

Modélisation numérique des états de mer: Vers une prévision du déferlement par échelles



Fabrice ARDHUIN¹, Jean-François Filipot¹,
Bertrand CHAPRON²



¹: SHOM*, Brest, France

²: Ifremer, Brest, France



*: En 2007, le SHOM devient l'établissement public SHOM

Plan

1. Contexte

2. Modélisation et exemple d'applications

3. Dissipation et saturation spectrale

4. Travaux prévus

(thèse Filipot, ANR HEXECO, PEA MIRA)

5. Perspectives possibles

1. Contexte

Un description, en général statistique, de l'état de mer est nécessaire pour:

- La sécurité de la navigation et les opérations en mer (H_s , T_p , dir)
- L'estimation de la propagation radar et sonar (bruit ambiant)
- L'interprétation correcte de **mesures par télédétection**:
 - **altimétrie** (biais e.m.)
 - **salinité** de surface (pentes et écume: SMOS et Aquarius)
 - la vitesse de surface (InSAR, Doppler centroïde, radar HF)
 - couleur de l'eau (whitecap coverage)
- La compréhension ou l'estimation des **flux aux interfaces**:
 - remise en suspension au fond, flux d'eau et nutriments dans les sédiments
 - **tension de vent** et **flux de gaz** à la surface

La modélisation numérique est capable de fournir des estimations fiables de H_s et T_p .

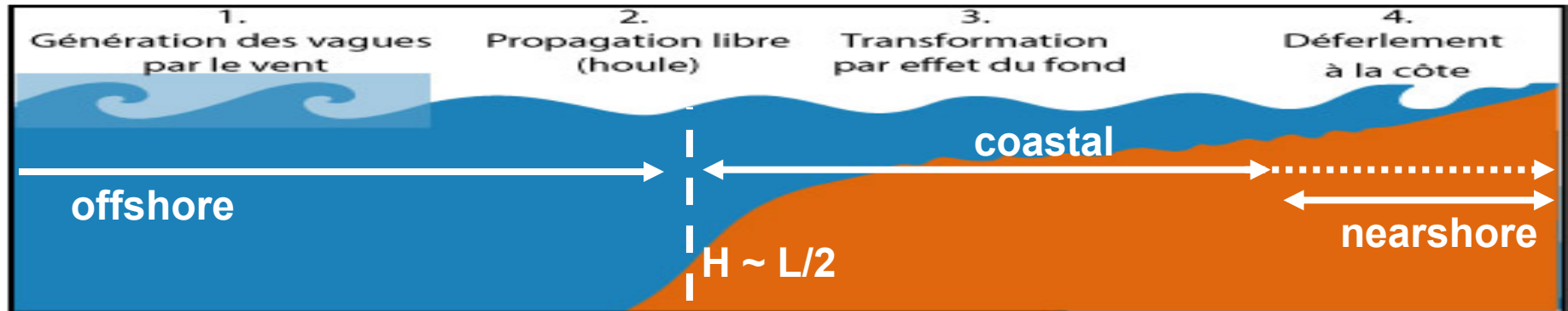
Qu'en est-il des autres paramètres ? Peut-on faire autrement ?

Un modèle peut-il être plus fiable qu'une estimation de type bulk: $f(U_{10}, SST \dots)$?

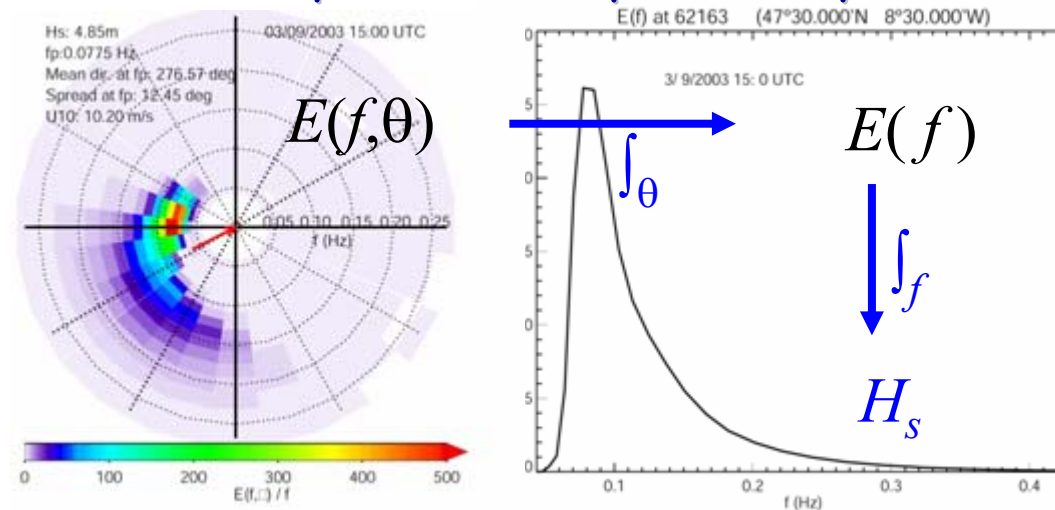
→ Observations de Felizardo & Melville (JPO 1995), Hanson et Phillips (JPO 1999)

Comment peut-on utiliser ces paramètres pour contraindre la modélisation ?

