



# Exemples d'applications de l'altimétrie spatiale en zones côtières



M. Cancet<sup>1,2</sup>, F. Birol<sup>1,2</sup>, F. Lyard<sup>1</sup>, S. Melachroinos<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>LEGOS, 14 Ave. E. Belin, 31400 Toulouse, France - <sup>2</sup>CTOH, 14 Ave. E. Belin, 31400 Toulouse, France - Contact : Mathilde.Cancet@legos.obs-mip.fr

## RESUME

Si l'on excepte le problème global de l'évolution du climat, la plupart des enjeux socio-économiques concernant les océans sont localisés dans les régions côtières. Les observations des satellites altimétriques, qui ont permis de remarquables avancées en terme de connaissance de l'océan ces dernières années, constituent naturellement un outil privilégié d'étude et de surveillance des zones littorales. Pourtant, leur utilisation dans ces régions est à l'heure actuelle très limitée. Si pour l'océan hauturier, le traitement et les corrections à appliquer aux mesures altimétriques sont bien connus, ce n'est pas le cas près des côtes. En conséquence, les mesures existantes dans ces zones, souffrant de larges incertitudes, sont généralement rejetées par les algorithmes de traitement et post-traitement des centres opérationnels. Une utilisation optimale des mesures altimétriques dans le domaine côtier passe nécessairement, non seulement par un traitement adapté, mais également par la compréhension du contenu de la mesure dans ces zones. Sur ces deux aspects, le LEGOS et le Centre de Topographie des Océans et de l'Hydrosphère (CTOH), en collaboration avec plusieurs équipes scientifiques, mènent différents travaux depuis quelques années. De nouveaux algorithmes de traitement ont été développés, testés et validés dans quelques zones expérimentales où ils permettent une nette augmentation de la couverture des observations exploitables près des terres. Les différentes études en cours ont pu démontrer qu'il est possible d'interpréter les données altimétriques ainsi récupérées en terme de dynamique océanique côtière.

## L'ALTIMETRIE EN ZONES COTIERES

### Problèmes spécifiques au côtier

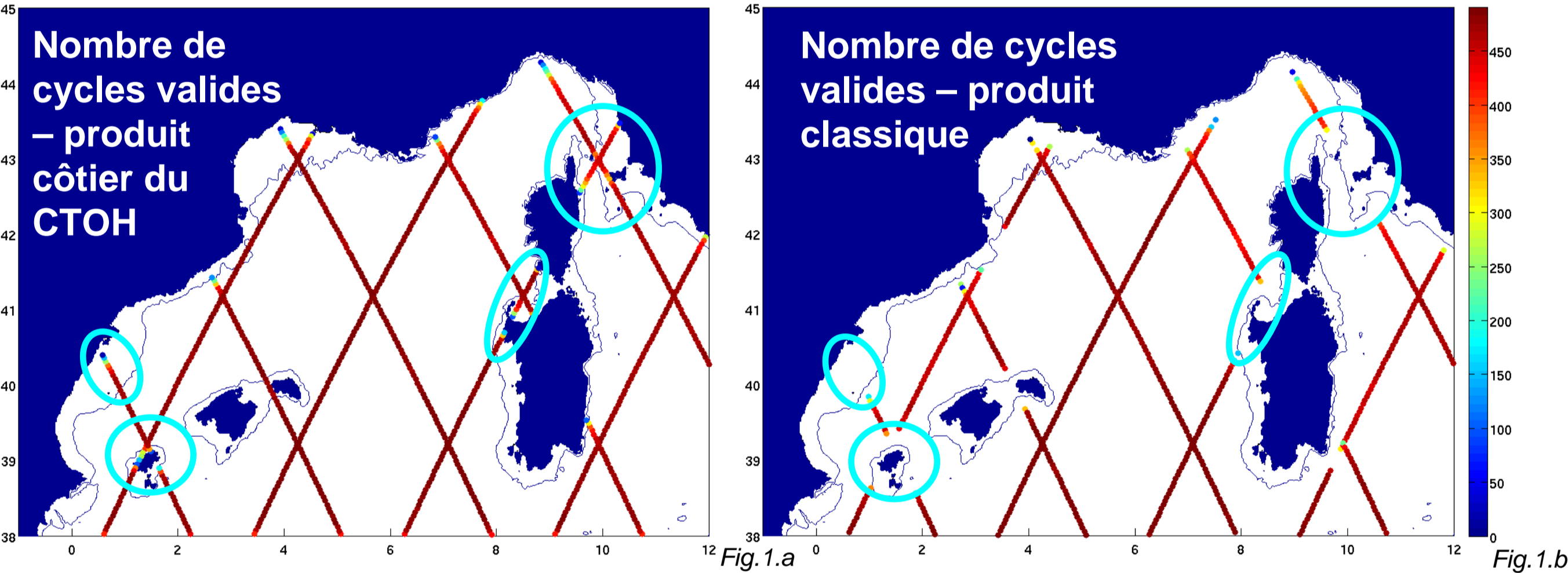
- Dégradation ou absence de mesures radar à proximité des côtes (« décrochage ») → budget d'erreur plus important, perte de données à ~10 km des côtes
- Contamination de la mesure du radiomètre par les terres émergées → dégradation des corrections atmosphériques à ~50 km des côtes
- Bilan d'erreur important en zones côtières pour les modèles géophysiques globaux utilisés pour corriger les effets de la marée et du forçage atmosphérique à haute fréquence (vent et pression)
- Sous échantillonnage spatio-temporel par rapport aux échelles de la dynamique côtière

