



SEMANTIC TS



CART OCEAN

Bureau d'études en Environnement Océanographie Acoustique

Cartographie 3D par fusion multi-capteurs & Réseaux de Surveillance du milieu marin

Claire NOEL

Docteur ingénieur
Directeur scientifique



Claire NOEL
Directeur Scientifique

Simon MARCHETTI

Eric BAUER
Jean-Marc TEMMOS
Rémi RANVIER



Simon MARCHETTI
Responsable Régulation et



Eric BAUER
Responsable Mesures et Modélisation



Jean-Marc TEMMOS
Directeur

Pierre BOISSERY



Michel COQUET



Michel COQUET
Ingénieur Acoustique



SEMANTIC TS

mer|Géo De la côte à l'océan : L'information géographique en mouvement : Aix en P 20-22 Mars 2018

Bureau d'Études en Océanographie Acoustique

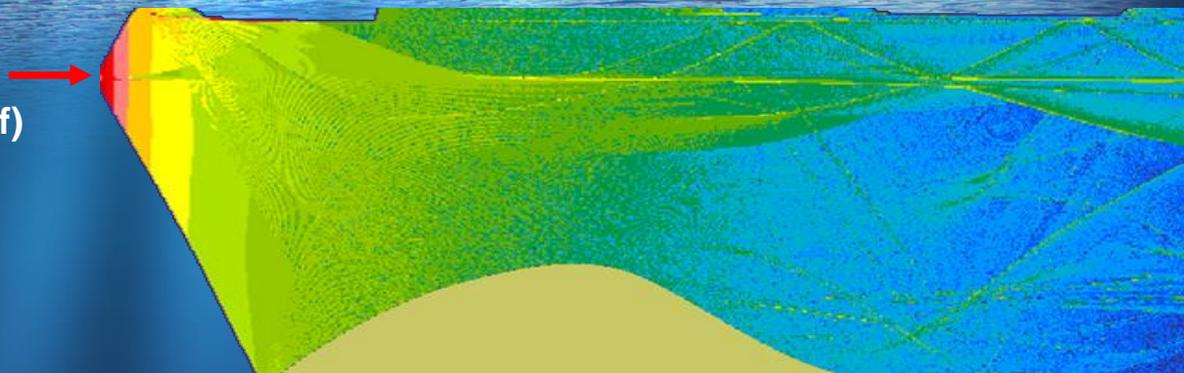
L'équipe de SEMANTIC TS
des professionnels de la technique et de la mer...



SEMANTIC TS – Sanary (Var) Docteur-Ingénieurs Opérateurs sonars Pilotes et plongeurs PRO
Modélisation... Traitement du signal... Instrumentation... Logiciels... Mesures in-situ ... depuis 1993

Bureau d'Études en Océanographie Acoustique

Utilise le son
(émission = actif)
pour inférer
le milieu marin.



Spécialisé en Acoustique Sous-marine et en Traitement du Signal



Défense



Civil & Environnement



Infrastructures Privées

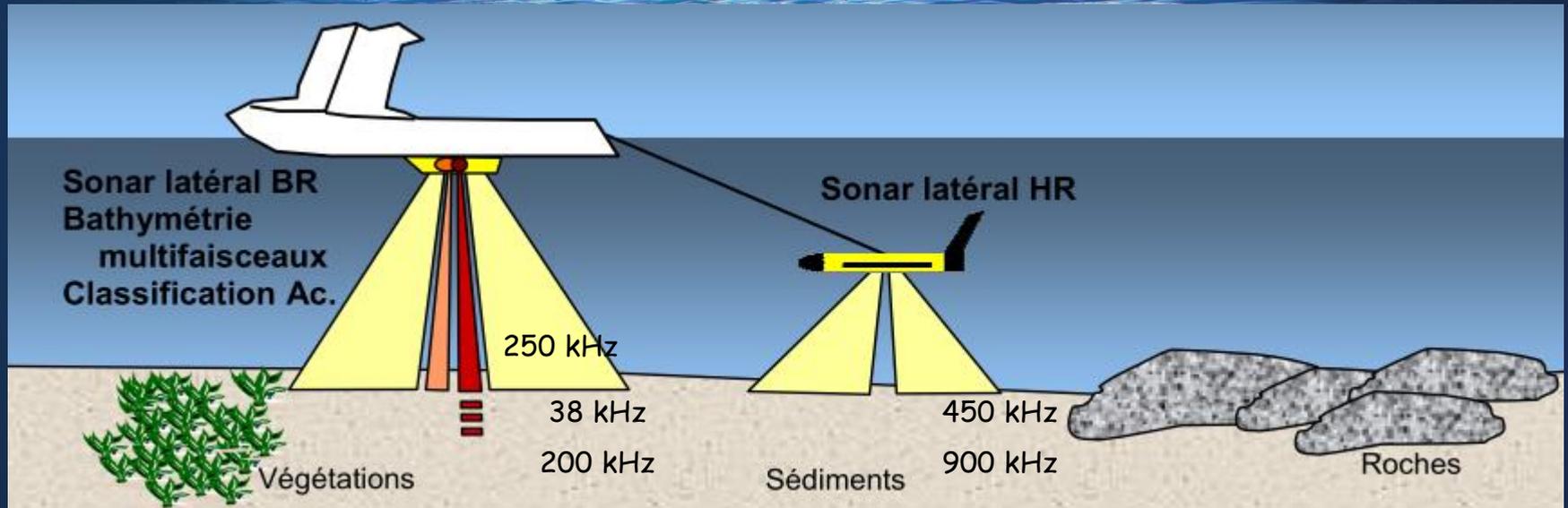
Expression d'un besoin commun de monitoring

Monitoring acoustique de l'environnement

Depuis 2001 :

1. Développement & mise en œuvre
 - de **techniques de monitoring des fonds aquatiques**,
 - utilisant la **fusion des données multi-capteurs**
2. Design de **plateformes légères** de sondage

Monitoring acoustique de l'environnement : principe



- Petites unités océanographiques dédiées
- Side scan sonar et interféromètre, ou multi-faisceaux
disposer de l'imagerie sonar et en même temps la topographie fine
- Méthode de détection et de classification (Vertical Acoustic monitoring) écho sondeur
- Capteurs complémentaires : caméra acoustique, sondeur de sédiment, magnétomètre...

