

De l'échelle régionale à l'échelle très côtière, les usages de CROCO au Shom

S. JOUSSET, L. BORDOIS, F. DUMAS, A. SERPETTE (Shom)

Journée PCDM 2018 - 17.05.18

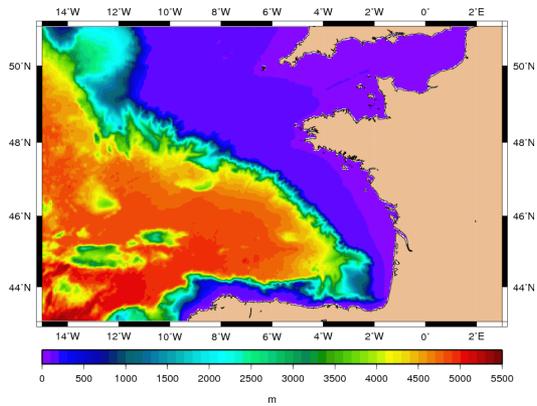
- ✓ **Service hydrographique national,**
 - Référent national pour l'observation du niveau de la mer
 - Sécurité de la navigation, sauvegarde de la vie en mer

- ✓ **Service de la Défense,**
 - Capacité de prévision évolutive pour le besoin des forces
 - Amélioration des connaissances

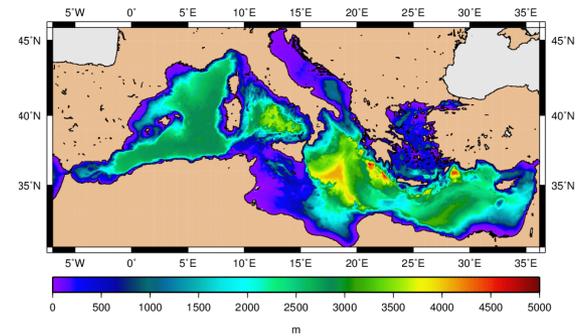
- ✓ **Soutien aux politiques publiques maritimes et littorales.**
 - Réalisation de la R&D de la modélisation numérique de la vigilance vagues submersion
 - Expertise pour la puissance publique (e.g. implantation de dispositif EMR)
 - Océanographie Côtière Opérationnelle.

- ✓ **DATARMOR**
- ✓ **AQUARIUM (site Toulousain du SHOM) 784 cœurs disponibles (machine de production pour les forces)**
- ✓ **4 millions d'heures annuelles sur BEAUFIX (calculateurs de météo France).**

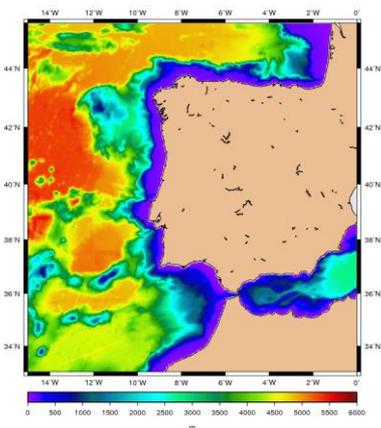
Golfe de Gascogne
1', 40 couches



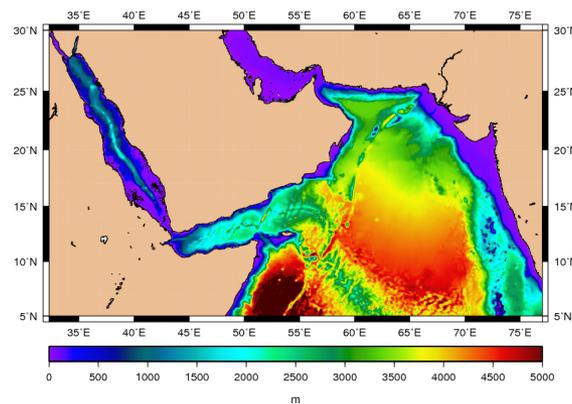
Méditerranée
1', 32 couches



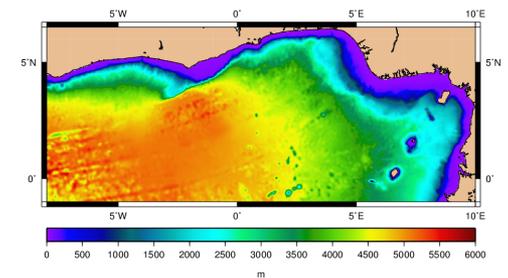
Façade ibérique
1', 32 couches



Indien Nord-Ouest
1/20°, 40 couches



Golfe de Guinée
Configuration académique



SOMMAIRE

- **ECHELLE RÉGIONALE : MODÉLISATION DU BASSIN MÉDITERRANÉEN**
- **ECHELLE CÔTIÈRE : LA MER D'IVOIRE, COMPARAISON AVEC LES DONNÉES DE RADAR HF**
- **ECHELLE TRÈS CÔTIÈRE : LES PROCESSUS FINE-ÉCHELLE DU DÉTROIT DE GIBRALTAR**



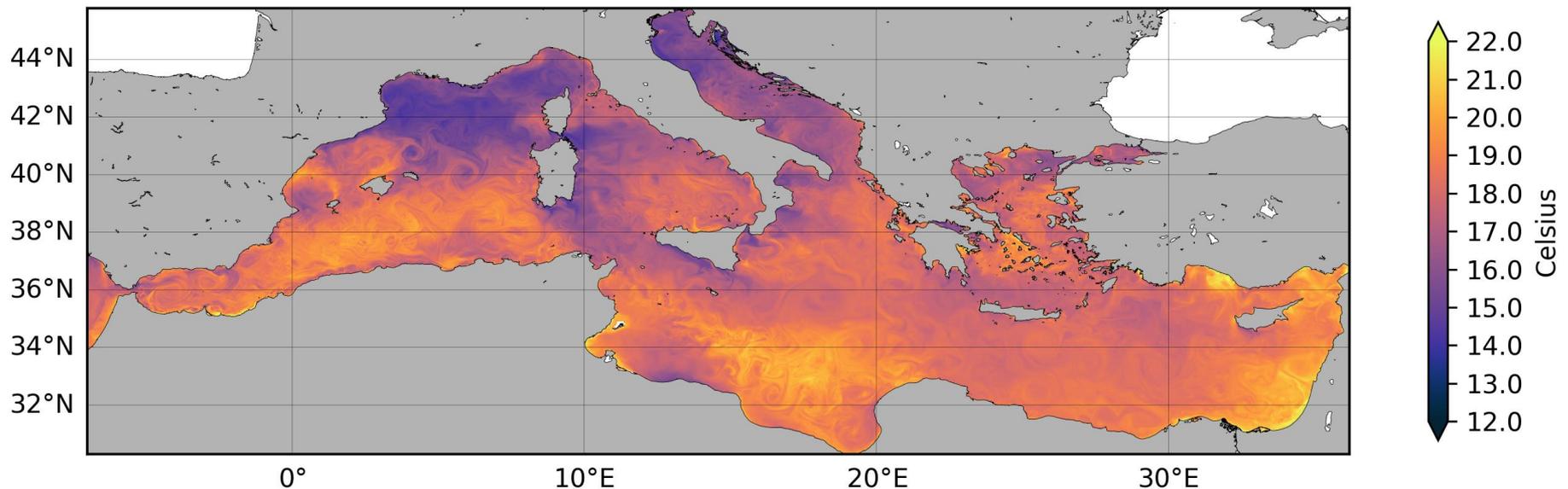
SOMMAIRE

- **ECHELLE RÉGIONALE : MODÉLISATION DU BASSIN MÉDITERRANÉEN (A. SERPETTE)**
- **ECHELLE CÔTIÈRE : LA MER D'IROISE, COMPARAISON AVEC LES DONNÉES DE RADAR HF**
- **ECHELLE TRÈS CÔTIÈRE : LES PROCESSUS FINE-ÉCHELLE DU DÉTROIT DE GIBRALTAR**

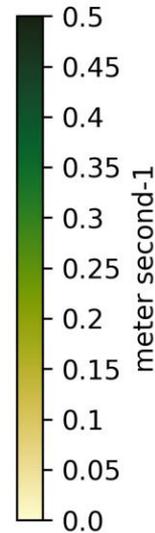
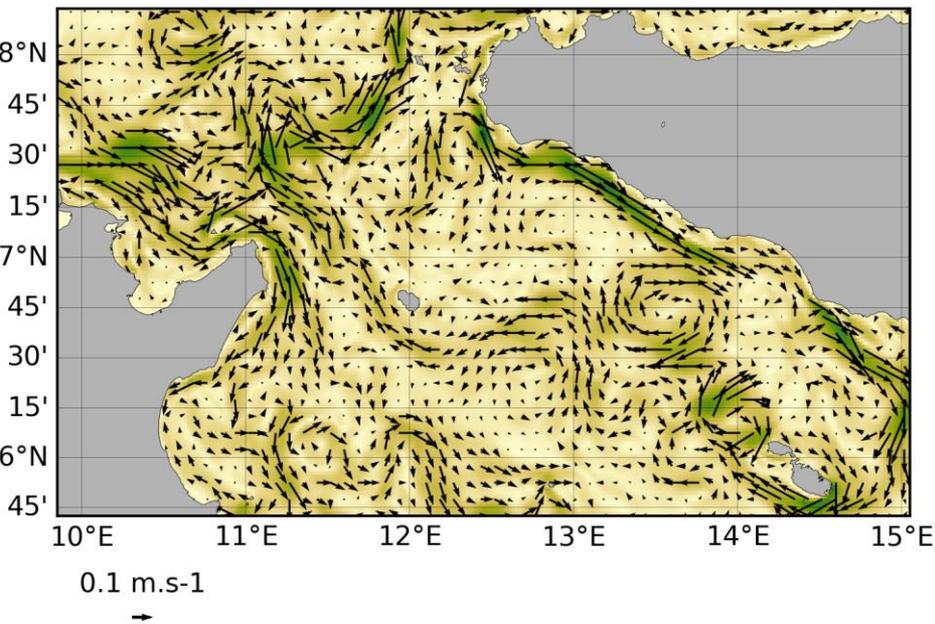