### Approches, solutions, perspectives

- Lancer de nouvelles missions altimétriques mieux adaptées aux zones côtières (Jason-2, Altika, SWOT, ...)
- Définir de nouveaux traitements spécifiques aux zones côtières, décontamination des corrections atmosphériques (projets ALBICOCCA, PISTACH, ALTICORE, MARINA...)
- Développer des modèles géophysiques régionaux pour des corrections de dé-aliasing plus précises (marée, vent et pression) (projet PISTACH)
- Analyser le signal observé, les processus non résolus, optimiser l'apport de l'altimétrie aux frontières par des approches multi-missions, multi-capteurs ou de l'assimilation de données (projets DYCOMED, MICCS, ...)

Illustration : Comparaison des performances des nouveaux algorithmes de traitement altimétrique du CTOH et des algorithmes classiques en Méditerranée Nord Occidentale pour les missions T/P et Jason 1.

Disponibilité des mesures après traitement entre Janvier 1993 et Octobre 2007 :



➔ Plus de données en zones côtières et autour des îles

## 3. PAPOUASIE – NOUVELLE GUINEE (M.-H. Radenac, G. Eldin, E. Zakharova)

Objectif : Caractériser et étudier un upwelling côtier situé à proximité de l'équateur en utilisant différents types de capteurs

Upwelling : vents d'Ouest forts parallèles à la côte → divergence à la côte → remontée d'eaux profondes → productivité biologique accrue