Ces systèmes, fonctionnent à **différentes fréquences**,
et apportent des **informations complémentaires** sur le milieu marin.

... comme pour le corps humain : scanner, IRM, radio, prélèvement ...

Plate-formes légères pour l'acquisition multi-capteurs

Mise au point d'un mini-navire océanographique

spécialement dédié aux sondages des fonds marins

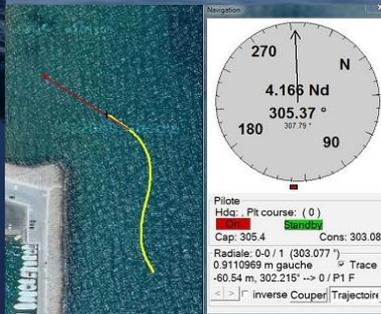
Petit navire océanographique



Le SEMANTIC :

Navire professionnel équipé
Capable de délivrer l'électricité
dont il a besoin pour alimenter les
appareils de mesures

Cabine et protections amovibles
Réseau Internet à bord!





Déploiement
de sonars remorqués



Centrale Attitude :
2 GPS RTK
couplés à une
Centrale Inertielle



Centrale de navigation
Centrale d'acquisition



Le SEMANTIC :
Navire de Charge
4^e cat. Professionnelle
Charge utile : 1000 kg
Tirant d'eau : 30 cm
Longueur : 6.40 m
Moteur : 135 CV
Puissance : 1kW (24/24)



Senseurs acoustiques

Mono faisceau Simrad ES 60
Interféromètre Geoaswath+
Capteur célérité Valeport

Profilleur de célérité Valeport P



Gabarit Routier
Automobile

Positionnement dynamique précis du navire

→ Centrale d'attitude inertielle CODA Octopus couplée à 2 GPS RTK centimétriques

Utilisation de sonars de nouvelle génération → ping rate élevé → haute résolution

Acquisition & fusion multi-capteurs



Développement d'un logiciel « Chef d'orchestre » : son rôle : cadencer les mesures : acquisitions, communications, enregistrements

Développement d'un SIG spécifique intégrant

- le traitement des différentes données acoustiques
- le géo-référencement (même centrale d'attitude), avec même base-temps
- la fusion de leurs informations

Plate-formes légères ...

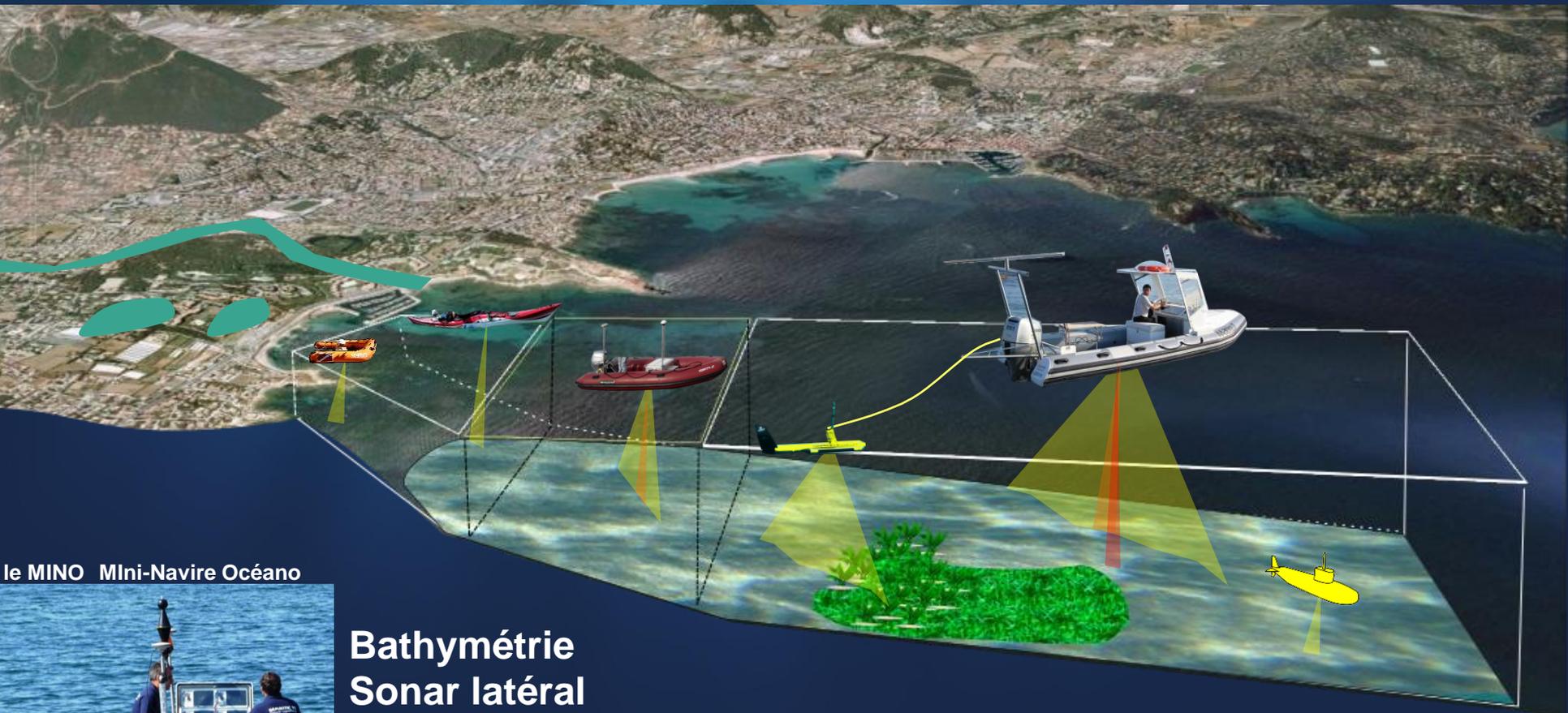
de la côte à l'océan ...

