



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



# LES RENCONTRES DE LA FLOTTE Océanographique FRANÇAISE



# TRAITEMENT DES DONNÉES SONAR

Protocoles et nouvelles méthodes de  
traitement de la réflectivité

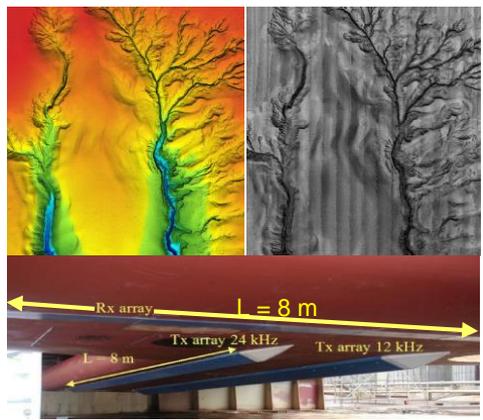
Laurent BERGER, Naig Le Bouffant, Ridha Fezzani et Lucie Somaglino

01/04/2020

# Sonars et applications sur la flotte

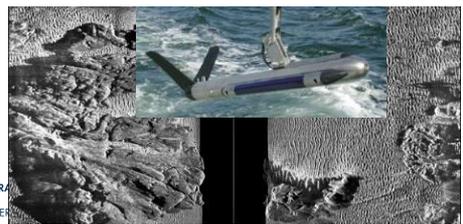
## Cartographie des fonds

- Sondeurs multifaisceaux de mesure du relief et de la réflectivité



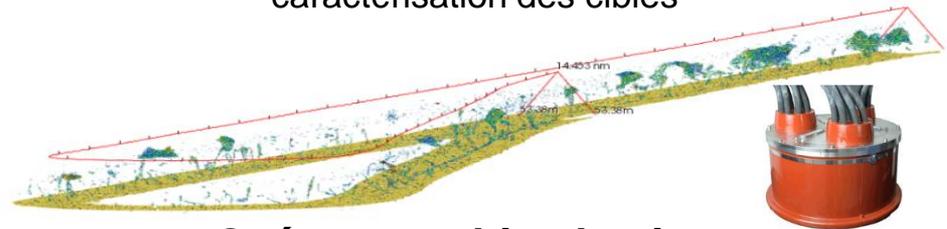
## Imagerie détaillée des fonds

- Sonar latéral à haute résolution



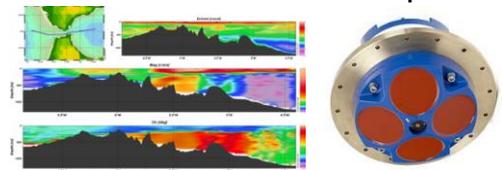
## Observation quantifiée de la colonne d'eau

- Sondeurs calibrés pour l'estimation d'abondance et la caractérisation des cibles



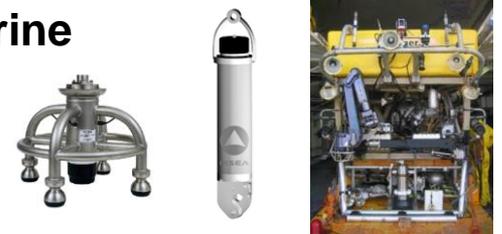
## Océanographie physique

- Courantomètres acoustiques



## Intervention sous-marine

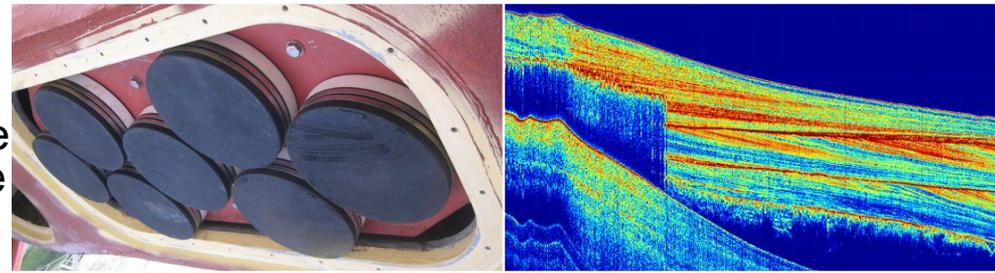
- Communication
- Télécommande
- Positionnement