27 Juin – 4 Juillet 2003

4 – 11 Décembre 2002

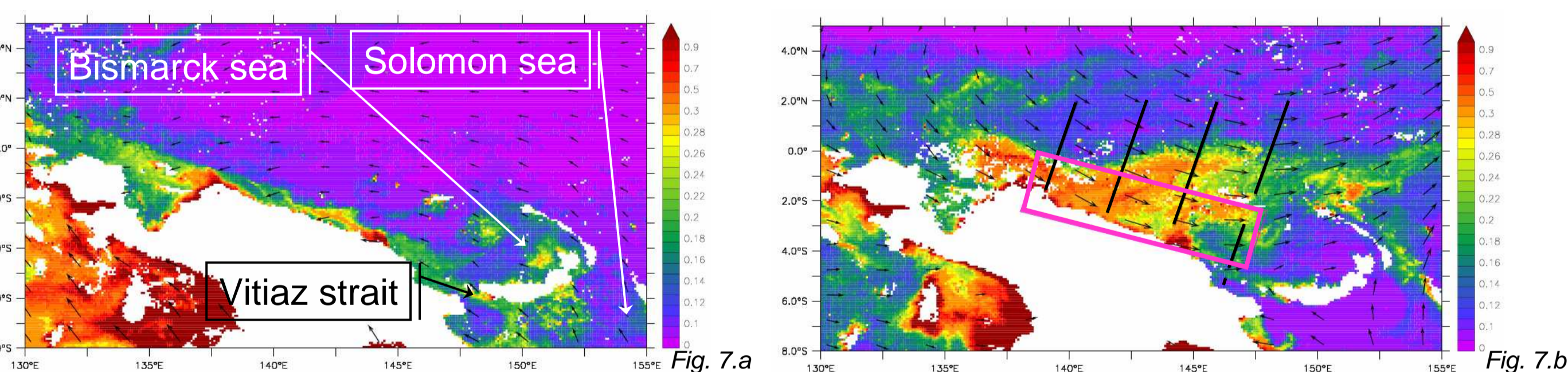


Fig. 7 : Images de la chlorophylle SeaWiFS (mg.m<sup>-3</sup>; couleurs) et des vents QuickSCAT (m.s<sup>-1</sup>; vecteurs). A gauche (7. a) : saison des Alizés. A droite (7. b) : saison de la mousson de Nord Ouest. Les lignes noires sont les 4 traces de T/P et J1 utilisées. La boîte rose correspond à la zone d'étude de la suite.

➔ La superposition des vents et des images de chlorophylle met nettement en évidence le régime d'upwelling

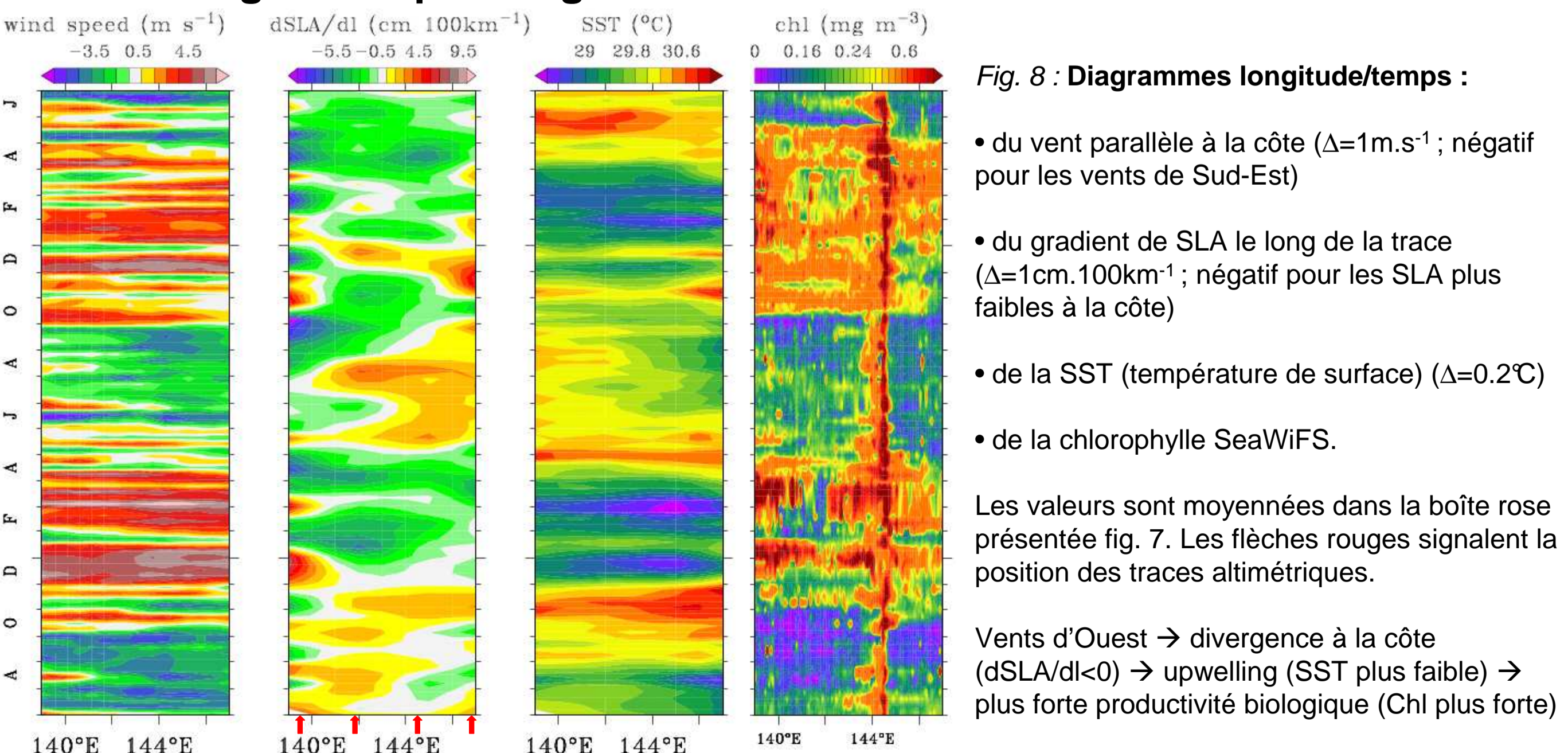


Fig. 8 : Diagrammes longitude/temps :

