



CGM/CMA Pasteur

# Aramis

met son grain de sel  
en Atlantique Tropical

Auteurs : S. Arnault (1), D. Diverrès (2), S. Jacquin (3), N. Chouaib (1), S. Contardo (1), O. Coze (1), F. Roubaud (2)  
(1) LadyC, Paris, France, (2) IRD, Brest, France, (3) IRD, Le Havre, France  
Sabine Arnault – E-mail : sa.lodyc.jussieu.fr

## Le projet Aramis

Aramis (Altimétrie sur un Rail Atlantique et Mesures In-Situ) est une expérience de suivi basse fréquence des structures thermo-halines des couches de surface océaniques par sondes XBT/XCT (XBT pour Expendable Bathythermograph, XCTD pour Expendable Conductivity-Temperature-Depth) en Atlantique Tropical. Dans les tropiques, grâce au fort contraste entre couche océanique supérieure chaude et couche océanique inférieure froide, l'utilisation conjointe de l'altimétrie satellitale et des profils température-salinité peut fournir une indication sur le transport océanique

ainsi que sur les phénomènes profonds si l'expérience se poursuit sur une période assez longue pour obtenir des statistiques réalistes.

Une exploitation régulière d'une ligne de bateaux entre l'Europe et l'Amérique du Sud (ligne AX11) est donc effectuée deux fois par an. Cette ligne traverse le Courant Equatorial Sud (CES) et le Courant Equatorial Nord (CEN) vers l'ouest, ainsi que le Contre-Courant Equatorial Nord (CCEN) qui vient redistribuer les eaux chaudes de l'Amérique du Sud vers l'Afrique. Elle traverse également la trace

au sol de la Zone de Convergence InterTropicale (ZCIT) et les deux zones de formation des eaux de salinité maximum, dans leur hémisphère respectif, véritables marqueurs d'anomalies climatiques.

À ces profils s'ajoutent des mesures de thermosalinographe fournissant température de surface (SST, Sea Surface Temperature) et salinité de surface (SSS, Sea Surface Salinity) en continu le long de la route. Ces informations sont transmises en temps réel dans la base de données Coriolis. Elles sont complétées par des tirés XBT opérés sur la même ligne et pris en

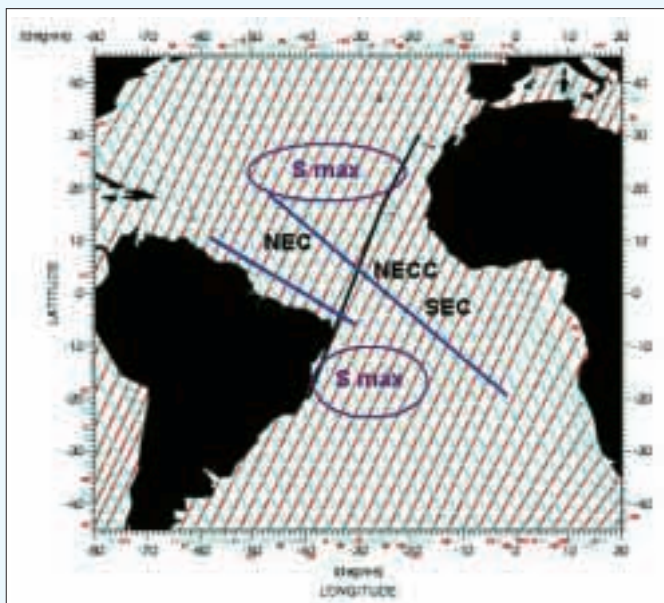


Figure 1. Schéma de route Aramis (AX11) en noir, par comparaison avec les lignes NOAA (AX08 et AX27) en bleu, et les traces Jason (Topex/Poséidon est décalé d'une demi-trace). Les principaux courants CCEN, CEN et SEC sont également indiqués par leurs acronymes anglais (NECC, NEC, SEC respectivement), de même que les zones de formation des eaux de salinité maximum (S max).



charge par le BSH (Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie) allemand.

### Aramis 1 et Aramis 2 une validation

#### Jason en Atlantique Tropical

Aramis 1, en juillet 2002, et Aramis 2, en mars 2003, se sont déroulées à bord du CGM/CMA Pasteur de la compagnie Hambourg Sud, entre Santos au Brésil et Southampton au Royaume-Uni. Lors de chaque expérience, 50 XBTs et 50 XCTDs ont été tirées en alternance de 20°S à 33°N. Les données recueillies sont de très bonne qualité.

Pendant Aramis 2, en mars 2003, les couches de surface se réchauffent dans l'hémisphère Sud en réponse à la variabilité saisonnière des flux de chaleur. Le signal en salinité est plus difficile à mettre en évidence mais reflète la formation des eaux de salinité

maximum, importante en mars (septembre) dans l'hémisphère Nord (Sud) [Blanke et al., 2002]. Dans la région équatoriale, l'upwelling saisonnier peut être observé pendant Aramis 1, avec des extrema relatifs légèrement décalés vers le Sud. On note également des dessalures importantes en surface entre 2 et 9°N, liée au ZCIT. Pendant Aramis 2, un maximum de salinité vers 0°30'S et 60 m s'associe au sous courant équatorial.