Lagune Etang

Rivière Fleuve

Très petits fonds

Mer



le MINO Mini-Navire Océano



Bathymétrie
Sonar latéral
Classification acoustique

Développement d'un Mini SACLAF



SEMANTIC TS

**UNDERWATER ACOUSTICS and
OCEANOGRAPHY SINCE 1993**

EBCEM



ADEME

Investissements d'avenir "InitiativePME"

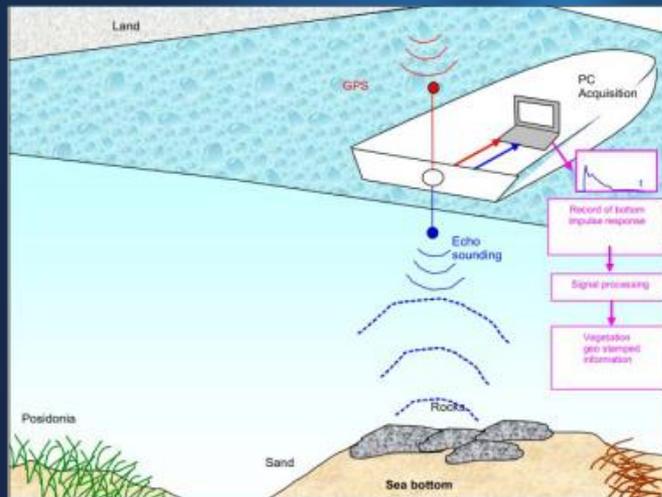
SCARAB AND HALIUTIC MONITORING MADE EASY

Classification acoustique de l'environnement

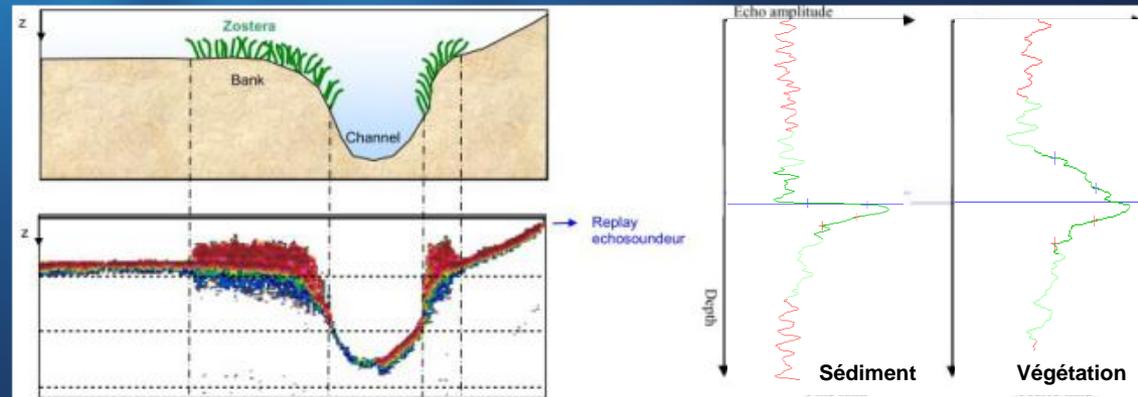
Développement d'un **SACLAF** innovant

Systeme Acoustique de CLAssification des Fonds

Principe du SACLAF : Acquisition & Analyse du signal réfléchi dans la colonne d'eau et sur le fond

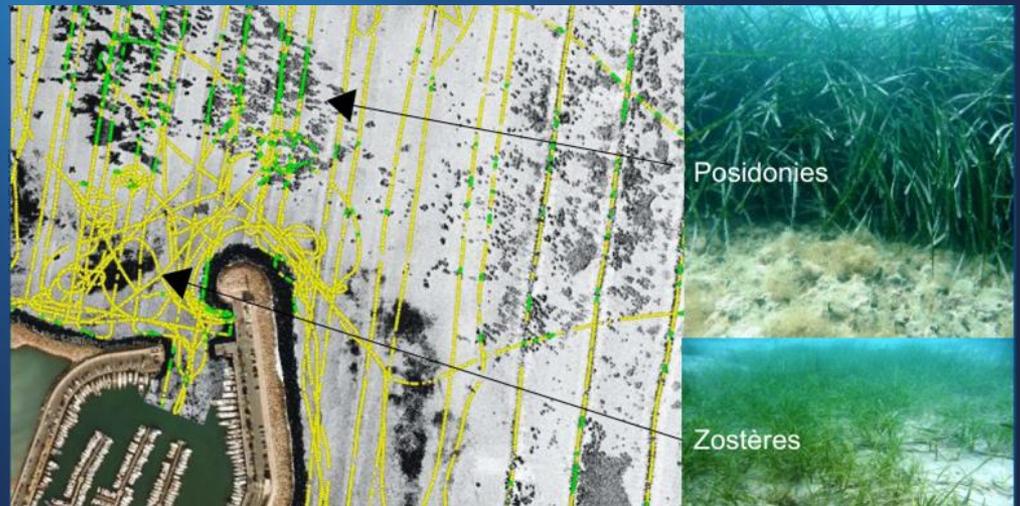
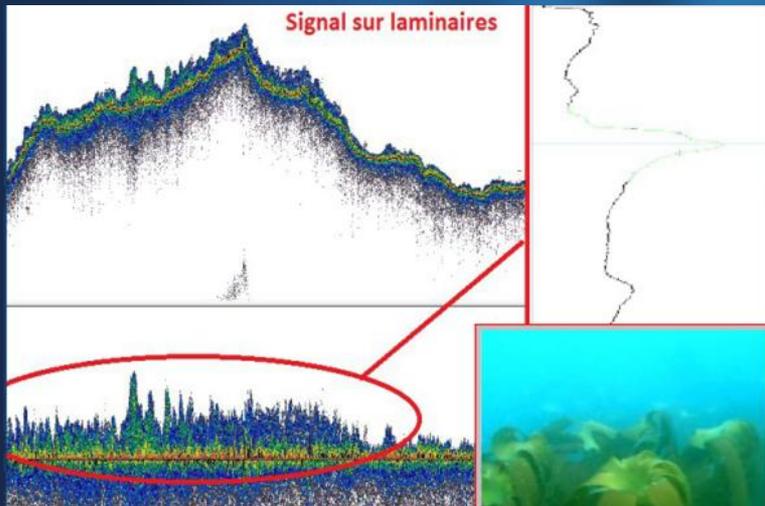


