

**Contribution au réseau ARGO / Coriolis dans le Pacifique
tropical ouest, pour mieux comprendre la variabilité ENSO et
décennale et en améliorer la prévision**

T. DELCROIX ⁽¹⁾, F. DURAND, G. ELDIN,
A. GANACHAUD, L. GOURDEAU, C. MAES

(1) Responsable scientifique du projet
IRD / LEGOS, UMR 5566, 14, avenue Ed. Belin 31400 Toulouse
Tel : 05.61.33.30.01 Fax : 05.61.25.32.05 Email : Thierry.Delcroix@ird.fr

RAPPORT FINAL, 9 OCTOBRE 2006

Convention de Recherche 1413458.00 – 2004 2 2425063 , CNRS 040160

(Proposition Mercator / Coriolis 2004-2005 ; CDP 1MA025)

Remerciements.

Nous remercions Loic Gourmelen et son équipe EPSHOM de la cellule déploiement CORIOLIS pour la qualité de la formation PROVOR reçue à Brest en septembre 2004 ainsi que pour l'aide sous diverses formes durant les phases de transport et de déploiement des PROVOR. Nous remercions également Francis Gallois et Elodie Kestenare de l'IRD, ainsi que les officiers et l'équipage du N/O Alis, pour leurs contributions au bon déploiement des flotteurs PROVOR pendant la campagne FRONTALIS-3 (avril - mai 2005).

I. INTRODUCTION

Cette convention de recherche faisant suite à l'Appel d'Offre (AO) MERCATOR/CORIOLIS 2004 présentait deux thématiques scientifiques complémentaires : l'une liée à l'étude de la zone frontale dans la warm pool du Pacifique tropical ouest et l'autre liée à l'étude de la variabilité thermohaline décennale le long de 165°E, de 20°S à l'équateur.

L'étude de la zone frontale s'inscrivait dans le prolongement des objectifs scientifiques des campagnes FRONTALIS réalisées en avril 2001, avril 2004 et avril 2005. Avec cet AO, nous souhaitons accéder à l'observation d'une diversité de situations du front et de sa variabilité dans le temps via un échantillonnage quasi continu réalisé avec des flotteurs PROVOR.

L'étude de la variabilité thermohaline décennale le long de 165°E s'inscrivait dans le prolongement des nombreuses campagnes réalisées le long de 165°E (20°S-10°N) entre 1984 et 2004, le déploiement de PROVOR le long de 165°E (20°S-équateur) permettant de continuer d'échantillonner ce rail pour mieux décrire et comprendre la variabilité décennale qui module les événements ENSO. L'analyse des données issues s'insère également dans le cadre du projet international SPICE (South Pacific Investigation of Circulation and Environment ; <http://www.ird.nc/UR65/SPICE/>) d'étude climatique du Pacifique tropical sud-ouest. Ce projet a été présenté au CLIVAR (<http://www.clivar.org>) Pacific Panel de Honolulu en février 2006. Il a également fait l'objet d'une proposition LEFE (<http://www.insu.cnrs.fr>) au niveau national et acceptée en terme d'études préliminaires en 2006.

Pour ces deux objectifs scientifiques majeurs, détaillés dans la proposition initiale, nous proposons de larguer 10 PROVOR le long de l'équateur (entre environ 155°E et 175°E) et 10 PROVOR le long de 165°E (entre 20°S et 0°) lors de la campagne FRONTALIS-3 alors prévue pour avril 2005. Ce rapport présente l'état des travaux réalisés au 31 août 2006 en fonction du plan de travail initialement prévu.

II. ASPECTS LOGISTIQUES

La formation à la technologie PROVOR d'une partie des scientifiques impliqués dans cette proposition a eu lieu dans les locaux de l'EPSHOM à Brest le 27 septembre 2004. Ont participé à cette formation : T. Delcroix, J. Grelet, C. Maes, et D. Varillon de l'IRD.

L'acheminement des 20 bouées PROVOR de l'IFREMER- Brest au Centre IRD de Nouméa a eu lieu par bateau en février – mars 2005. Les bouées sont arrivées en bon état à Nouméa et ont été stockées sur place avant embarquement à bord du N/O Alis de l'IRD.

Les 20 flotteurs PROVOR ont été largués au cours de la campagne FRONTALIS-3 en avril-mai 2005 (Maes et al., 2006). Les positions des premiers profils de température et salinité obtenus sont présentées Figure 1 ; les dates et positions précises de largage sont données dans le tableau 1 ; les principales caractéristiques du déploiement sont fournies dans l'Annexe 1.

Des activités de vulgarisation scientifique ont été réalisées dans la presse locale de Nouvelle Calédonie (cf. Annexe 2) et dans le périodique Sciences au Sud de l'IRD.

III. CONTROLE QUALITE

Suite aux déploiements effectués, les premiers tests de contrôle qualité ont été effectués via :

- des comparaisons entre les premiers profils de descente des PROVOR et les profils CTD effectués immédiatement après le largage,
- des comparaisons entre les premiers profils de descente des flotteurs PROVOR et la climatologie de Gouriou et Toole (1993) le long de 165°E,

- un suivi de la variabilité temporelle de la température et de la salinité des flotteurs PROVOR dans les couches profondes,
- des comparaisons entre la variabilité temporelle de la température et de la salinité dans les couches profondes à la climatologie CARS2006 (Ridgway et Dunn, 2003).

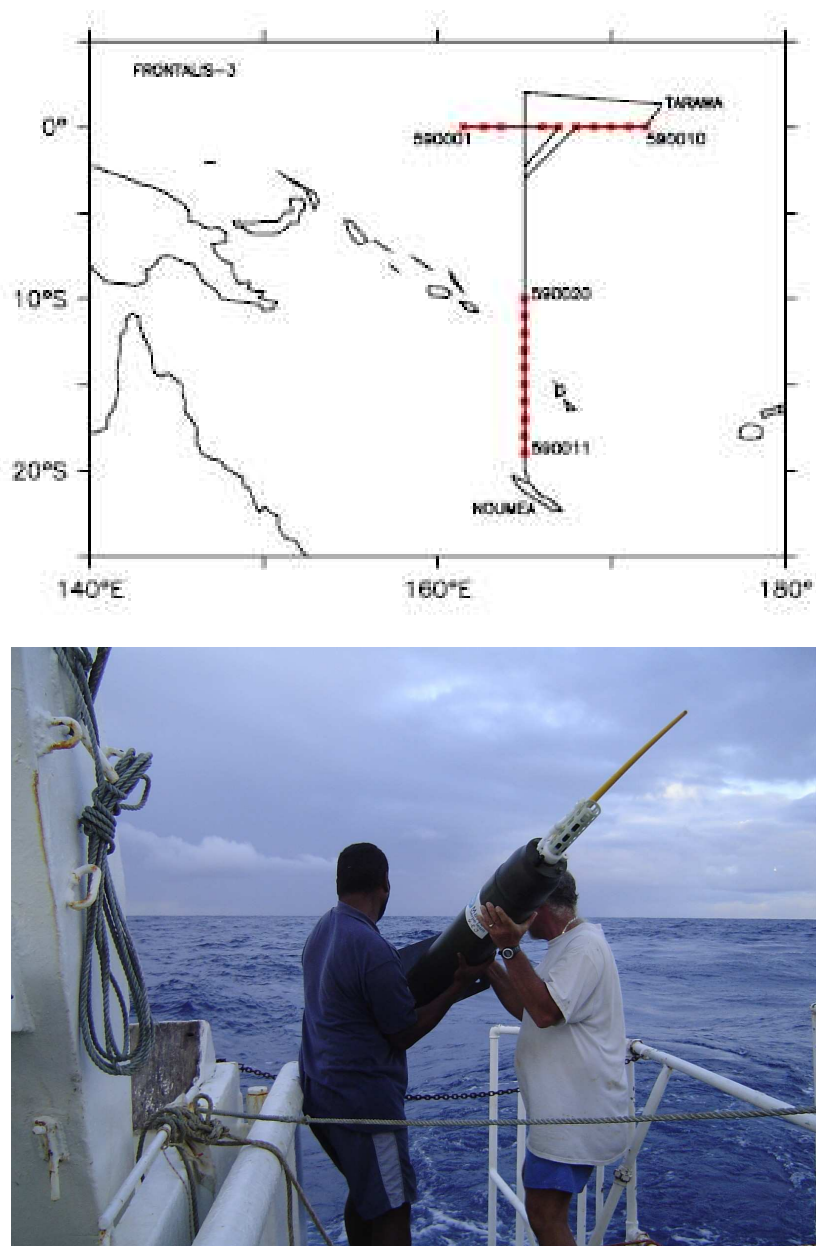


Figure 1. (en haut) Positions initiales de largage des 20 flotteurs PROVOR le long de la trajectoire de la campagne FRONTALIS 3 d'avril à mai 2005 (Maes et al., 2006). Les numéros et identifiants des flotteurs concernés sont donnés Table 1. (en bas) Déploiement des bouées depuis le N/O Alis (crédits IRD, photo C. Maes).

Table 1. Identités, dates et positions des 20 flotteurs PROVOR déployées au cours de la campagne FRONTALIS 3 à bord du N/O Alis.

No	WMO	Date (2005)	Time GMT	Latitude °S	Longitude °E
431	5900911	23/04	9h55	18.59	165.
432	5900912	23/04	19h11	17.59	164.59

433	5900913	17/05	22H59	17.00	165.00
434	5900914	24/04	11h37	15.57	165.
435	5900915	24/04	19h33	14.59	164.59
436	5900916	25/04	03h08	13.59	164.59
437	5900917	25/04	10h46	12.59	164.59
438	5900918	25/04	19h03	12.	165
439	5900919	26/04	03h11	10.59	165
440	5900920	26/04	11h01	9.59	165
421	5900901	01/05	9h22	00.00	161.30
422	5900902	01/05	20h32	00.00	162.40
423	5900903	02/05	6h37	00.00	163.39
424	5900904	03/05	6h30	00.00	166.00
425	5900905	03/05	16h22	00.00	166.59
430	5900910	10/05	15h48	00.00	171.58
429	5900909	10/05	22h49	00.00	170.59
428	5900908	11/05	05h50	00.00	169.59
427	5900907	11/05	13h07	00.00	169.
426	5900906	11/05	20h20	00.00	167.59

III.1. Comparaison PROVOR – CTD

Les Figures 2.1 à 2.5 présentent les profils 0-1000 m de température potentielle, salinité et densité du premier profil (acquis à la descente) de chaque flotteur PROVOR largué le long de l'équateur (No 5900901 à 5900910), superposés aux profils CTD 0-600 m réalisés juste avant le largage. La comparaison est également présentée dans un diagramme T-S.

De manière générale, on notera l'excellent accord entre les profils PROVOR et CTD, en particulier dans les couches les plus profondes. Des écarts existent cependant entre les profils PROVOR et CTD, en particulier dans la thermocline entre 100 et 250 m. Ces écarts peuvent provenir :

- de la non simultanée dans le temps et dans l'espace des deux types de profils qui peuvent être distants de 2 à 4 h et de quelques miles nautiques,
- de la différence de résolution verticale, 1 m pour la CTD, 5 à 10 m pour les flotteurs PROVOR. (Voir par exemple le profil du PROVOR 5900904 dans la couche 100-200 m),

Une différence de longitude existe entre le profil CTD 63 et le profil PROVOR 5900909 : 170.992°E pour la CTD, 171.983°E pour le PROVOR. Cette différence nous semble irréaliste, la CTD ayant été réalisée juste avant le largage à la position indiquée.

III.2. Comparaison PROVOR – Climatologie

Les Figures 3.1 à 3.5 présentent les profils 0-1000 m de température potentielle, salinité et densité des premiers profils (acquis à la descente) des flotteurs PROVOR largués entre 19°S et 10°S le long de 165°E (No 5900911 à 5900920), superposés sur les profils climatologiques issus de Gouriou et Toole (1993) et l'enveloppe de ces profils à 3 écart-types.

De manière générale, on notera l'excellent accord qualitatif entre les premiers profils PROVOR et la climatologie, en particulier dans les couches profondes où les profils PROVOR sont tous situés à l'intérieur de l'enveloppe à 3 écarts types.

D'un point de vue physique, on notera une tendance légère à des valeurs plus faible en température et salinité (*reduced spiciness*) entre 18°S et 14°S dans la couche 200 – 800 m, peut être

liée à une modification décennale du tourbillon anti-cyclonique de grande échelle (Roemmich et al., 2006).

La Figure 4 présente une comparaison entre les valeurs acquises entre 19°S et 10°S par tous les flotteurs PROVOR et la climatologie, pour la température et la salinité de la couche 800-1000 m. On obtient un écart type par rapport à la diagonale de l'ordre de 0.05°C et 0.005 psu. Ces écarts peuvent caractériser un biais et/ou une dérive des capteurs et/ou un signal physique que nous sommes en train de discriminer.

III.3. Suivi temporelle des mesures PROVOR

Les Figures 5.1 à 5.20 présentent, pour chaque flotteur :

- la densité de données de avril 2005 à septembre 2006,
- l'évolution temporelle de la profondeur de l'isopycne 27.2 kg.m⁻³,
- l'évolution temporelle des valeurs de température potentielle et de salinité sur l'isopycne 27.2 kg.m⁻³ (située entre 750 et 900 m de profondeur),
- l'évolution temporelle des valeurs de température et de salinité dans la couche 0-1600 m.

On notera une relative stabilité géographique des bouées larguées en zone équatoriale, contrairement aux autres bouées larguées entre 20°S et 10°S qui présentent une dérive générale vers l'ouest (environ 10-15° de longitude en un an). La relative stabilité des flotteurs dans le rail équatorial tend à confirmer la présence d'une zone de convergence sur le bord est de la warm pool ; elle va également nous faciliter nos analyses de variabilité de la couche barrière dans cette zone.

On note également une tendance à l'augmentation de la salinité ET de la température au cours du temps sur les bouées larguées entre 20°S et 10°S. Noter que ces variations sont, par construction, compensées en densité. Les premières analyses (Figure 6) suggèrent que ces variations, quantifiées Table 2, reflètent pour l'essentiel un signal physique lié au déplacement des flotteurs dans l'espace. Des analyses sont en cours pour déterminer une contribution éventuelle d'une dérive électronique des capteurs.

IV. VALORISATION SCIENTIFIQUE

La valorisation scientifique ne sera vraiment effective que lorsque : a) nous aurons pleinement terminer de vérifier les dérives possibles des capteurs PROVOR et b) que des séries temporelles de température et salinité longues d'au moins 1-2 ans seront acquises avec les PROVOR déployés. L'avènement très probable d'un événement El Niño à la date où nous écrivons ces lignes (août 2006) pourrait s'avérer particulièrement intéressant à étudier quant à la présence de couche barrière dans la warm pool.

Plusieurs actions ont cependant déjà été réalisées :

- La réalisation de la page Web dédié à ce déploiement, en collaboration avec Coriolis (<http://www.coriolis.eu.org/cdc/projects/FRONTALIS.htm>).
- Une présentation des premiers résultats aux première et deuxième réunions ARGO France à Brest le 27 mai 2005 et les 11-12 mai 2006.
- Une analyse combinée de toutes les mesures de salinité en surface dans la warm pool, y compris les ARGO existants avant notre déploiement pour l'étude de la couche barrière de sel, sur la période 2002-2004. Cette analyse a été présentée aux conférences internationales Dynamic Planet de Cairns (Australie) en août 2005 et au Second Argo science workshop de Venice (Italie) en mars 2006 ; un article est paru en 2006 (Maes et al., 2006).
- Les données ARGO du Pacifique sud-ouest sont une contribution importante pour observer la circulation océanique complexe de la région dans le cadre d'un nouveau

programme de recherche SPICE (cf. Introduction). L'image classique du *South Equatorial Current* (SEC), correspondant à la branche nord de la *gyre* subtropicale, bifurquant à la Côte Australienne, est modulée par la présence de jets zonaux. Si ces jets s'expliquent en partie par l'interaction du SEC avec les îles du Pacifique sud ouest, leur signature est aussi visible dans le forçage du vent et cela bien à l'est de ces îles (Kessler et Gourdeau, 2006a). La variabilité saisonnière de ces jets, associée à un signal de rotationnel de vent uniforme et en phase sur une grande partie du Pacifique sud ouest, est relativement faible. Les anomalies zonales de courant sont concentrées à 10°S, aux limites de ce signal grande échelle de vent et sont redistribuées vers l'équateur et vers le sud par les courants de bord ouest (Kessler et Gourdeau, 2006b).

- Les jets nord Vanuatu et nord Calédonie (JNV et JNC) ont peu être observés grâce à l'analyse combinée des données d'une campagne océanographique et d'un glider qui ont échantillonné la section entre Guadalcanal et l'extrémité nord de la calédonie. Le JNC est décrit comme un courant intense (20 cm/s) et très fin (1° d'extension méridienne), ayant une structure quasi barotrope. Le flotteur ARGO 5900911, déployé pendant Fontalis3, s'est trouvé entraîné par le JNC confirmant l'extension verticale et l'amplitude de ce courant et montrant que ce jet s'étend jusqu'aux côtes Australiennes (Gourdeau et al, 2006).

Présentations dans des conférences

Delcroix T., F. Durand, G. Eldin, A. Ganachaud, L. Gourdeau et C. Maes. Contribution au réseau ARGO / CORIOLIS dans le Pacifique tropical ouest : pour mieux comprendre la variabilité ENSO et décennale et en améliorer la prévision. Deuxième réunion ARGO-France, Brest, 27 mai 2005.

Maes, On the hydrography at the eastern edge of the equatorial Pacific warm pool : the contribution of ARGO and evaluation of different models involved in GODAE, Dynamic Planet, Cairns, 22-26 August 2005.

Maes, C., K. Ando, T. Delcroix, W. S. Kessler, M. J. McPhaden, and D. Roemmich, Observed characteristics at the eastern edge of the warm pool in the western Pacific Ocean, Second Argo science workshop, Venice, 13-18 March 2006.

Delcroix T., F. Durand, G. Eldin, A. Ganachaud, L. Gourdeau et C. Maes. Contribution au réseau ARGO / CORIOLIS dans le Pacifique tropical ouest : pour mieux comprendre la variabilité ENSO et décennale et en améliorer la prévision. Troisième réunion ARGO-France, Brest, 11-12 mai 2006.

Delcroix T., F. Durand, G. Eldin, A. Ganachaud, L. Gourdeau et C. Maes. Contribution au réseau ARGO / CORIOLIS dans le Pacifique tropical ouest : pour mieux comprendre la variabilité ENSO et décennale et en améliorer la prévision. Journées scientifiques du Groupe Mission Mercator Coriolis, Centre International de Conférences de Météo France, Toulouse, 4-6 décembre 2006 (présentation soumise).

Publications

Delcroix, T. and C. Maes, Using PROVOR floats to assess the link between ENSO and the salinity variability in the western Pacific warm pool. MERCATOR Quarterly Newsletter, 21, April 2006, pages 24-29.