- ✓ Phase d'apprentissage et de mise au point de CROCO au Shom
- ✓ Modélisation de l'ensemble de la mer Méditerranée
- ✓ Sur 5 années : 2011-2016
- ✓ Résolution identique à la maquette HYCOM : une minute géographique (1852m en moyenne)

SST - CROCO - MEDIONE - 2015/05/01



Barotropic current - Sicilian Channel - 2015/05/01



- La grille horizontale 2593 x 934
- 40 niveaux sur la verticale (coordonnées sigma)
- La bathymétrie est celle de la maquette HYCOM du Shom, adaptée par un faible lissage.
- Les conditions initiales sont issues de GLORYS (MERCATOR OCEAN) au 1^{er} janvier 2011
- Les conditions aux limites ouvertes à l'Ouest du bassin sont issues de GLORYS de janvier 2011 à janvier 2017.

- La marée est introduite de façon progressive sous la forme de 8 ondes (M2, N2, S2, K2, K1, O1, P1, Q1), calculées à partir du modèle FES2012 (LEGOS, Noveltis et CLS).
- Les forçages météorologiques proviennent du modèle ARPEGE (METEO FRANCE).
- 5 débits fluviaux sont introduits, pour le Rhône, l'Ebre, le Pô, le Nil et le canal du Bosphore.

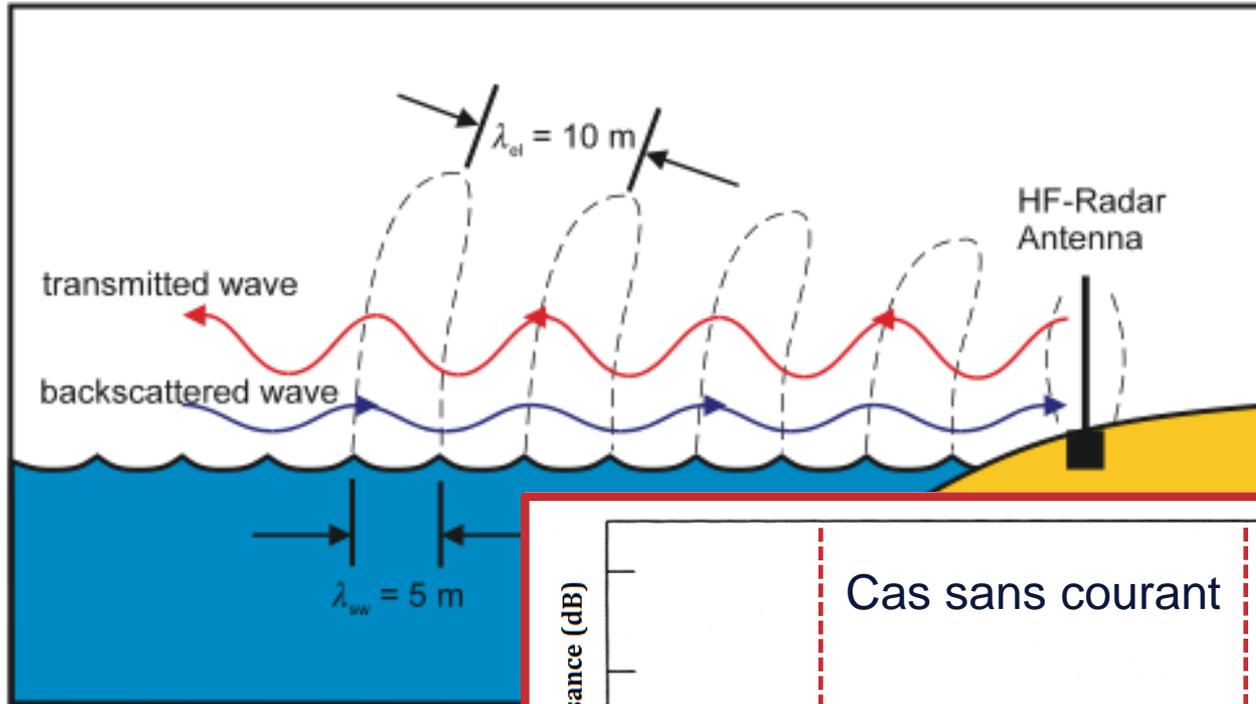
Toutes les préparations et initialisations ont été réalisées à partir de scripts écrits en python, la plupart issus de travaux réalisés sur le modèle MARS de l'IFREMER, adaptés pour CROCO (M. Caillaud).

- **Le pas de temps barocline pendant le 1^{er} mois de simulation est de 60 secondes. Il passe ensuite à 288s pour le reste des simulations.**
- **Le rapport entre pas de temps barotrope et pas de temps barocline est de 60.**
- **Les coefficients de viscosité latérale et de diffusion numérique sont égaux à zéro.**
- **L'utilisation de XIOS a permis gagner un temps précieux pendant l'écriture des sorties de résultats.**
- **On utilise MPI, avec 560 CPU.**
- **Le temps de simulation pour une année est d'environ 6h 45' cpu.**
- **L'espace nécessaire pour stocker les résultats de 5 années est d'environ 15 To, qui sont actuellement empruntés au *shom_simurep*.**