Principe du SACLAF

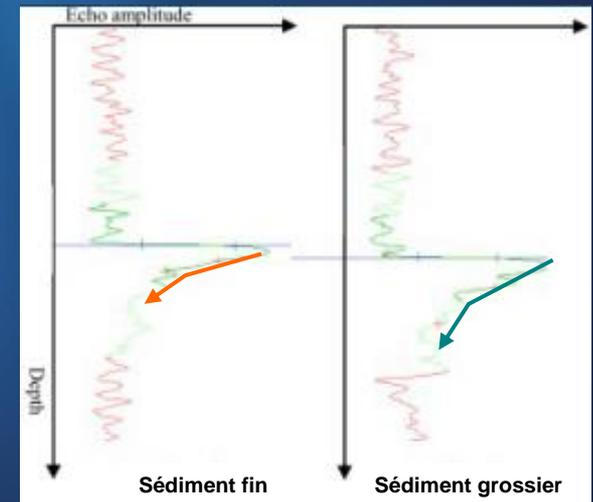
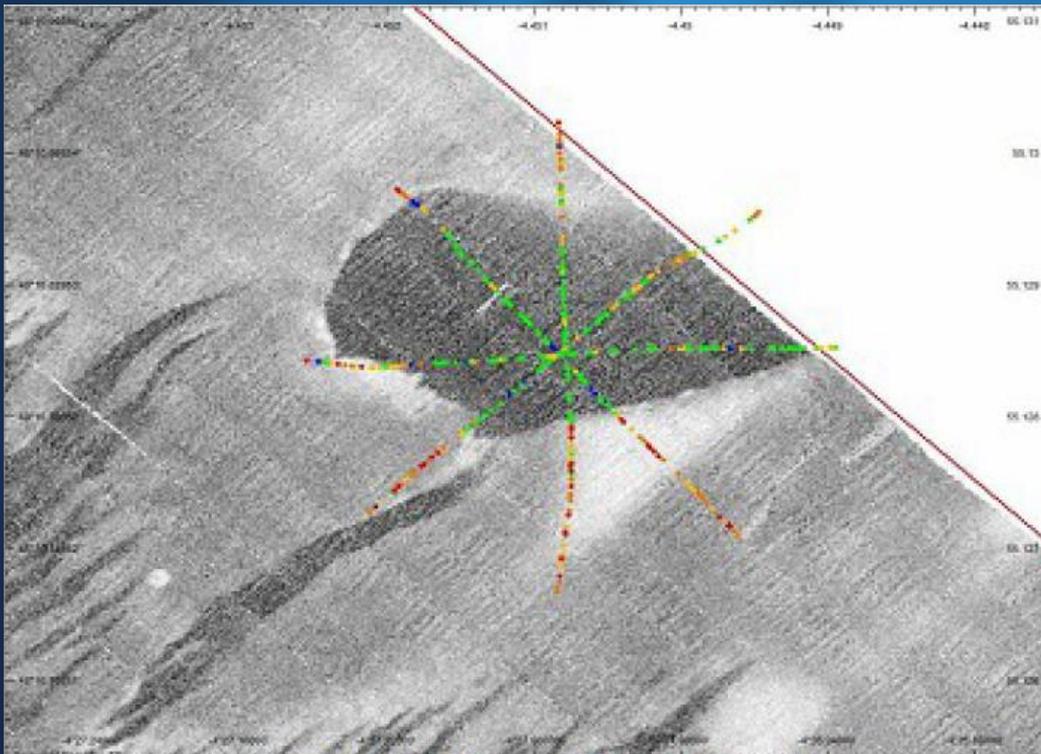


Lorsque le son se réfléchit sur de la végétation, la forme de l'écho présente de l'énergie avant le pic correspondant à l'écho fond. De plus l'écho fond est plus atténué par la vase que par le sable, ou encore la roche, très réfléchissante acoustiquement. Le SACLAF SIVA, détecte automatiquement ces caractéristiques du signal et classe le fond.

Module DIVA : Classification des végétations sous-marines : Posidonies, Zostères, Laminaires...



Module CLASS : CLAssification des Sédiments Superficiels



Exemple de résultats de CLASS sur les rubans
sédimentaires de la baie de Douarnenez

SE.D.RI.PORT



Valise d'acquisition des données de positions et de navigation



Capteur de position et de vitesse



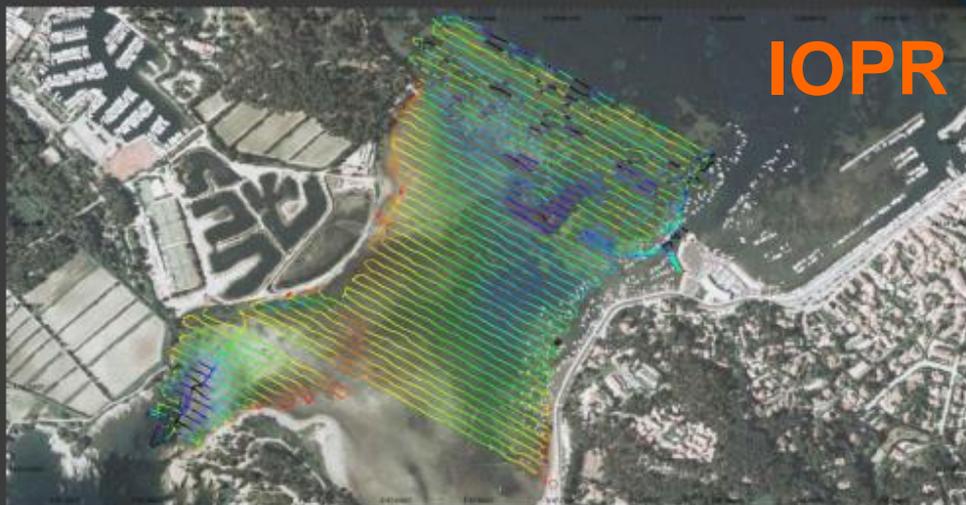
BATHYMÉTRIE

mesure menée avec le sondeur eBeem



SEMANTIC TS

acoustique sous-marine et
océanographie depuis 1993



CLASSIFICATION DES FONDS

végétation (vert), sable fin (jaune), sable grossier (rouge)

