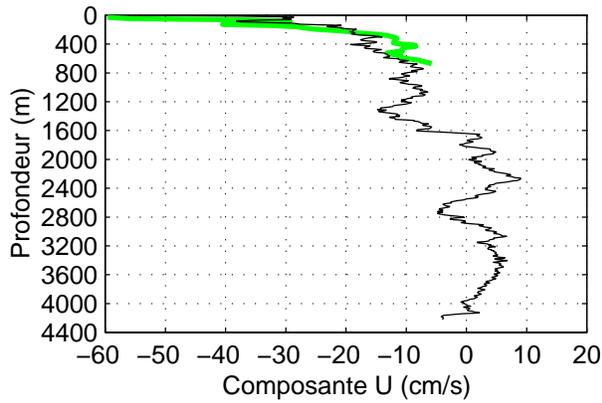
### TIP 2000 – Station 4 – CTD, LADCP et ADCP de coque



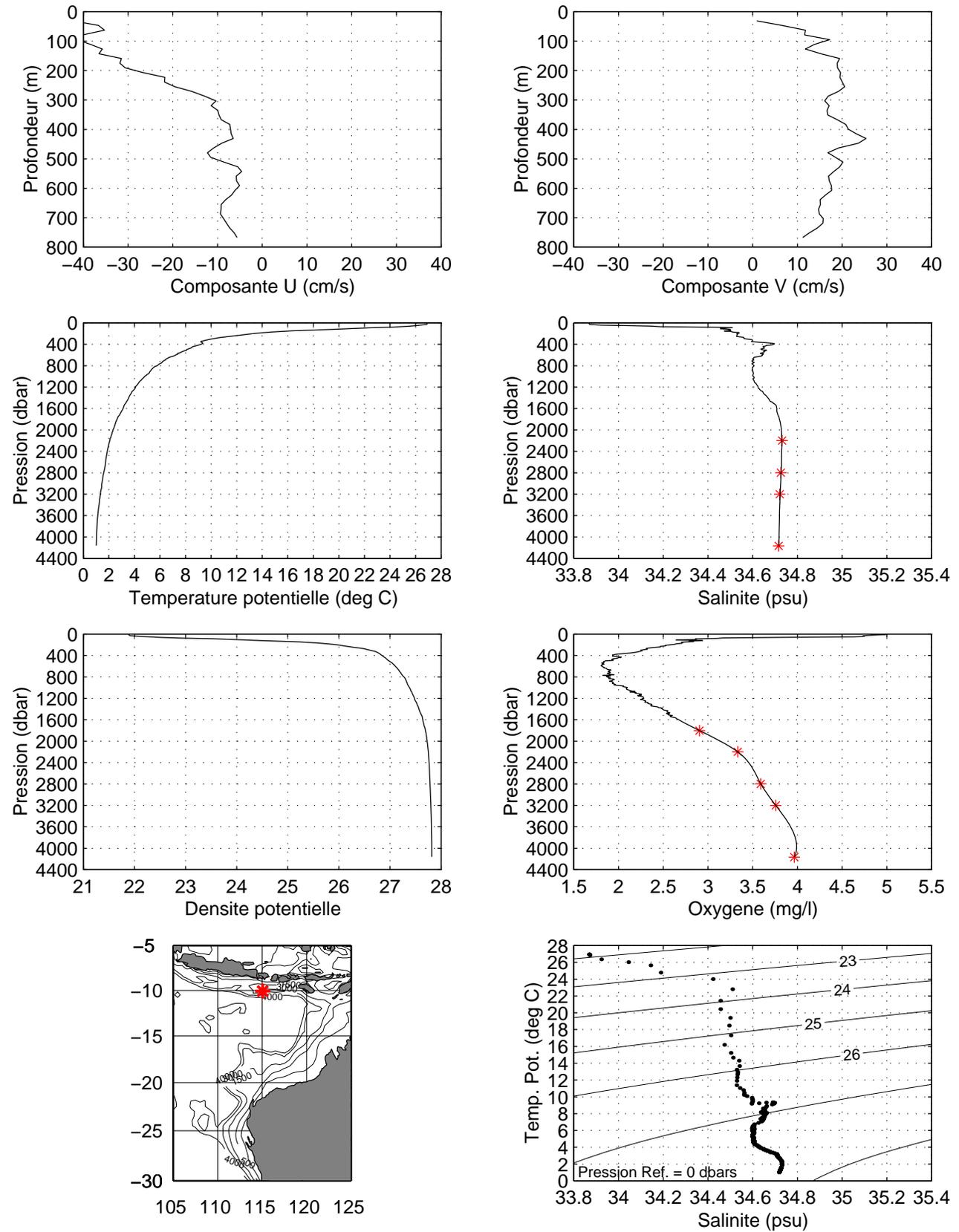
### TIP 2000 – Station 5 – CTD, LADCP et ADCP de coque



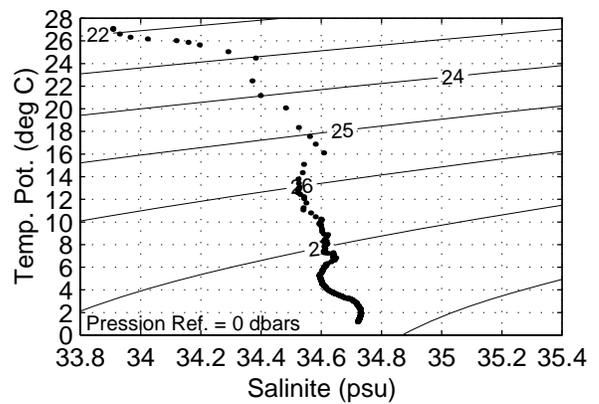
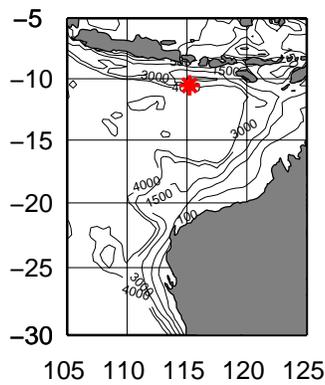
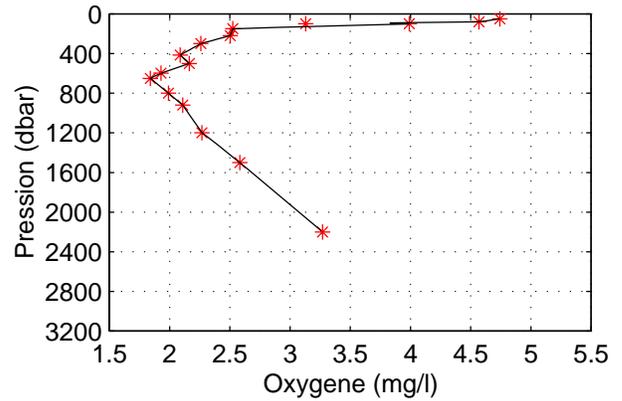
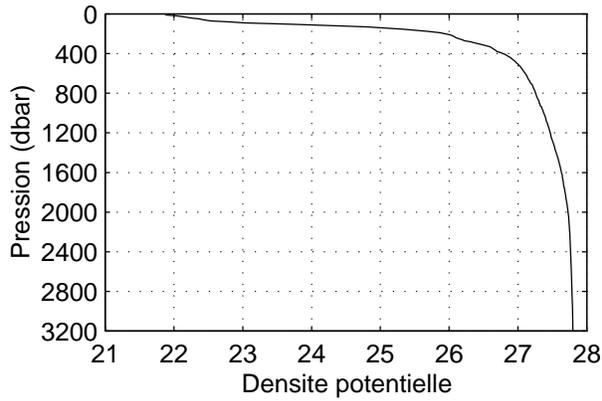
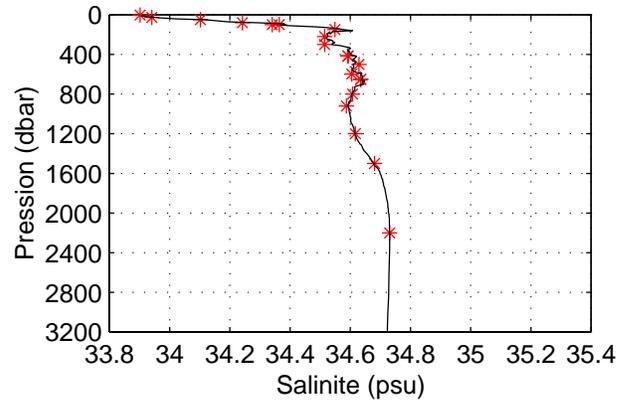
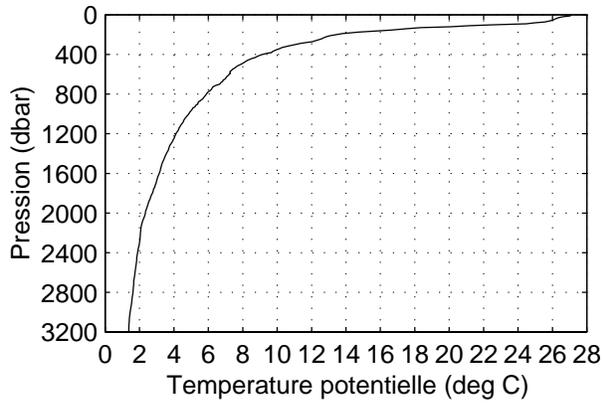
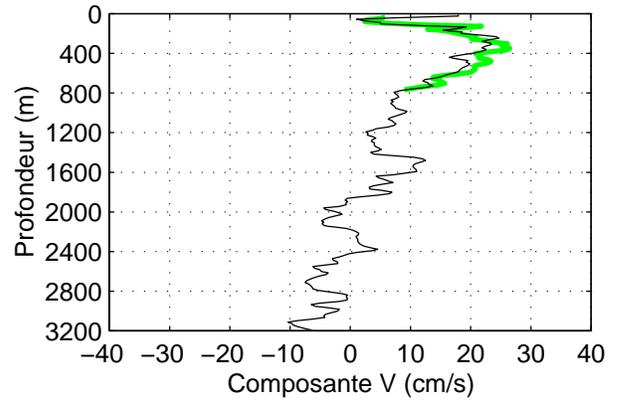
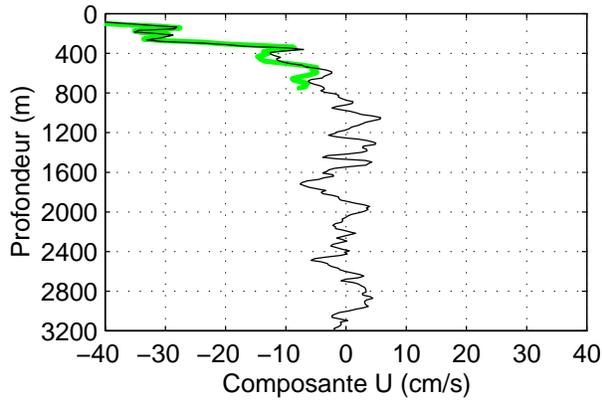
### TIP 2000 – Station 6 – CTD, LADCP et ADCP de coque



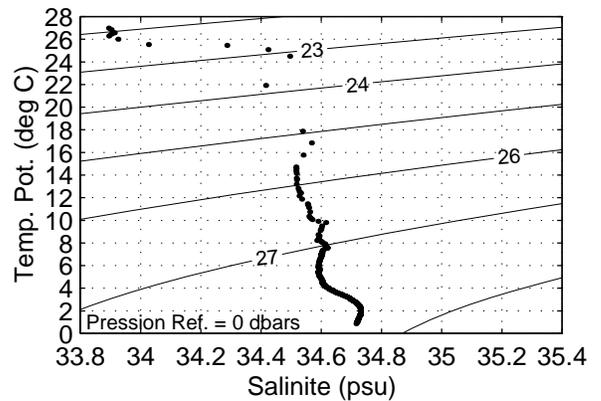
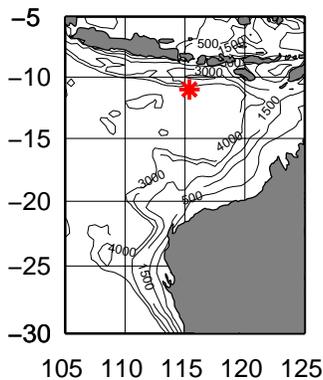
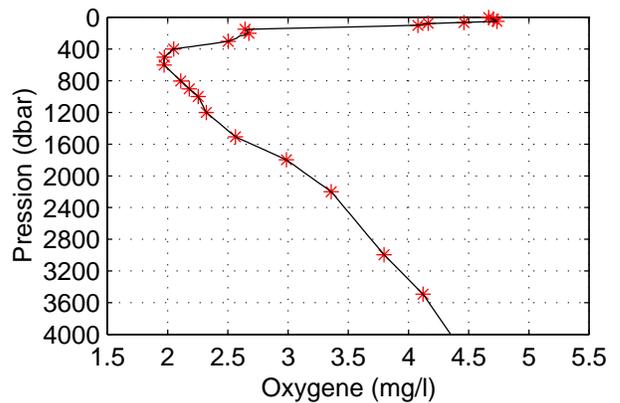
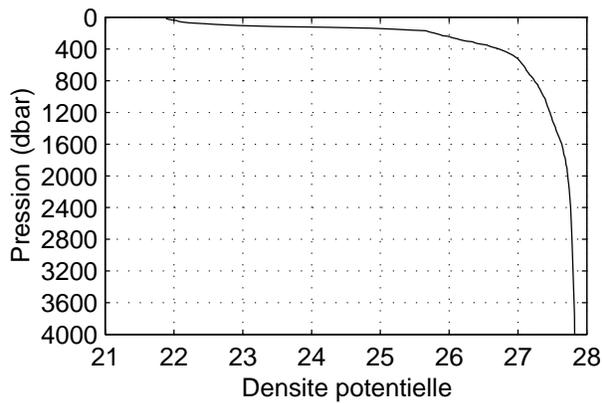
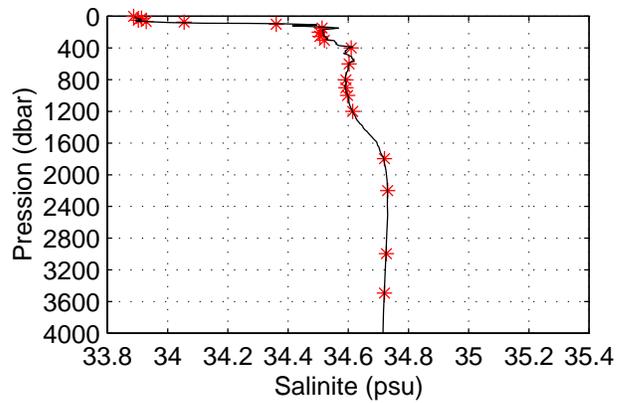
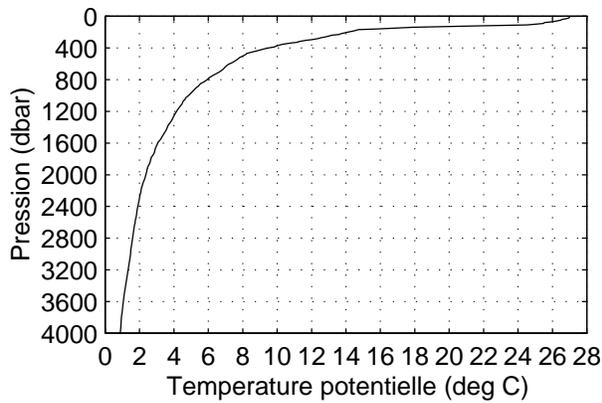
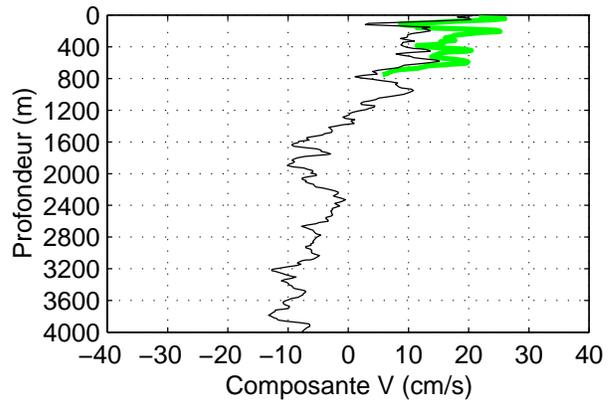
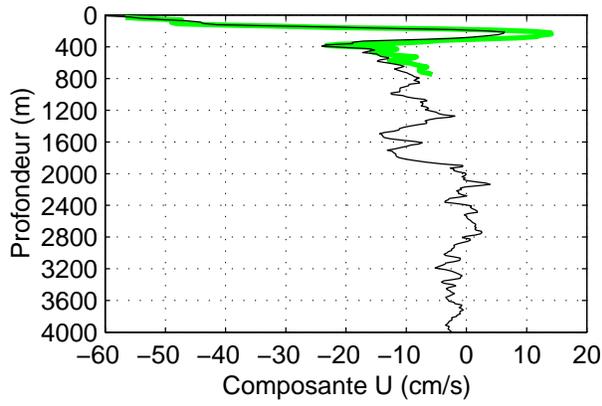
### TIP 2000 – Station 7 – CTD et ADCP de coque



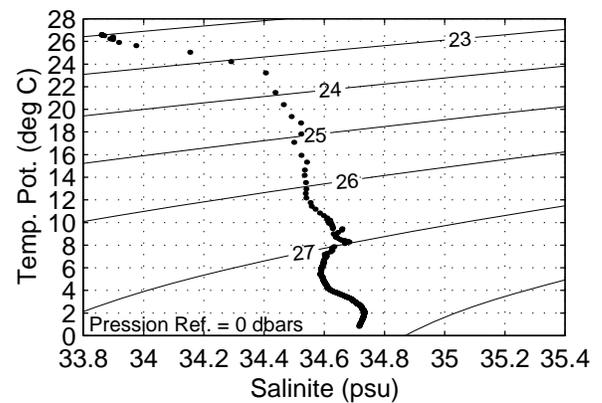
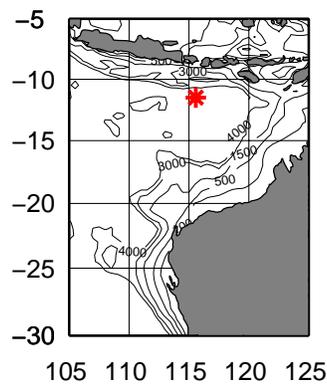
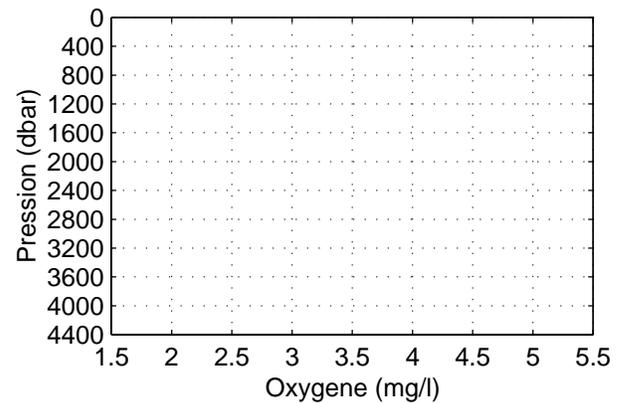
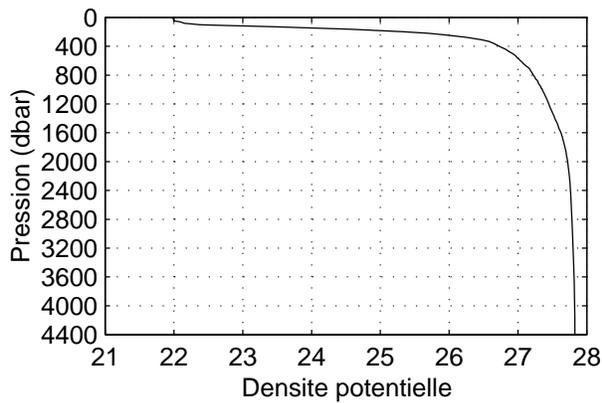
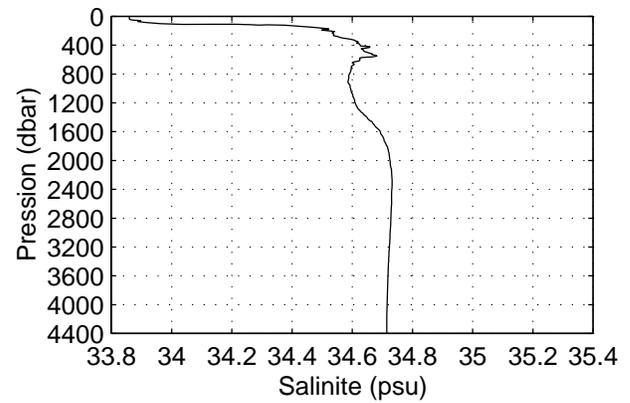
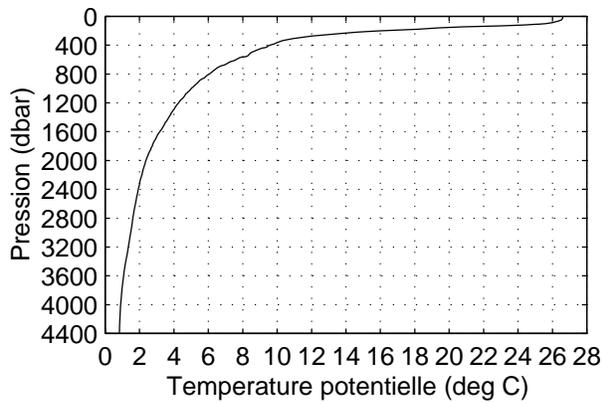
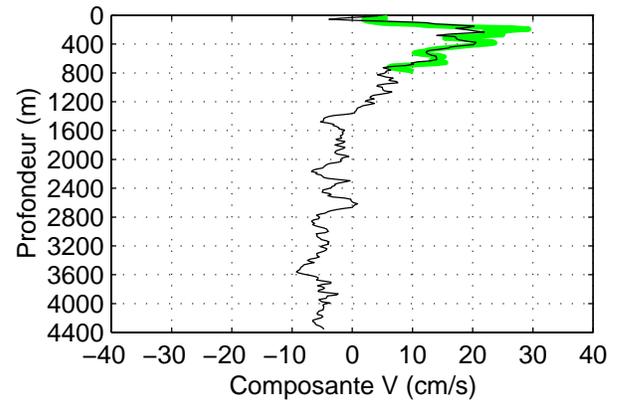
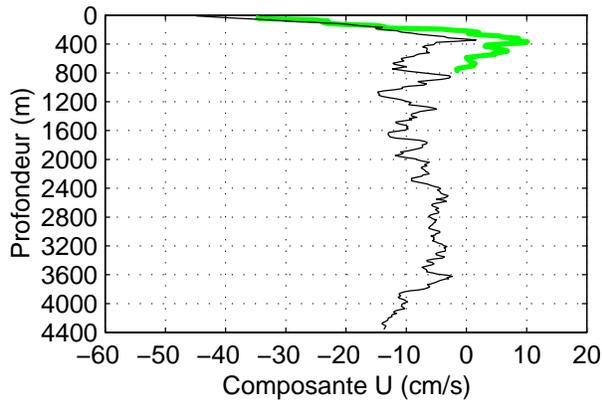
### TIP 2000 – Station 8 – CTD, LADCP et ADCP de coque



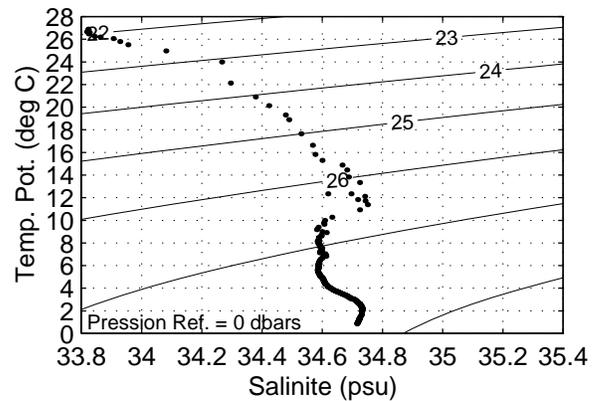
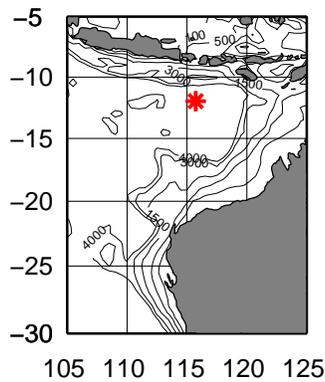
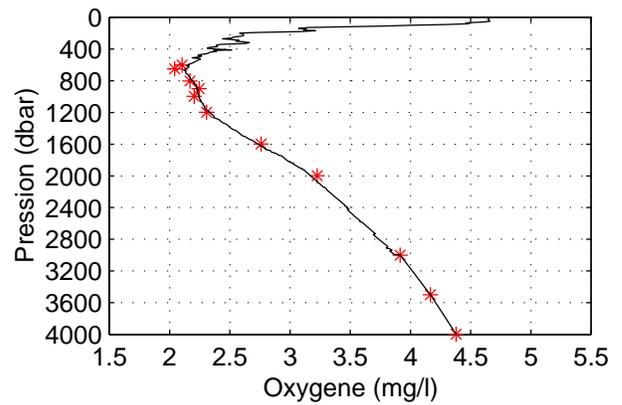
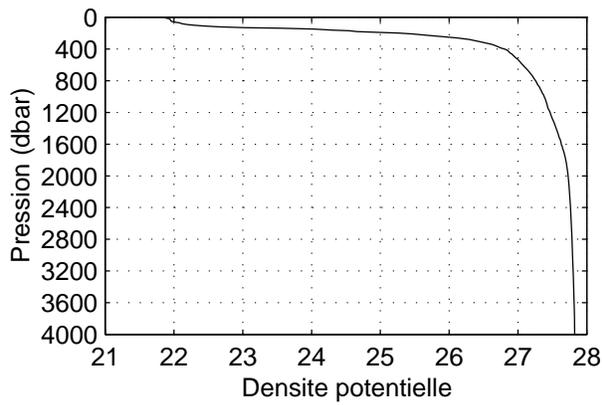
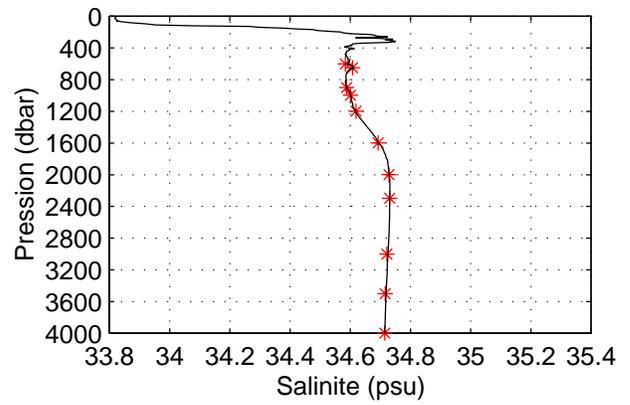
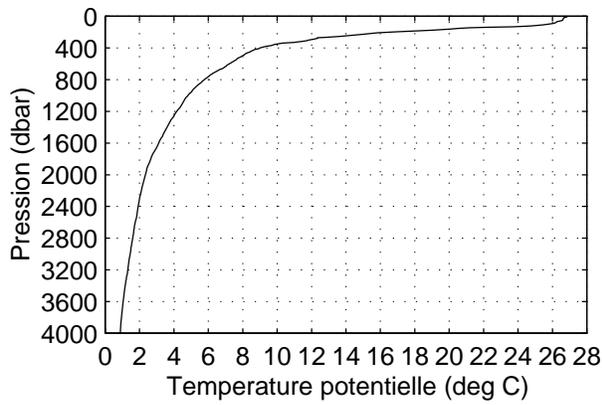
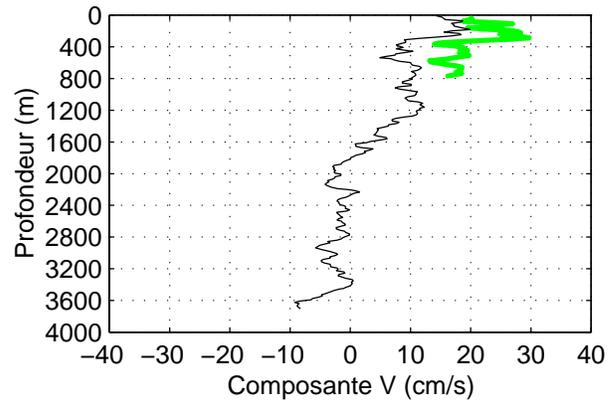
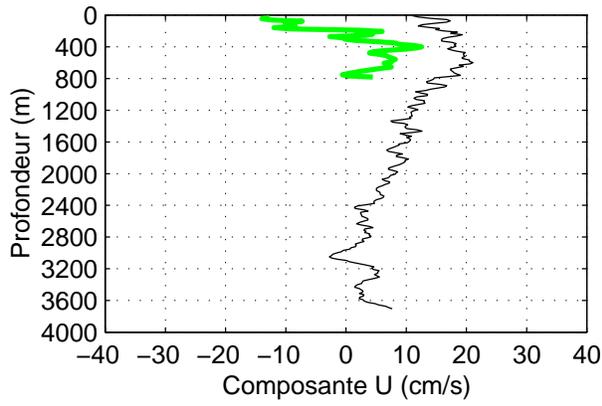
### TIP 2000 – Station 9 – CTD, LADCP et ADCP de coque



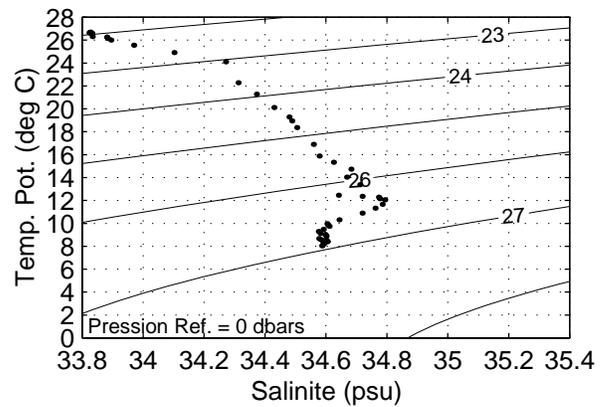
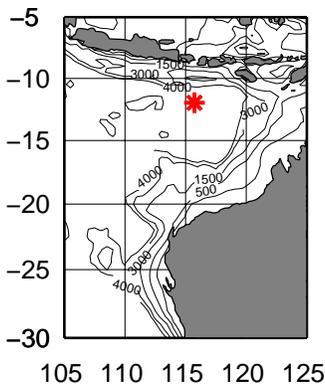
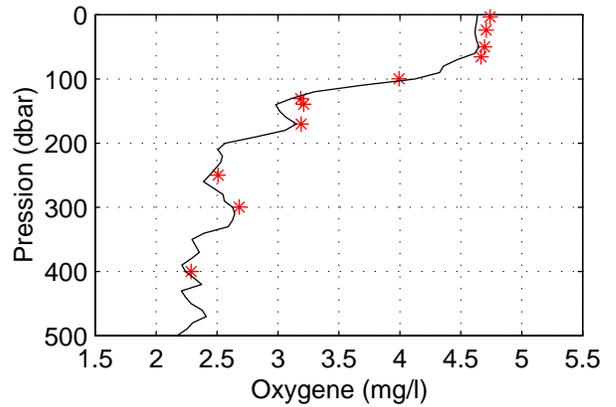
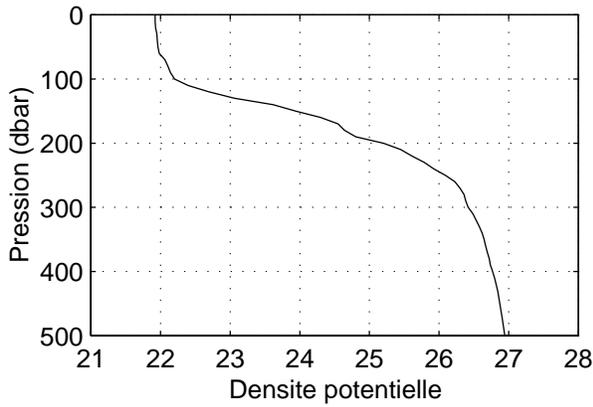
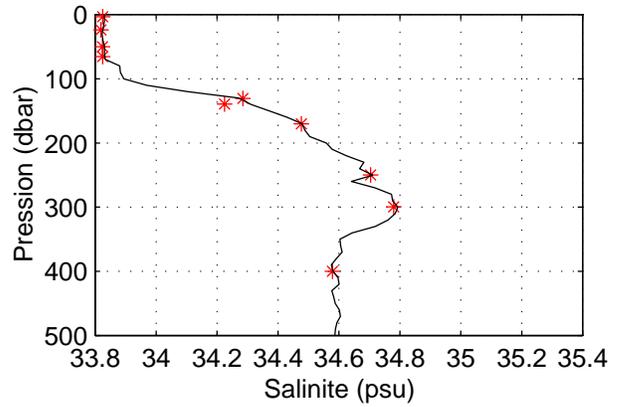
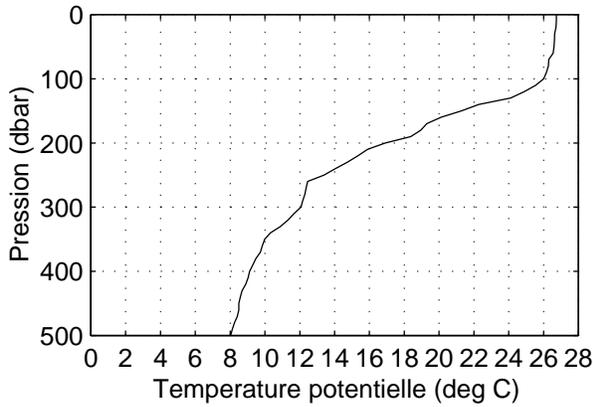
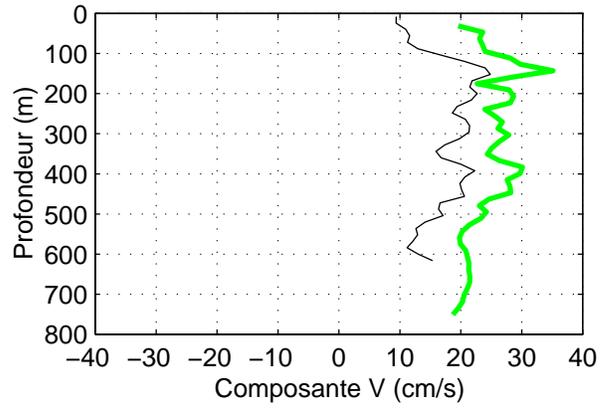
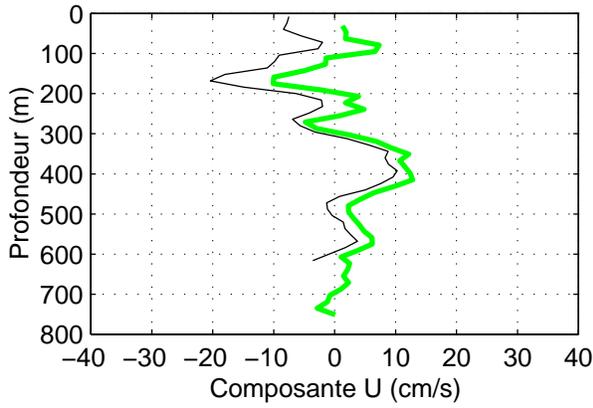
### TIP 2000 – Station 10 – CTD, LADCP et ADCP de coque



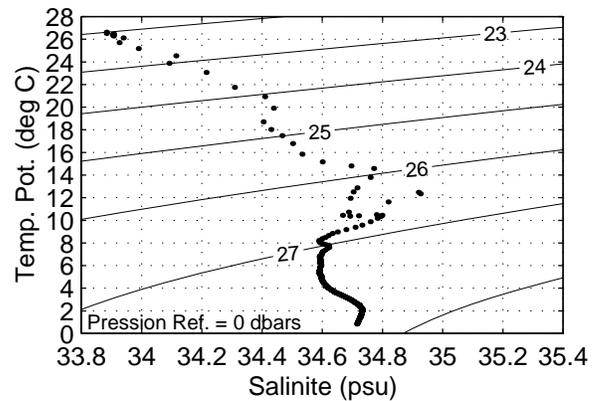
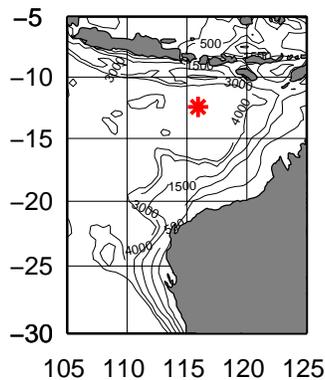
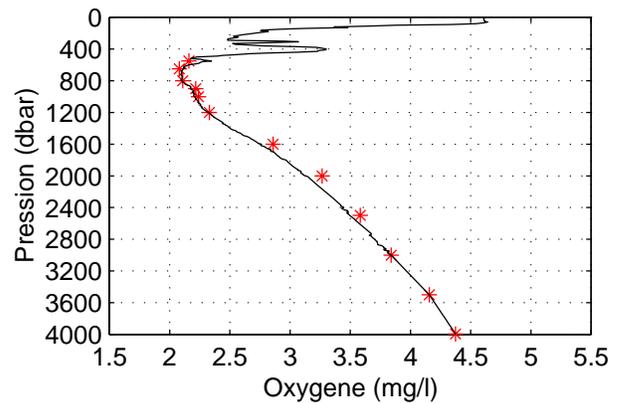
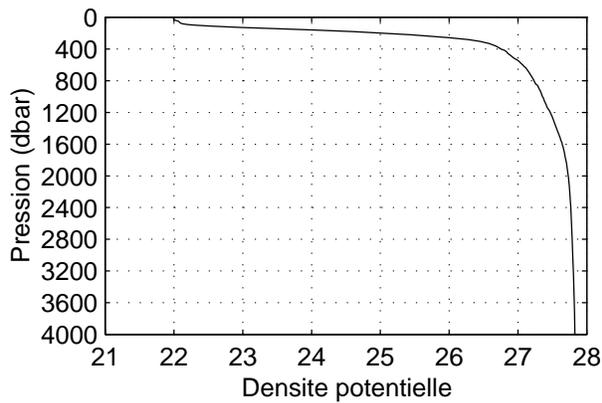
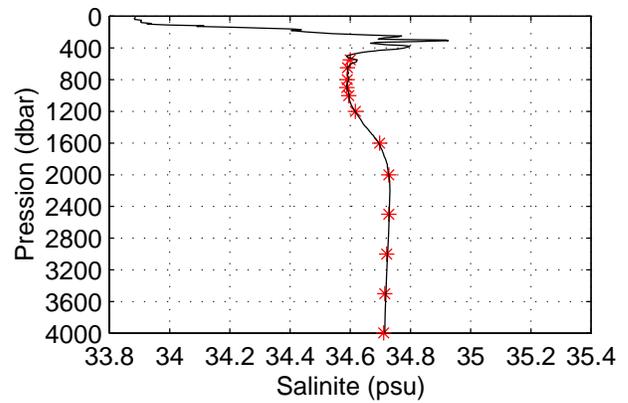
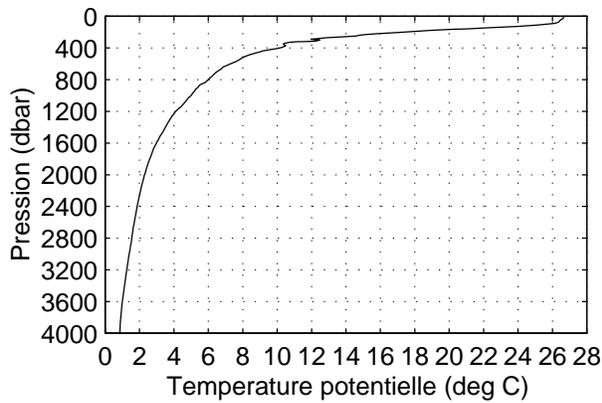
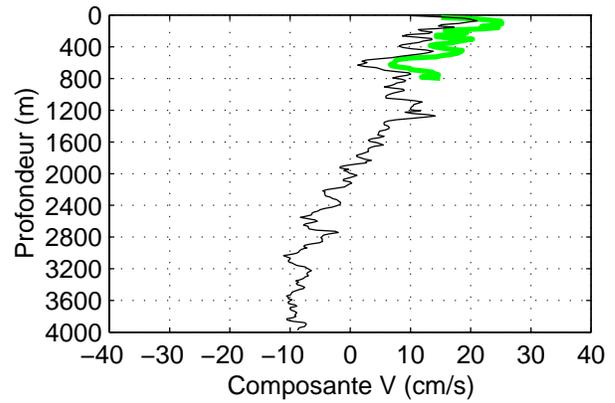
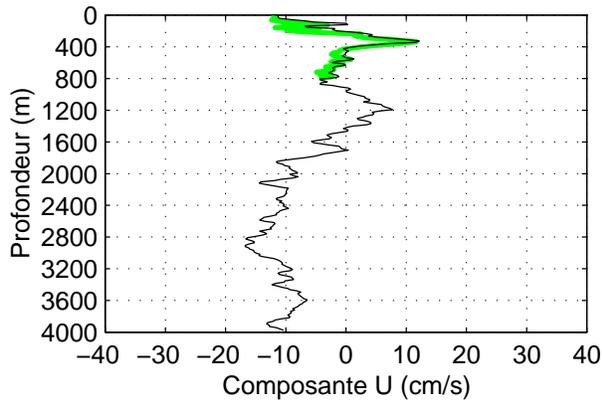
### TIP 2000 – Station 111 – CTD, LADCP et ADCP de coque



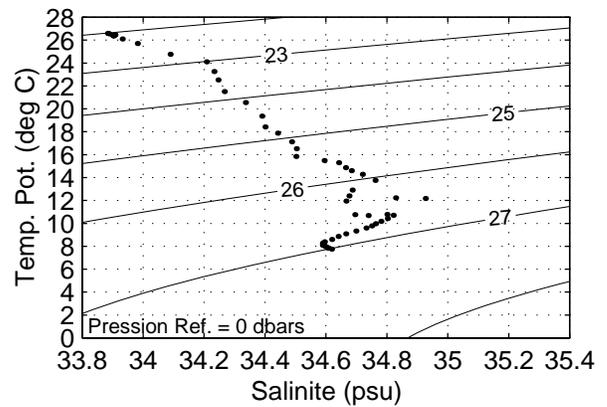
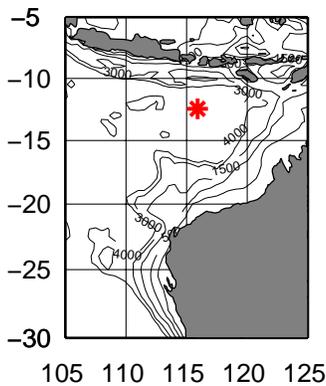
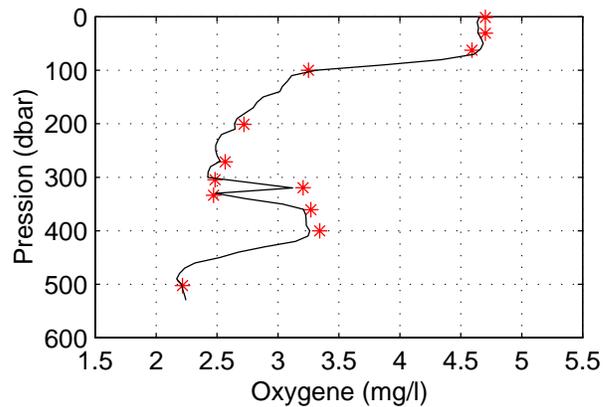
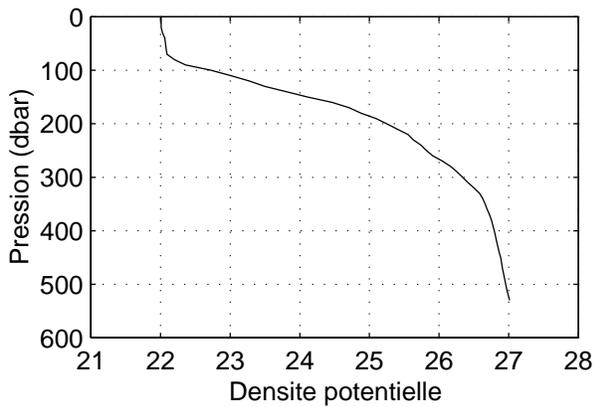
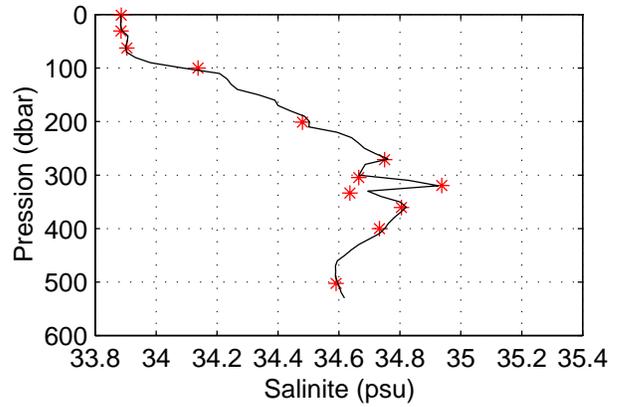
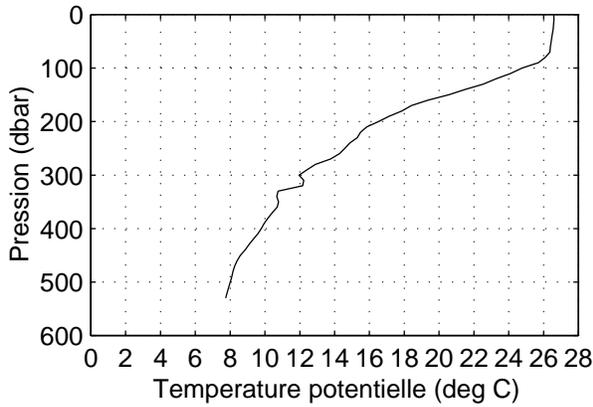
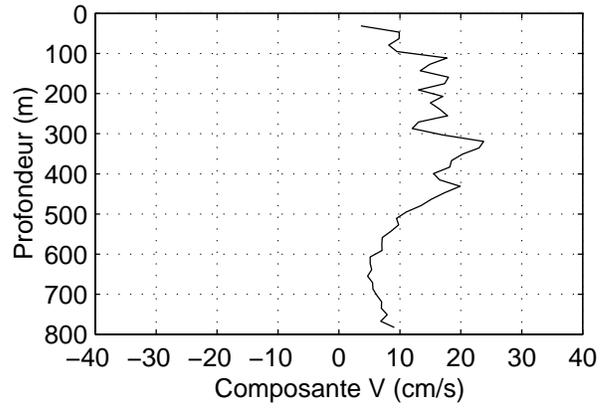
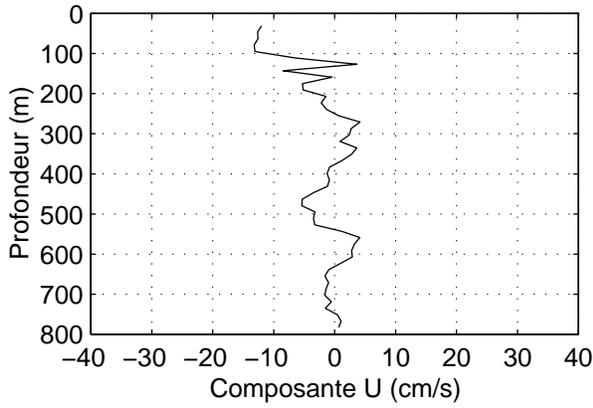
**TIP 2000 – Station 112 – CTD, LADCP et ADCP de coque**



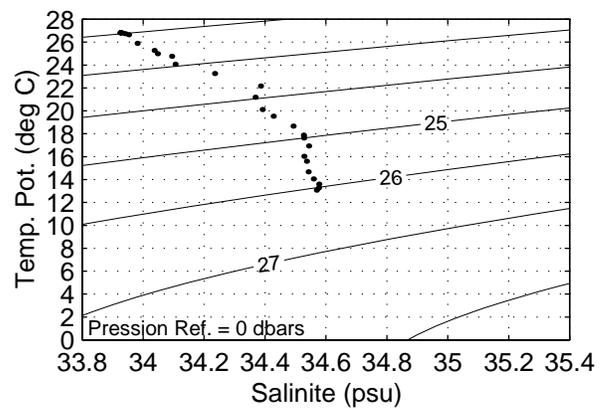
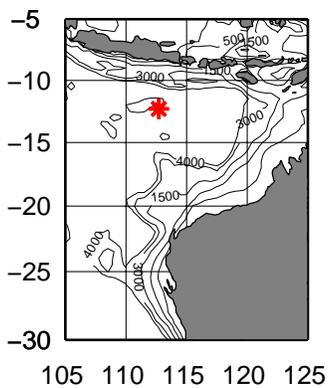
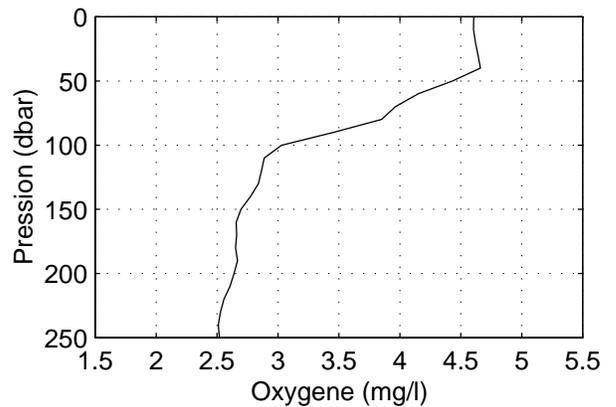
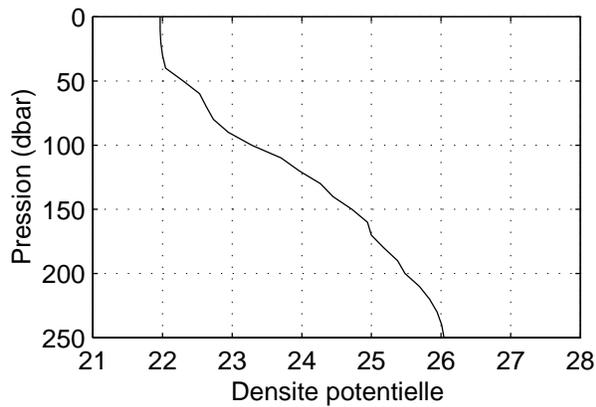
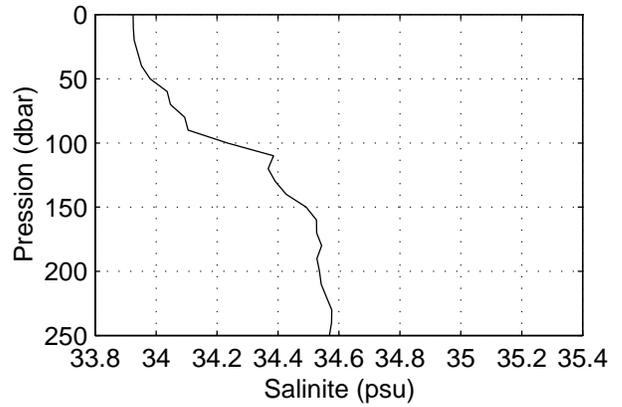
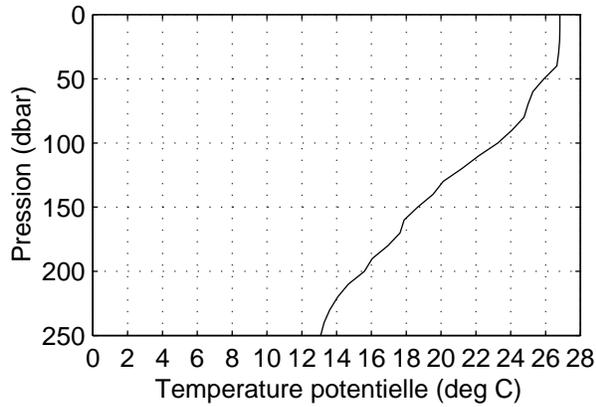
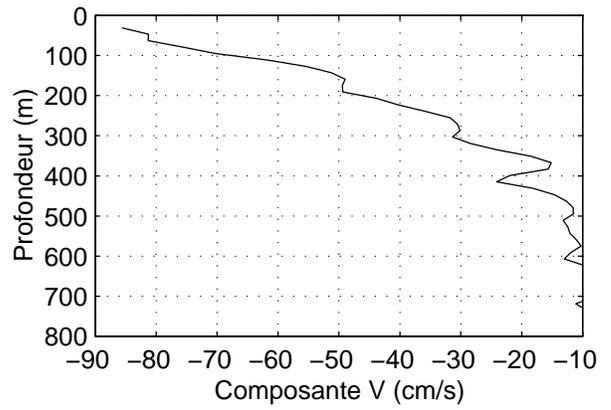
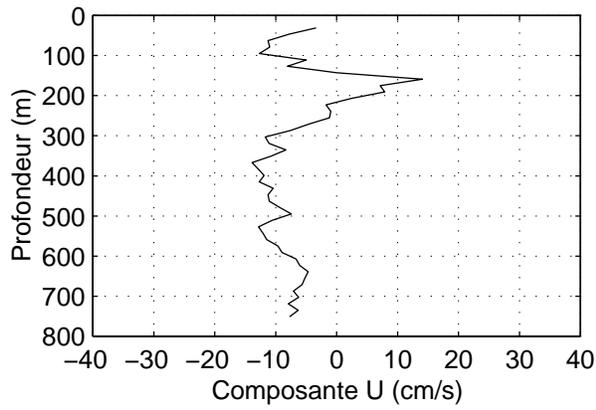
### TIP 2000 – Station 121 – CTD, LADCP et ADCP de coque