Gourdeau, L., W. S. Kessler, R. Davis, J. Sherman, and C. Maes, Zonal jets entering the Coral Sea, ms. en préparation., 2006.

Kessler W., and L. Gourdeau, 2006b: The annual cycle of bifurcation of the southwest subtropical Pacific, analyzed in an ocean GCM, J. Phys. Oceanogr., in press.

- Kessler W., and L. Gourdeau, 2006a: Wind-driven zonal jets in the South Pacific Ocean, *Geophys. Res. Lett.*, 33, doi:10.1029/2005GL025084.
- Maes, C., K. Ando, T. Delcroix, W. Kessler, M. McPhaden, and D. Roemmich, 2006. Observed correlation of surface salinity, temperature and barrier layer at the eastern edge of the western Pacific warm pool. *Geophys. Res. Lett.*, 33, doi:10.1029/2005GL024772.
- Maes, C., E. Kestenare, A. Ganachaud, F. Gallois, M. Rodier, D. Varillon, G. Eldin, R. Chuchla, et A. Lapetite, Rapport de la mission Frontalis 3 à bord du navire océanographique Alis, 22 avril-19 mai 2005, Rapports de mission du centre IRD de Nouméa, sciences de la mer, océanographie physique, sous presse.

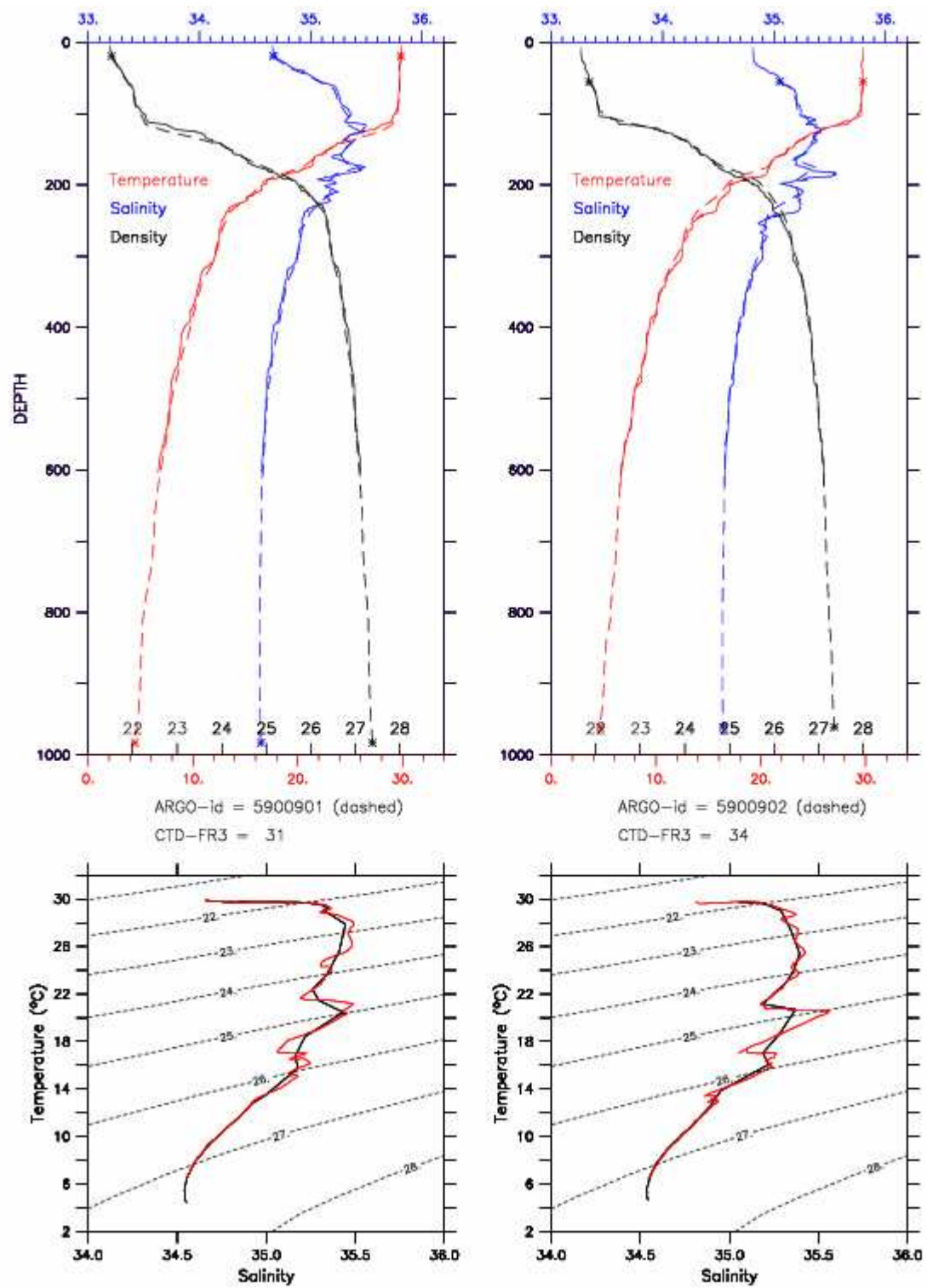


Figure 2.1. Comparaison entre les premiers profils des flotteurs PROVOR et les profils de la sonde CTD réalisés au voisinage immédiat (flotteurs 5900901 et 5900902, cf. Table 1).

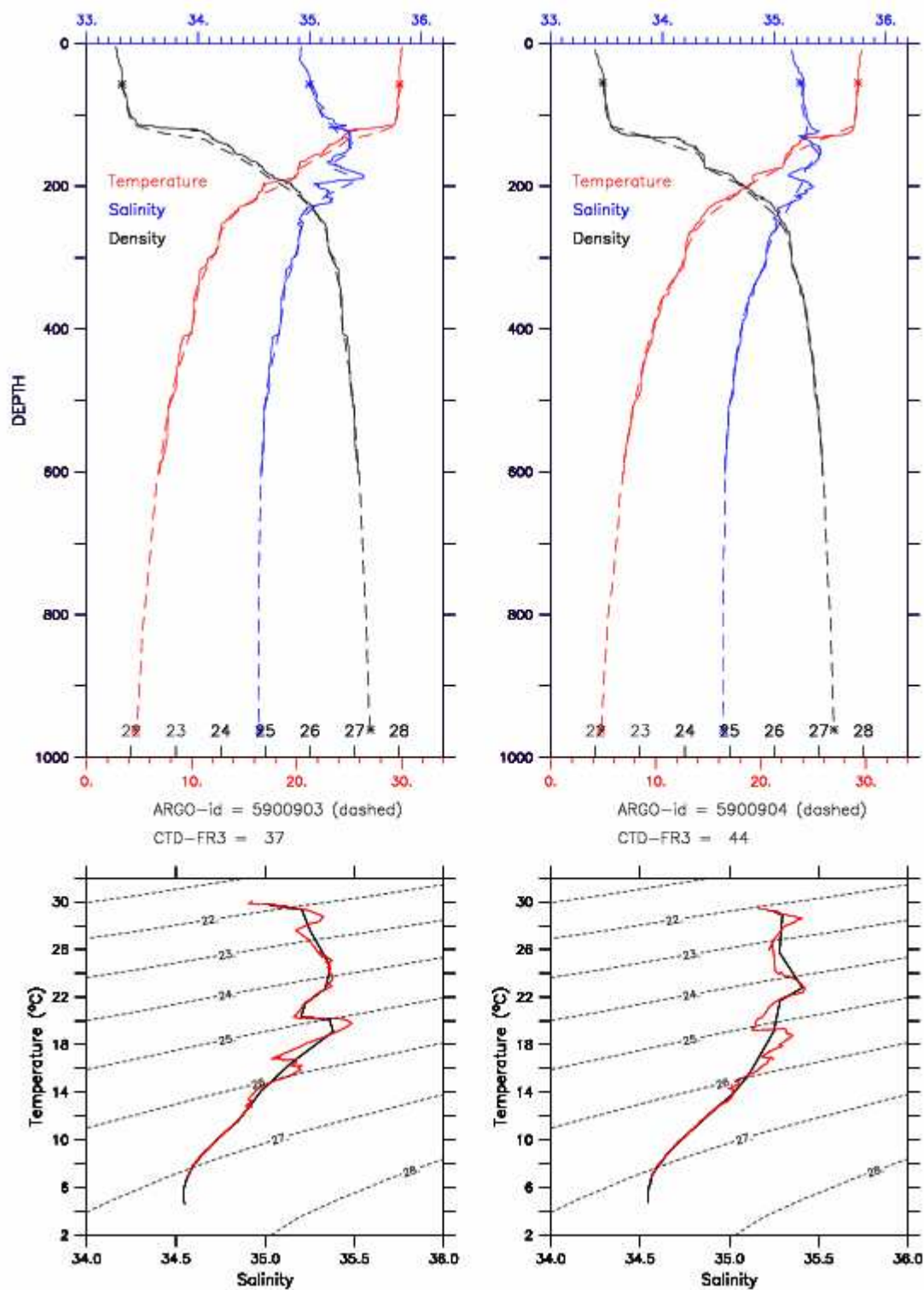


Figure 2.2. idem Figure 2.1 pour les flotteurs 5900903 et 5900904.

