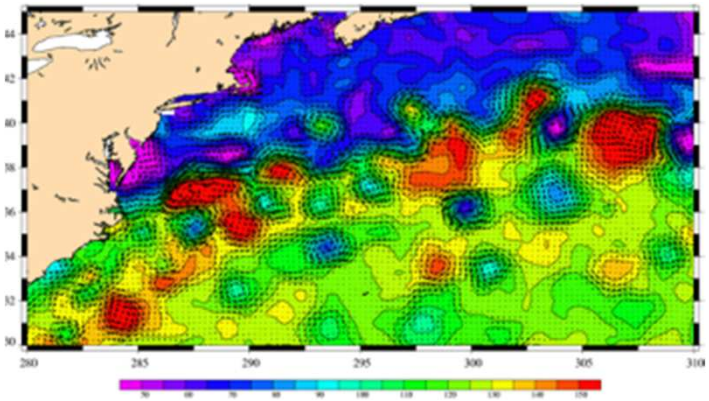
L'altimétrie spatiale face au défi du côtier : apport des observations marégraphiques.

F. Birol, N. Fuller, F. Lyard et M. Cancet

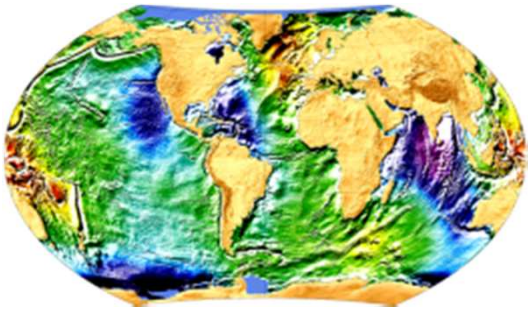
Plan :

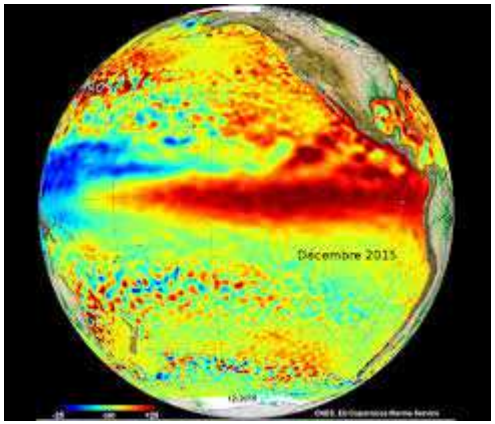
- Marégraphie et missions spatiales altimétriques
- Problématique de l'altimétrie en région océanique côtière
- Complémentarité des mesures et quelques perspectives

Altimétrie satellitale



Géodésie : géoïde & bathymétrie

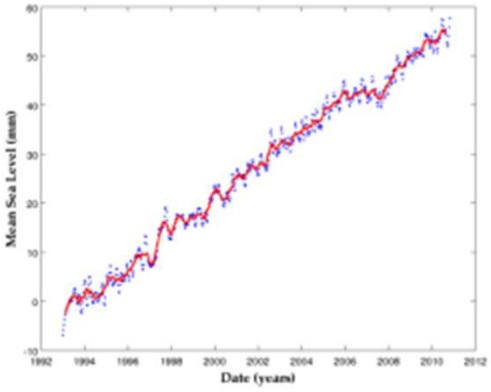


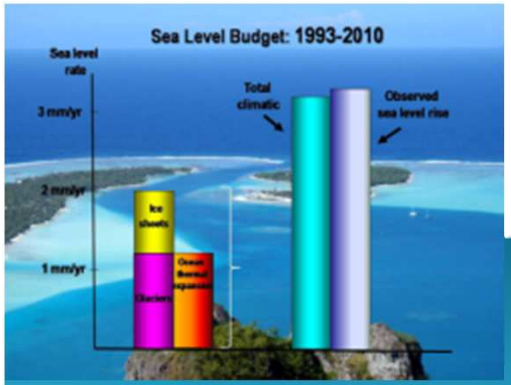


Circulation – courants & tourbillons

Climat &
El Nino

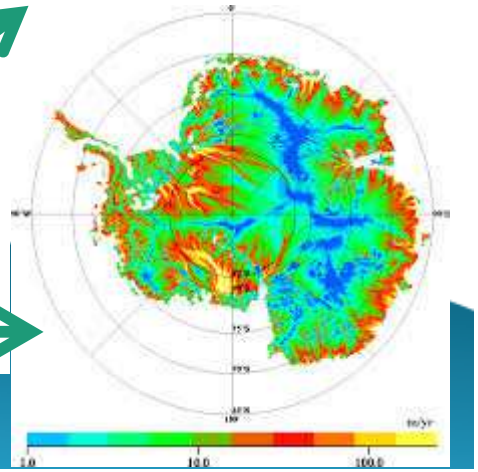
Hausse de niveau de la mer globale& son impact