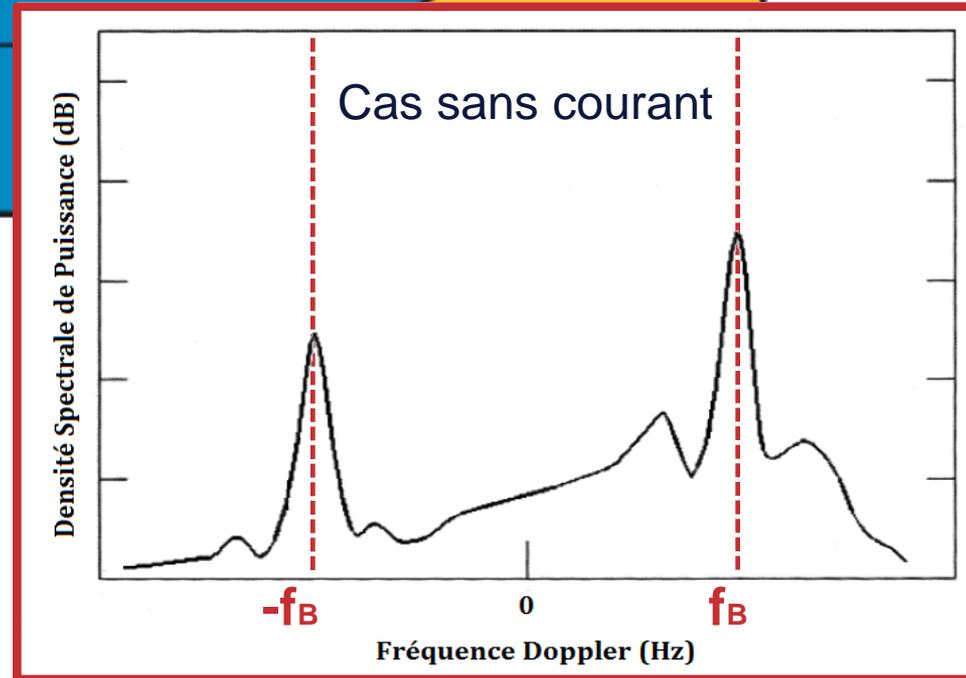
SOMMAIRE

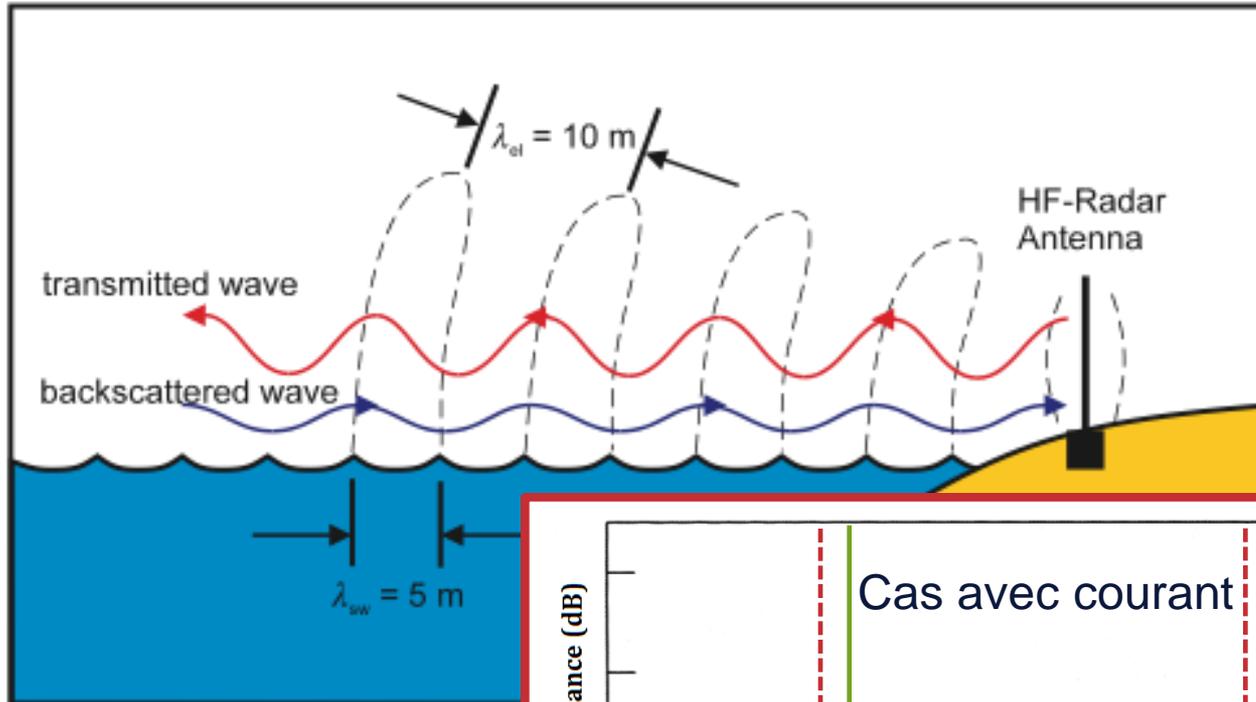
- **ECHELLE RÉGIONALE : MODÉLISATION DU BASSIN MÉDITERRANÉEN**
- **ECHELLE CÔTIÈRE : LA MER D'IVOIRE, COMPARAISON AVEC LES DONNÉES DE RADAR HF (S. JOUSSET, I. MOPIN, G. SICOT, F. DUMAS)**
- **ECHELLE TRÈS CÔTIÈRE : LES PROCESSUS FINE-ÉCHELLE DU DÉTROIT DE GIBRALTAR**



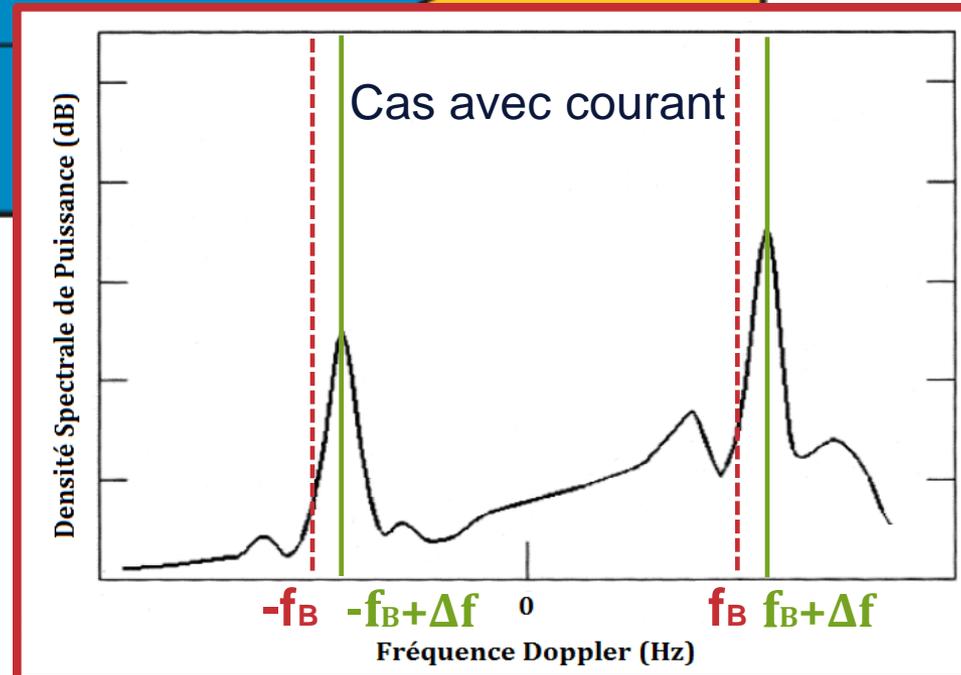


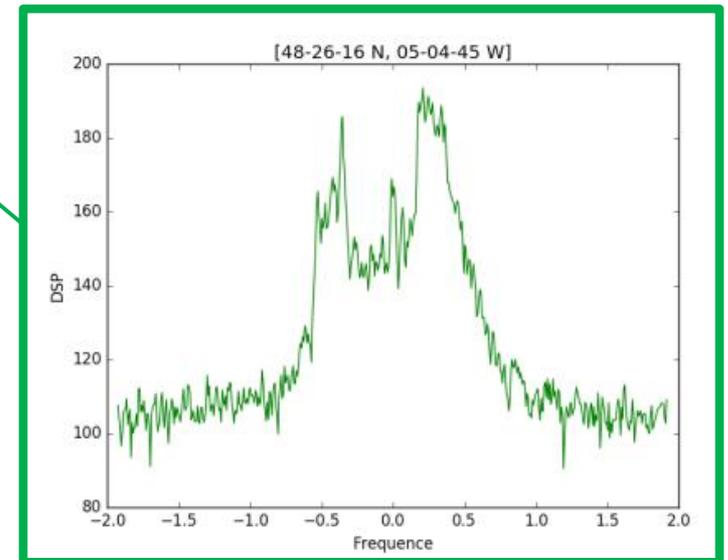
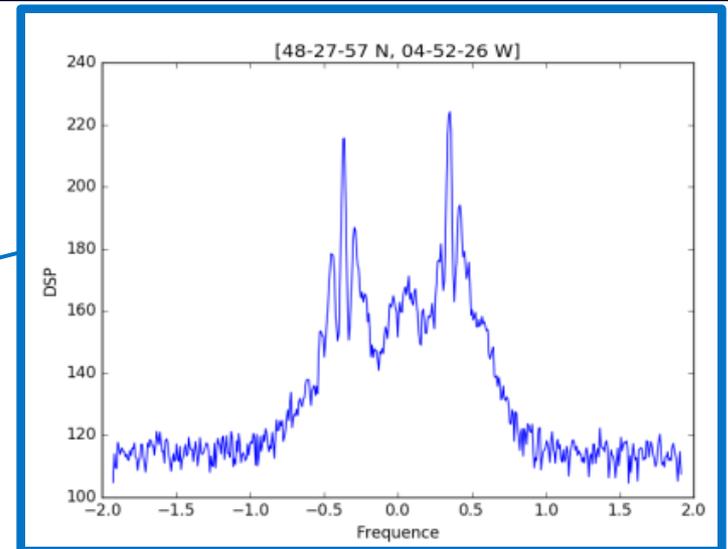
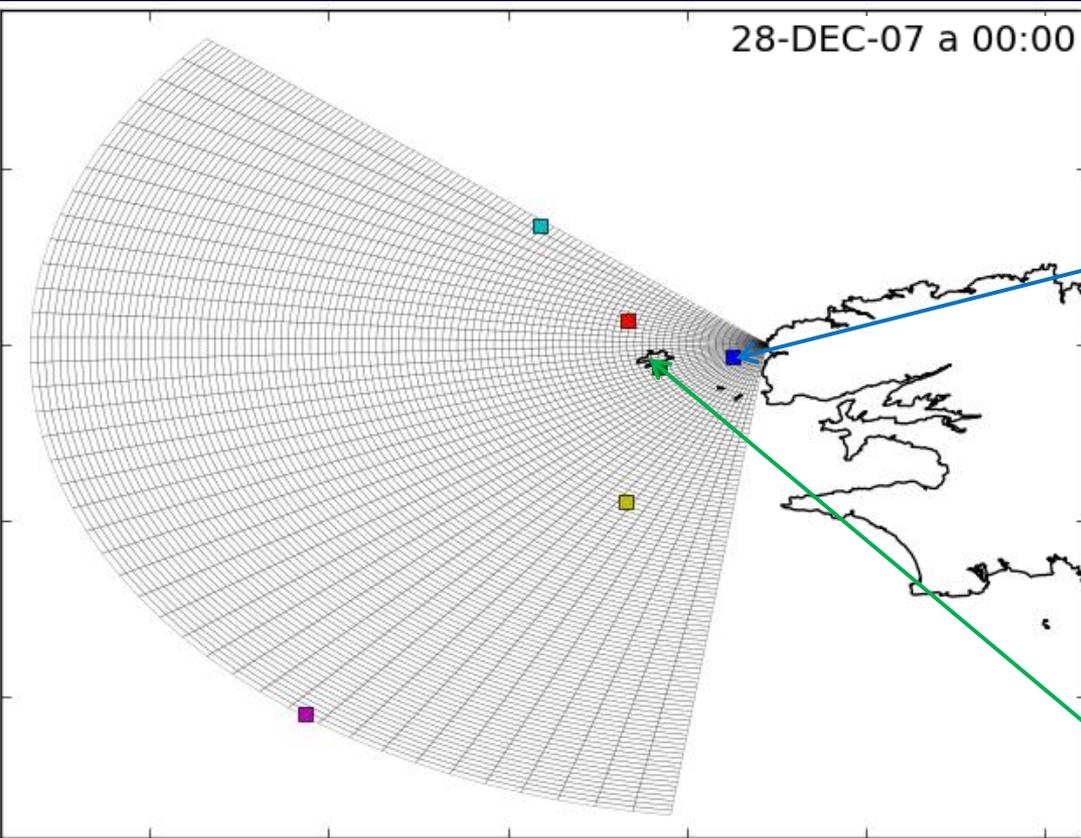
- Le maximum d'énergie est rétrodiffusé par les vagues de Bragg : $\lambda_{vague} = \lambda_{radar}/2$
- 2 pics : pour les vagues de Bragg s'éloignant et se rapprochant du radar