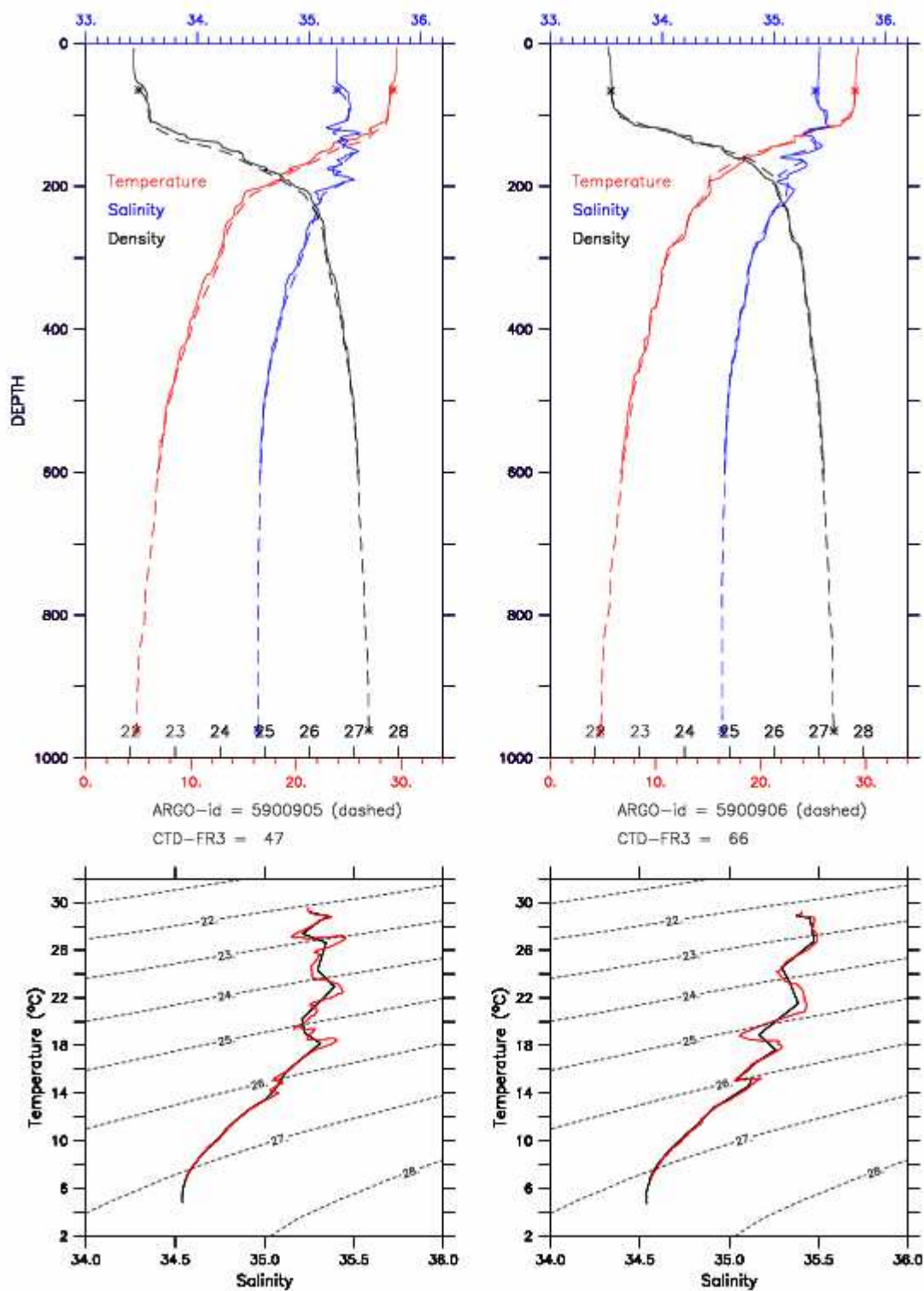


Figure 2.3. idem Figure 2.1 pour les flotteurs 5900905 et 5900906

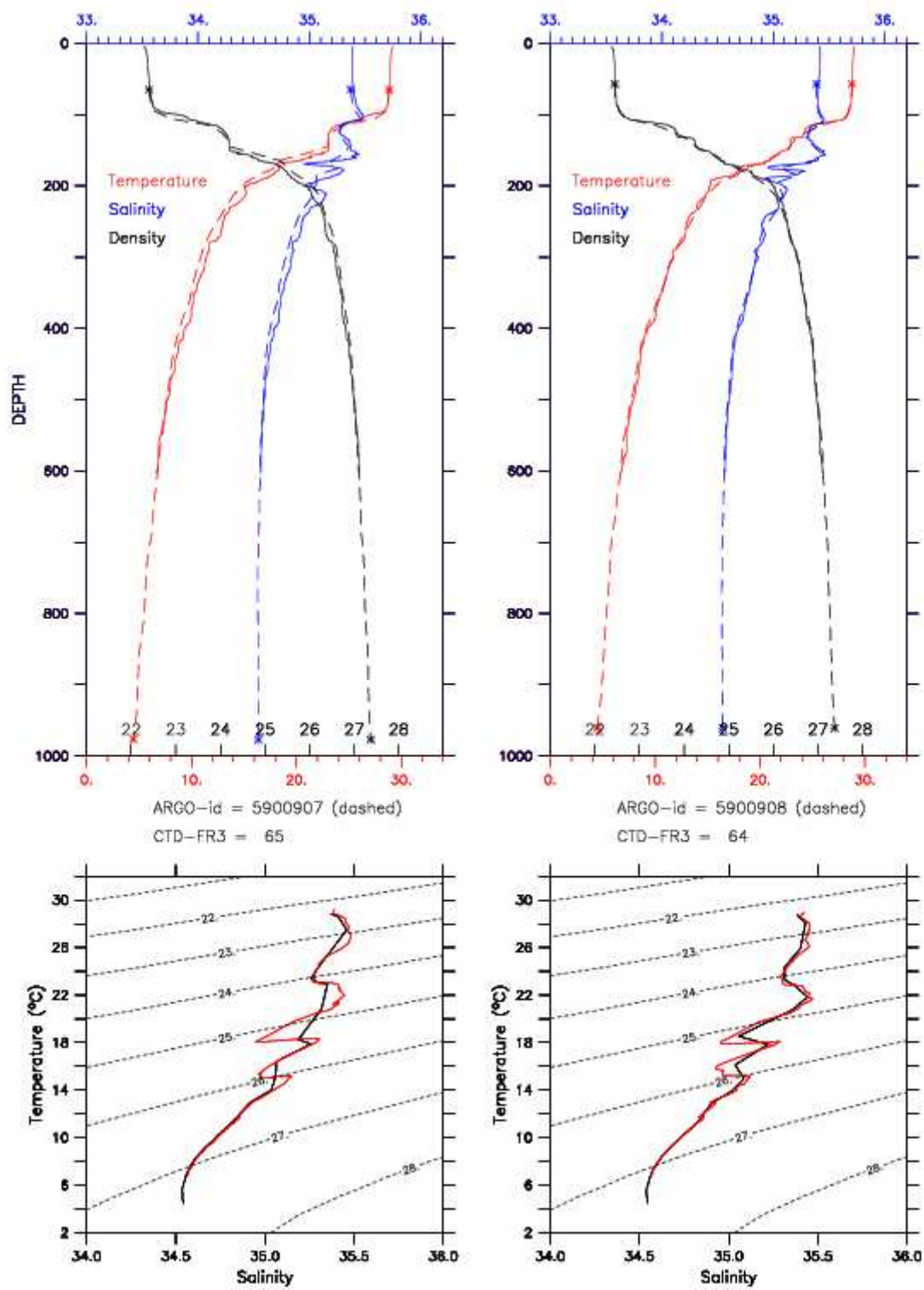


Figure 2.4. idem Figure 2.1 pour les flotteurs 5900907 et 5900908

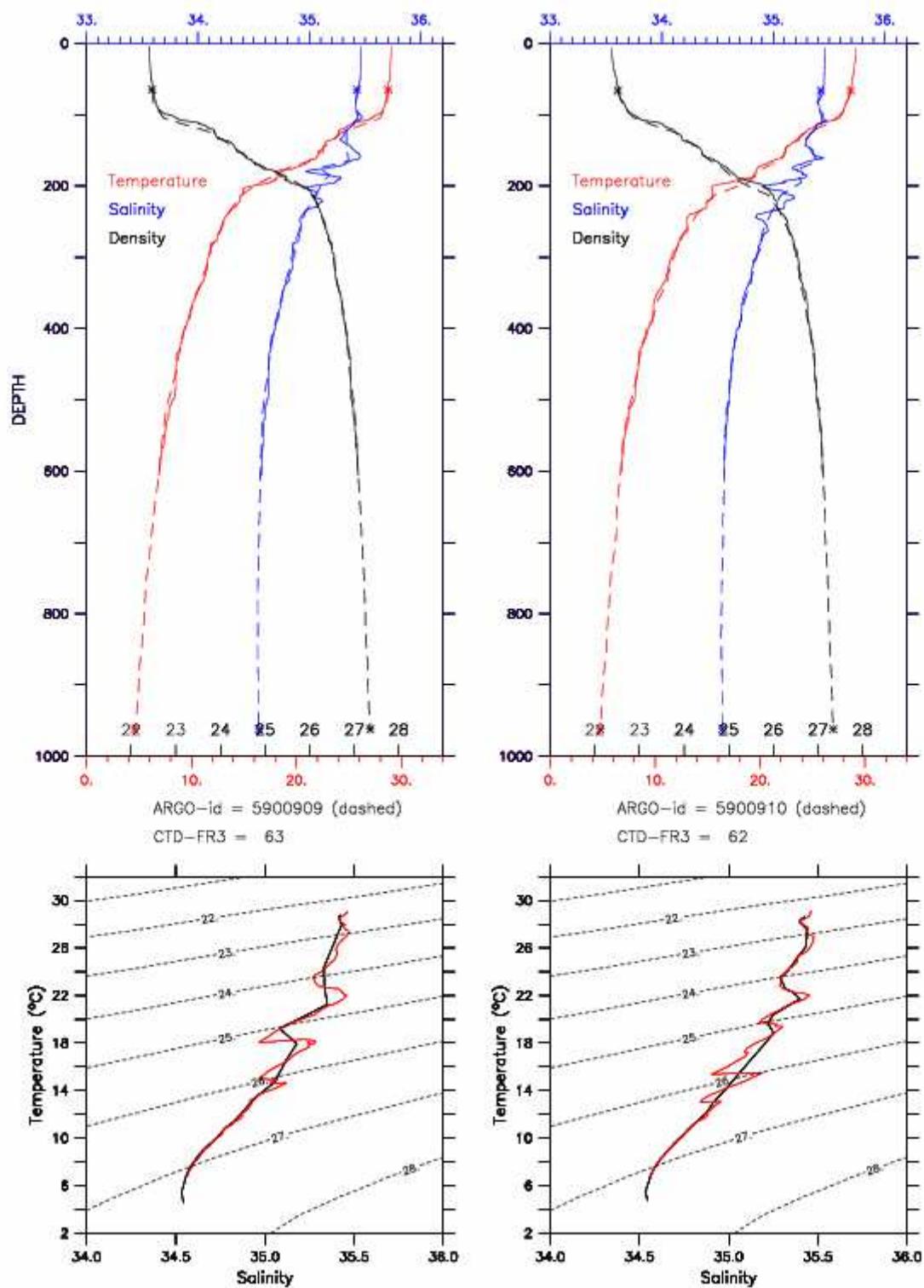


Figure 2.5. idem Figure 2.1 pour les flotteurs 5900909 et 5900910

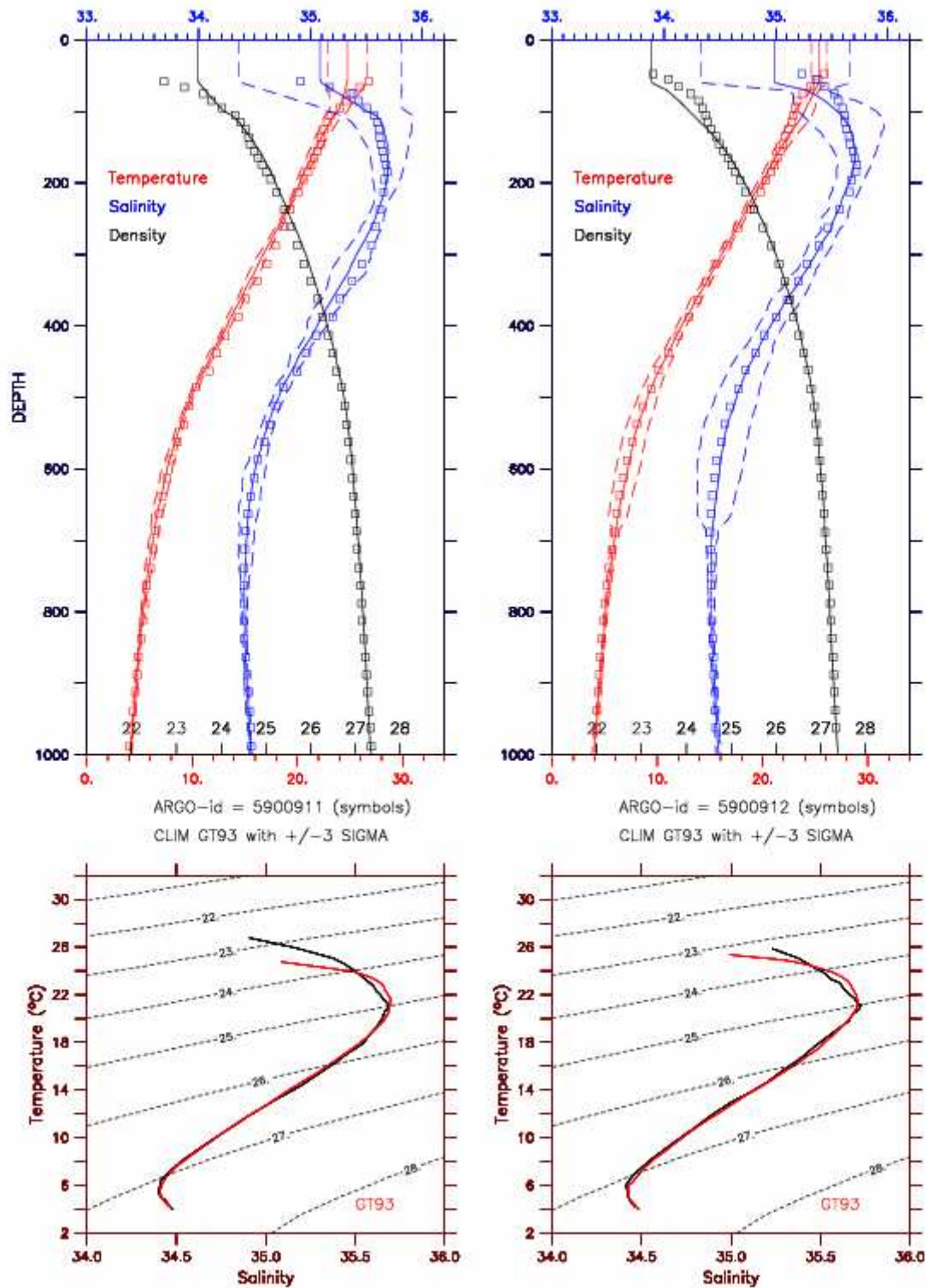


Figure 3.1. Comparaison entre les premiers profils de descente des flotteurs PROVOR 5900911 et 5900912 (cf. Table 1) et les profils climatologiques (Gouriou et Toole, 1993).

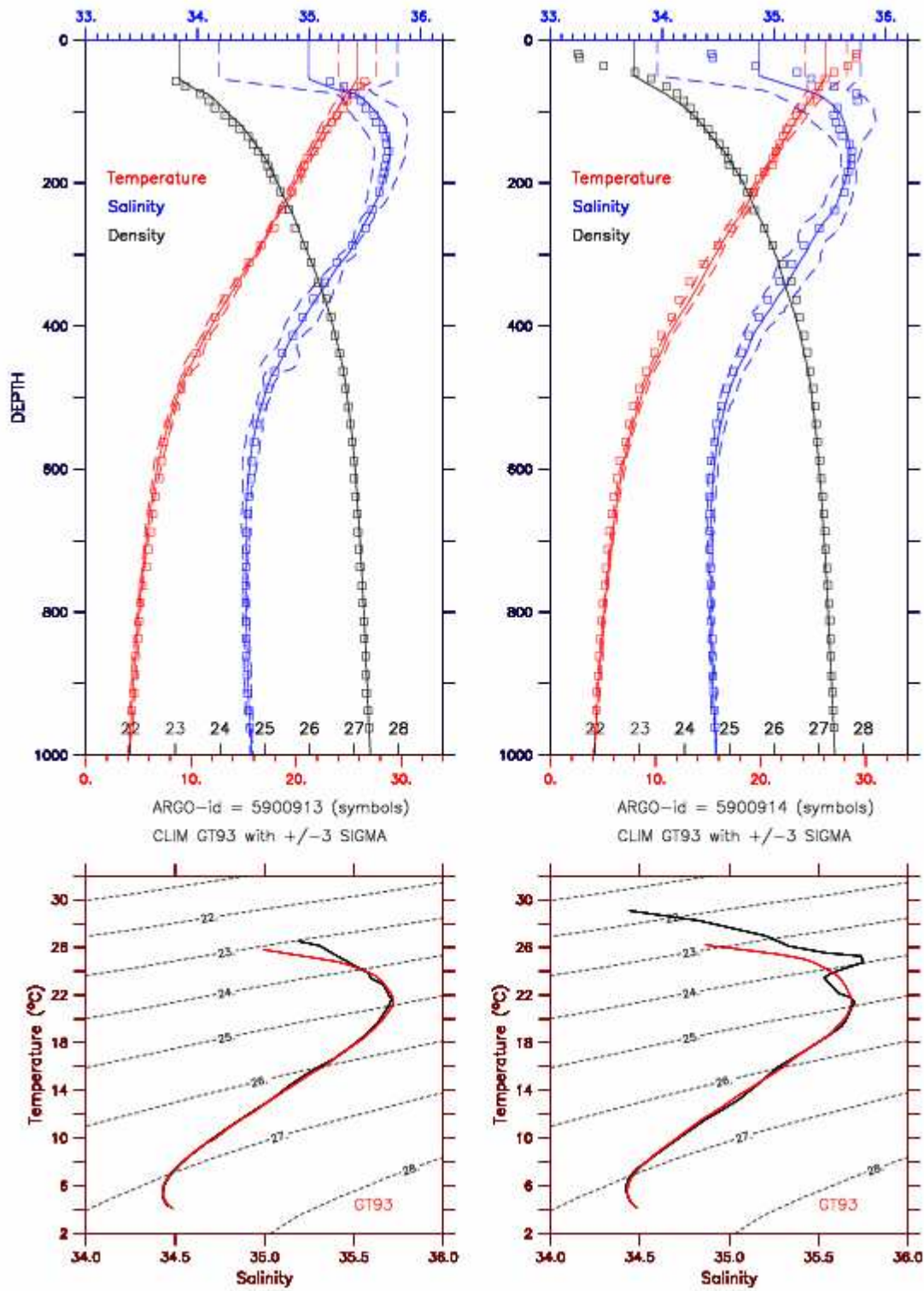


Figure 3.2. Idem Figure 3.1 pour les flotteurs 5900913 et 5900914.

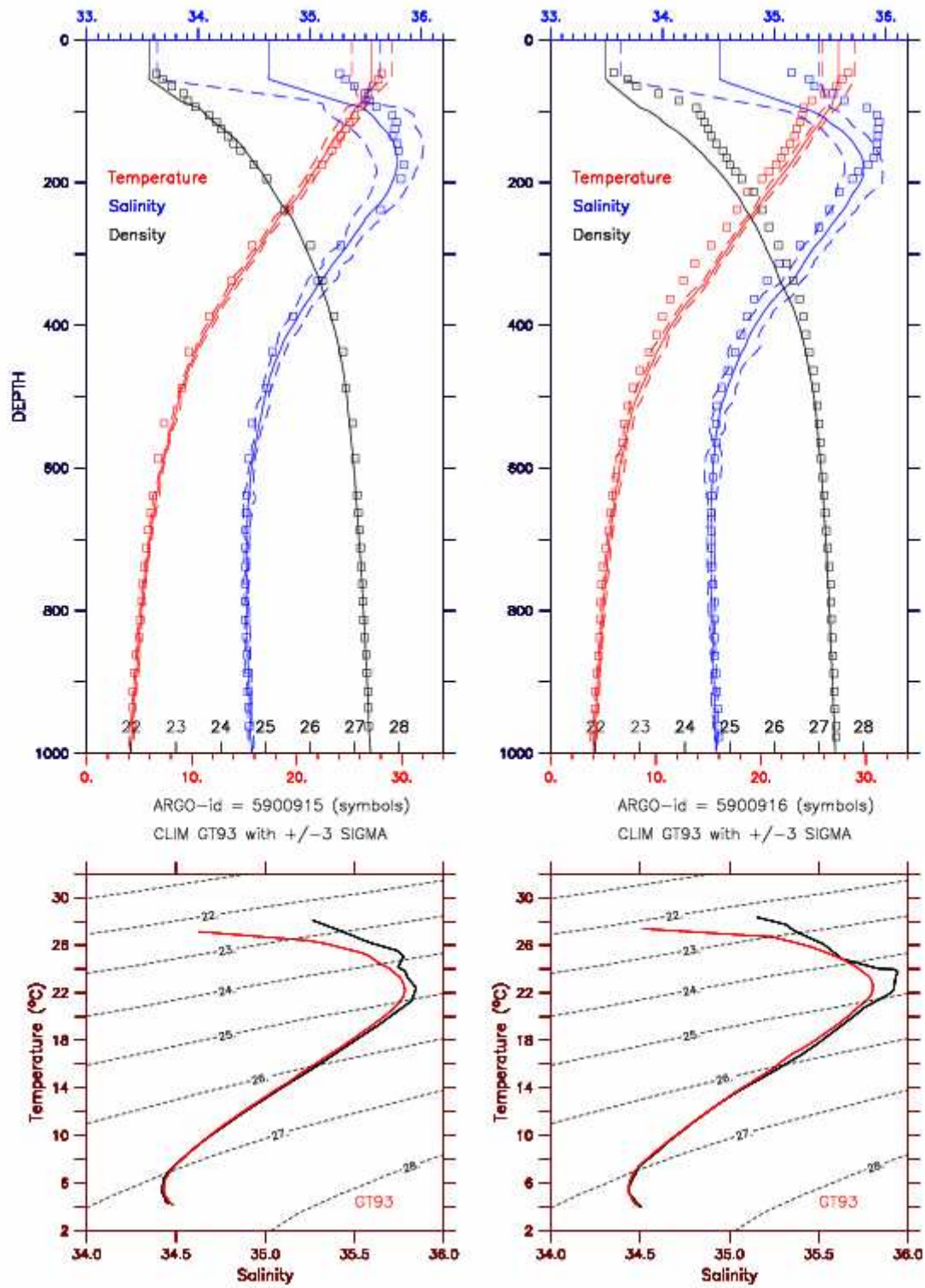


Figure 3.3. Idem Figure 3.1 pour les flotteurs 5900915 et 5900916.

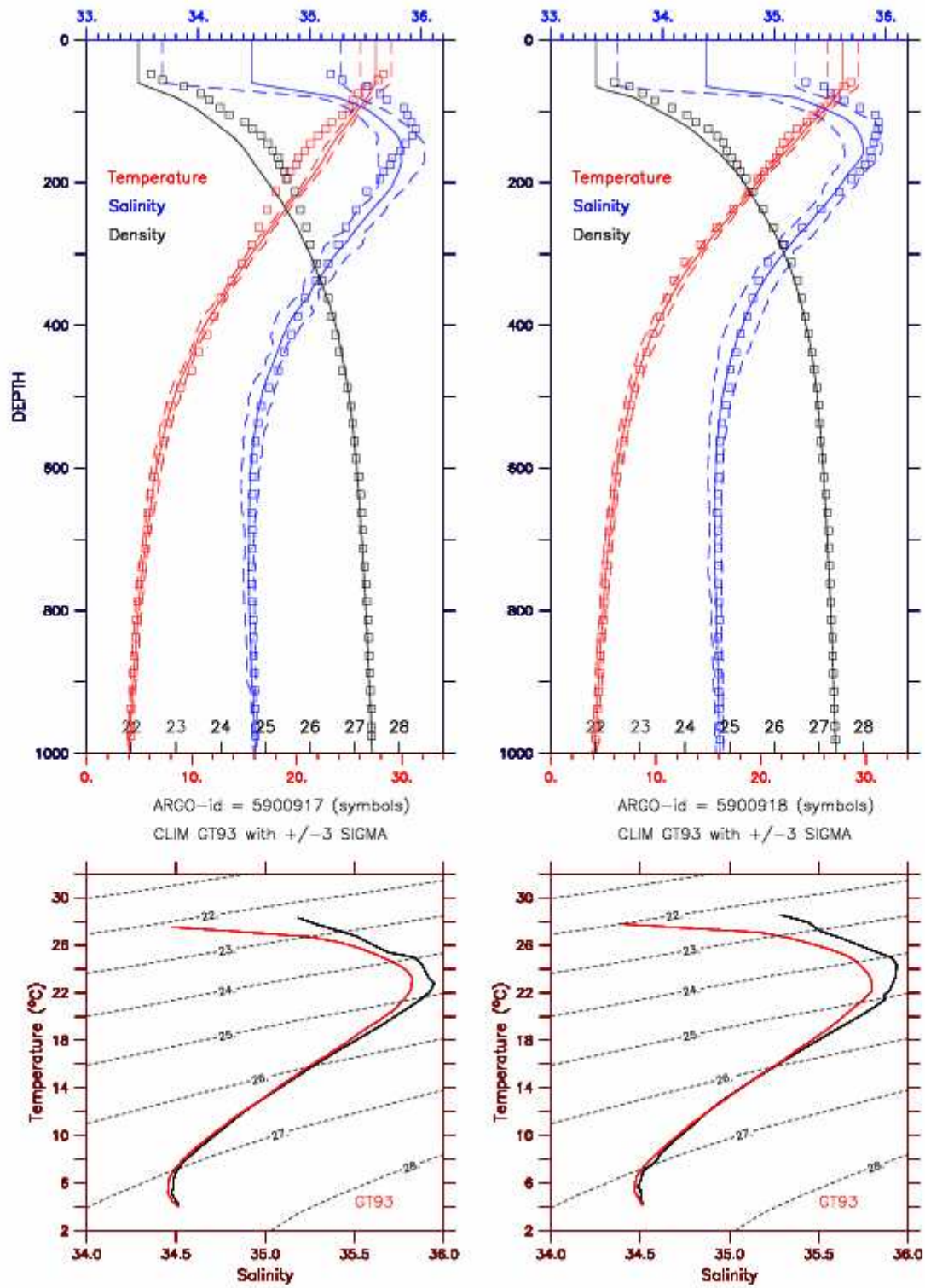


Figure 3.4. Idem Figure 3.1 pour les flotteurs 5900917 et 5900918.