# Sonars et applications sur la flotte

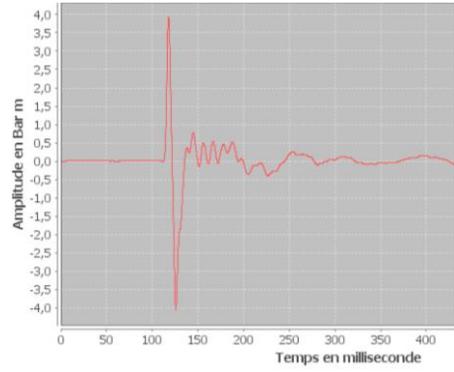
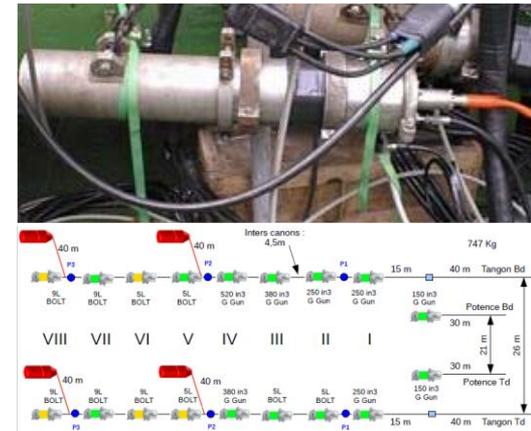
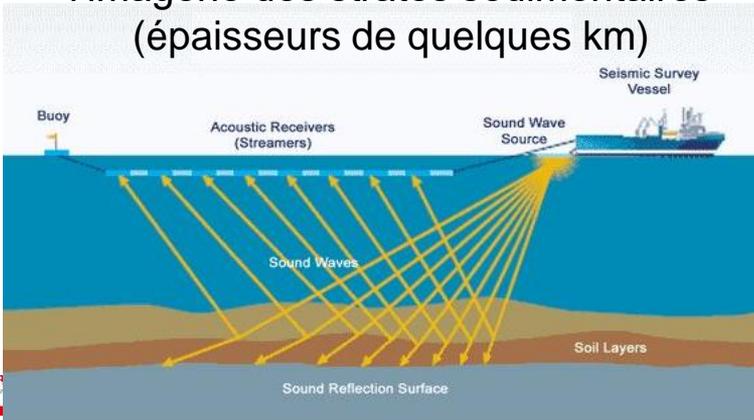
## Investigation du sous-sol superficiel

- Sondeurs de sédiments pour l'imagerie des strates sédimentaires (épaisseurs de quelques dizaines de m)



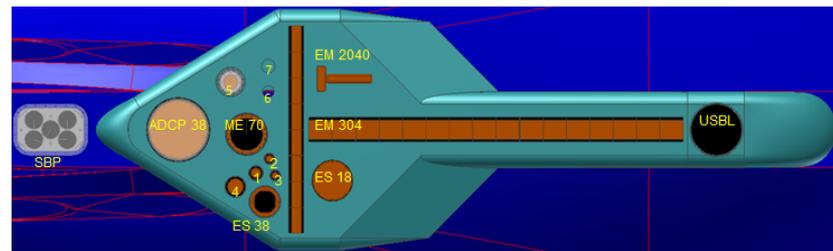
## Investigation du sous-sol profond

- Systèmes de sismique marine pour l'imagerie des strates sédimentaires (épaisseurs de quelques km)



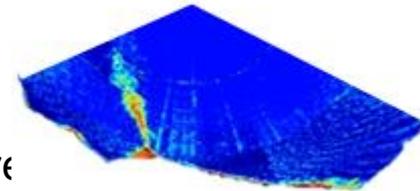
# Convergence des systèmes sonars

- Les sondeurs de cartographie des fonds sont dotés d'une option colonne d'eau
  - Le Sondeur Multifaisceau Halieutique développé pour la colonne d'eau a une option bathymétrique sur les navires Thalassa et Europe
  - Le sondeur monofaisceau EK80 a maintenant une version ADCP en cours d'évaluation à NSE
- 
- => Déluge de données acoustiques sur la flotte océanographique
  - => Nécessité d'une stratégie d'acquisition avec un ou plusieurs sonars
  - => Nécessité d'automatiser les traitements
  - => Besoin d'un format commun des données sonars pour échanger entre les différents outils de traitement des données