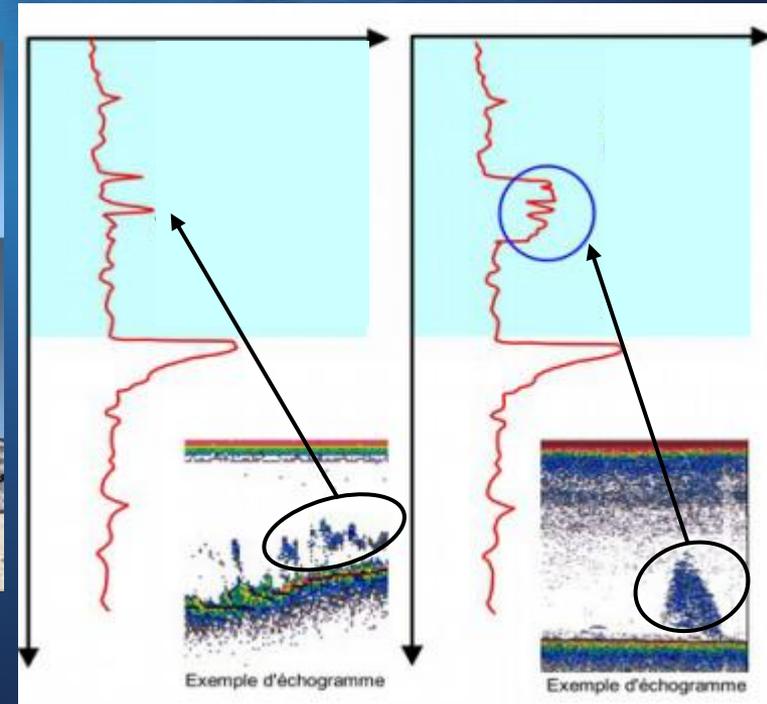
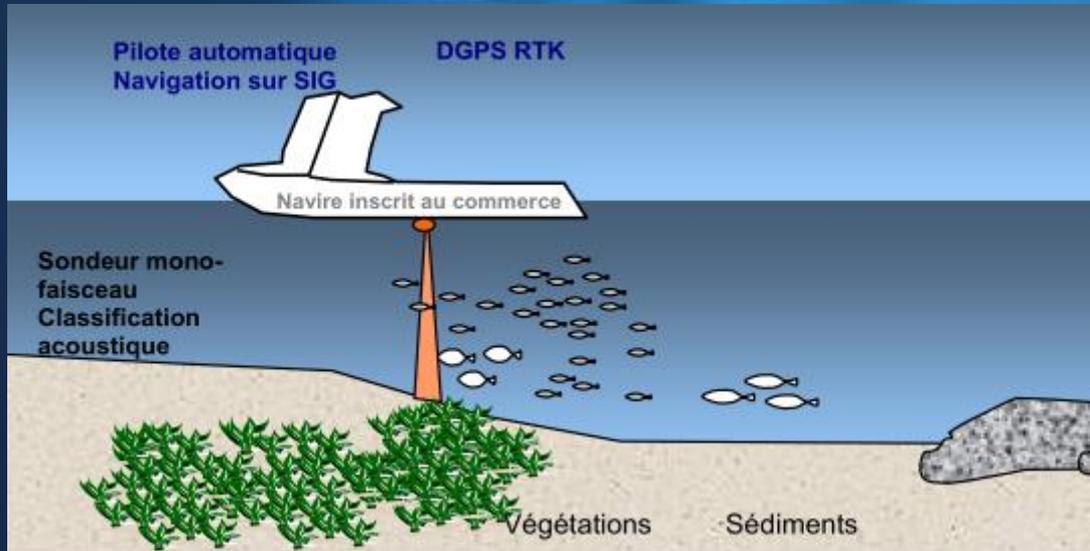