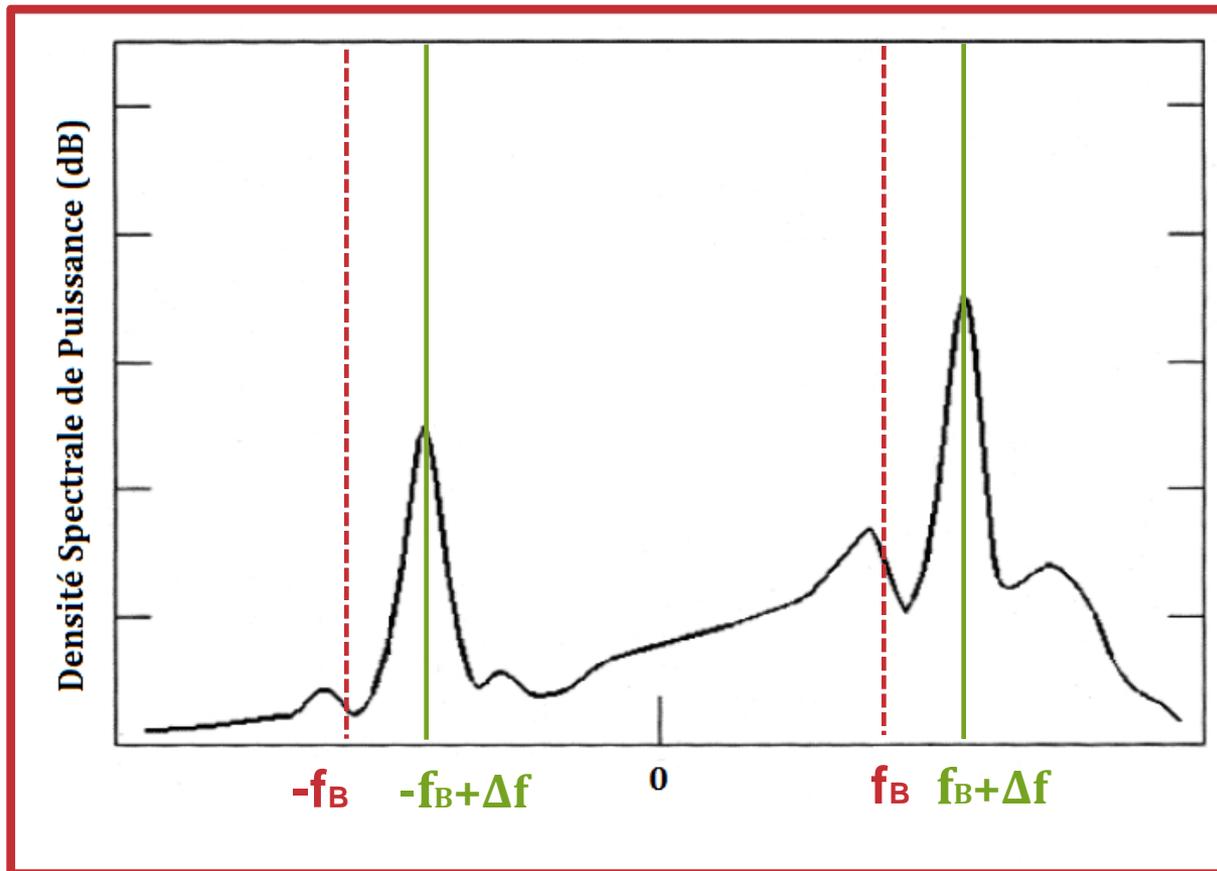
- Le maximum d'énergie est rétrodiffusée par les vagues de Bragg : $\lambda_{vague} = \lambda_{radar}/2$
- 2 pics : pour les vagues de Bragg s'éloignant et se rapprochant du radar



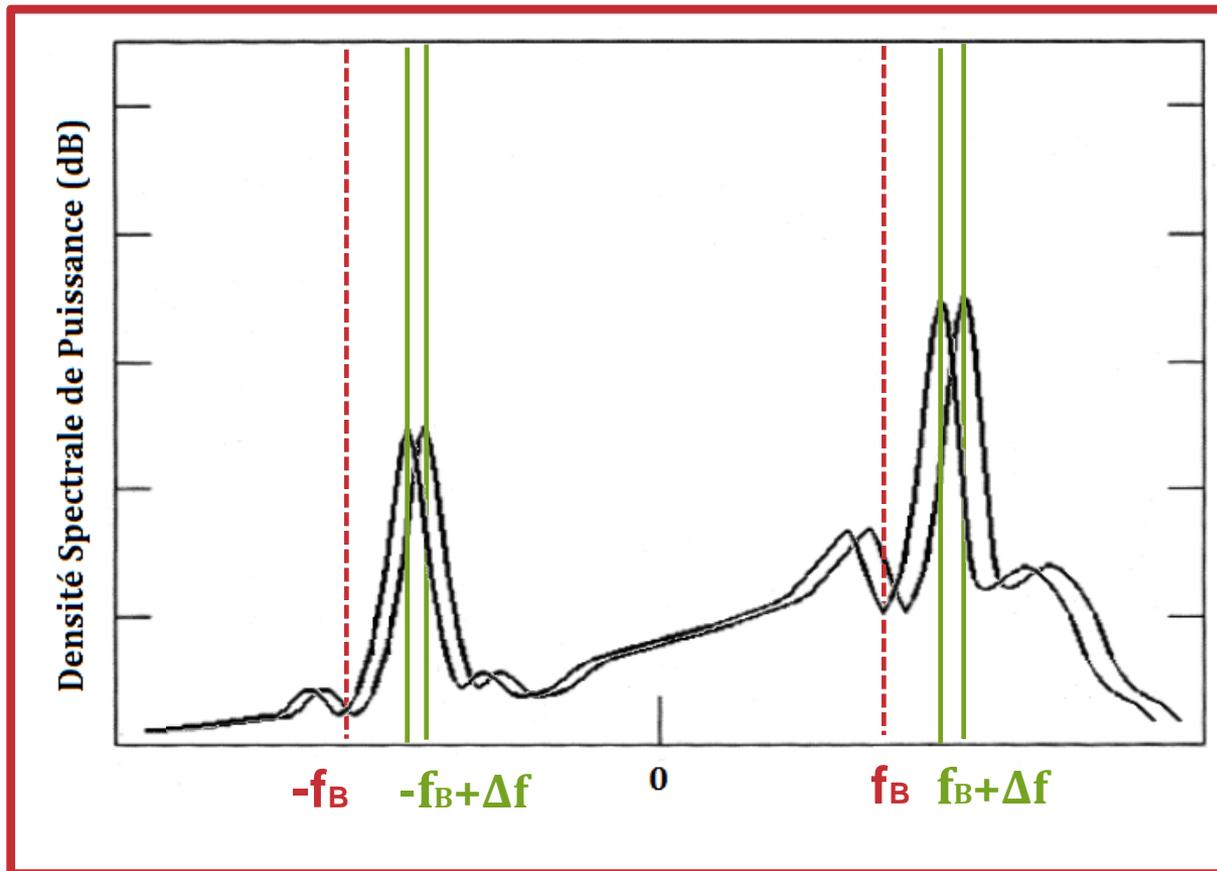


- **Spectre bleu** : spectre idéal, proche du radar (bon rapport signal sur bruit et cellules radar petites)
- **Spectre vert** : le pic est étalé → pourquoi ?