# Stratégie d'acquisition des données

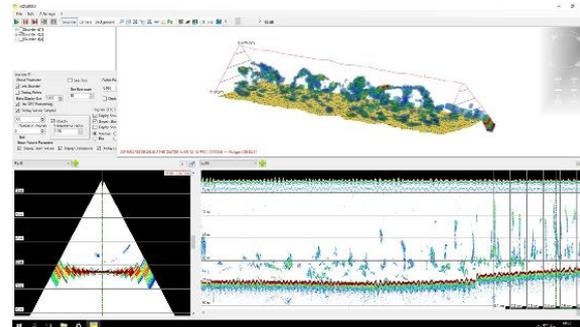
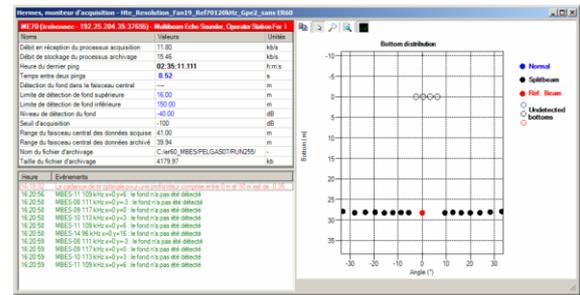
- Les sonars sont des systèmes d'observation uniques à larges échelles spatiales et temporelles
- Actuellement utilisés pour cartographie par navire et décision d'échantillonnage sur événement (carottage, échantillonnage biologique par filets, plongée ROV, CTD, ...)
- Nouvelles stratégies multi-plateformes avec levé navire ou drone de surface puis levé AUV ou sonar sur profileur/CTD instrumentée
- Calibration des sonars pour délivrer des grandeurs absolues pouvant être comparées entre plateformes et entre campagnes
- Définition de protocoles de mise en œuvre adaptés à chaque type de mission (bathy/colonne d'eau, courantomètre/colonne d'eau, bathymétrie/sondeur sédiments ...)
- Développement d'outils de suivi d'acquisition, de qualification et de traitement des données à large échelle



# Stratégie d'acquisition des données navires

## Exemple sondeurs colonne d'eau (EK80/ME70) - Campagnes PELGAS

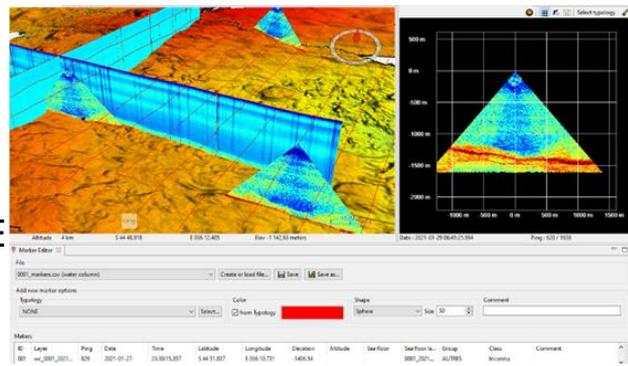
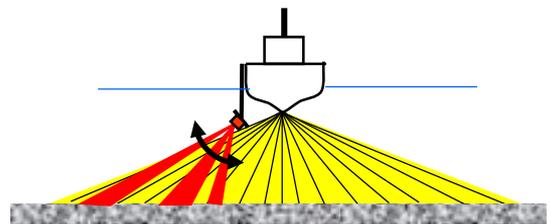
- Etalonnage pré-campagne en réflectivité sur bille
- Configurations centralisées prédéfinies - logiciel Hermes
  - Côte/Large, CW/FM
- Scénarios de synchronisation – système OSEA
- Contrôle acquisition – logiciel Hermes
  - Interface unique pour tous les sondeurs colonne d'eau
  - Détection du fond et cadence de tir
  - Contrôle qualité temps réel
- Formatage standard (HAC/NetCdF) – logiciel Hermes
  - Echange des données entre logiciels Ifremer
  - Echange des données entre organismes dans le cadre de collaborations
- Visualisation temps réel 3D des données acquises – logiciel Movies3D
- Scripts Python de traitements automatique des données EK80