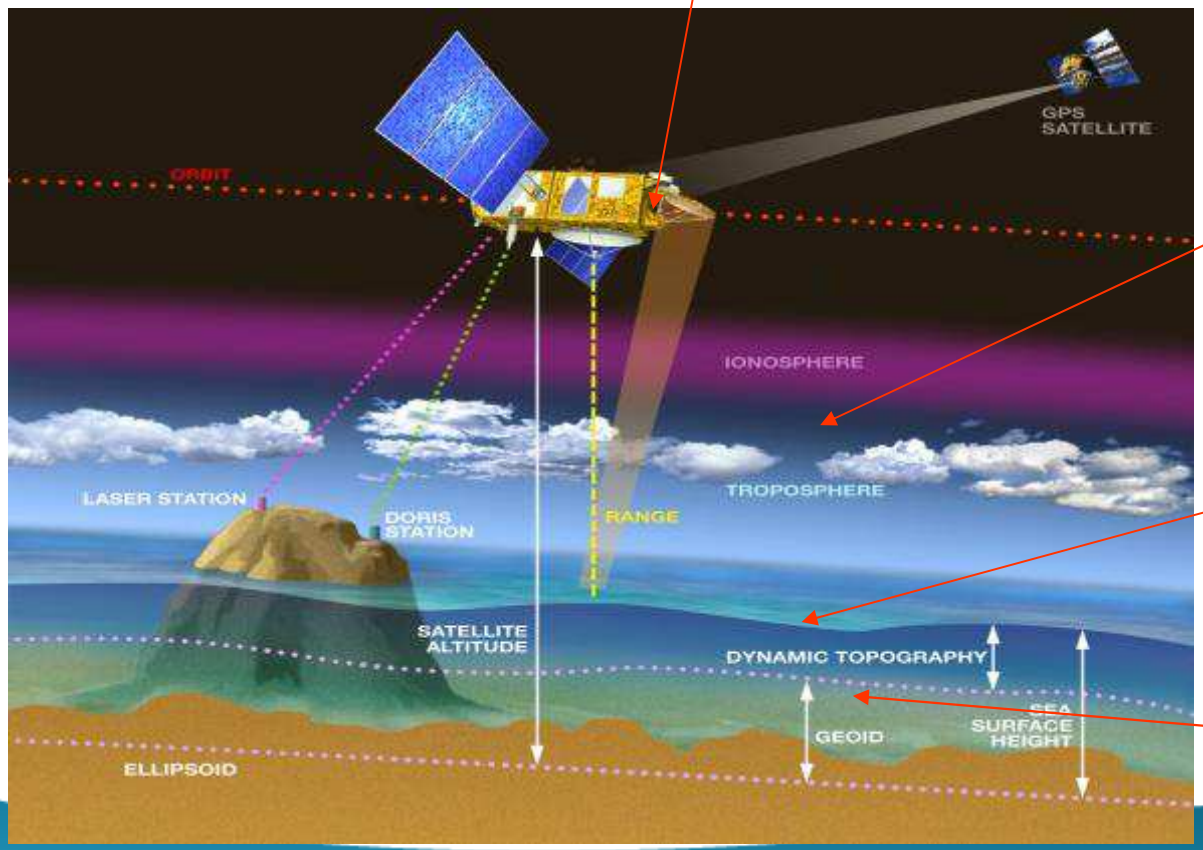
Suivi de
niveau de
rivières lacs,

et calottes
polaires



Principe de la mesure

Instrumental Corrections



SSH = Altitude – Range – Σ Corr

Environmental corrections

Sea state corrections

Geophysical corrections

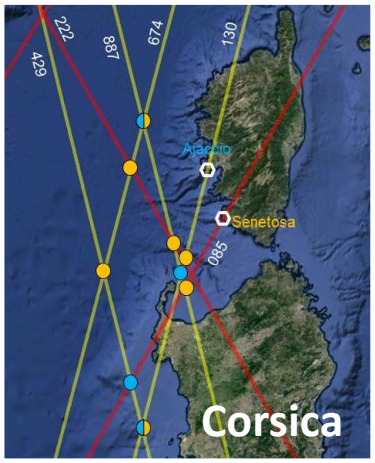
Marégraphie et missions spatiales altimétriques

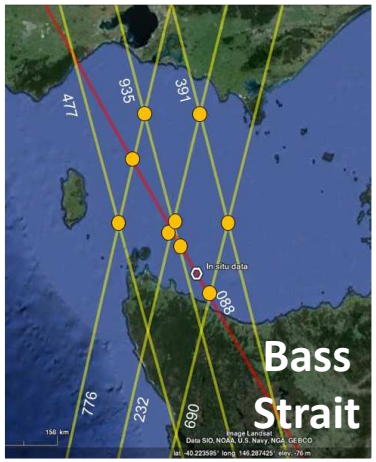
Calibration/validation in situ de la mesure altimétrique

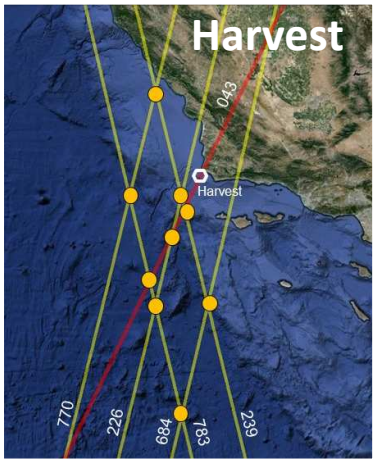
- Vérification de la cohérence entre les hauteurs de mer marégraphiques et les hauteurs de mer altimétriques
  - recherche de biais systématiques
  - recherche de dérive des instruments

➔ Calcul du biais altimétrique absolu

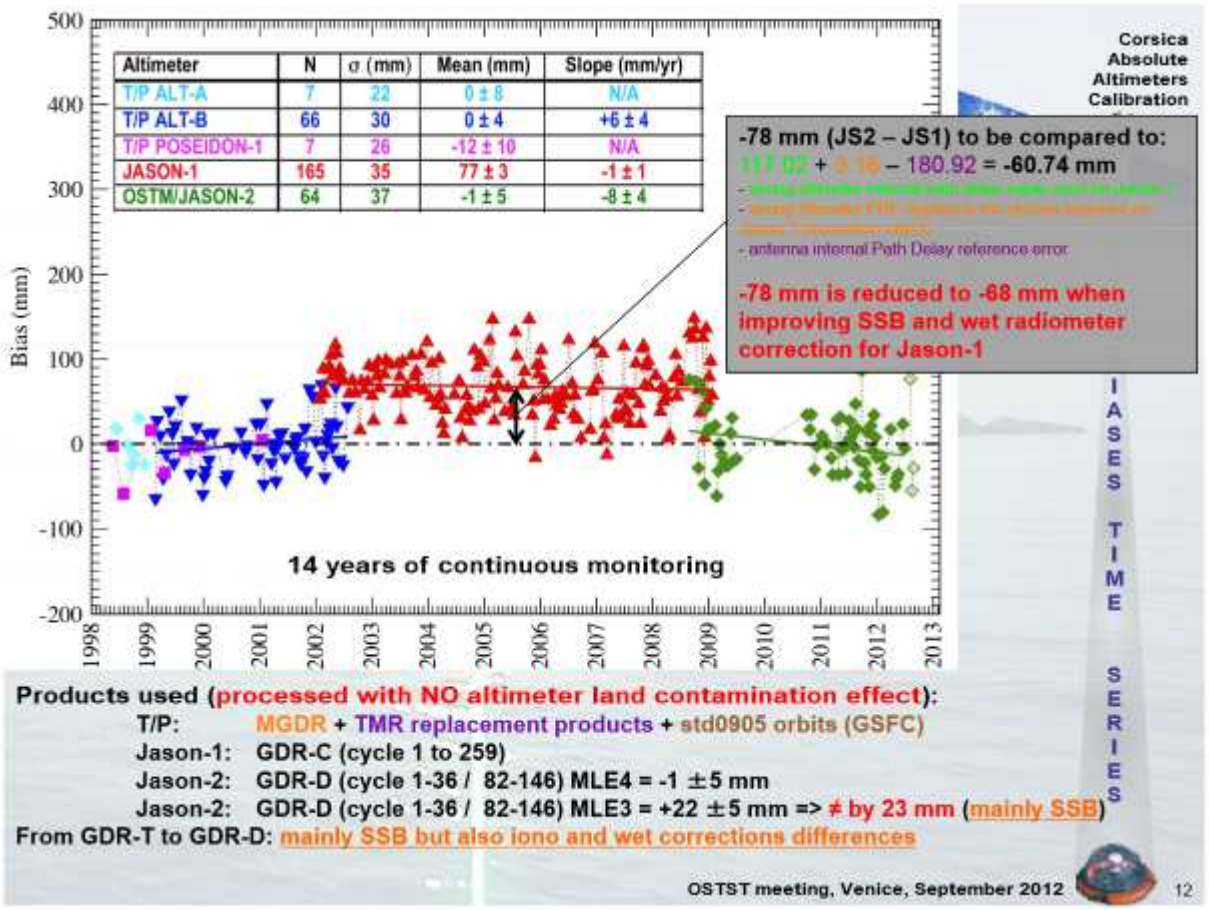
- Quelques sites dans le monde, marégraphes très précisément et régulièrement géoréférencés et vérifiés