2. Principe de la modélisation spectrale



Modélisation spectrale en phase moyennée:



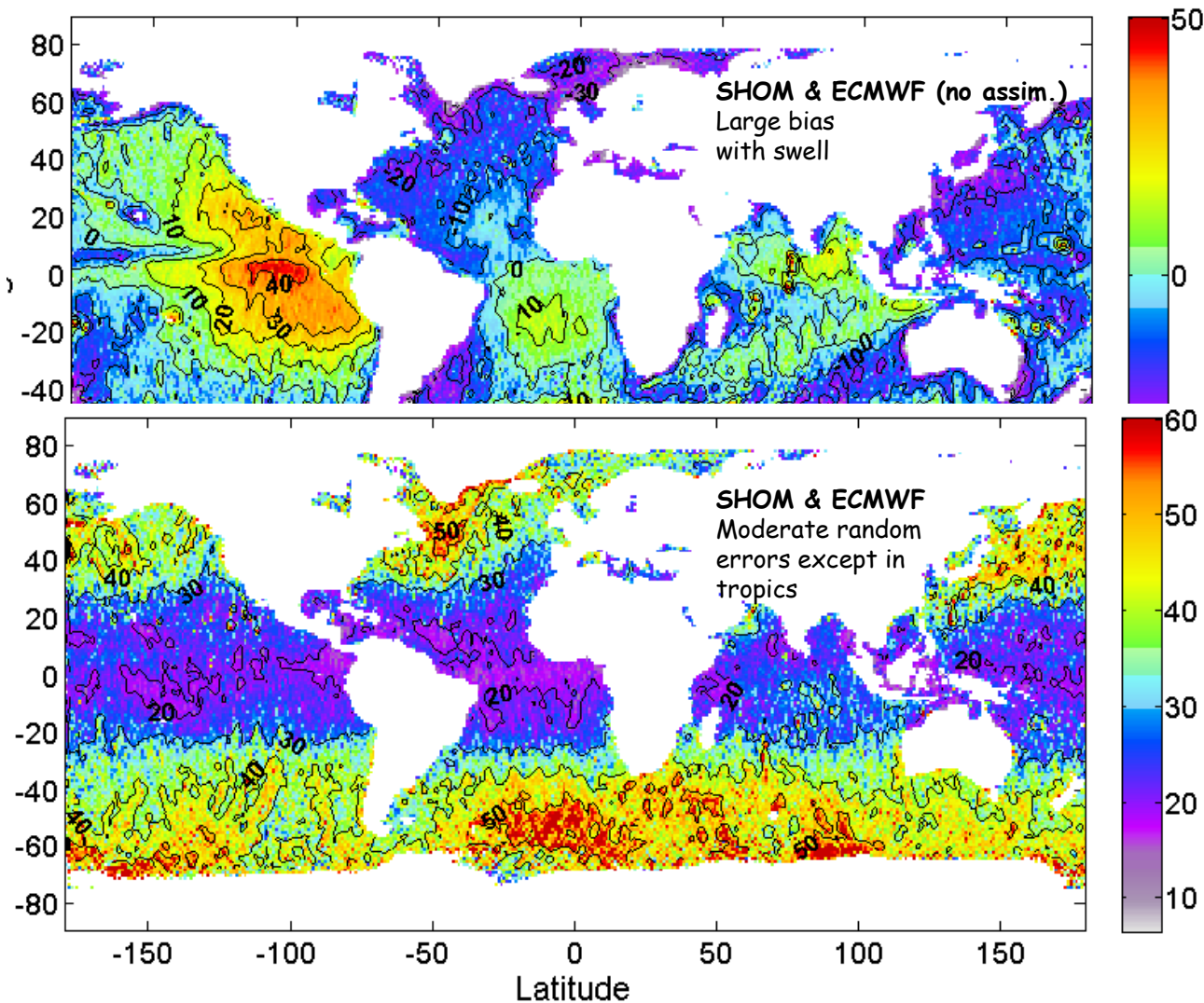
$$\frac{d}{dt} E(f, \theta) = S_{in} + S_{scat} + S_{dis} + S_{bfri} + S_{bscat} + \dots$$

Modèles WAM, WAVEWATCH III (3.12), SWAN, TOMAWAC ...