Ces deux campagnes ont été réalisées dans un but de Calval (calibration/validation) Jason. En dehors d'un biais de 15.1 cm, aucune différence réellement significative n'est trouvée entre Topex/Poséidon et Jason pendant leur course commune lors d'Aramis 1. La corrélation entre hauteurs dynamiques et altimétriques est  $-0.7$  et les différences RMS  $\sim 3$  cm. Du fait de l'annulation du paramètre de Coriolis, les vitesses géostrophiques de

surface obtenues à partir des hauteurs dynamiques et de l'altimétrie constituent en zone équatoriale une excellente variable de comparaison.

Chacune des estimations met en évidence le système de circulation de surface en Atlantique tropical avec de très intenses CES, entre 8°S et 3°N, vers l'Ouest, interrompu par la divergence équatoriale géostrophique, puis CCEN vers l'Est, entre 3°N et 11°N [Arnault et al., 2004] et CEN vers l'Ouest au-delà de 10°N. L'amplitude des courants est très proche, de même que les points d'inversion de sens.

### Conclusions et perspectives

Les campagnes Aramis permettent de récolter des profils de températures, mais surtout, et plus innovant, de salinités sur la ligne AX11 de l'Atlantique tropical, entre

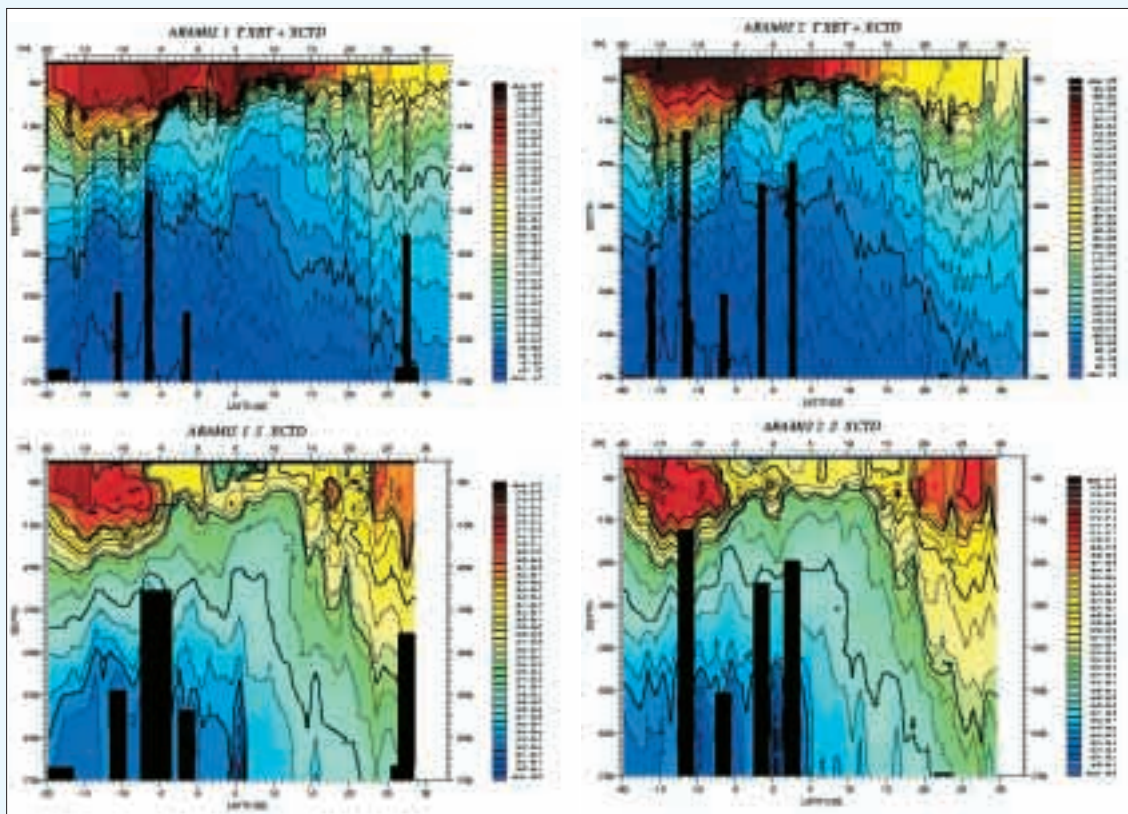


Figure 2. Sections de température (XBT+XCTD) et de salinité (XCTD) obtenues pendant Aramis 1 (gauche, juillet 2002) et Aramis 2 (droite, mars 2003)

30°N et 20°S. Les premiers résultats suscitent déjà des interrogations scientifiques intéressantes sur le suivi de la circulation des couches océaniques de surface dans cette région. En association avec les données altimétriques Topex/Poséidon et Jason, ils montrent tout le bénéfice que l'on peut retirer de ce programme.