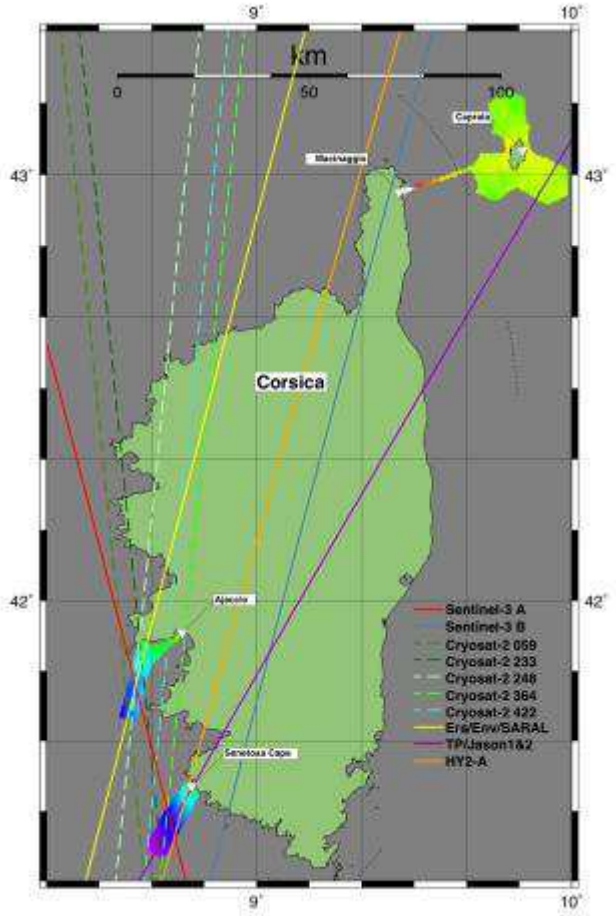






Calibration/validation in situ de la mesure altimétrique

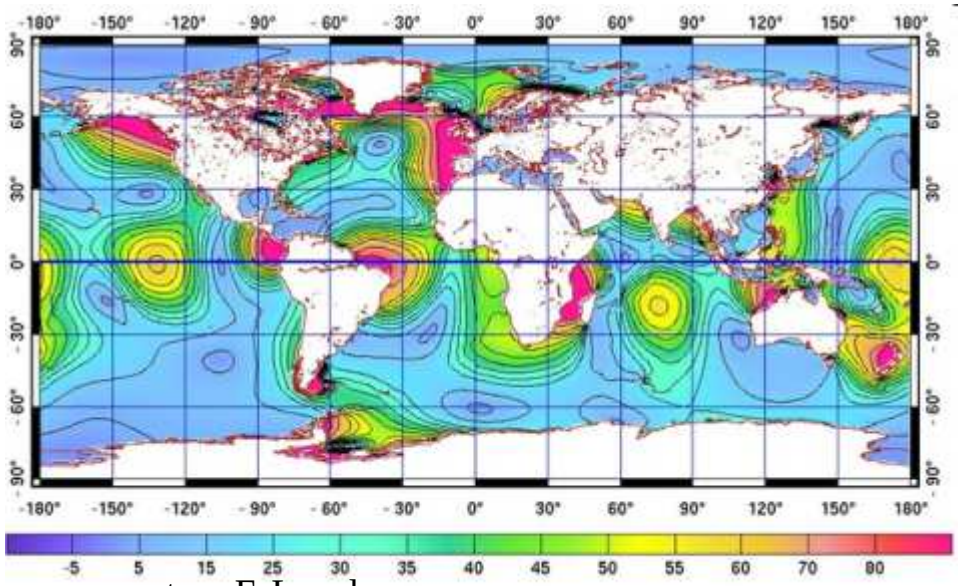




Marégraphie et missions spatiales altimétriques

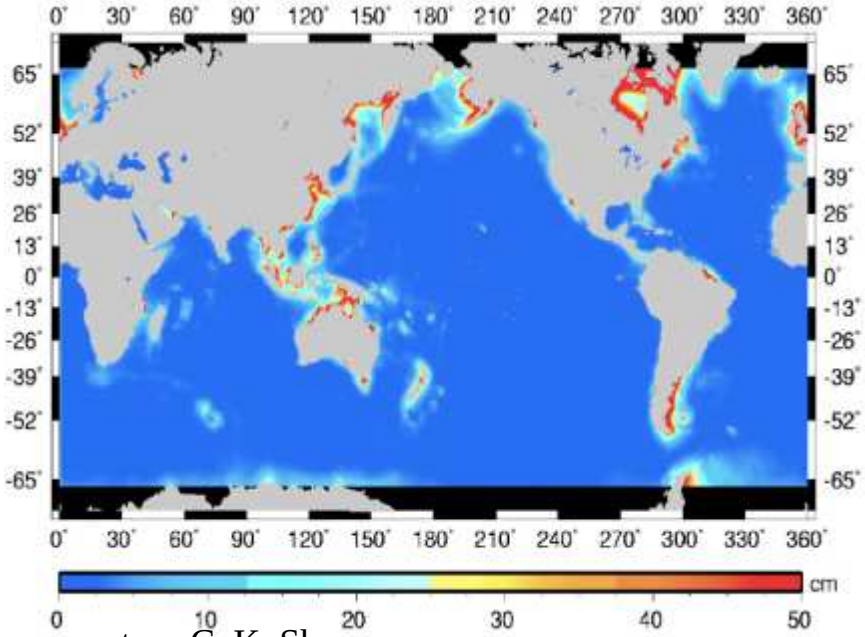
Correction de la mesure altimétrique: effet d'aliasing du à la marée