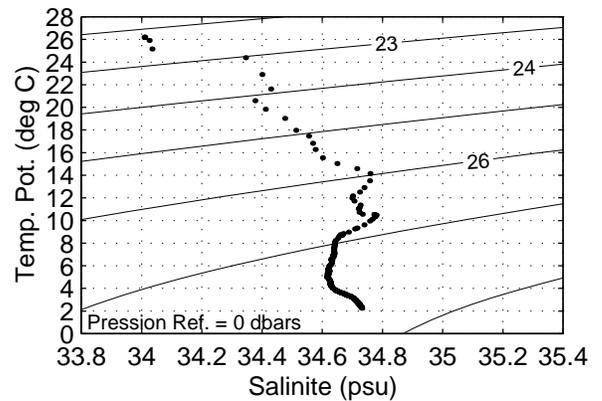
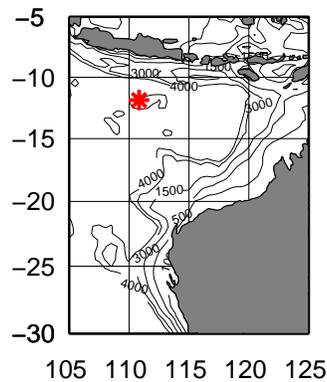
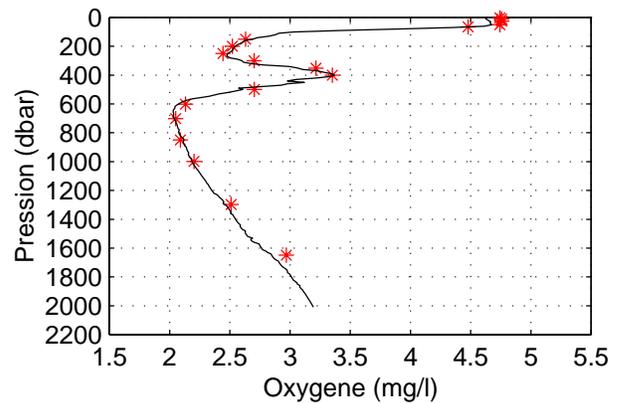
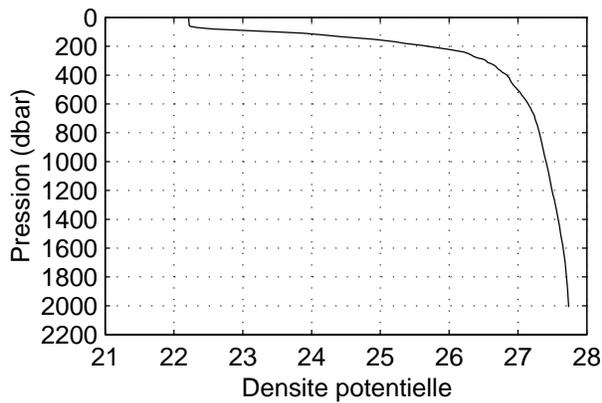
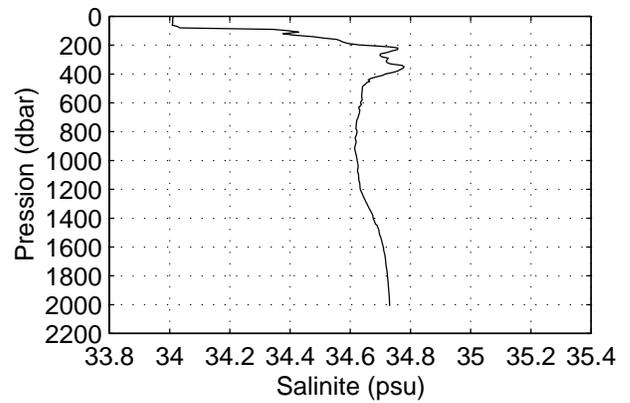
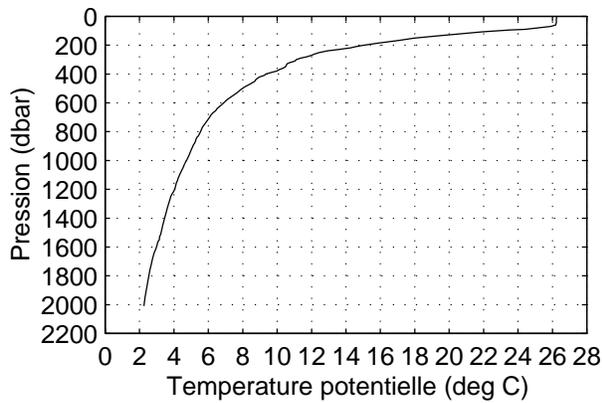
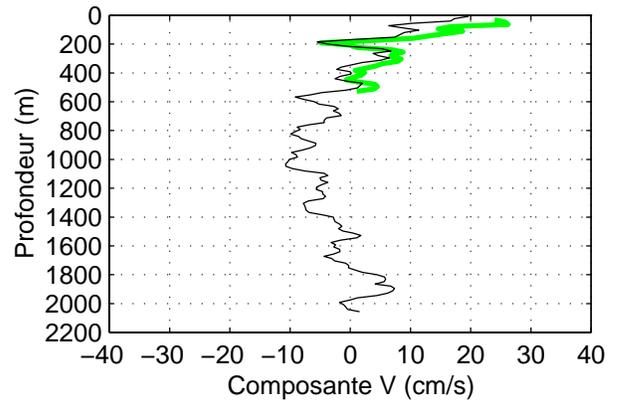
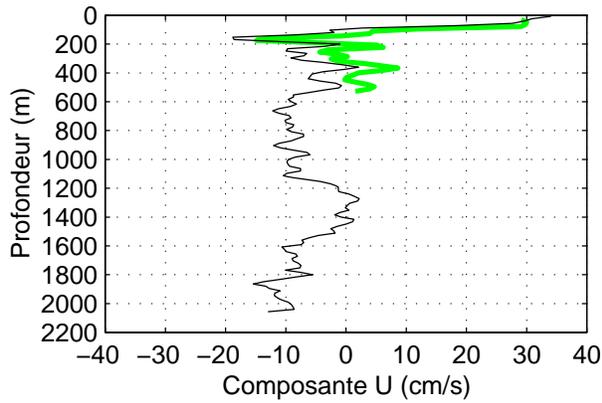
**TIP 2000 – Station 122 – CTD et ADCP de coque**



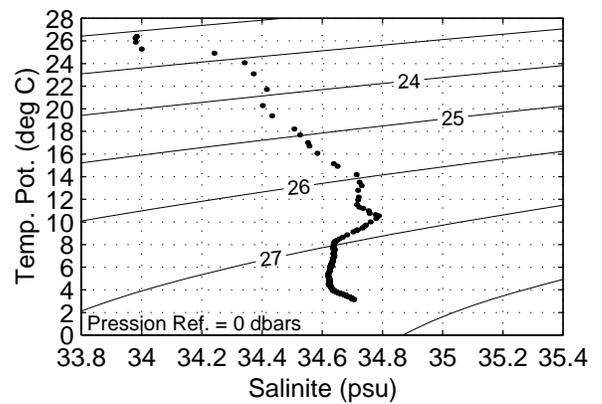
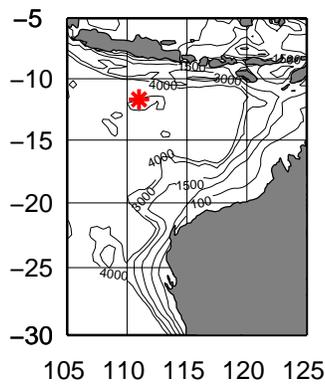
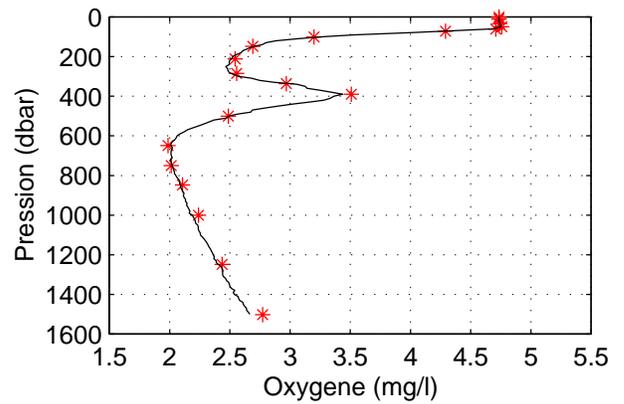
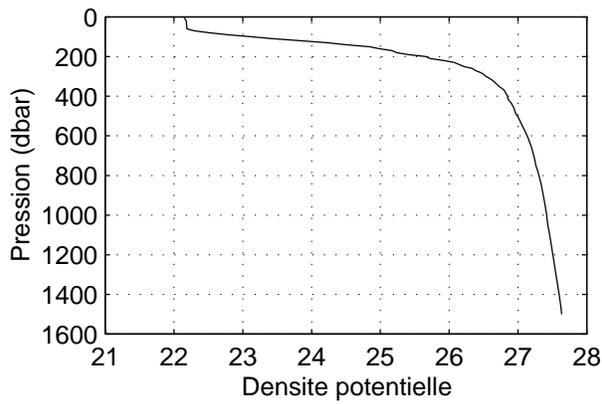
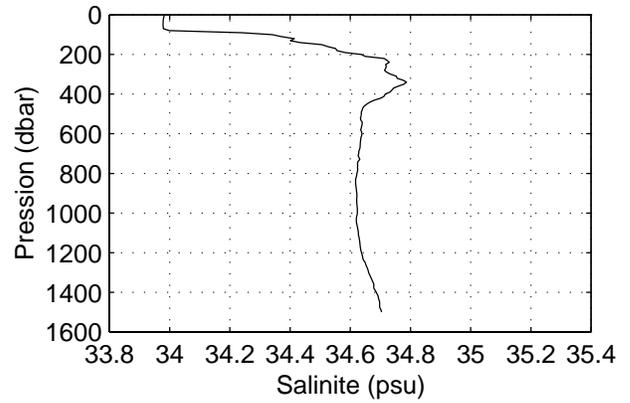
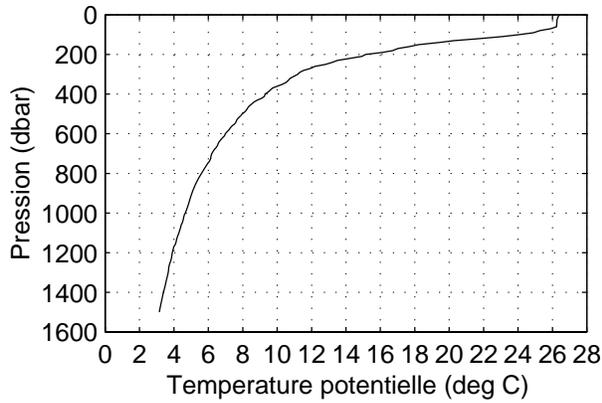
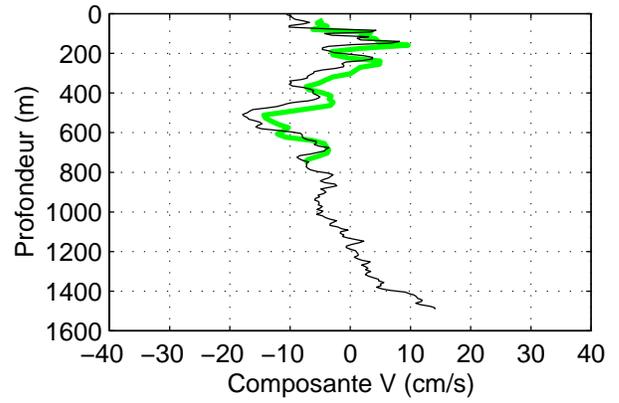
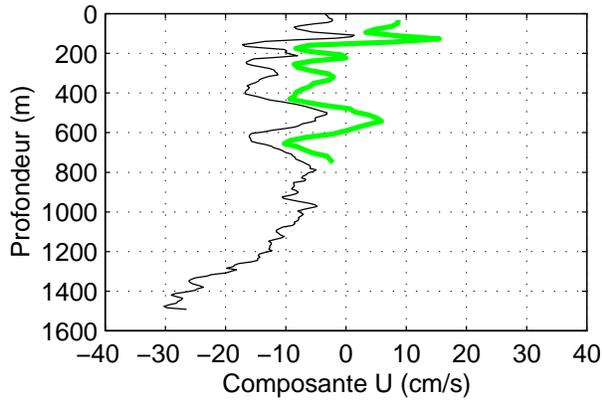
### TIP 2000 – Station 13 – CTD et ADCP de coque



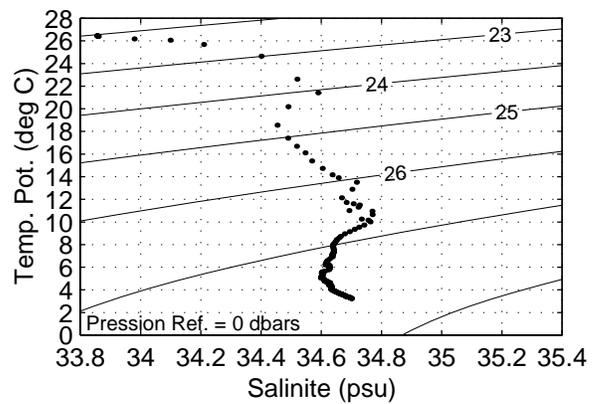
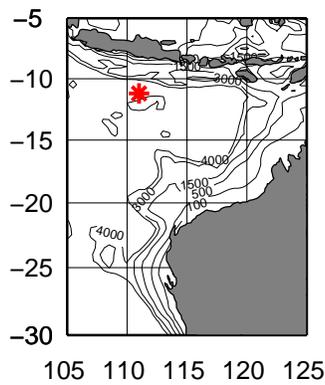
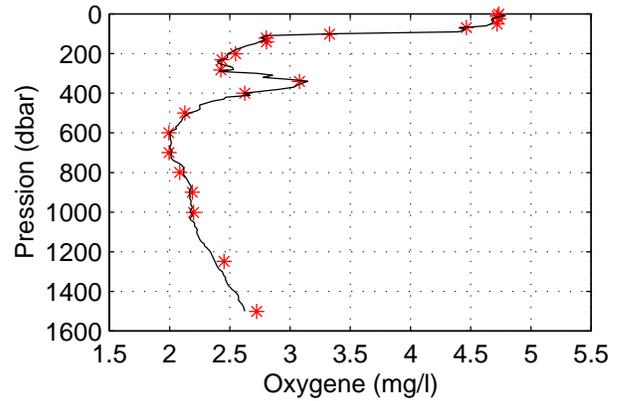
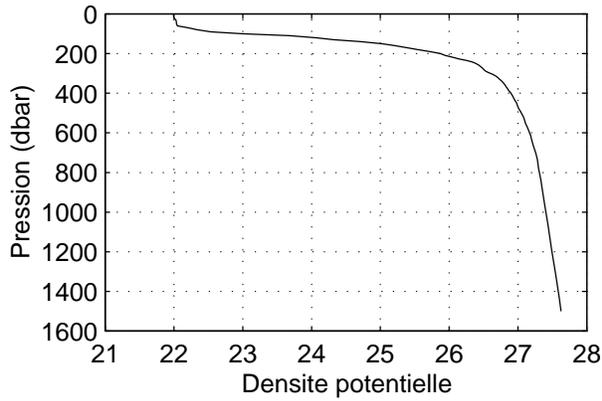
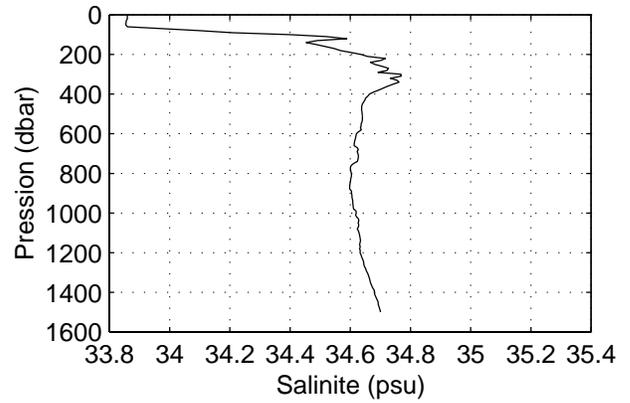
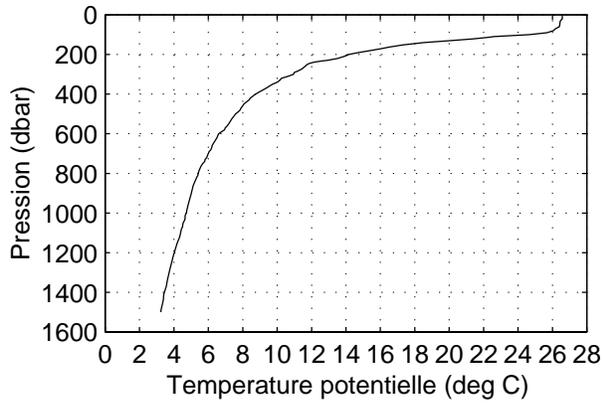
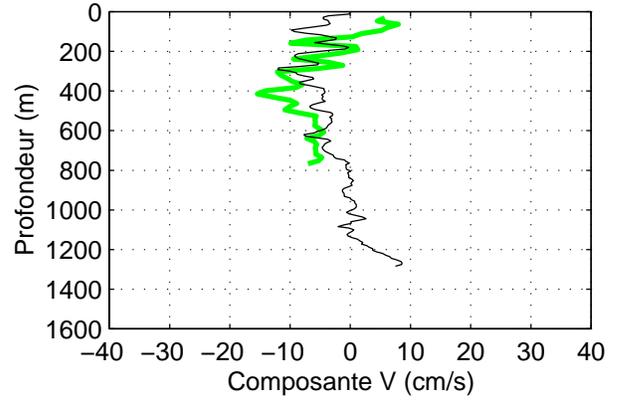
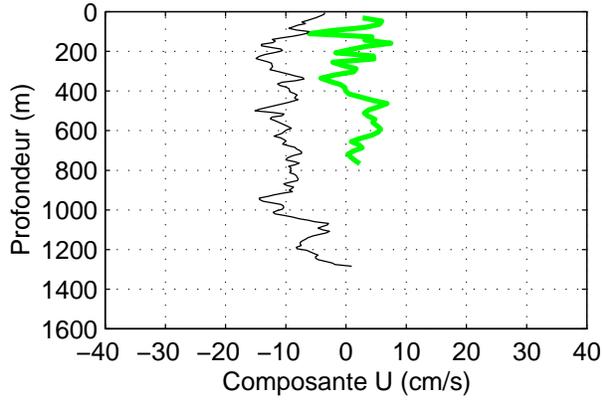
### TIP 2000 – Station 14 – CTD, LADCP et ADCP de coque



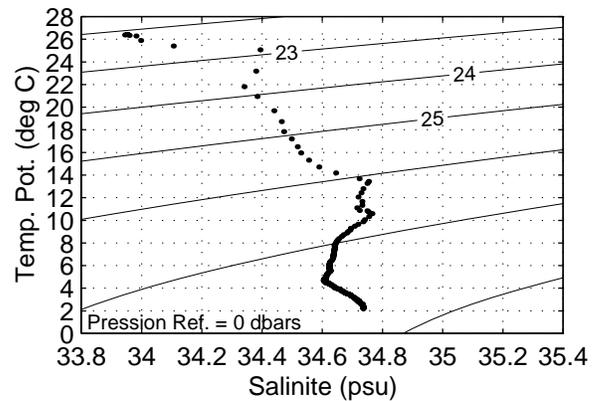
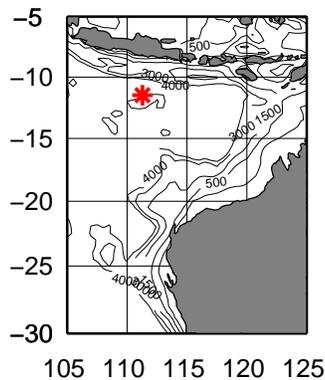
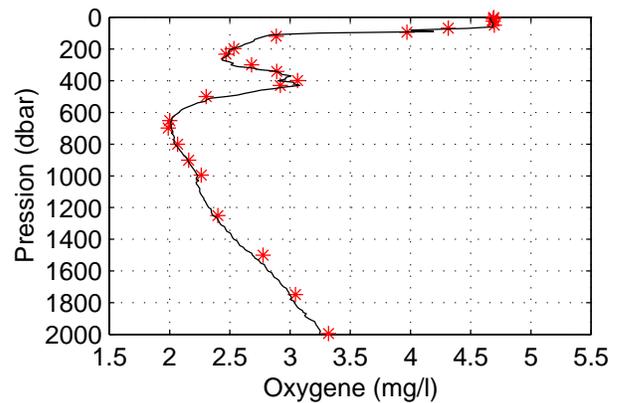
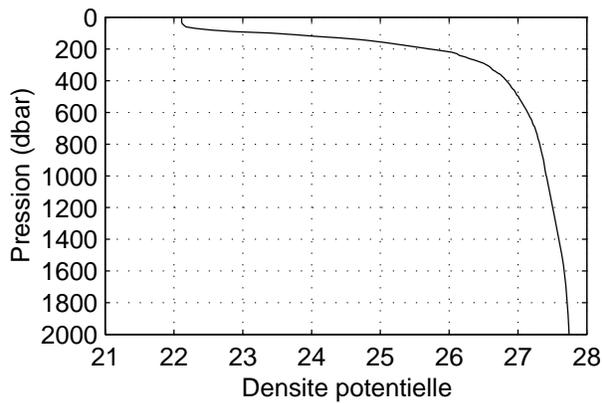
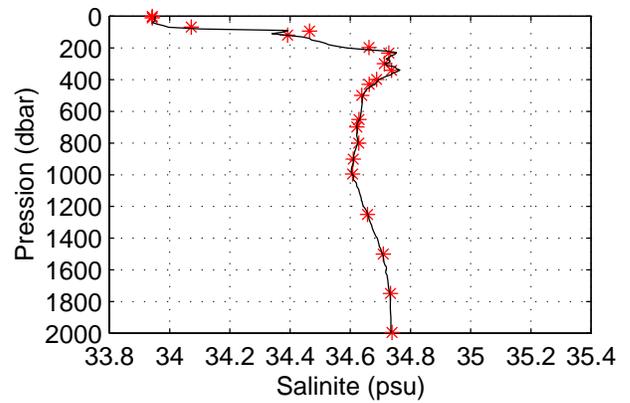
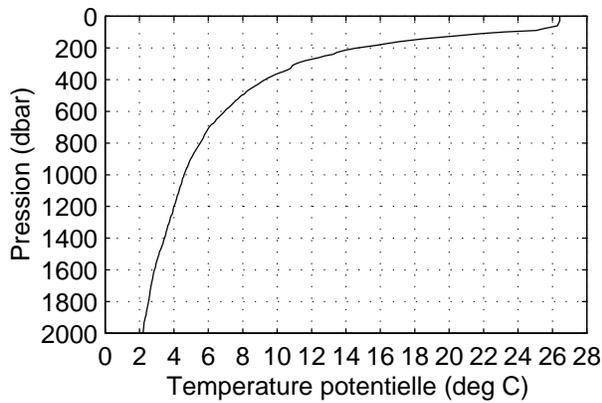
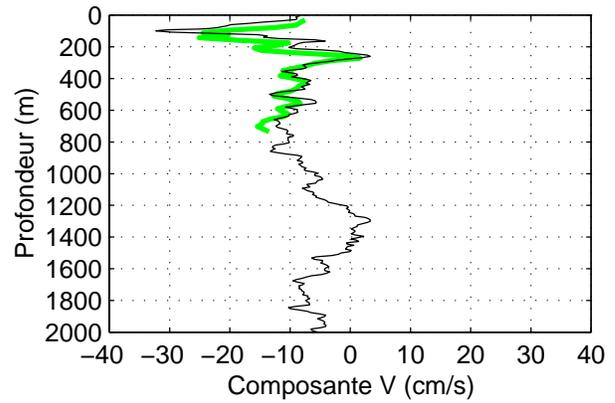
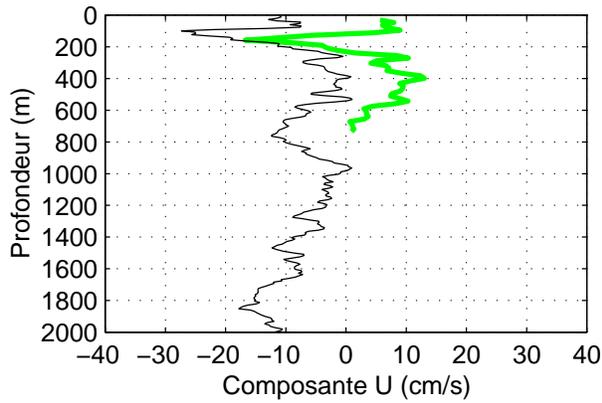
### TIP 2000 – Station 15 – CTD, LADCP et ADCP de coque



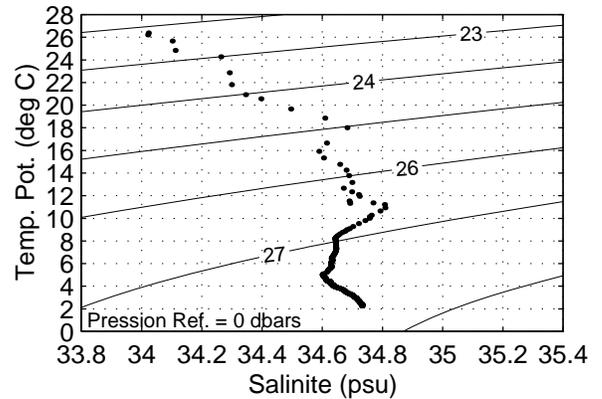
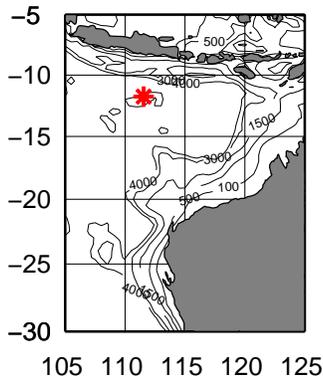
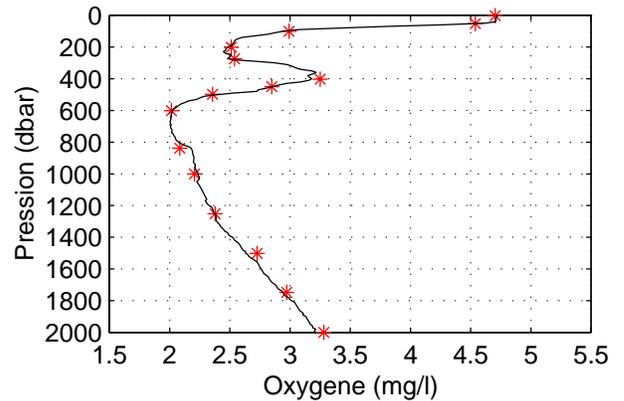
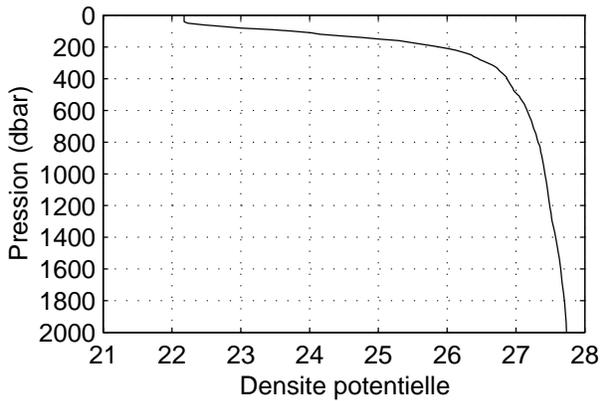
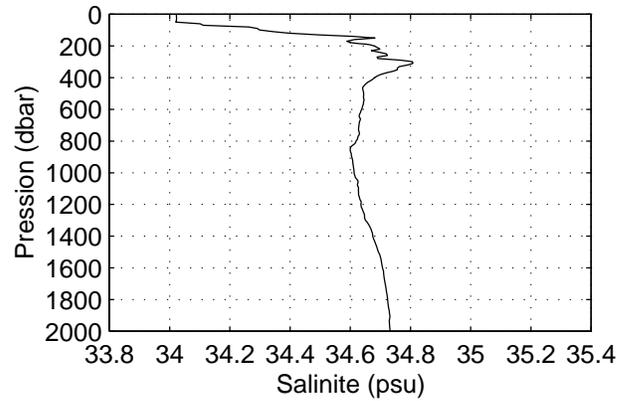
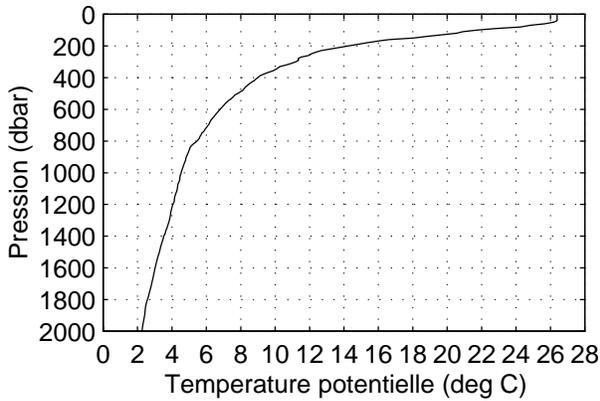
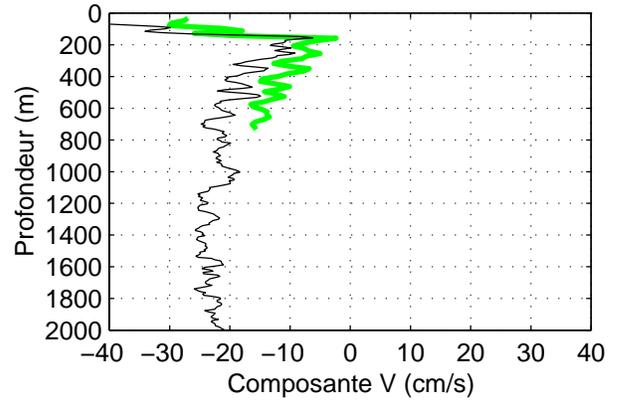
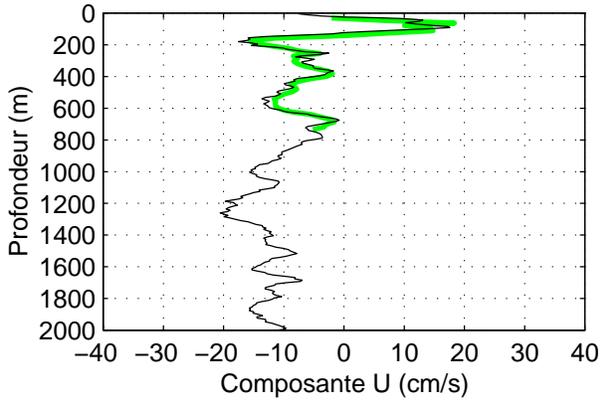
**TIP 2000 – Station 16 – CTD, LADCP et ADCP de coque**



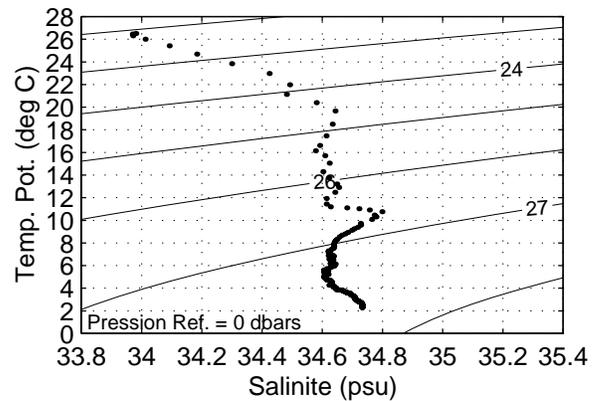
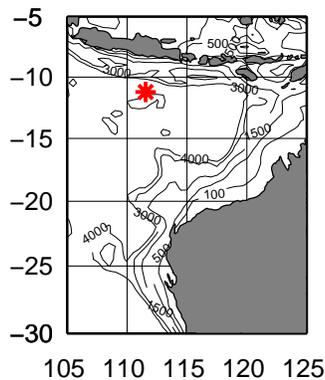
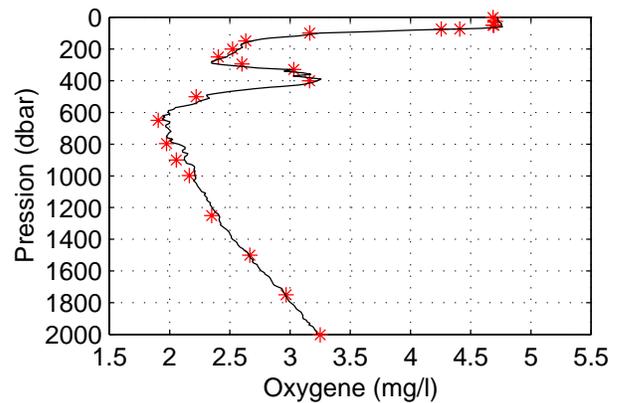
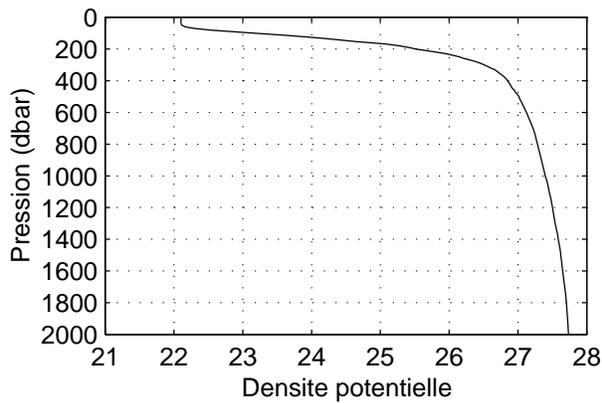
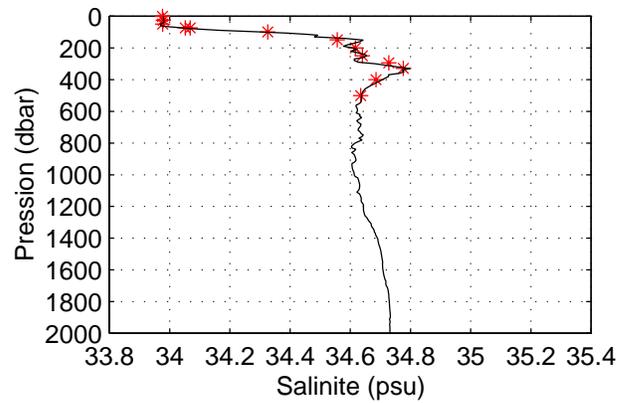
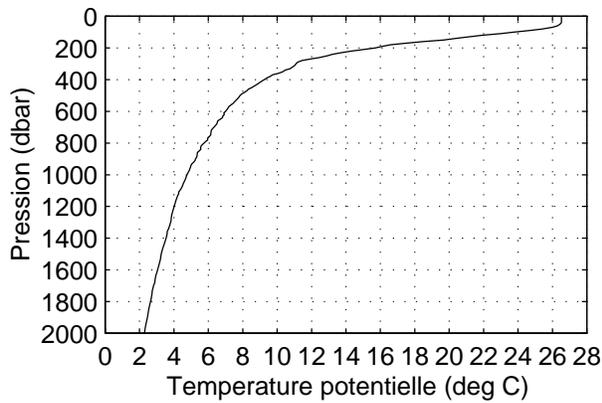
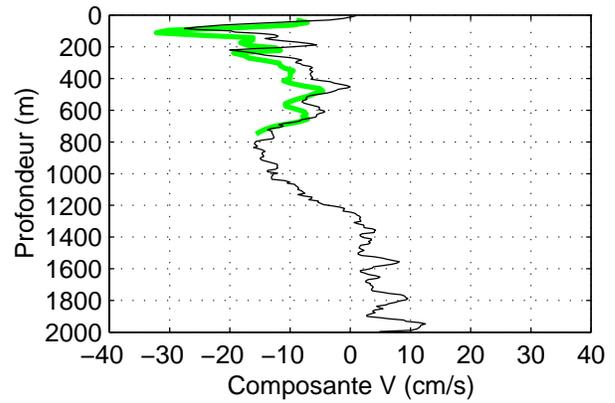
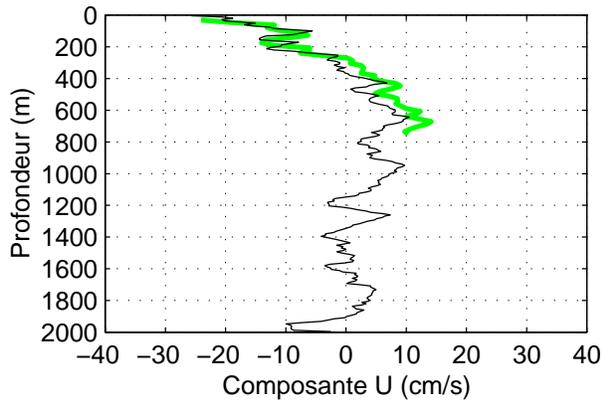
### TIP 2000 – Station 17 – CTD, LADCP et ADCP de coque



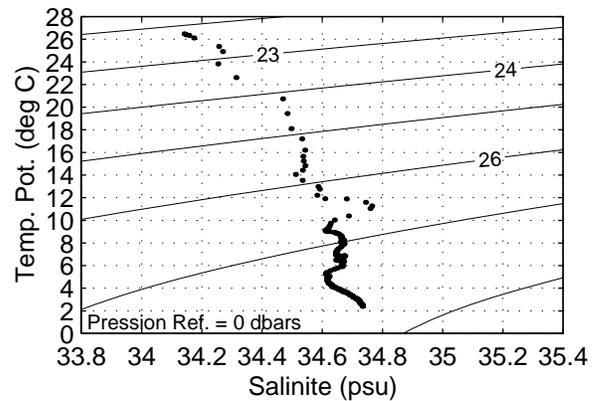
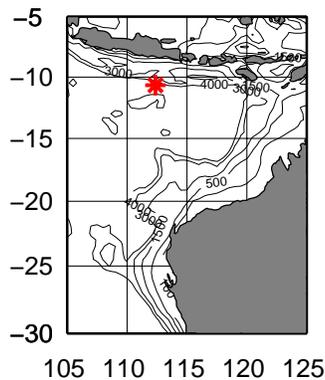
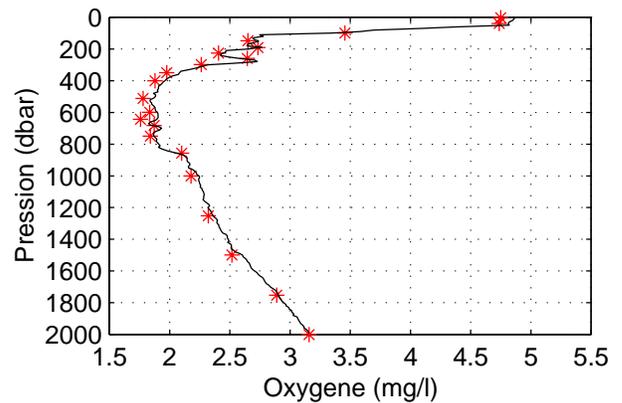
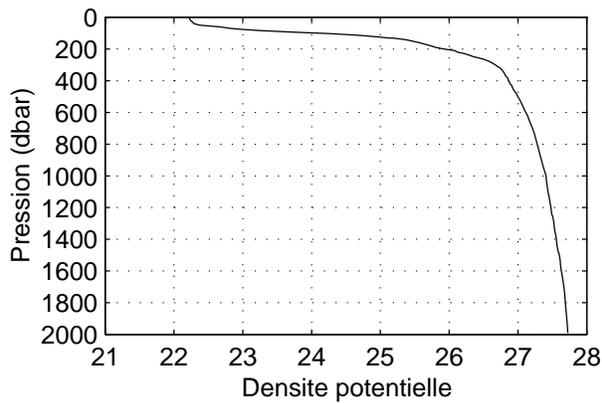
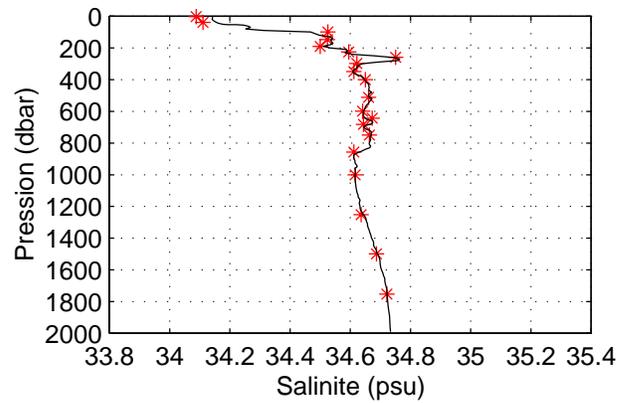
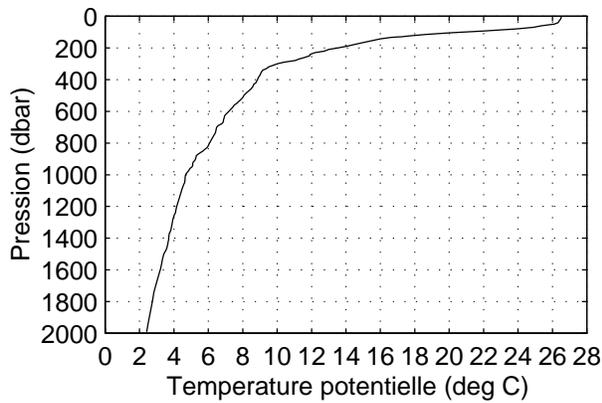
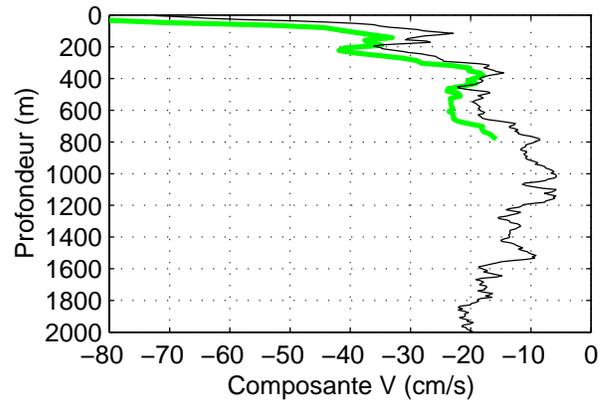
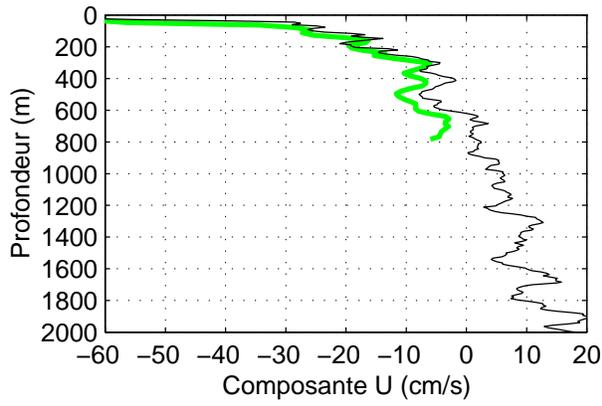
### TIP 2000 – Station 18 – CTD, LADCP et ADCP de coque



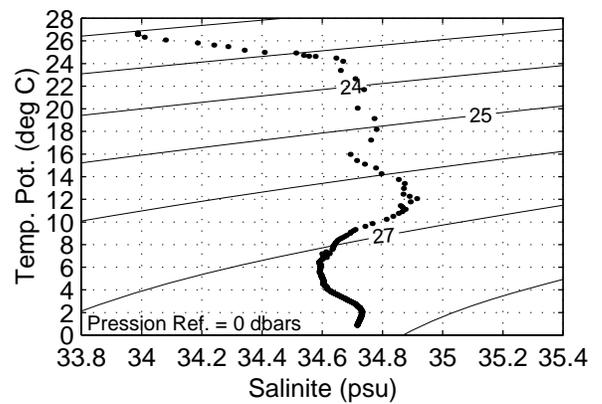
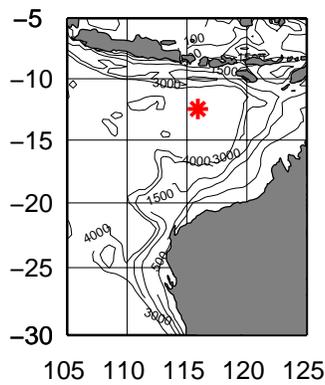
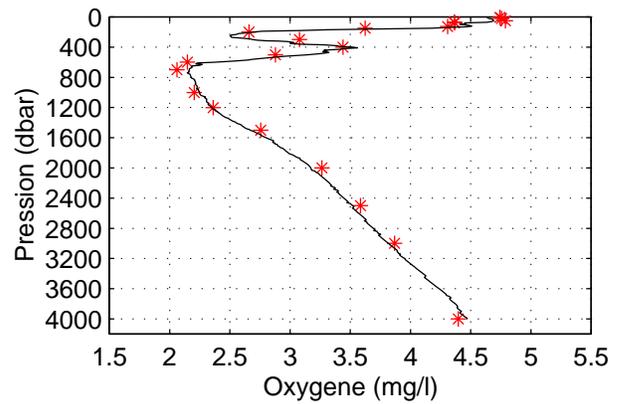
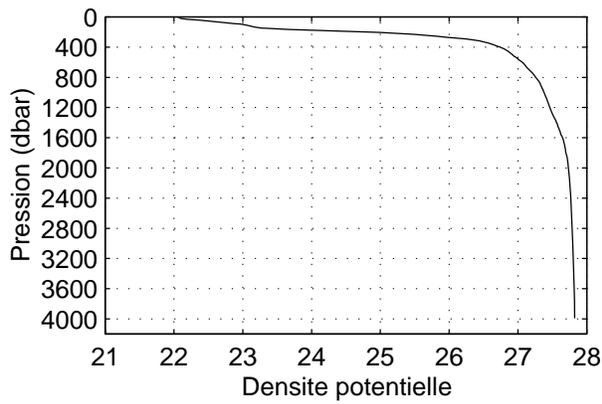
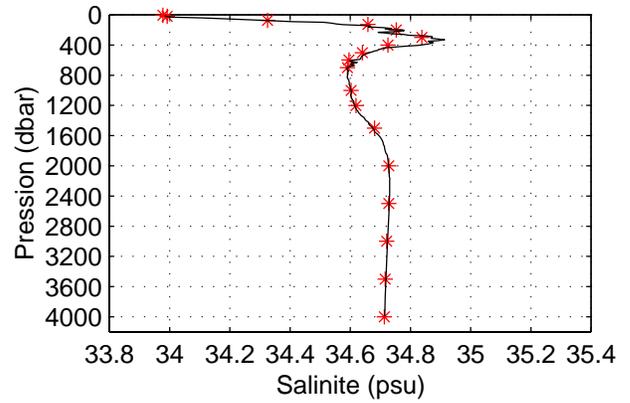
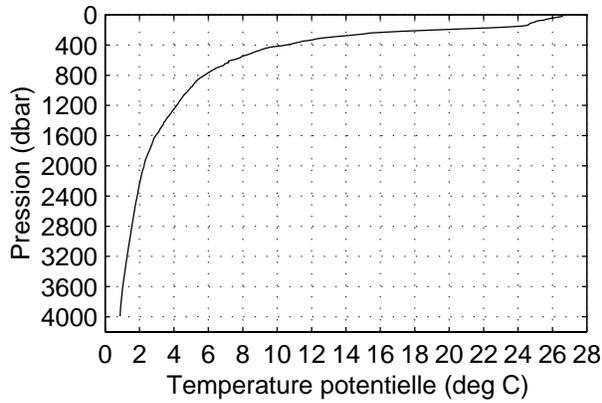
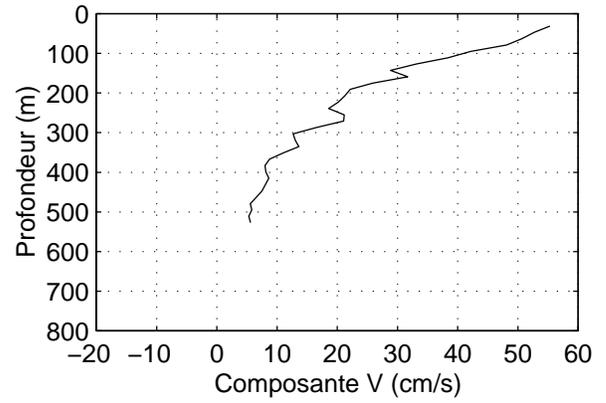
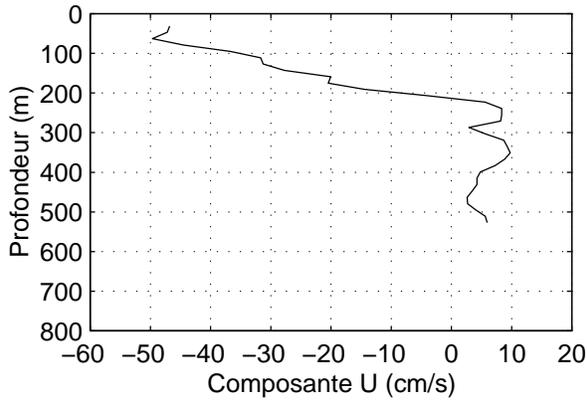
### TIP 2000 – Station 19 – CTD, LADCP et ADCP de coque



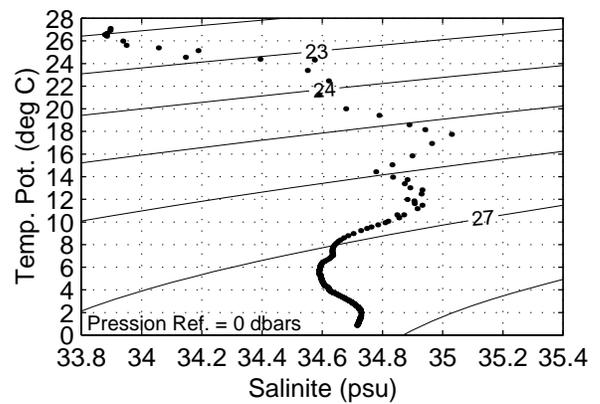
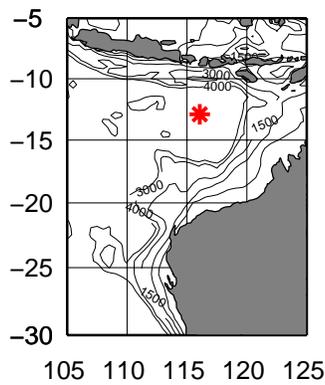
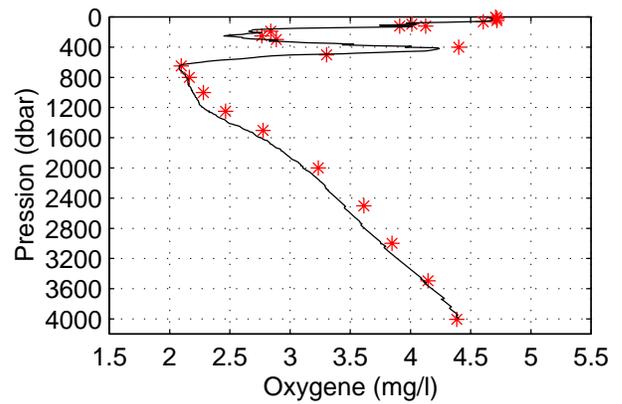
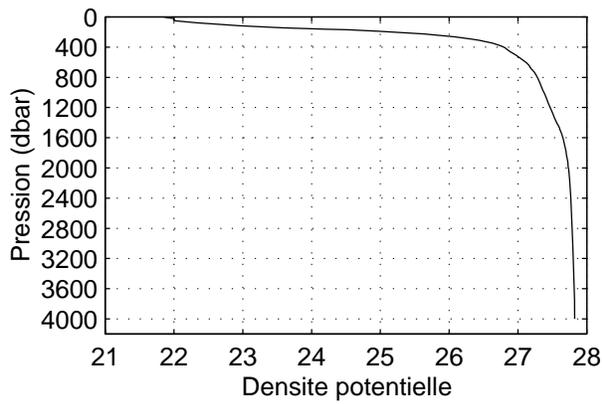
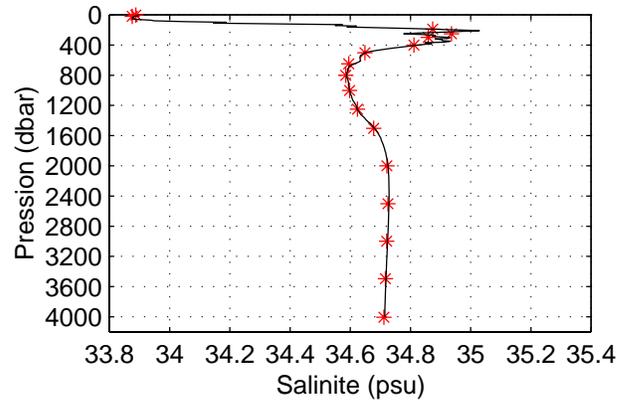
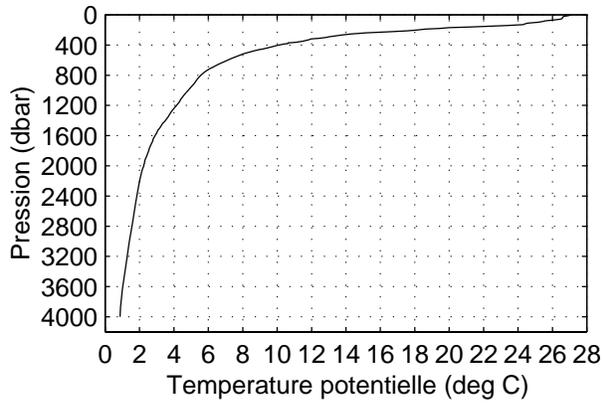
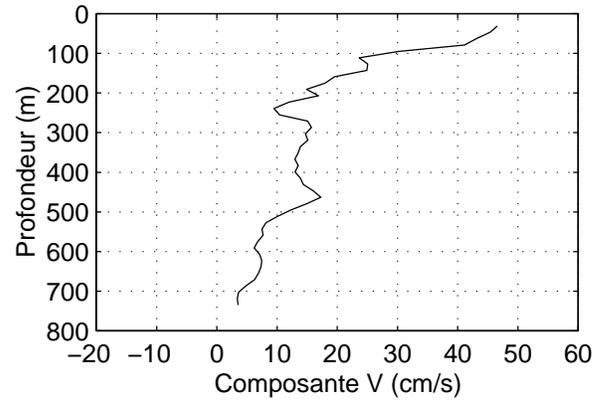
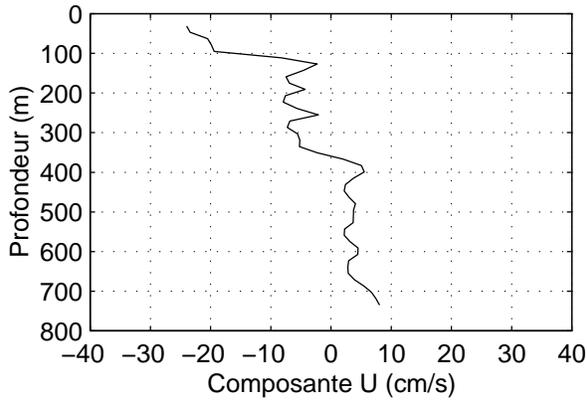
### TIP 2000 – Station 20 – CTD, LADCP et ADCP de coque