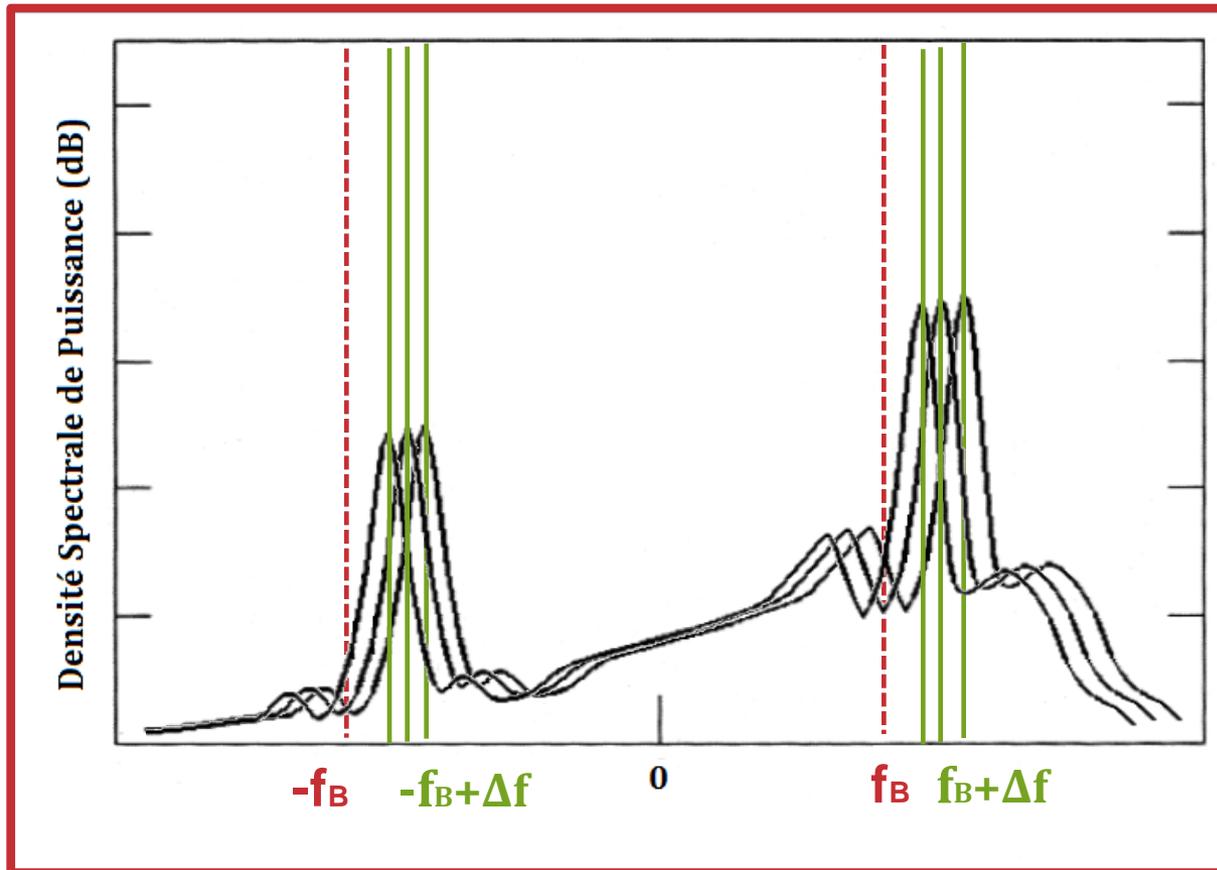
Hypothèse : hétérogénéité des courants dans une cellule radar



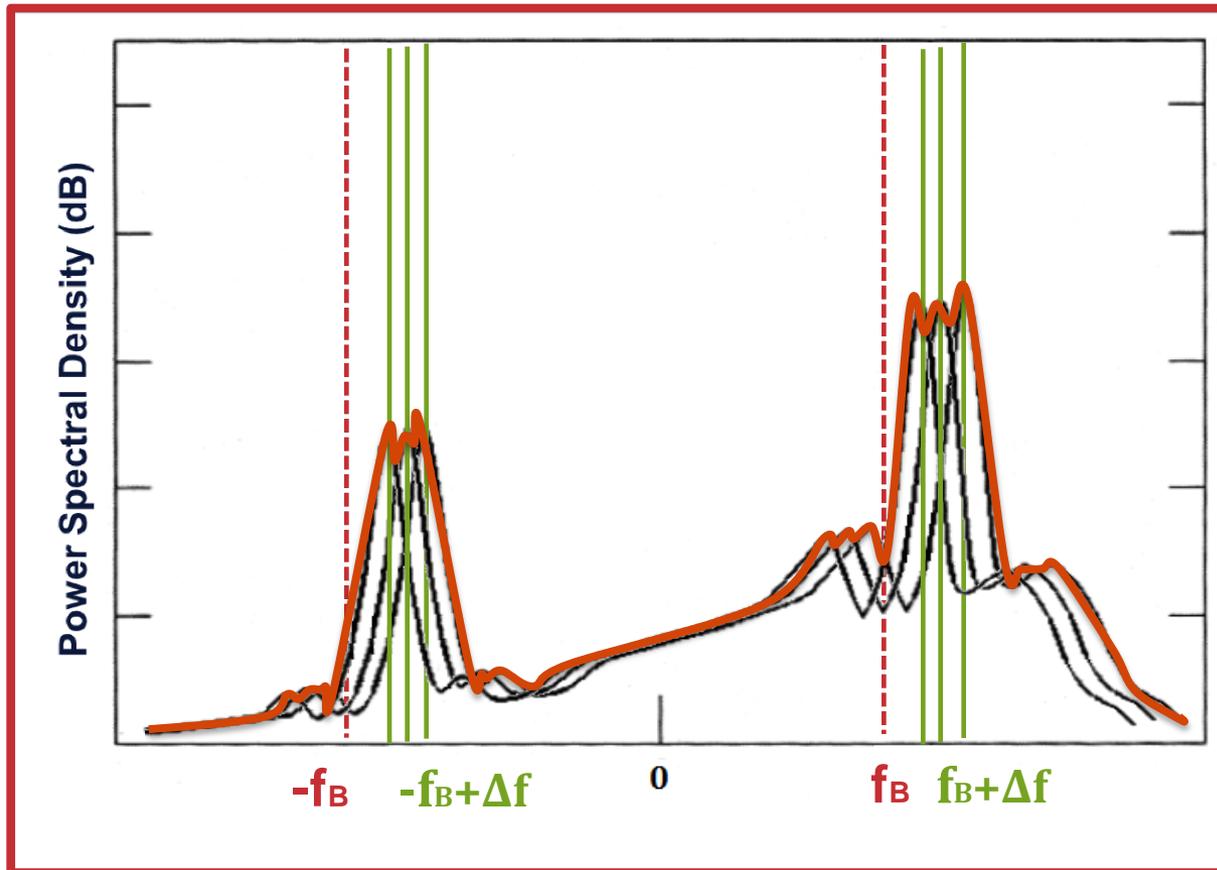
Hypothèse : hétérogénéité des courants dans une cellule radar



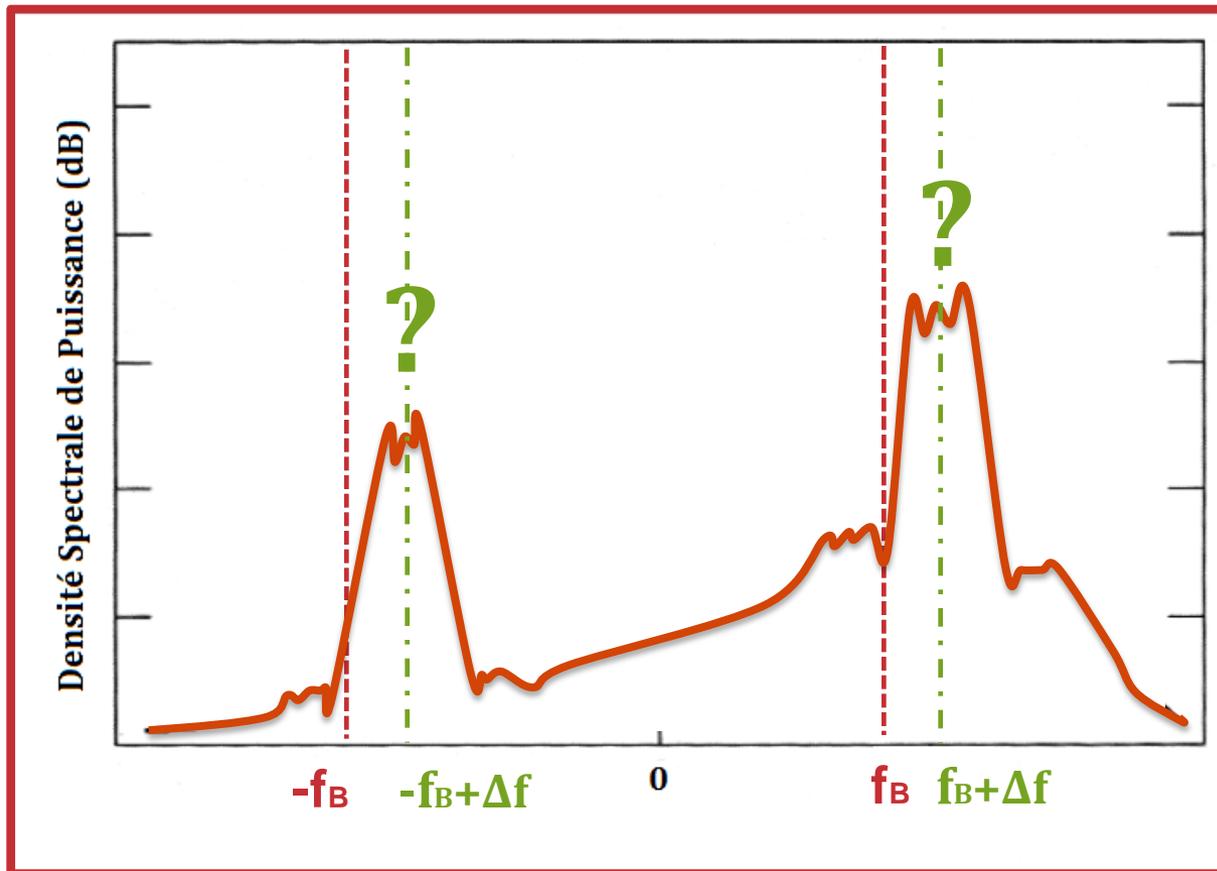
Hypothèse : hétérogénéité des courants dans une cellule radar