FES2012 M2 hydrodynamic solution



courtesy F. Lyard

Carte des différences de solutions entre 6 modèles de marée



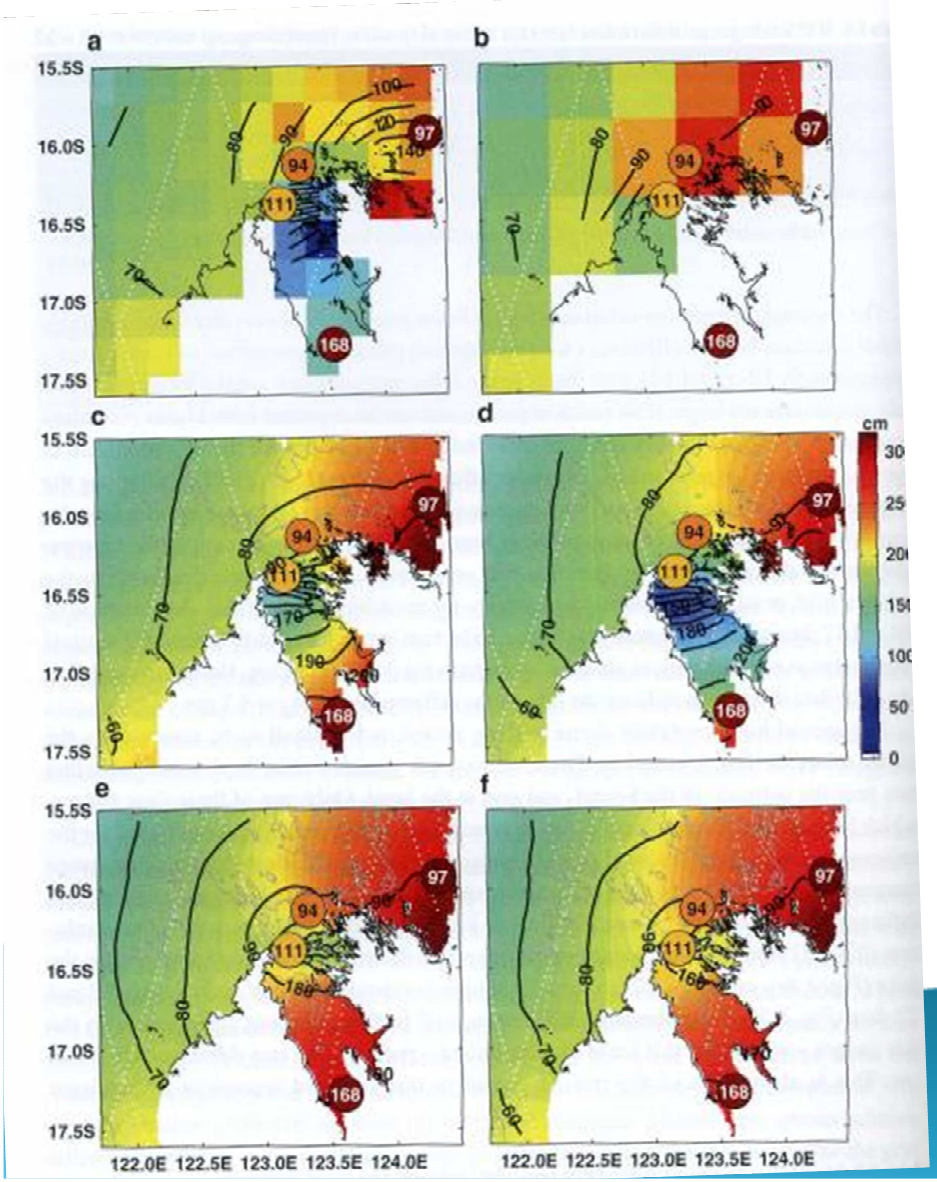
courtesy C. K. Shum

Cas de l'océan côtier:

- Amplitudes de marées plus fortes, avec des échelles de variabilité plus petites
- Marée non linéaire (M4, …)
- Erreurs plus grandes des modèles de marée globaux (forte sensibilité aux erreurs de bathymétrie, à la résolution, etc…)
- Besoin de très bonne résolution spatiale, de modèles régionaux

Marégraphie et missions spatiales altimétriques

Correction de la mesure altimétrique: effet d'aliasing du à la marée



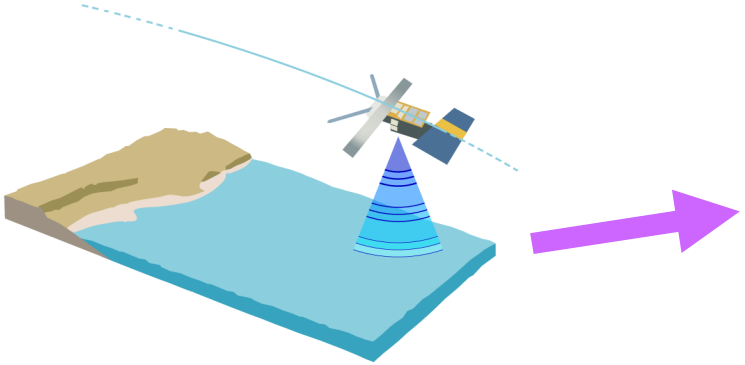
Cartes d'amplitude de l'onde M2 sur le plateau Nord Ouest australien

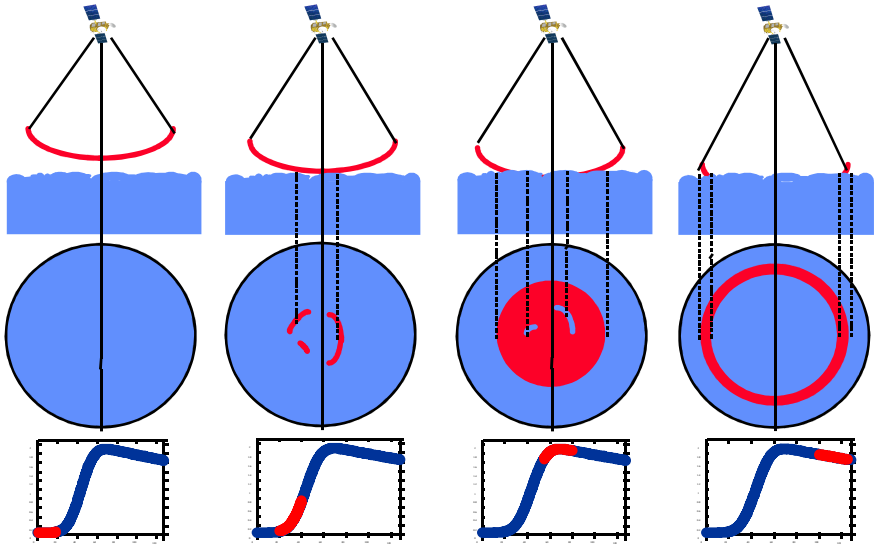
a) **Modèle global TPX0.7.1**
b) **Modèle global GOT4.7**
c) **Modèle hydrodynamique régional à 4 km de résolution**
d) **Modèle régional à 4 km corrigé (marégraphes)**
e) **Modèle hydrodynamique régional à 0.5 km de résolution**
f) **Modèle régional à 0.5 km corrigé (marégraphes)**

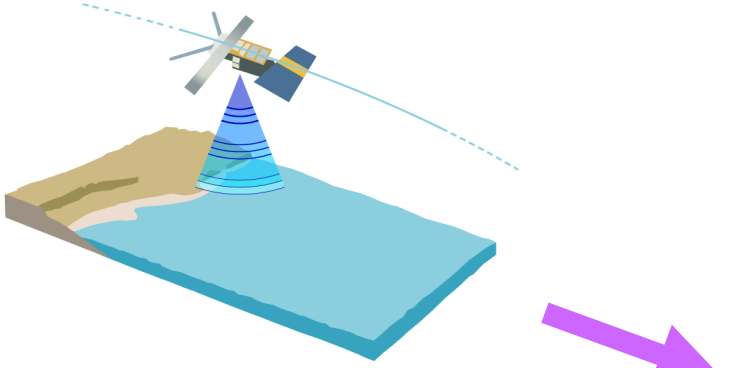
Cercles de couleur: solution des marégraphes régionaux