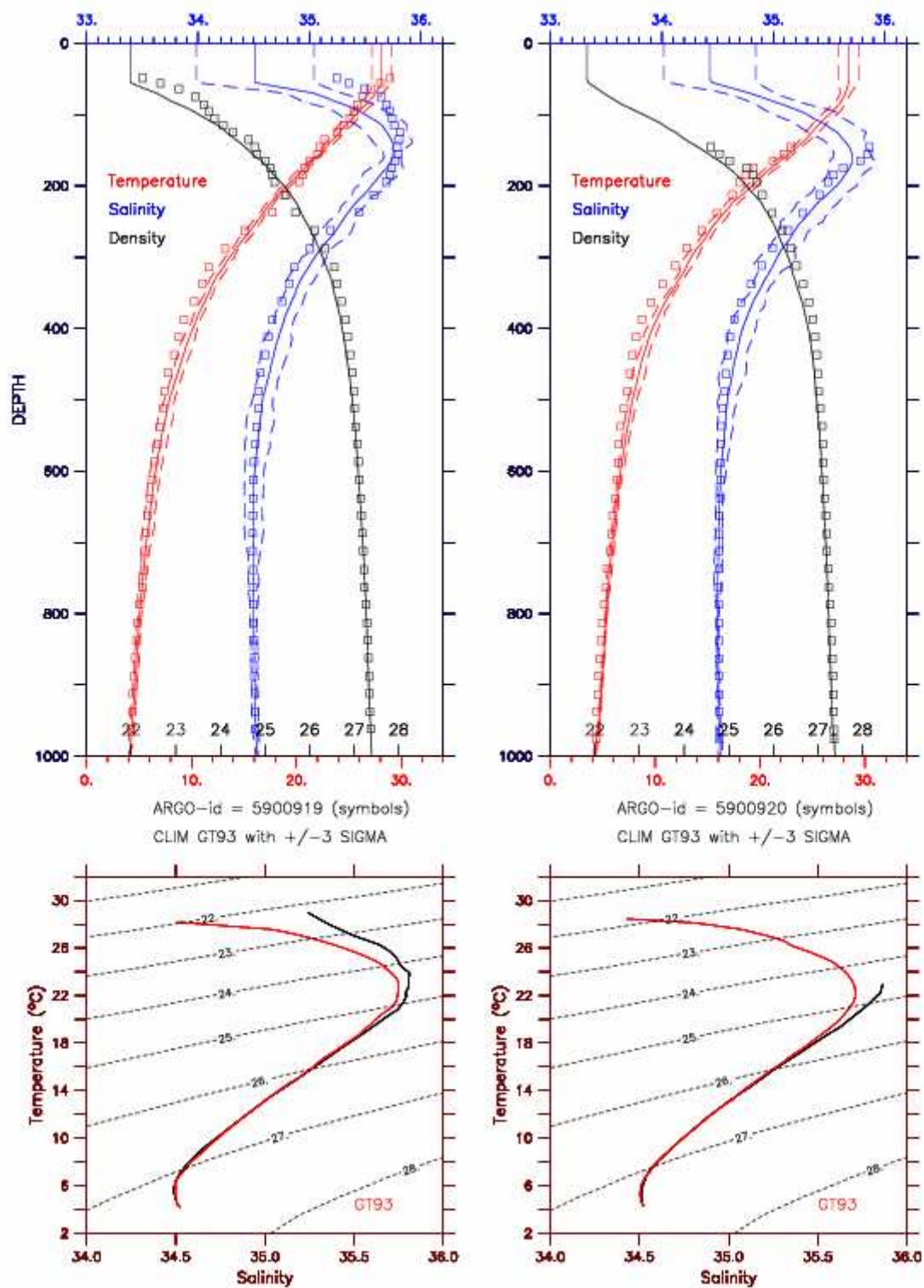


Figure 3.5. Idem Figure 3.1 pour les flotteurs 5900919 et 5900920.

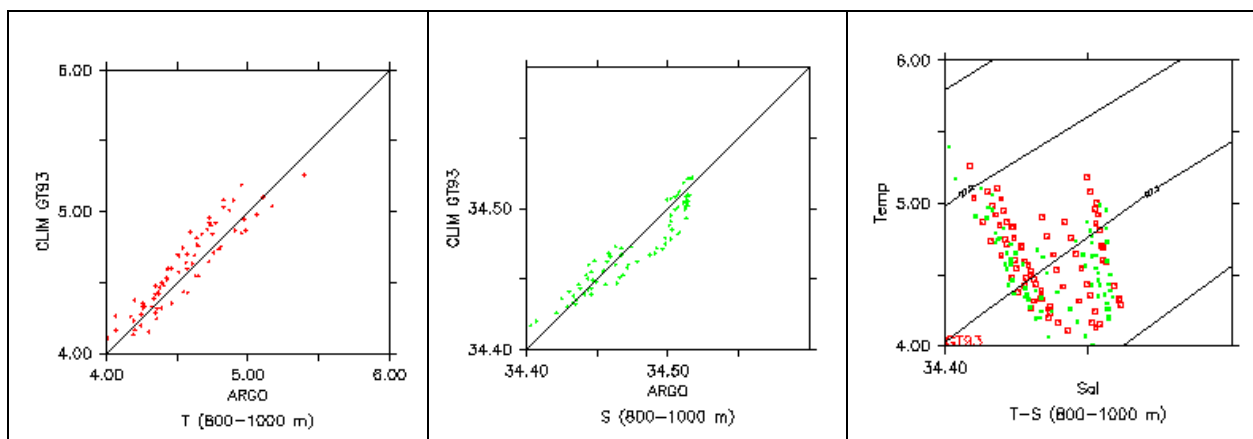


Figure 4. Comparaison entre les valeurs de (à gauche) température et (au milieu) salinité des premiers profils des bouées PROVOR larguées entre 19°S et 10°S (cf. Table 1) et la climatologie de Gouriou et Toole (1993) pour la couche 800 - 1000 m. La courbe de droite présente le même type de comparaison dans un plan T-S.

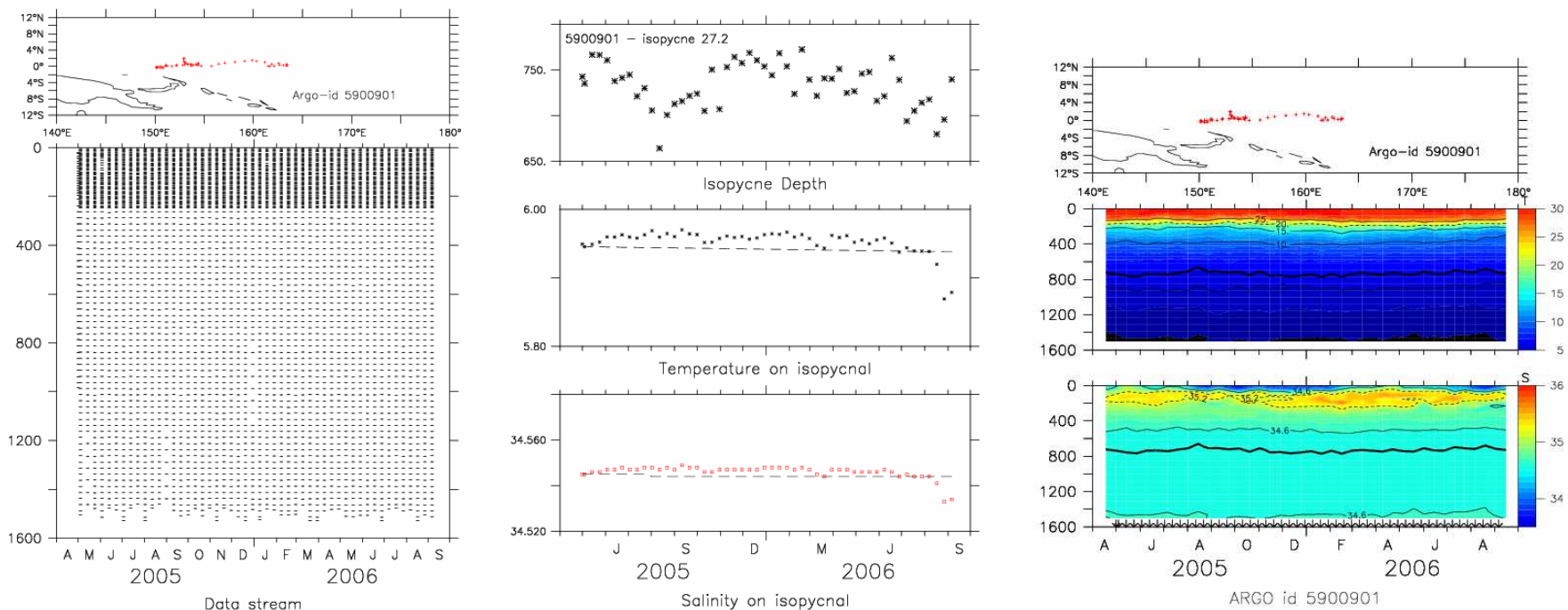


Figure 5.1. [à gauche] (en haut) Trajectoire de la bouée Argo référencée. Chaque croix rouge représente la position de surface obtenue tous les 10 jours. (en bas) Distribution temps – profondeur des données récoltées le long de cette trajectoire. [au milieu] Variations temporelles de (en haut) la profondeur de l’isopycne 27.2 kg.m^{-3} , (au milieu) la température potentielle sur cette isopycne et (en bas) la salinité sur cette isopycne. Les droites sur les figure du milieu et du bas représentent la tendance linéaire en température et salinité. Les paramètres statistiques relatifs à ces trois panneaux sont donnés Table 2. [à droite] (en haut) Trajectoire de la bouée Argo référencée. Chaque croix rouge représente la position de surface obtenue tous les 10 jours. (au milieu) Distribution temps – profondeur de la température potentielle le long de cette trajectoire. (en bas) Distribution temps – profondeur de la salinité le long de cette trajectoire.

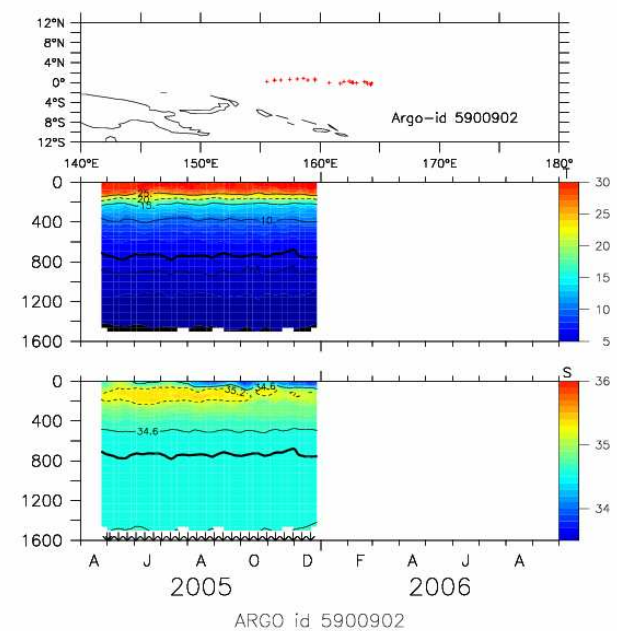
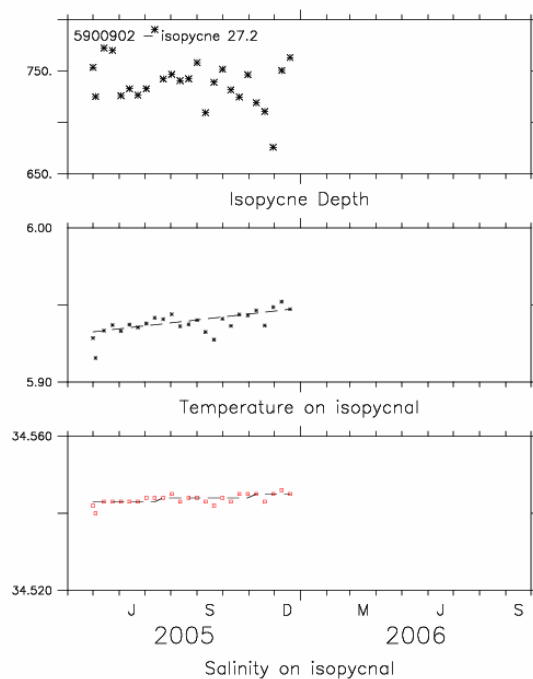
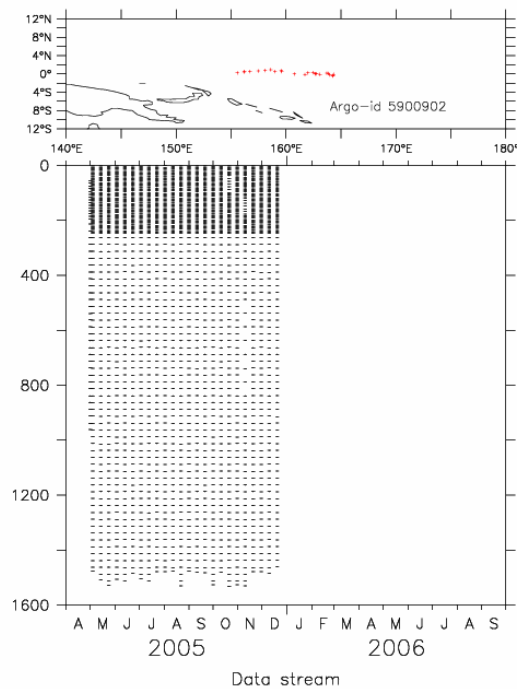


Figure 5.2. Idem Figure 5.1 pour le flotteur 5900902.

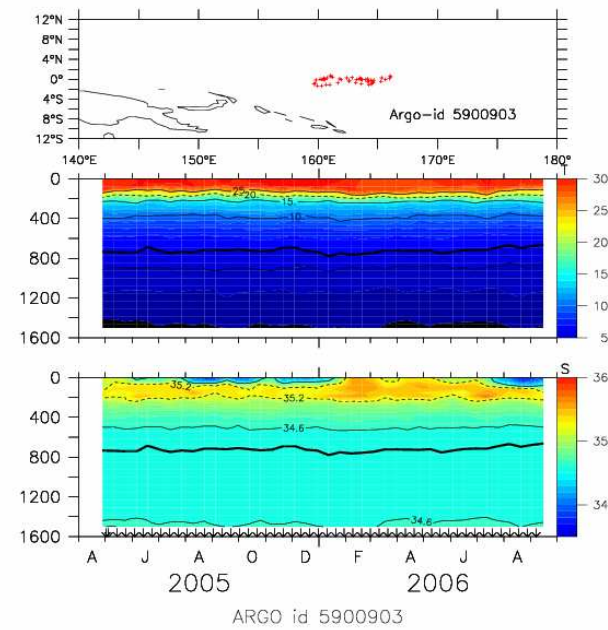
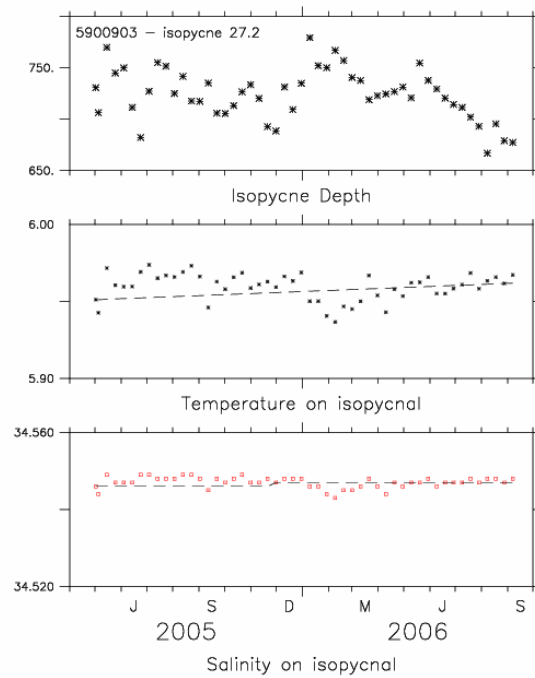
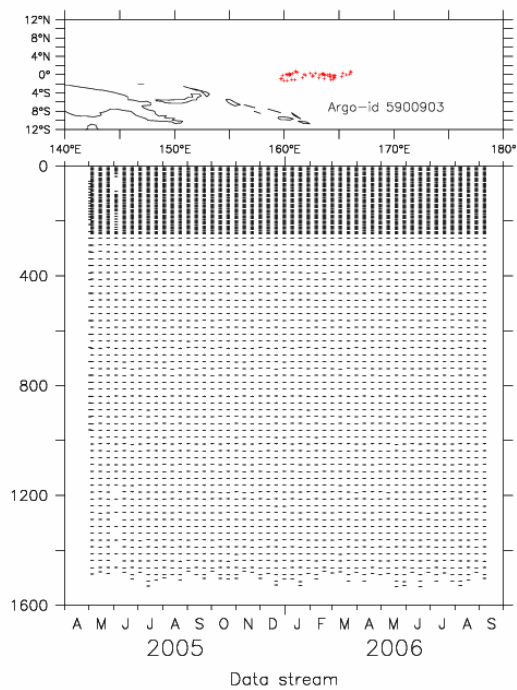


Figure 5.3. Idem Figure 5.1 pour le flotteur 5900903.

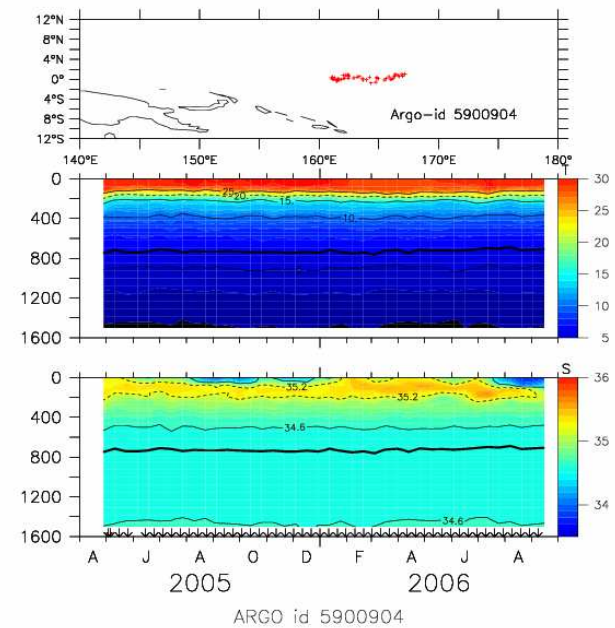
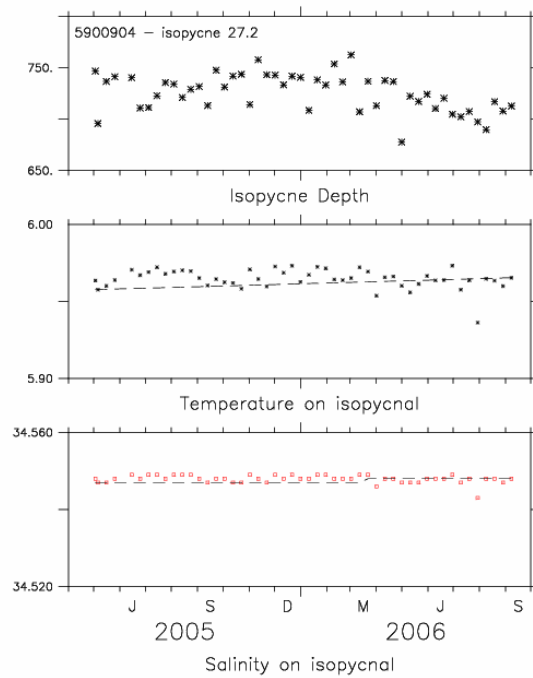
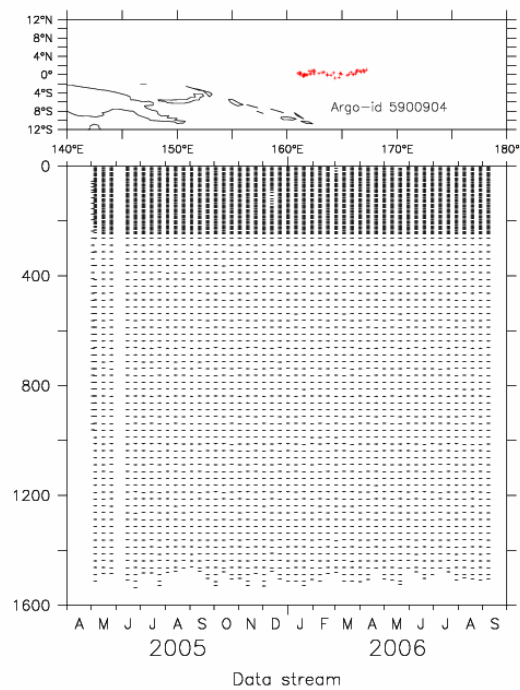


Figure 5.4. Idem Figure 5.1 pour le flotteur 5900904.