Kayak instrumenté



SEMANTIC TS

Surveillance des ressources halieutiques

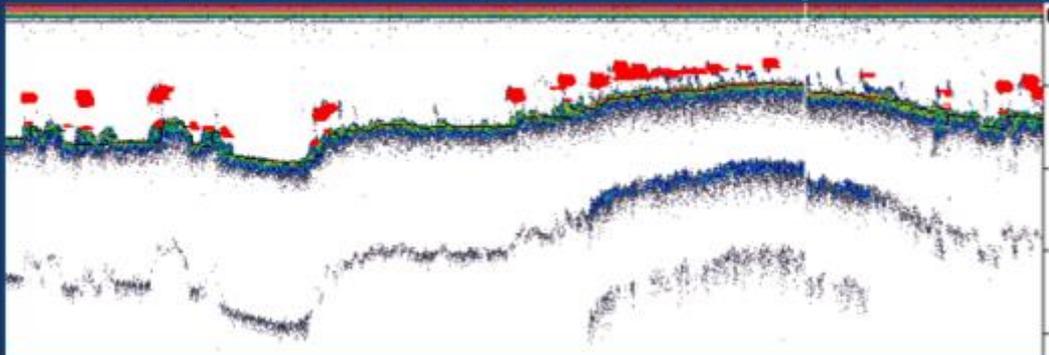


SACLAF : Module Fish : Halieutique

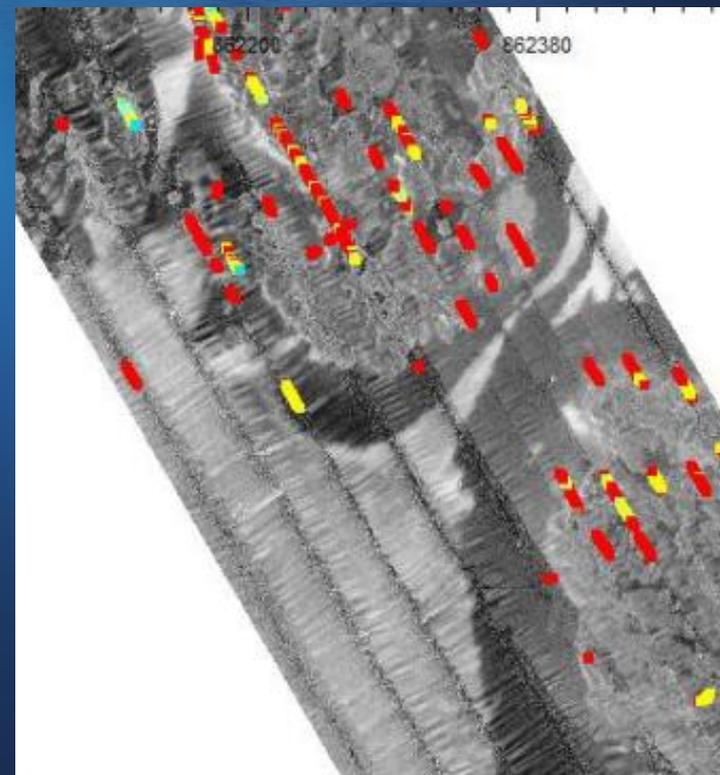
L'algorithme exploite la forme de l'écho sonore réfléchi par le fond

Détections & Biomasse géoréférencées

Historique sondeur : En rouge : Détection de ressources halieutiques

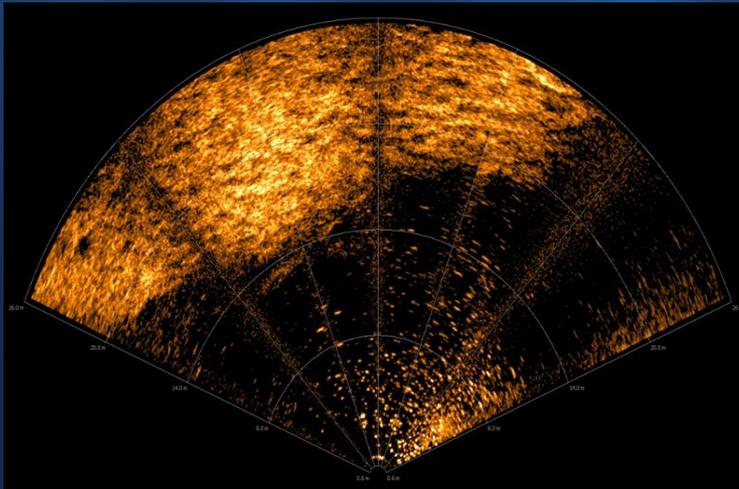
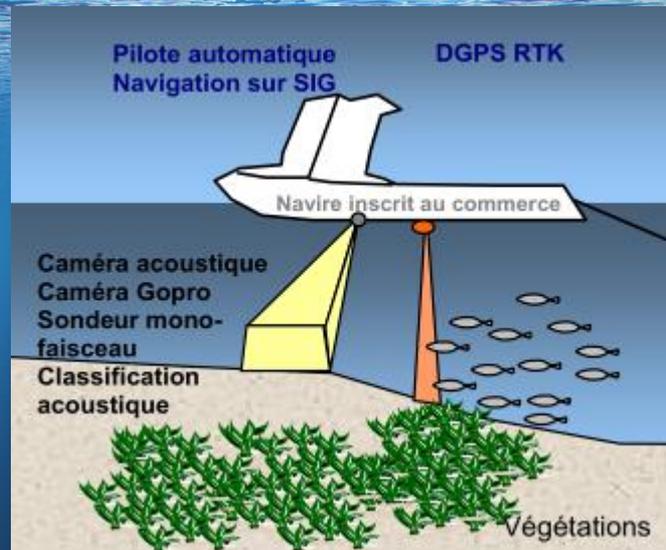