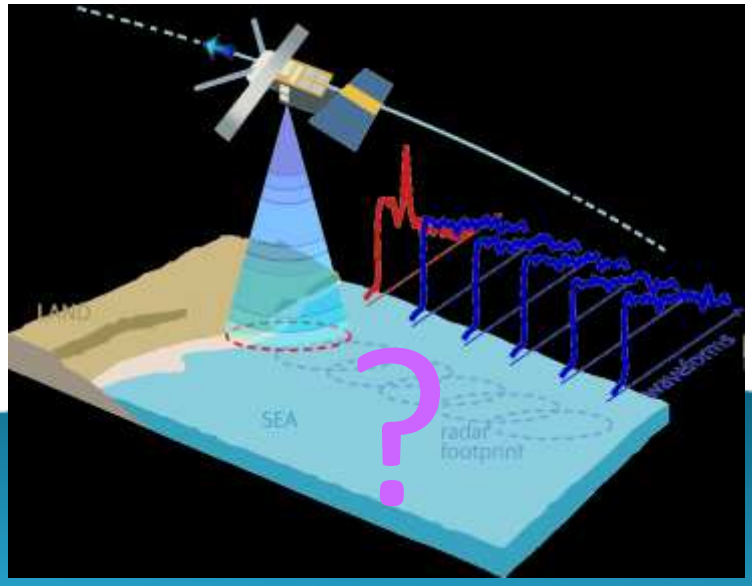
D'après Ray et al., 2011

Problématique de l'altimétrie spatiale en région océanique côtière



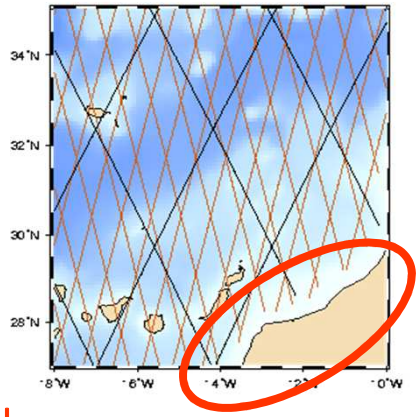






Problématique de l'altimétrie spatiale en région océanique côtière

L'altimétrie spatiale actuelle: des missions conçues pour l'observation de l'océan du large…



- Budget d'erreur fortement accru à la côte
  - altimètres radars actuels inadaptés
  - perte de précisions des corrections altimétriques
- Traitements classiques inadaptés

→ Forte perte de données dans les 50 premiers km à la côte dans les produits

- Résolution spatio-temporelle insuffisante
  - échelles horizontales plus fines
  - importance des htes fréquences temporelles

L'altimétrie côtière est elle un objectif réaliste?

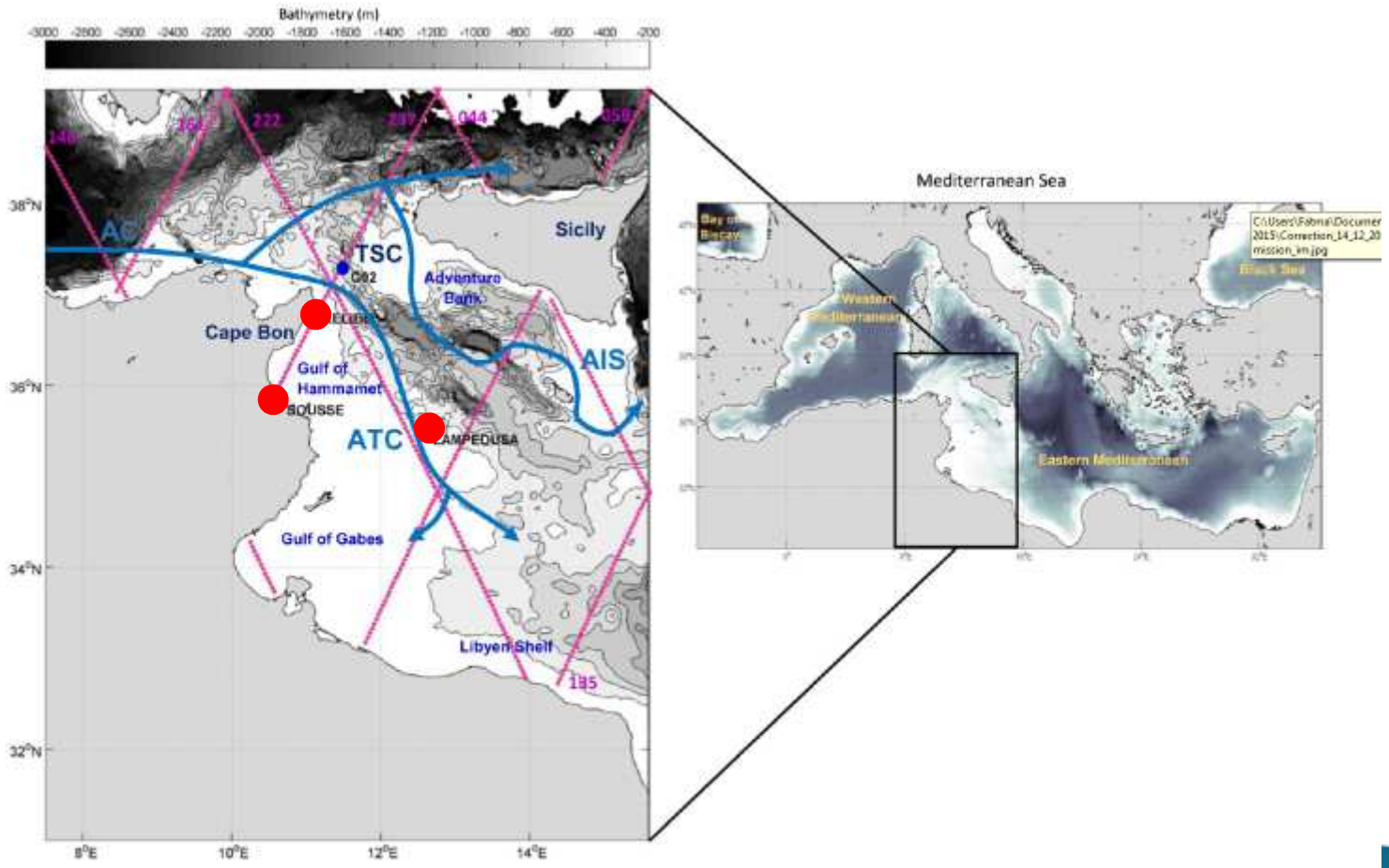
→ De nombreuses études en cours sur cette problématique.