2. Exemples d'applications

Performances actuelles pour Hs (erreurs en cm)

WW3-ENVISAT: bias for 2004 and 2005



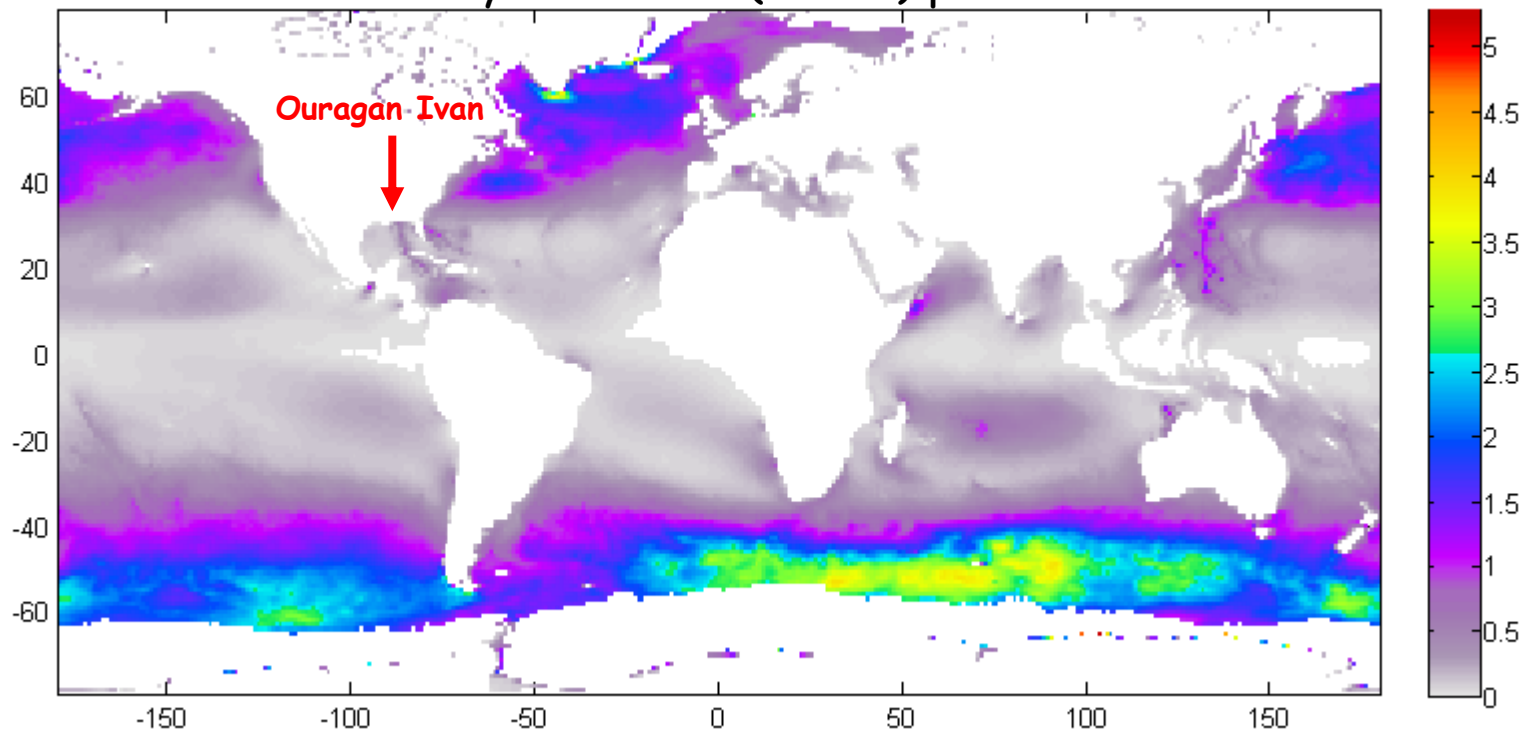
2. Exemples d'applications

Utilisation du modèle pour des paramètres plus exotiques (validation ?)

Flux global vent $\rightarrow$ vagues de TKE ~ 207 TW (+/- ??)
 ~ 204 TW dans la couche de mélange
 ~ 3.6 TW vagues-turbulence (Langmuir)