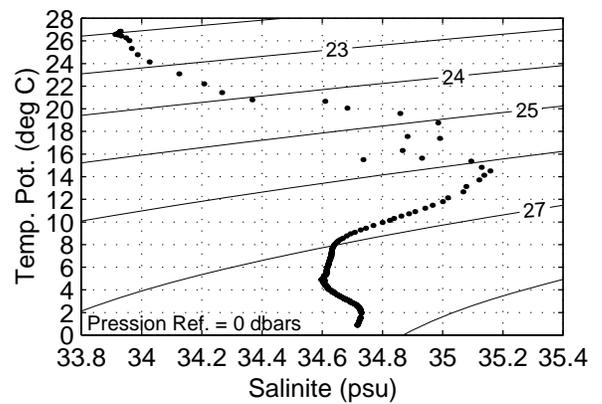
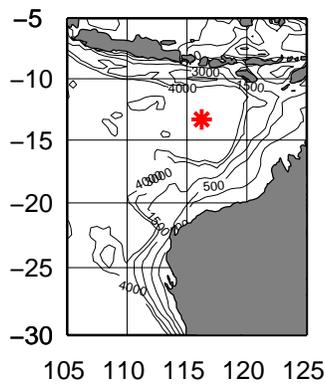
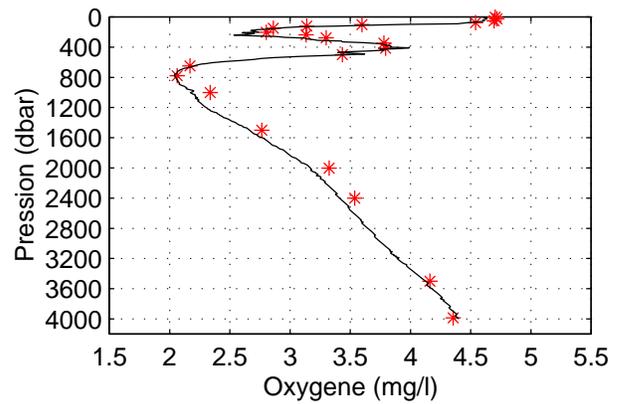
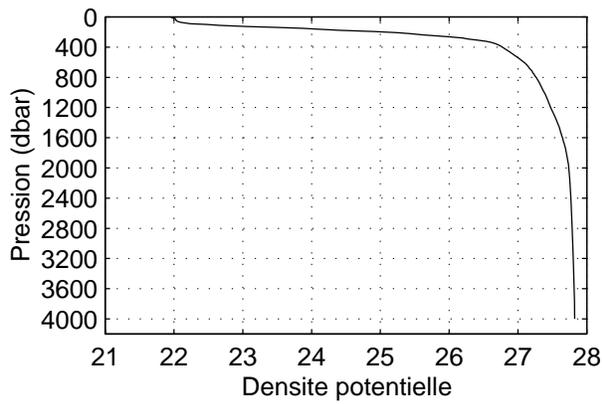
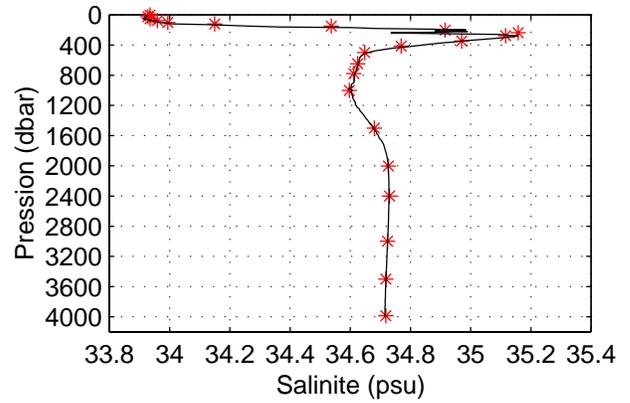
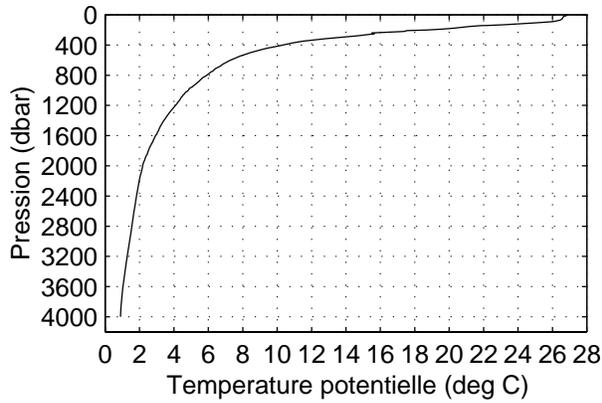
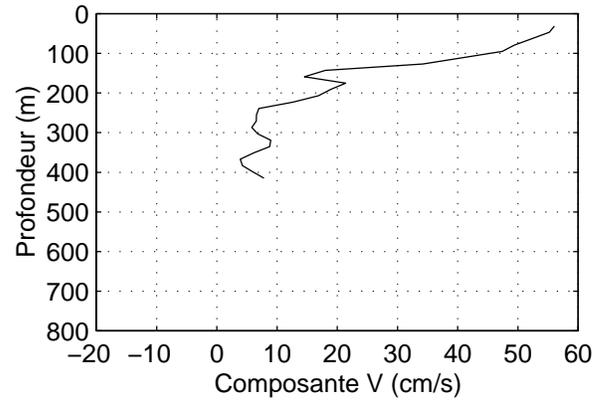
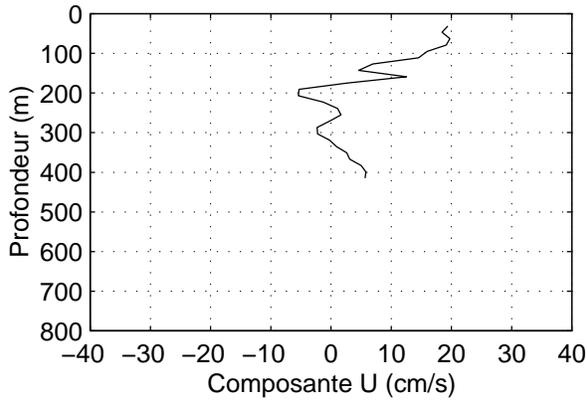
### TIP 2000 – Station 21 – CTD et ADCP de coque



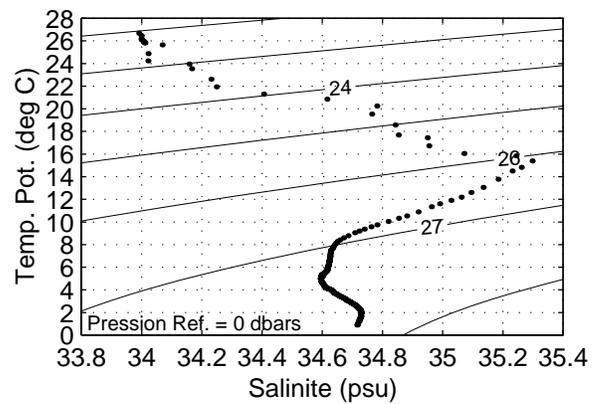
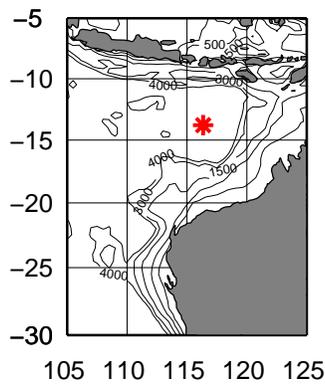
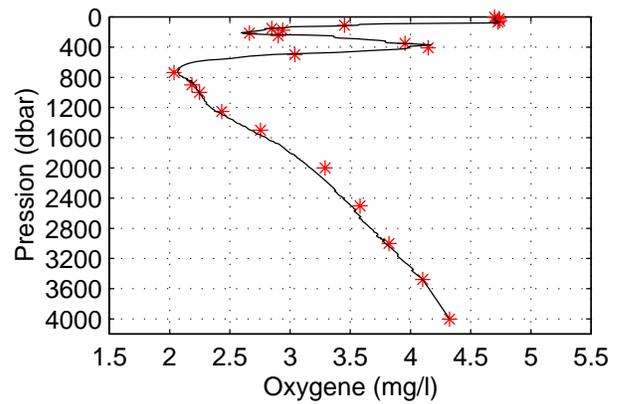
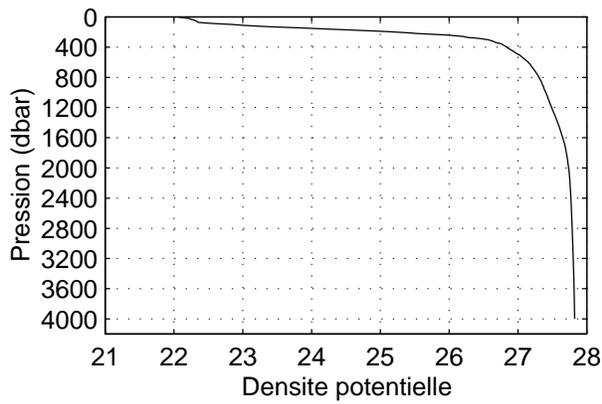
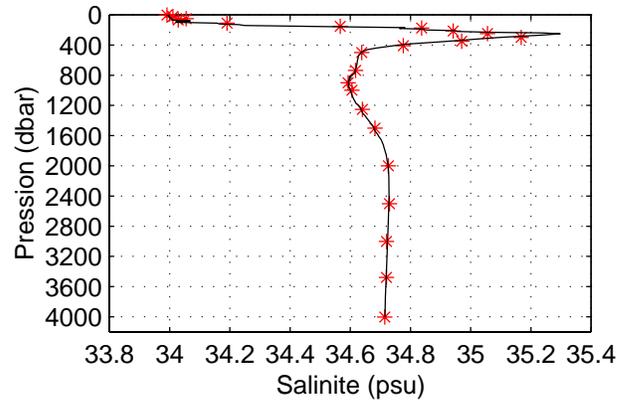
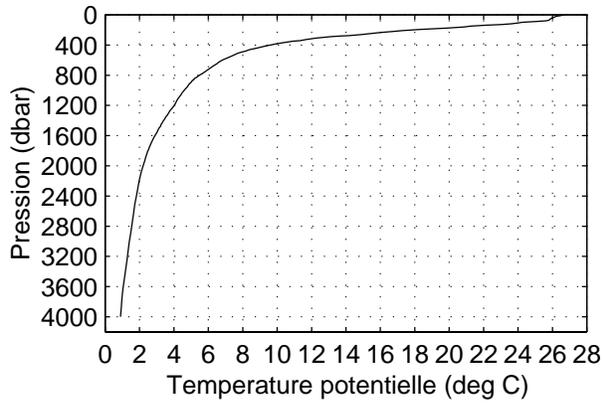
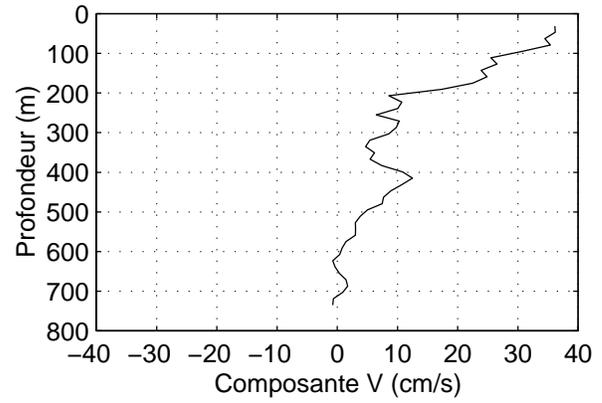
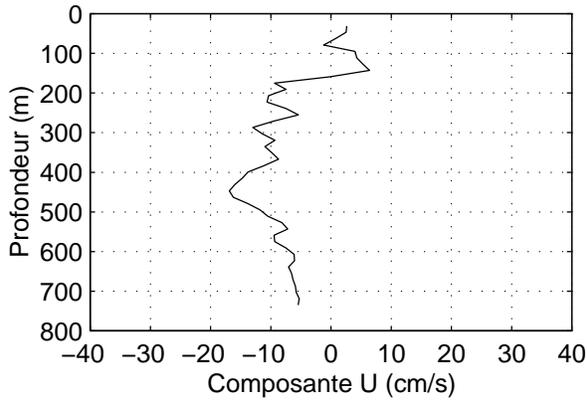
**TIP 2000 – Station 22 – CTD et ADCP de coque**



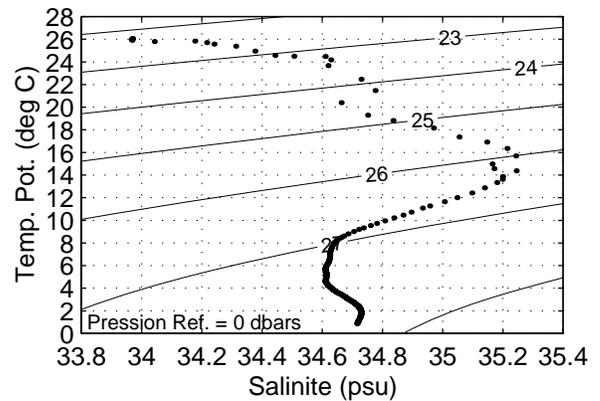
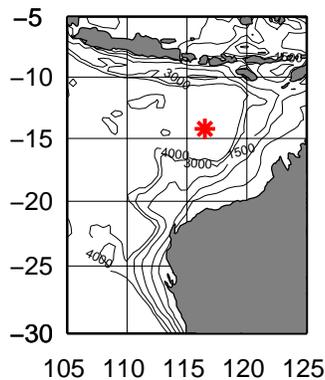
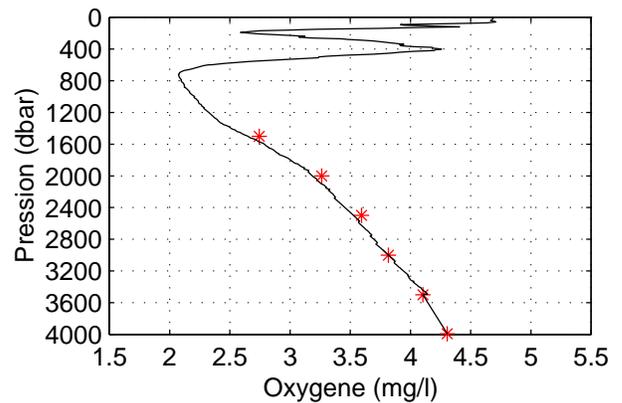
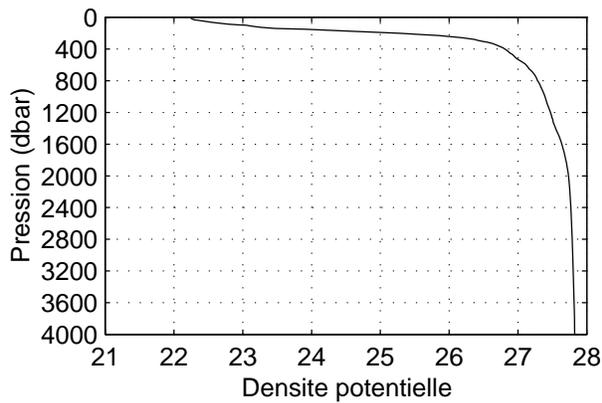
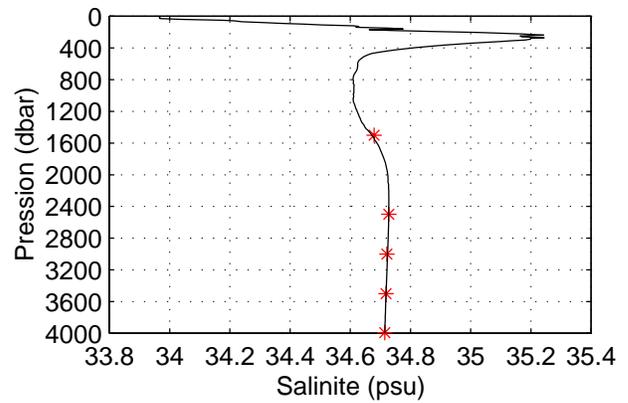
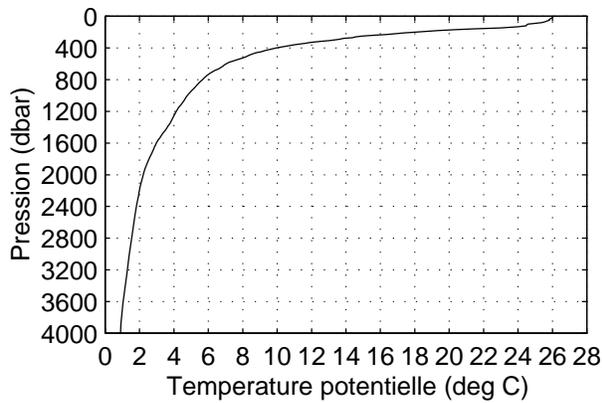
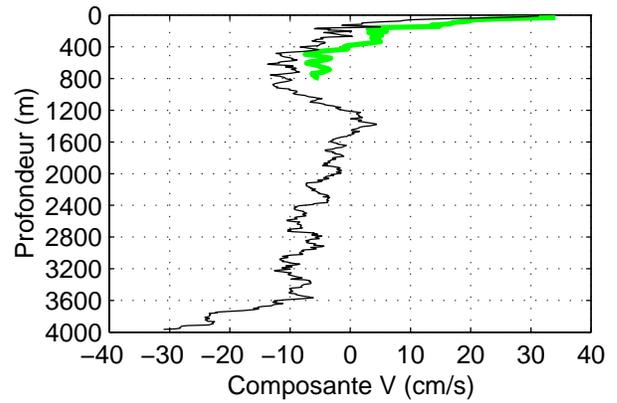
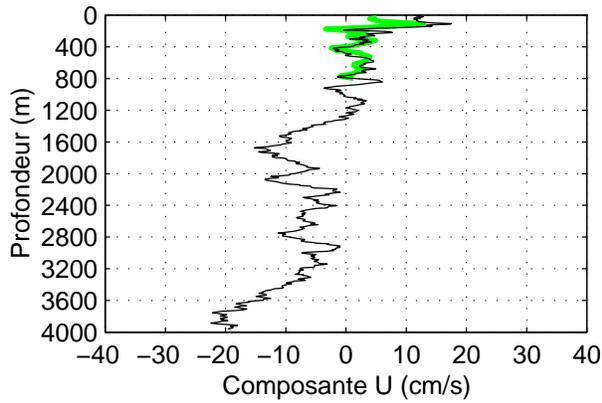
### TIP 2000 – Station 23 – CTD et ADCP de coque



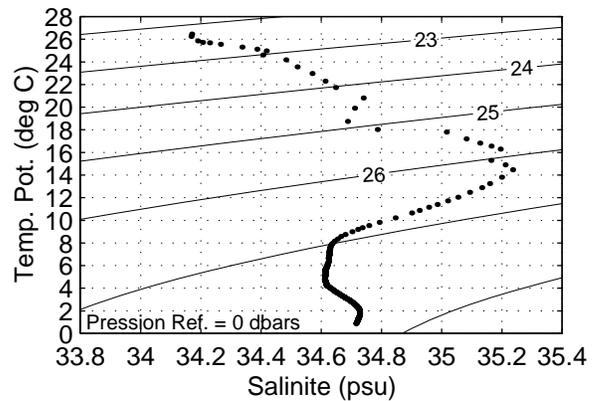
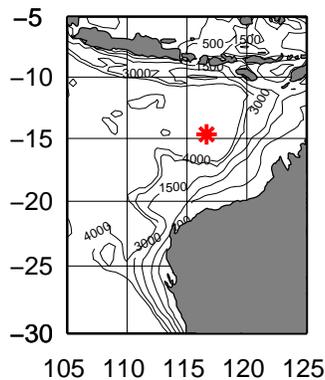
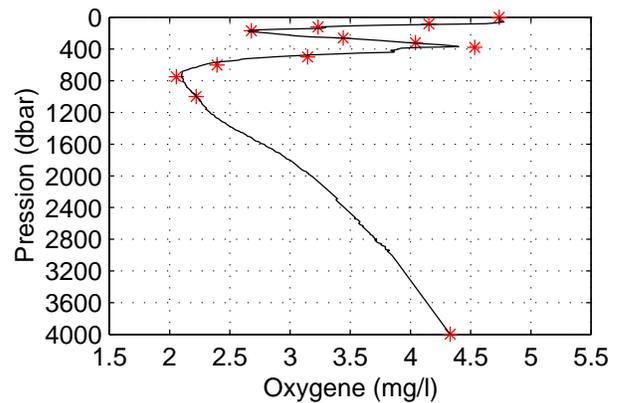
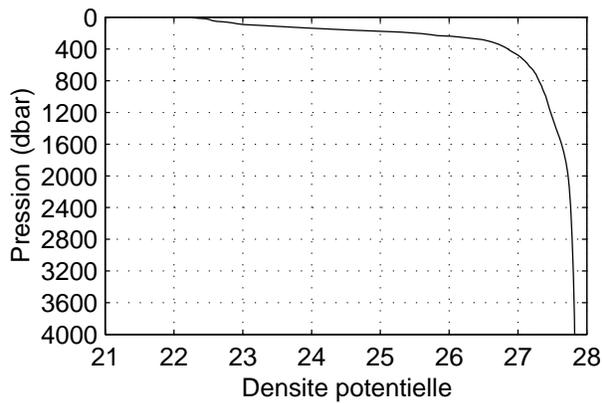
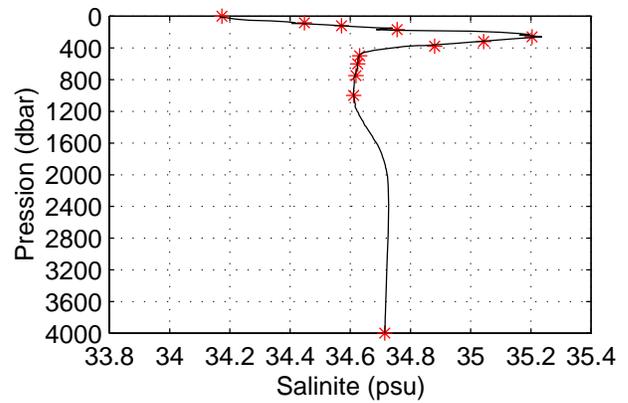
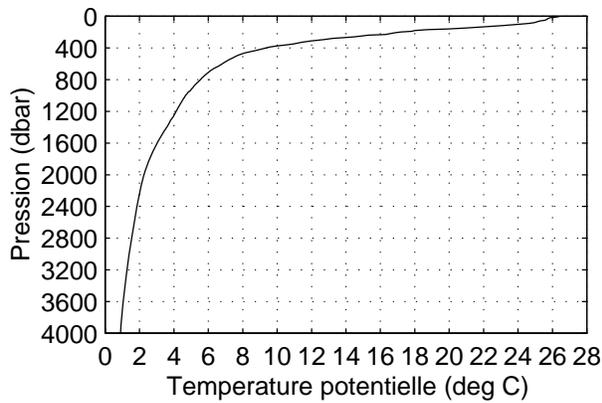
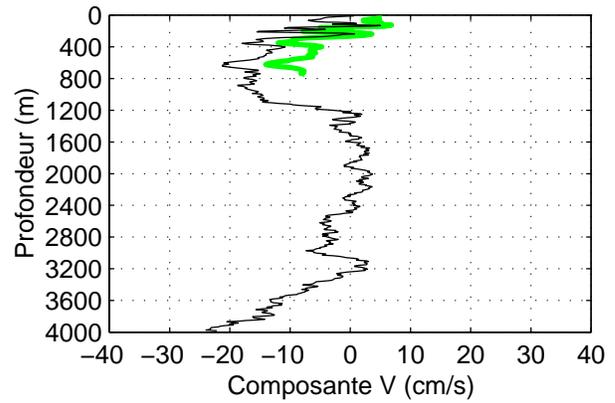
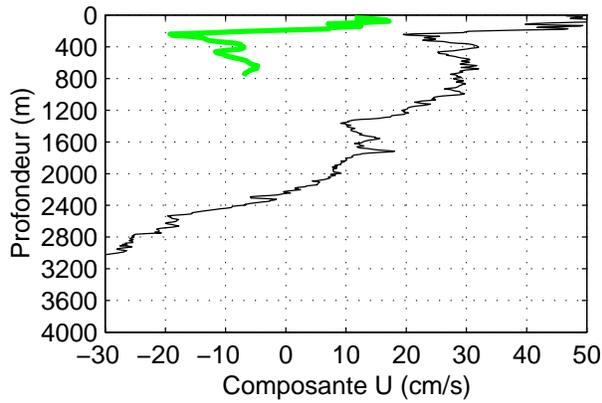
**TIP 2000 – Station 24 – CTD et ADCP de coque**



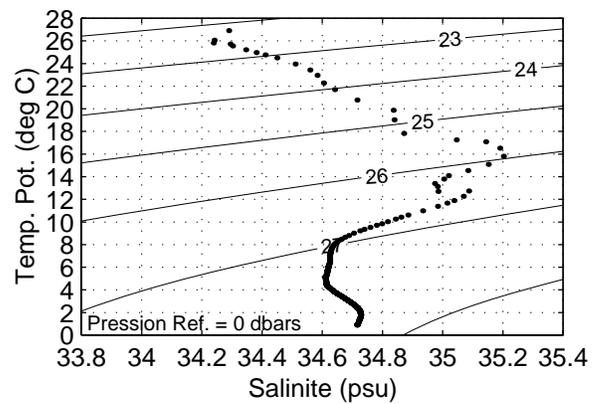
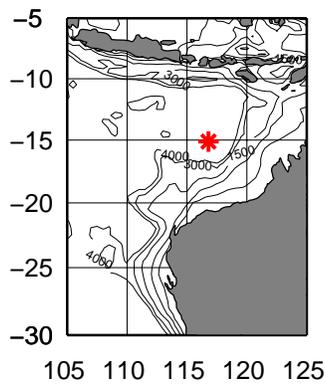
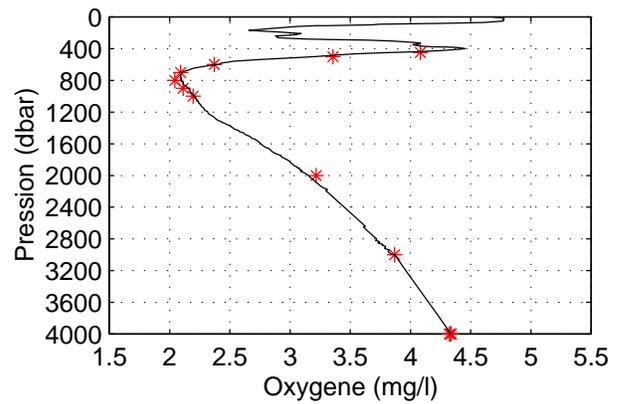
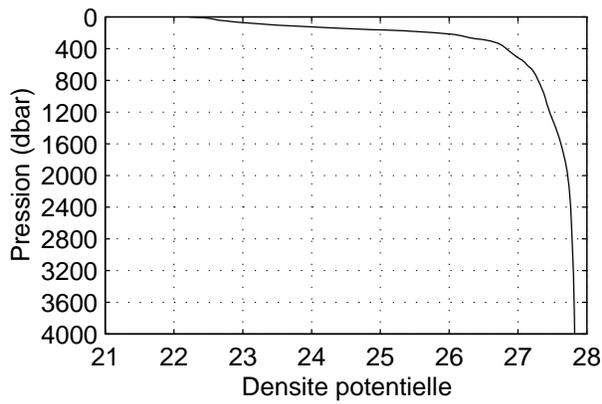
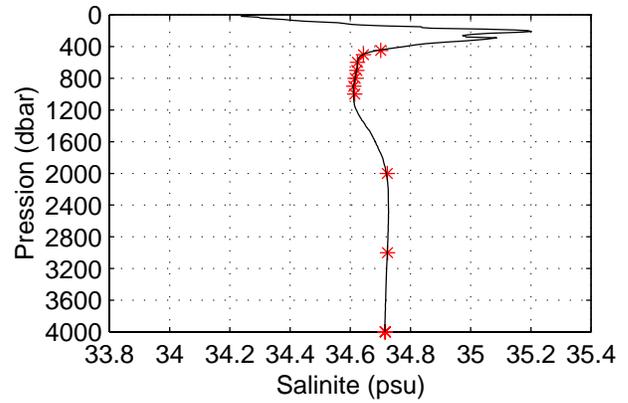
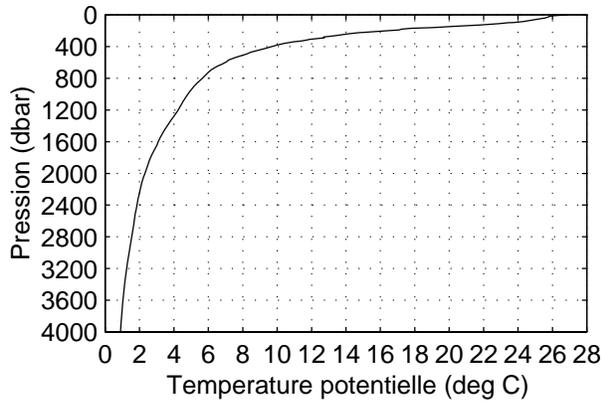
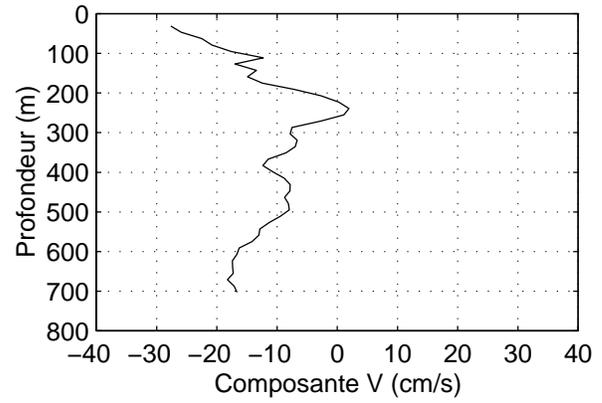
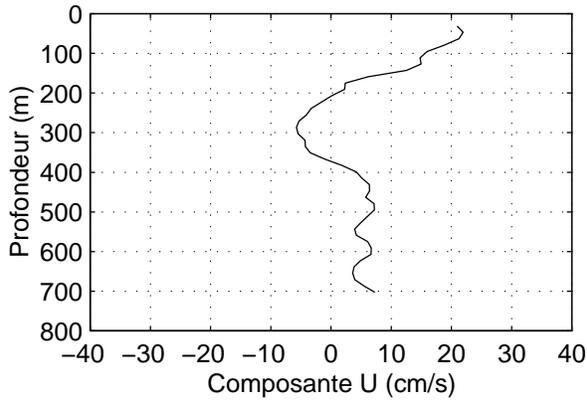
### TIP 2000 – Station 25 – CTD, LADCP et ADCP de coque



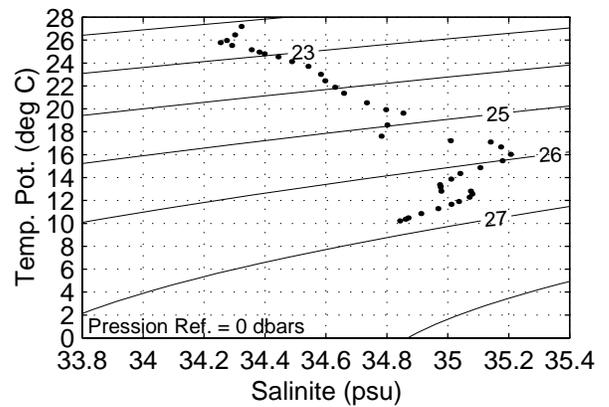
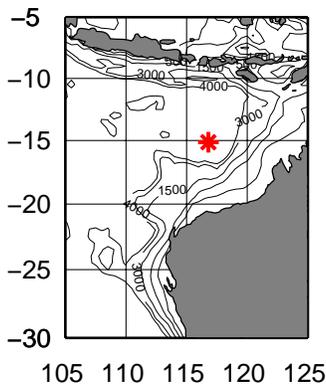
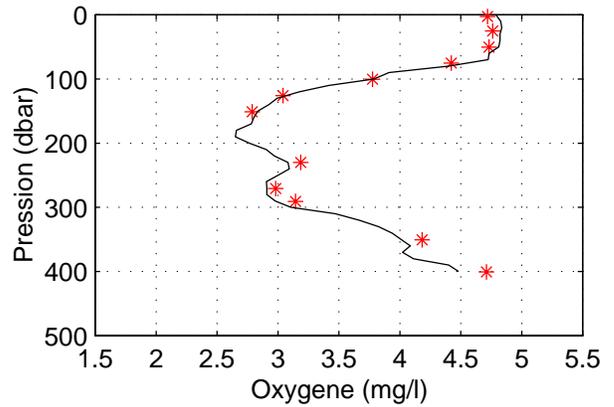
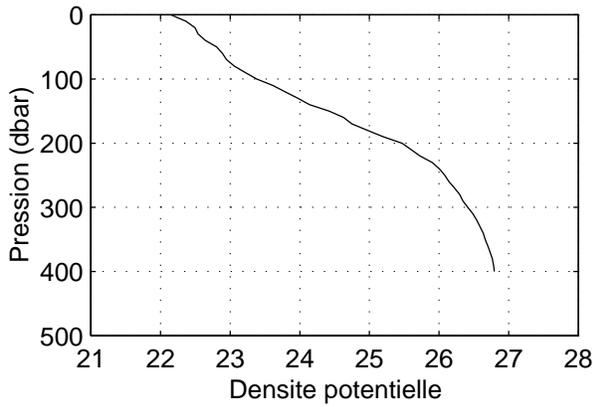
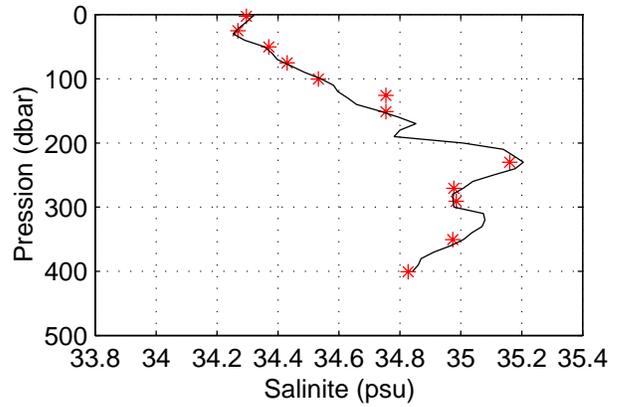
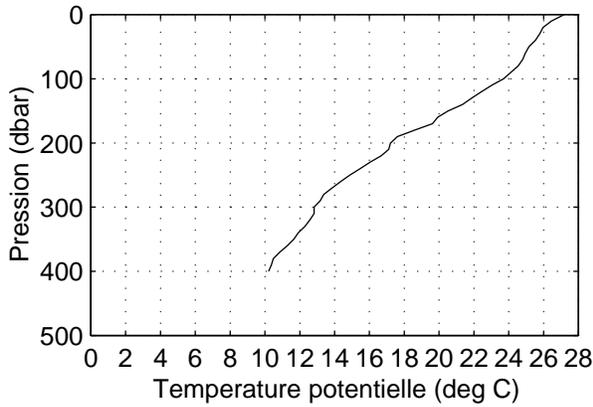
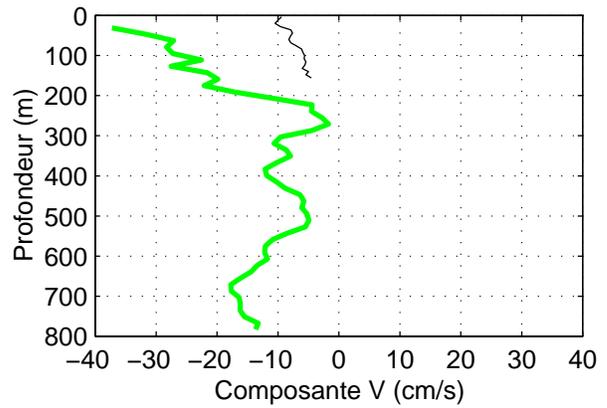
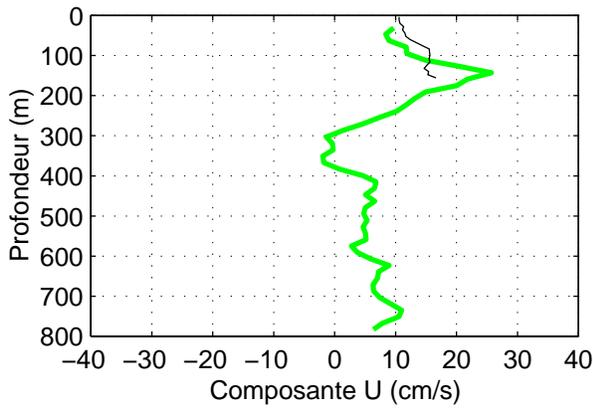
TIP 2000 – Station 26 – CTD, LADCP et ADCP de coque



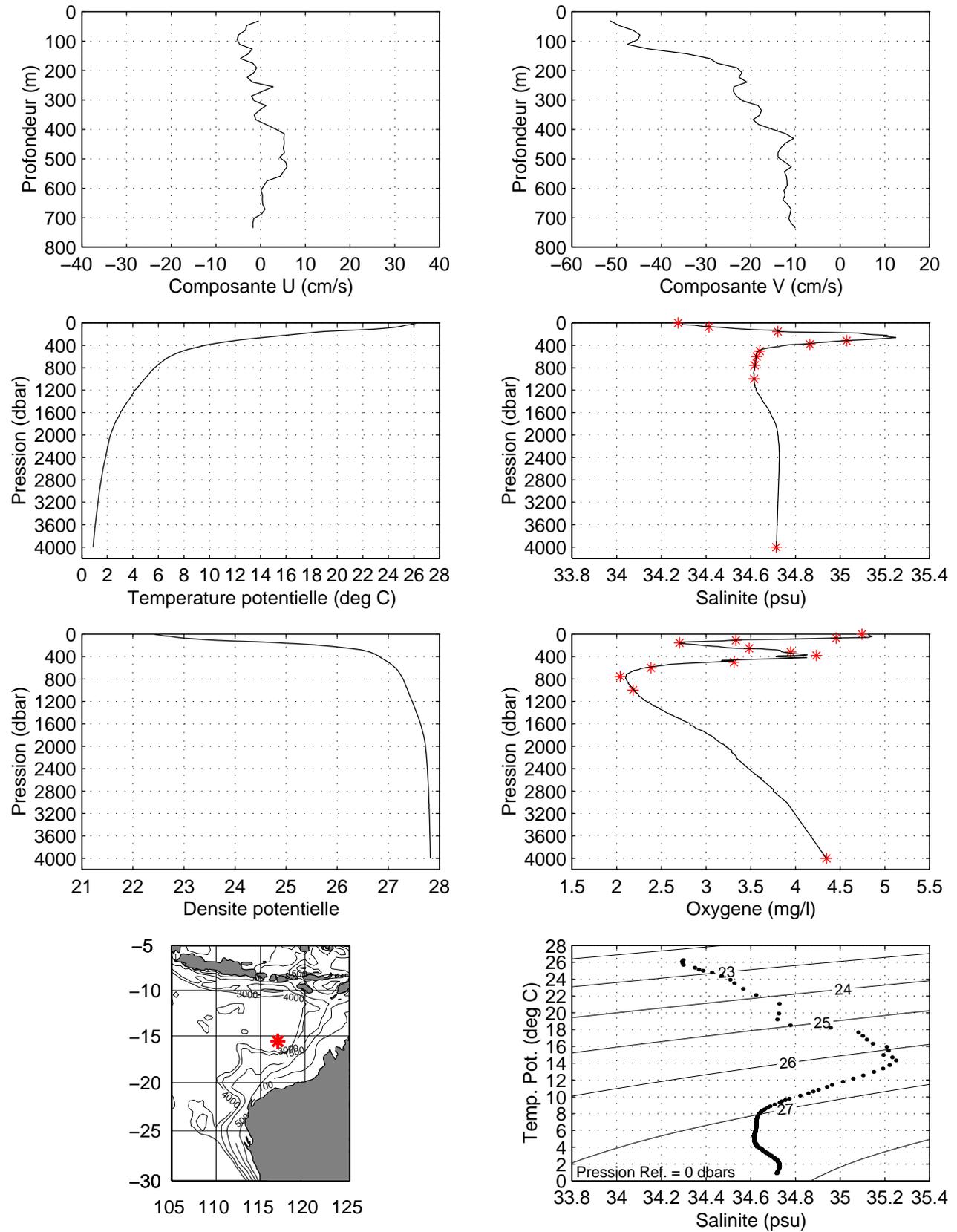
### TIP 2000 – Station 271 – CTD et ADCP de coque



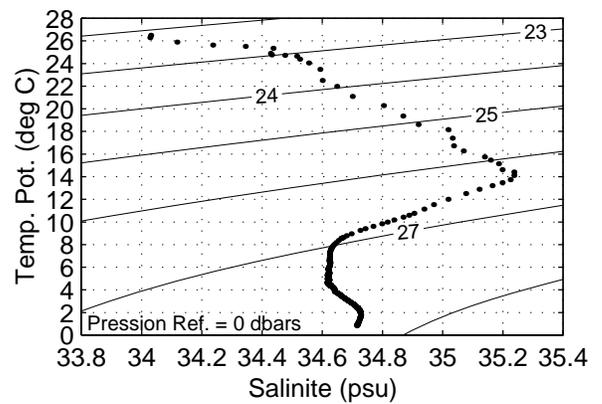
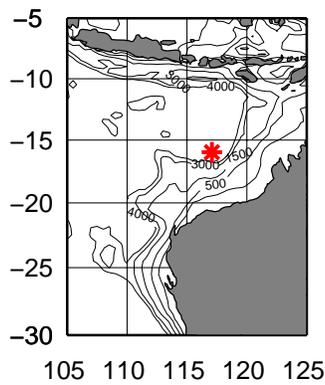
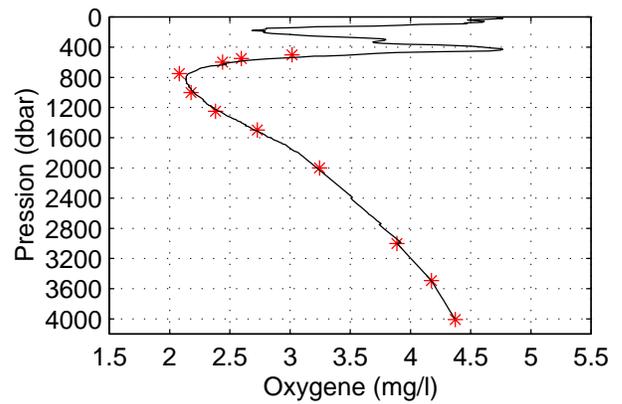
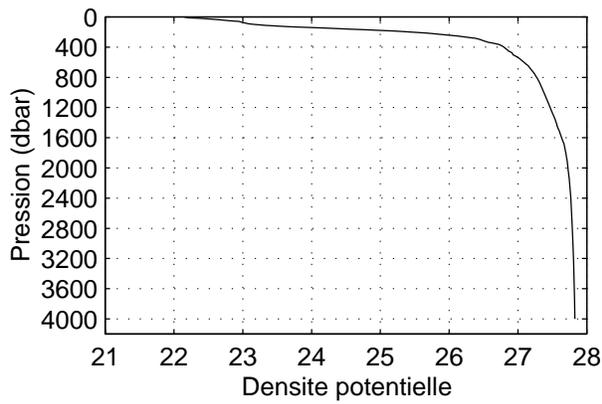
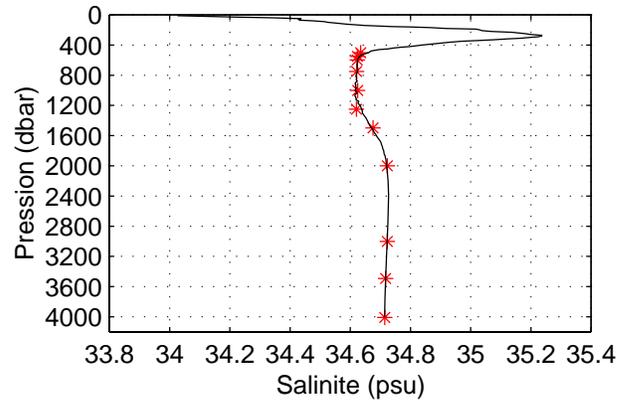
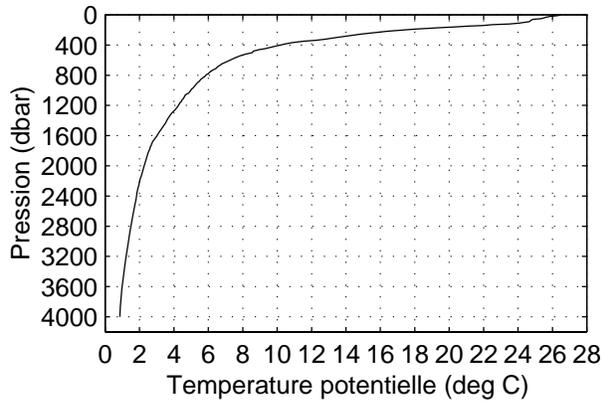
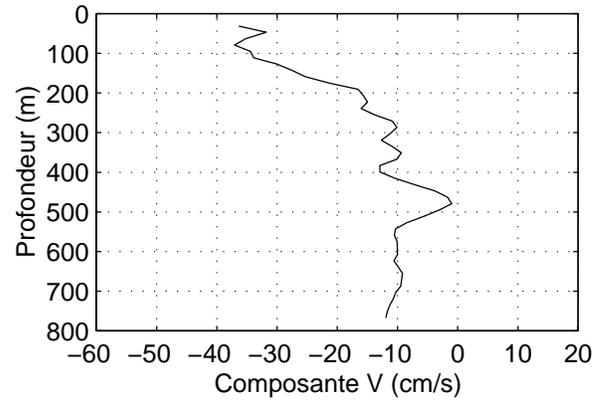
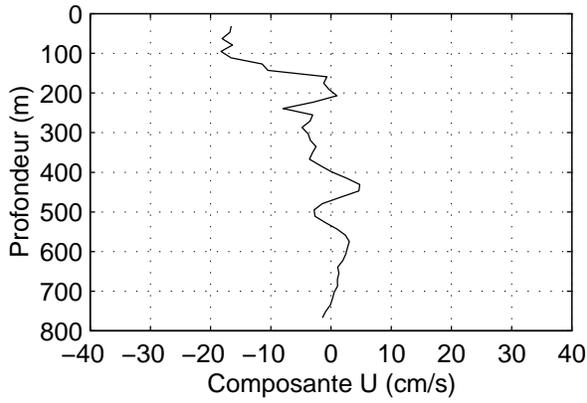
**TIP 2000 – Station 272 – CTD, LADCP et ADCP de coque**



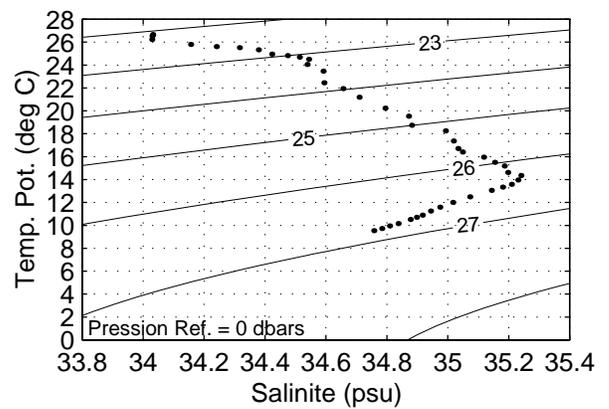
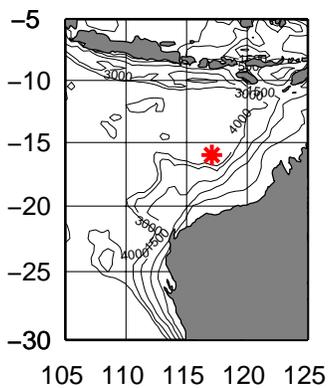
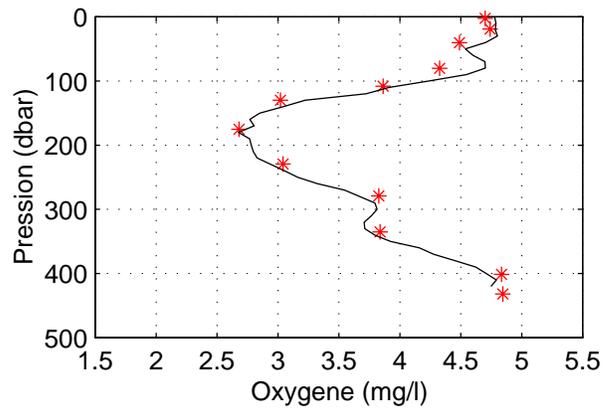
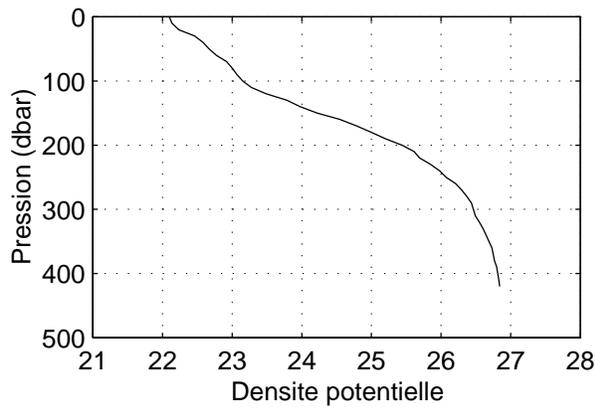
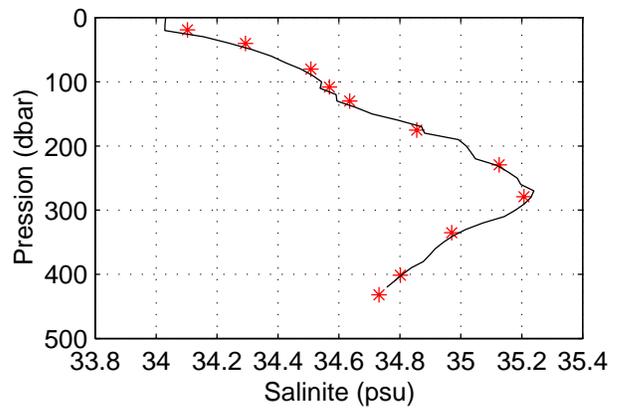
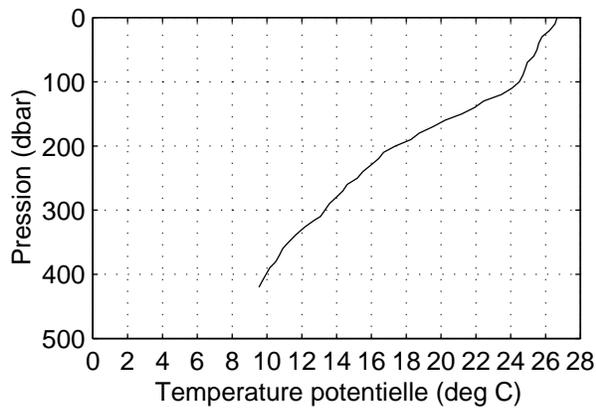
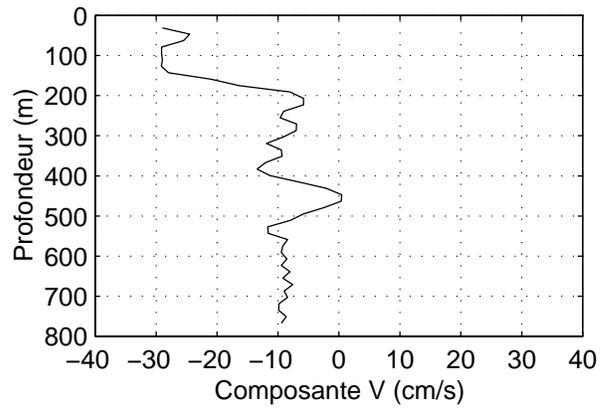
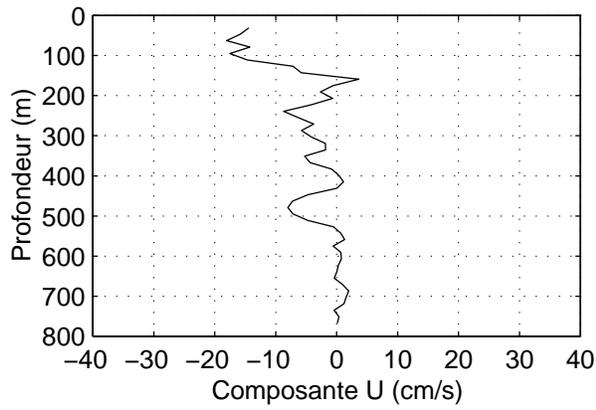
### TIP 2000 – Station 28 – CTD et ADCP de coque



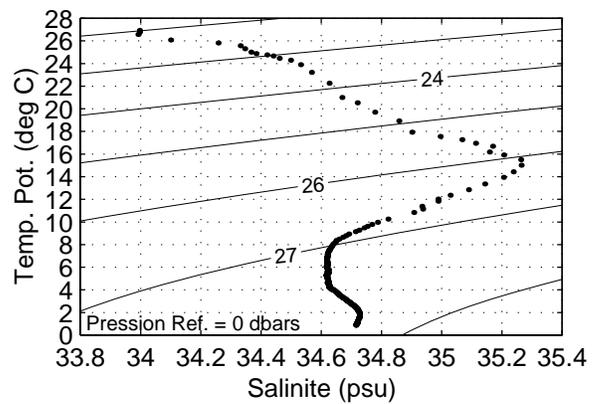
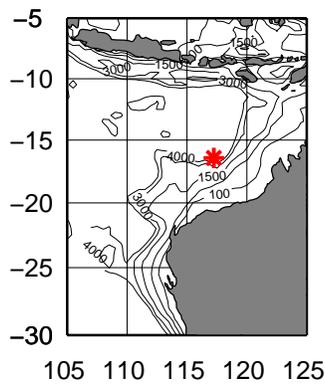
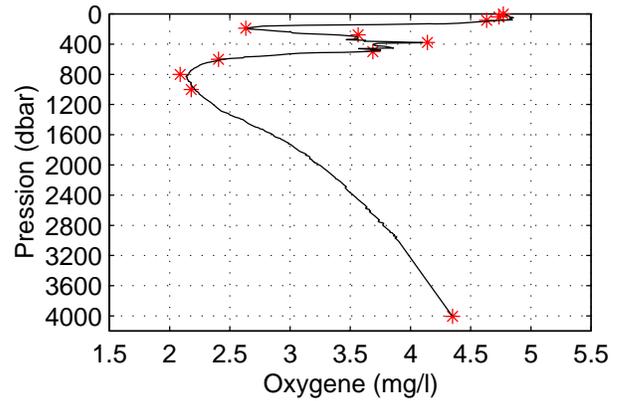
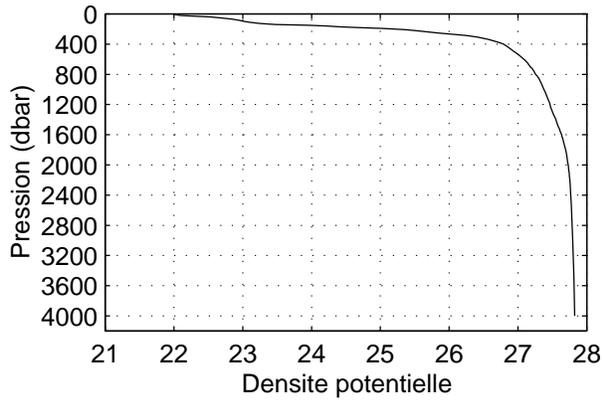
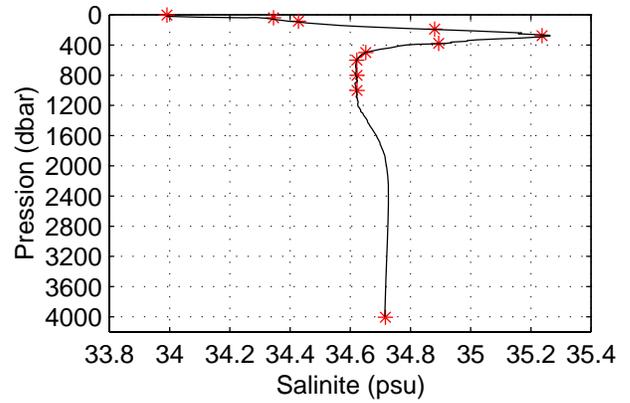
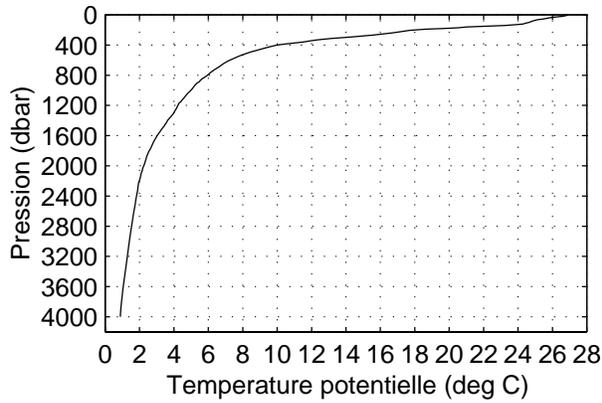
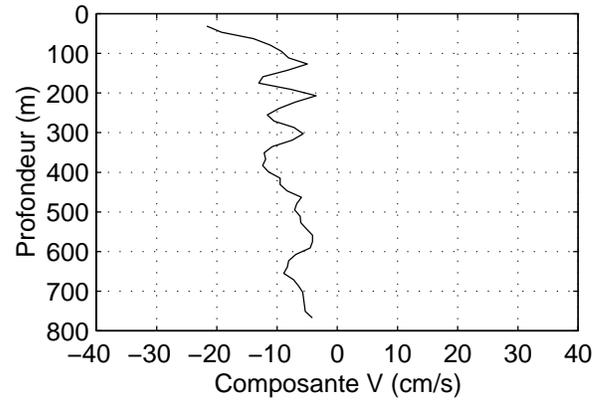
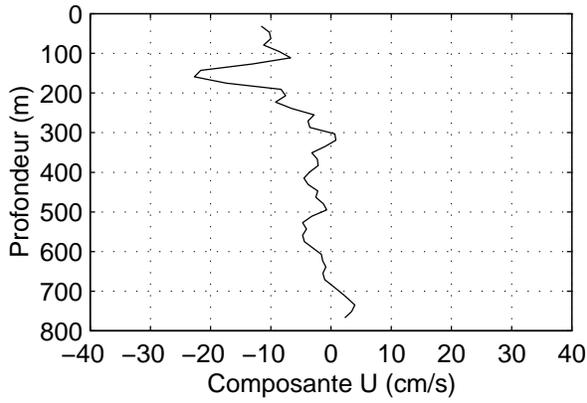
**TIP 2000 – Station 291 – CTD et ADCP de coque**