→ Complémentarité avec d'autres systèmes d'observation et/ou modèles

→ De nouvelles missions spatiales avec des instruments mieux adaptés

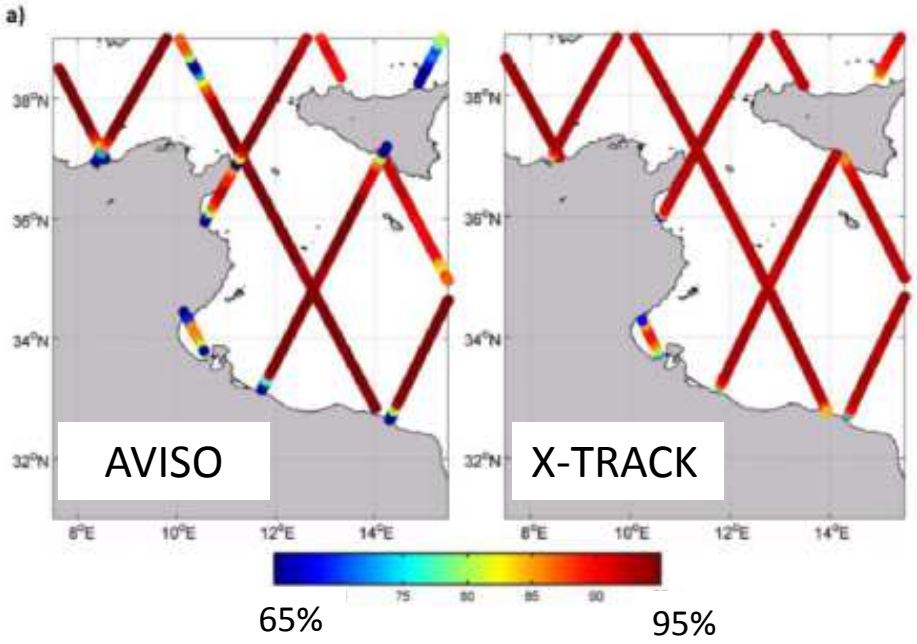
Problématique de l'altimétrie spatiale en région océanique côtière

Evaluation/validation de traitements et de produits altimétriques



Problématique de l'altimétrie spatiale en région océanique côtière

Evaluation/validation de traitements et de produits altimétriques



Cartes de % de mesures de hauteur de la mer disponibles après traitement

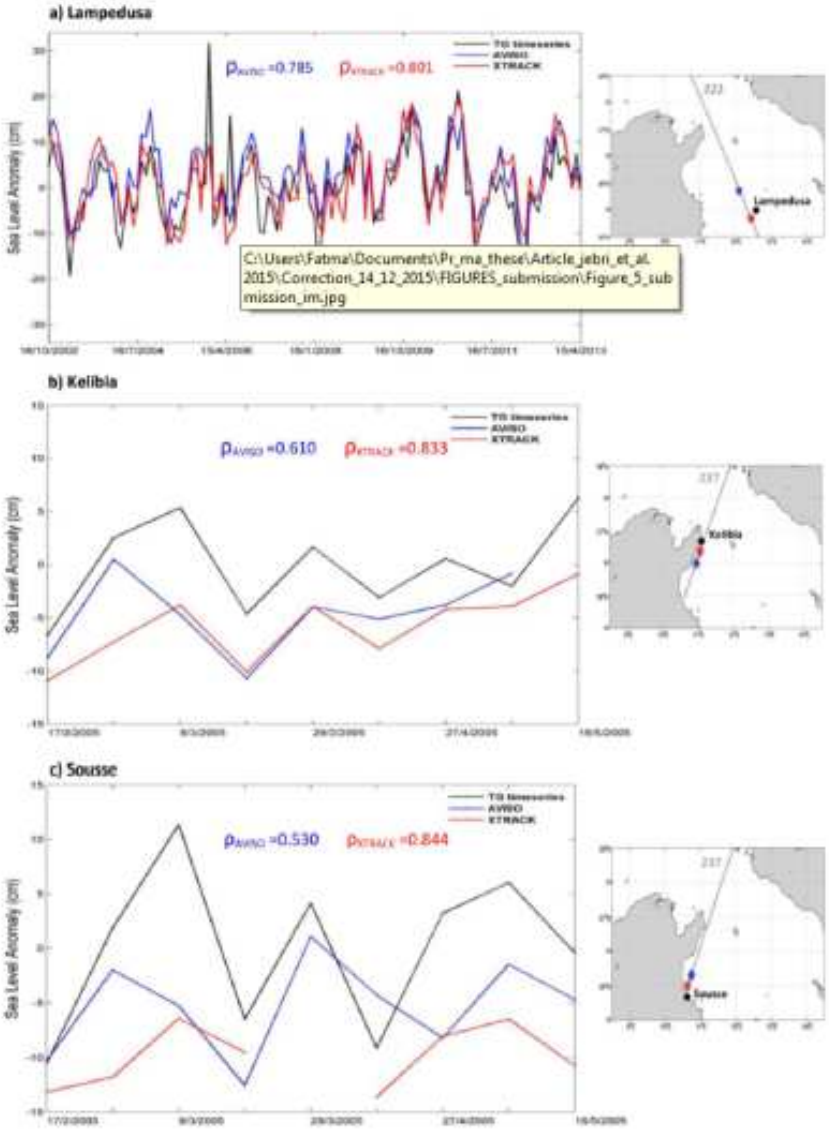
Traitement hauturier (AVISO)
Traitement côtier (X-TRACK)

Produit X-TRACK: http://ctoh.legos.obs-mip.fr/

D'après Jébri et al., 2016

Problématique de l'altimétrie spatiale en région océanique côtière

Evaluation/validation de traitements et de produits altimétriques



Hauteur de la mer:

Traitement hauturier (AVISO)

Traitement côtier (X-TRACK)

Marégraphe

D'après Jébri et al., 2016

Complémentarité des mesures et quelques perspectives

Calibration, validation, corrections de marée

Marégraphie

→ très précises, trés haute résolution temporelle… mais localisation ponctuelle et surtout en région côtière, répartition spatiale inhomogène

Altimétrie

→ Vision synoptique de l'océan, période de mesures > 20 ans… mais résolution temporelle moindre, précision dégradée en zone côtière

Contexte régional/global de l'information

Complémentarité des mesures et quelques perspectives

En contrepartie des contraintes imposées par la forte variance de la marée, il est possible de déduire des mesures altimétriques des infos sur la dynamique de la marée.

Onde	Période réelle (heures)	Période aliasée (jours)
M_2	12.42	62.11
S_2	12.00	58.74
N_2	12.66	49.53
K_2	11.98	86.60
K_1	23.93	173.19
O_1	25.82	45.71
M_4	6.21	31.05
MS_4	6.10	1083.94
M_6	4.14	20.70

Table des périodes de la marée observées par le satellite Topex/Poseïdon.

Durée d'enregistrement nécessaire pour la séparation.

à la fréquence horaire :

1 an → Séparation optimale.

2 mois → Séparation correcte.