- du vent parallèle à la côte ( $\Delta=1\text{m.s}^{-1}$ ; négatif pour les vents de Sud-Est)
- du gradient de SLA le long de la trace ( $\Delta=1\text{cm.100km}^{-1}$ ; négatif pour les SLA plus faibles à la côte)
- de la SST (température de surface) ( $\Delta=0.2^\circ\text{C}$ )
- de la chlorophylle SeaWiFS.

Les valeurs sont moyennées dans la boîte rose présentée fig. 7. Les flèches rouges signalent la position des traces altimétriques.

Vents d'Ouest → divergence à la côte (dSLA/dt < 0) → upwelling (SST plus faible) → plus forte productivité biologique (Chl plus forte)

➔ L'utilisation combinée de différents capteurs permet d'observer et caractériser cet upwelling et d'étudier les conditions physiques qui y sont associées.

## 1. MEDITERRANEE NORD OCCIDENTALE (Bouffard et al., 2008)

Objectif : Valider un modèle d'océan régional

Corrélations entre les hauteurs du niveau de la mer (Sea Level Anomalies, SLA) altimétriques et celles issues du modèle régional SYMPHONIE :

➔ Bonne cohérence au large

➔ Corrélations plus faibles au niveau des côtes, dues à un léger déphasage de SYMPHONIE dans sa modélisation du courant (cf. Bouffard et al., 2008a)