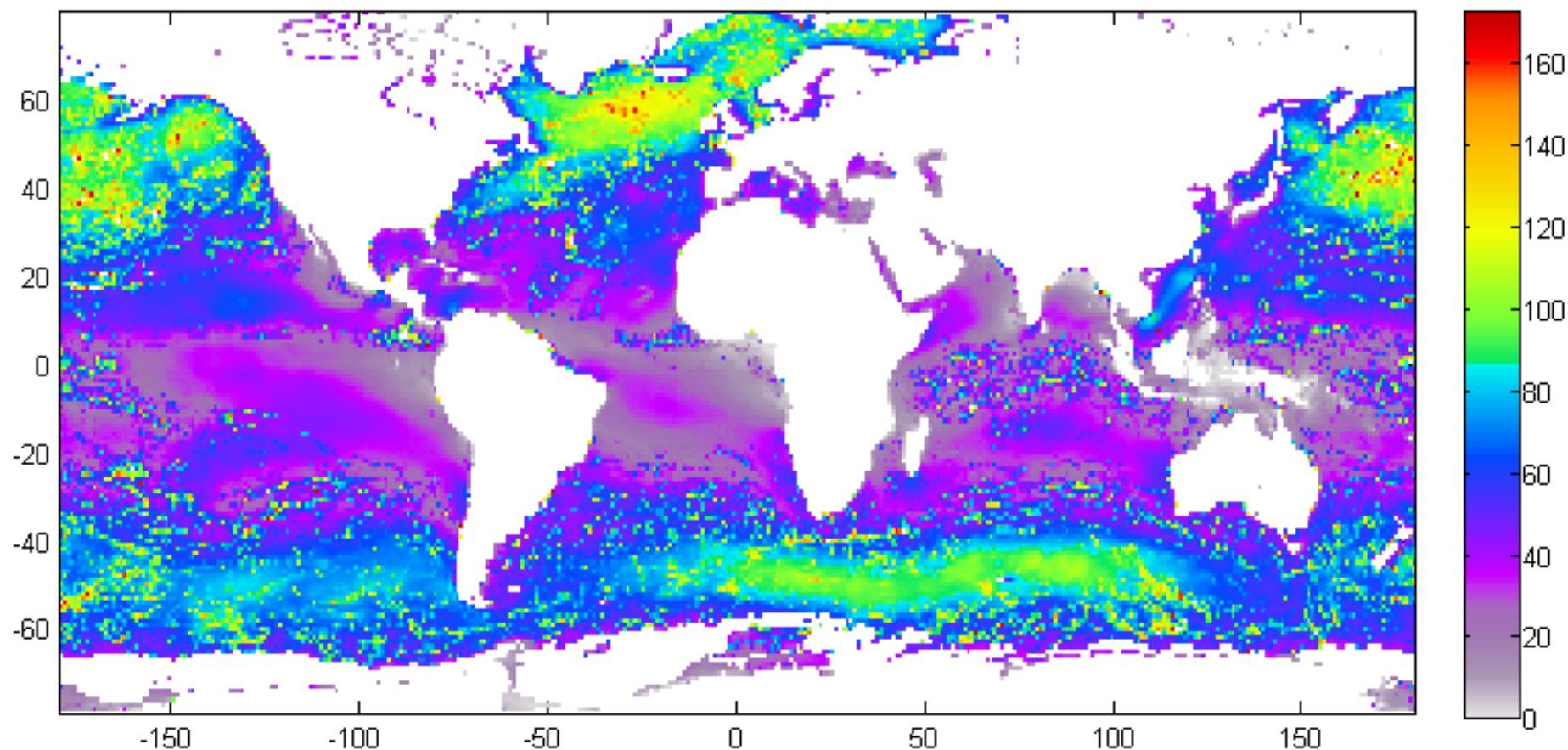
Le flux est dominé par les tempêtes et cyclones

Flux annuel moyen de TKE (W/m^2) pour 2004



2. Exemples d'applications

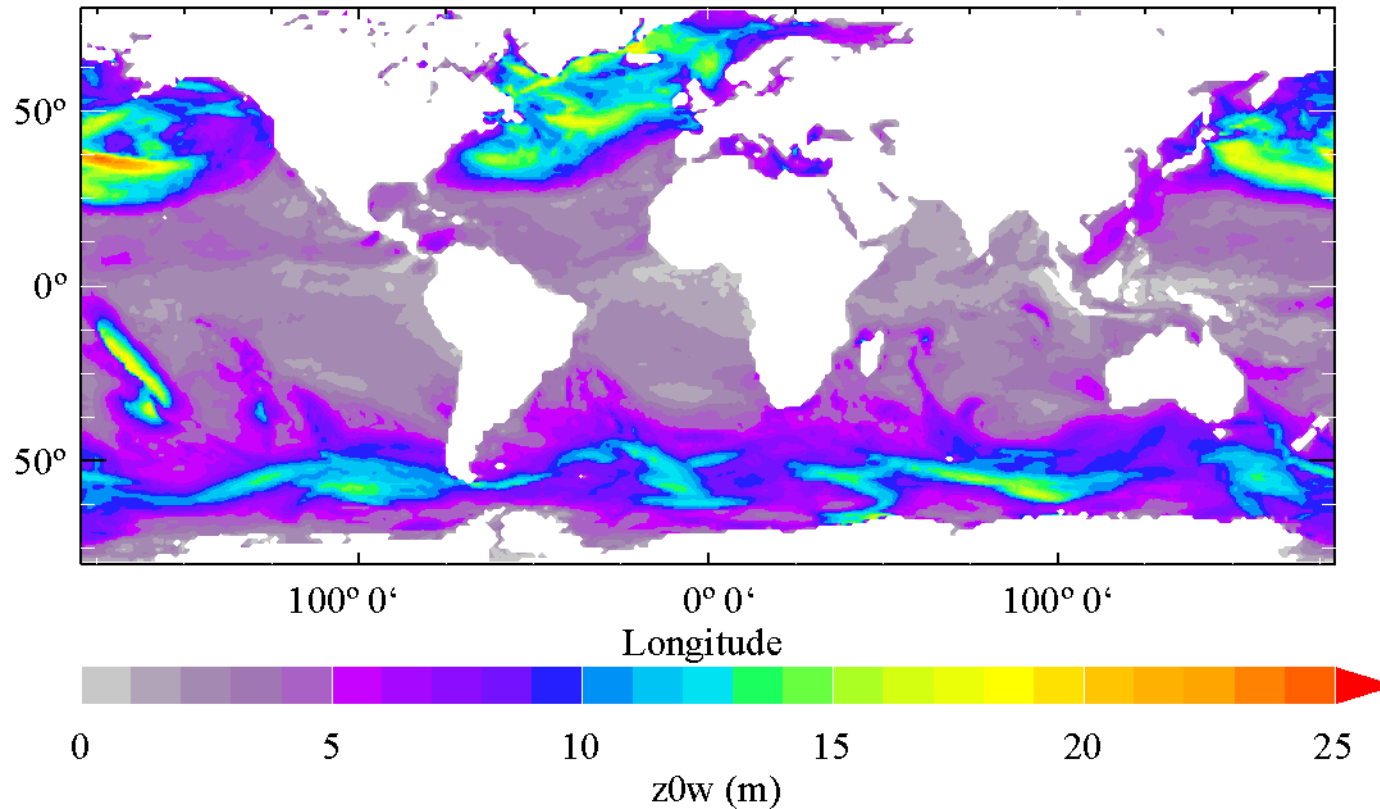
Même flux de TKE sous forme de paramètre de Craig-Banner ($\text{flux} = \alpha_{\text{CB}} u_*^3$)