à la fréquence T/P :

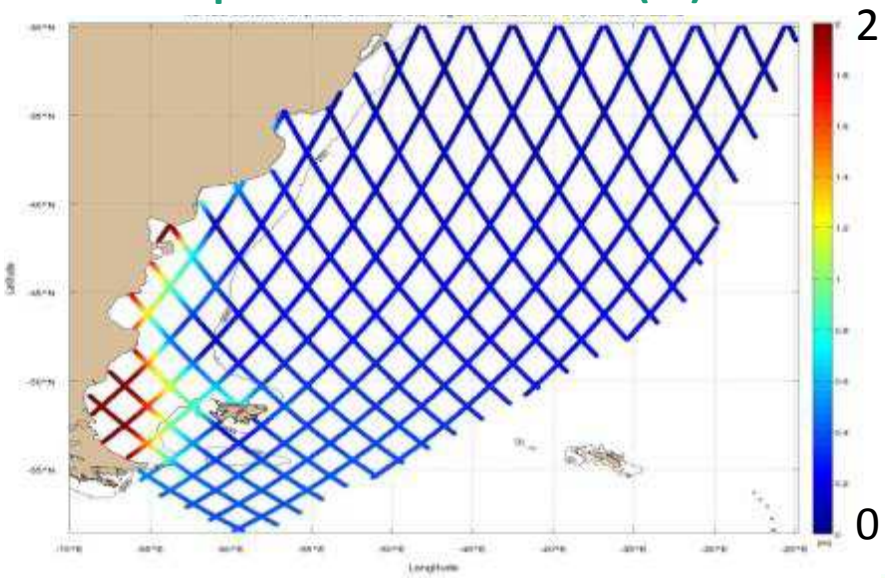
>10 ans → Séparation optimale.

2 ans → Séparation correcte.

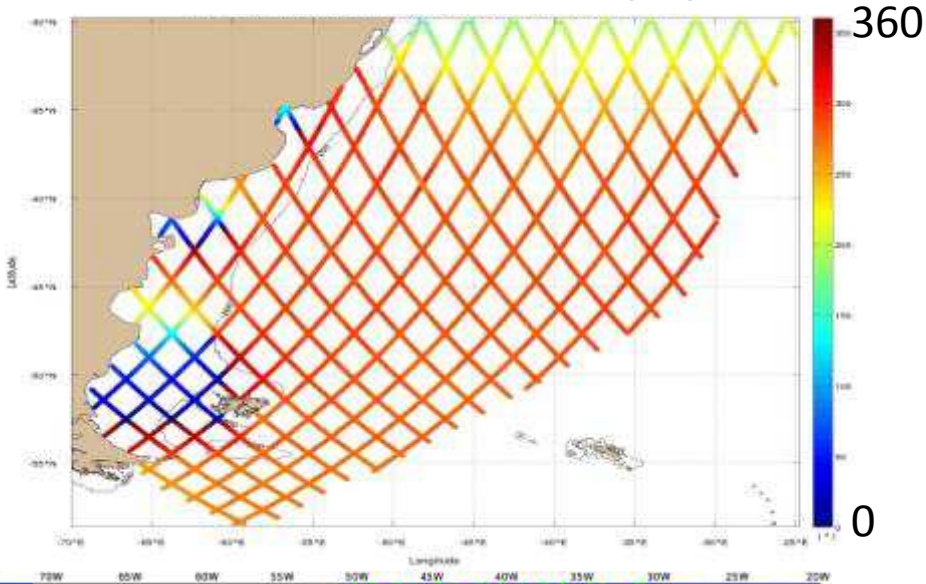
Complémentarité des mesures et quelques perspectives

Produit régional de constantes de marée - CTOH

Amplitude de l'onde M2 (m)

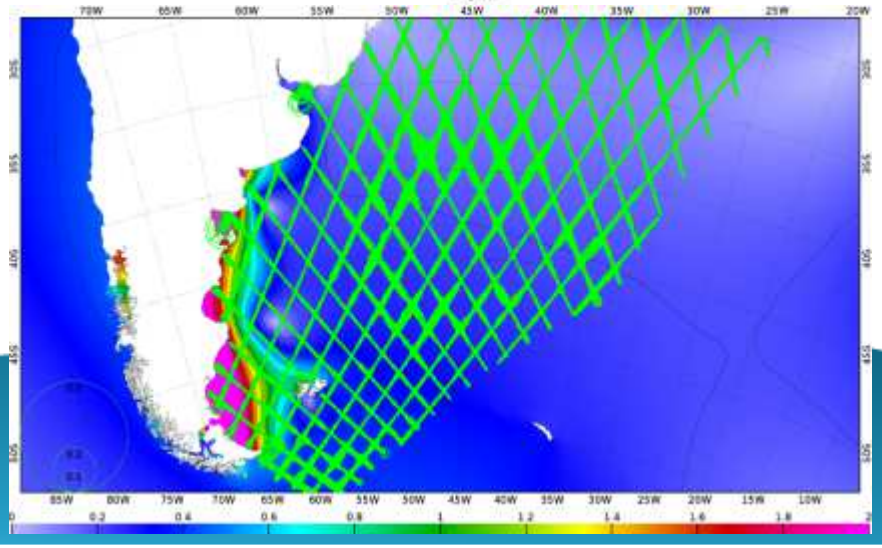


Phase de l'onde M2 (°)



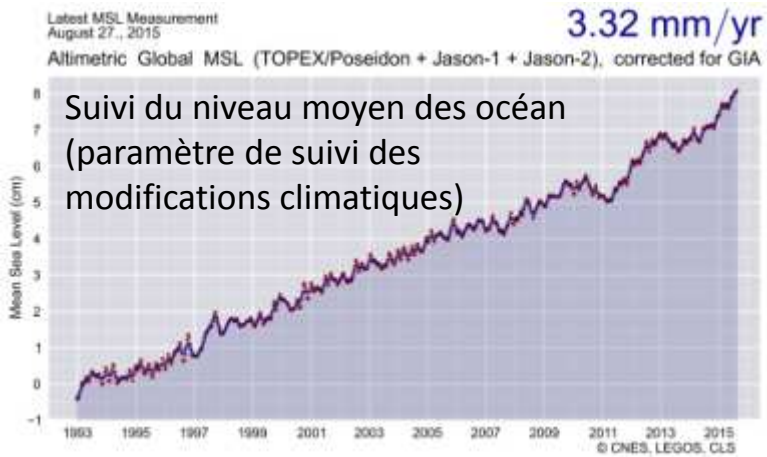
D'après Birol et al., 2016

En fond: amplitude de l'onde M2 (modèle FES2012)
Rond vert: différences entre la solution altimétrique et la solution modèle



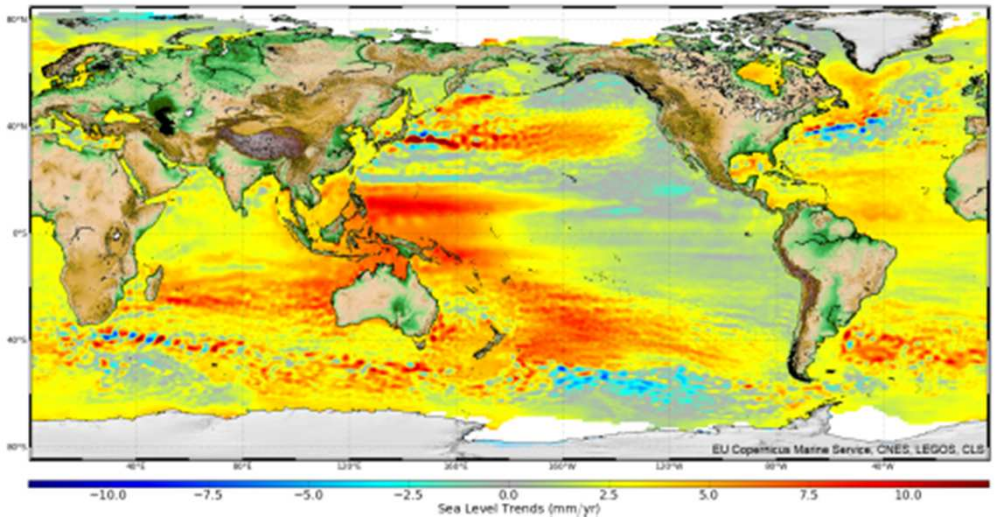
Complémentarité des mesures et quelques perspectives