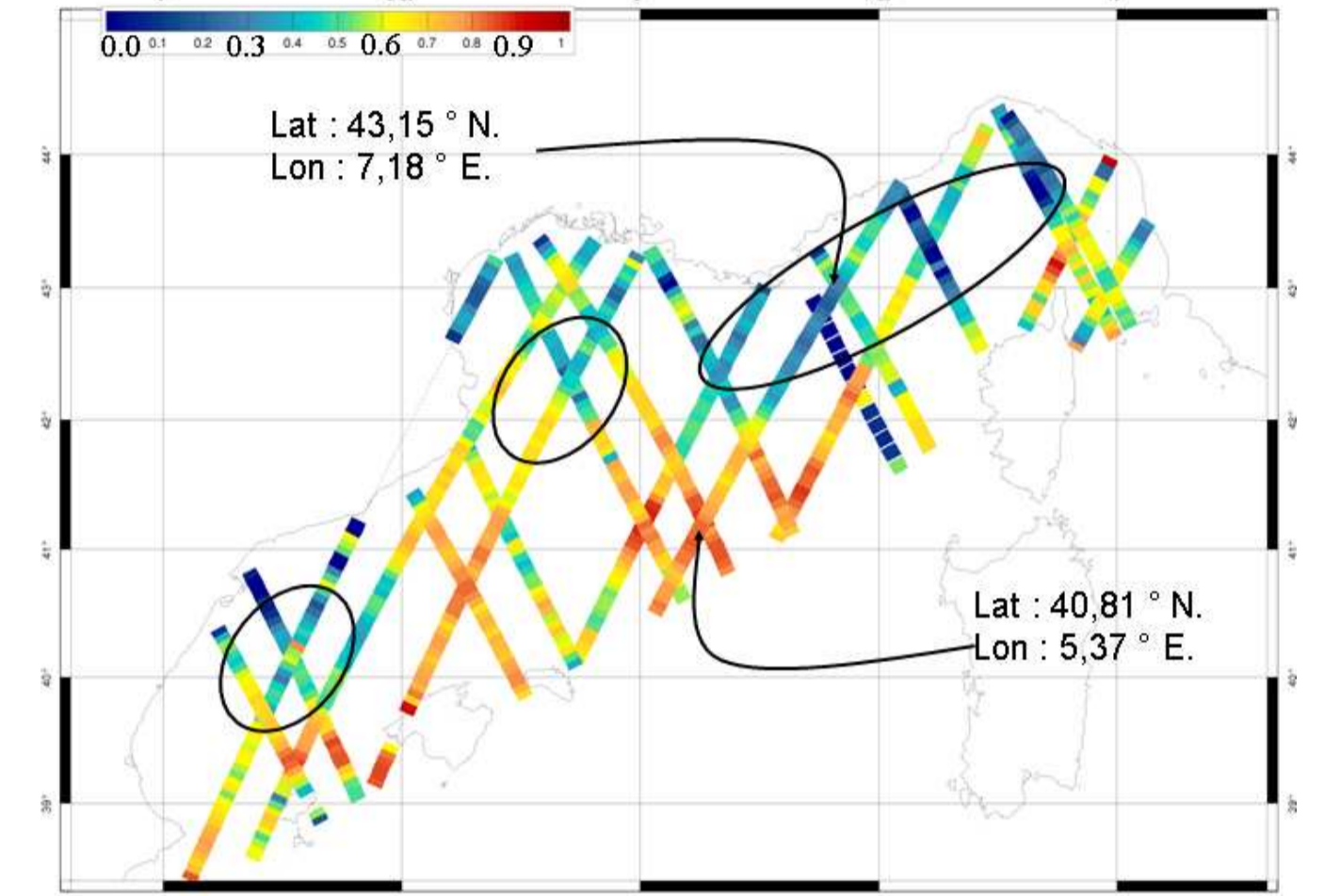


Fig. 2 : Corrélations entre les SLA altimétriques (T/P + GFO), et celles issues du modèle SYMPHONIE auxquelles le signal stérique basse fréquence Greatbatch 1994 a été appliqué, pour l'année 2001 (Figure issue de Bouffard et al., 2008a, TAO)

➔ Analyse du réalisme de la simulation

## 2. COURANT COTIER EST INDIEN (Durand et al., 2008a, 2008b)

Objectif : Etudier la variabilité spatio-temporelle d'un courant côtier

Suivi d'ondes côtières, comparaison au marégraphe

L'altimétrie et les marégraphes sont deux techniques différentes mesurant la hauteur de la mer. Par rapport aux marégraphes, l'altimétrie offre une bien meilleure résolution spatiale. Ici (Fig. 4), on observe une très bonne cohérence des deux mesures à la côte. De plus, la hauteur de la mer le long de la trace altimétrique décroît exponentiellement lorsque l'on s'éloigne de la côte en Octobre et Novembre, ce qui est caractéristique de la présence d'ondes de Kelvin.

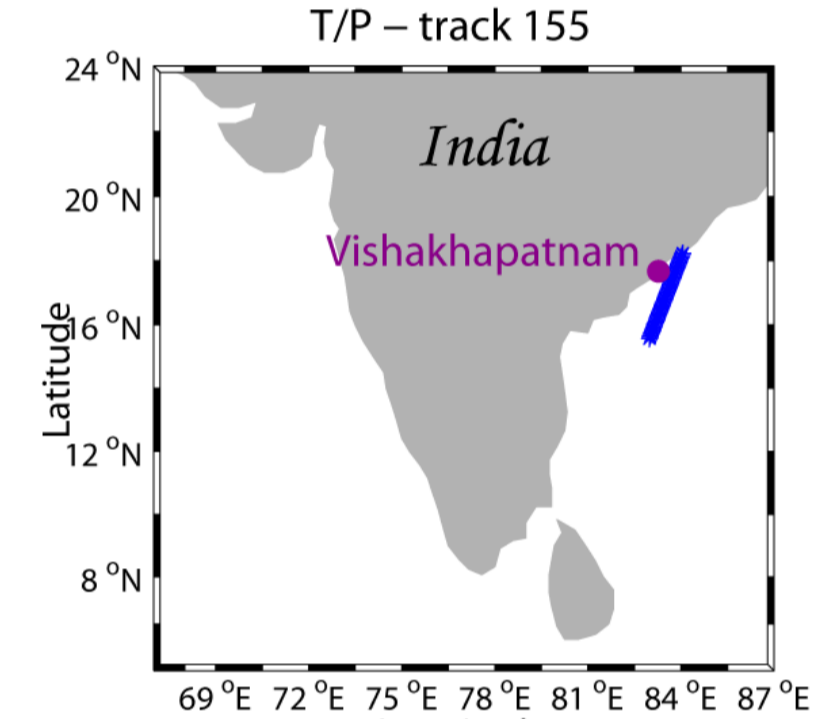


Fig. 3 : Positions du marégraphe (en rose) et des points de mesures altimétriques situés à proximité (en bleu).