Hypothèse : hétérogénéité des courants dans une cellule radar

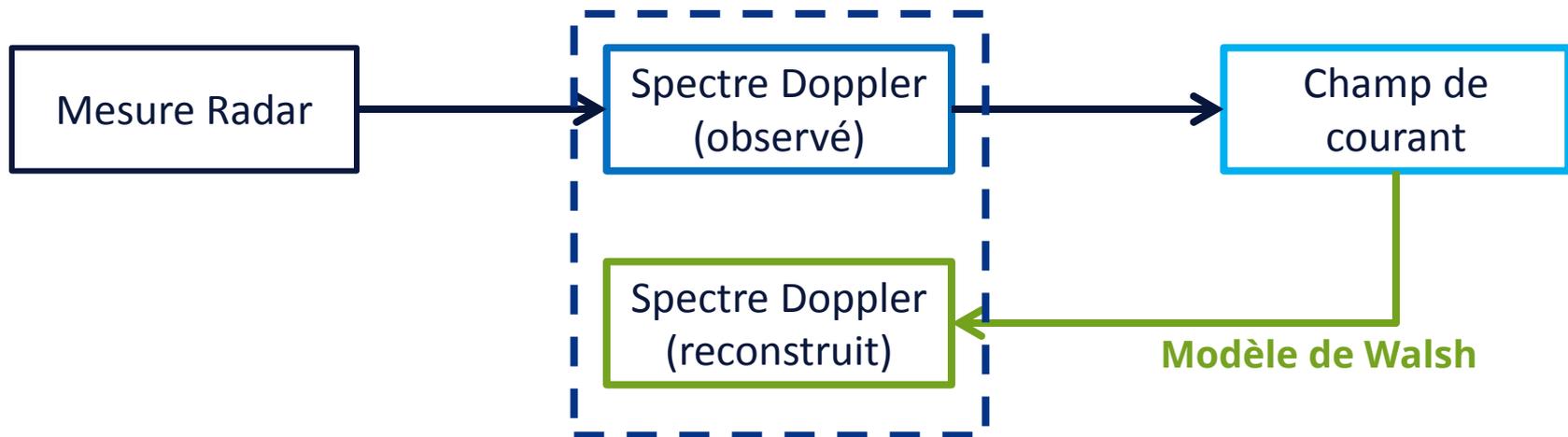


Hypothèse : hétérogénéité des courants dans une cellule radar

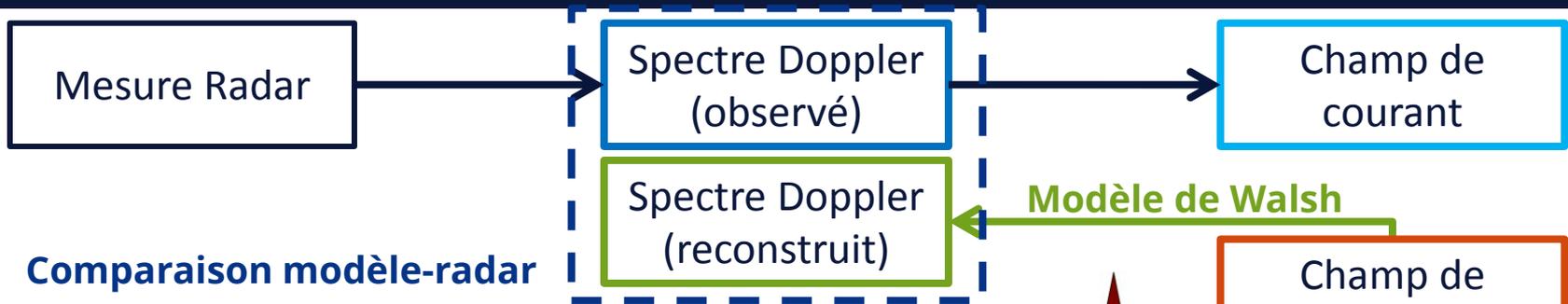


- Comment définir le maximum ? Faut il conserver le maximum ?
- Peut on extraire plus d'informations de la données radar électromagnétique enregistrée ? A plus haute résolution ?

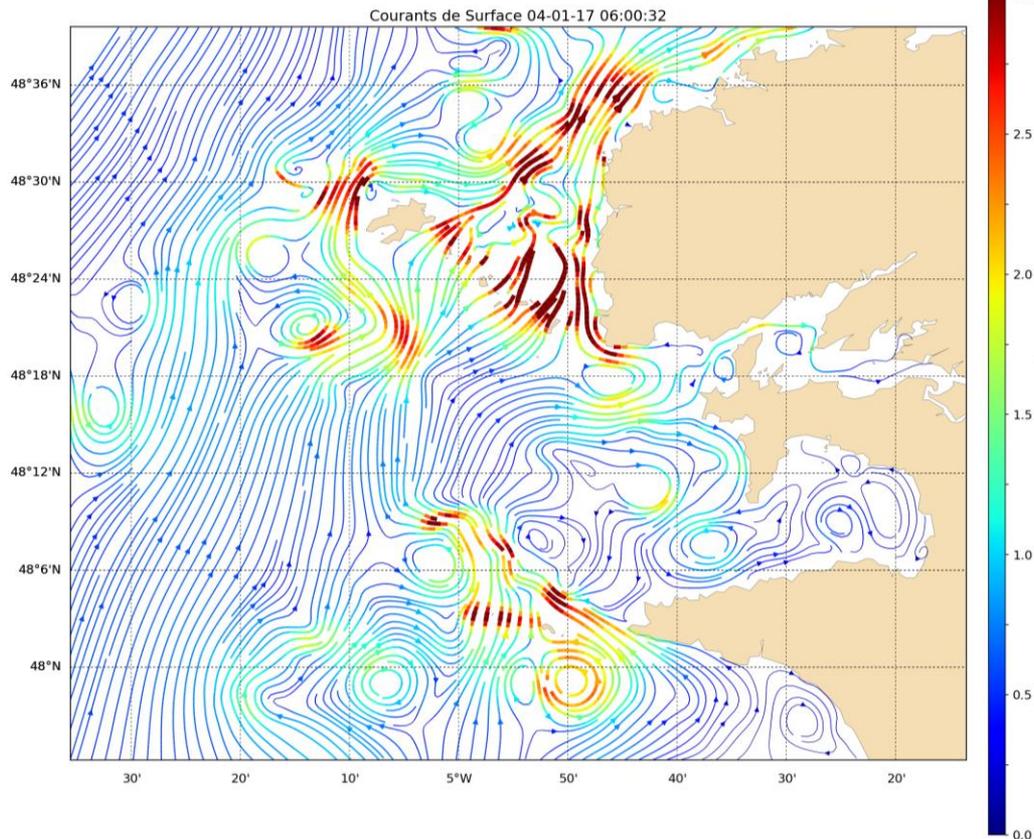
- Peut on réussir à obtenir plus d'information de la donnée électromagnétique enregistrée, à plus haute résolution ?
- Peut on mieux qualifier la donnée courant ?
- **Modèle de Walsh : modéliser un spectre Doppler à partir d'un courant**



Comparaison -> Estimation d'une erreur de mesure (P.-A. Machard)



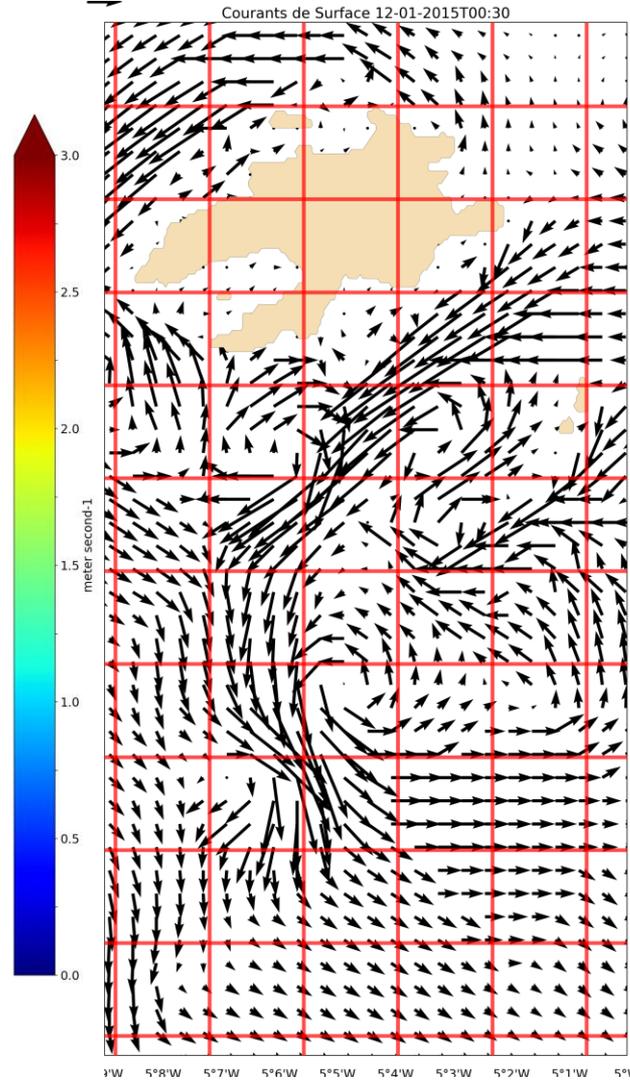
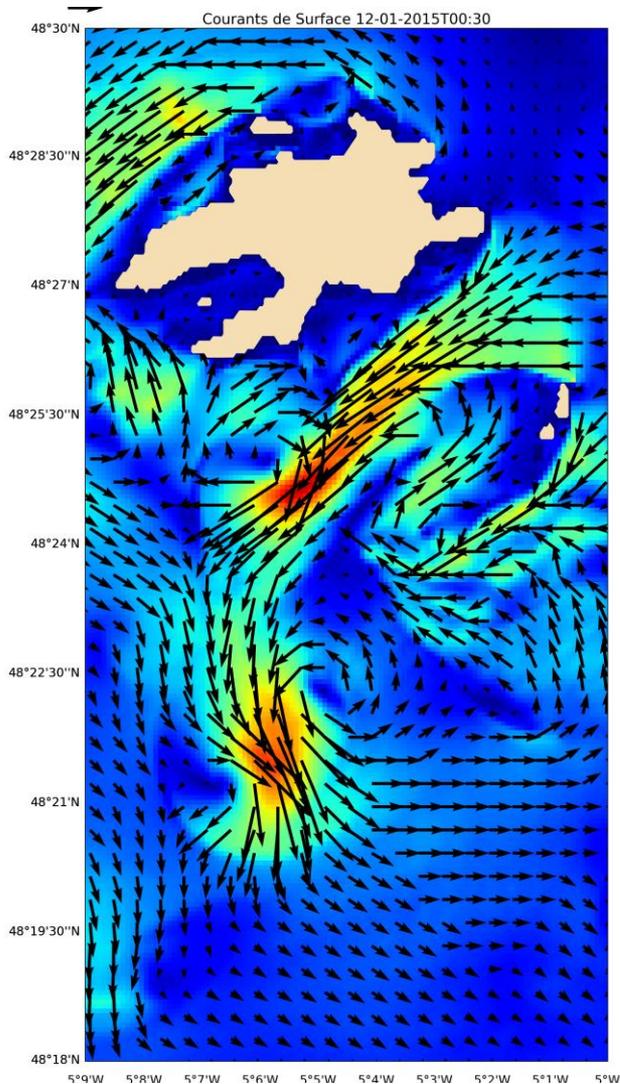
Comparaison modèle-radar