# Stratégie d'acquisition des données navires

## Exemple sondeurs bathymétrie (EMXXX ou ResonXXX)

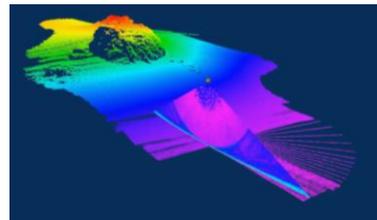
- Etalonnage pré-campagne en bathymétrie (patch test)
- Etalonnage pré-campagne en réflectivité sur zone de référence
  - SMF ME70 et EM2040
- Scénarios de synchronisation – système OSEA
- Contrôle acquisition – logiciel constructeur
- Formatage standard (MBG/NetCDF) – logiciel GLOBE/Sonarscope
  - Echange des données entre logiciels Ifremer
  - Echange des données entre organismes dans le cadre de collaborations
- Visualisation rapide données – logiciel TINARS/Sonarscope/GLOBE
  - Statistiques sur la qualité des données
  - Produits cartographiques sur le fond et dans la colonne d'eau



# Stratégie d'acquisition des données engins

- Visualisation 3D temps réel sur ROV:

- Bathymétrie, réflectivité
- Couverture optimale d'une zone



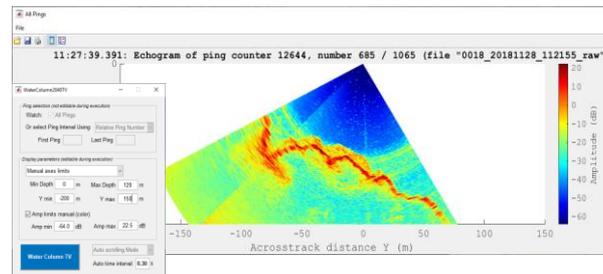
- Optimisation de la configuration / qualité donnée sur AUV

- Post-traitement auto de la donnée en sortie de plongée: Logiciel Echoscans2040
- mise en évidence en cours de mission erreurs de config / sondeurs, soucis de qualité de la donnée

- Aide au dépouillement

- Rapport / tableau opérateur récapitulatif de l'ensemble des données
- Visu rapide colonne d'eau: WaterColumn2040TV

File Name	Ser files				Transceiver Status - Errors Nb per file										Config. differences versus Ref										Substitution modes		Serial Nbrs		
	No Ex/Trig	CPU %/Wan	MB Veloc/Not Val	HF bat of Range	Com Error Tx	Com Error Rx	Com en IC20AD Master	Com en IC20AD Slave	Com en CGSAP send	Com en CGSAP recv	Roll Change Tx	Roll Change Rx	Tx Rx	Pressure	Proton	M-ton	Other not recorded.	Val of 1: abs. 2: meanval	Pitch of 1: abs. 2: meanval	Heading Error type	PU	Tx	Rx						
0001_20180208_102037_raw	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Medium	105	116	215					
0002_20180208_102440_raw	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Medium	105	116	215					
0003_20180208_102919_raw	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Medium	105	116	215					
0004_20180208_104415_raw	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Medium	105	116	215					
0005_20180208_105918_raw	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Medium	105	116	215					
0006_20180208_201220_raw	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Medium	105	116	215					
0007_20180208_202721_raw	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Medium	105	116	215					
0008_20180208_204000_raw	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Medium	105	116	215					
0009_20180208_205500_raw	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Medium	105	116	215					
0010_20180208_211000_raw	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Medium	105	116	215					
0011_20180208_211500_raw	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Medium	105	116	215					
0012_20180208_212000_raw	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Medium	105	116	215					
0013_20180208_214500_raw	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Medium	105	116	215					
0014_20180208_215500_raw	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Medium	105	116	215					



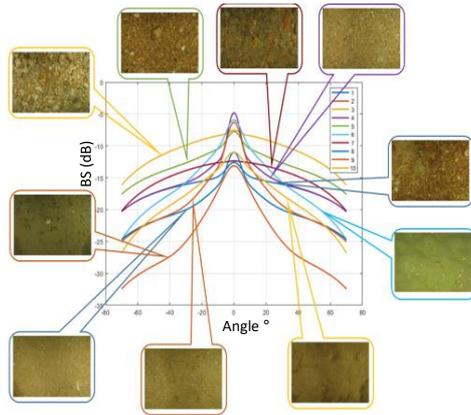
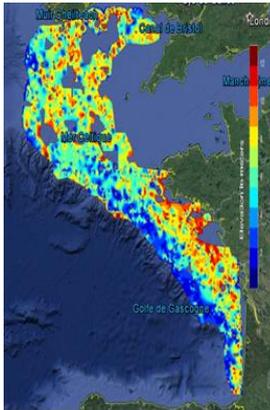
# Méthodologie de traitement des données pour la cartographie des fonds