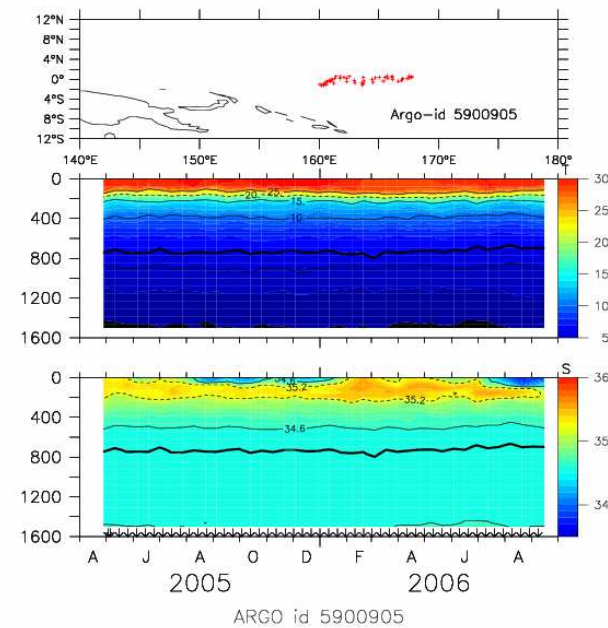
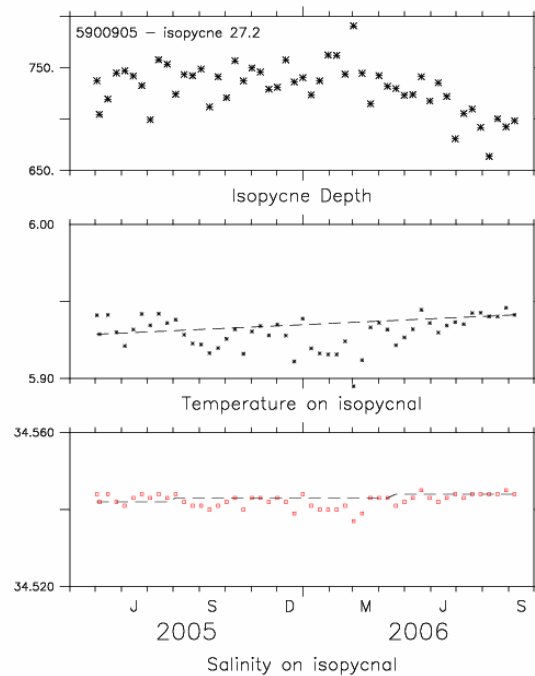
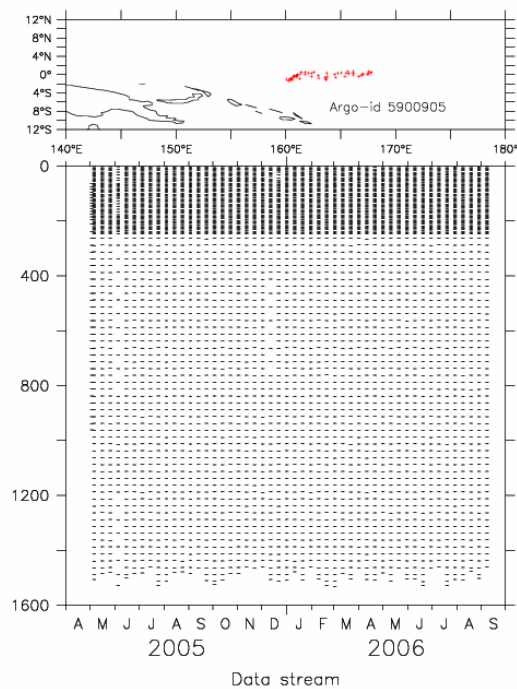


Figure 5.5. Idem Figure 5.1 pour le flotteur 5900905.

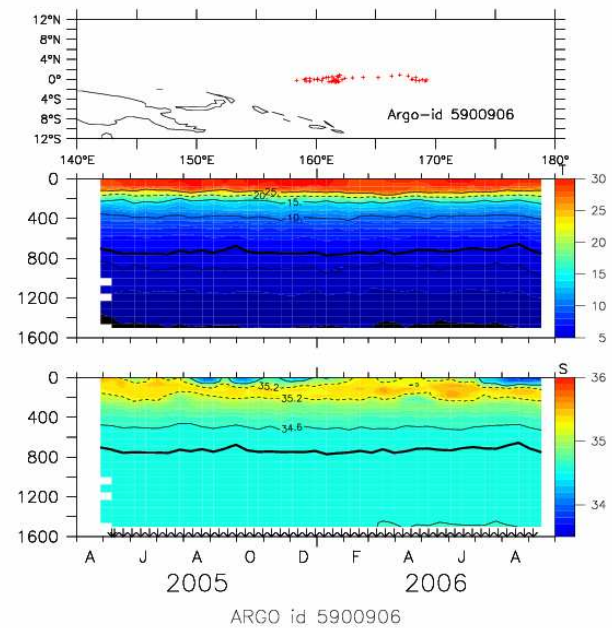
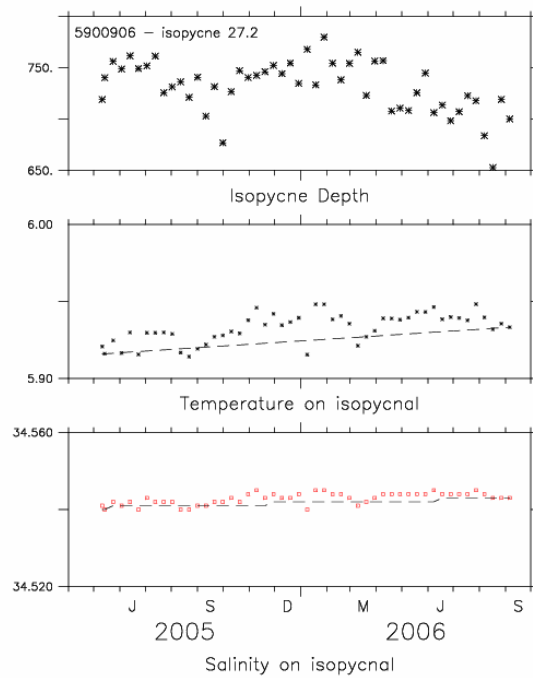
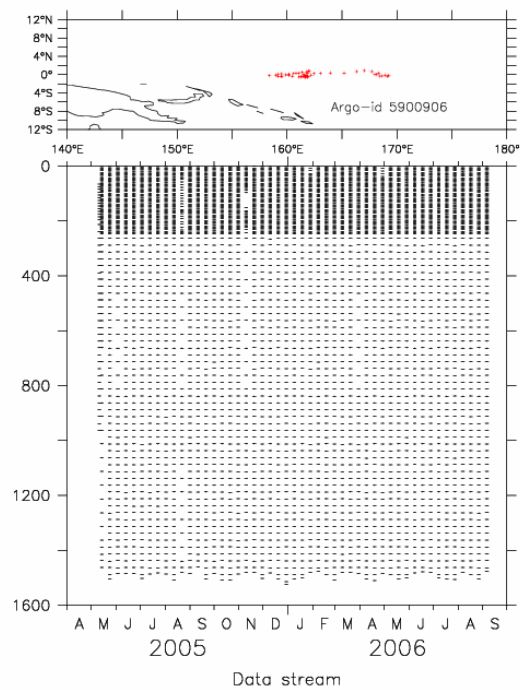


Figure 5.6. Idem Figure 5.1 pour le flotteur 5900906.

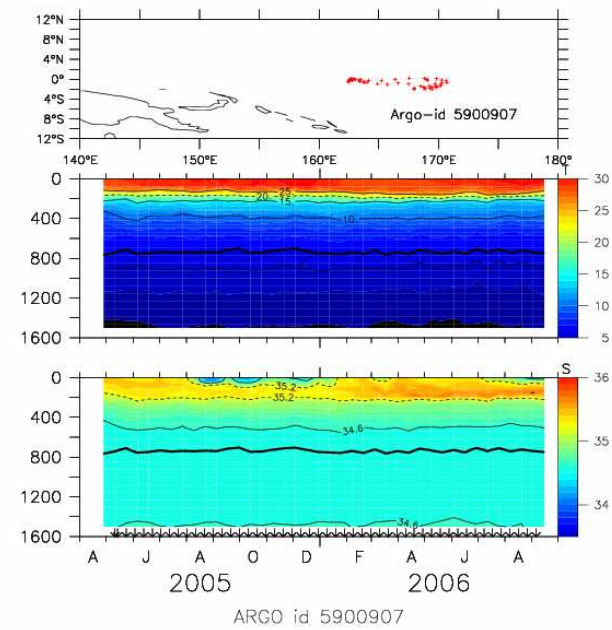
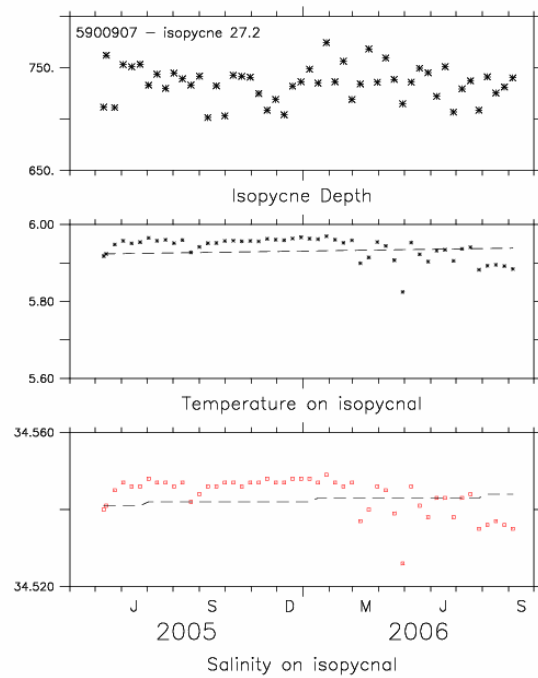
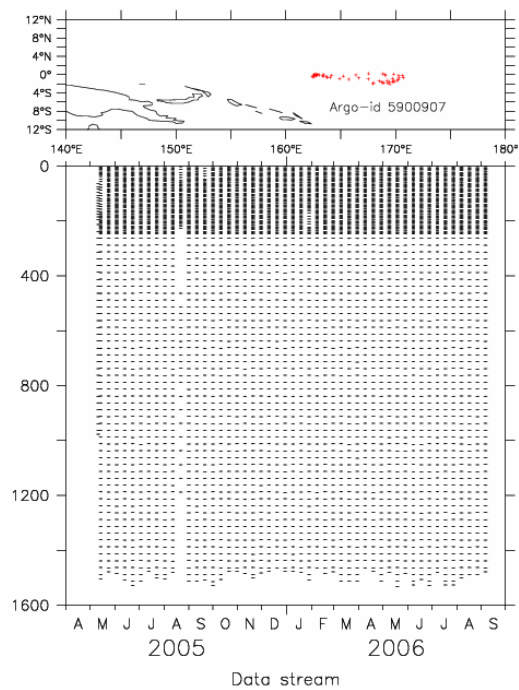


Figure 5.7. Idem Figure 5.1 pour le flotteur 5900907.

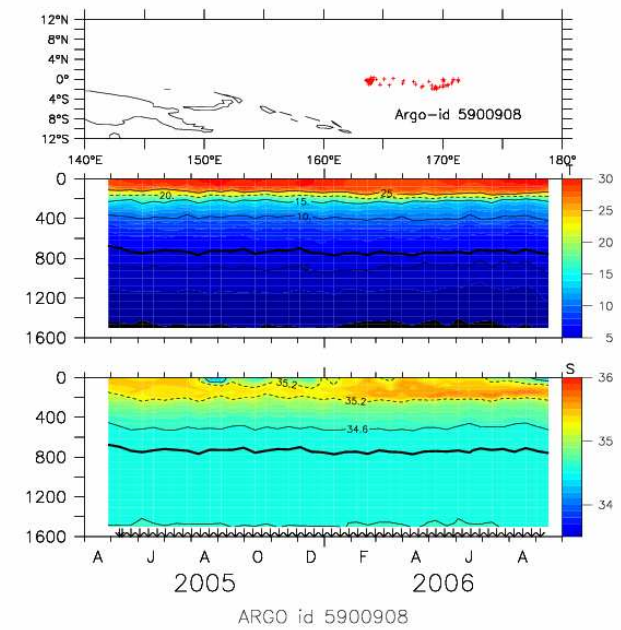
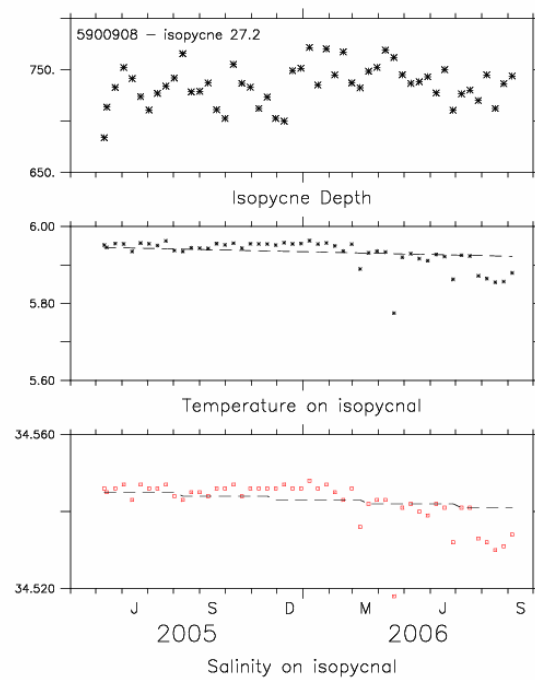
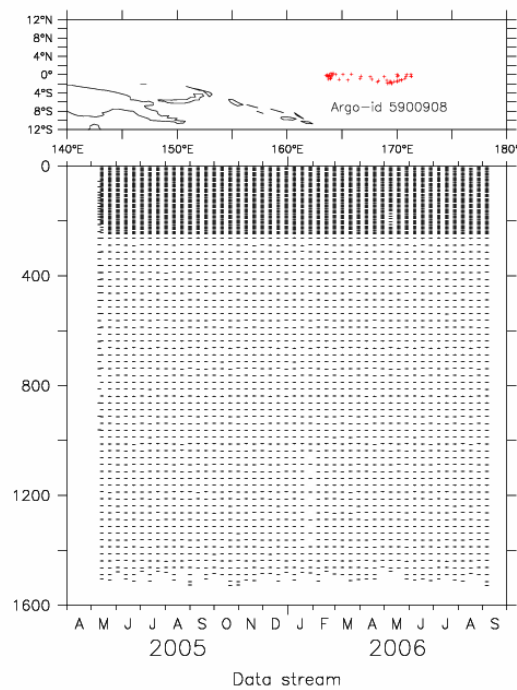


Figure 5.8. Idem Figure 5.1 pour le flotteur 5900908.

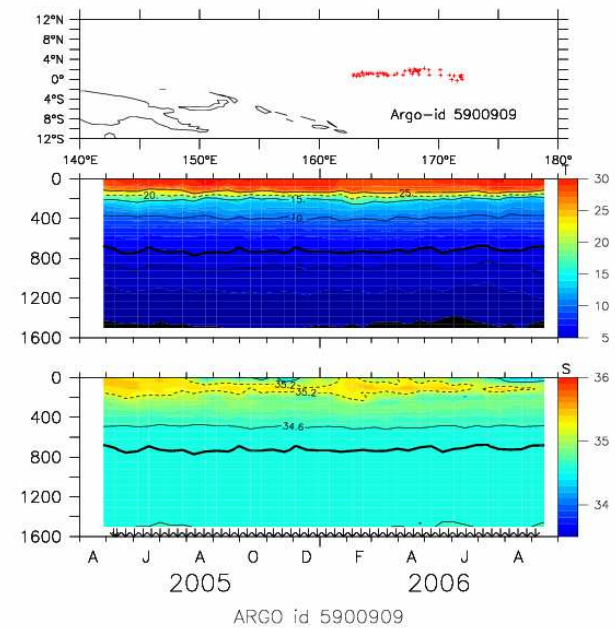
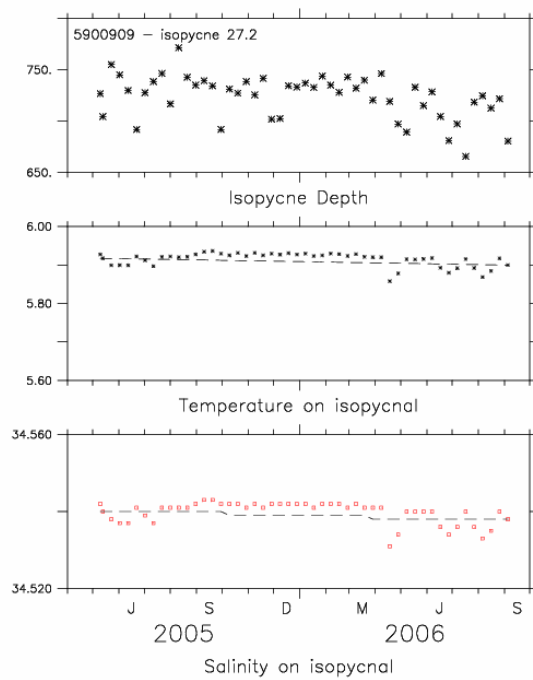
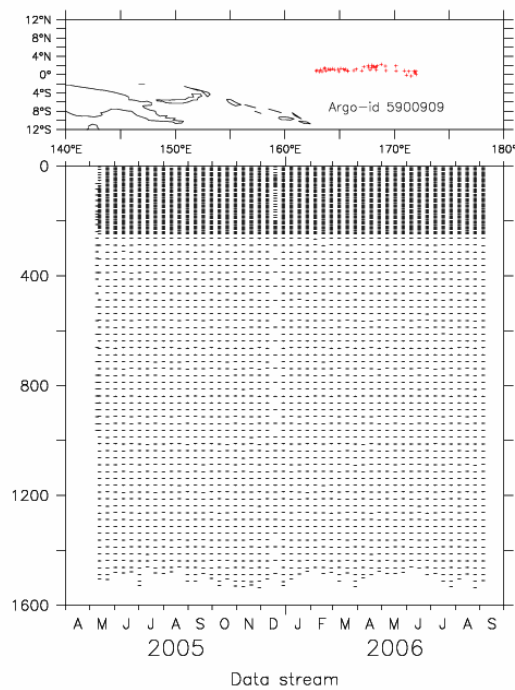


Figure 5.9. Idem Figure 5.1 pour le flotteur 5900909.