2. Exemples d'applications

Valeur de la rugosité sous la surface z_0

Max pour le mois 01/2004 of 1.6 times H_s of wind sea (proxy for z_0)



2002-2007 hindcast performed

<http://ftp.ifremer.fr/ifremer/cersat/products/gridded/wavewatch3/HINDCAST/>

3. Dissipation et saturation spectrale

Komen et al. (1984) : H_s , T_p with fetch development

NB: this constrains Sin-Sds, but not their magnitude

(beta in Tolman & Chalikov is 30% of Janssen, but results for H_s are still OK !)

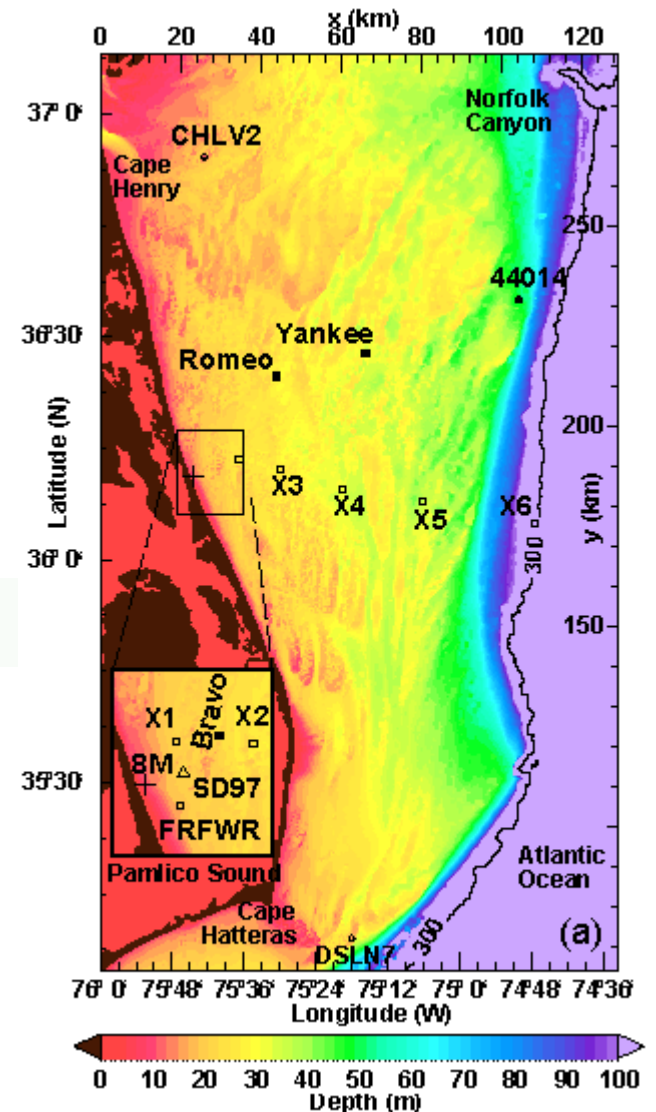
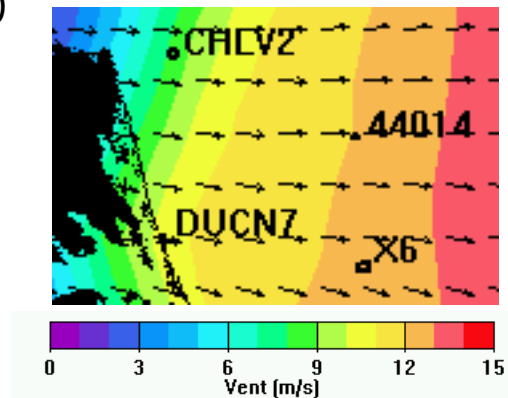
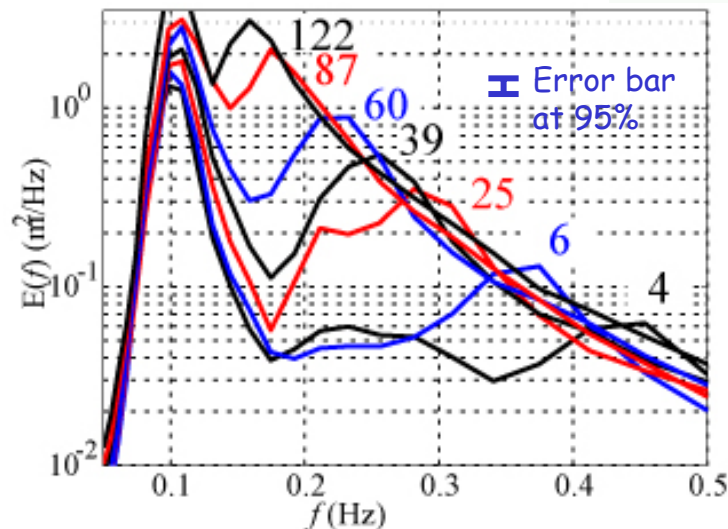
Phillips (1984): waves against currents $\rightarrow Sds \sim E^3$