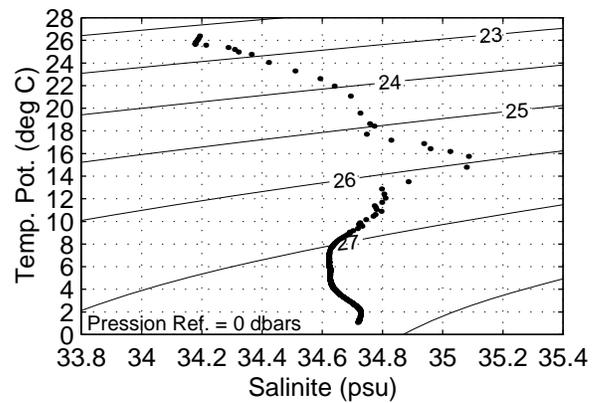
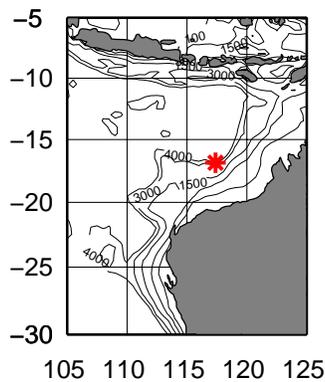
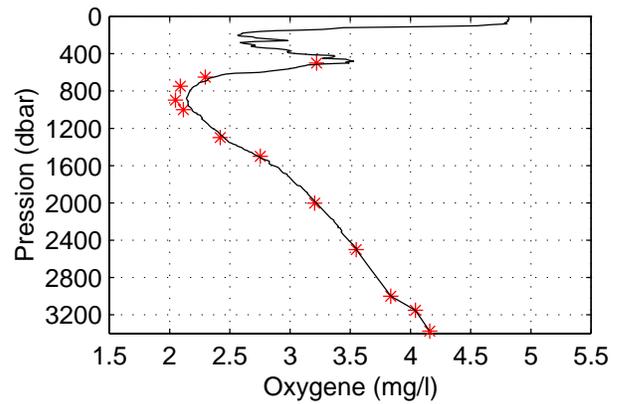
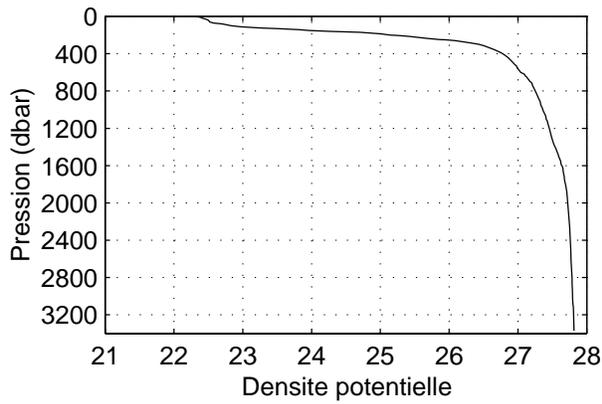
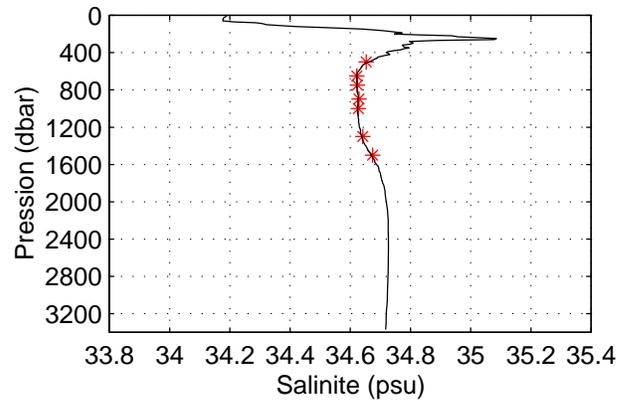
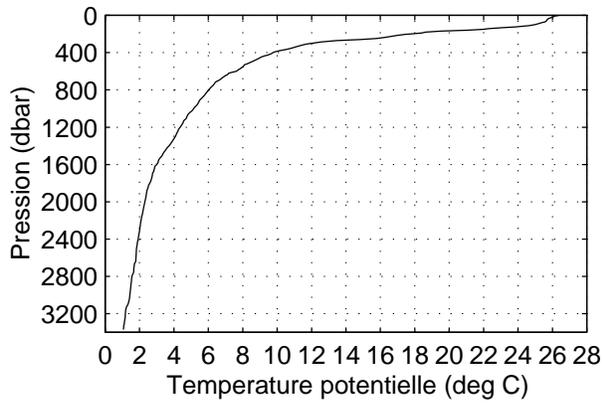
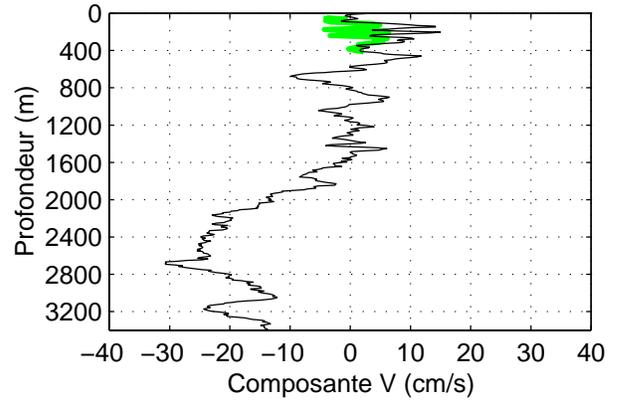
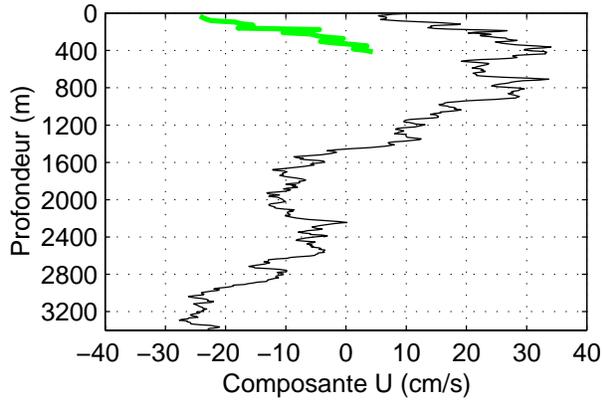
**TIP 2000 – Station 292 – CTD et ADCP de coque**



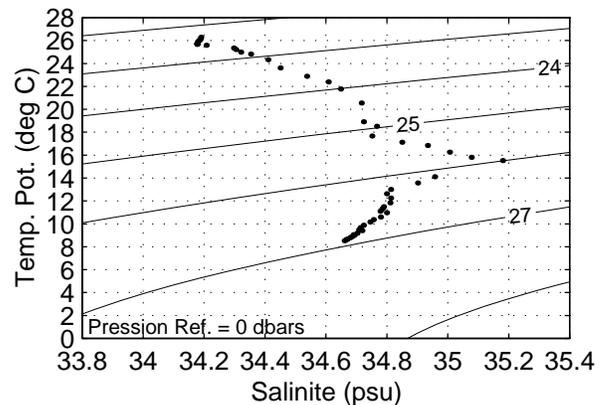
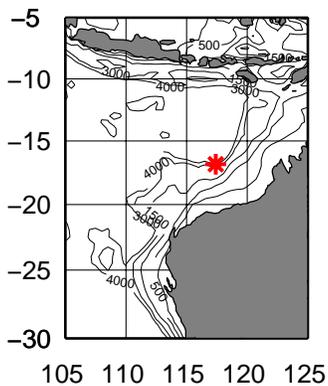
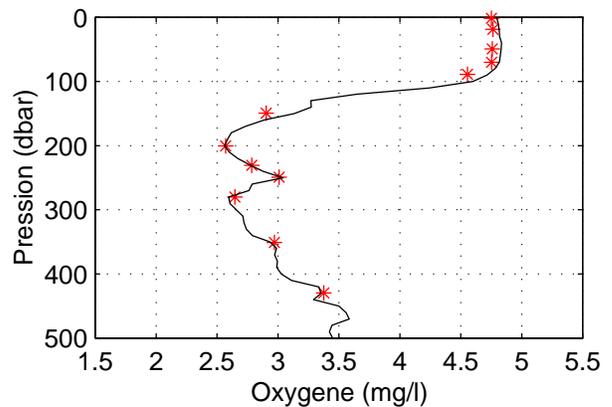
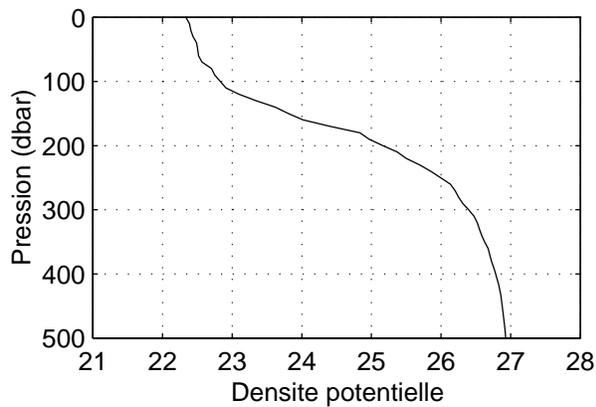
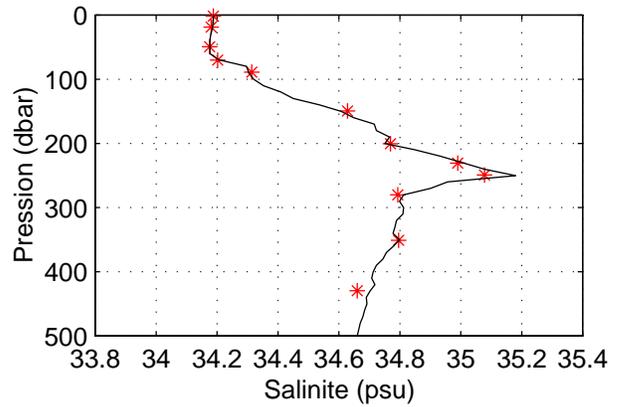
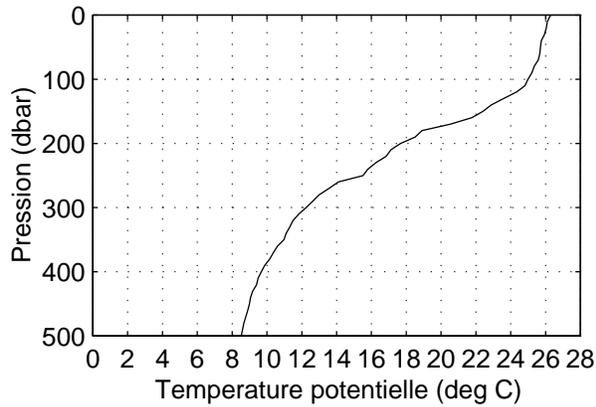
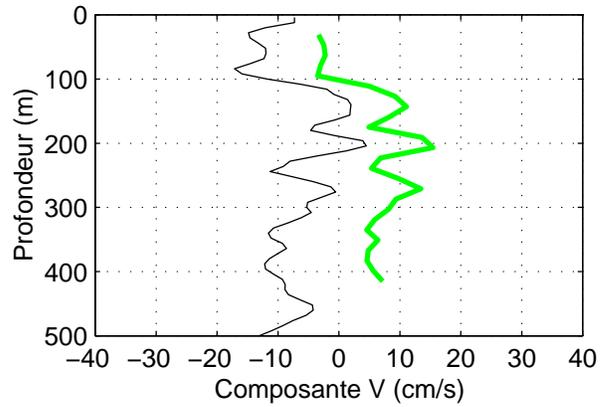
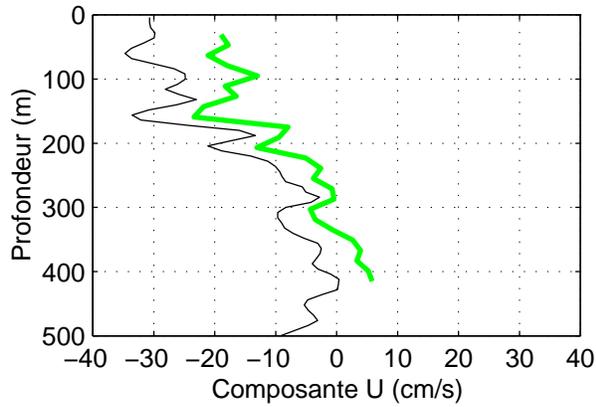
**TIP 2000 – Station 30 – CTD et ADCP de coque**



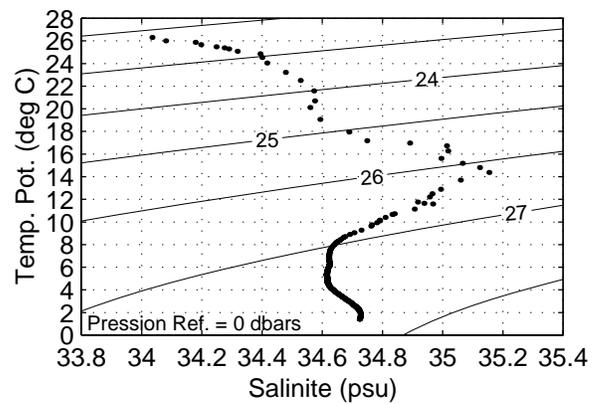
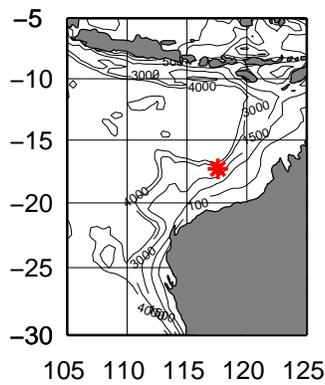
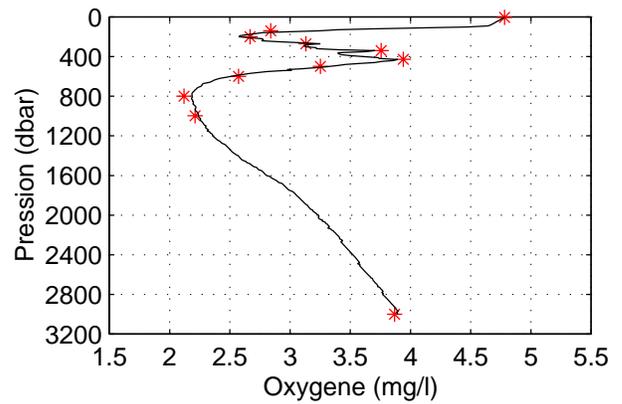
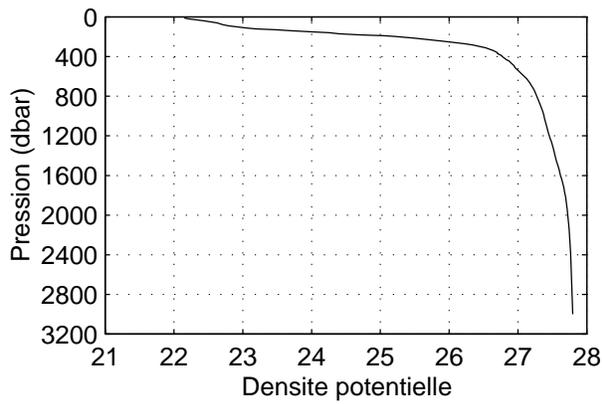
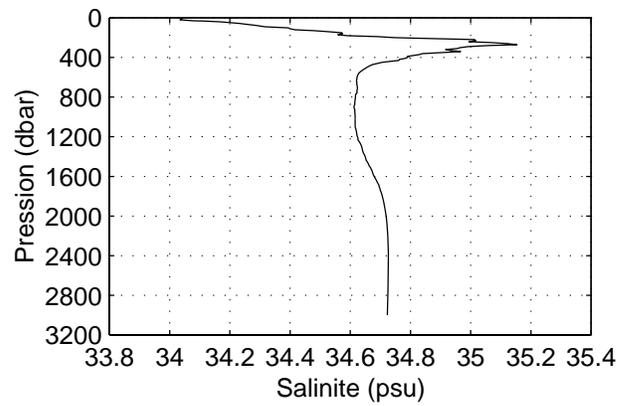
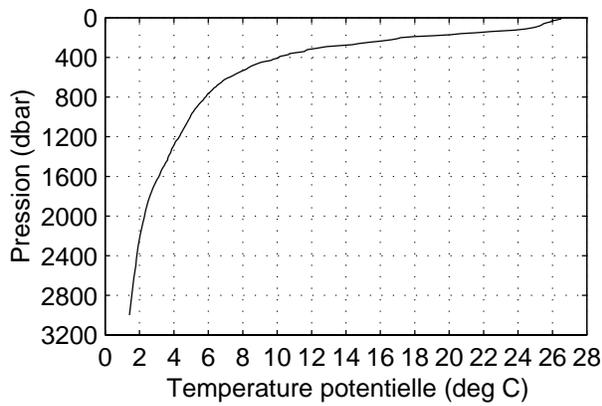
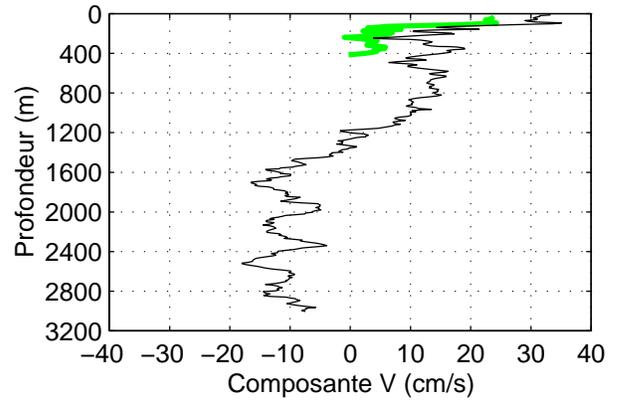
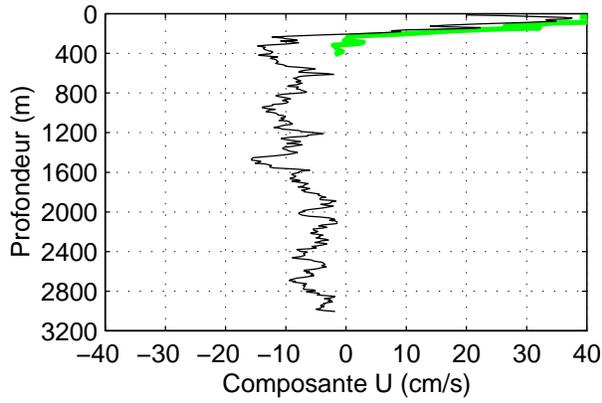
### TIP 2000 – Station 311 – CTD, LADCP et ADCP de coque



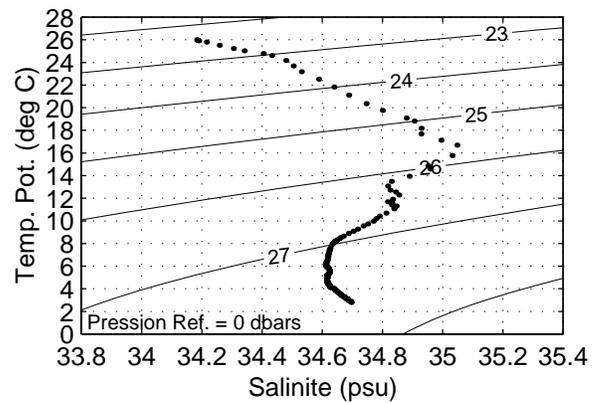
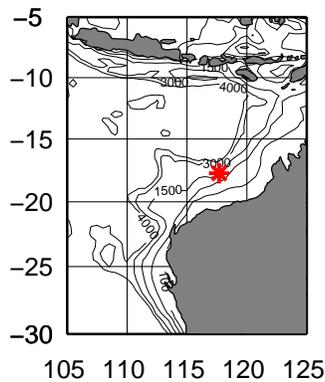
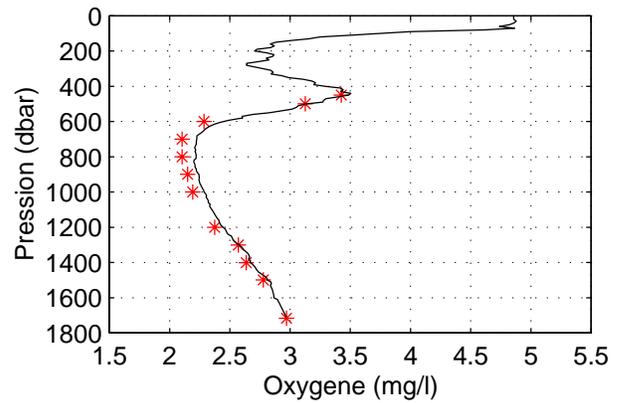
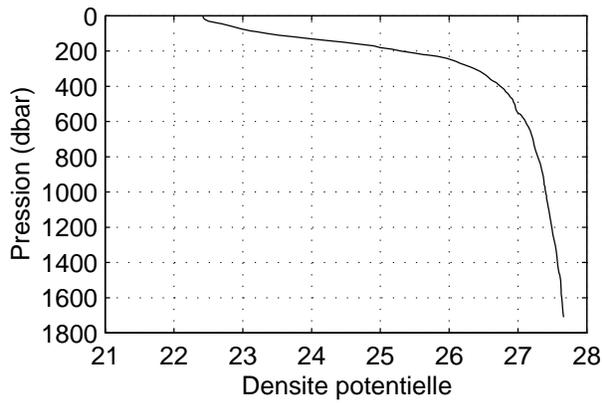
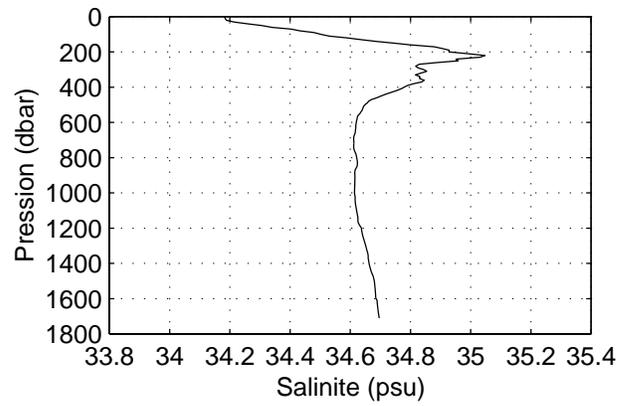
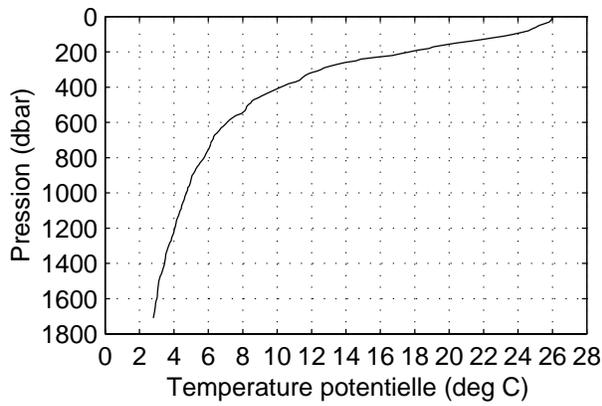
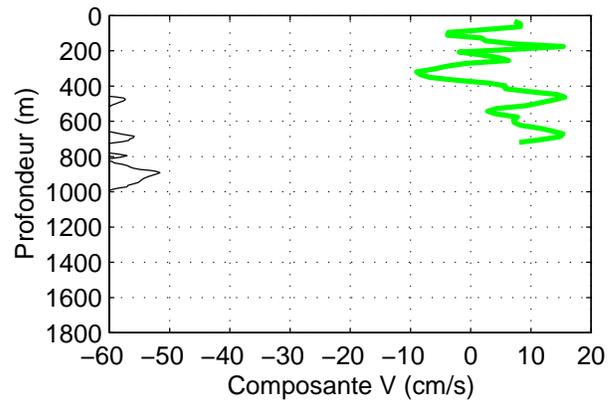
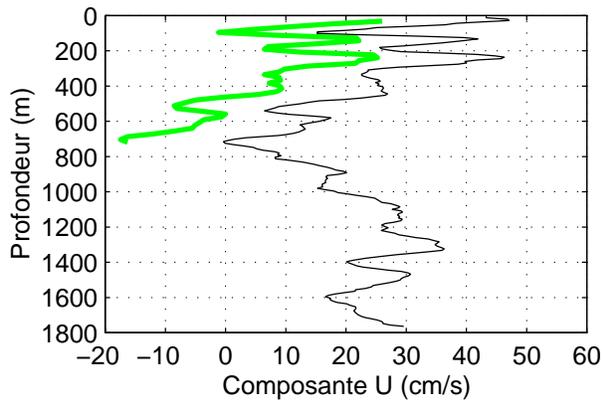
**TIP 2000 – Station 312 – CTD, LADCP et ADCP de coque**



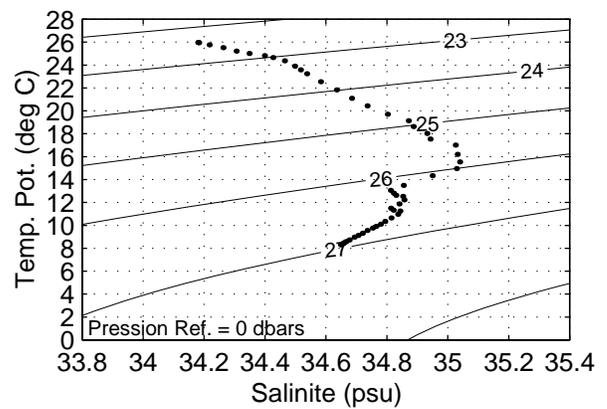
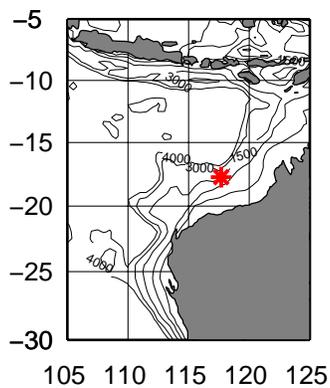
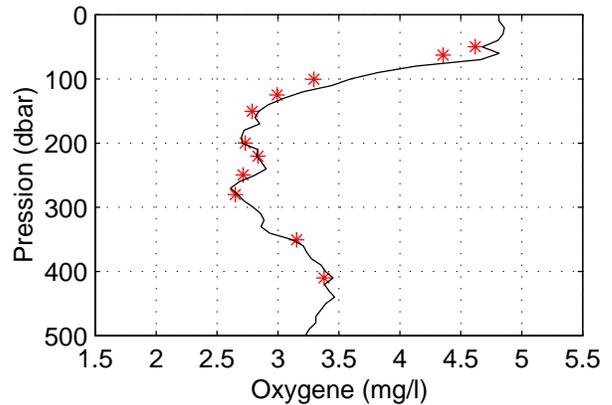
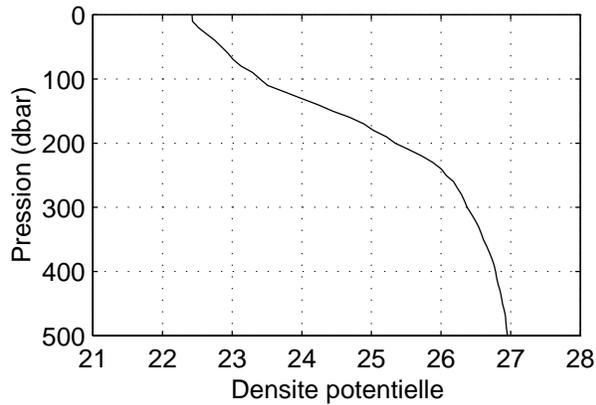
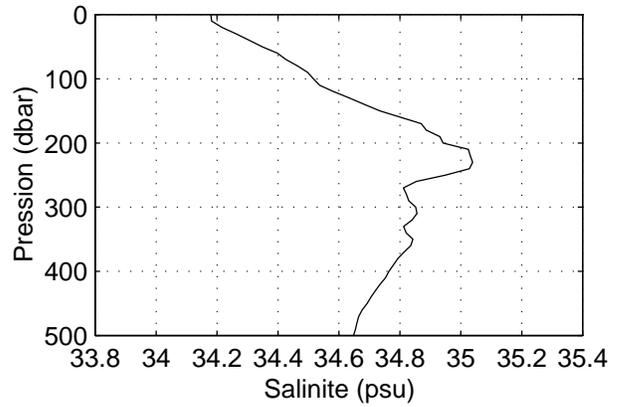
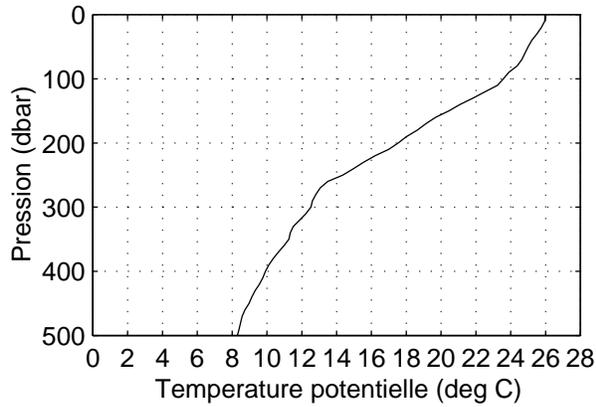
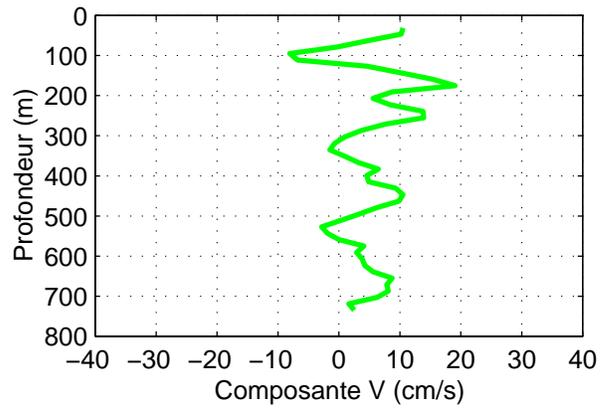
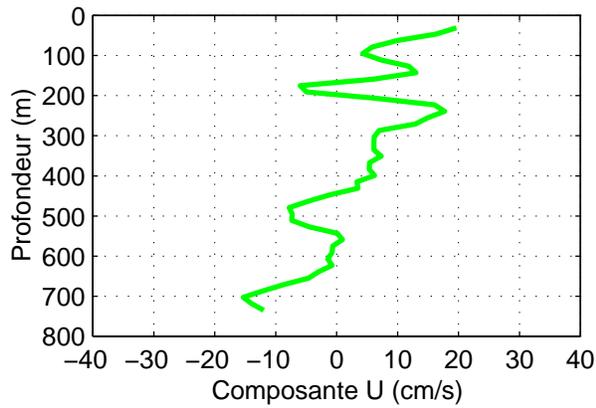
### TIP 2000 – Station 32 – CTD, LADCP et ADCP de coque



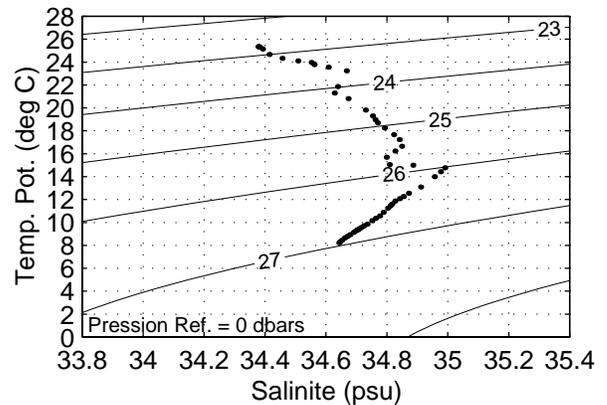
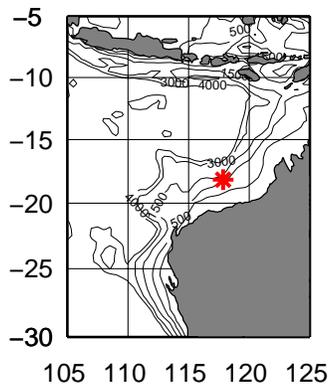
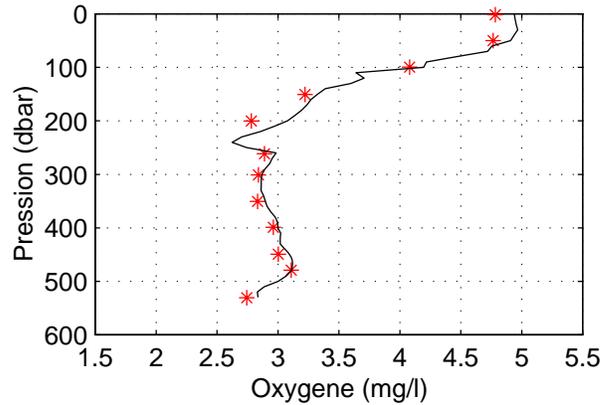
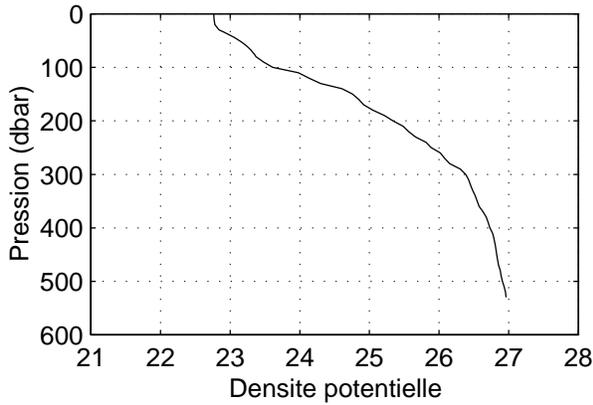
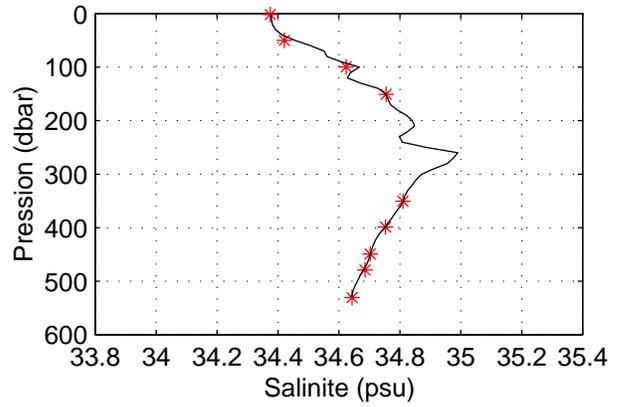
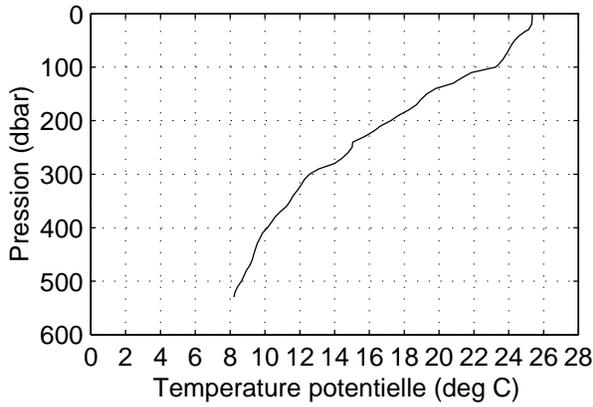
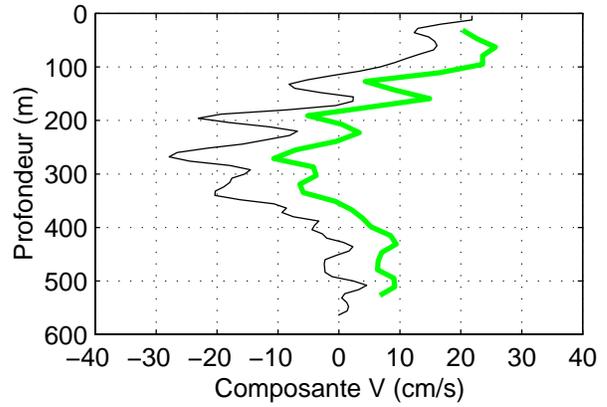
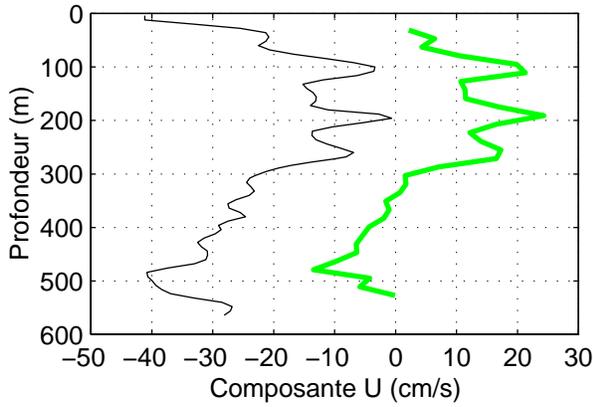
### TIP 2000 – Station 331 – CTD, LADCP et ADCP de coque



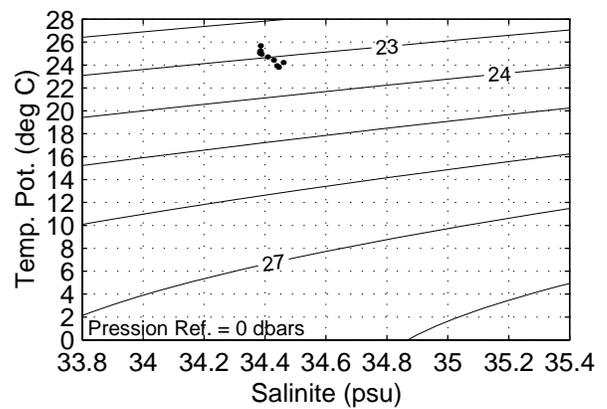
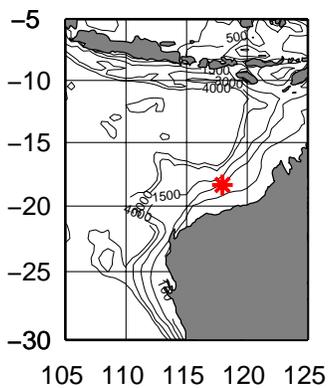
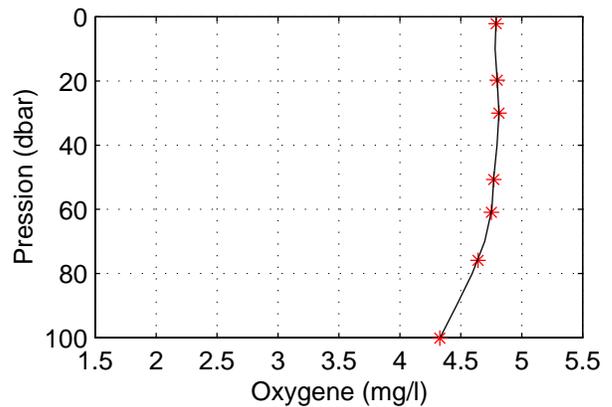
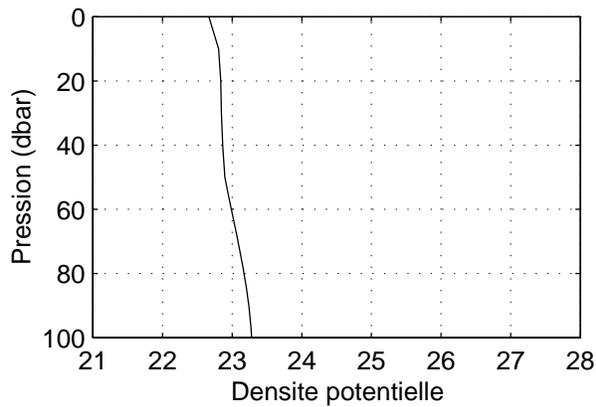
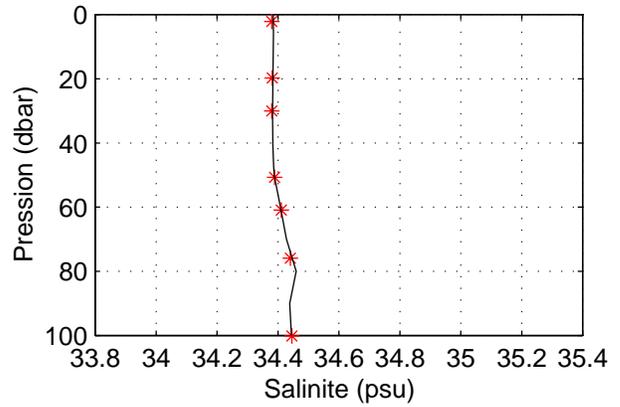
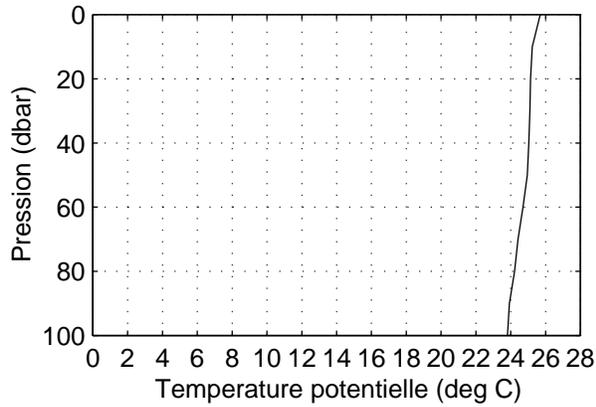
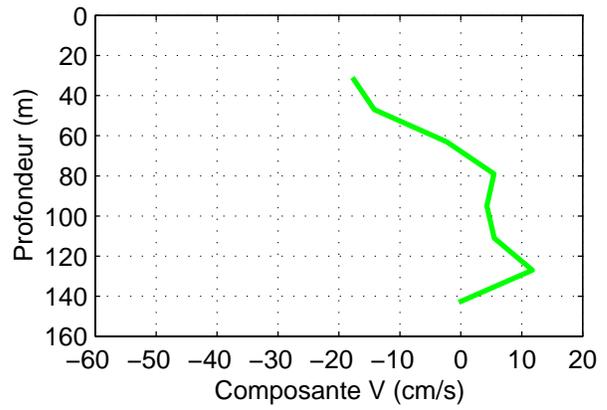
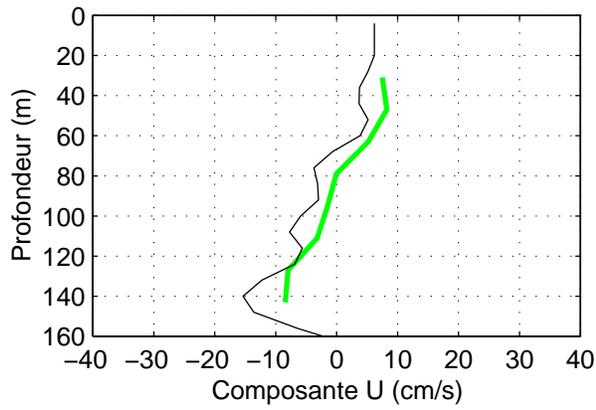
**TIP 2000 – Station 332 – CTD, LADCP et ADCP de coque**



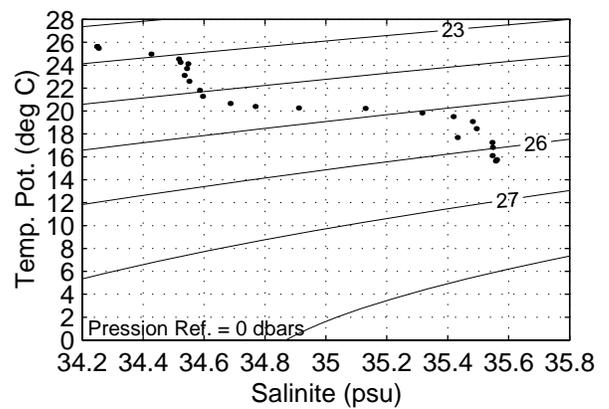
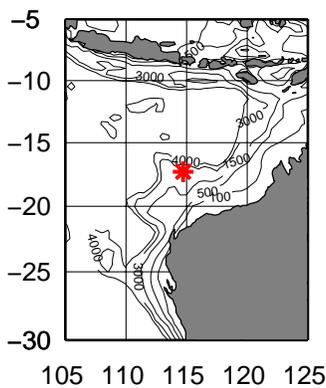
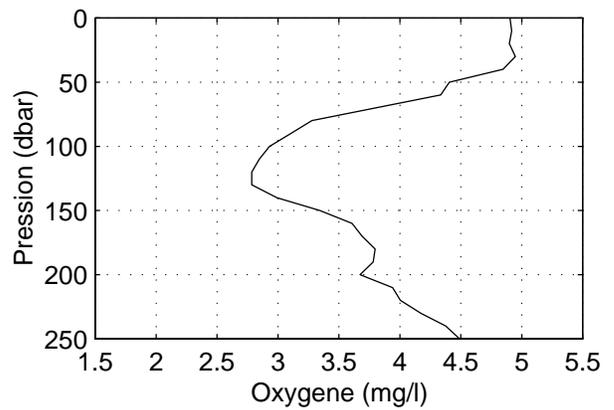
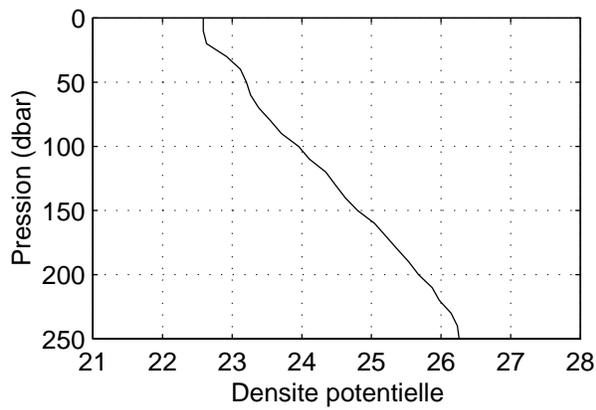
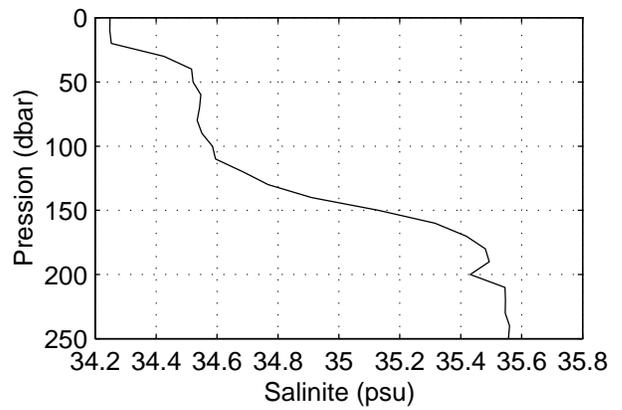
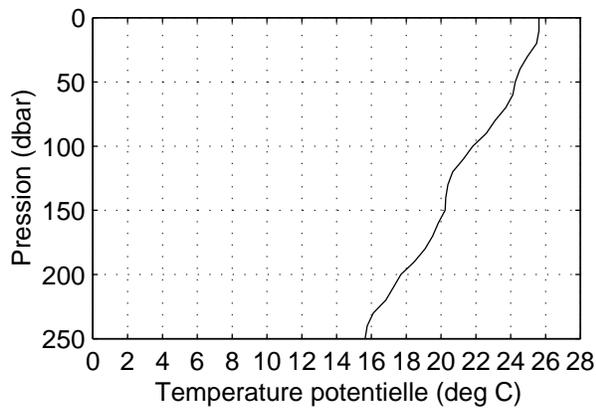
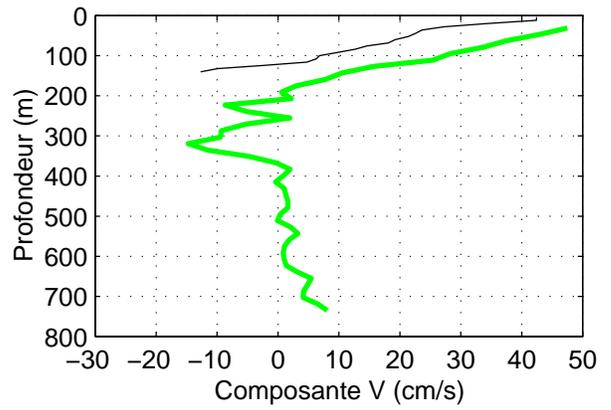
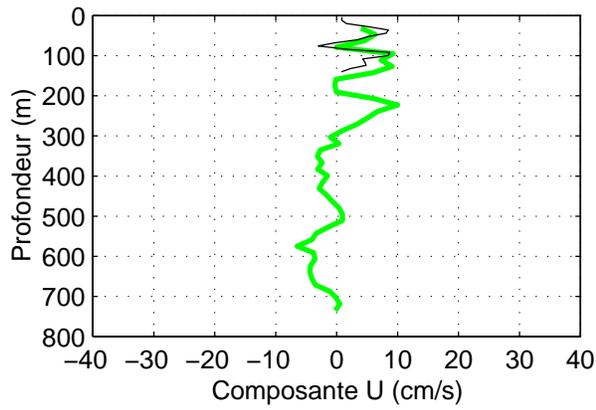
**TIP 2000 – Station 34 – CTD, LADCP et ADCP de coque**



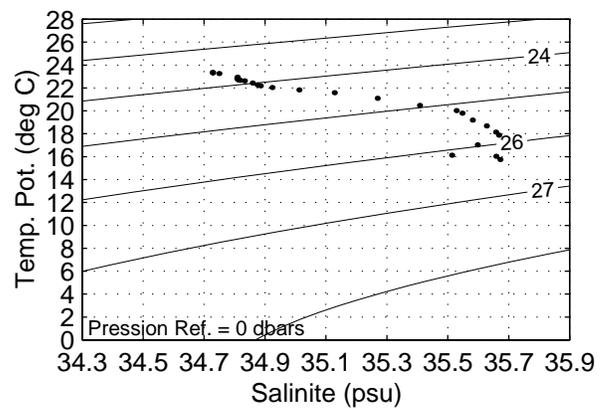
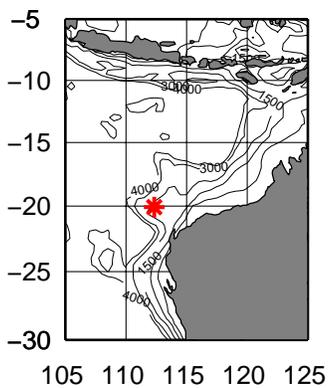
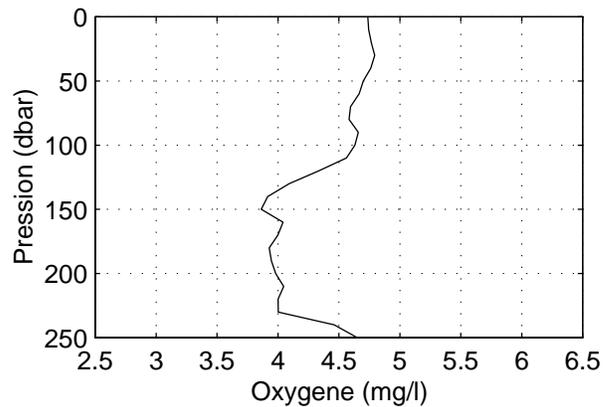
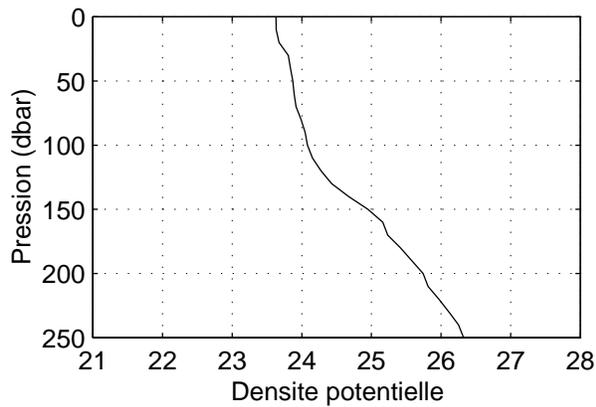
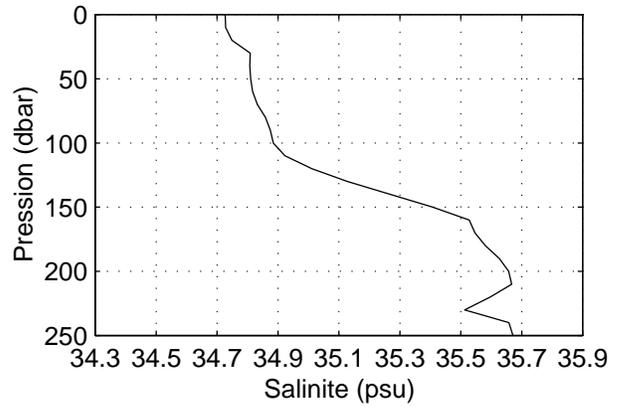
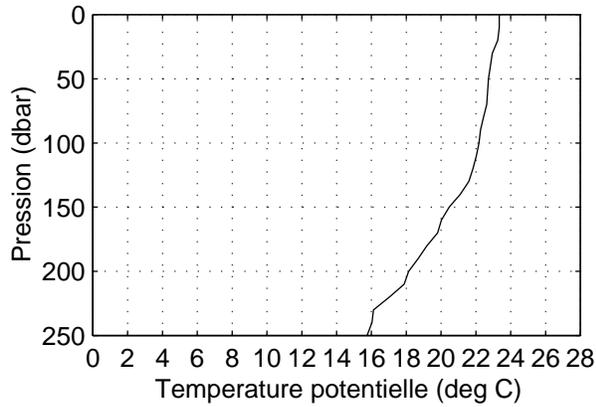
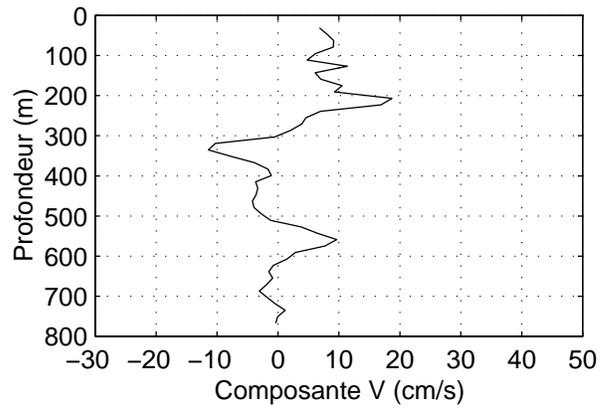
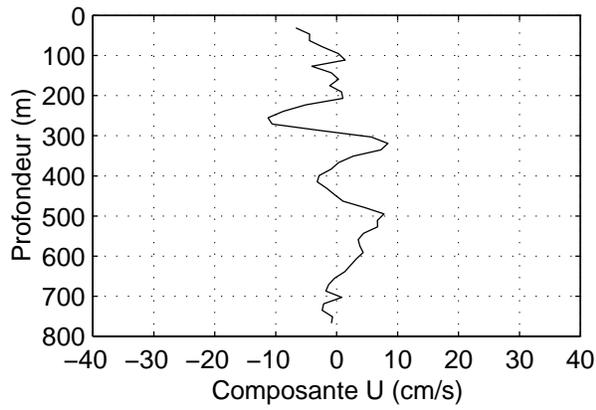
### TIP 2000 – Station 35 – CTD, LADCP et ADCP de coque