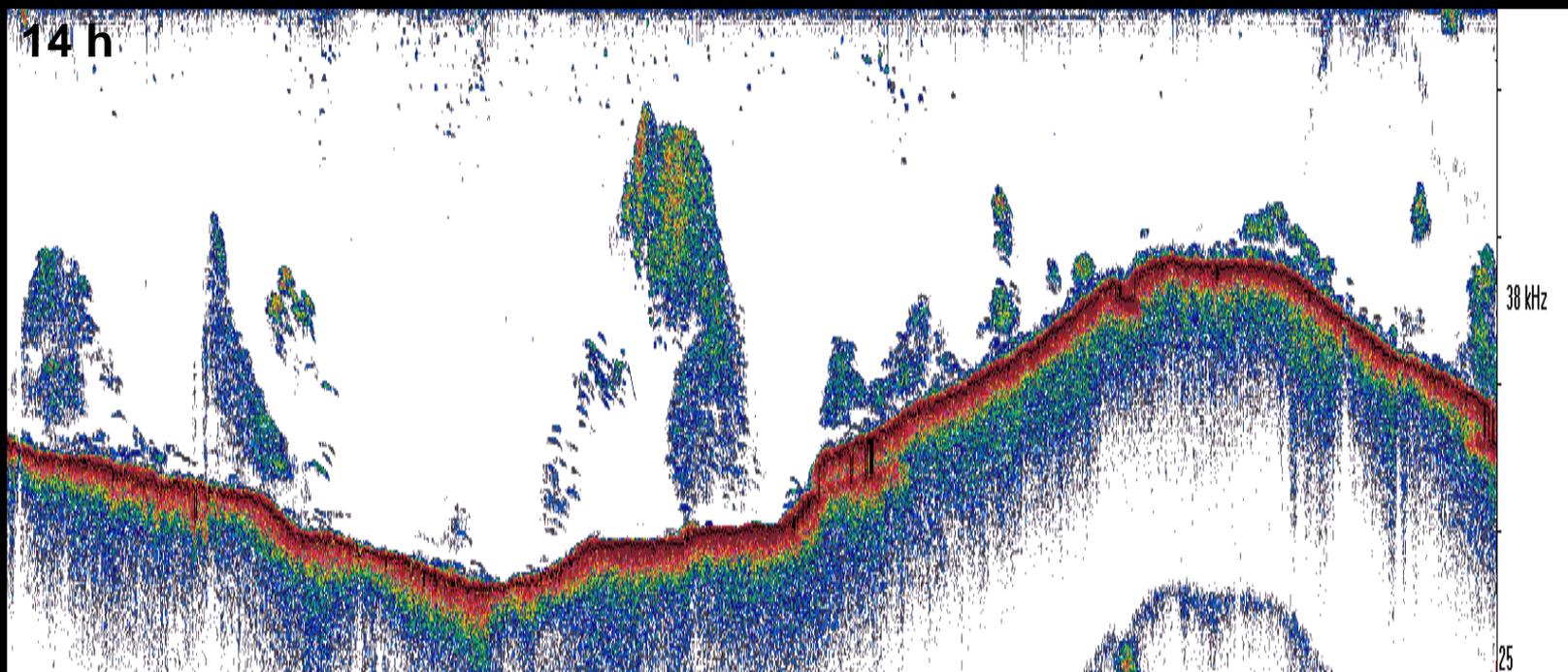
Module FISH : Halieutique



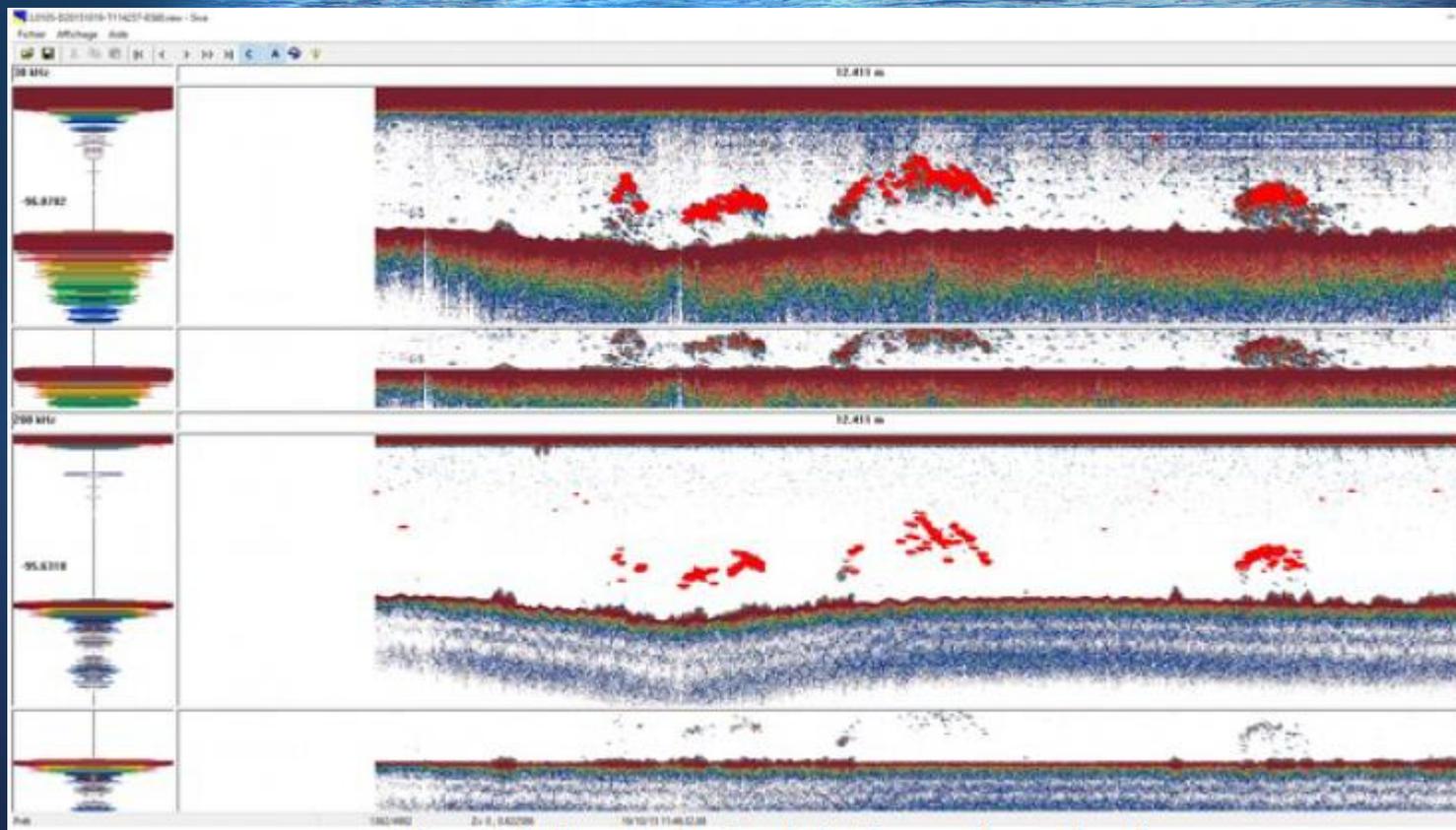
Géo-référencement
du nombre de détections halieutiques
superposé à la mosaïque sonar latéral