Banner & Young (1994): spectral shape,
bimodal directions (not with DIA ☆)

-Observation of breaking
probabilities (BBY2000, BYB2001)

-Use of slanting fetch data

(SHOWEX 1999: Ardhuin et al. JPO 2007)



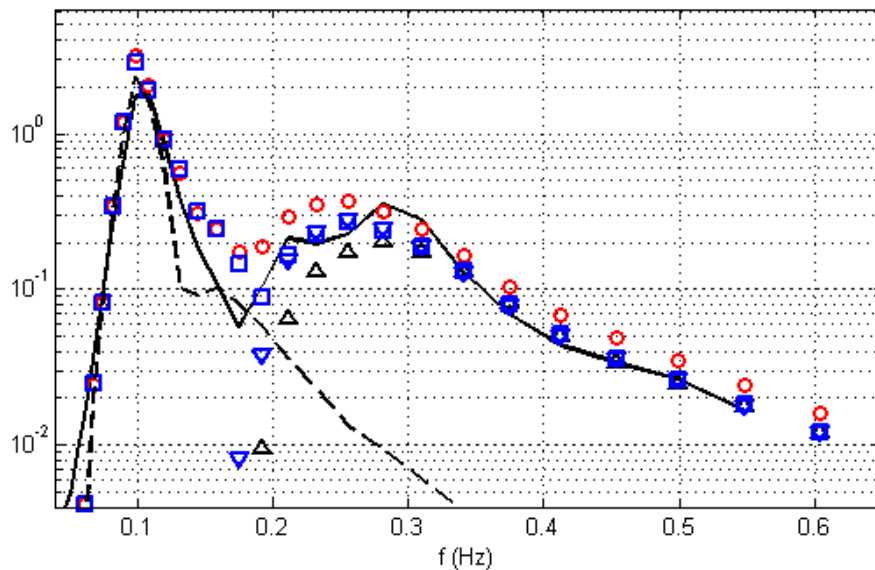
3. Dissipation et saturation spectrale

Validation d'un paramétrage de la dissipation à partir de la saturation

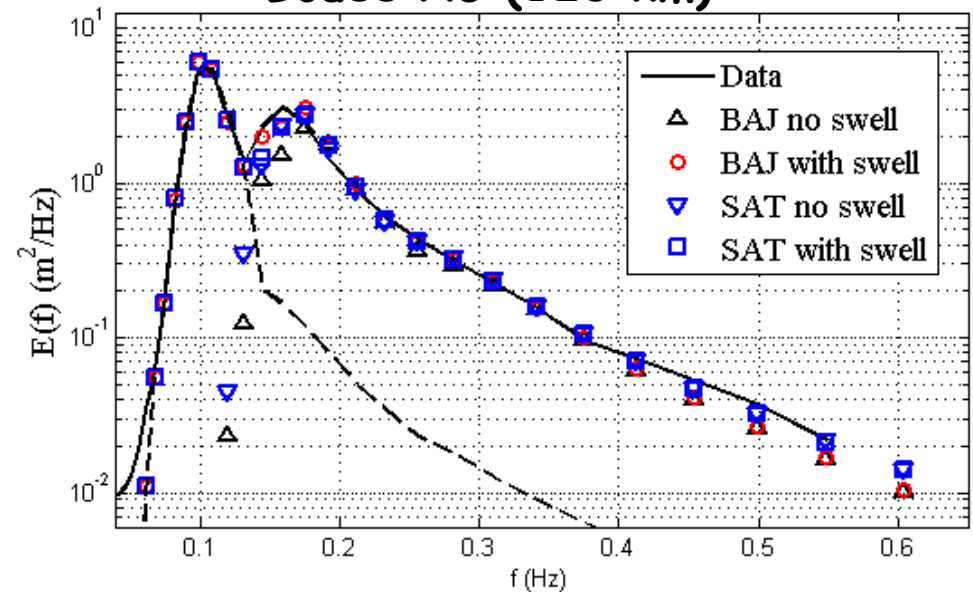
$$S_{ds}^{SAT}(k, \theta) = \sigma \left[C_{ds}^{SAT} \left(\frac{B(k)}{B_r \tanh^2(kD)} \right)^{p^{sat}} - 2C_{turb} \cos(\theta_u - \theta) k \frac{\rho_a u_*^2}{g\rho_w} \right] N(k, \theta)$$