Après deux campagnes réalisées dans le cadre de la validation Jason, le projet Aramis est entré dans une phase de consolidation (2003-2007). Cette ligne va par ailleurs constituer dès 2005 un véritable observatoire de l'océan Atlantique tropical. Il est envisagé de compléter l'information par un suivi de pression partielle du gaz carbonique (resp. N. Lefèvre) et par des lâchers de bouées dérivantes dans le cadre du programme international Argo (coll. NOAA Miami). À partir de 2007, le projet pourra devenir opérationnel pour fournir à la communauté un suivi à grande échelle temporelle des structures de températures et de salinités en Atlantique tropical.

#### Remerciements

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui nous ont aidés à réaliser les premières expériences Aramis, et plus particulièrement Monsieur Huet, Hambourg Sud et les commandants du CGMA Pasteur, Messieurs Harms et Remp, et leurs équipages. Cette expérience a été co-financée par le Centre National de Recherches Spatiales (Cnes) et l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD).

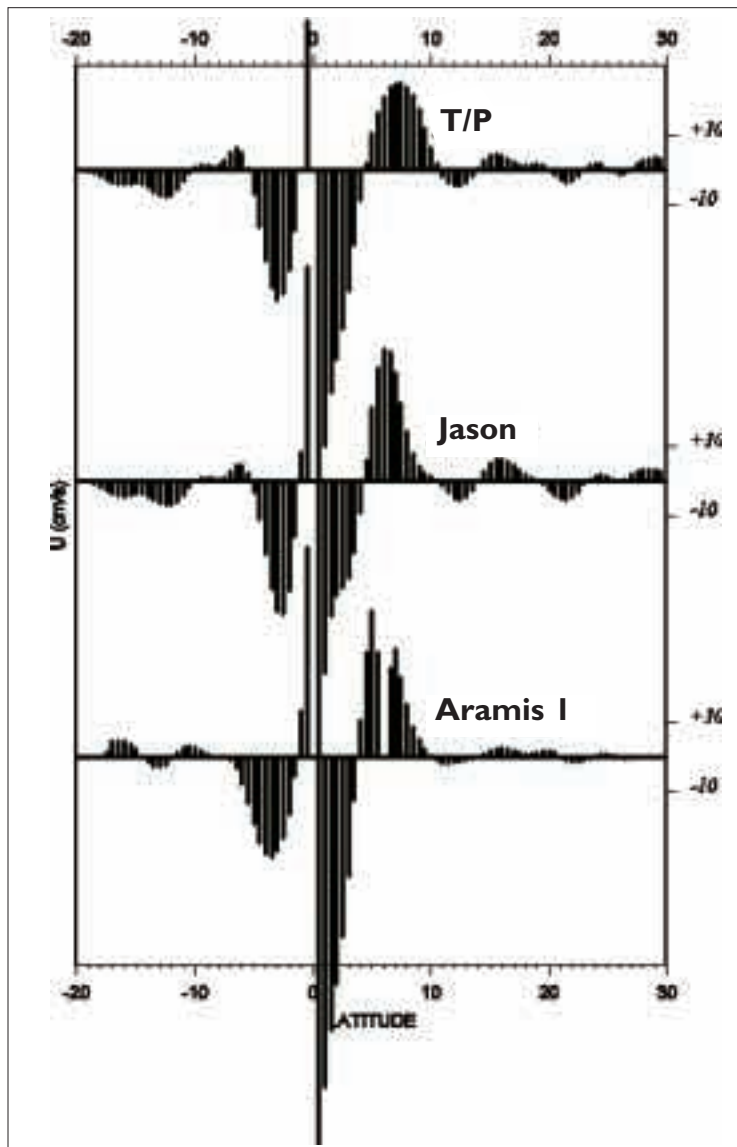


Figure 3. Comparaison des courants géostrophiques pendant Aramis I : mesures de la campagne et altimétrie Topex/Poséidon et Jason (en cm/s). Les données satellites sont référencées par rapport à la surface moyenne Rio [2003]

#### Références bibliographiques

Arnault S., N. Chouaib, D. Diverrès, S. Jacquin, O. Coze, 2004: Comparison of Topex/Poséidon and Jason Altimetry with Aramis In Situ Observations in the Tropical Atlantic Ocean. *Marine Geodesy*. (à paraître)

Blanke, B., M. Arhan, A. Lazar, G. Prévost, 2002: A Lagrangian numerical investigation of the origins and fates of the salinity maximum water in the Atlantic. *J. Geophys. Res.*, 107, 3163, doi:10.1029/2002JC001318.

Rio, M.-H., 2003: Combinaison de données in situ, altimétriques et gravimétriques pour l'estimation d'une topographie dynamique moyenne globale, pp. 260. Thèse d'Océanographie Physique. Paul Sabatier (Toulouse III), Toulouse, France.