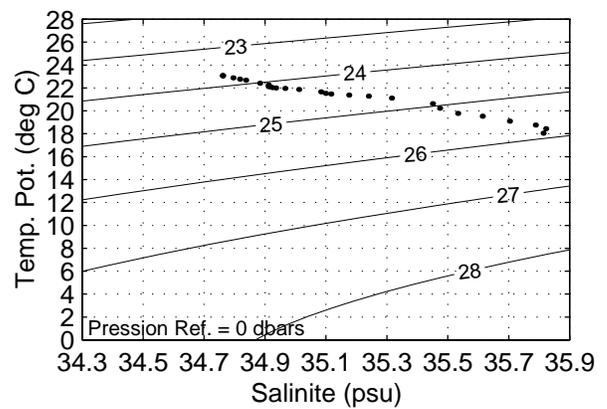
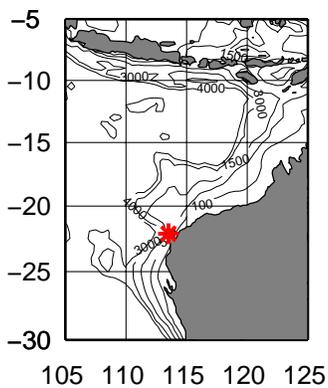
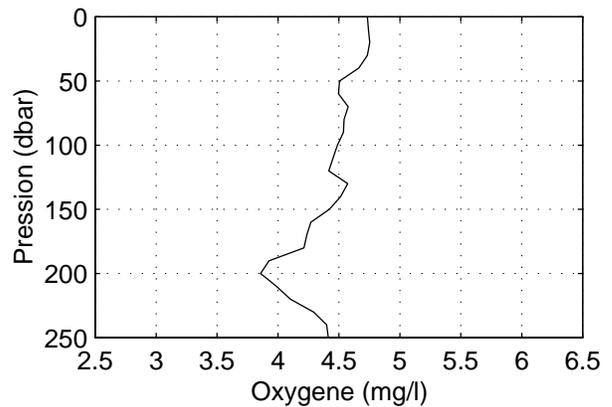
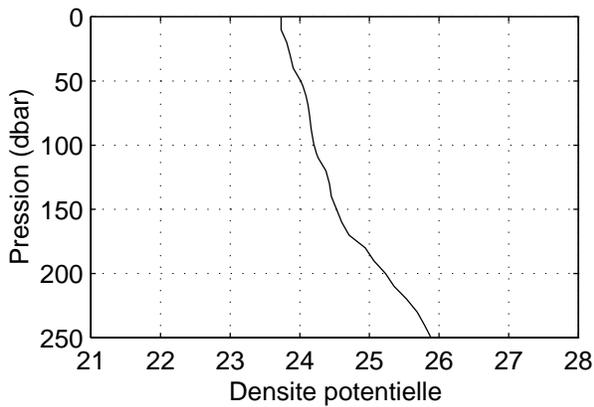
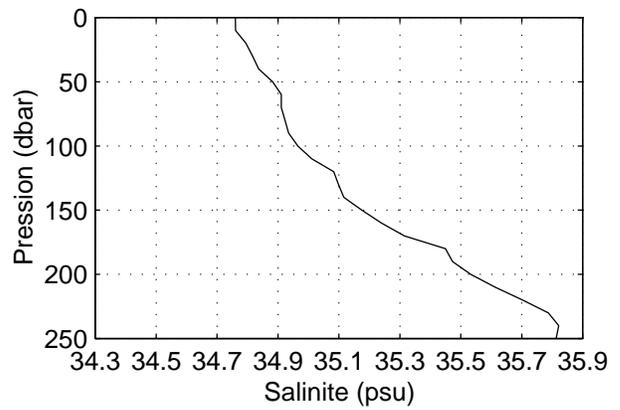
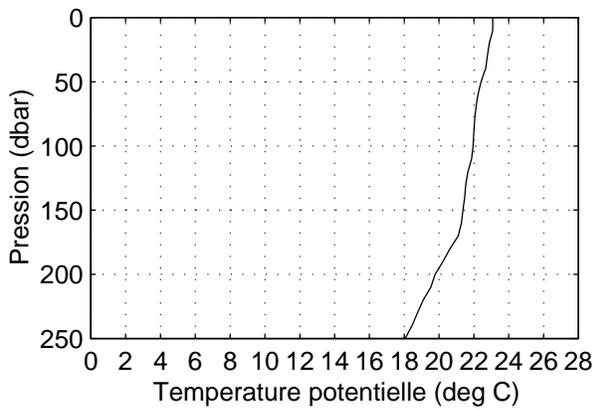
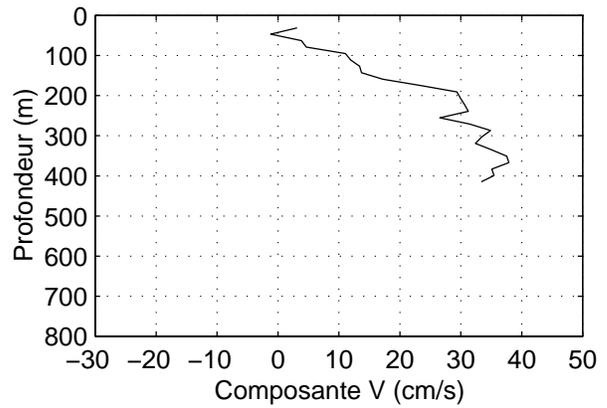
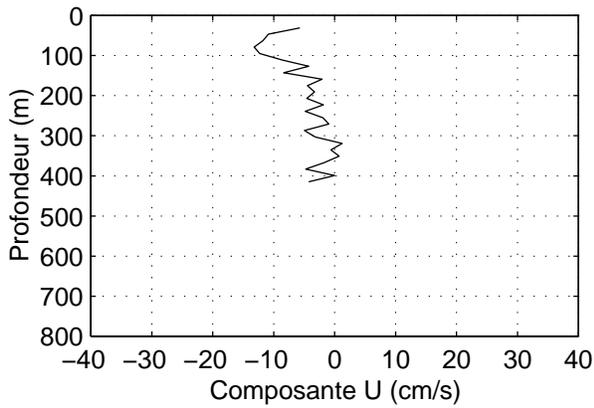
**TIP 2000 – Station 36 – CTD, LADCP et ADCP de coque**



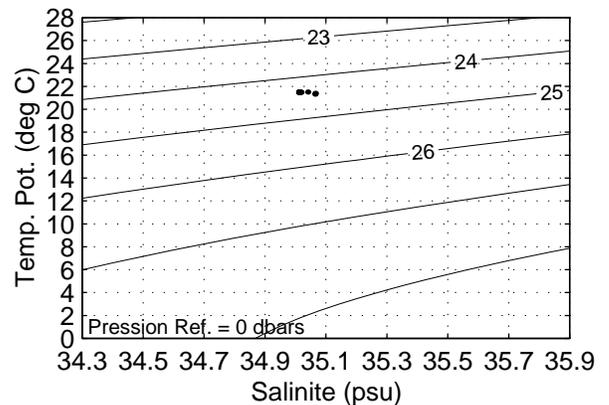
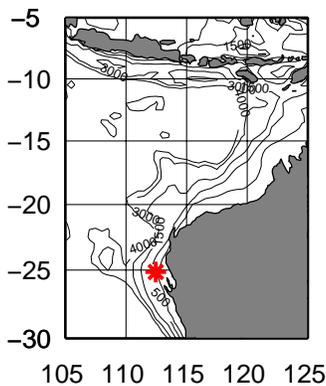
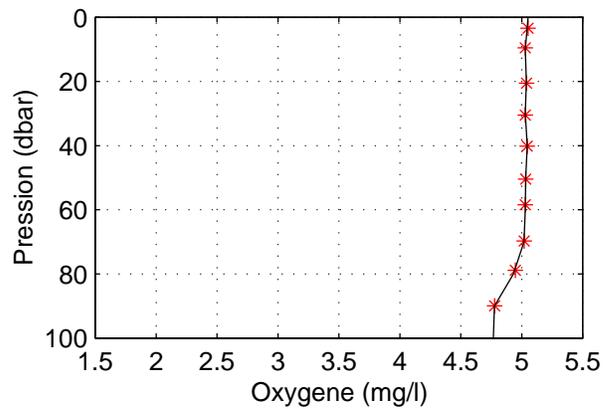
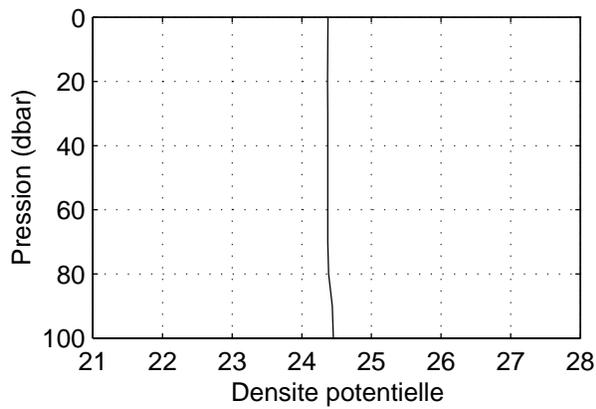
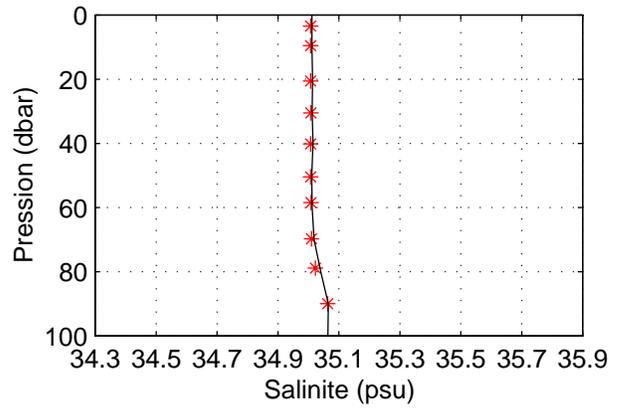
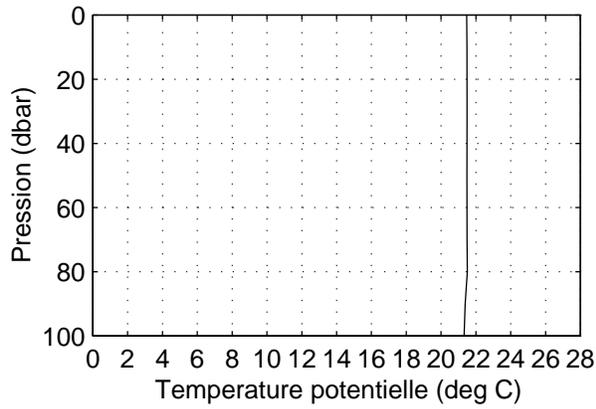
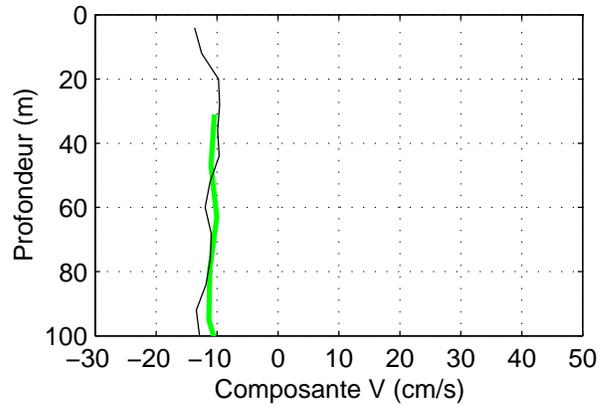
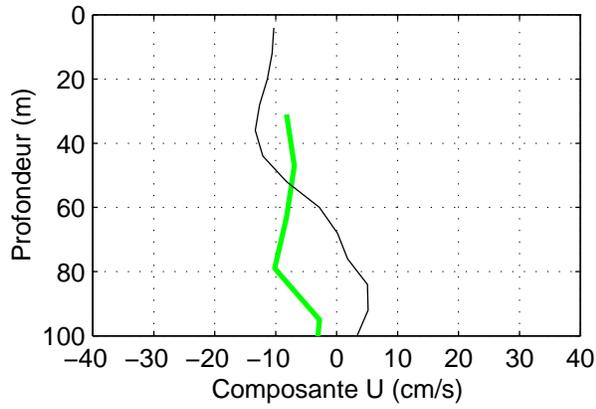
### TIP 2000 – Station 37 – CTD et ADCP de coque



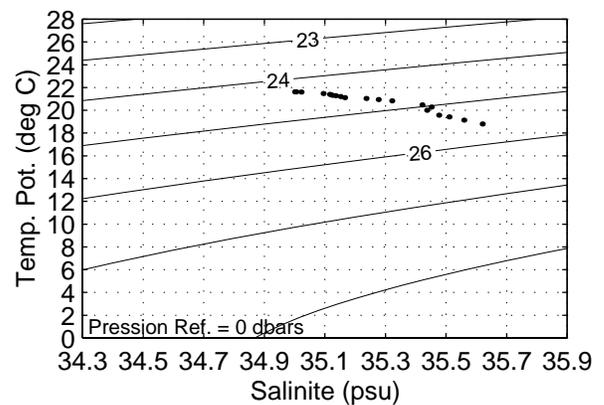
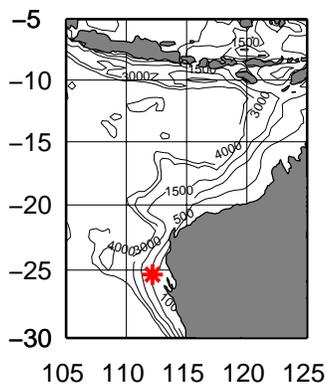
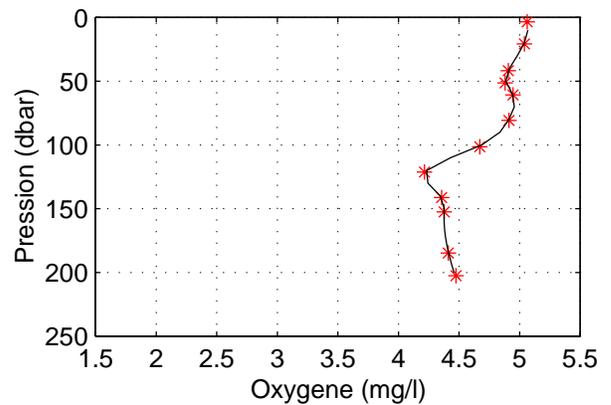
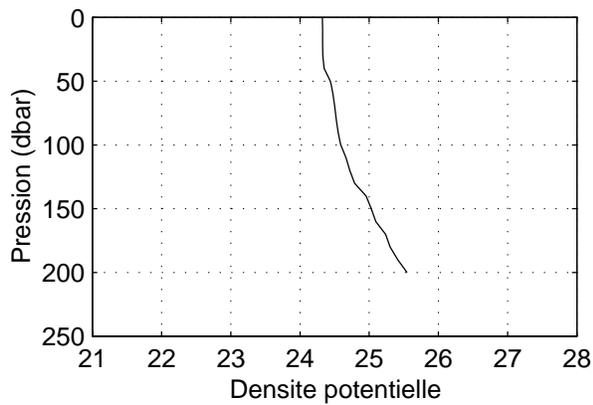
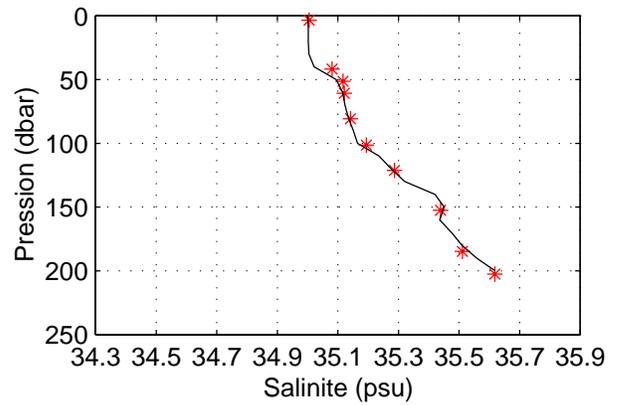
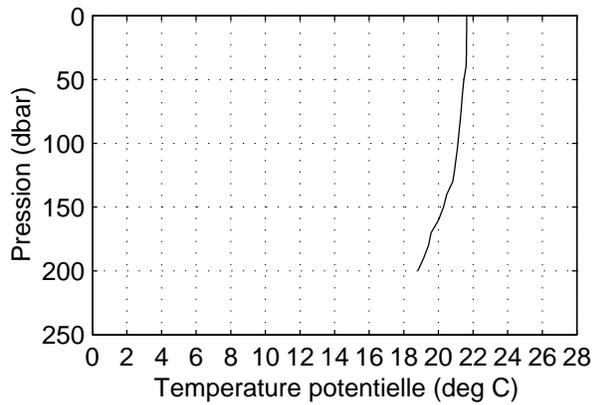
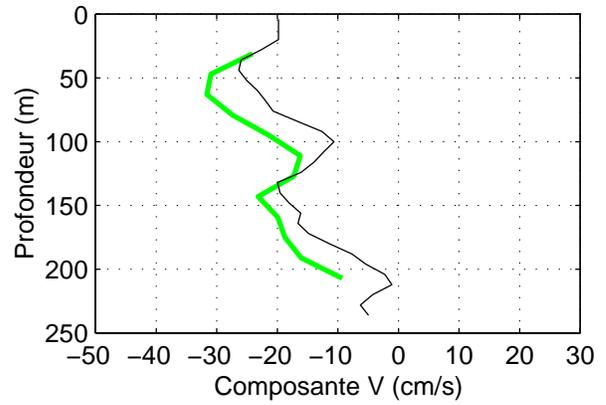
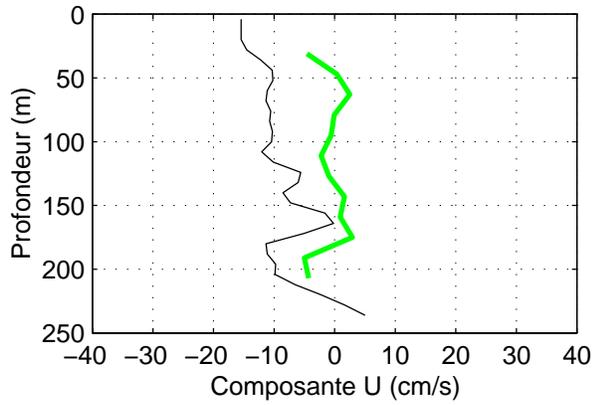
**TIP 2000 – Station 38 – CTD et ADCP de coque**



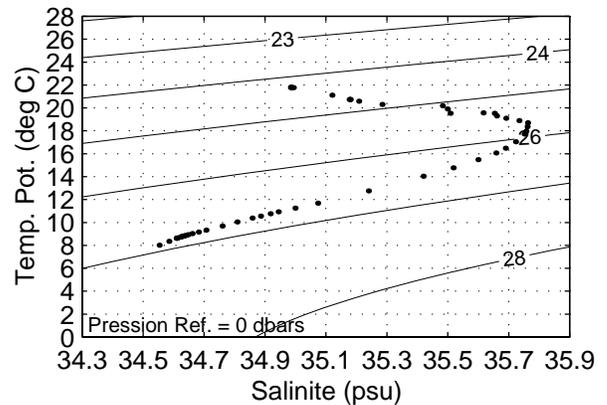
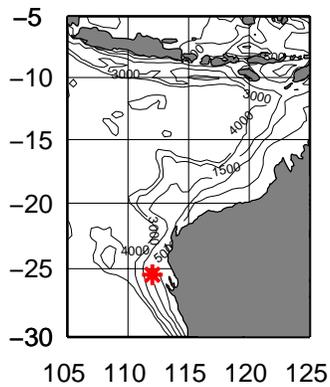
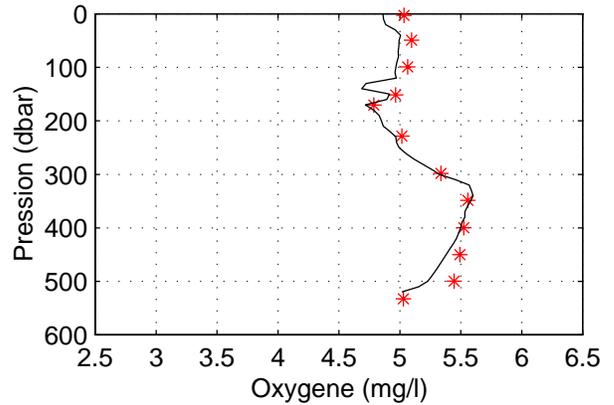
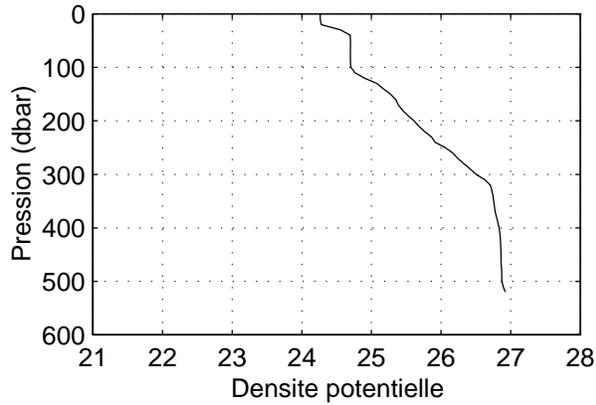
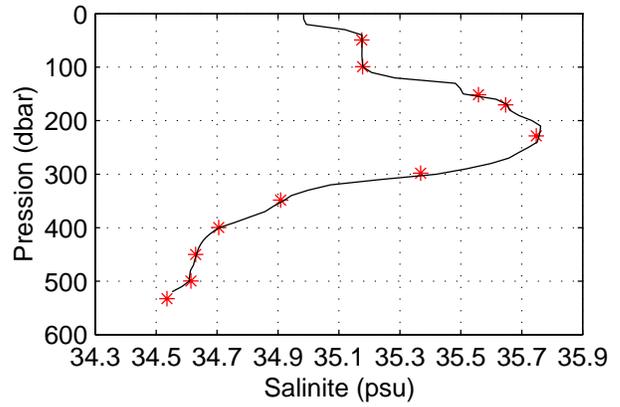
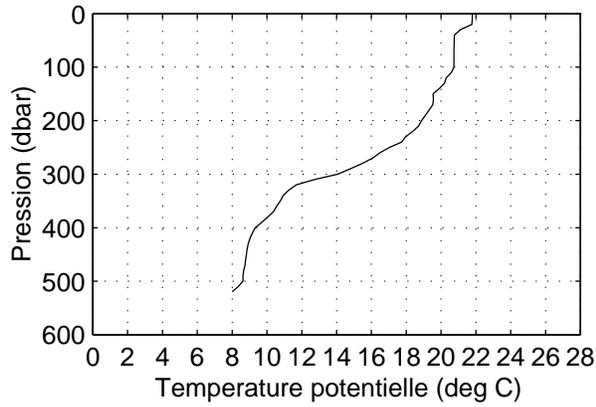
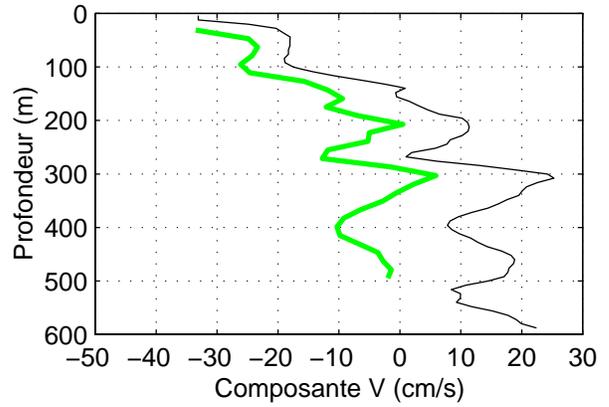
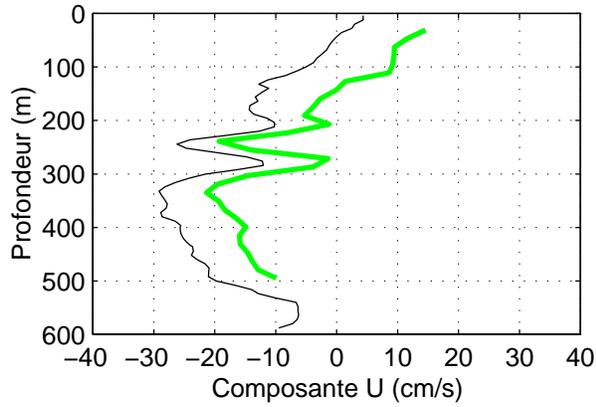
### TIP 2000 – Station 39 – CTD, LADCP et ADCP de coque



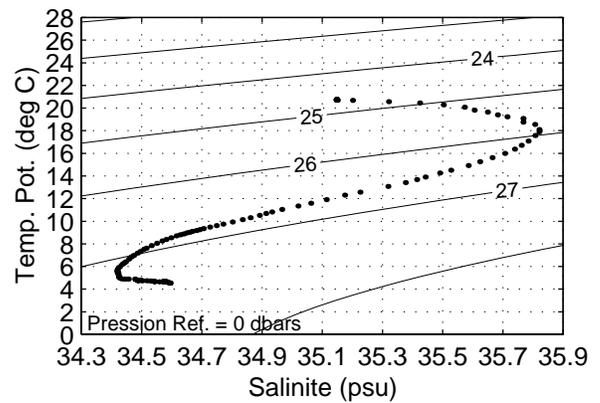
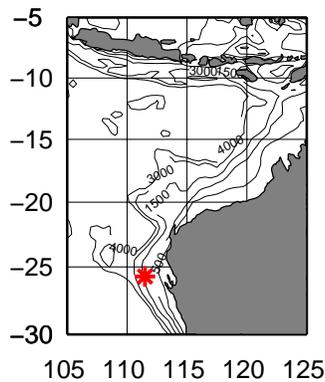
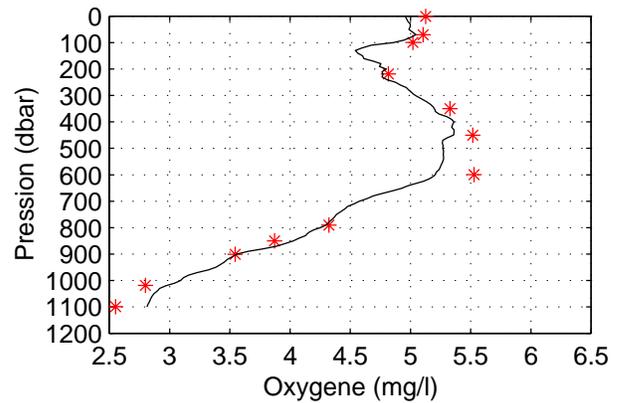
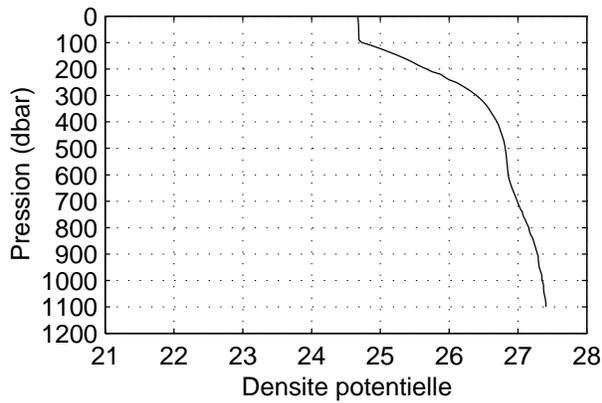
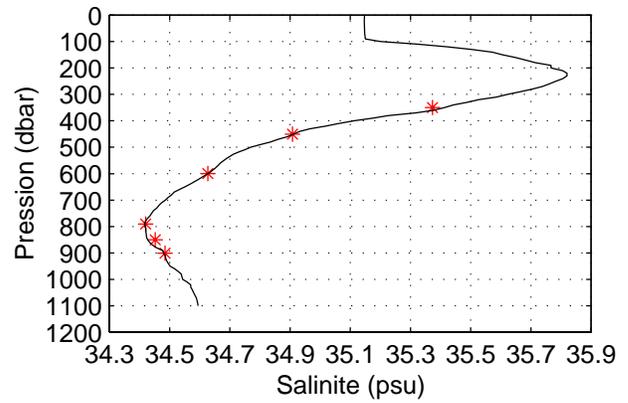
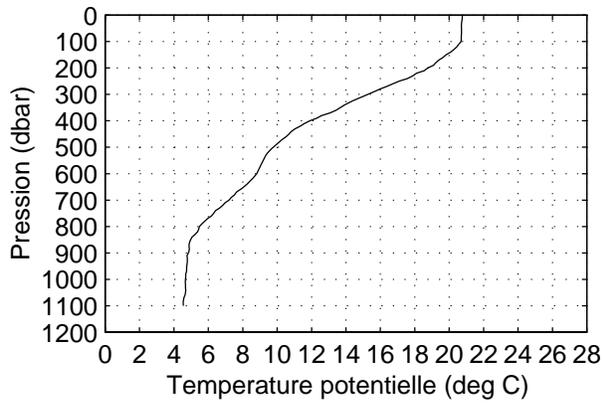
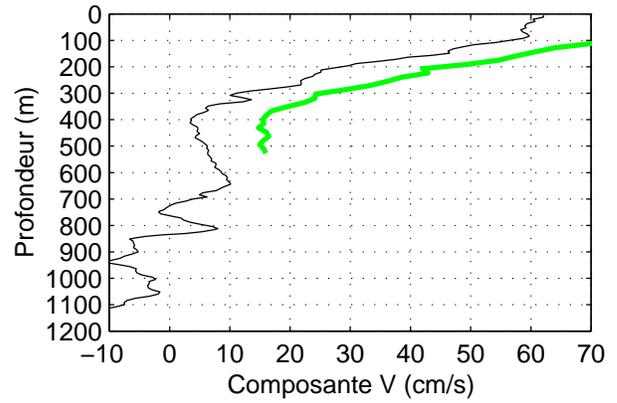
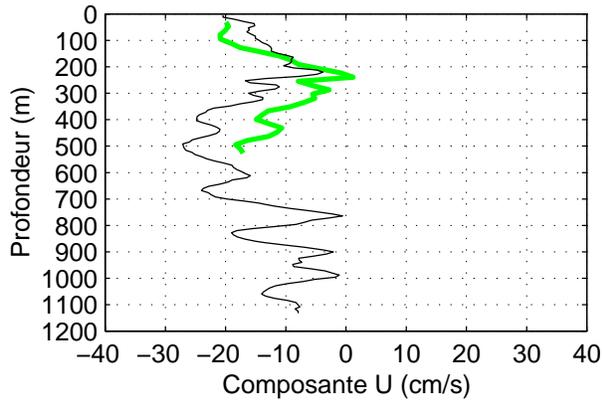
**TIP 2000 – Station 40 – CTD, LADCP et ADCP de coque**



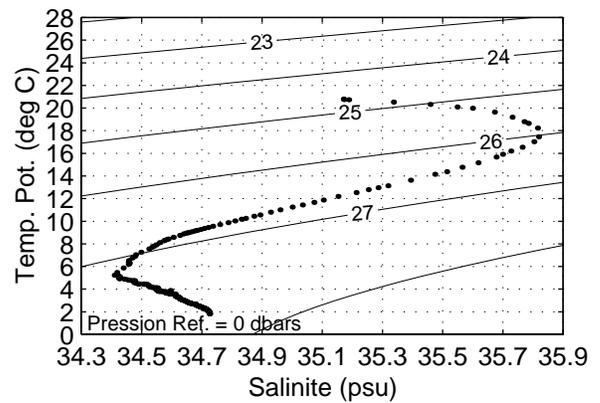
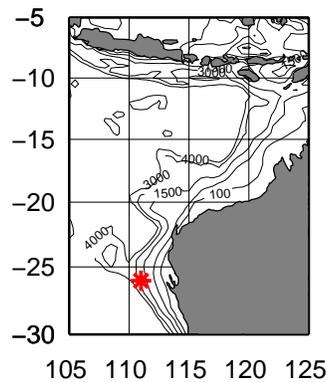
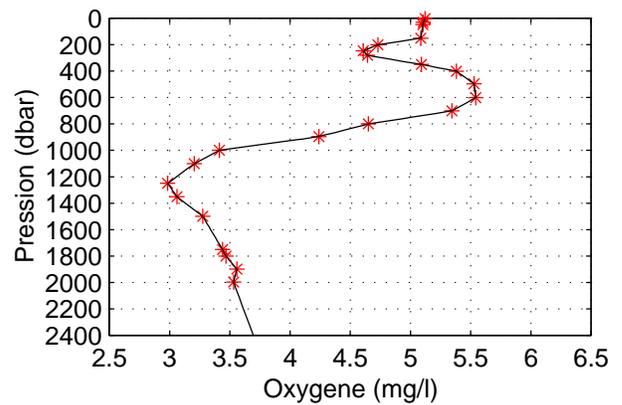
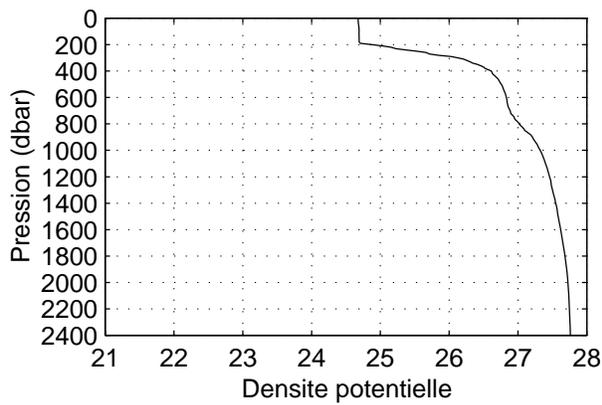
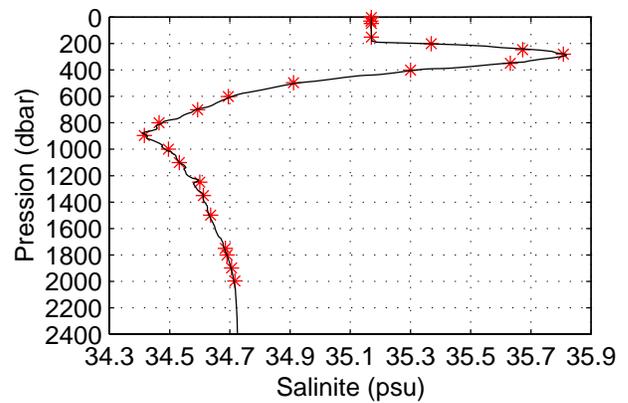
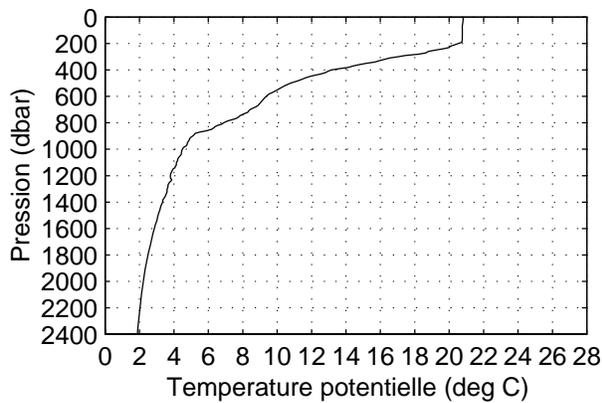
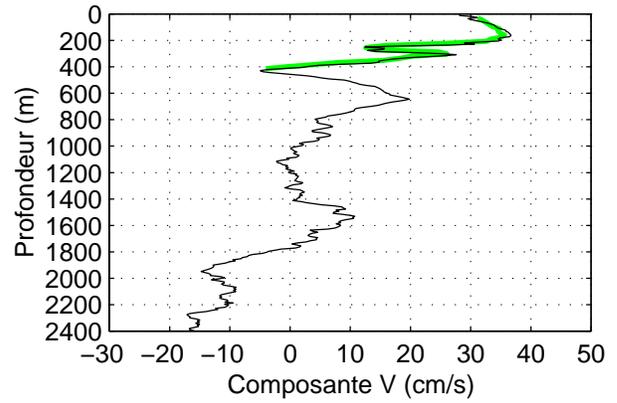
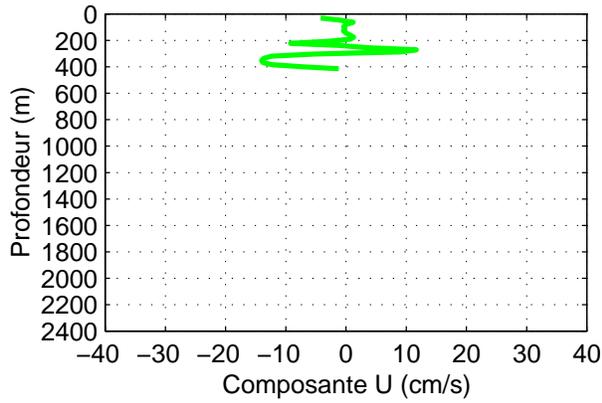
### TIP 2000 – Station 41 – CTD, LADCP et ADCP de coque



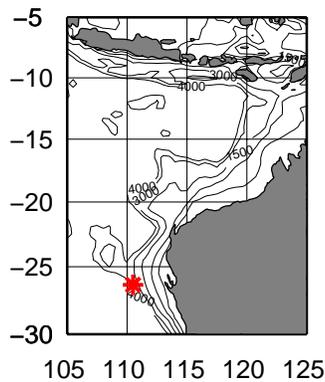
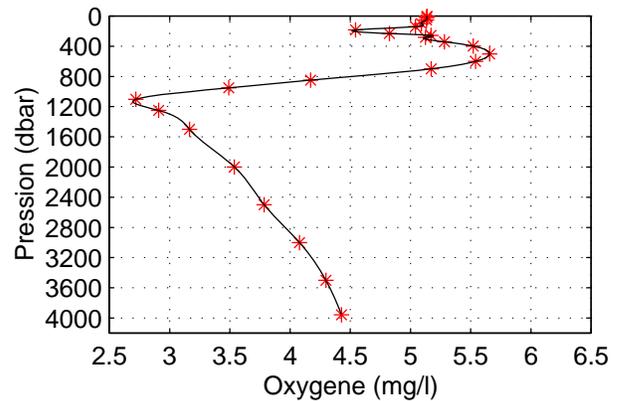
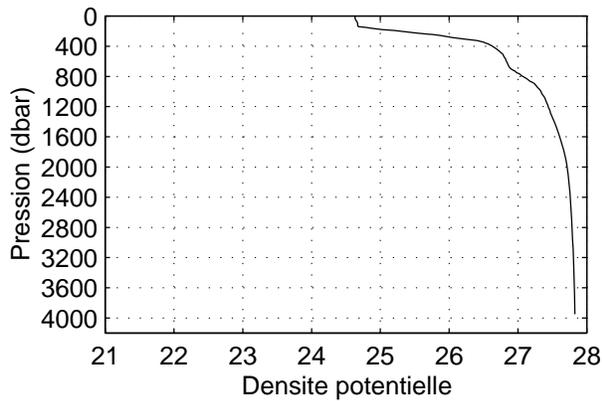
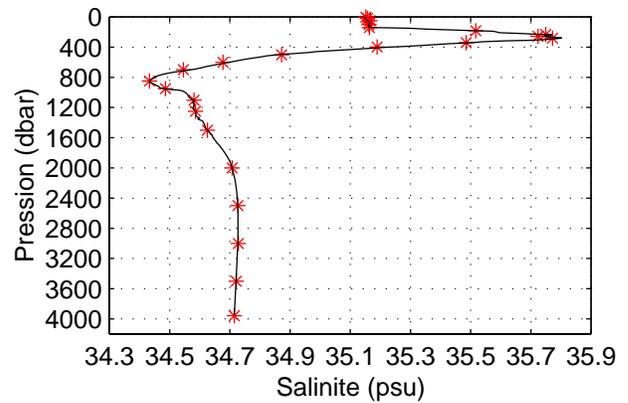
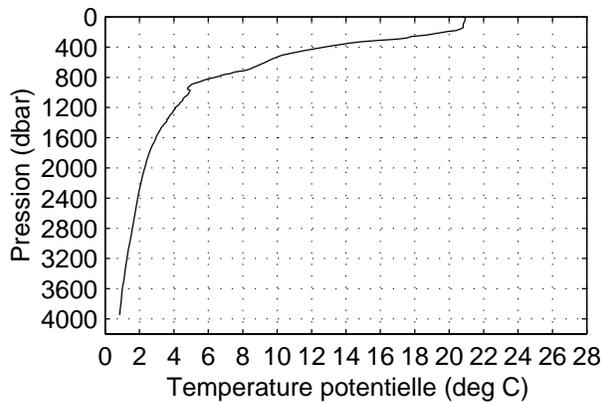
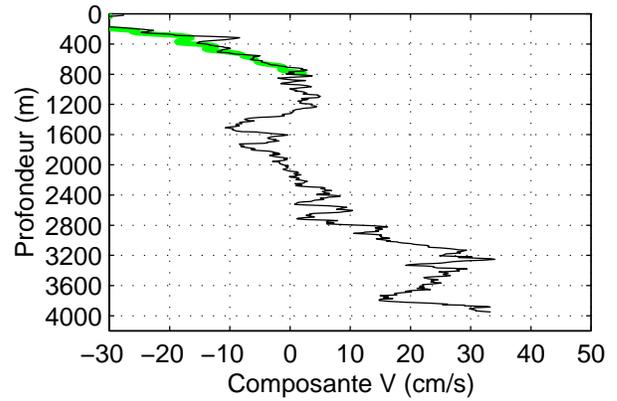
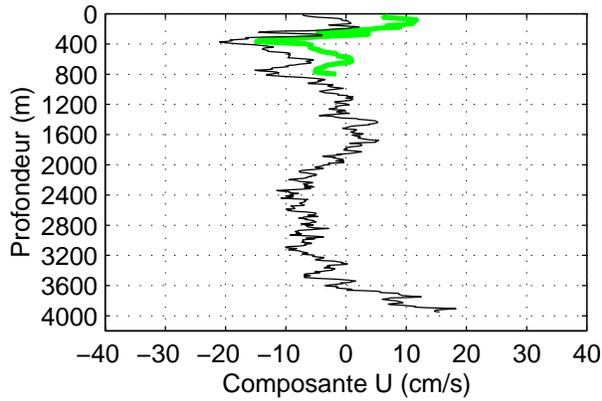
### TIP 2000 – Station 42 – CTD, LADCP et ADCP de coque



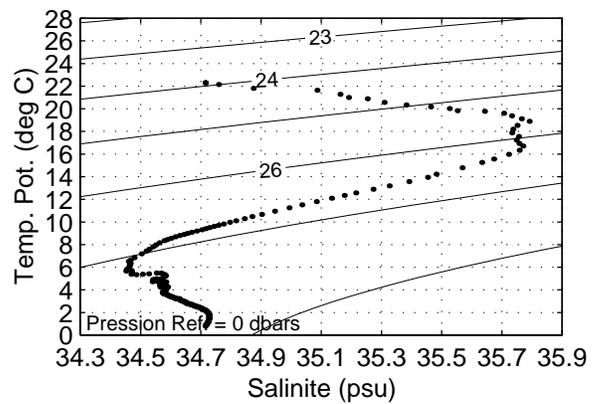
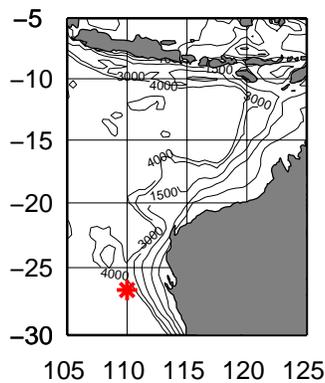
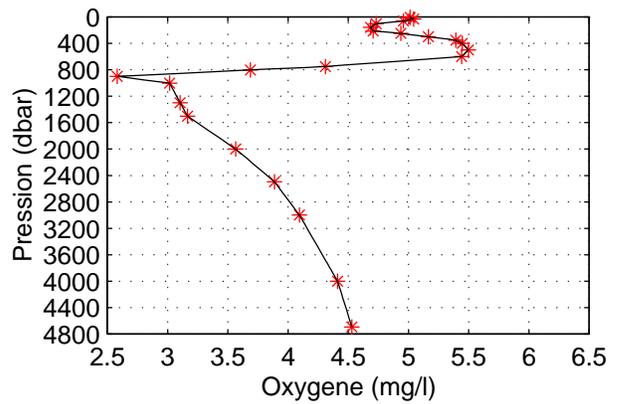
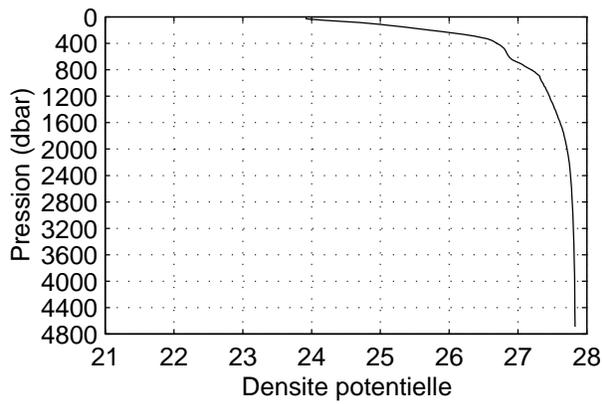
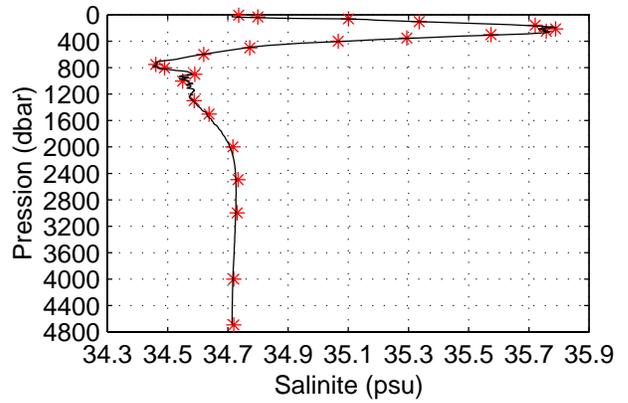
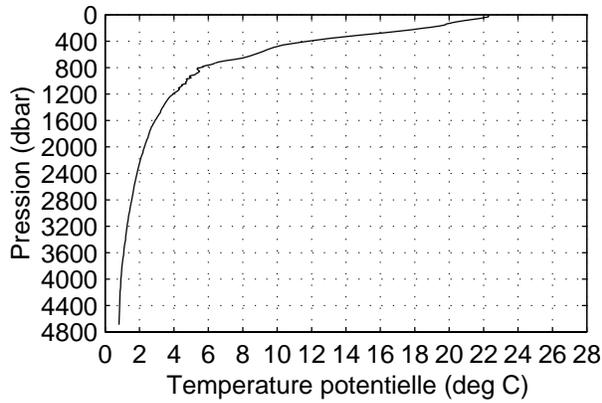
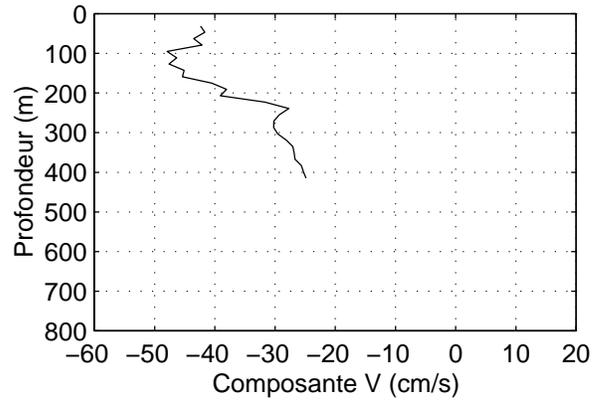
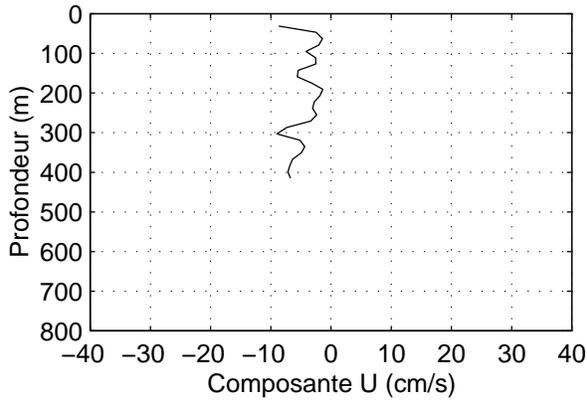
### TIP 2000 – Station 43 – CTD, LADCP et ADCP de coque



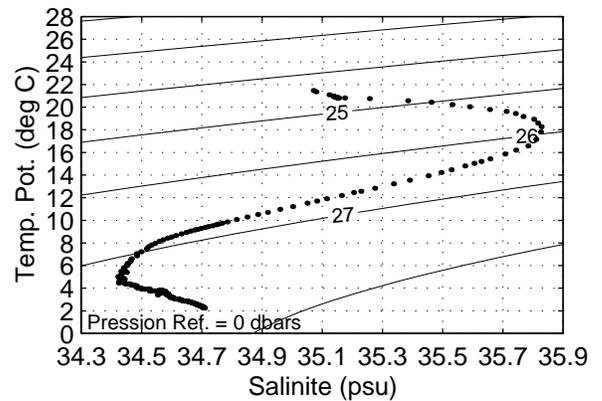
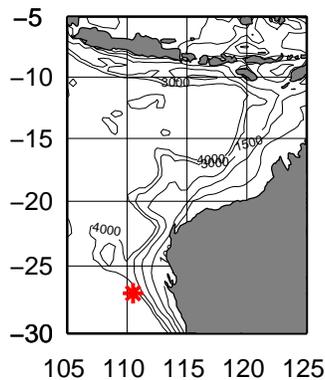
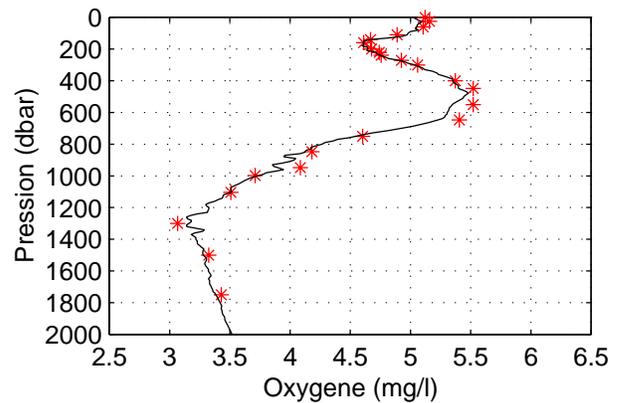
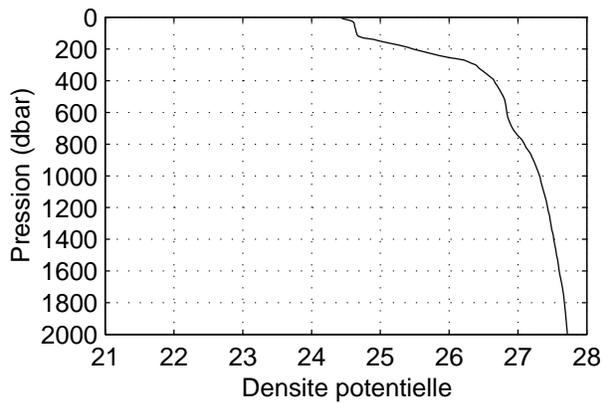
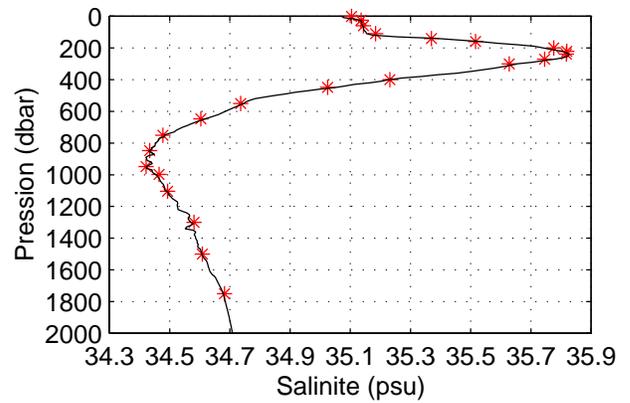
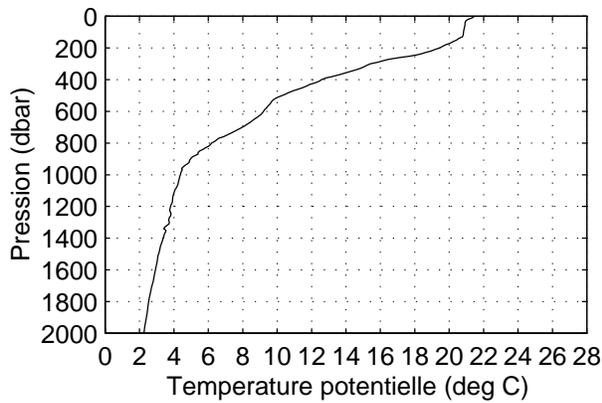
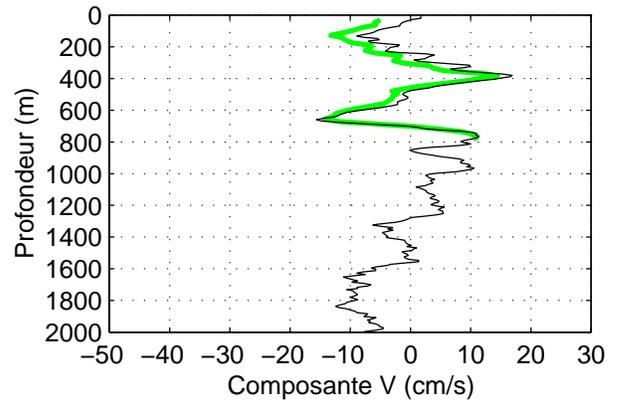
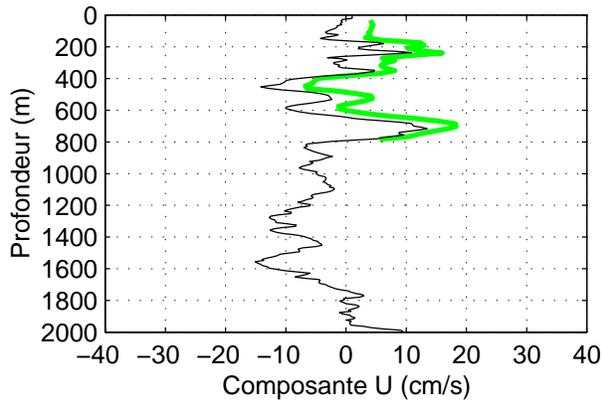
### TIP 2000 – Station 44 – CTD, LADCP et ADCP de coque