- Méthodologie existante:
  - Bathymétrie
  - Mosaïque de réflectivité des fonds
  
- Nouvelles méthodes
  - Réflectivité calibrée, multi-fréquence et réponse angulaire => machine Learning
  - Réflectivité très haute résolution avec sonar à ouverture synthétique (SAS) installé sur l'AUV Ulyx
  
- Champs d'application et exemples:
  - Cartographie des habitats benthiques
  - Cartographie des coraux profonds

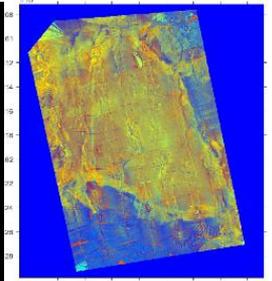
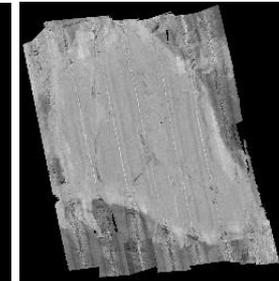
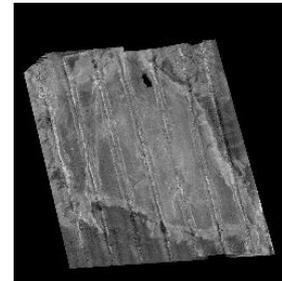
# Méthodologie de traitement des données pour la cartographie des fonds

## ▪ Cartographie à grande échelle (EVHOE et CGFS):

- Exploitation de la réponse angulaire calibrée



## Analyse Multi-spectrale



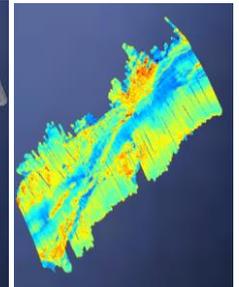
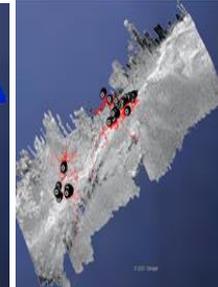
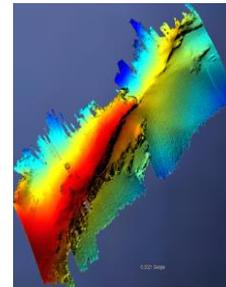
EM122 (12 kHz)

EM710 (70 kHz)

Image multi-spectrale

## ▪ Cartographie des coraux profonds (ChEReef):

- Extraction des paramètres de la bathymétrie, la réflectivité et la colonne d'eau
- vérité terrain
- Machine et Deep Learning