$$B(k) = \int_0^{2\pi} \sigma k^3 A(k, \theta) d\theta$$

Bouée X2 (25 km)



Bouée X6 (120 km)



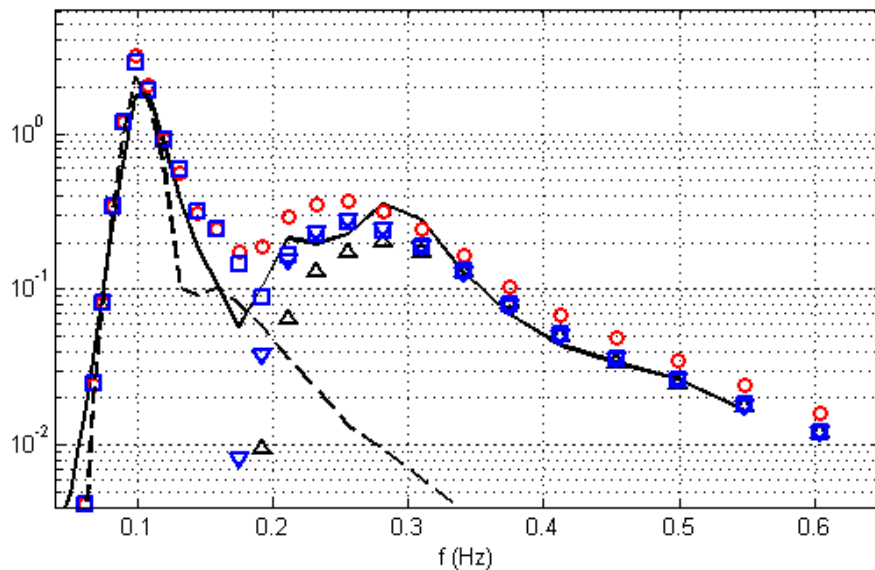
3. Dissipation et saturation spectrale

Validation d'un paramétrage de la dissipation à partir de la saturation

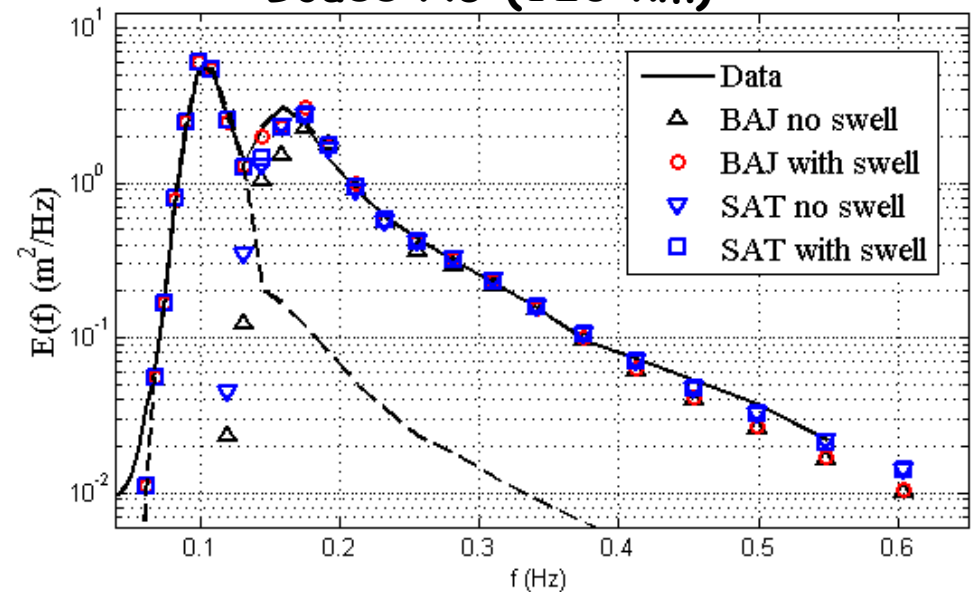
$$S_{ds}^{SAT}(k, \theta) = \sigma \left[C_{ds}^{SAT} \left(\frac{B(k)}{B_r \tanh^2(kD)} \right)^{p^{sat}} - 2C_{turb} \cos(\theta_u - \theta) k \frac{\rho_a u_*^2}{g\rho_w} \right] N(k, \theta)$$

$$B(k) = \int_0^{2\pi} \sigma k^3 A(k, \theta) d\theta$$

Bouée X2 (25 km)