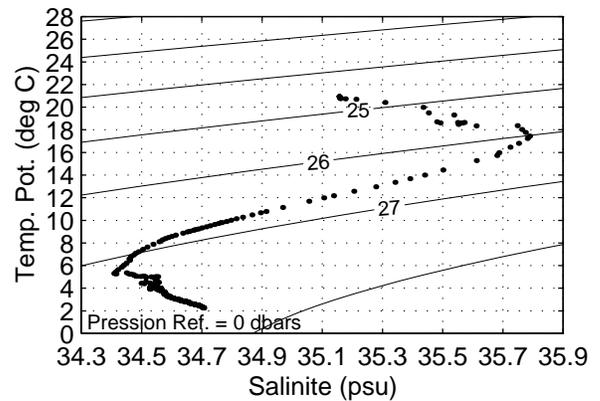
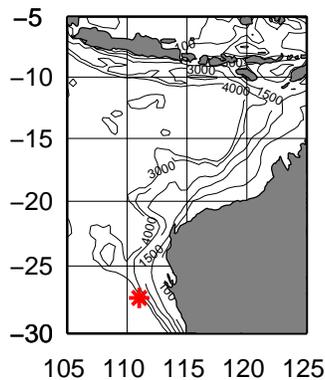
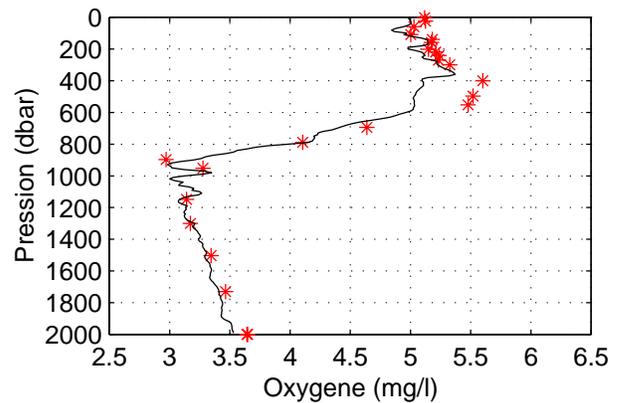
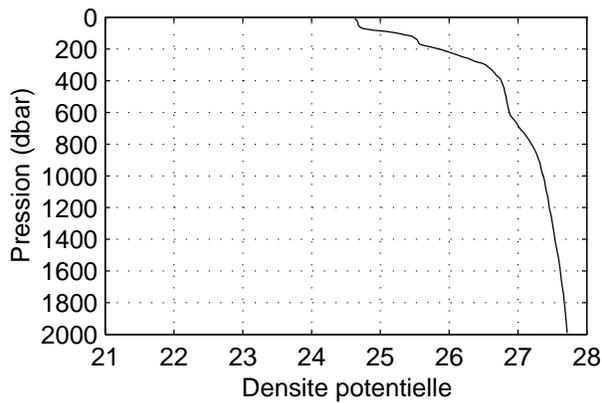
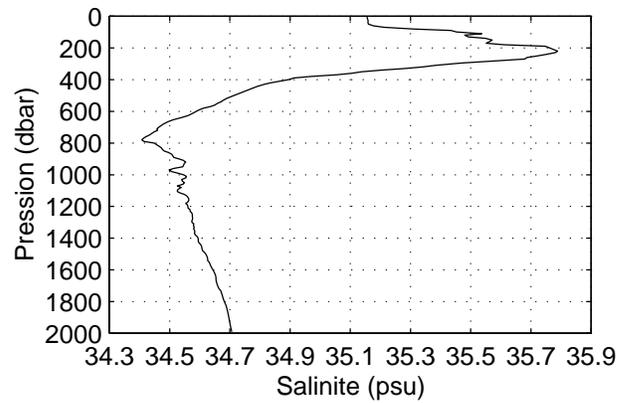
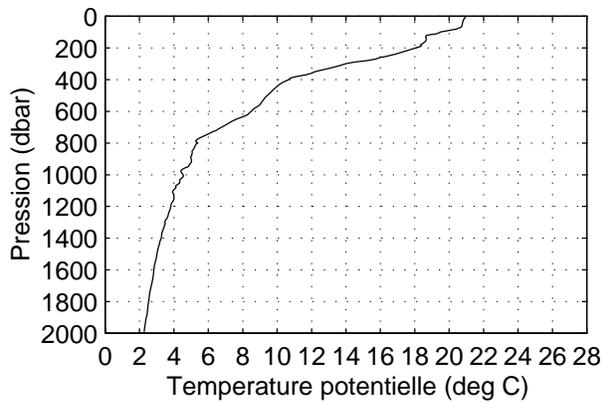
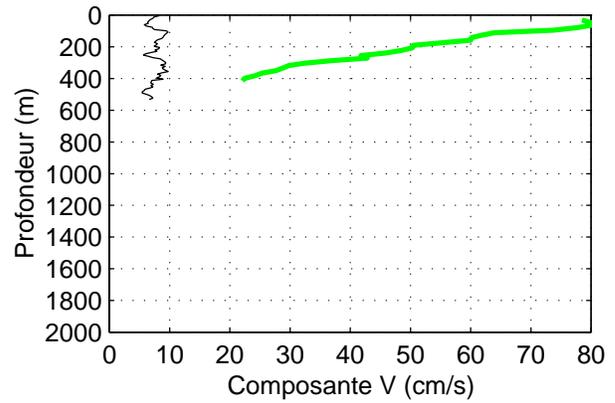
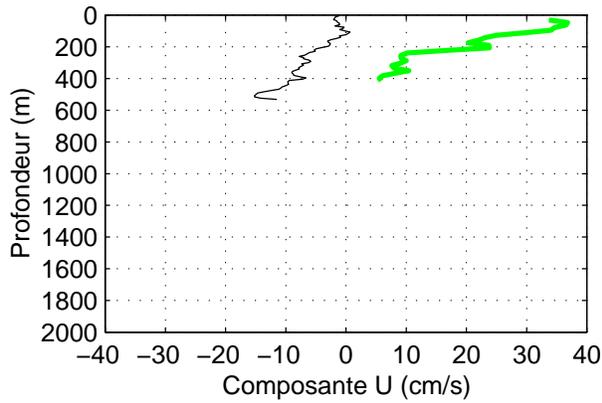
### TIP 2000 – Station 45 – CTD et ADCP de coque



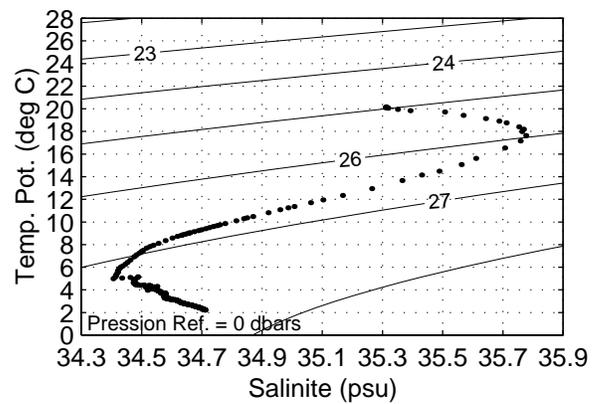
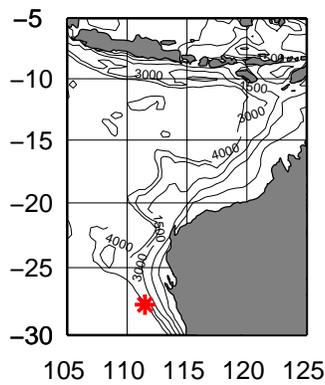
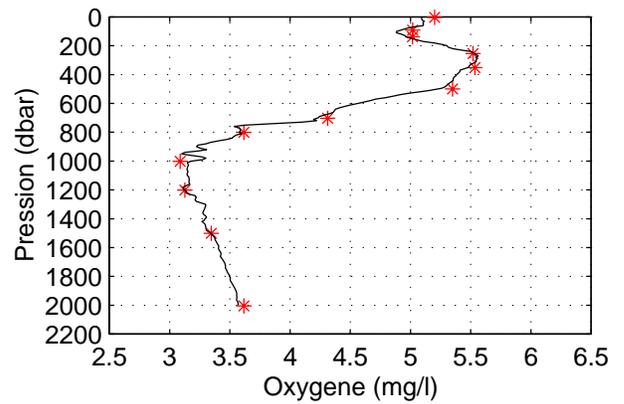
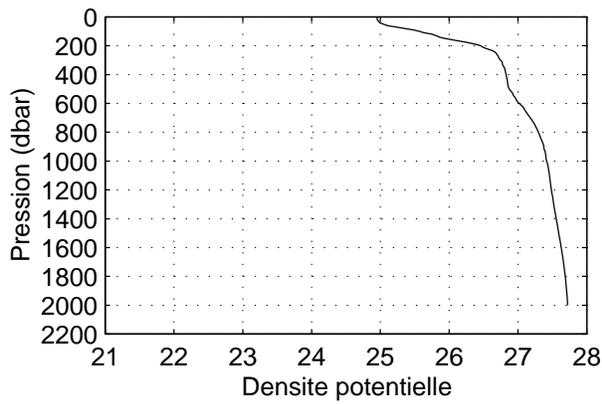
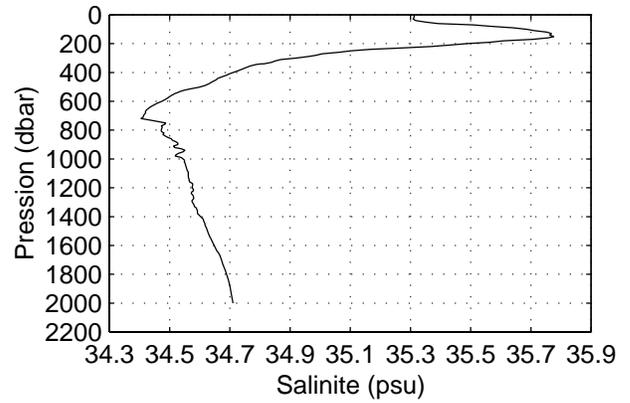
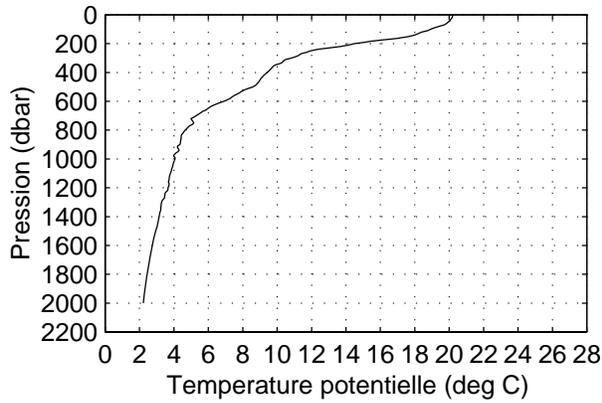
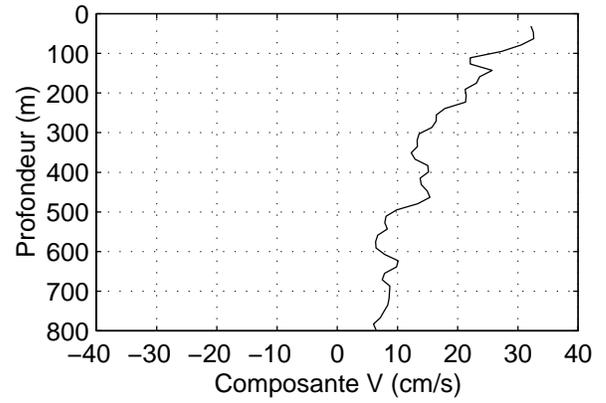
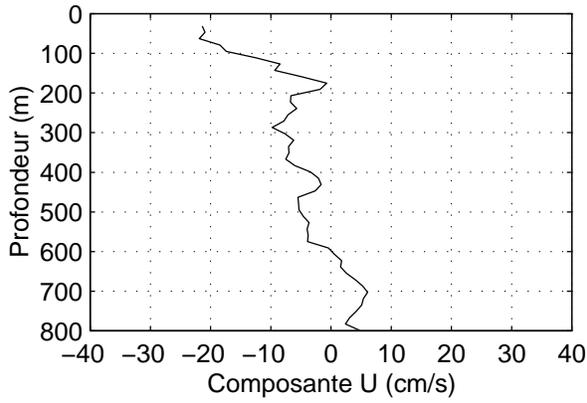
**TIP 2000 – Station 46 – CTD, LADCP et ADCP de coque**



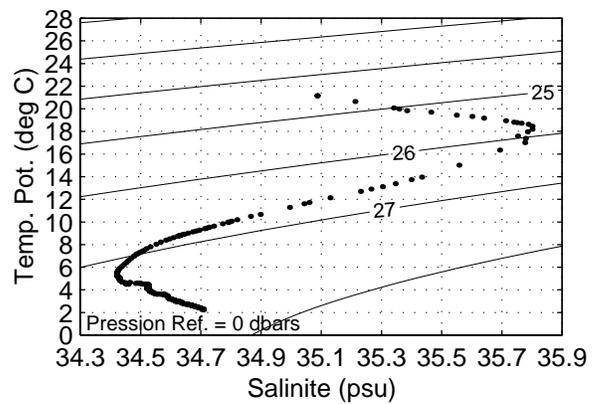
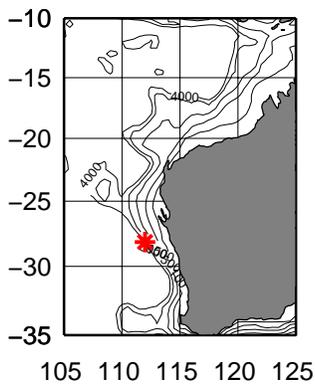
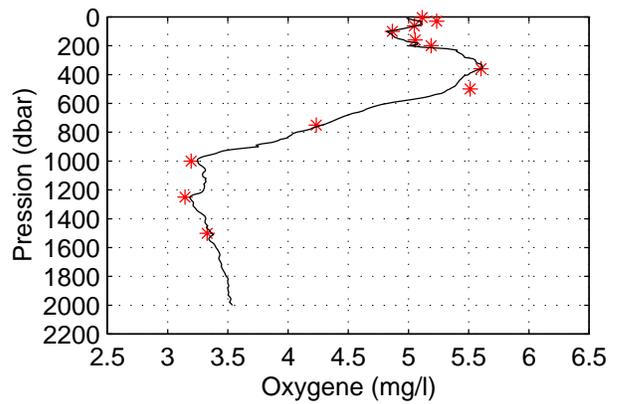
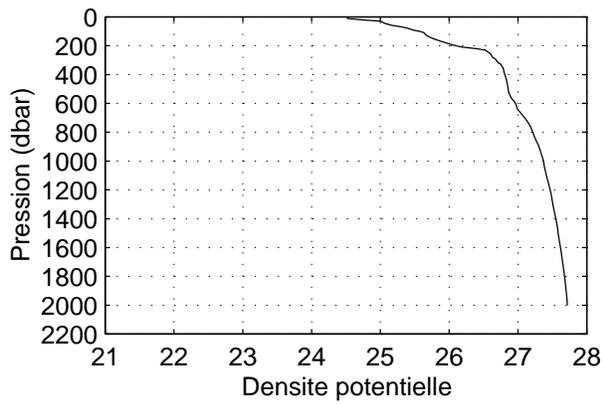
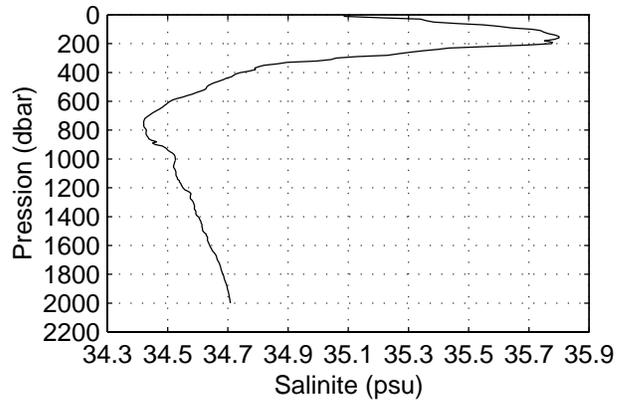
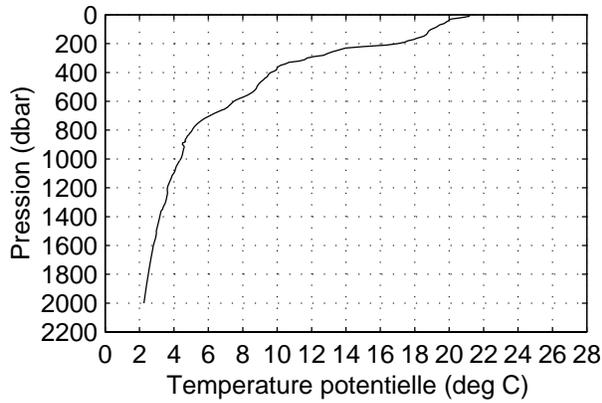
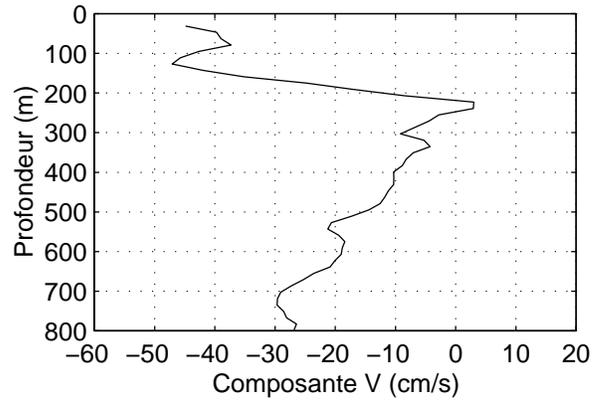
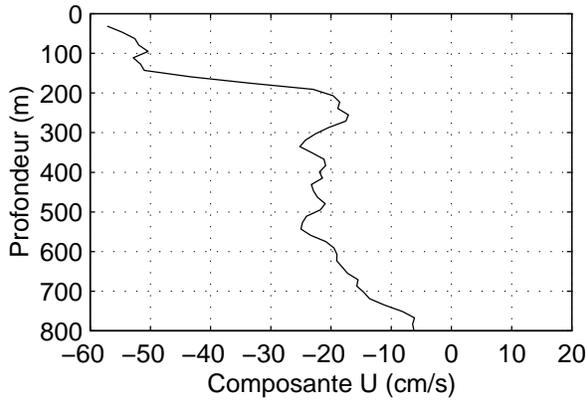
### TIP 2000 – Station 47 – CTD, LADCP et ADCP de coque



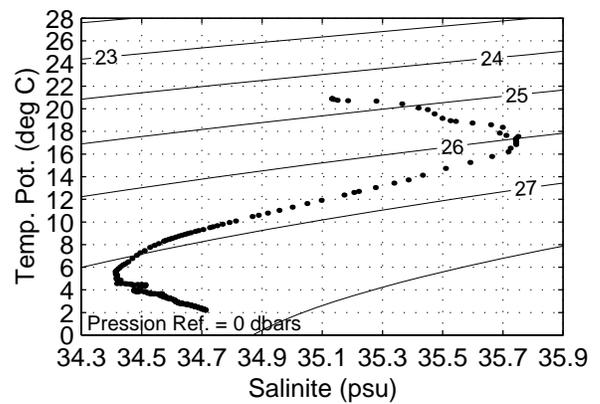
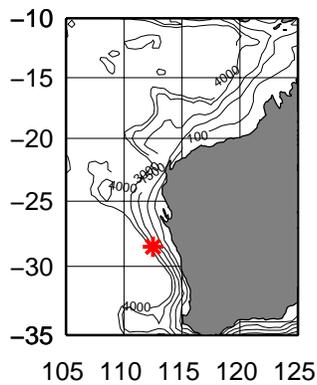
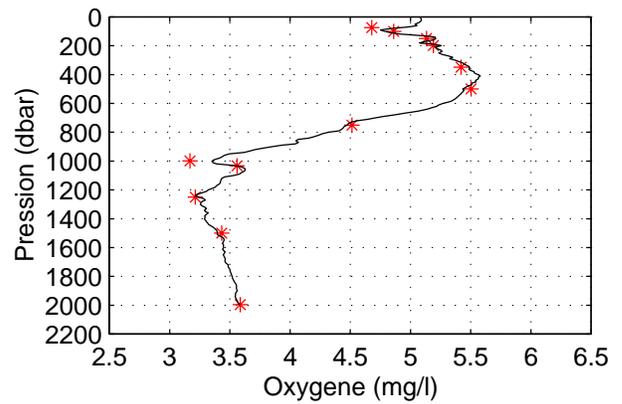
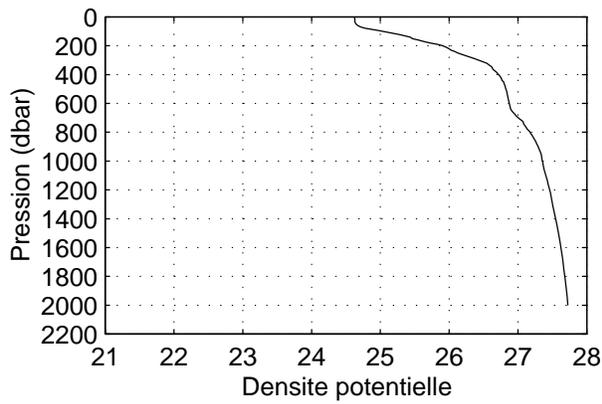
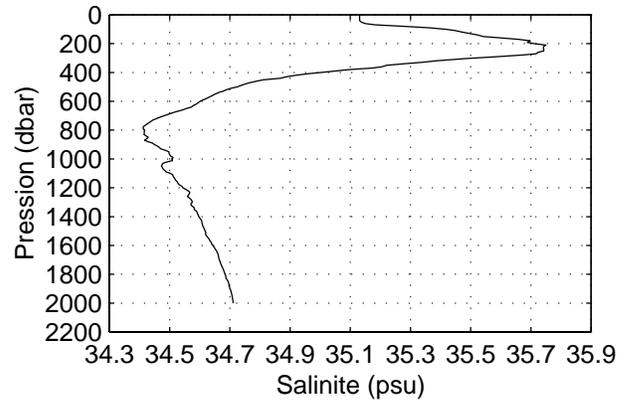
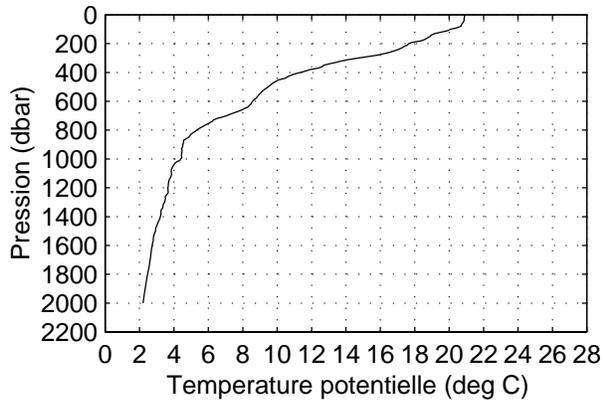
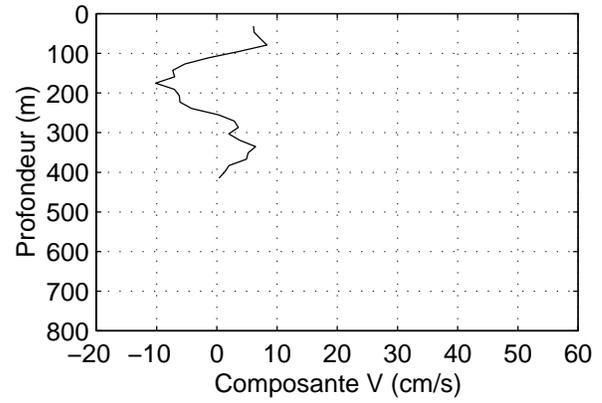
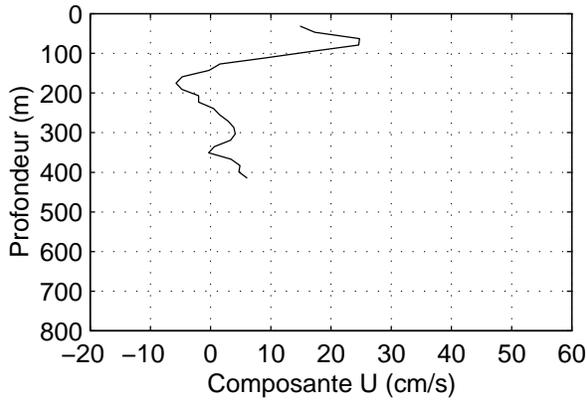
### TIP 2000 – Station 48 – CTD et ADCP de coque



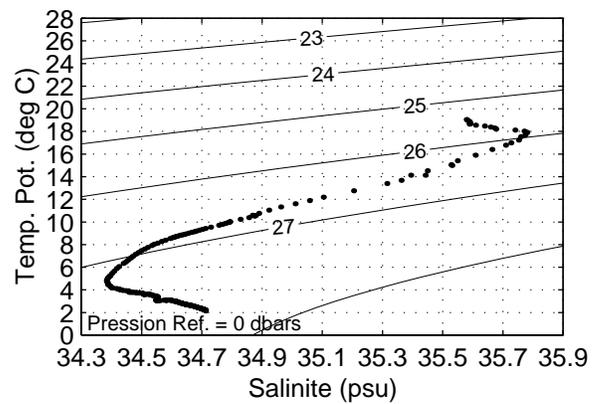
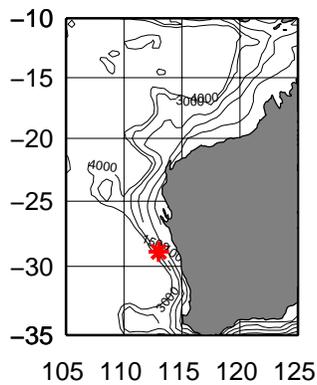
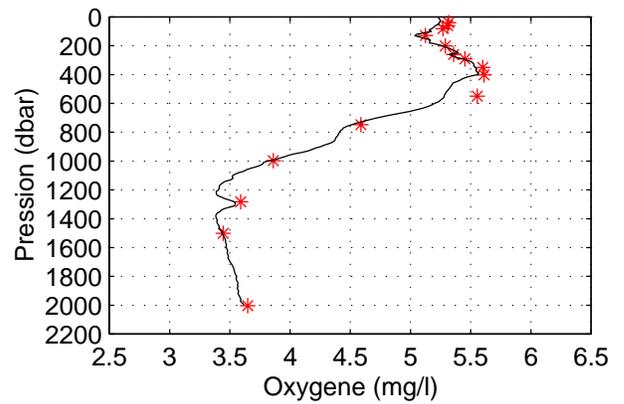
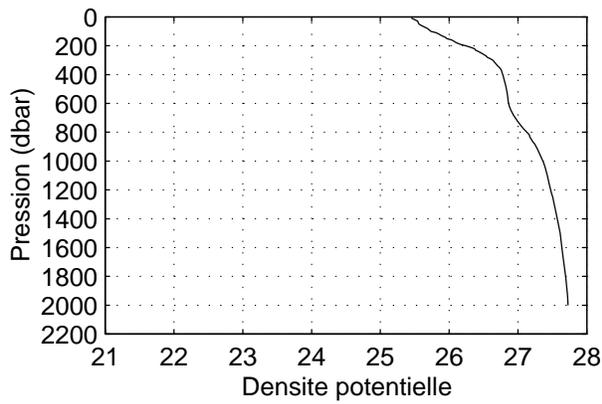
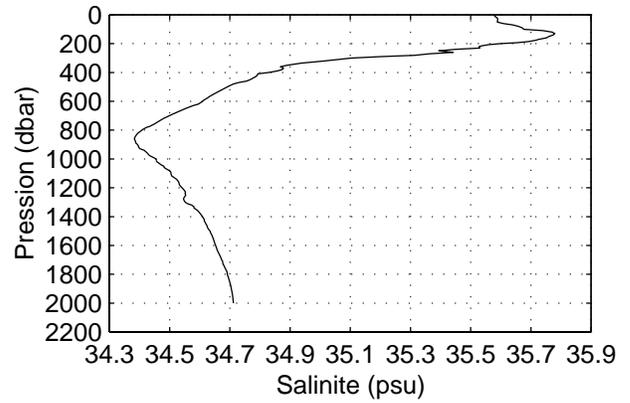
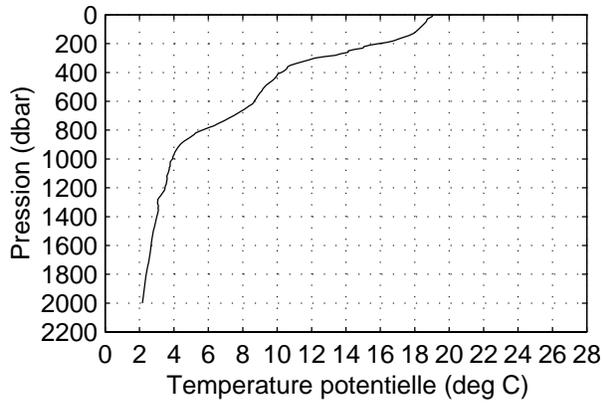
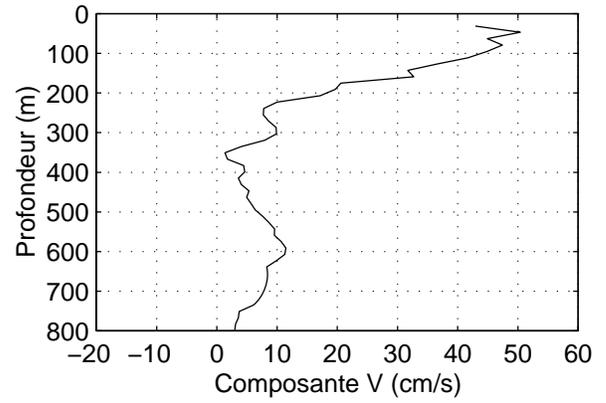
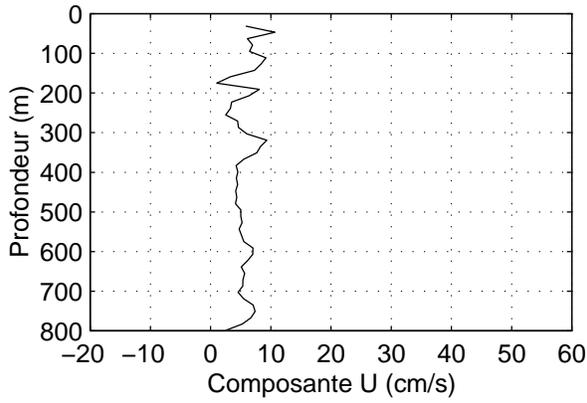
### TIP 2000 – Station 49 – CTD et ADCP de coque



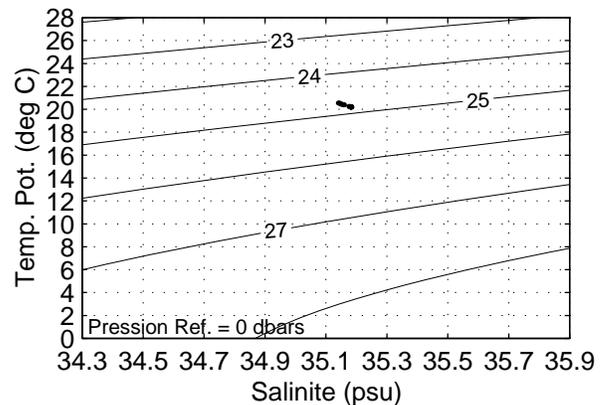
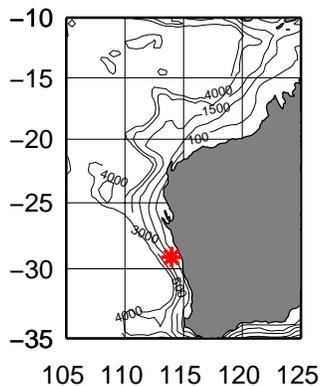
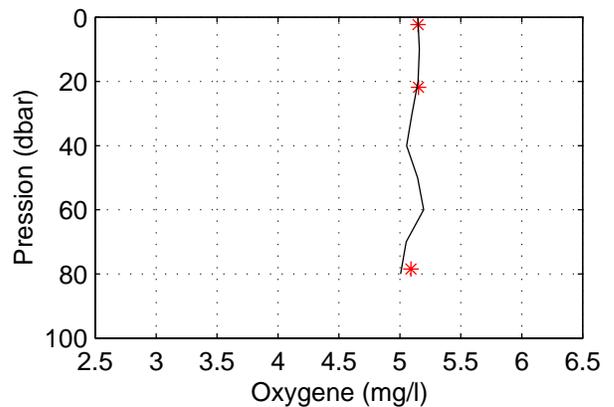
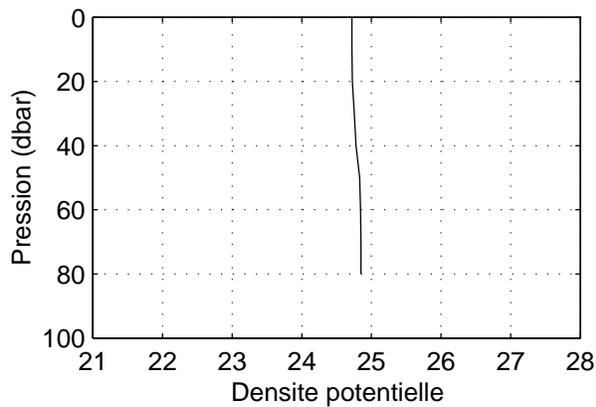
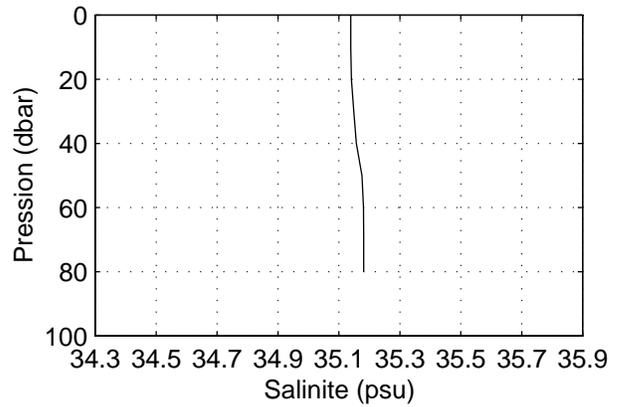
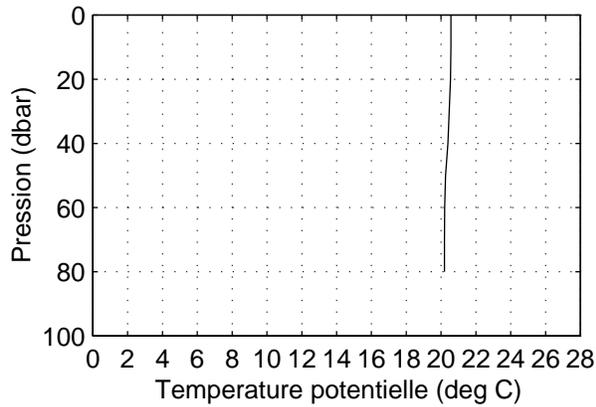
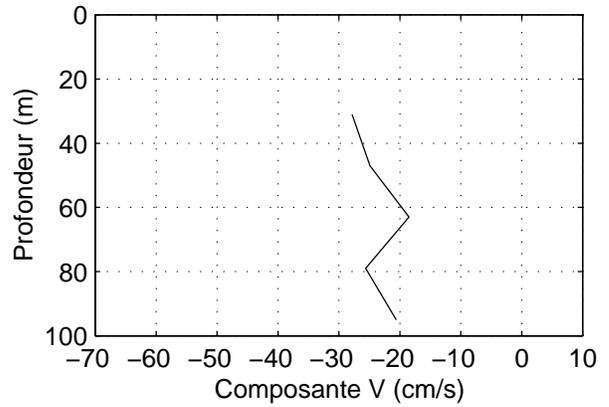
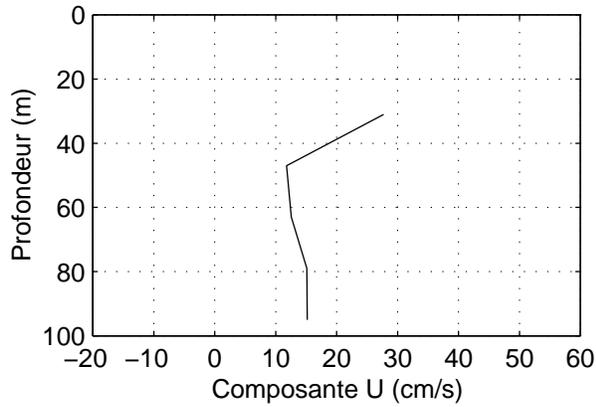
**TIP 2000 – Station 50 – CTD et ADCP de coque**



### TIP 2000 – Station 51 – CTD et ADCP de coque

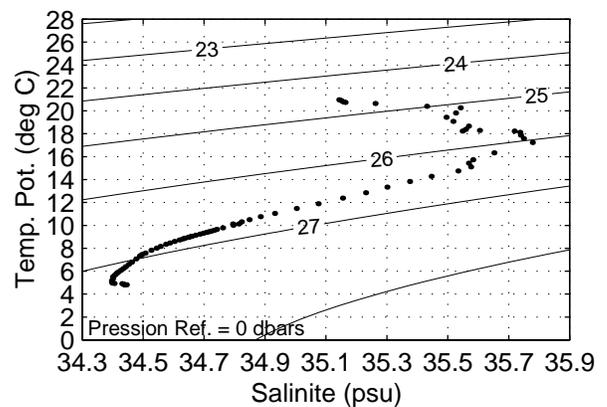
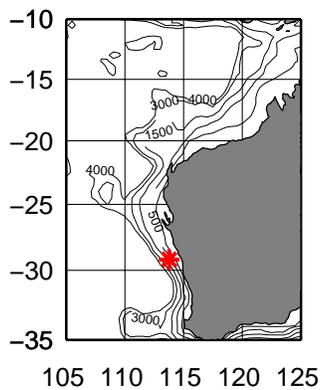
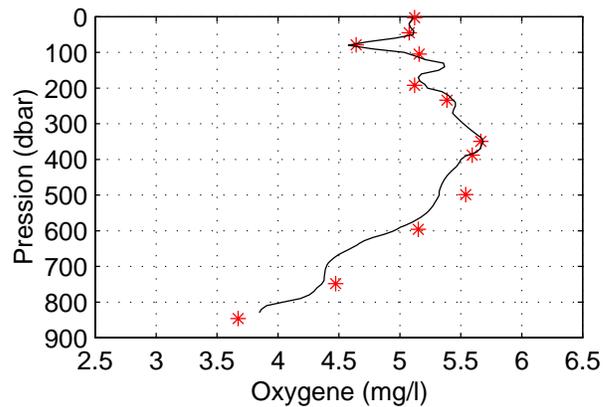
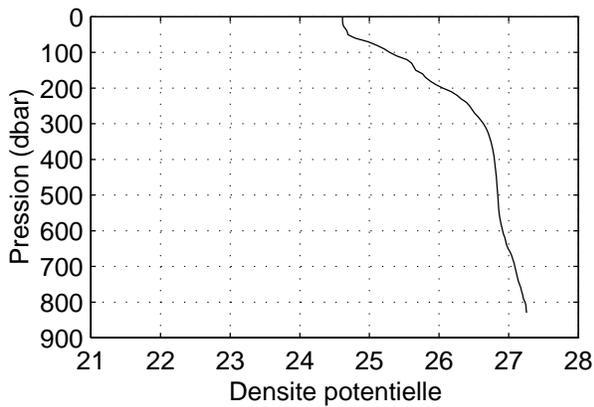
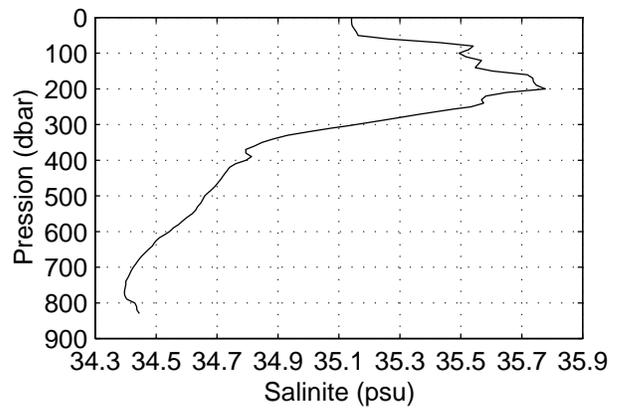
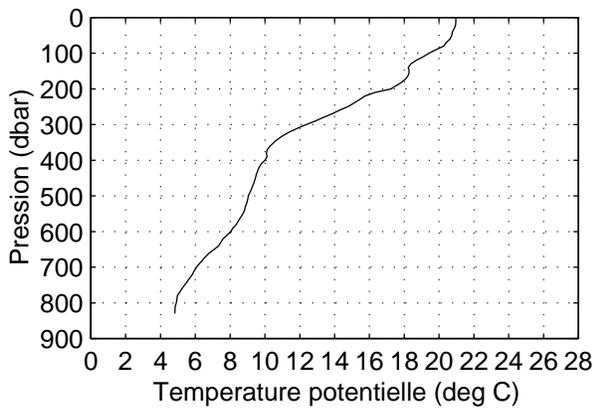
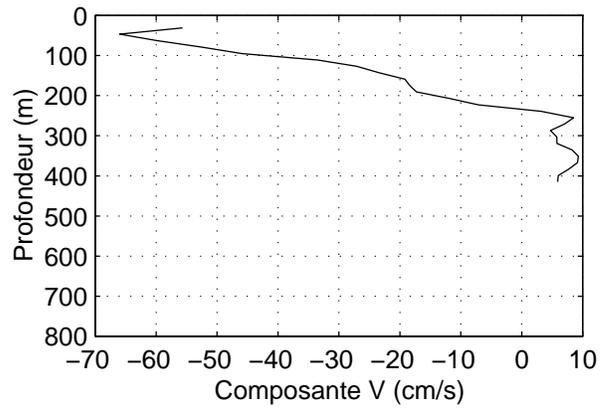
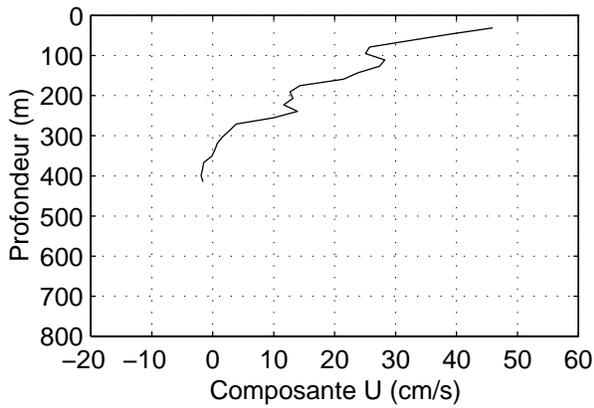


**TIP 2000 – Station 52 – CTD et ADCP de coque**

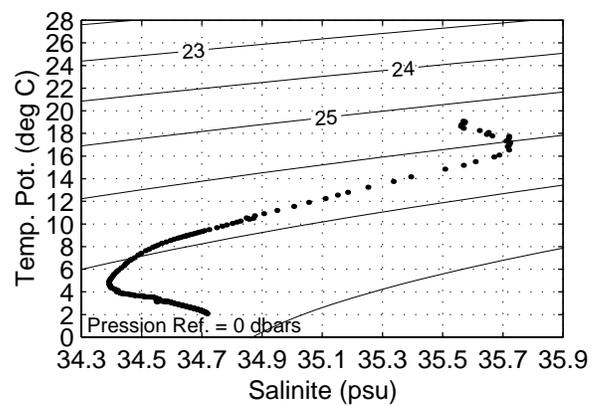
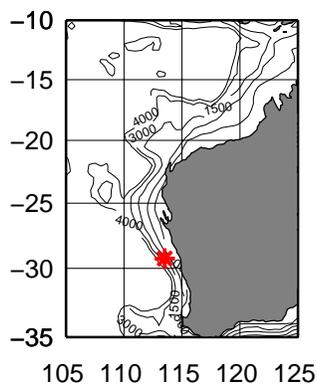
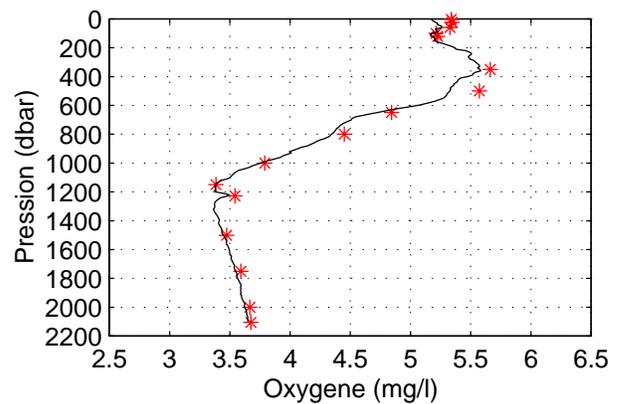
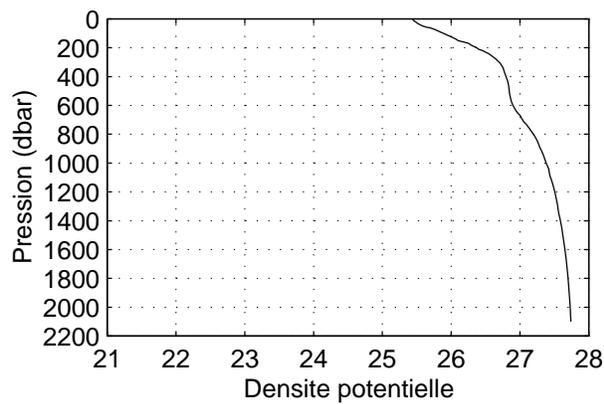
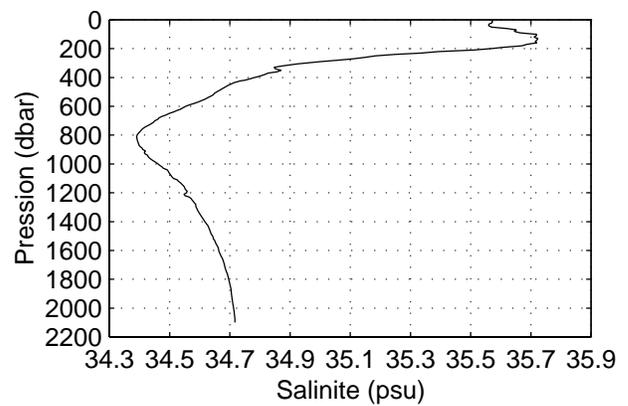
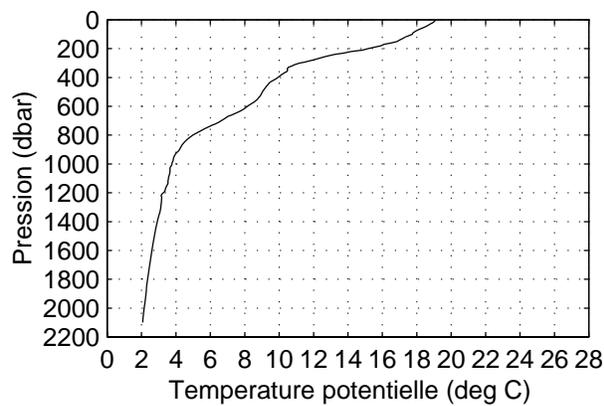
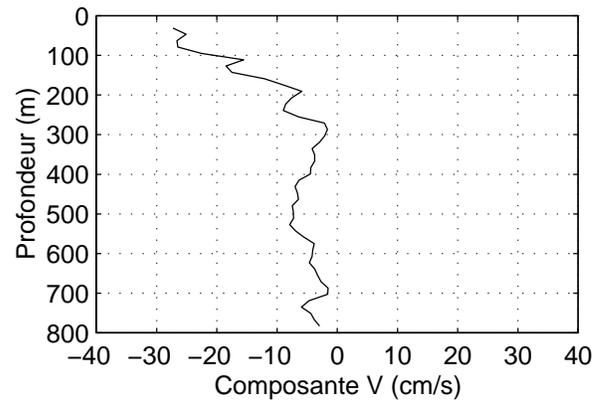
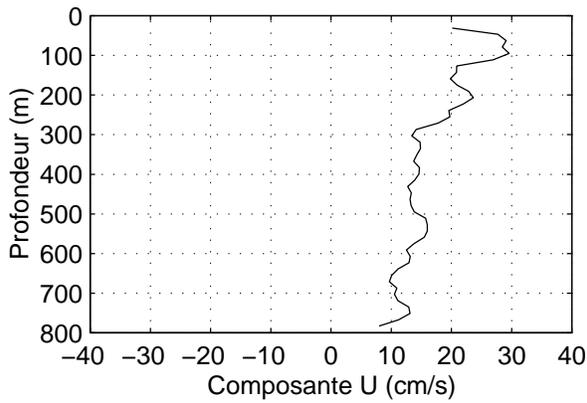




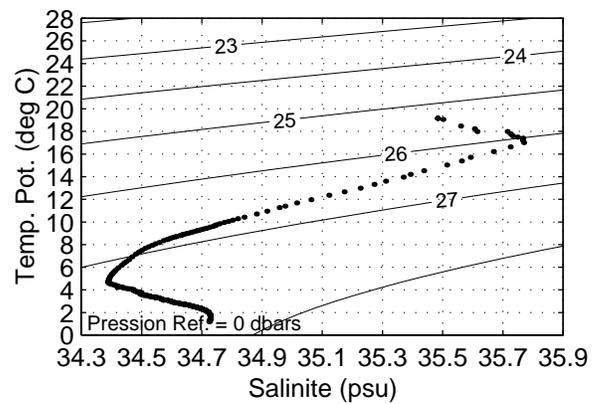
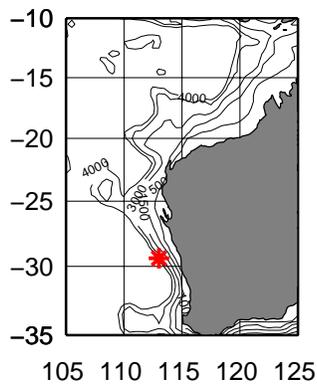
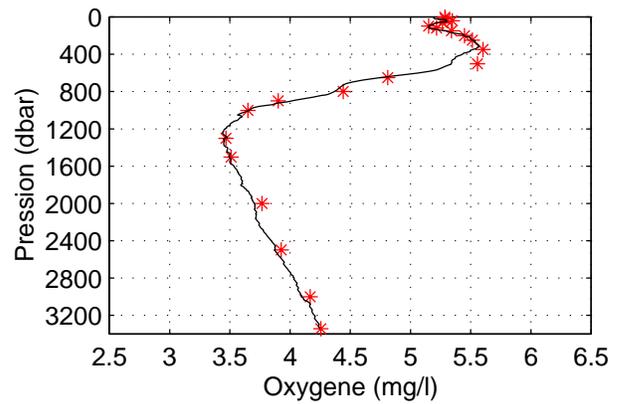
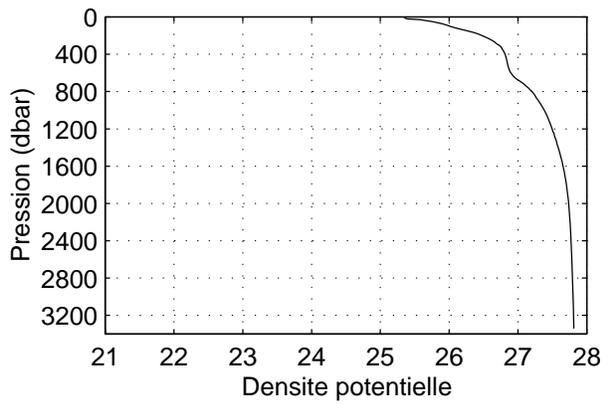
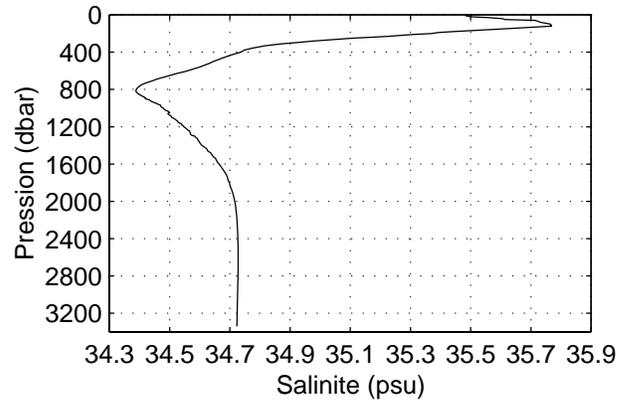
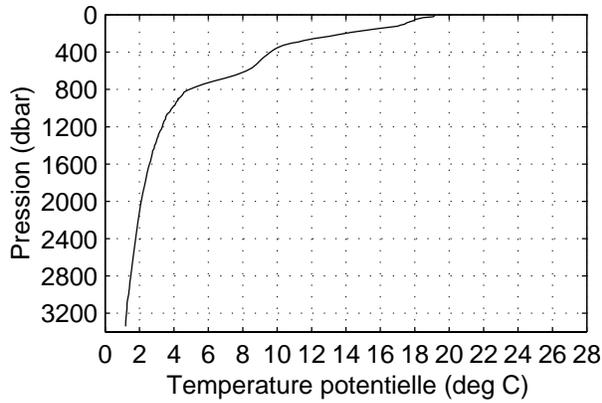
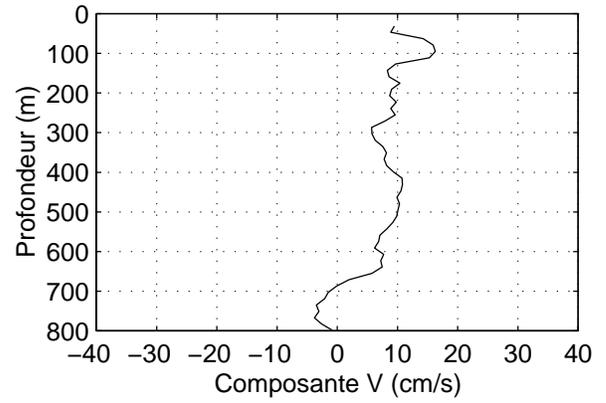
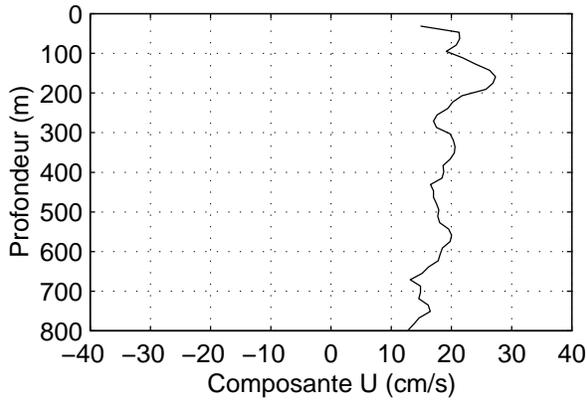
**TIP 2000 – Station 54 – CTD et ADCP de coque**