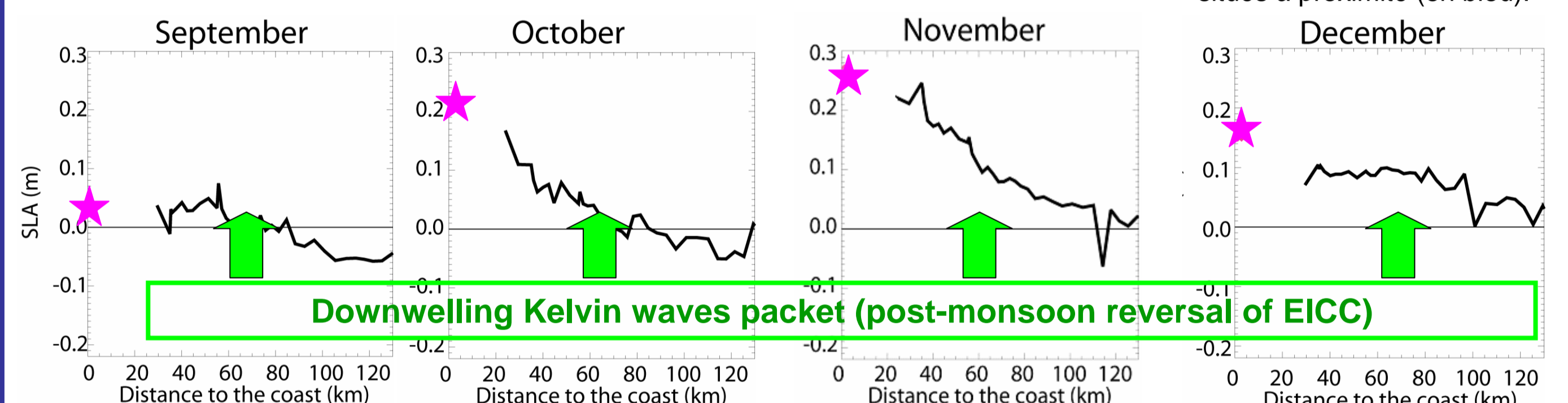


Fig. 4 : Variations saisonnières du niveau de la mer le long de la trace (T/P – trace 155) en fonction de la distance à la côte (en noir). L'anomalie de hauteur de mer mesurée par le marégraphe le plus proche est indiquée sur chaque figure par une étoile rose.

Climatologie saisonnière du courant de surface le long de l'EICC (East Indian Coastal Current)