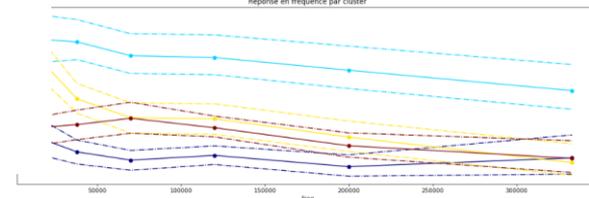
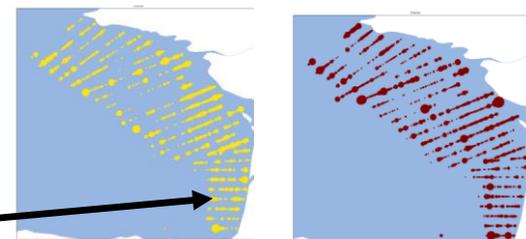
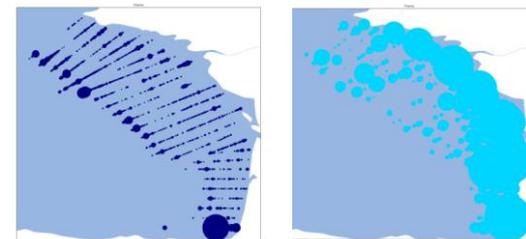
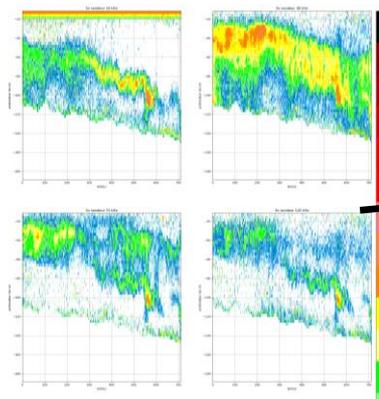
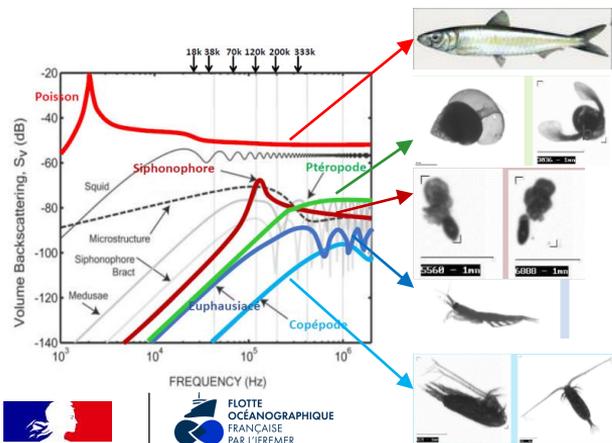
# Méthodologie de traitement des données pour l'observation quantifiée colonne d'eau

- Méthodologie existante:
  - Echotypage manuel des échos et écho-intégration pour calcul d'abondance
  - Pointage des sorties de fluides de fond de mer
- Nouvelles méthodes
  - Classification des cibles automatique par signature spectrale multi-fréquences, apport modélisation
  - Classification des cibles automatique par signature spatiale multifaisceau
  - => machine learning sur gros jeux de données (Datarmor)
- Champs d'application et exemples:
  - Estimation d'abondance poisson/plancton
  - Caractérisation des couches diffusantes biologiques et physiques
  - Cartographie des herbiers côtiers

# Traitement quantifié colonne d'eau

## Exemple détection poisson/plancton campagne PELGAS

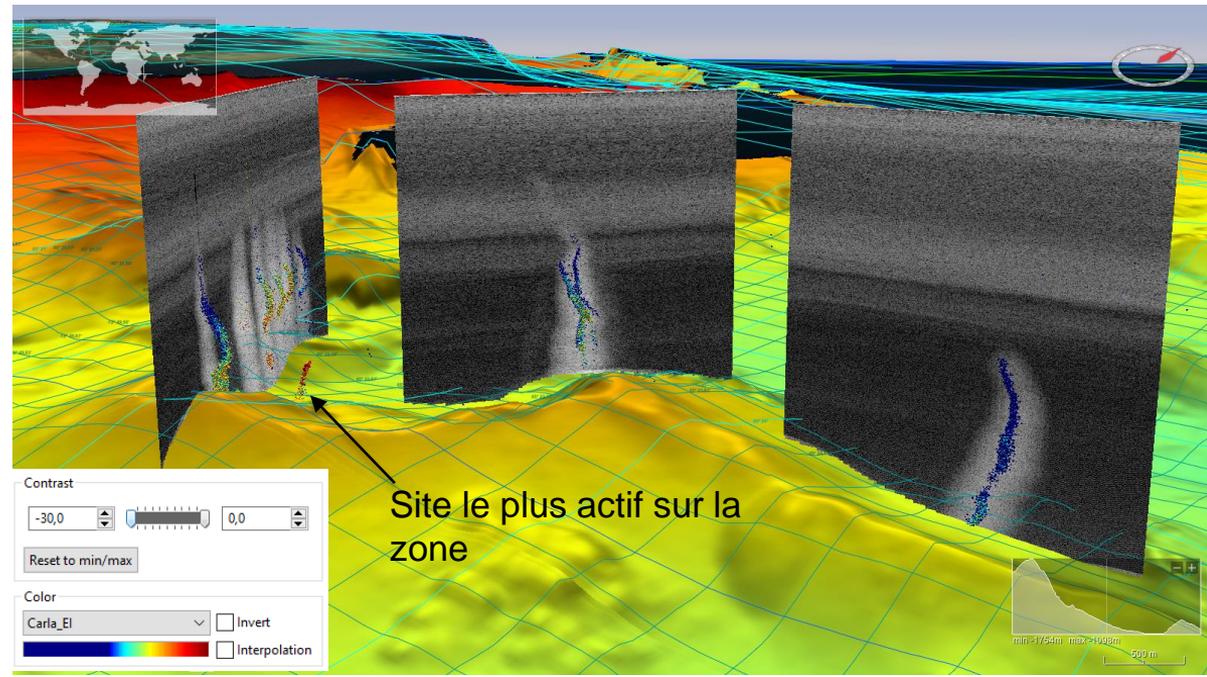
- Acquisition EK80 6 fréquences– Navire Thalassa
- Echo-intégration fine échelle
- Classification réponses en fréquence
- Application Golfe de Gascogne