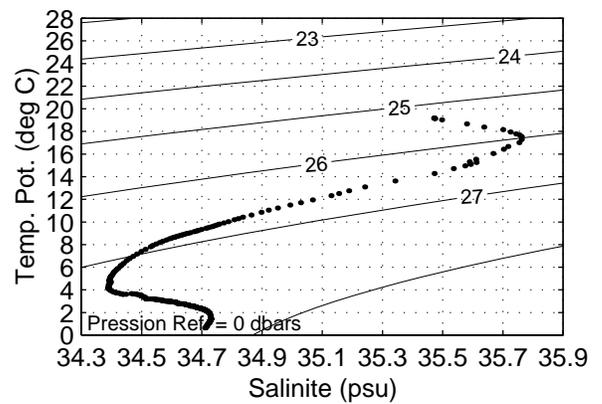
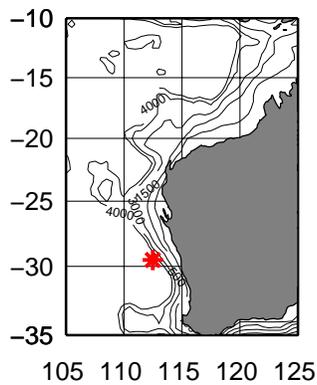
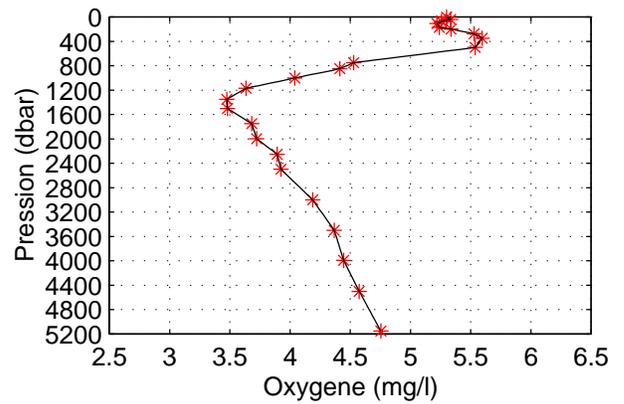
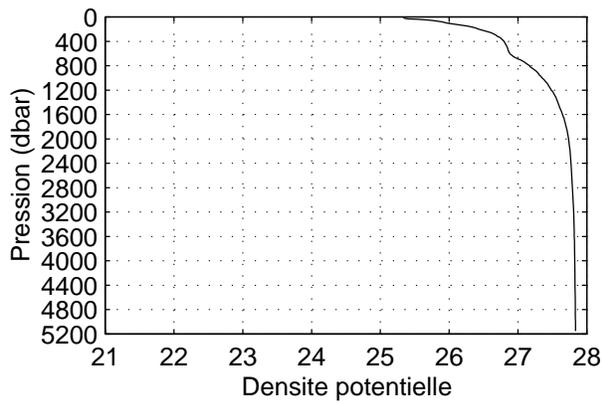
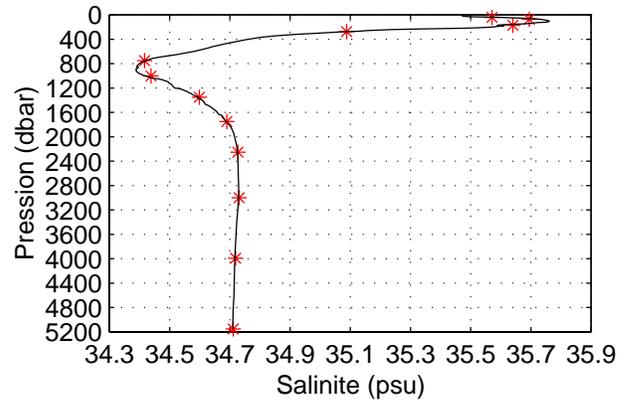
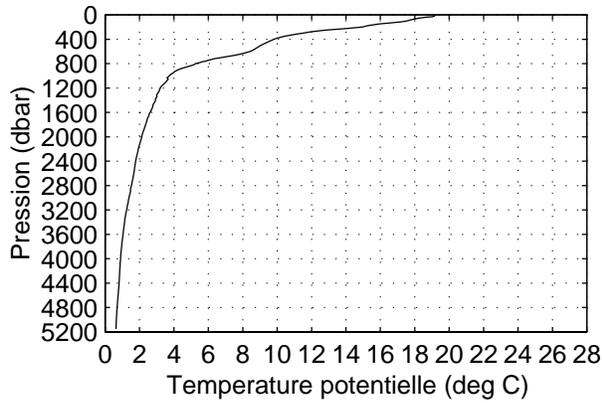
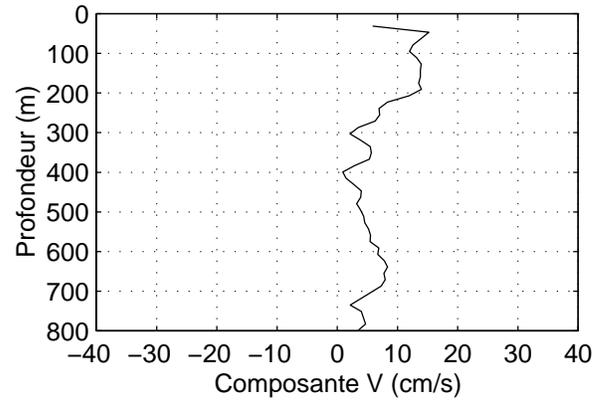
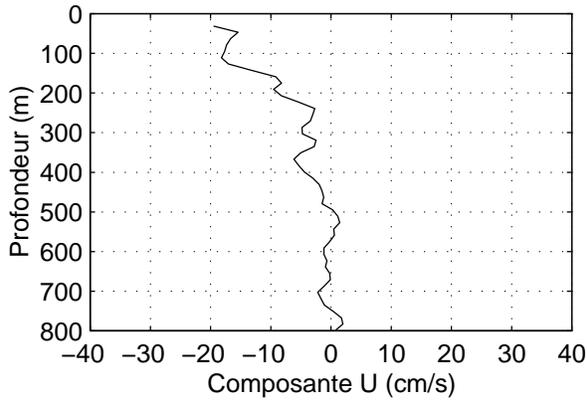
### TIP 2000 – Station 55 – CTD et ADCP de coque



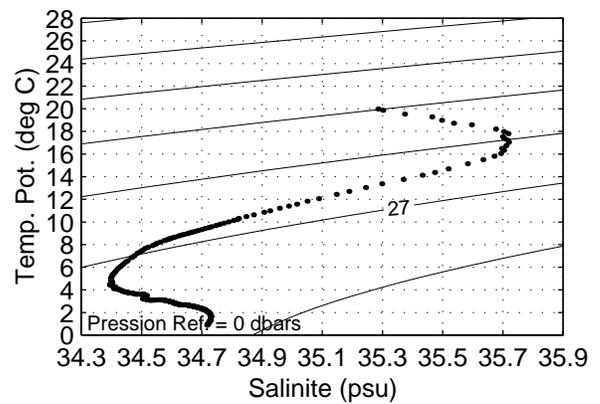
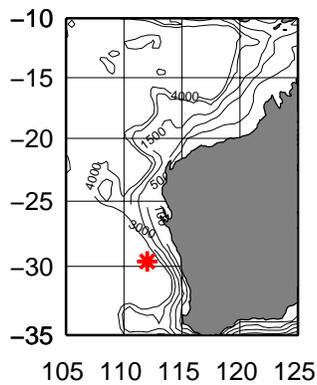
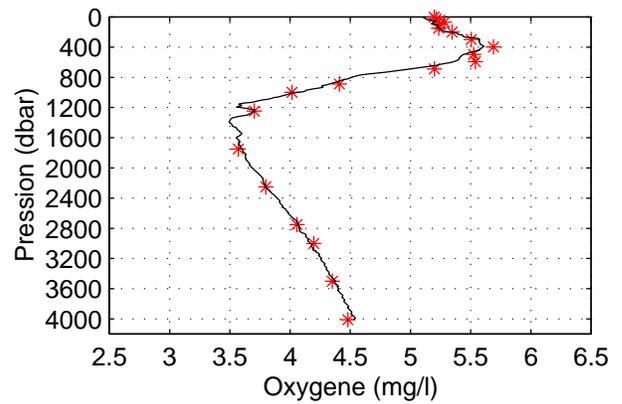
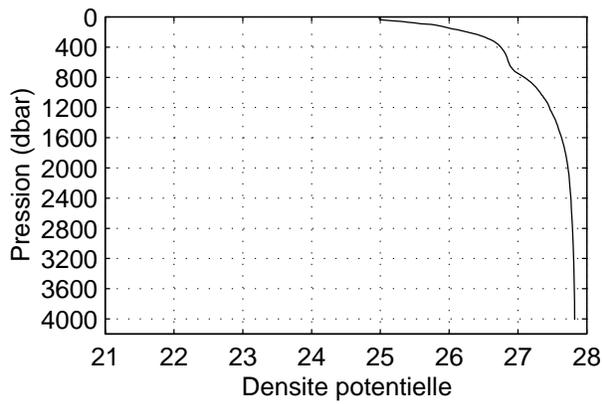
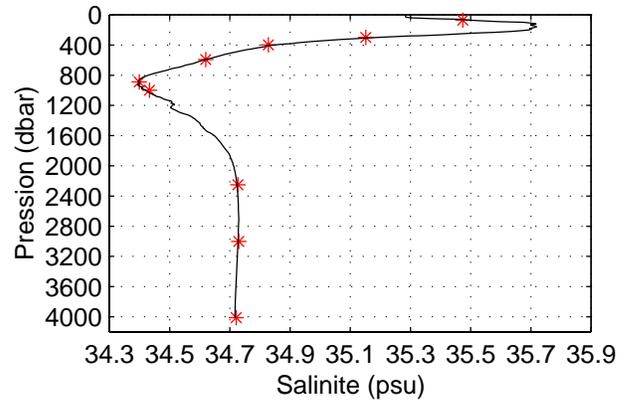
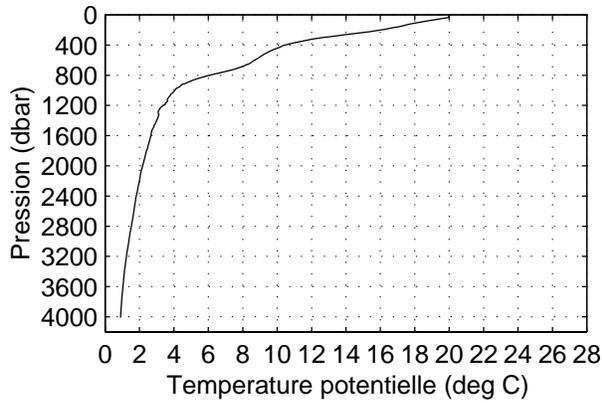
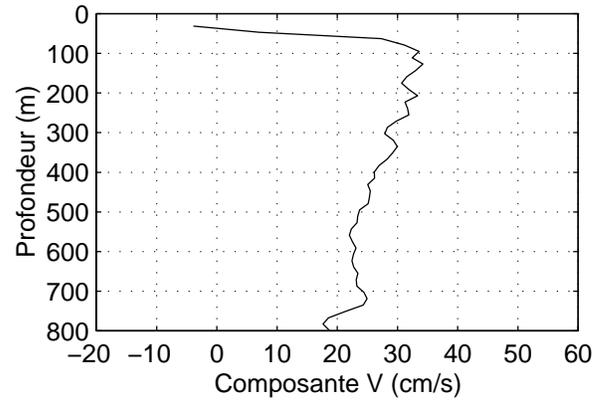
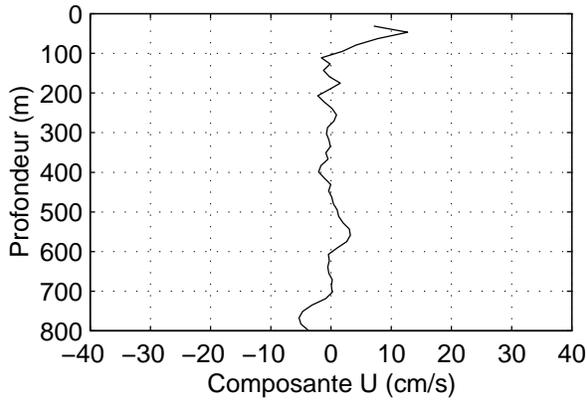
### TIP 2000 – Station 56 – CTD et ADCP de coque



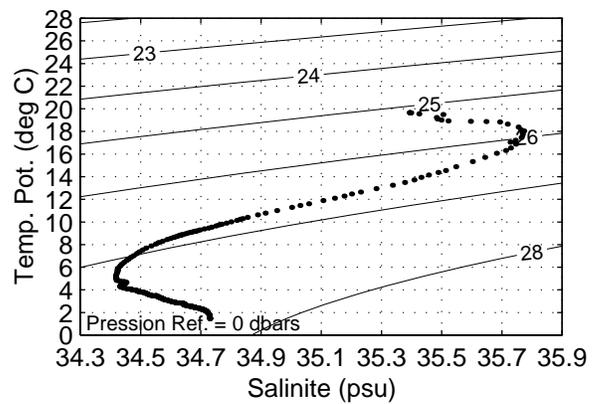
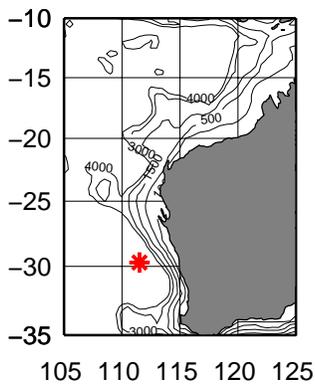
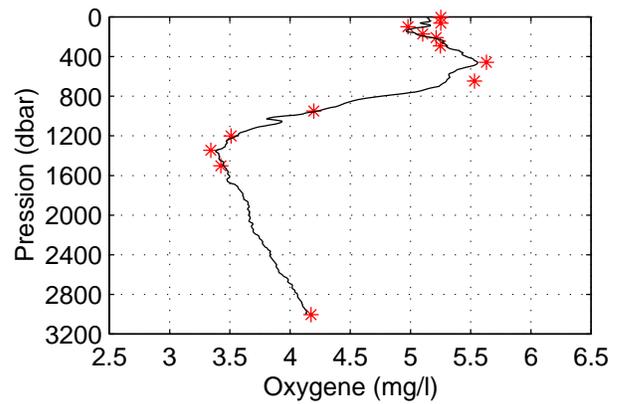
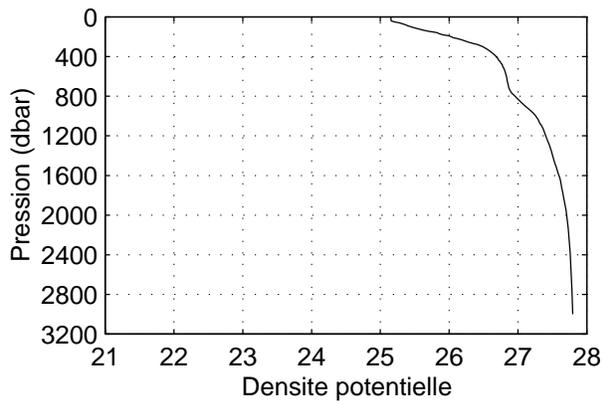
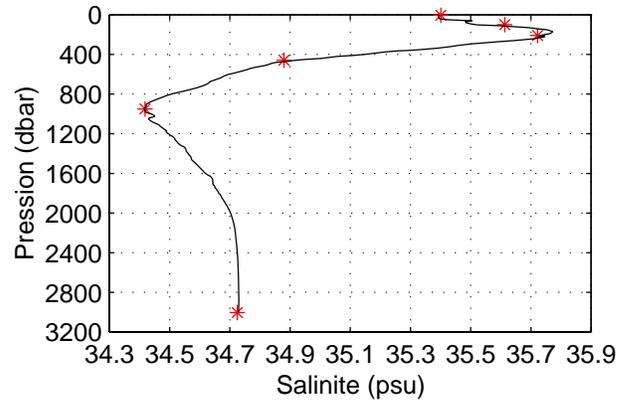
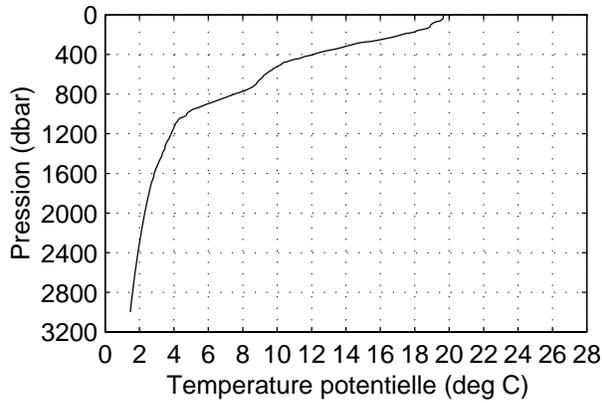
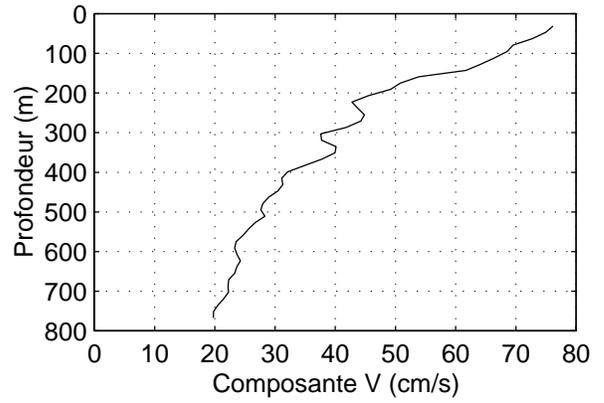
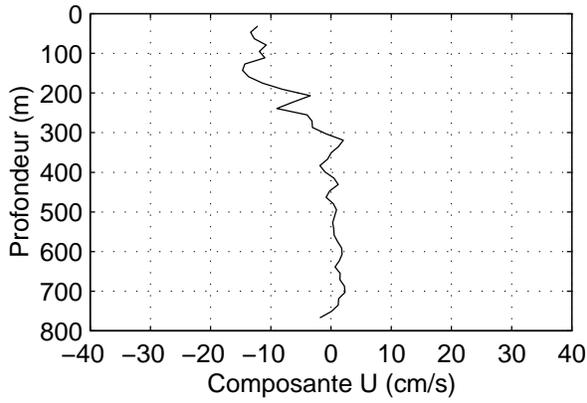
### TIP 2000 – Station 57 – CTD et ADCP de coque



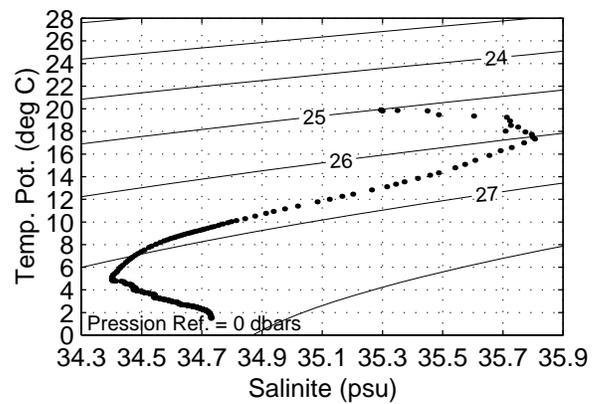
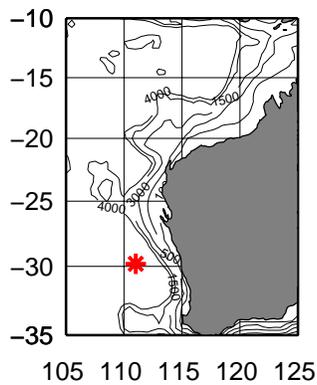
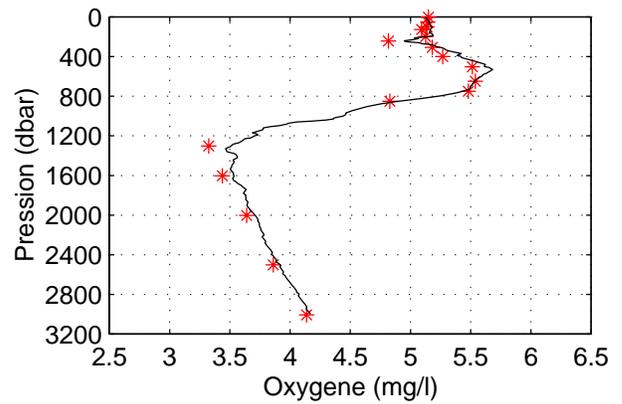
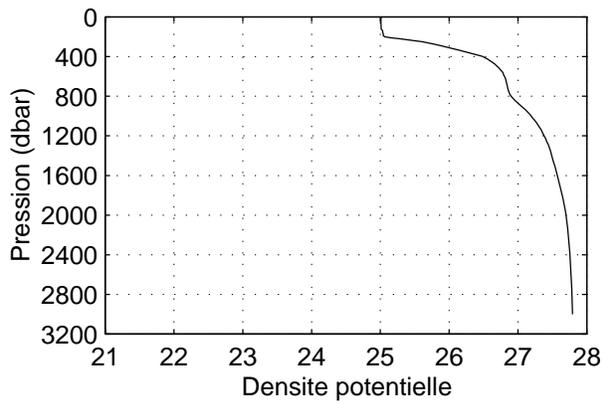
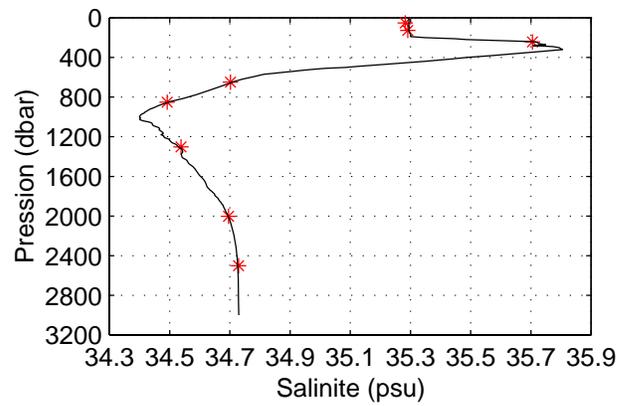
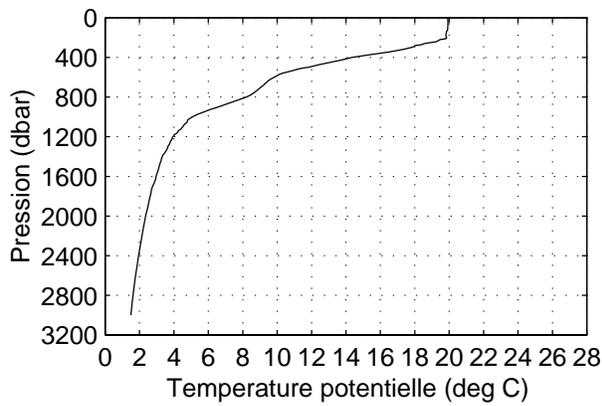
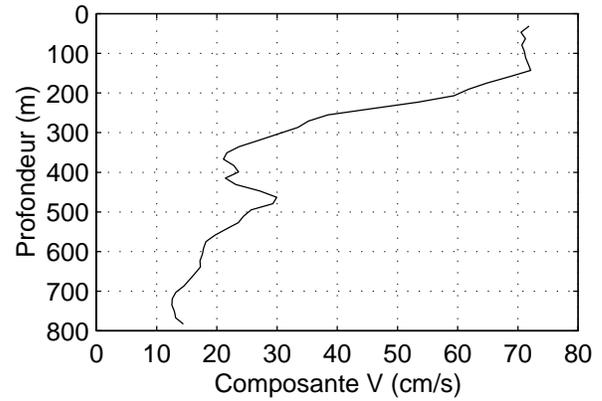
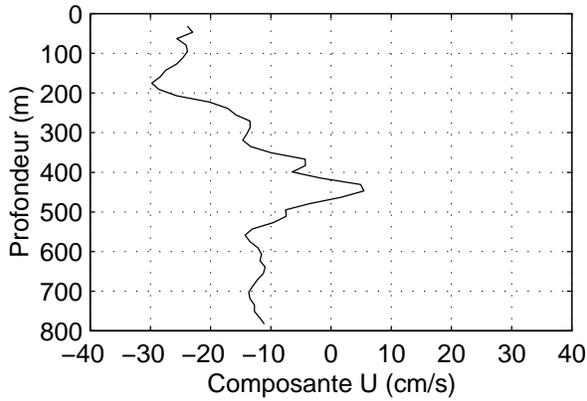
**TIP 2000 – Station 58 – CTD et ADCP de coque**



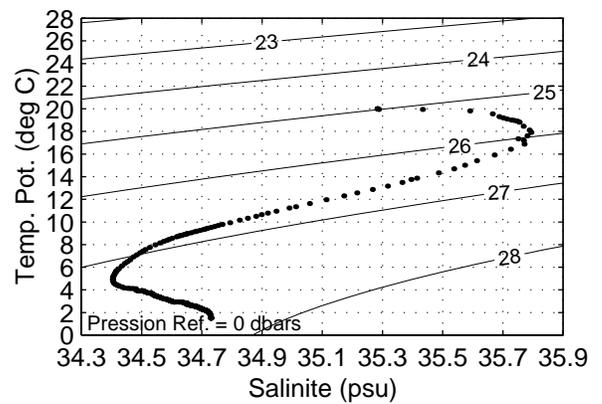
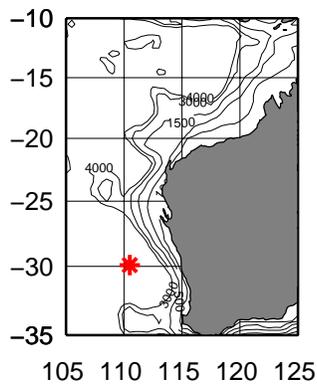
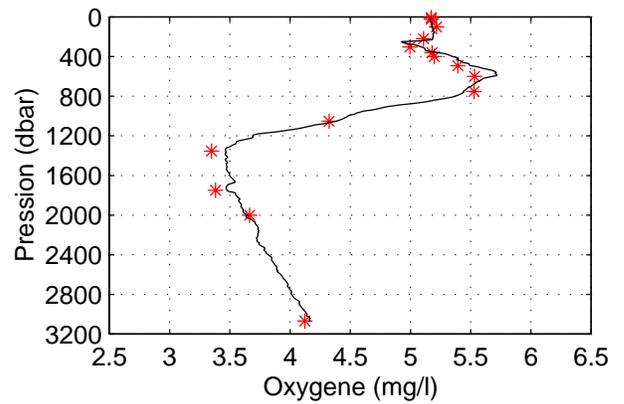
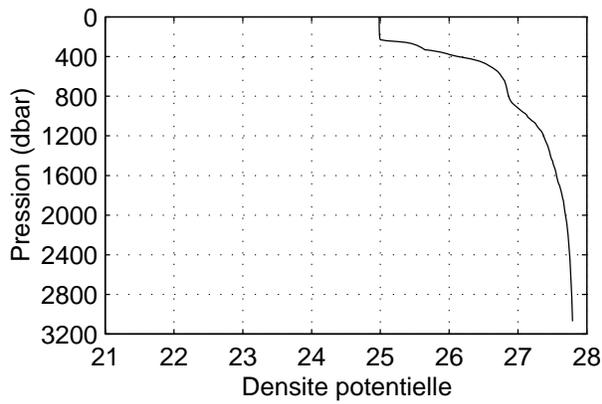
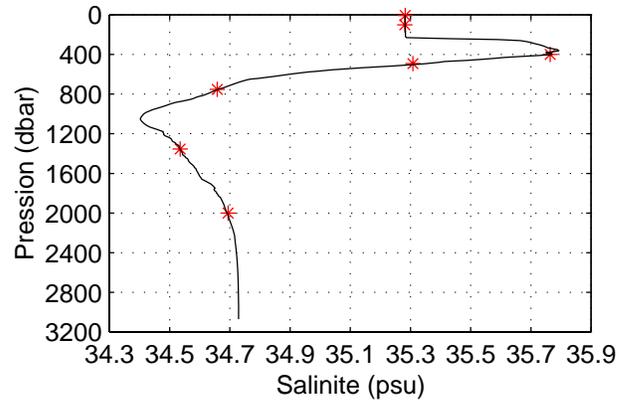
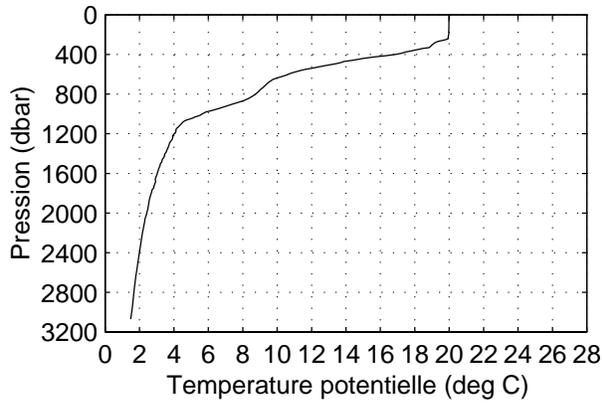
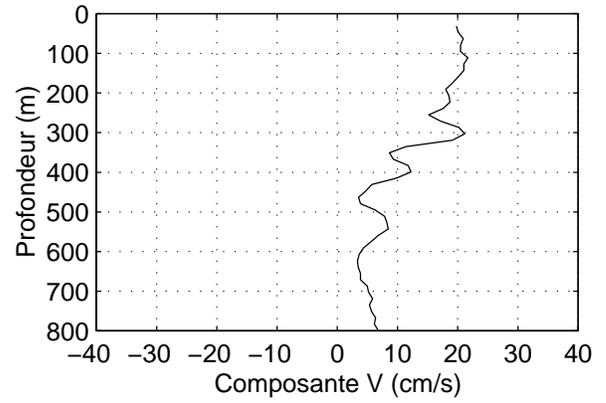
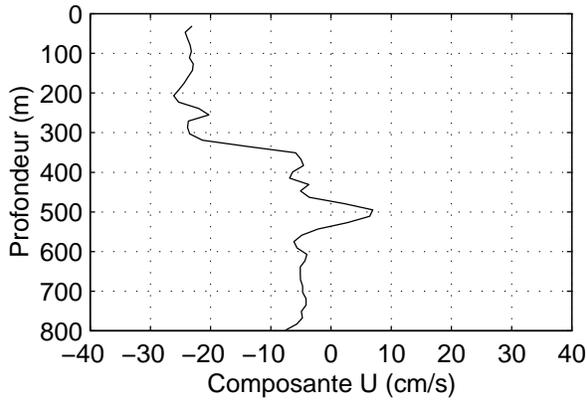
### TIP 2000 – Station 59 – CTD et ADCP de coque



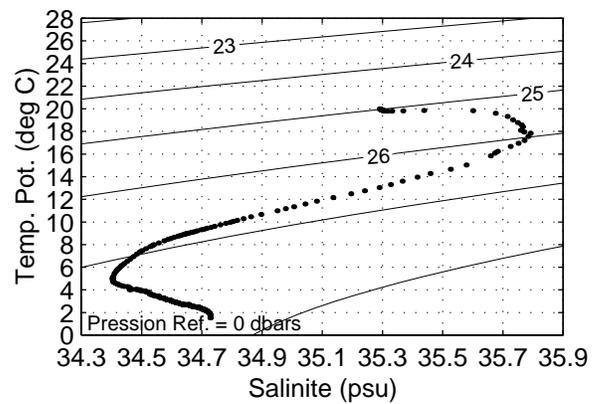
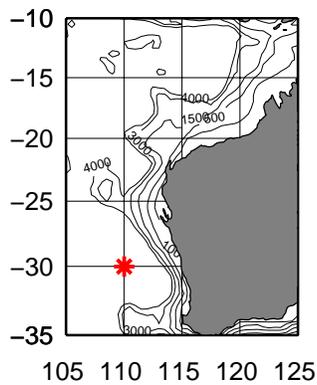
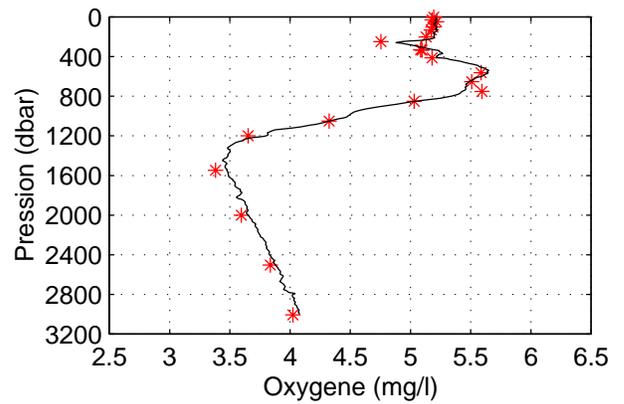
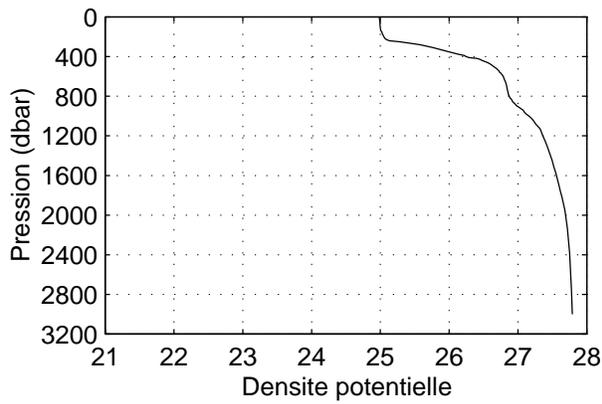
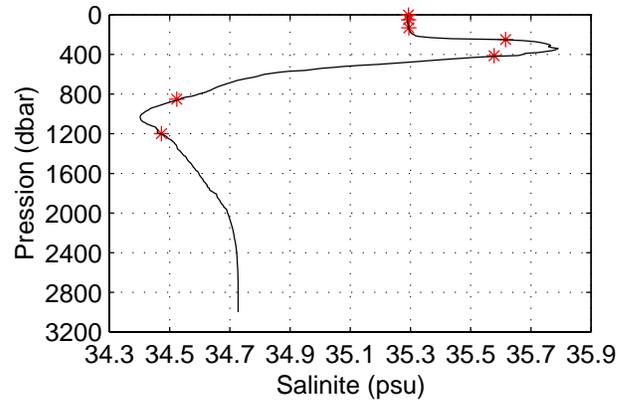
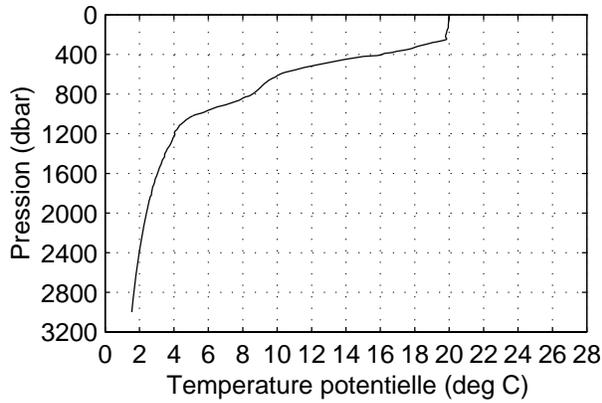
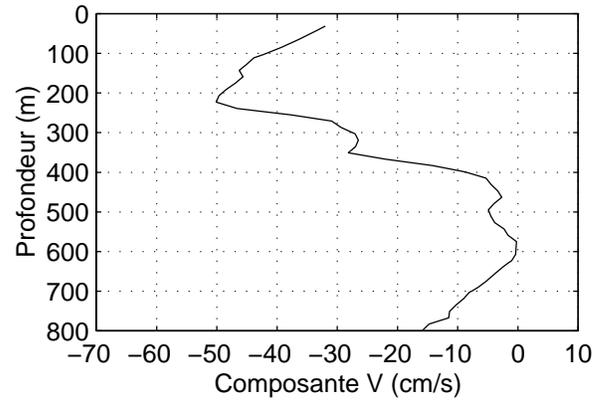
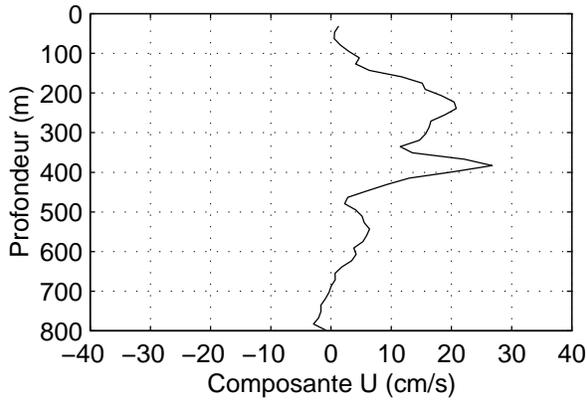
### TIP 2000 – Station 60 – CTD et ADCP de coque



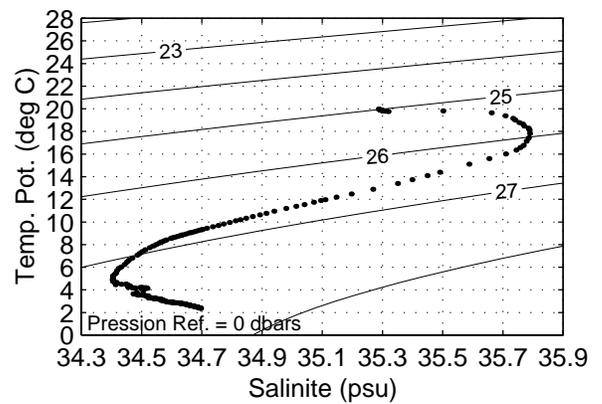
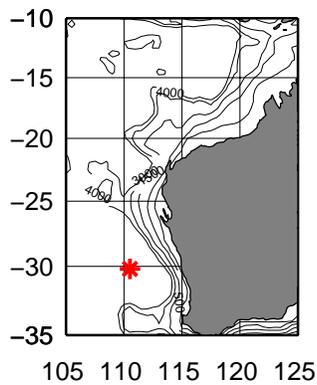
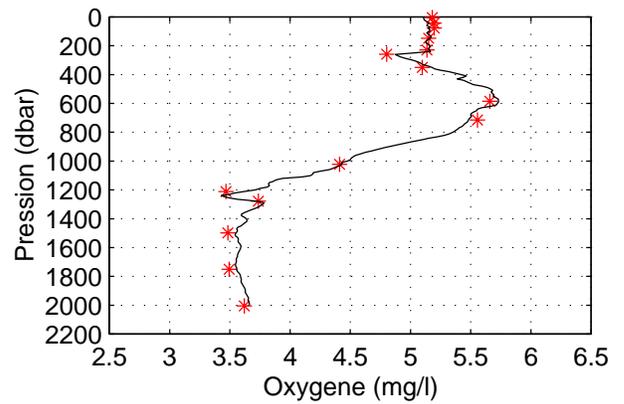
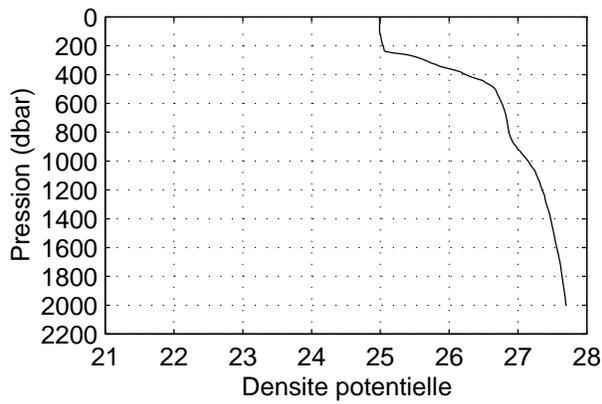
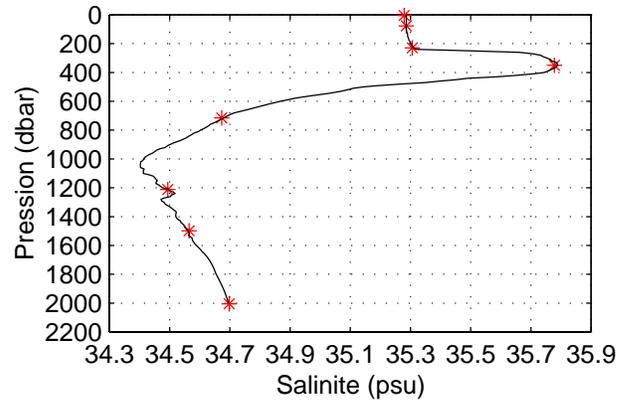
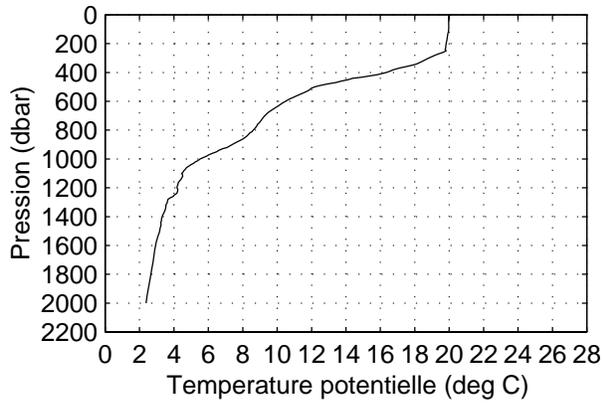
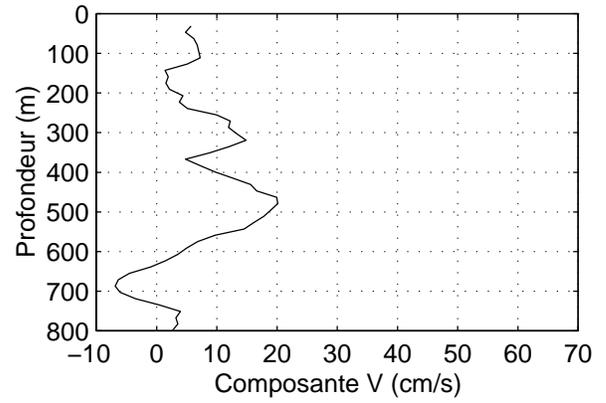
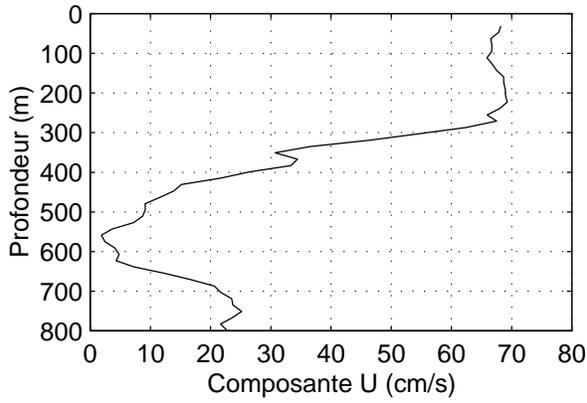
### TIP 2000 – Station 61 – CTD et ADCP de coque



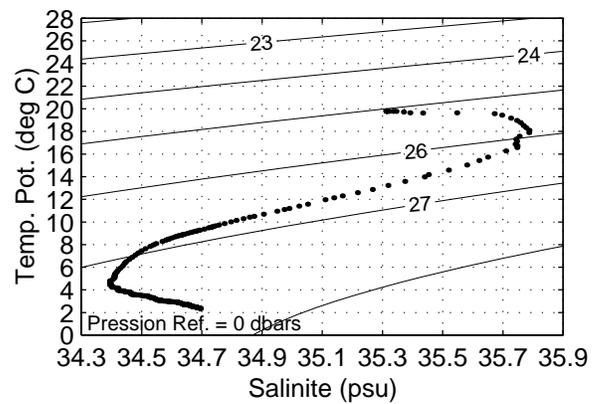
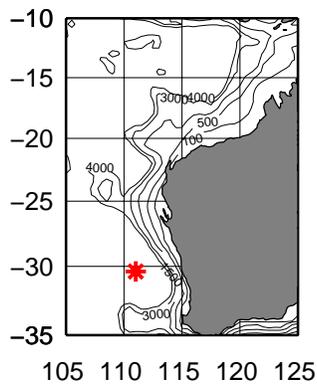
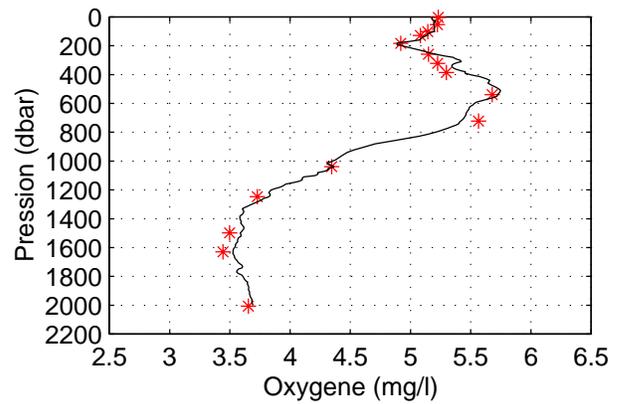
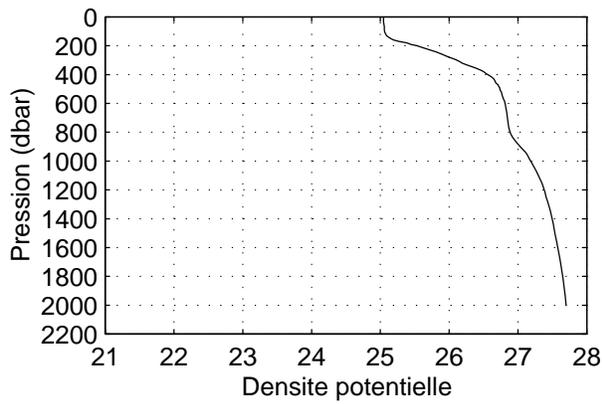
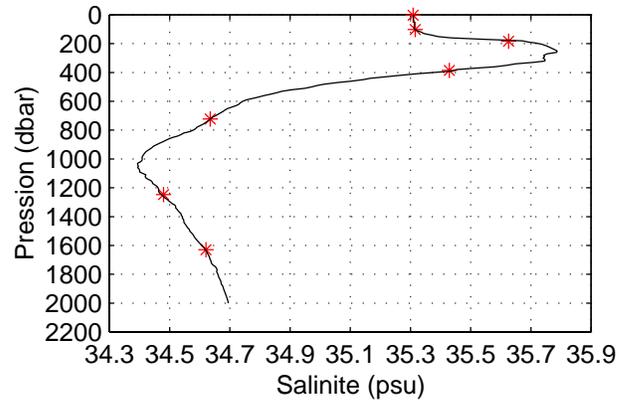
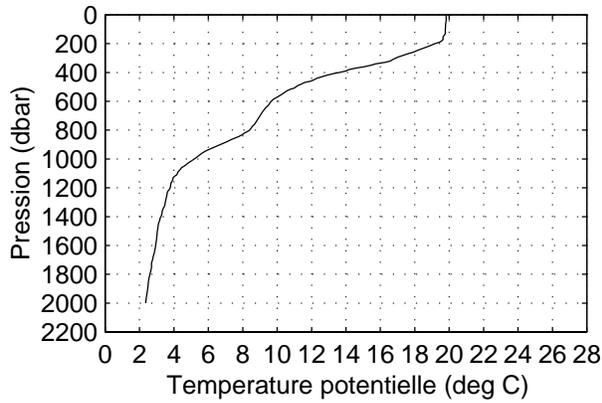
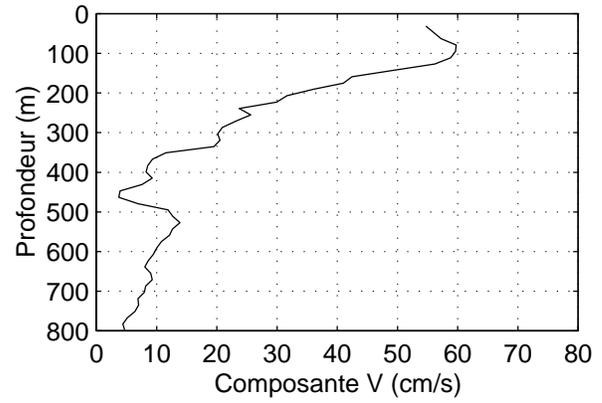
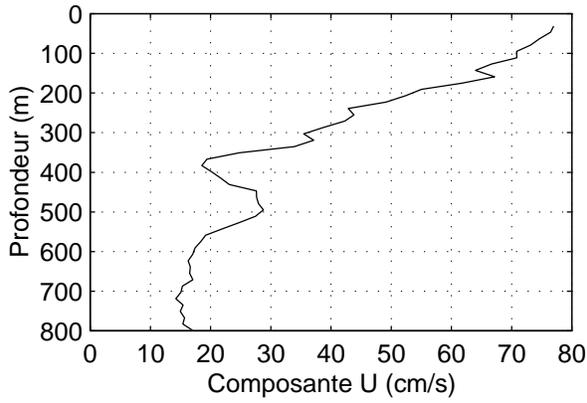
### TIP 2000 – Station 62 – CTD et ADCP de coque



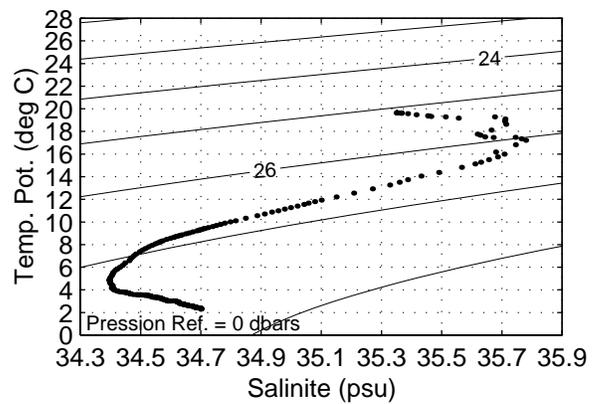
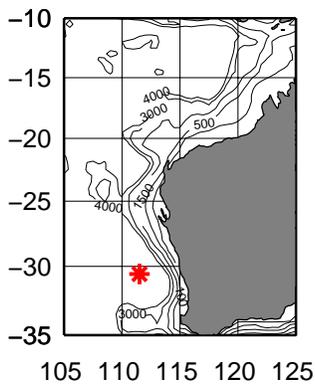
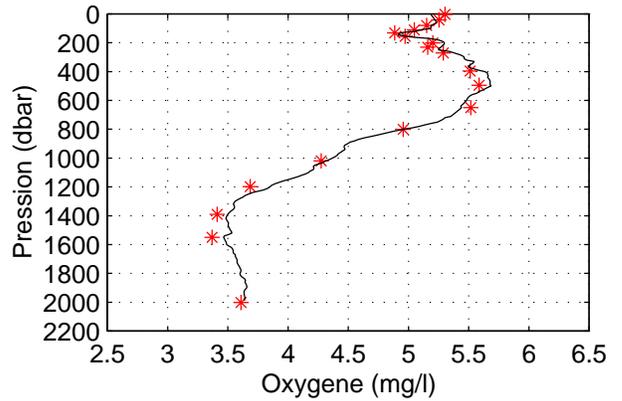
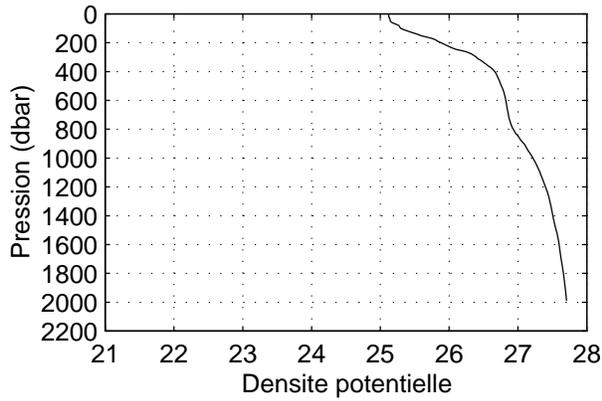
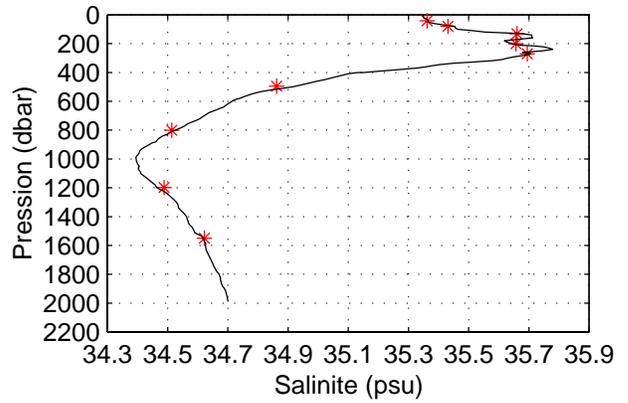
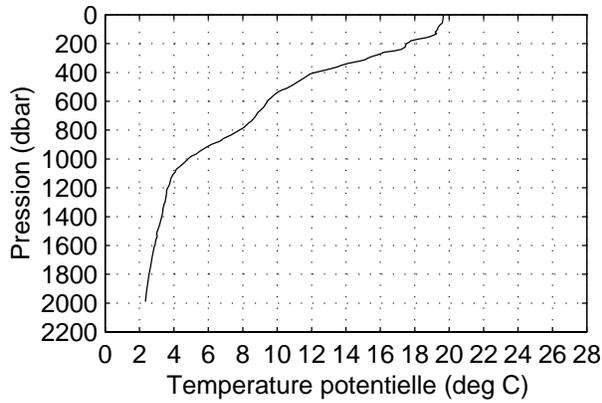
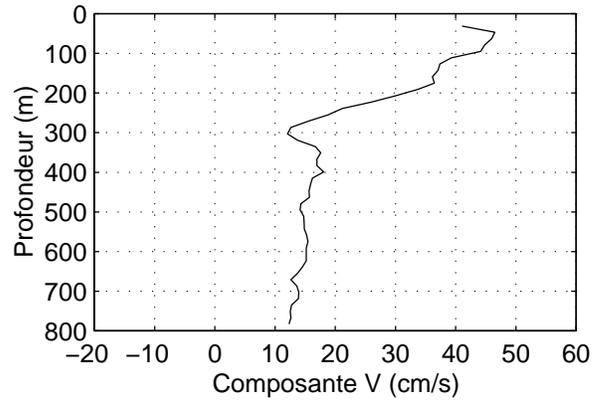
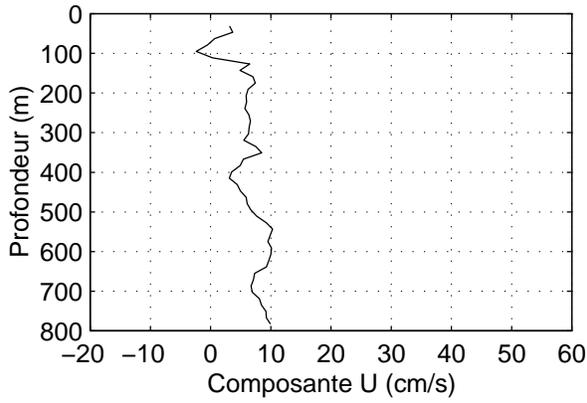
### TIP 2000 – Station 63 – CTD et ADCP de coque