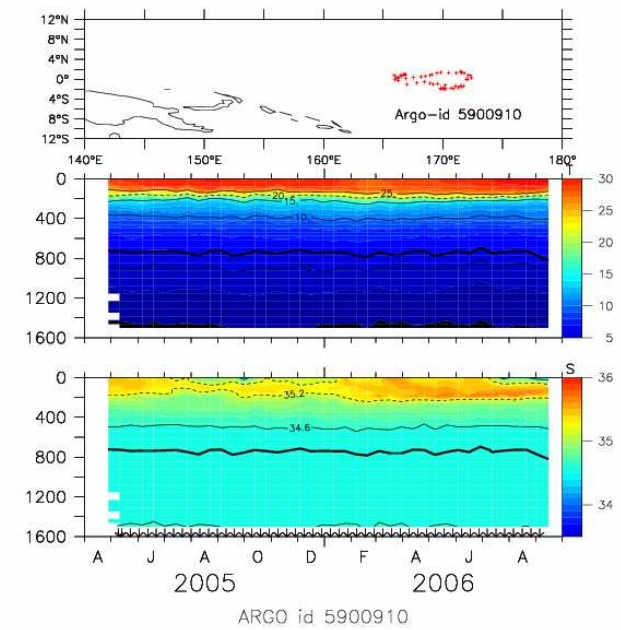
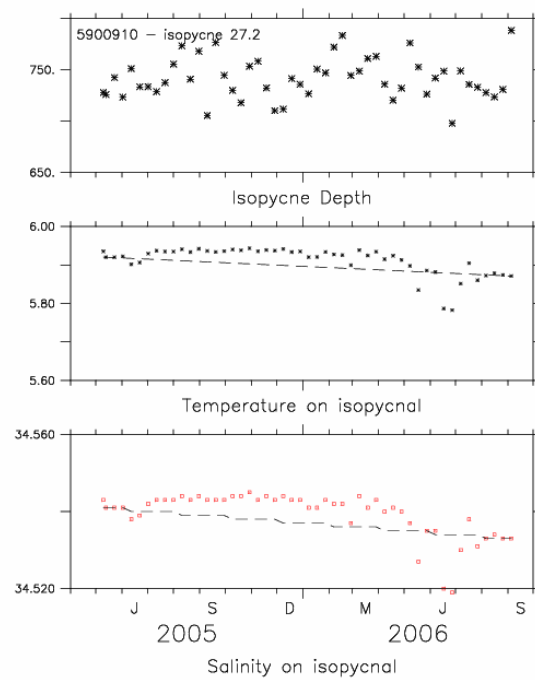
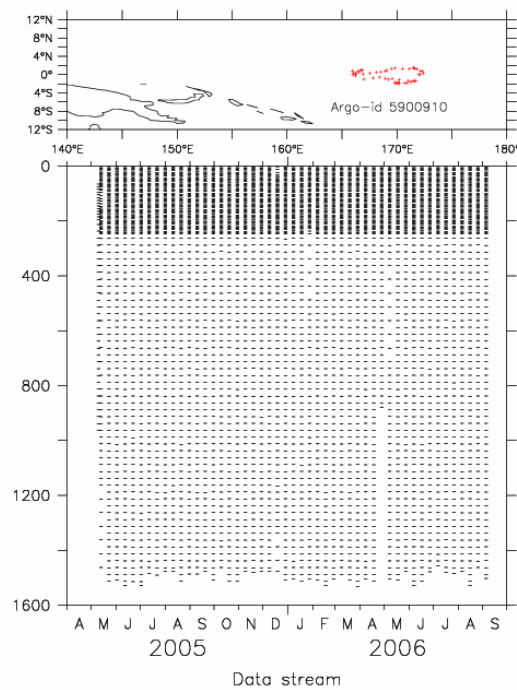


Figure 5.10. Idem Figure 5.1 pour le flotteur 5900910.

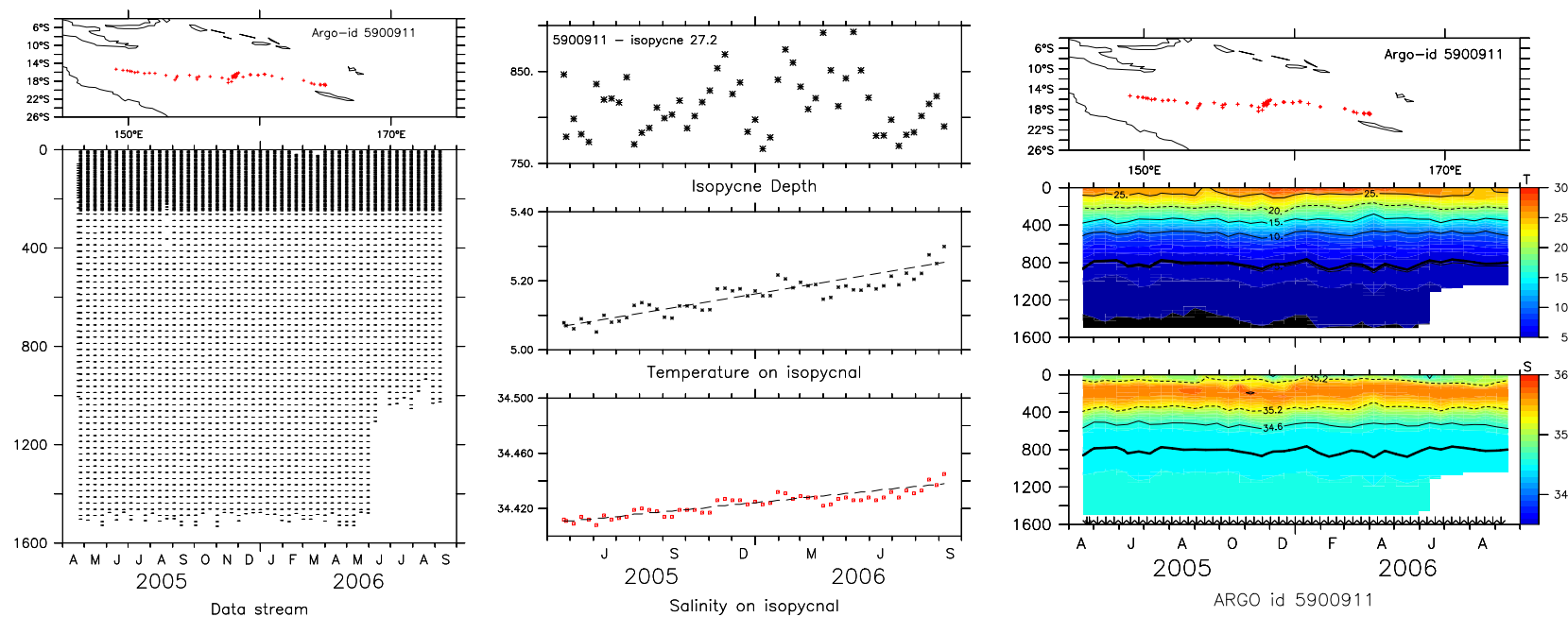


Figure 5.11. Idem Figure 5.1 pour le flotteur 5900911.

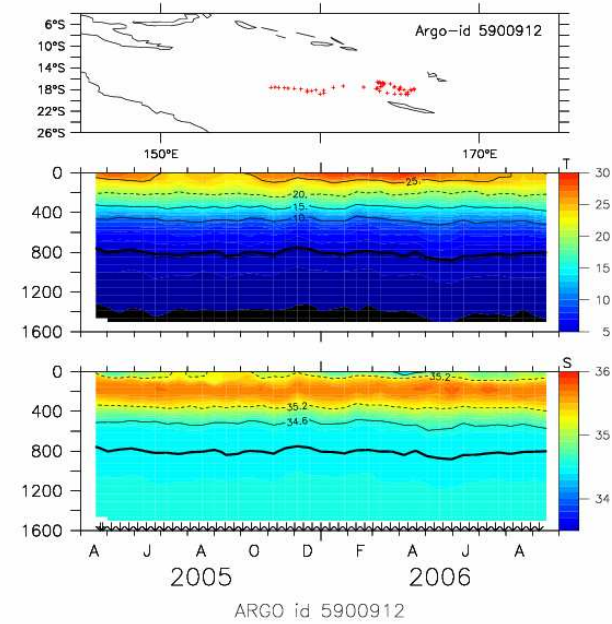
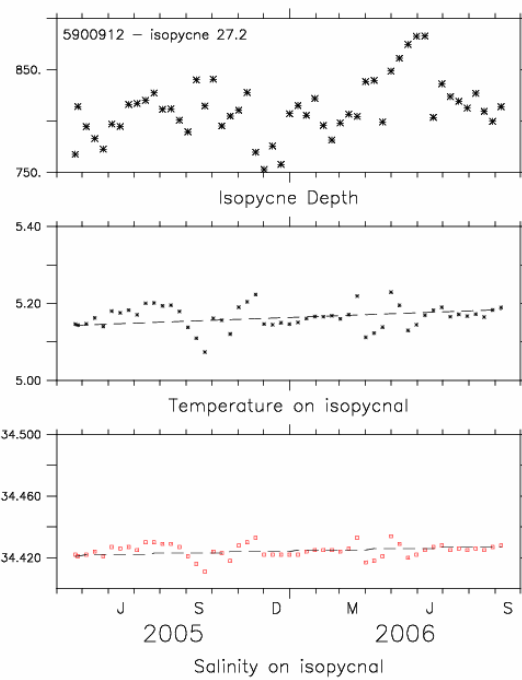
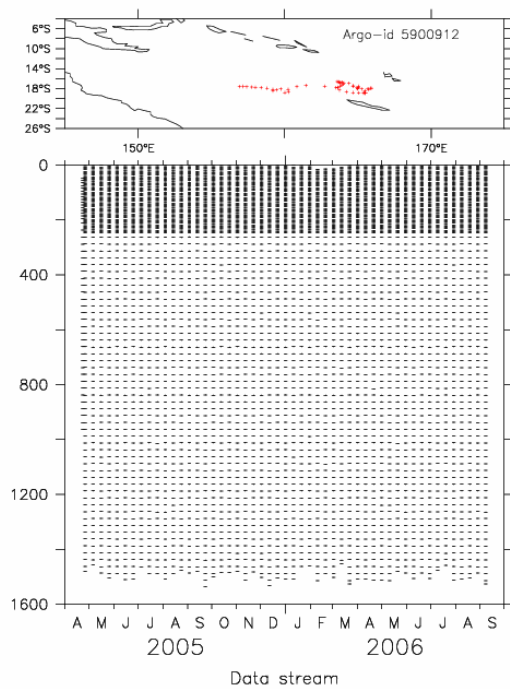


Figure 5.12. Idem Figure 5.1 pour le flotteur 5900912.

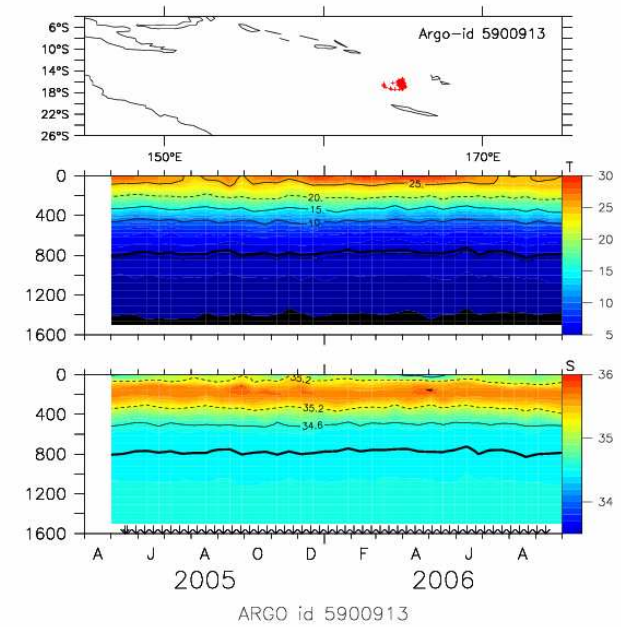
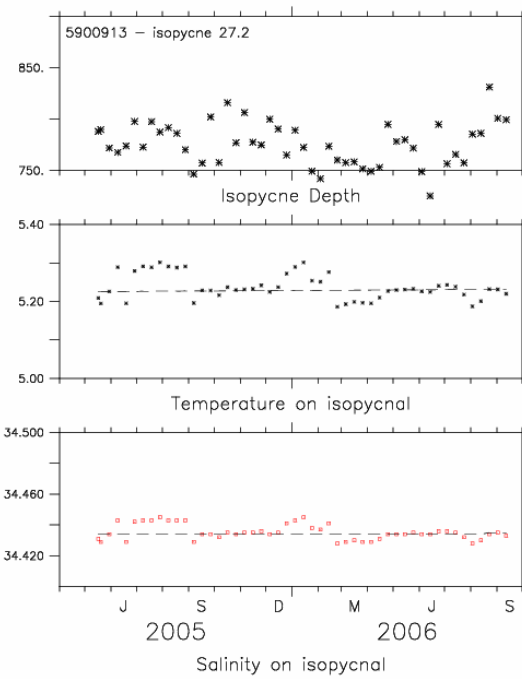
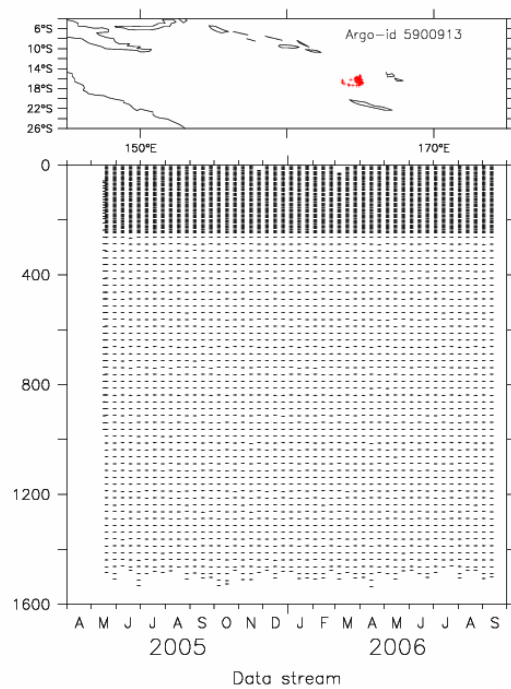


Figure 5.13. Idem Figure 5.1 pour le flotteur 5900913.

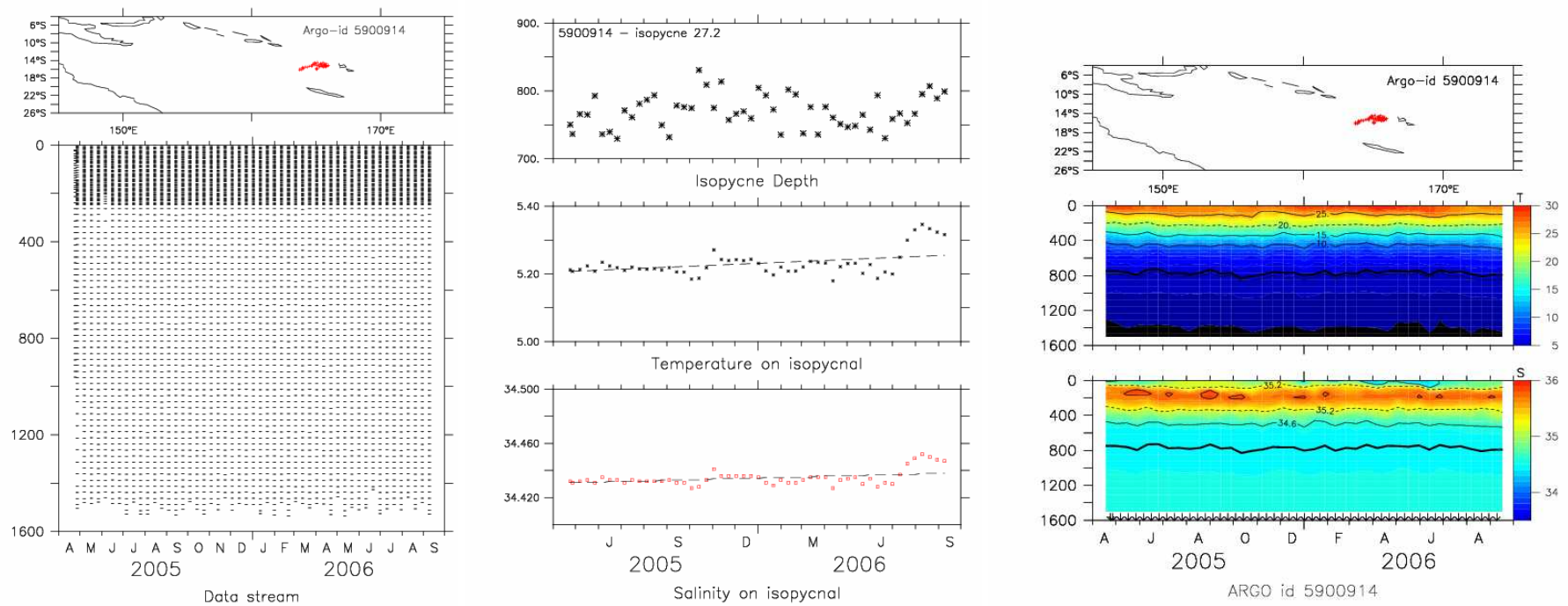


Figure 5.14. Idem Figure 5.1 pour le flotteur 5900914.

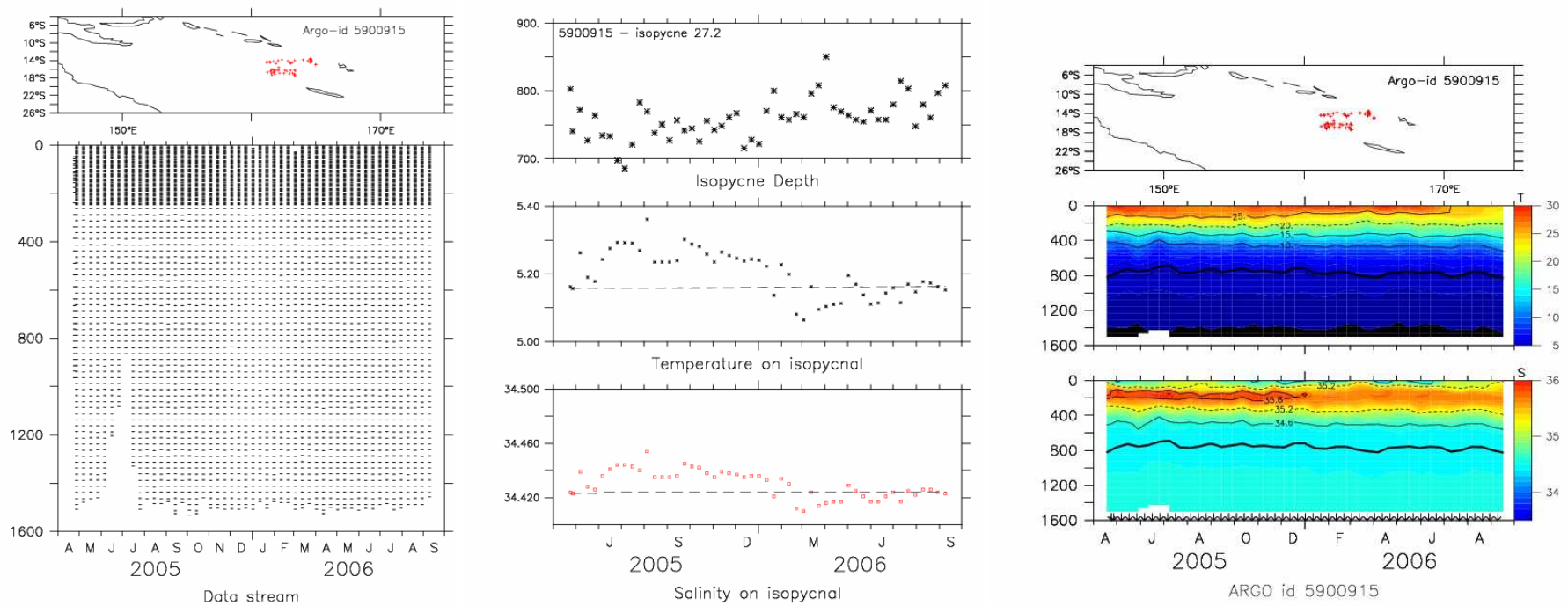


Figure 5.15. Idem Figure 5.1 pour le flotteur 5900915.