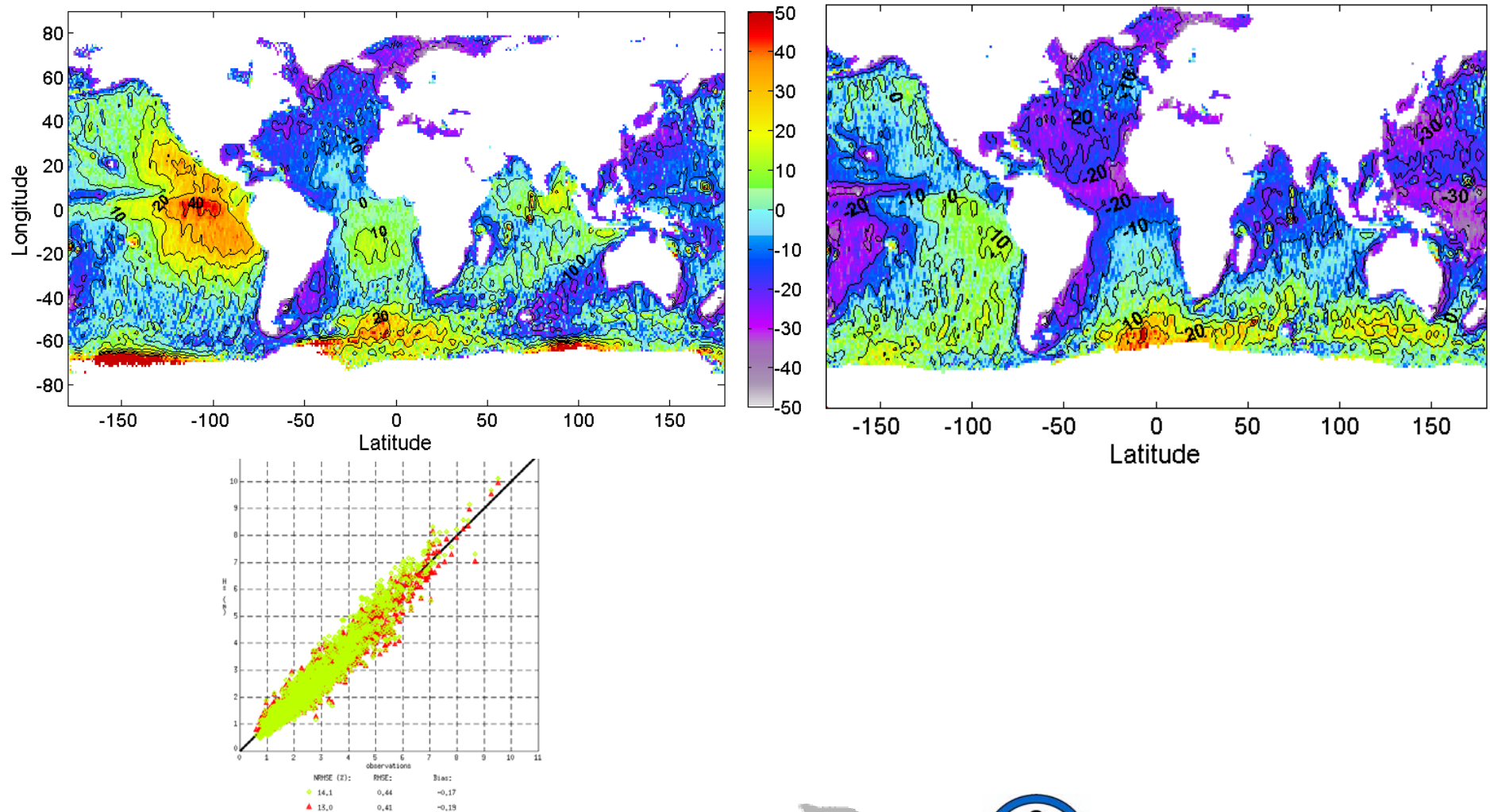


Bouée X6 (120 km)



3. Dissipation et saturation spectrale

Validation d'un paramétrage de la dissipation à partir de la saturation
 Biais: paramétrage « standard » (ECMWF) nouveau paramétrage



4. Travaux prévus

- Estimation de l'amélioration du calcul du bruit ambiant
- Biais: paramétrage « standard » (ECMWF) nouveau paramétrage
- Décomposition de la fonction de dissipation en Λ * dissipation par vague
- Validation (Melville & Matusov 2002, autres données ...)
 - estimation de couverture et épaisseur d'écume et correction SMOS (?)

Cadre général:

- Programme d'études amont « ECORS » (DGA: houle + morphodynamique)
 - projet ANR « HEXECO » (Hydrodynamique Extreme du large à la Côte)
- > thèse Jean-François Filipot (DGA-CNRS: début en Oct. 2007)