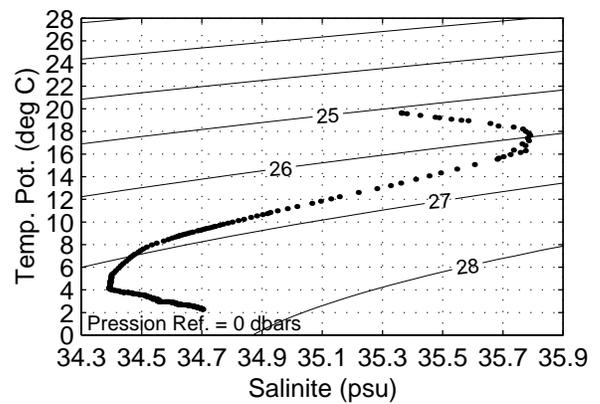
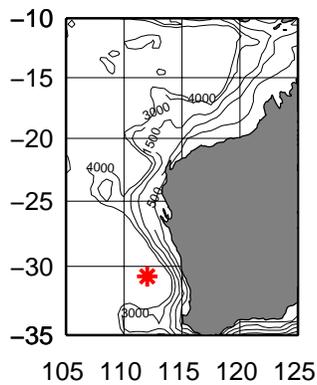
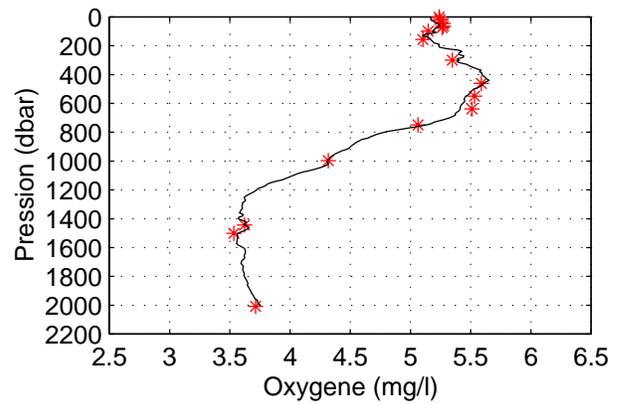
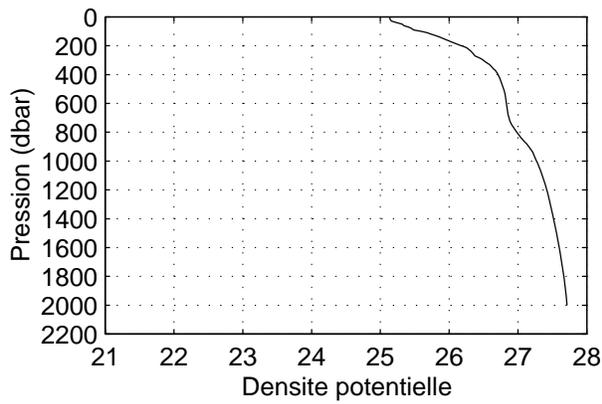
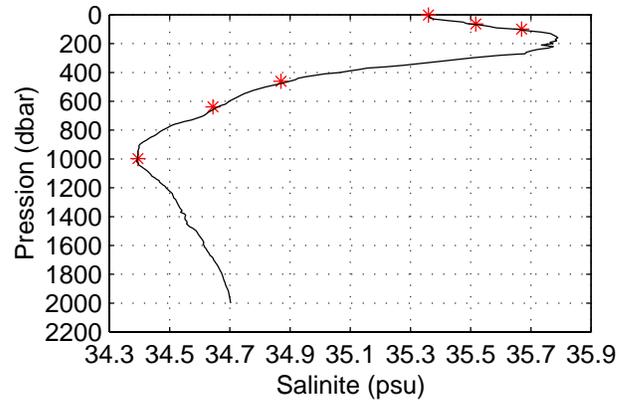
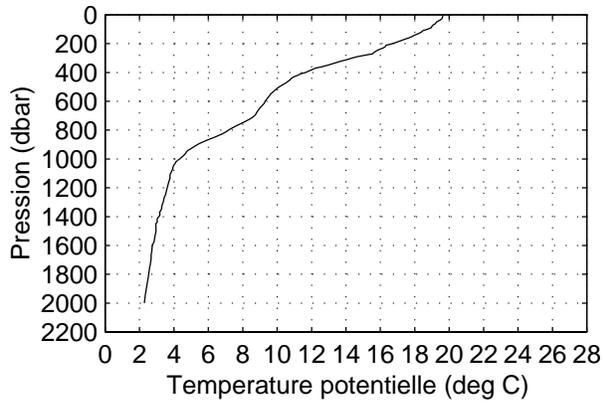
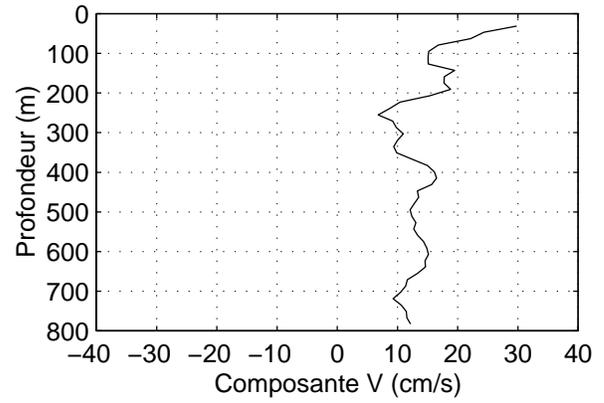
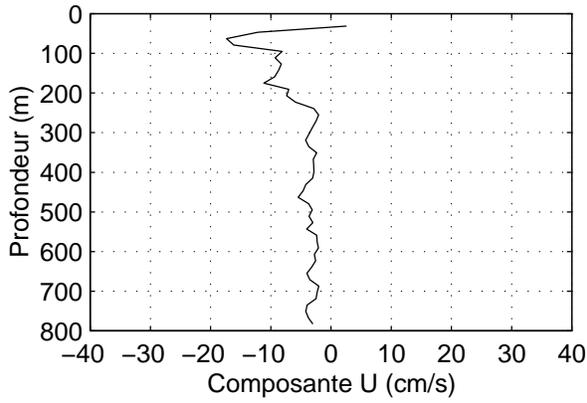
### TIP 2000 – Station 64 – CTD et ADCP de coque



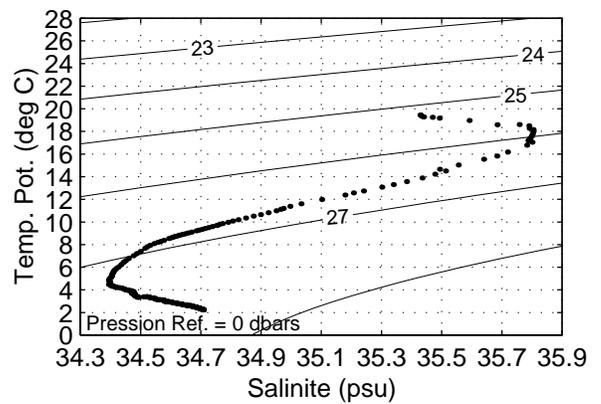
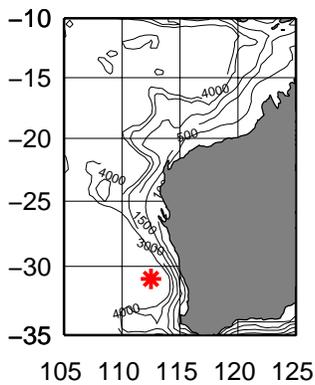
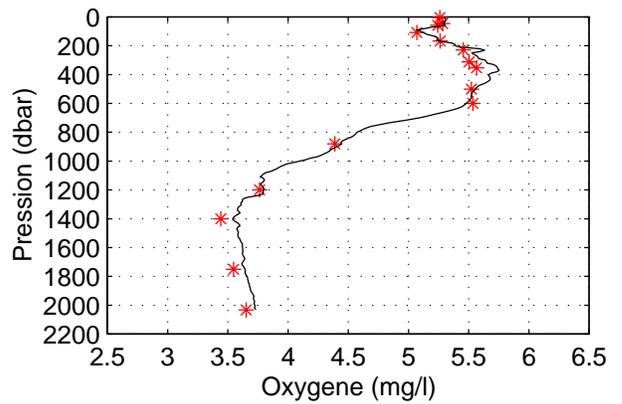
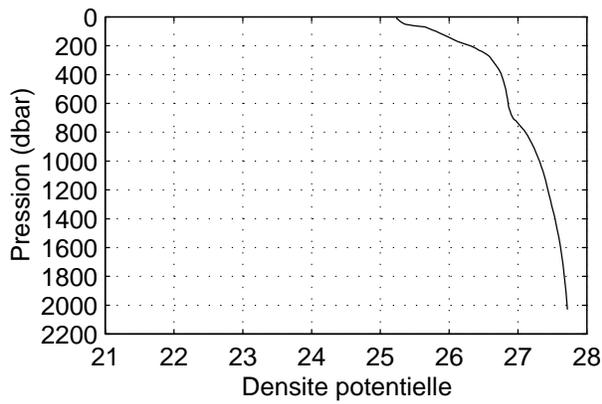
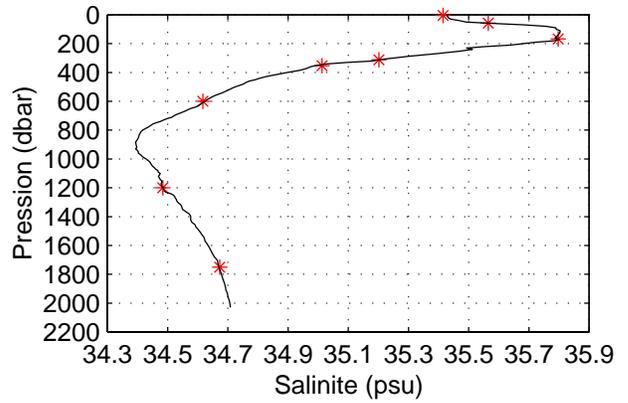
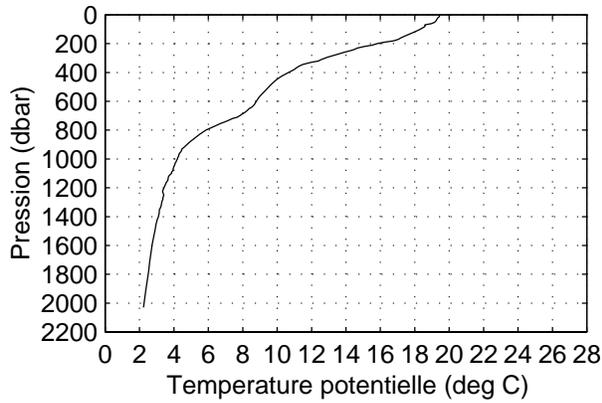
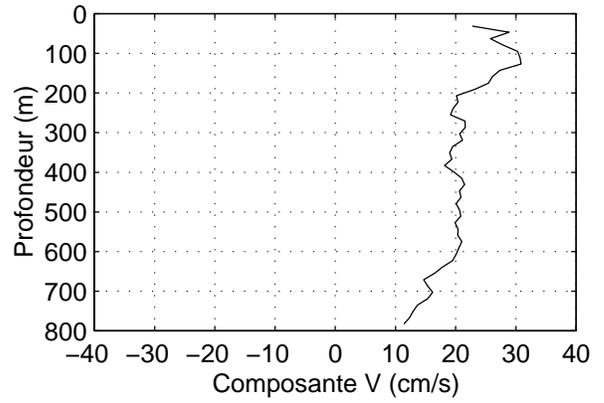
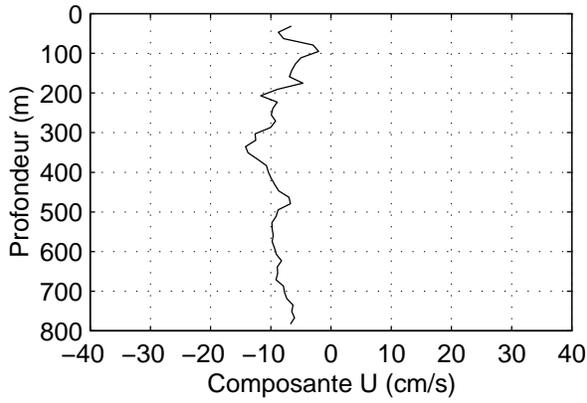
### TIP 2000 – Station 65 – CTD et ADCP de coque



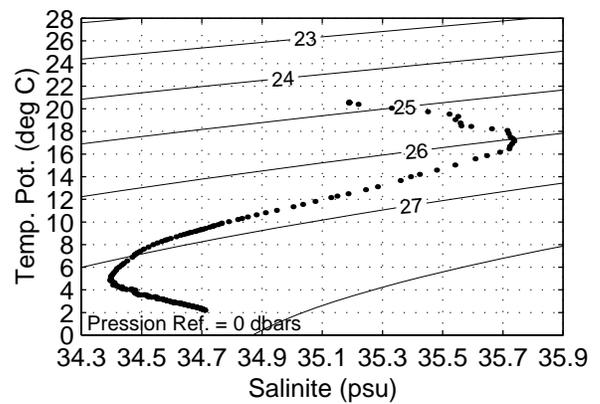
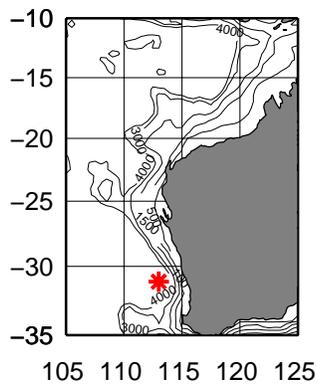
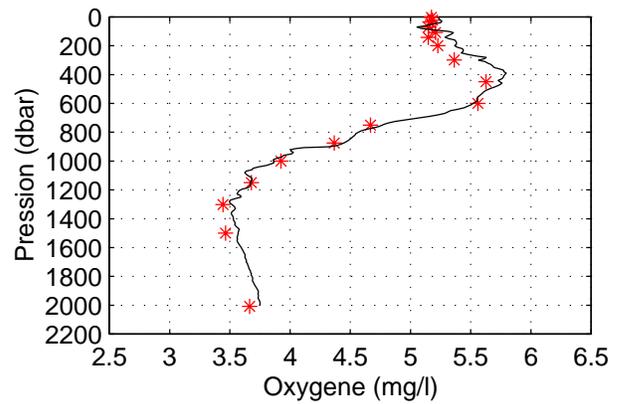
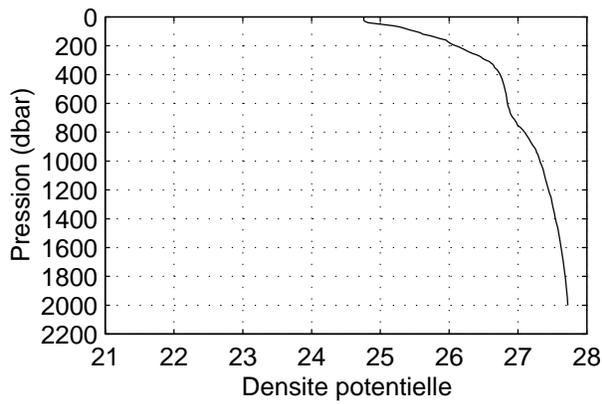
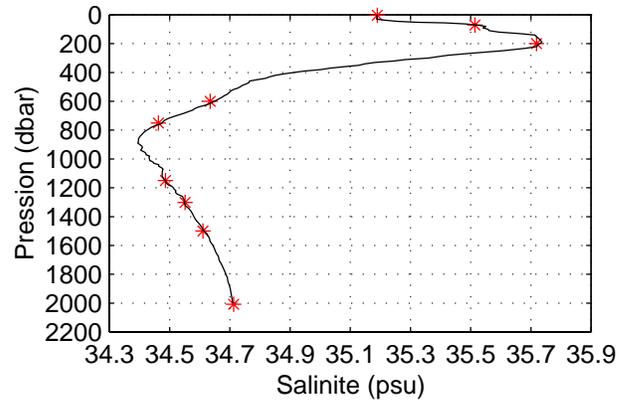
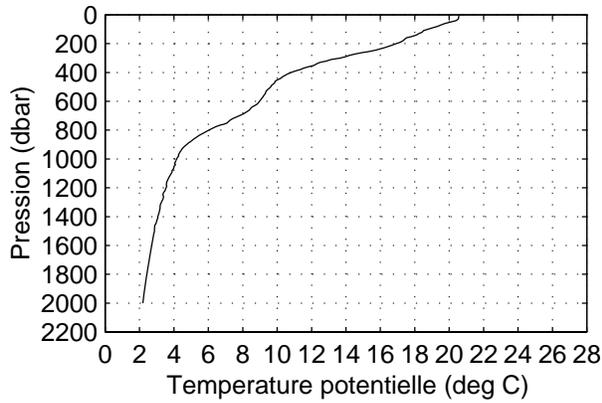
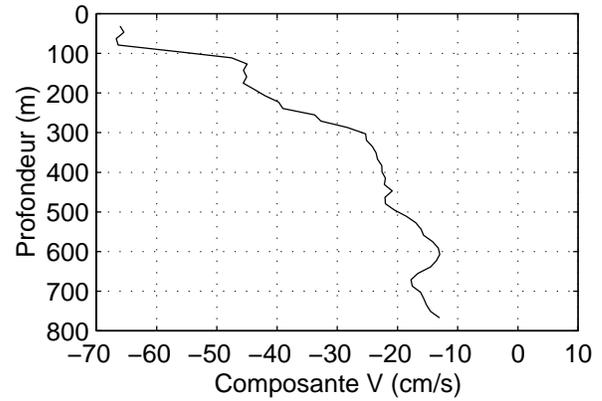
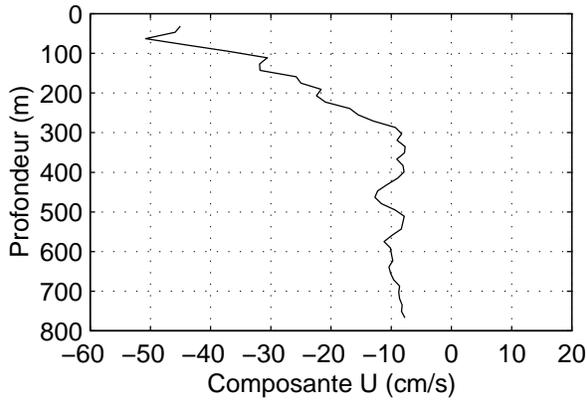
### TIP 2000 – Station 66 – CTD et ADCP de coque



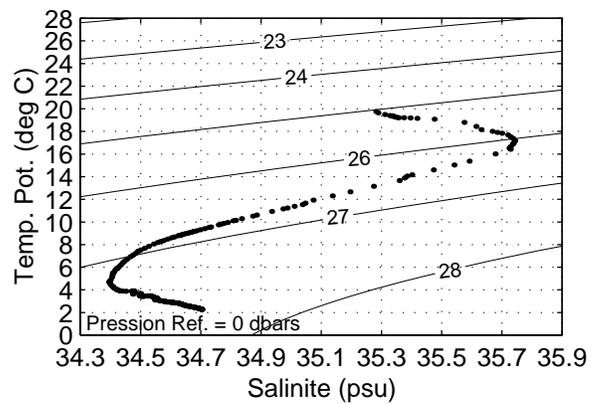
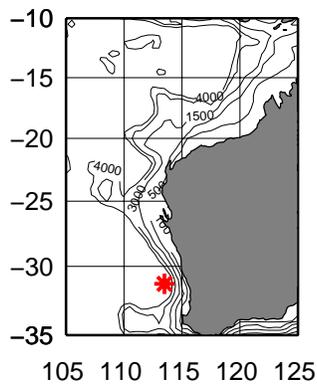
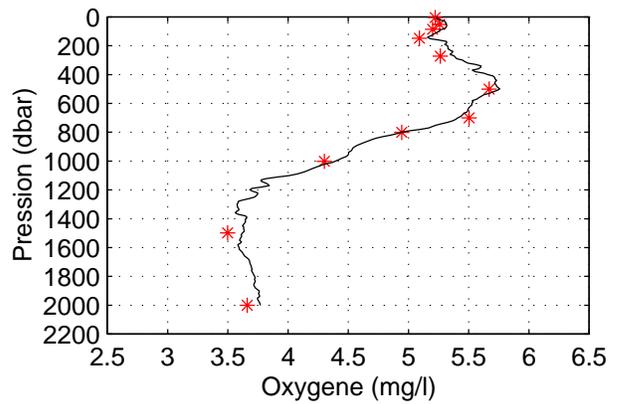
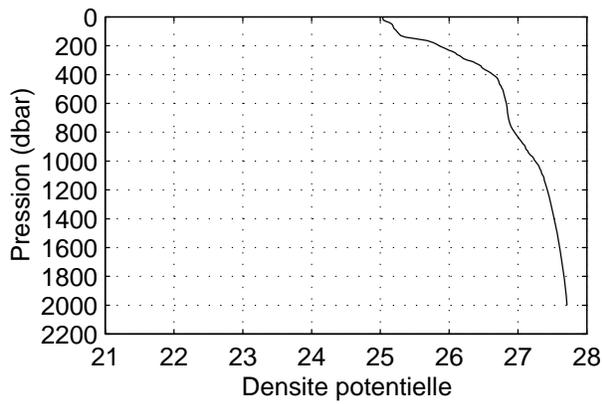
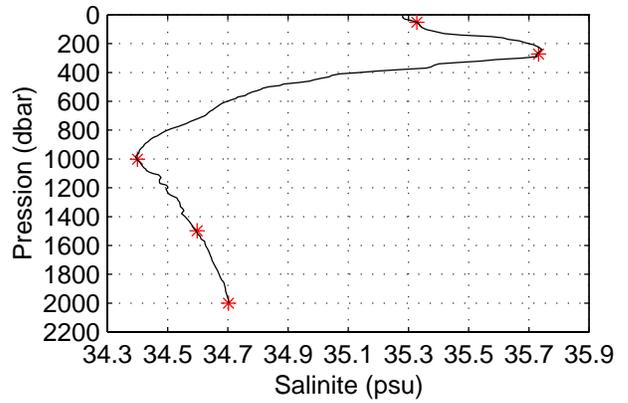
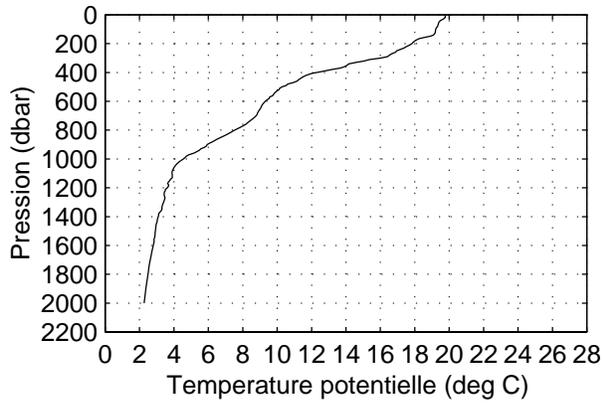
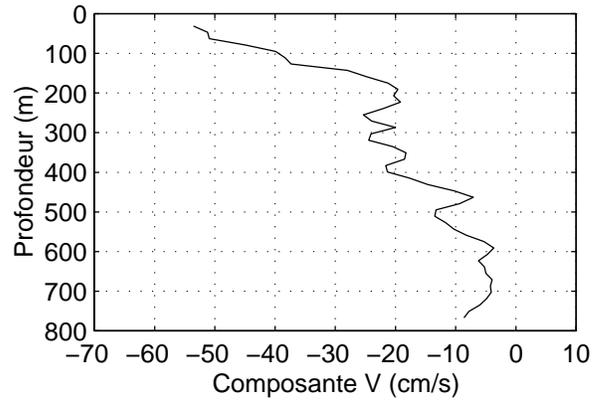
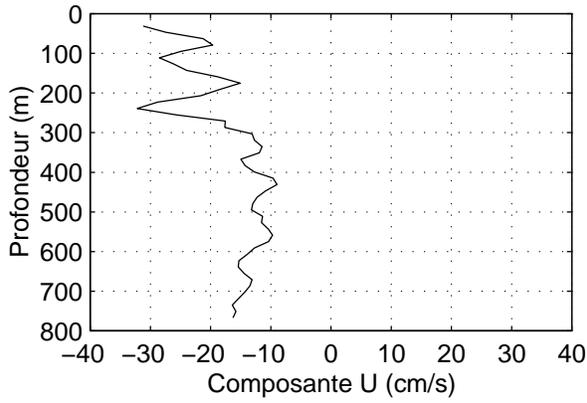
### TIP 2000 – Station 67 – CTD et ADCP de coque



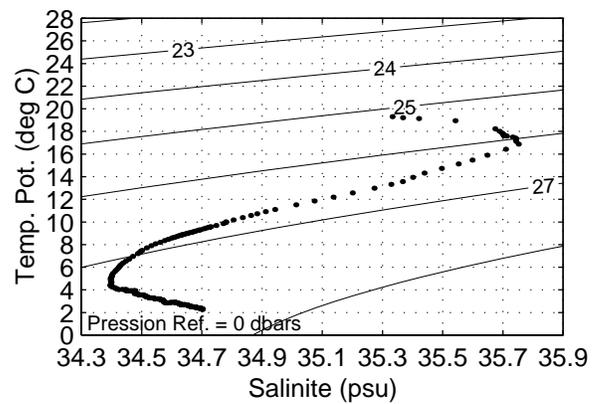
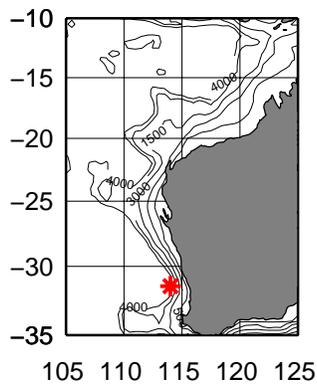
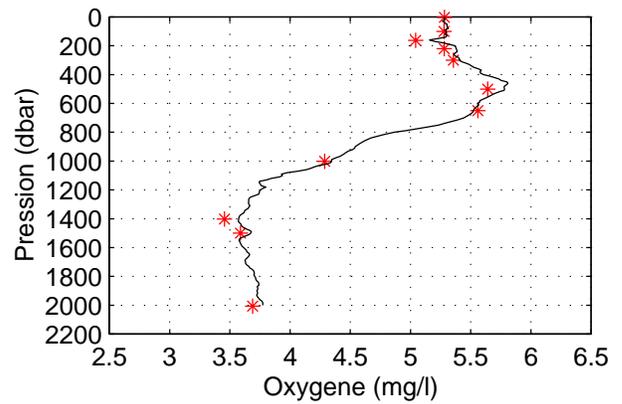
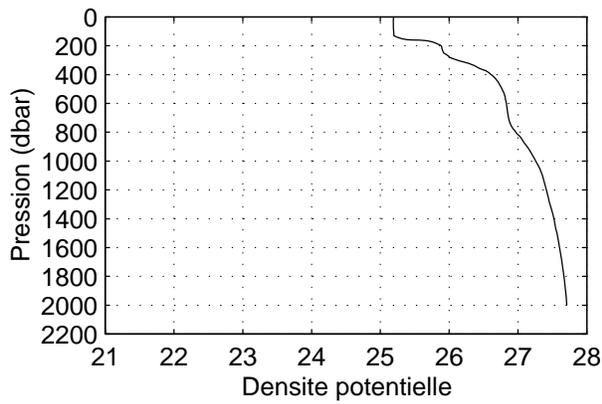
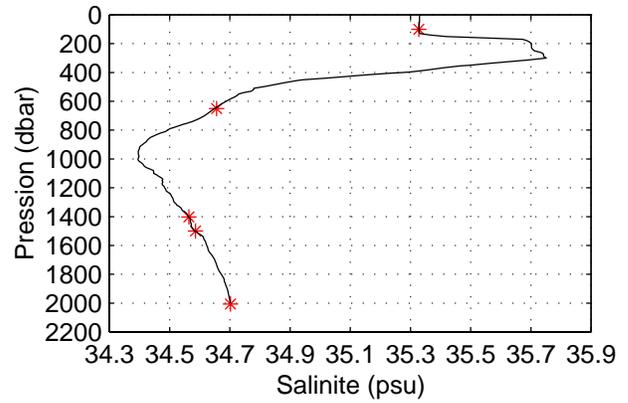
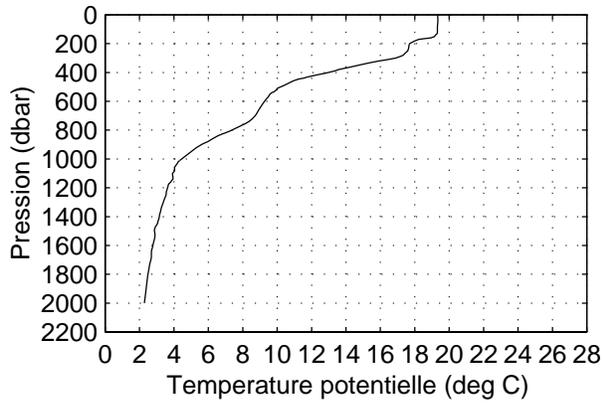
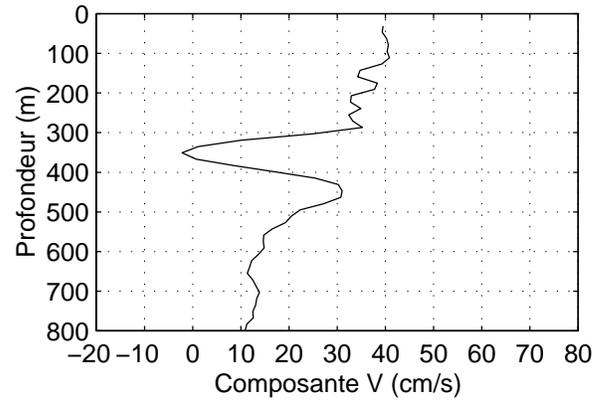
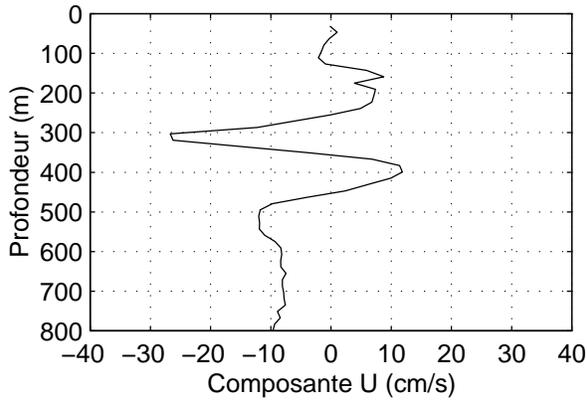
### TIP 2000 – Station 68 – CTD et ADCP de coque



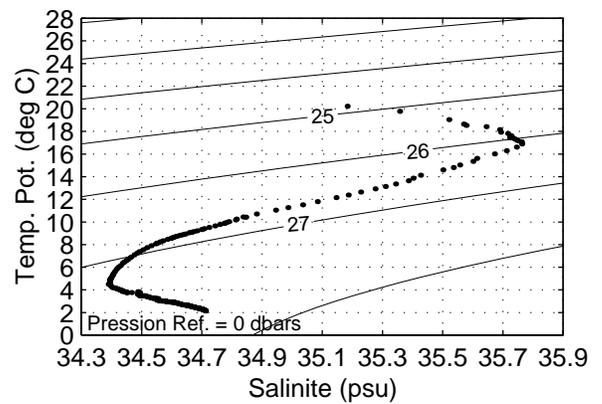
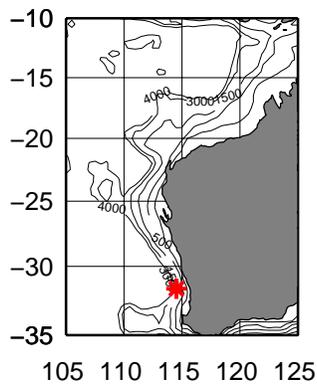
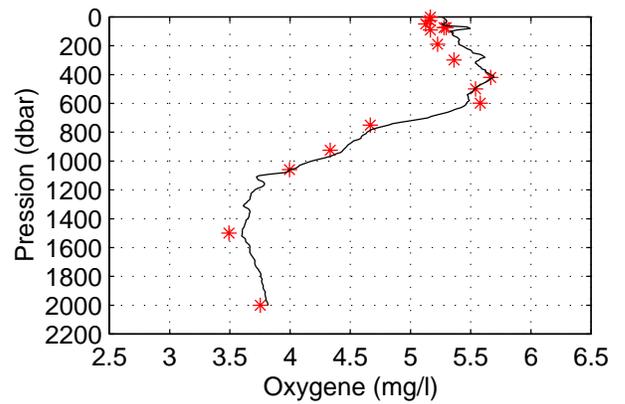
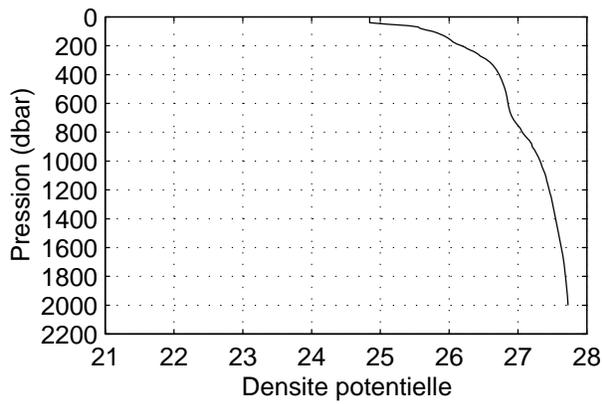
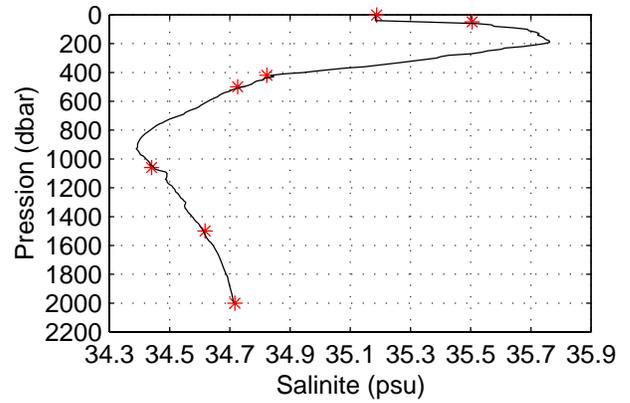
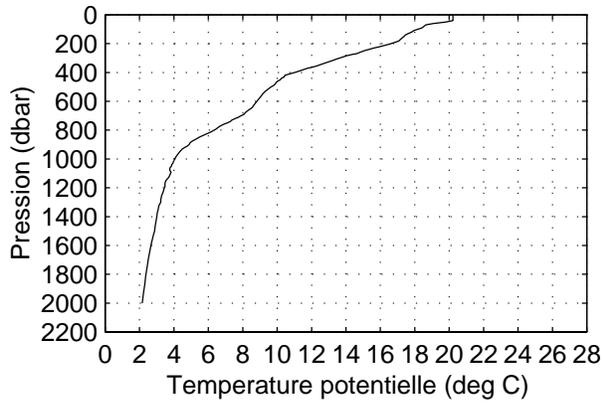
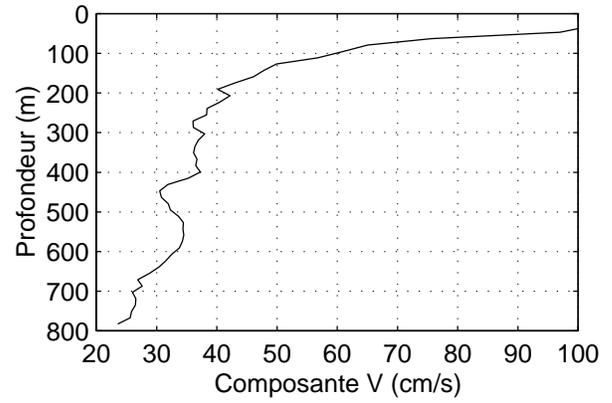
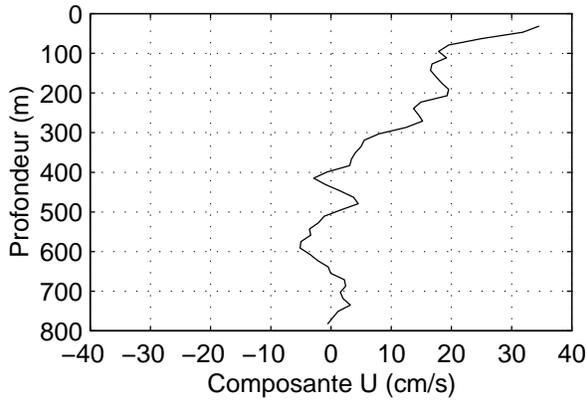
**TIP 2000 – Station 69 – CTD et ADCP de coque**



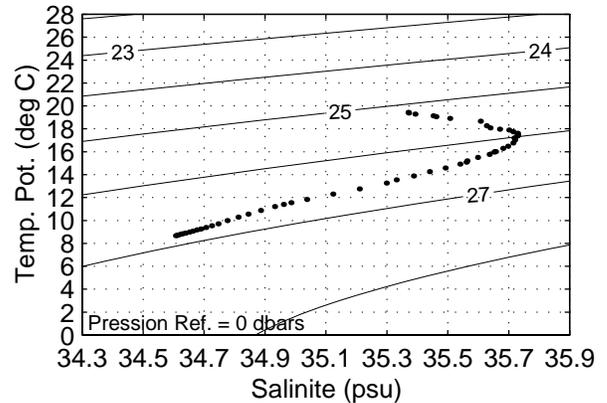
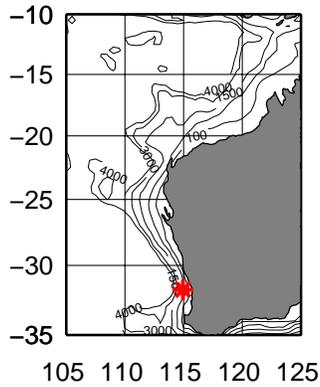
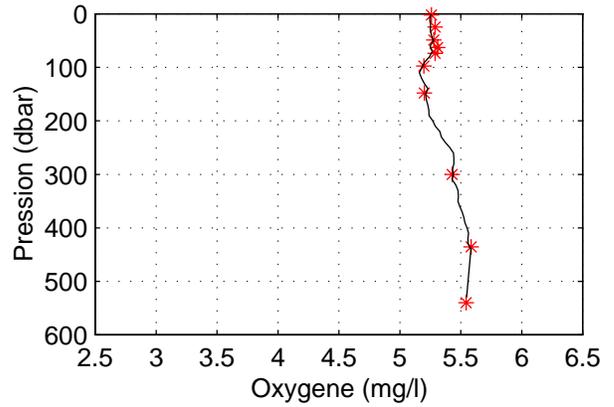
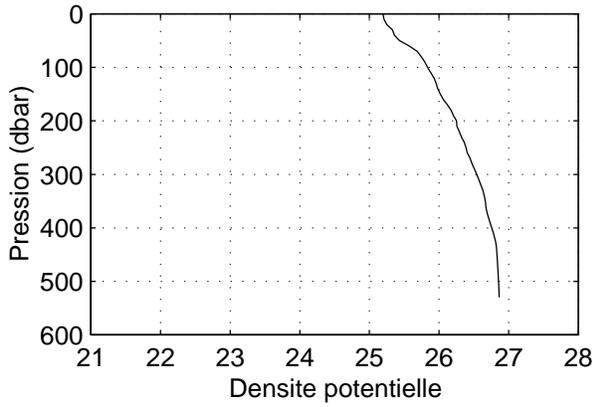
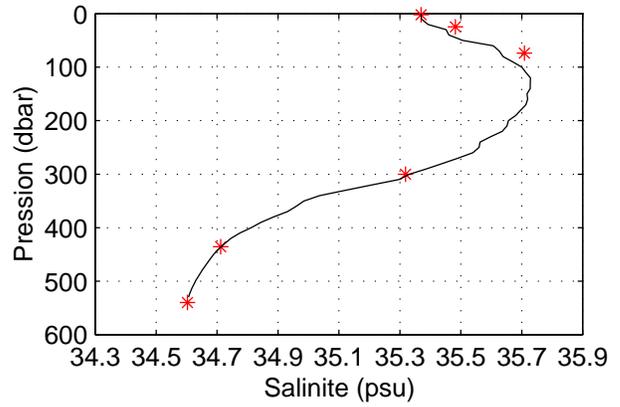
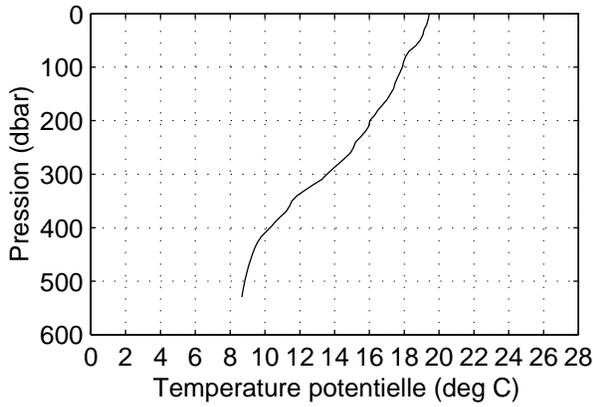
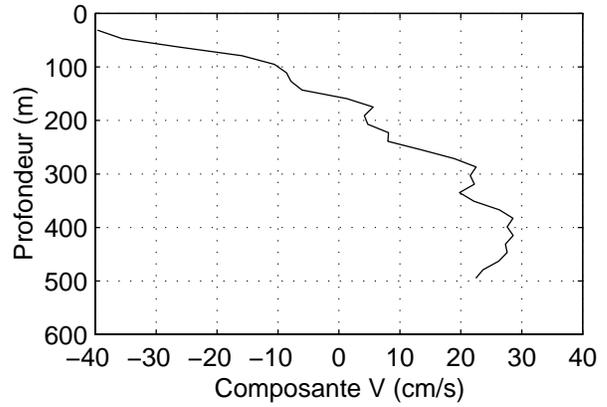
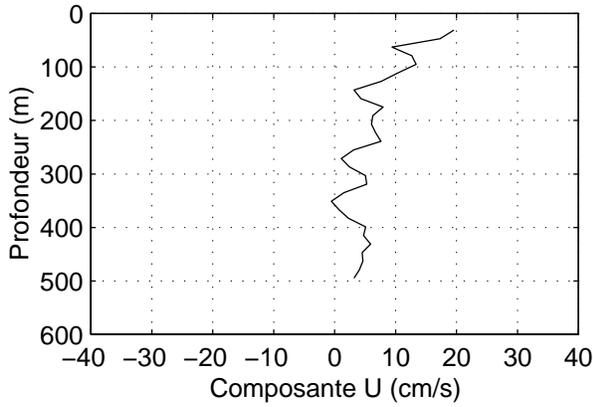
**TIP 2000 – Station 70 – CTD et ADCP de coque**



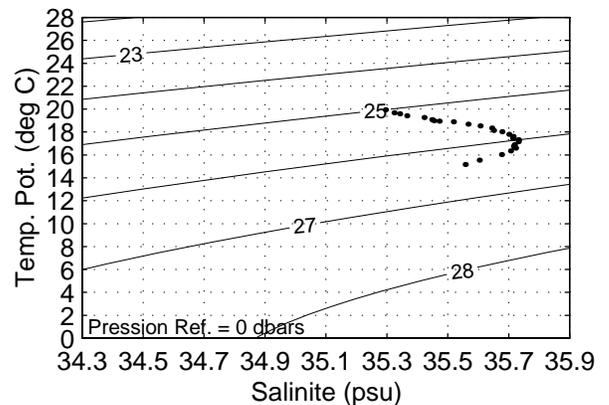
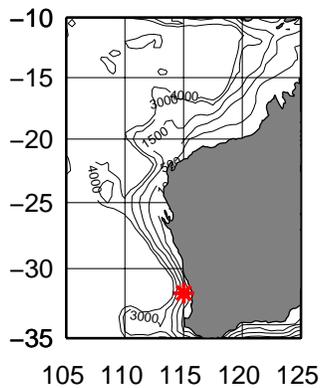
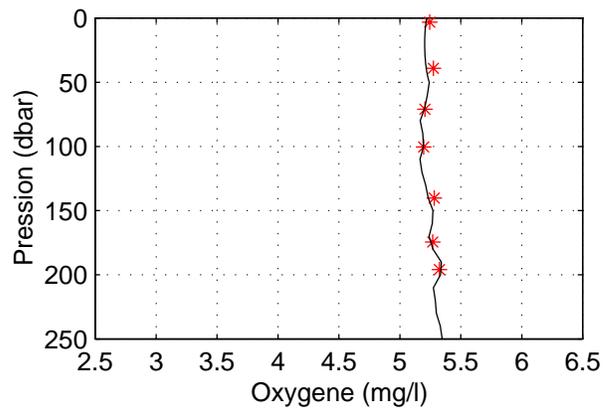
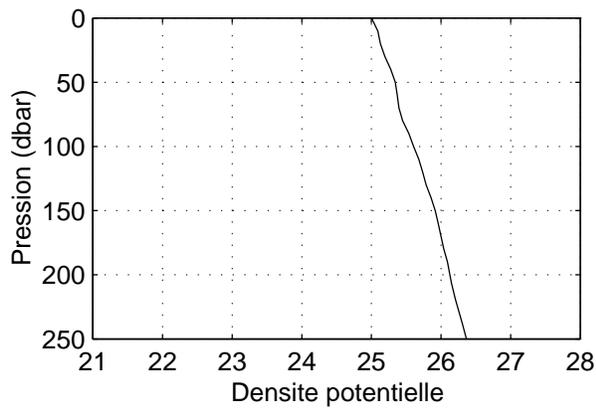
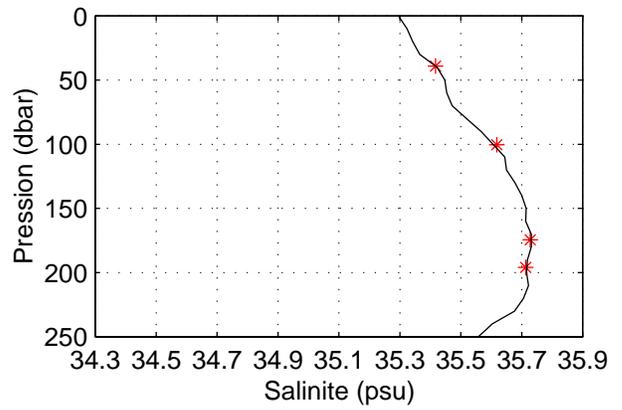
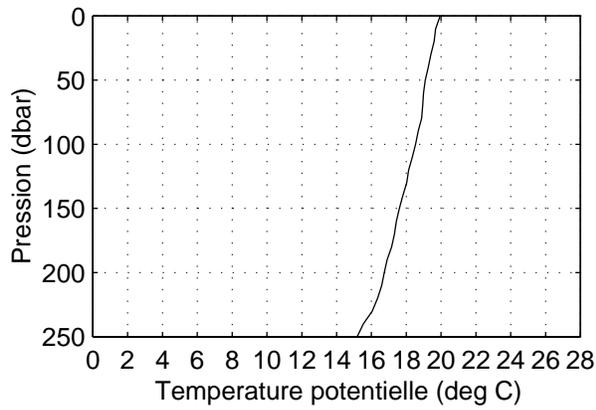
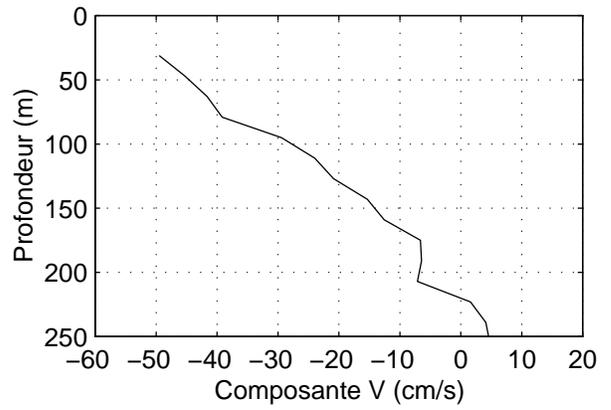
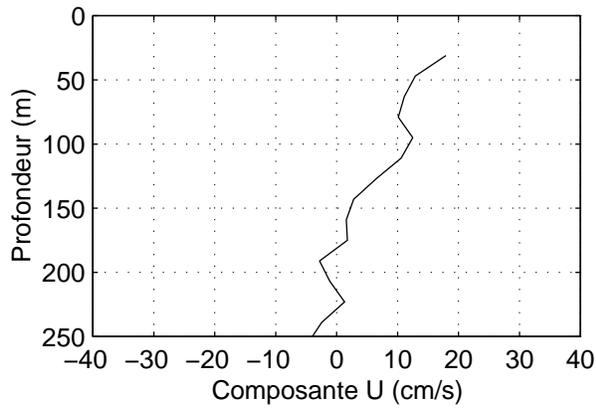
### TIP 2000 – Station 71 – CTD et ADCP de coque



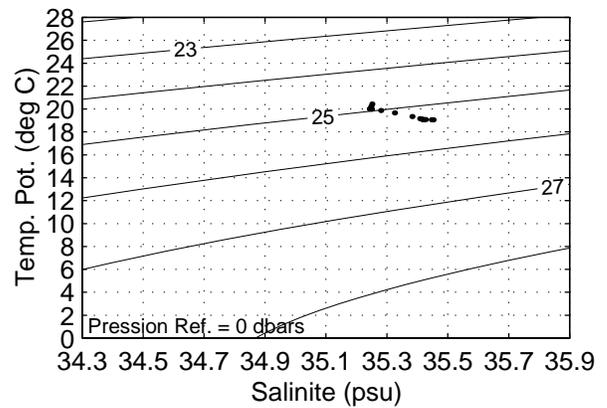
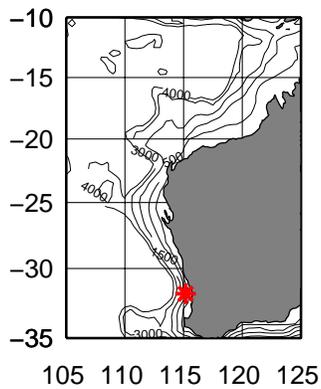
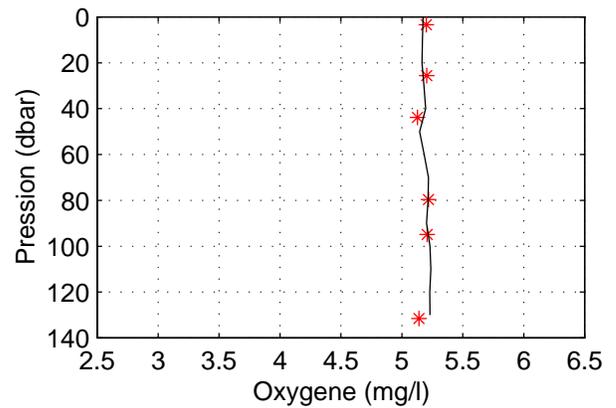
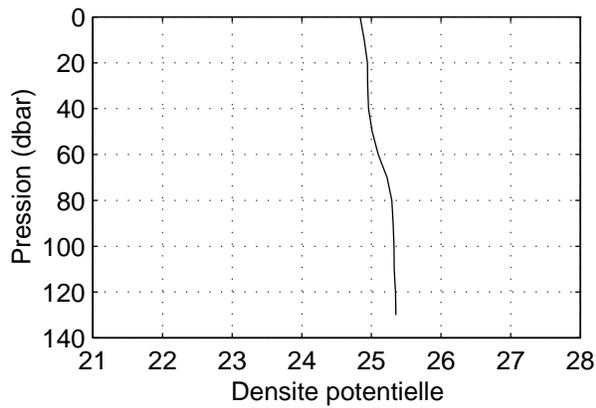
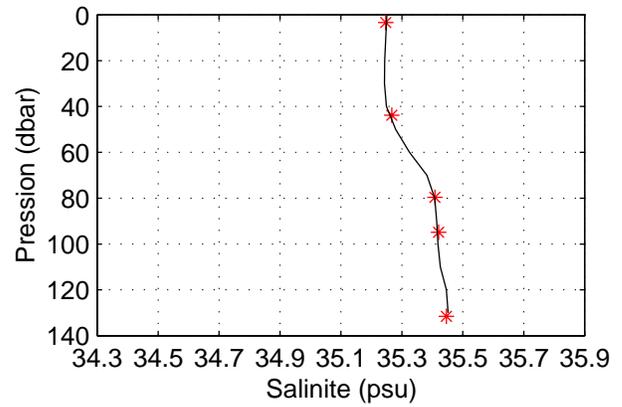
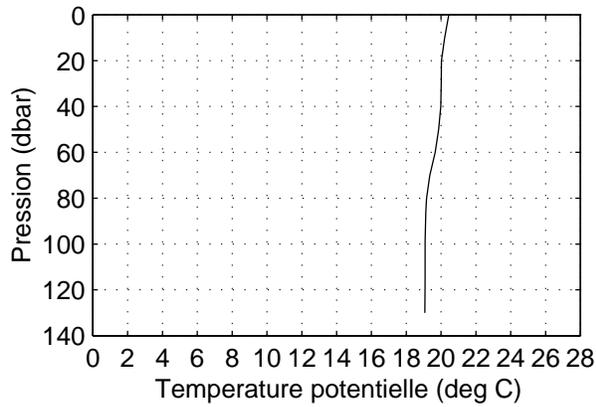
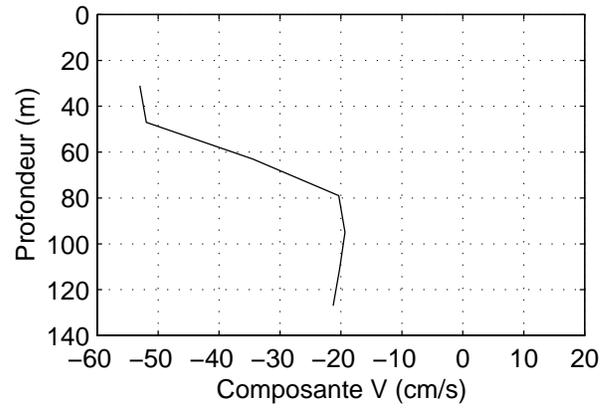
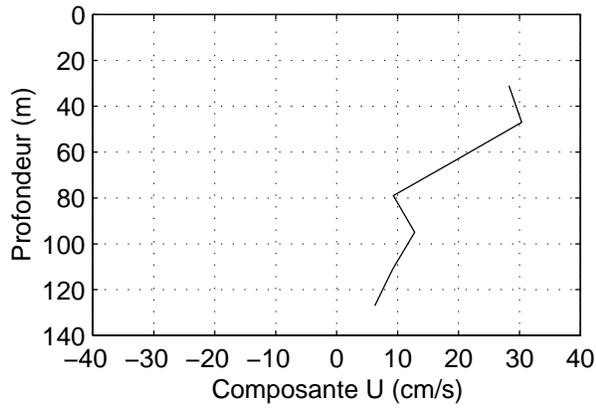
**TIP 2000 – Station 72 – CTD et ADCP de coque**



**TIP 2000 – Station 73 – CTD et ADCP de coque**



**TIP 2000 – Station 74 – CTD et ADCP de coque**



### TIP 2000 – Station 75 – CTD et ADCP de coque