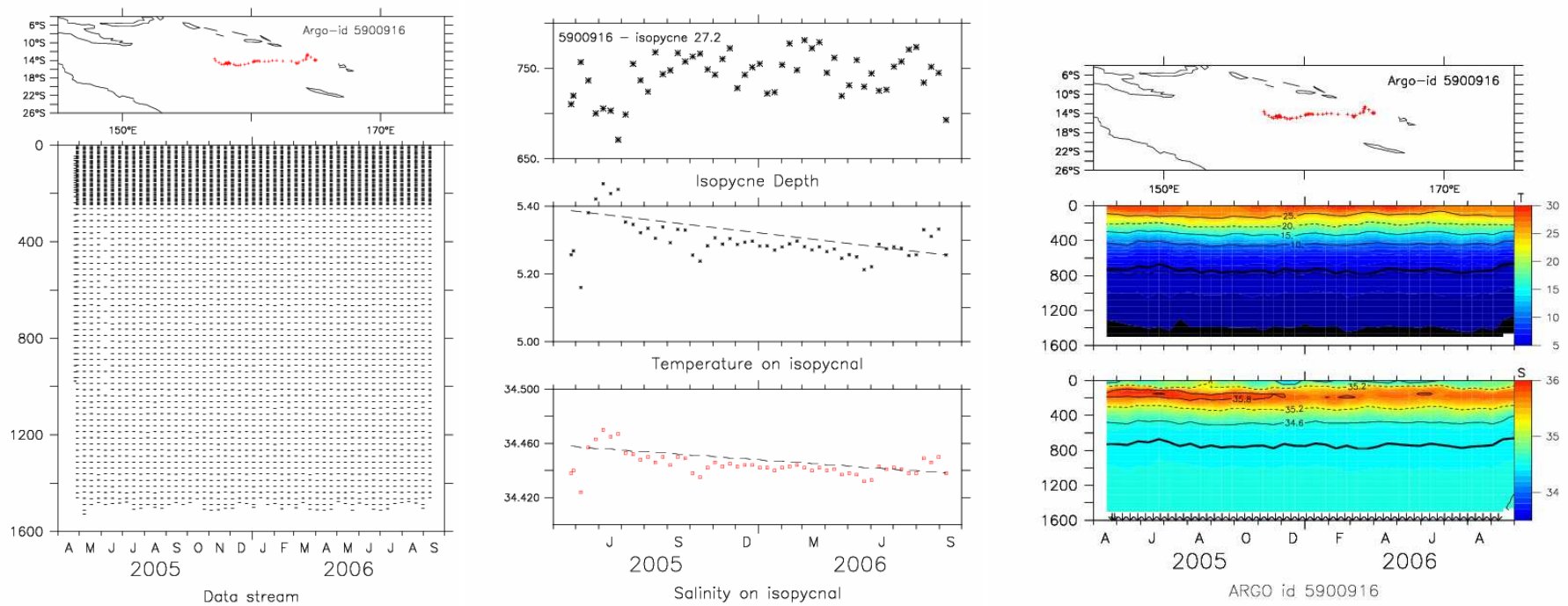


Figure 5.16. Idem Figure 5.1 pour le flotteur 5900916.

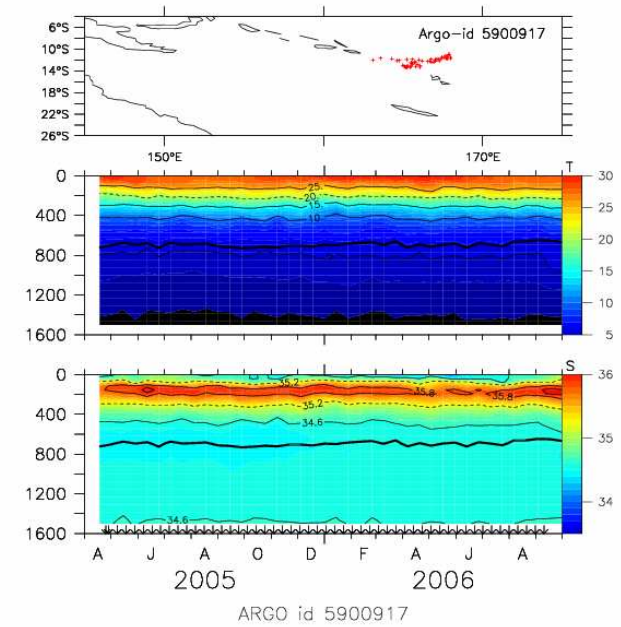
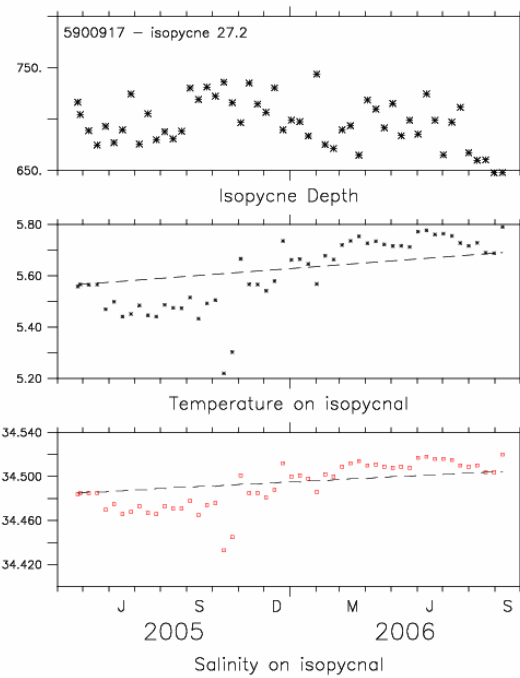
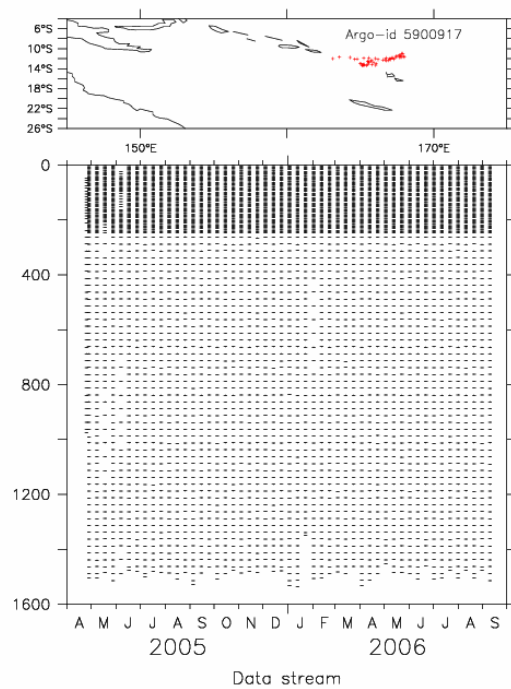


Figure 5.17. Idem Figure 5.1 pour le flotteur 5900917.

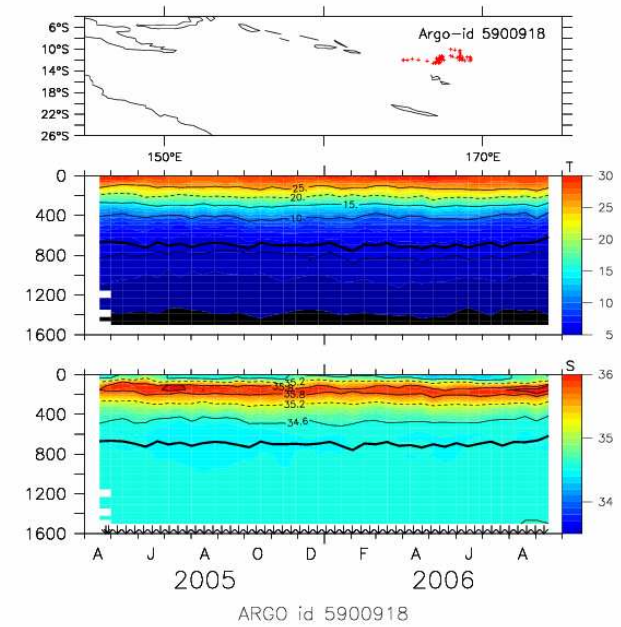
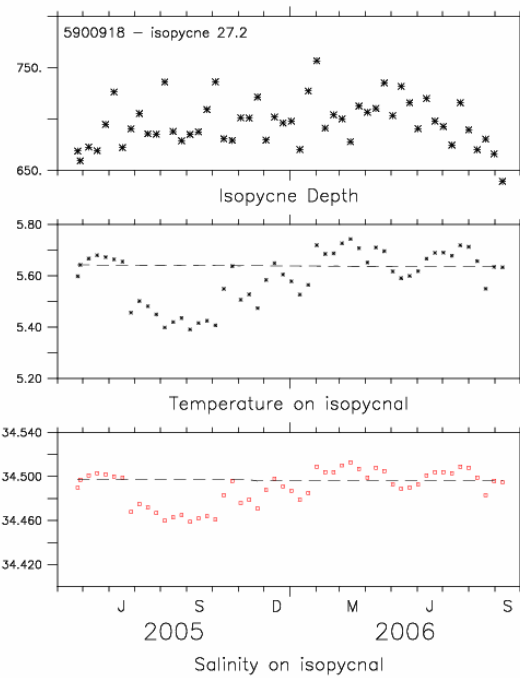
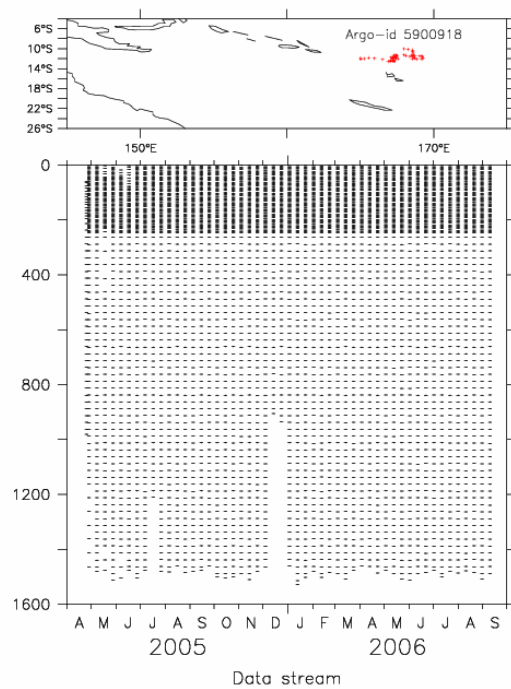


Figure 5.18. Idem Figure 5.1 pour le flotteur 5900918.

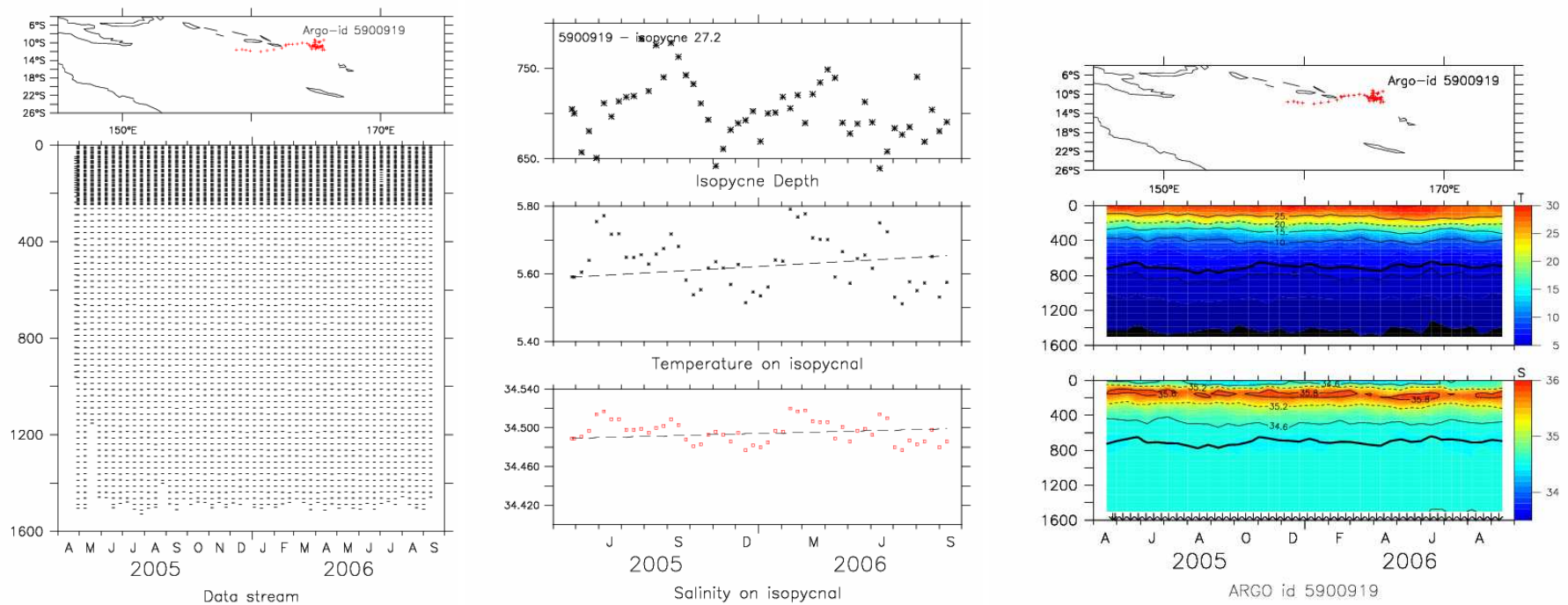


Figure 5.19. Idem Figure 5.1 pour le flotteur 5900919.

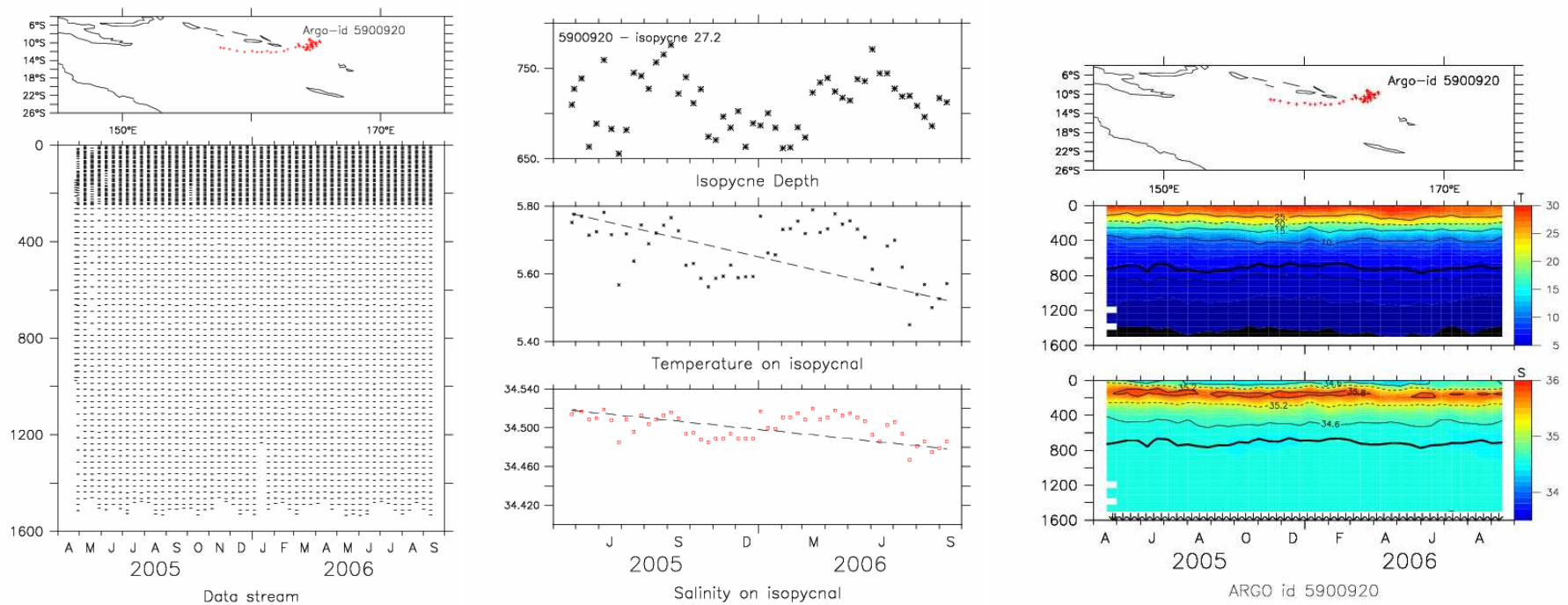


Figure 5.20. Idem Figure 5.1 pour le flotteur 5900920.