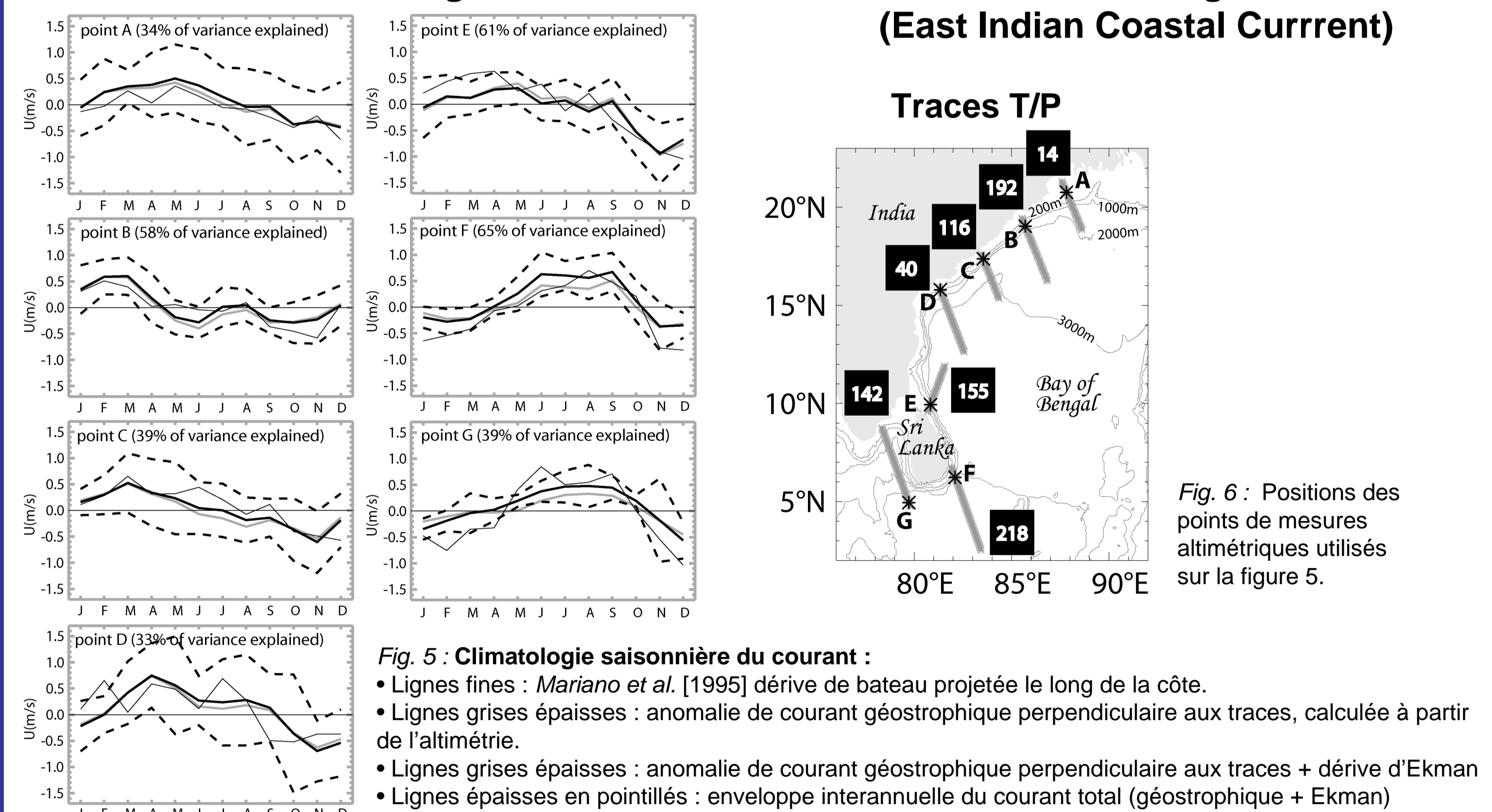


Fig. 5 : Climatologie saisonnière du courant :  
• Lignes fines : Mariano et al. [1995] dérive de bateau projetée le long de la côte.  
• Lignes grises épaisses : anomalie de courant géostrophique perpendiculaire aux traces, calculée à partir de l'altimétrie.  
• Lignes grises épaisses : anomalie de courant géostrophique perpendiculaire aux traces + dérive d'Ekman  
• Lignes épaisses en pointillés : enveloppe interannuelle du courant total (géostrophique + Ekman)

➔ Bon accord entre les courants observés à partir de l'altimétrie et les mesures in situ

➔ L'altimétrie permet d'avoir une vision spatio-temporelle plus large des variabilités de ce courant, dans une zone où les données in situ sont rares.

## REFERENCES

Bouffard, J., S. Vignudelli, M. Herrmann, F. Lyard, P. Marsaleix, Y. Ménard, and P. Cipollini (2008a): Comparison of ocean dynamics with a regional circulation model and improved altimetry in the North-western Mediterranean. Terr. Atmos. Ocean. Sci., 19, 117-133, doi:10.3319/TAO.2008.19.1-2.117(SA)

Durand, F., D. Shankar, F. Birol, S.S.C. Shenoi (2008a): Spatio-temporal structure of the East India Coastal Current from satellite altimetry, Journal of Geophysical Research, in press

Durand, F., D. Shankar, F. Birol, S.S.C. Shenoi (2008b): Estimating boundary currents from satellite altimetry: A case study for the east coast of India. Journal of Oceanogr., Vol. 64, No. 6, pp.831-845, 2008.

Roblou L., F. Lyard, M. Le Hénaff and C. Maraldi (2007): X-TRACK, A new processing tool for altimetry in coastal oceans, Proc. ENVISAT Symposium, Montreux, Switzerland