Configuration CROCO sur la mer d'Iroise à 100m

Contributions à la variabilité spatiales des courants

- **Activité tourbillonnaire**
- **Bathymétrie**
- **Vent**



- **Résolution 100m :**
 - 1671 x 1336 points de grille horizontaux
 - 20 niveaux verticaux
- **Modélisation numérique de périodes de références (10 périodes de 25h)**
- **Très haute résolution pour l'évaluation de la variabilité sous-grille Radar HF.**

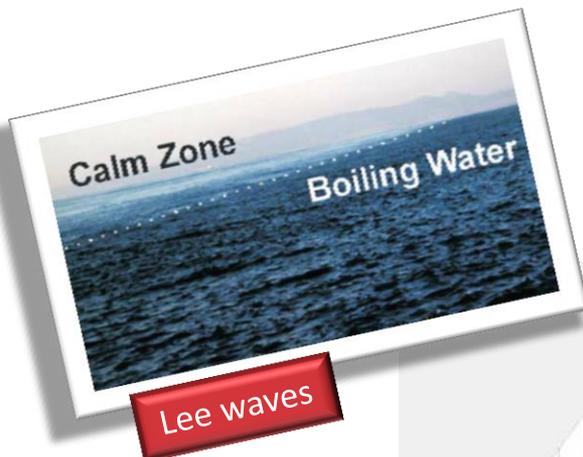
 Grille radar

SOMMAIRE

- **ECHELLE RÉGIONALE : MODÉLISATION DU BASSIN MÉDITERRANÉEN**
- **ECHELLE CÔTIÈRE : LA MER D'IVOIRE, COMPARAISON AVEC LES DONNÉES DE RADAR HF**
- **ECHELLE TRÈS CÔTIÈRE : LES PROCESSUS FINE-ÉCHELLE DU DÉTROIT DE GIBRALTAR (L. BORDOIS)**



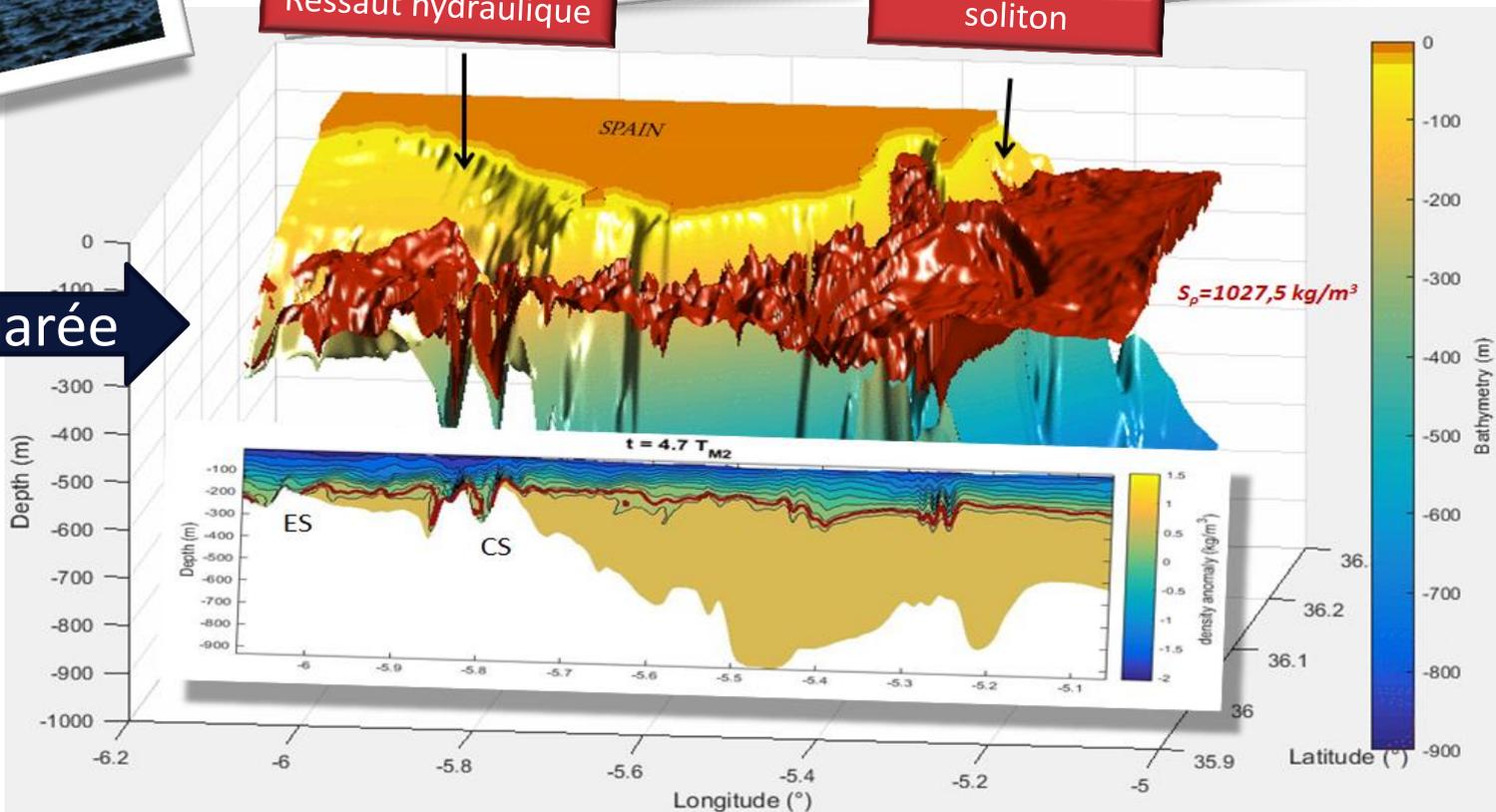
PROCESSUS FINE-ÉCHELLE DANS LE DÉTROIT DE GIBRALTAR