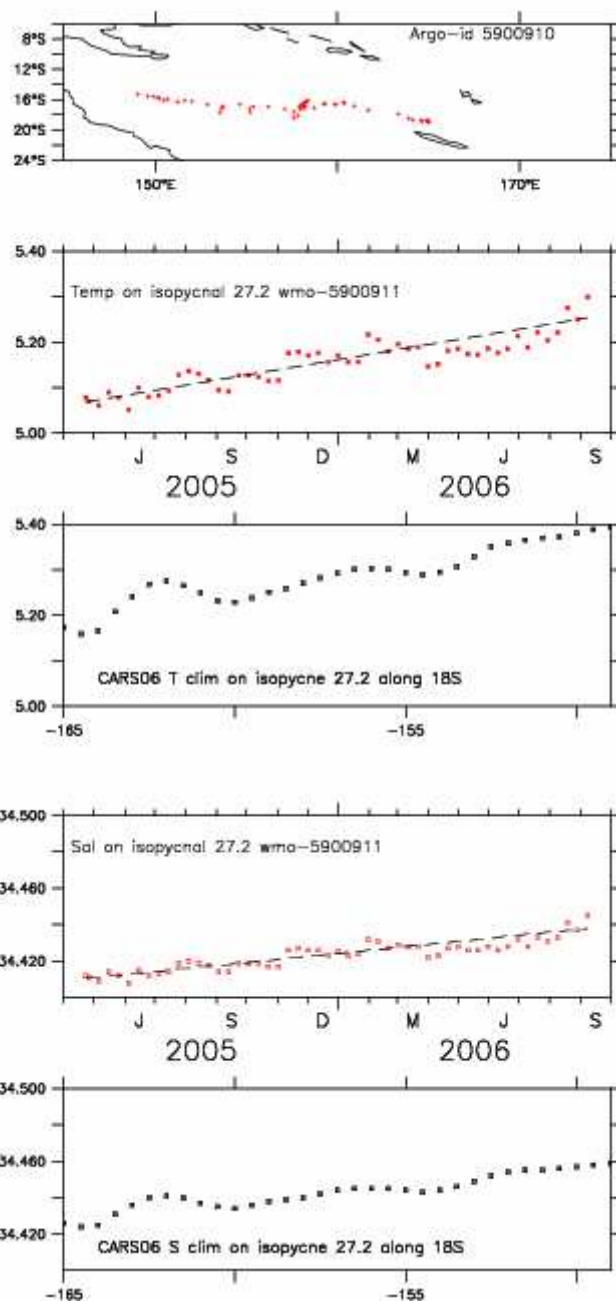


Figure 6. (de haut en bas)

- Trajectoire de la bouée Argo id-5900910. Chaque croix rouge représente la position de surface obtenue tous les 10 jours.
- Variations temporelles le long de la trajectoire de la température potentielle mesurée par la bouée sur l'isopycne 27.2 kg.m⁻³.
- Variations temporelles le long de la trajectoire de la température potentielle mesurée dans la climatologie CARS sur l'isopycne 27.2 kg.m⁻³.
- Variations temporelles le long de la trajectoire de la salinité mesurée par la bouée sur l'isopycne 27.2 kg.m⁻³.
- Variations temporelles le long de la trajectoire de la salinité mesurée dans la climatologie CARS sur l'isopycne 27.2 kg.m⁻³.

Table 2. Paramètres statistiques relatifs à chaque Argo (id 5900901 à 590019), pour la profondeur, la température et la salinité minimales et maximales de - et sur - l'isopycne 27.2 kg.m⁻³. On donne également les coefficients de l'ajustement d'une droite au sens des moindres carrés des variations de salinité et température tel que $y(t) = a \cdot t + b$ ou « t » est le temps en jours julien.

5900911 iso-density ref = 27.2000

Min-Max depth for depth-isoR = 766.001 893.028

Min-Max depth for temperature= 5.05161 5.29930

Min-Max depth for salinity = 34.4079 34.4446

Coeffs du fit - Salinity

a = 5.45657E-05 b = 33.8861

Coeffs du fit - Temperature

a = 3.67599E-04 b = 1.53621

5900912 iso-density ref = 27.2000

Min-Max depth for depth-isoR = 752.862 882.817

Min-Max depth for temperature= 5.07395 5.22919

Min-Max depth for salinity = 34.4112 34.4342

Coeffs du fit - Salinity

a = 1.18956E-05 b = 34.3071

Coeffs du fit - Temperature

a = 8.03636E-05 b = 4.37108

5900913 iso-density ref = 27.2000

Min-Max depth for depth-isoR = 725.187 831.277

Min-Max depth for temperature= 5.18615 5.30157

Min-Max depth for salinity = 34.4278 34.4450

Coeffs du fit - Salinity

a = 1.81613E-06 b = 34.4162

Coeffs du fit - Temperature

a = 1.18193E-05 b = 5.11197

5900914 iso-density ref = 27.2000

Min-Max depth for depth-isoR = 729.666 830.949

Min-Max depth for temperature= 5.17962 5.34611

Min-Max depth for salinity = 34.4267 34.4517

Coeffs du fit - Salinity

a = 1.41664E-05 b = 34.2947

Coeffs du fit - Temperature

a = 9.47985E-05 b = 4.29633

5900915 iso-density ref = 27.2000

Min-Max depth for depth-isoR = 685.676 850.548

Min-Max depth for temperature= 5.06446 5.36109

Min-Max depth for salinity = 34.4097 34.4538

Coeffs du fit - Salinity

a = 1.75165E-06 b = 34.4066

Coeffs du fit - Temperature

a = 1.15424E-05 b = 5.04590

Table 2 (suite)

5900916 iso-density ref = 27.2000
 Min-Max depth for depth-isoR = 670.989 781.279
 Min-Max depth for temperature= 5.16005 5.46642
 Min-Max depth for salinity = 34.4239 34.4700
 Coeffs du fit - Salinity
 a = -3.88384E-05 b = 34.8310
 Coeffs du fit - Temperature
 a = -2.60013E-04 b = 7.88610

5900917 iso-density ref = 27.2000
 Min-Max depth for depth-isoR = 647.746 743.857
 Min-Max depth for temperature= 5.22024 5.79008
 Min-Max depth for salinity = 34.4328 34.5202
 Coeffs du fit - Salinity
 a = 3.84039E-05 b = 34.1160
 Coeffs du fit - Temperature
 a = 2.47956E-04 b = 3.18243

5900918 iso-density ref = 27.2000
 Min-Max depth for depth-isoR = 639.433 756.822
 Min-Max depth for temperature= 5.39105 5.74308
 Min-Max depth for salinity = 34.4585 34.5127
 Coeffs du fit - Salinity
 a = -2.47566E-06 b = 34.5208
 Coeffs du fit - Temperature
 a = -1.59254E-05 b = 5.79548

5900919 iso-density ref = 27.2000
 Min-Max depth for depth-isoR = 639.284 782.700
 Min-Max depth for temperature= 5.51174 5.79119
 Min-Max depth for salinity = 34.4769 34.5203
 Coeffs du fit - Salinity
 a = 1.95901E-05 b = 34.3006
 Coeffs du fit - Temperature
 a = 1.25999E-04 b = 4.37921

5900920 iso-density ref = 27.2000
 Min-Max depth for depth-isoR = 655.629 776.072
 Min-Max depth for temperature= 5.44977 5.78922
 Min-Max depth for salinity = 34.4673 34.5200
 Coeffs du fit - Salinity
 a = -7.89876E-05 b = 35.2774
 Coeffs du fit - Temperature
 a = -5.08917E-04 b = 10.6699

Table 2 (suite)

5900901 iso-density ref = 27.2000
 Min-Max depth for depth-isoR = 664.419 772.510
 Min-Max depth for temperature= 5.86935 5.97015
 Min-Max depth for salinity = 34.5326 34.5487
 Coeffs du fit - Salinity
 a = -2.38004E-06 b = 34.5676
 Coeffs du fit - Temperature
 a = -1.51624E-05 b = 6.09137

5900902 iso-density ref = 27.2000
 Min-Max depth for depth-isoR = 675.923 790.343
 Min-Max depth for temperature= 5.91561 5.95222
 Min-Max depth for salinity = 34.5401 34.5459
 Coeffs du fit - Salinity
 a = 9.53674E-06 b = 34.4510
 Coeffs du fit - Temperature
 a = 6.27799E-05 b = 5.32881

5900903 iso-density ref = 27.2000
 Min-Max depth for depth-isoR = 666.879 779.311
 Min-Max depth for temperature= 5.93672 5.97383
 Min-Max depth for salinity = 34.5434 34.5493
 Coeffs du fit - Salinity
 a = 3.43560E-06 b = 34.5127
 Coeffs du fit - Temperature
 a = 2.17756E-05 b = 5.74170

5900904 iso-density ref = 27.2000
 Min-Max depth for depth-isoR = 677.619 762.481
 Min-Max depth for temperature= 5.93628 5.97326
 Min-Max depth for salinity = 34.5434 34.5493
 Coeffs du fit - Salinity
 a = 2.13312E-06 b = 34.5263
 Coeffs du fit - Temperature
 a = 1.56578E-05 b = 5.80706

5900905 iso-density ref = 27.2000
 Min-Max depth for depth-isoR = 663.668 790.843
 Min-Max depth for temperature= 5.89501 5.94589
 Min-Max depth for salinity = 34.5367 34.5448
 Coeffs du fit - Salinity
 a = 3.90033E-06 b = 34.5046
 Coeffs du fit - Temperature
 a = 2.55264E-05 b = 5.68317

Table 2 (suite)

5900906 iso-density ref = 27.2000
 Min-Max depth for depth-isoR = 652.857 779.769
 Min-Max depth for temperature= 5.91422 5.94828
 Min-Max depth for salinity = 34.5398 34.5454
 Coeffs du fit - Salinity
 a = 5.18958E-06 b = 34.4905
 Coeffs du fit - Temperature
 a = 3.58204E-05 b = 5.57110

5900907 iso-density ref = 27.2000
 Min-Max depth for depth-isoR = 701.546 774.481
 Min-Max depth for temperature= 5.82476 5.96939
 Min-Max depth for salinity = 34.5255 34.5486
 Coeffs du fit - Salinity
 a = 4.98635E-06 b = 34.4932
 Coeffs du fit - Temperature
 a = 3.10001E-05 b = 5.62505

5900908 iso-density ref = 27.2000
 Min-Max depth for depth-isoR = 683.884 771.736
 Min-Max depth for temperature= 5.77504 5.96317
 Min-Max depth for salinity = 34.5177 34.5476
 Coeffs du fit - Salinity
 a = -8.93729E-06 b = 34.6313
 Coeffs du fit - Temperature
 a = -4.76451E-05 b = 6.40431

5900909 iso-density ref = 27.2000
 Min-Max depth for depth-isoR = 665.660 771.545
 Min-Max depth for temperature= 5.85794 5.93644
 Min-Max depth for salinity = 34.5308 34.5433
 Coeffs du fit - Salinity
 a = -5.92868E-06 b = 34.5975
 Coeffs du fit - Temperature
 a = -3.65029E-05 b = 6.26876

5900910 iso-density ref = 27.2000
 Min-Max depth for depth-isoR = 697.850 788.280
 Min-Max depth for temperature= 5.78293 5.94343
 Min-Max depth for salinity = 34.5190 34.5445
 Coeffs du fit - Salinity
 a = -1.65145E-05 b = 34.6999
 Coeffs du fit - Temperature
 a = -1.01952E-04 b = 6.90200

REFERENCES

- Gouriou, Y., and J. Toole, Mean circulation of the upper layers of the western equatorial Pacific ocean, *J. Geophys. Res.*, 98, 22495-22520, 1993.
- Kessler, W. S., and L. Gourdeau, Wind-driven zonal jets in the South Pacific Ocean, *Geophys. Res. Lett.*, 33, L03608, doi:10.1029/2005GL025084, 2006a.
- Kessler, W. S., and L. Gourdeau, The annual cycle of circulation of the southwest subtropical Pacific, analyzed in an ocean GCM, *J. Phys. Oceanogr.*, in press, 2006b
- Ridgway, K. R., and J. R. Dunn, 2003: Mesoscale structure of the mean East Australian Current system and its relationship with topography. *Prog. Oceanogr.*, 56, 189-222. (cf. <http://www.marine.csiro.au/~dunn/cars2006/>).
- D. Roemmich, J. Gilson, R. Davis, P. Sutton, S. Wijffels, and S. Riser, Decadal Spinup of the South Pacific Subtropical Gyre, JPO, in press.

ANNEXE 1

	Valeur par défaut	Choix
Nombre de cycles	Maximum = 255	Maximum
Profondeur de dérive	Entre 400 et 2000 dbar	1000 dbar
Périodicité des cycles	Compris entre 1 et 60 jours	10 jours
Profondeur maximale du profil de remontée	Comprise entre 200 et 2000 dbars	1500 dbar
Mode échouage	En cas d'échouage à la descente pour gagner la pression de dérive ou pour gagner la pression de maximale du profil de remontée. =0 si flotteur reste echoué =1 si flotteur se des-échoue (Action pompe pour remonter de 50 dbars)	1
MESURE LORS DE LA DERIVE SI SOUHAITEE		
Période d'acquisition	Compris entre 0 et 24 heures	24 heures
Mesure à la descente si souhaitée (réduction du nombre de points transmis par algorithme des cordes)		
Séparation fond/ surface	Compris entre 1 et 6553,5 dbars	Pas de mesure à la descente
Cadence de mesure en dbars en zone surface	Nominal = 10	
Cadence de mesure en dbars en zone fond	Nominal = 25	
Mesure à la remontée (réduction du nombre de points transmis par algorithme des cordes)		
Séparation fond/ surface	Compris entre 1 et 6553,5 dbars	250 dbar
Cadence de mesure en dbars en zone surface	Nominal = 10	5 dbar
Cadence de mesure en dbars en zone fond	Nominal = 20	Nominal
DUREE MINIMALE EN SURFACE	Nominal = 8 heures	Nominal
Période	Nominal = 40 secondes	Nominal
Répétition	Nominal = 25	Nominal

Principales caractéristiques du déploiement des PROVOR.

Economie **MER**

Des flotteurs « yoyo » pour étudier El Niño

L'Institut de recherche pour le développement (IRD) élargit le réseau mondial Argo d'observation des océans dans la région du Pacifique. Le système est destiné à mieux comprendre les océans et les variations du climat.

Une équipe d'océanographes français dirigée par Christophe Maes, du Legos (Laboratoire d'études en géophysique et océanographie spatiale), va déployer une vingtaine de flotteurs dans le Pacifique Sud entre les parallèles 19° sud et 9° sud au long du méridien 165° est puis au long de l'équateur.

Le navire océanographique de l'IRD effectuera cette mission dans le cadre de la campagne Frontalis, prévue du 22 avril au 21 mai 2005.

Le matériel consiste en fait en des robots autonomes de type « yoyo » qui fournissent des informations sur la température et la salinité des eaux marines profondes. Conçus pour dériver à une profondeur de 1 000 m, ils plongent tous les dix jours jusqu'à 2 000 m de fond, pour remonter lentement vers la surface en enregistrant les profils de température et de salinité.

Les données sont alors transmises par satellite vers des stations de réception à terre. Elles constituent une composante majeure des travaux des services d'océanographie à l'échelle mon-

diale.

« L'objectif de la campagne océanographique Frontalis », explique Christophe Maes, « est d'étudier le front de salinité situé le long de l'équateur, car il est impliqué dans les déplacements du réservoir d'eau chaude de l'océan Pacifique tropical ouest, et donc dans les oscillations du phénomène El Niño/La Niña ».

Réservoir d'eau chaude

Cette zone géographique du réservoir d'eau chaude, d'une superficie supérieure à celle de l'Europe, est caractérisée par des températures océaniques de surface toujours supérieures à 28° centigrades. Elle influence, en retour, le

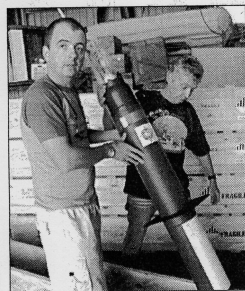
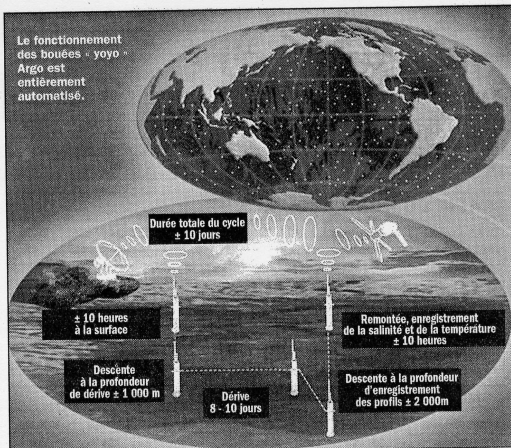
comportement de l'atmosphère. C'est ce couplage particulier entre l'océan et l'atmosphère, au cœur du phénomène El Niño, que l'on cherche à mieux cerner.

Il s'agit également, pour cette mission, de la première contribution française au déploiement du réseau international Argo dans l'océan Pacifique, actuellement riche de plus de 1 500 flotteurs répartis dans les océans Atlantique, Indien, Pacifique et Austral.

Les informations trans-

mises par ces flotteurs (de l'ordre de 55 000 profils par an) sont essentielles à l'étude des océans et du climat, tant pour les chercheurs que pour les centres de prévision météorologique et climatique. Le réseau Argo correspond aujourd'hui à la première source d'information concernant les deux premiers kilomètres des océans à partir de la surface.

Hervé GIRARD
(Documents IRD)



Les chercheurs Christophe Maes et Francis Gallois vérifient dans le dock de l'IRD, à Nouméa, l'état des flotteurs récemment livrés.

Un programme novateur

Plusieurs aspects du programme Argo sont uniques et novateurs pour un système d'observation des océans :

- Les données sont disponibles librement et sans restrictions à tous les utilisateurs.
- Ces données sont disponibles avec un délai inférieur à 24 heures, après des contrôles de qualité préliminaires.
- Les observations couvrent toutes les saisons, jusqu'aux hautes latitudes, contrairement à celles réalisées par des navires de recherche, qui sont rares en hiver dans les zones d'accès difficile.
- Ces observations sont uniformément réparties sur la surface du globe, à l'exclusion des régions couvertes par les glaces de mer.
- La qualité et la précision des mesures permettent de détecter les variations subtiles liées au changement climatique et elles complètent ainsi les données satellitaires existantes.

Le déplacement des flotteurs dans leur phase d'immersion est une indication utile des courants en profondeur, permettant d'en déduire par exemple le transport de chaleur effectué par les océans à l'échelle globale.

La route de l'Alis



L'« Alis » de l'IRD de Nouméa, va déployer une vingtaine de flotteurs entre les parallèles 19° S et 9° S au long du méridien 165° E ainsi qu'au long de l'équateur.

La ligne théorique que va longer l'Alis est une ligne de référence au long de laquelle le navire océanographique a navigué à plusieurs reprises pour y effectuer des relevés. Le méridien 165° Est est celui qui passe près de la commune de Hienghène. En suivant cette ligne idéale en direction de l'équateur, les scientifiques de l'Alis commenceront leur travail d'immersion des yoyos à la hauteur du Grand Passage au nord du récif de Belep, à 19° Sud, et poursuivront jusqu'à 9° Sud, c'est-à-dire à environ 25 milles au nord-ouest de Vanikoro

(îles Salomon). Ils ne pourront toutefois pas s'y arrêter. Ce sera sans doute à regret pour eux car le navire de l'IRD a participé à des fouilles historiques dans cette petite île où a disparu l'expédition Lapérouse voici 213 ans et qui fait actuellement l'objet d'une ultime campagne de recherches (lire en pages 2 et 3).

L'Alis poursuivra donc sa route encore pendant environ 540 milles (1 000 km) jusqu'à un point situé au nord-ouest de Nauru, à l'équateur (0°), à partir duquel quelques « yoyos » seront déposés.