# Traitement quantifié colonne d'eau

*Exemple détection sortie fluide  
campagne MAYOBS*

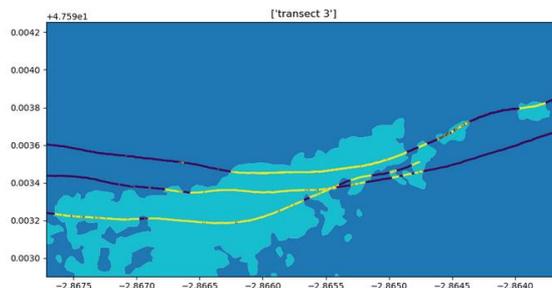
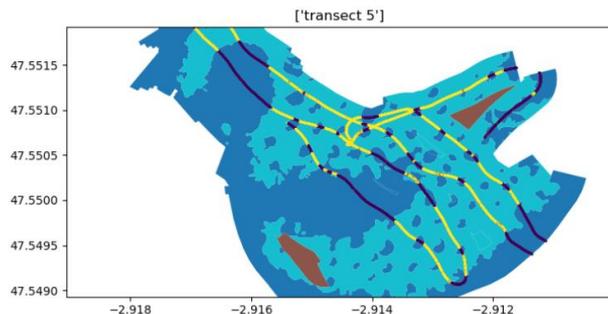
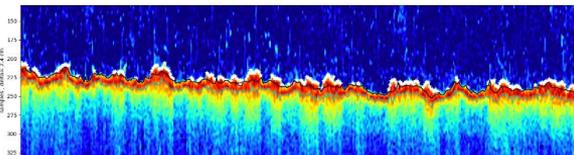
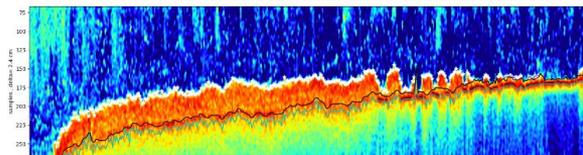
- Acquisition EK80 2 fréquences  
18,38 kHz par 2000m de fond –  
Navire Marion Dufresne
- Détection échos-simples par  
interférométrie 2D
- Approche quantifiée de la  
dynamique des sorties lors de  
passages successifs



# Traitement quantifié colonne d'eau

*Exemple détection des zones d'herbières de zostères (projet MARHA)*

- Acquisition EK60 – Vedette *Haliotis*
- Développement M3D/Python de détection de fond adaptée
- Echo-intégration et extraction d'attributs
- Entraînement d'un classifieur Random Forest
- Application sur le Golfe du Morbihan



# Conclusion

## Points de développement actuels:

- Les équipements acoustiques traditionnellement dédiés à certains types d'acquisitions s'étendent aux domaines transverses (imagerie des fonds, bathymétrie, colonne d'eau, courants)
- On assiste à un décloisonnement des disciplines scientifiques qui pour répondre à une question plus globale n'hésitent pas à mettre en oeuvre plusieurs équipements
- Travail sur la standardisation:
  - des protocoles d'acquisition
  - des formats de données
  - des traitements

Pour permettre l'interopérabilité des équipements et des plateformes, la coopération entre instituts et entre domaines scientifiques

- **Outils logiciels diffusés pré/post-campagne (session dédiée)**
- Volonté de mise à disposition de modules de traitement opérationnels validés pour développement de chaînes de traitement dédiées à des applications spécifiques par les utilisateurs (scripts Python)