Ressaut hydraulique



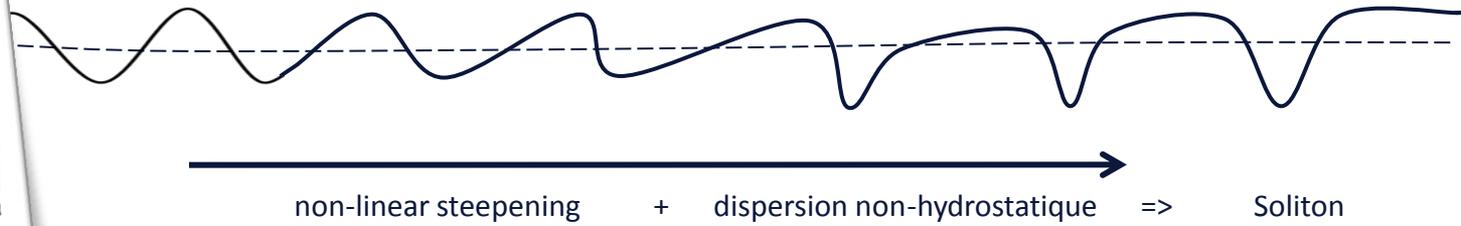
soliton



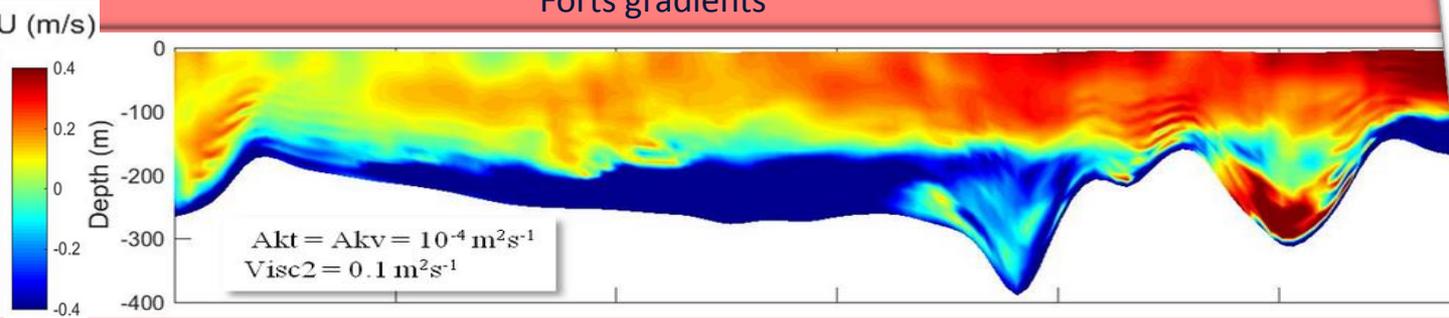
Algorithme non-hydrostatique



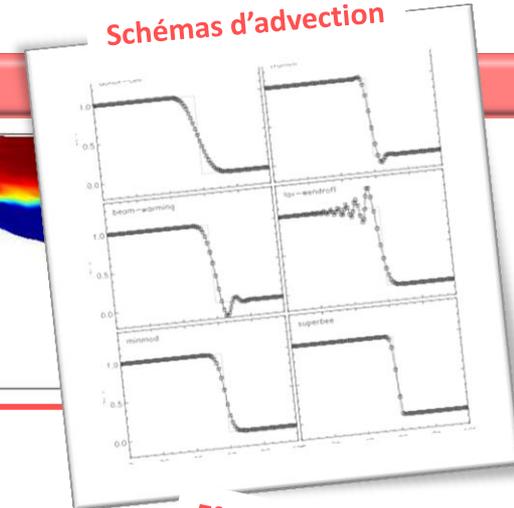
Processus Non-hydrostatiques



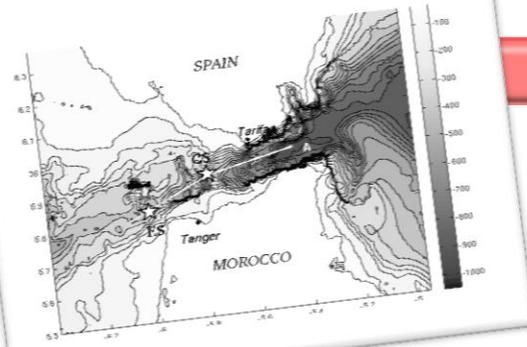
Forts gradients



Schémas d'advection



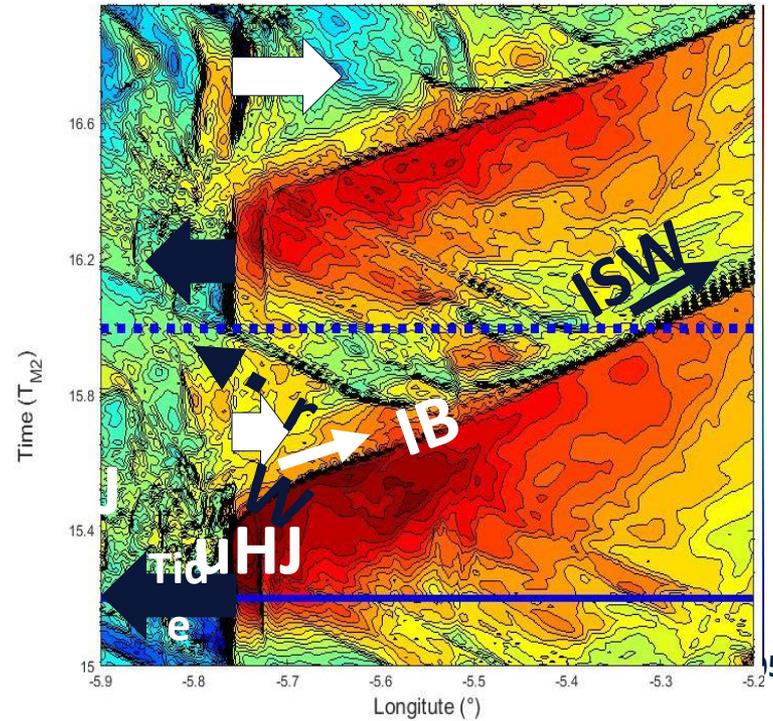
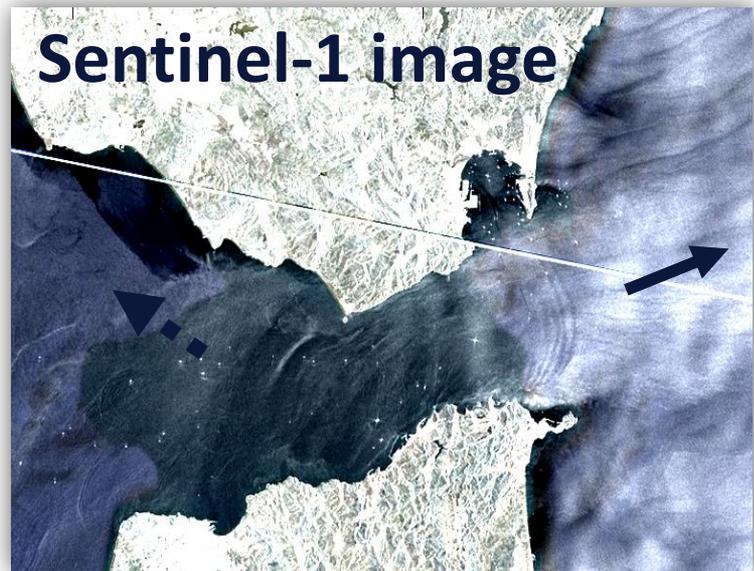
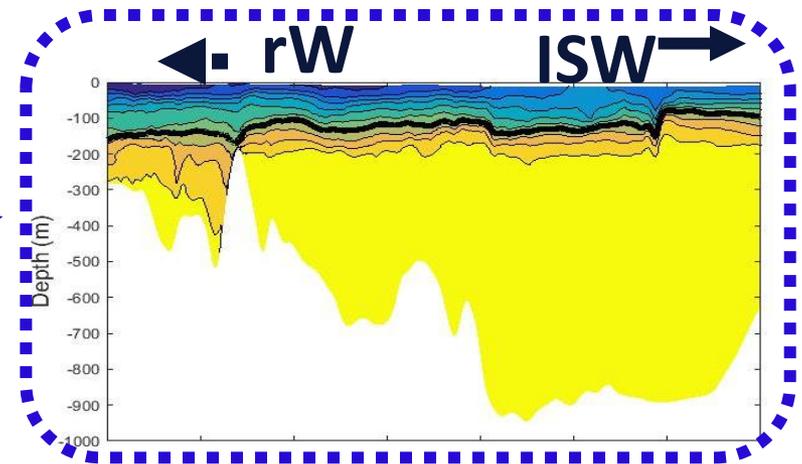
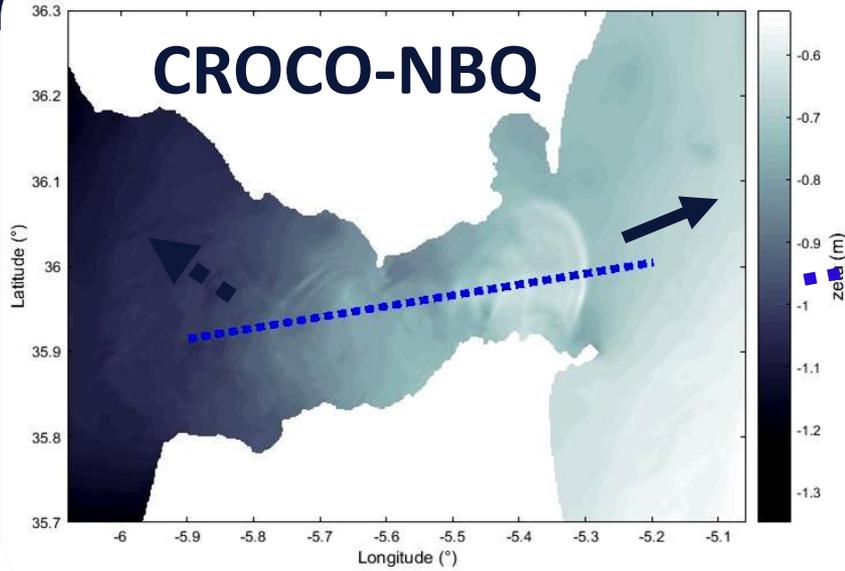
A Monotone-Integrated Large Eddy Simulation



Processus de petites échelles (10 m => 1 km)

La nature dispersive du schéma d'advection monotone est utilisée pour produire un modèle implicite de turbulence.

Efficacité de l'algorithme



MERCI !