Variations régionales de hauteur de la mer et évolution

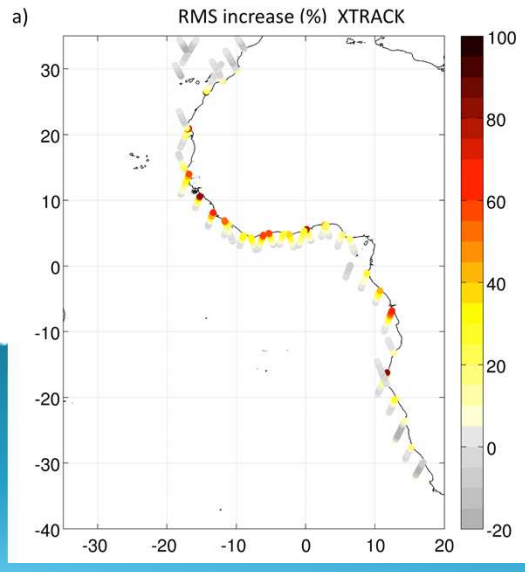


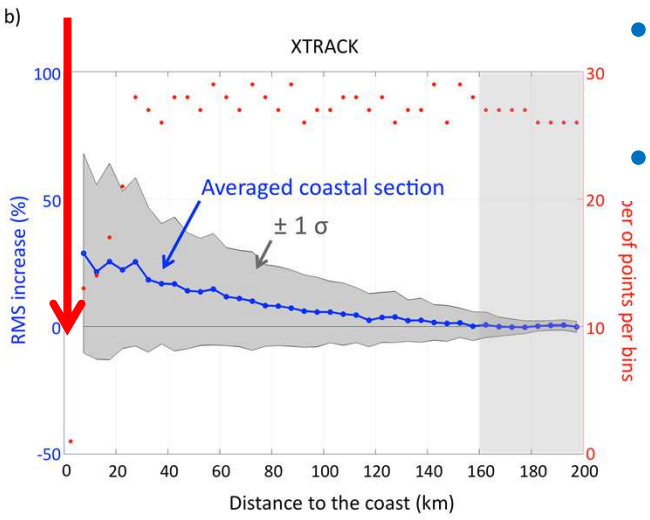
Suivi du niveau moyen des océan (paramètre de suivi des modifications climatiques)

Crédits CNES, LEGOS, CLS

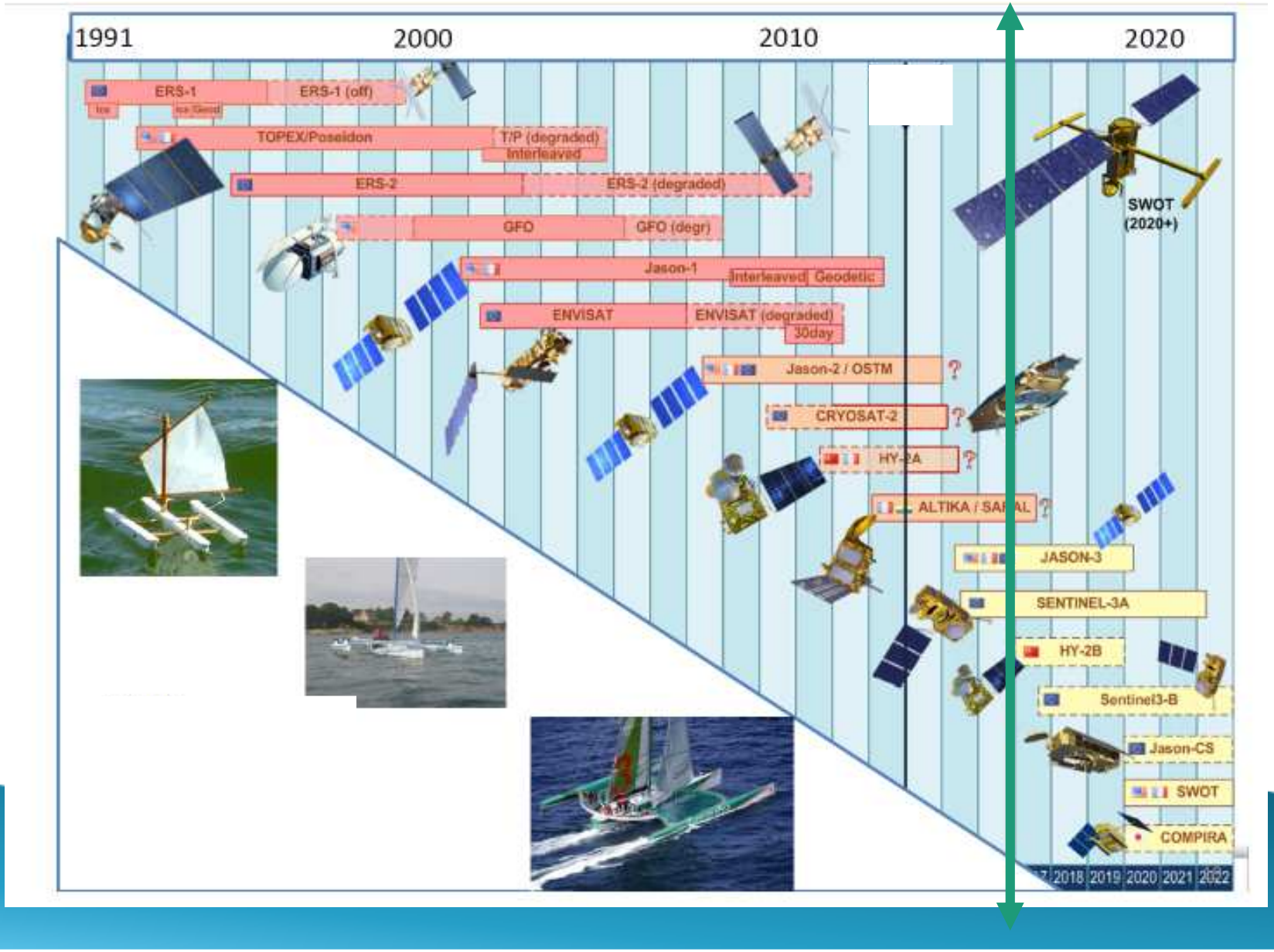


?





- Validation et projection de l'information à la côte
- Causes?

D'après Birol et al., 2016

Complémentarité des mesures et quelques perspectives