Validation calibration





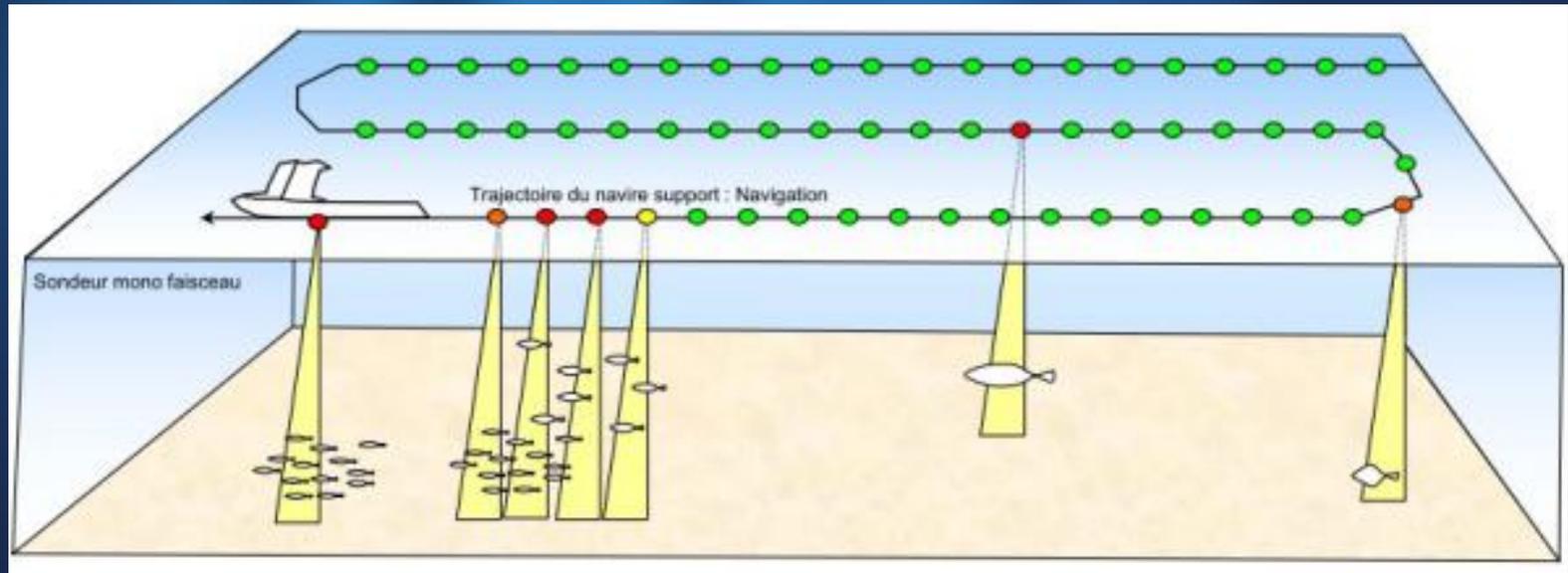
Mesures acoustiques jour-nuit



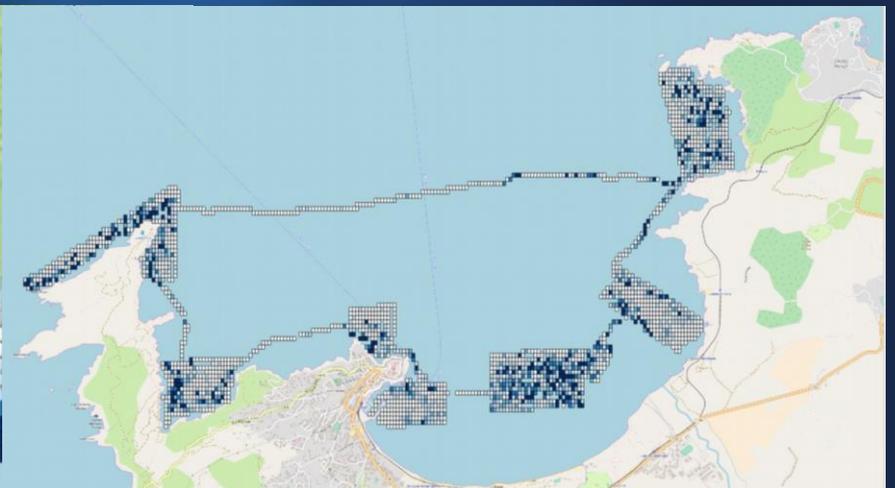
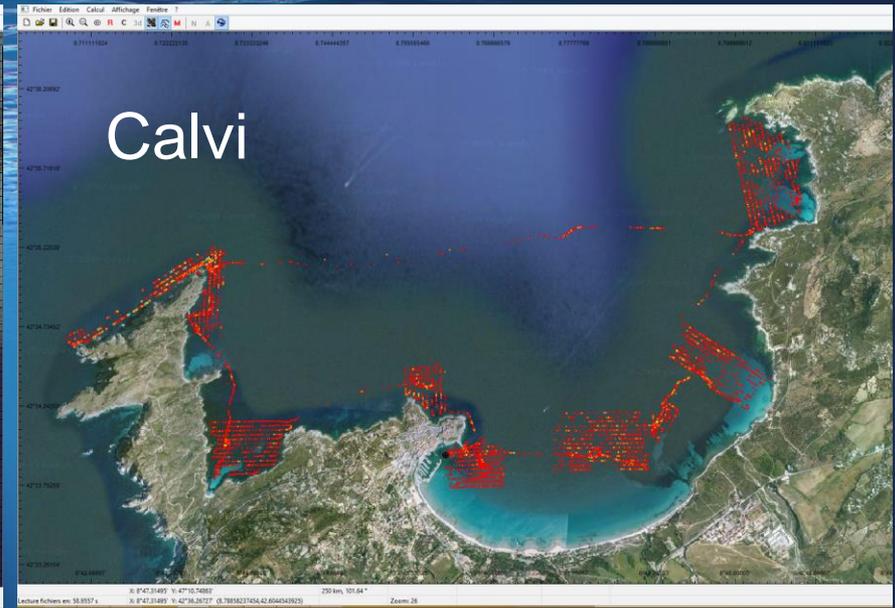
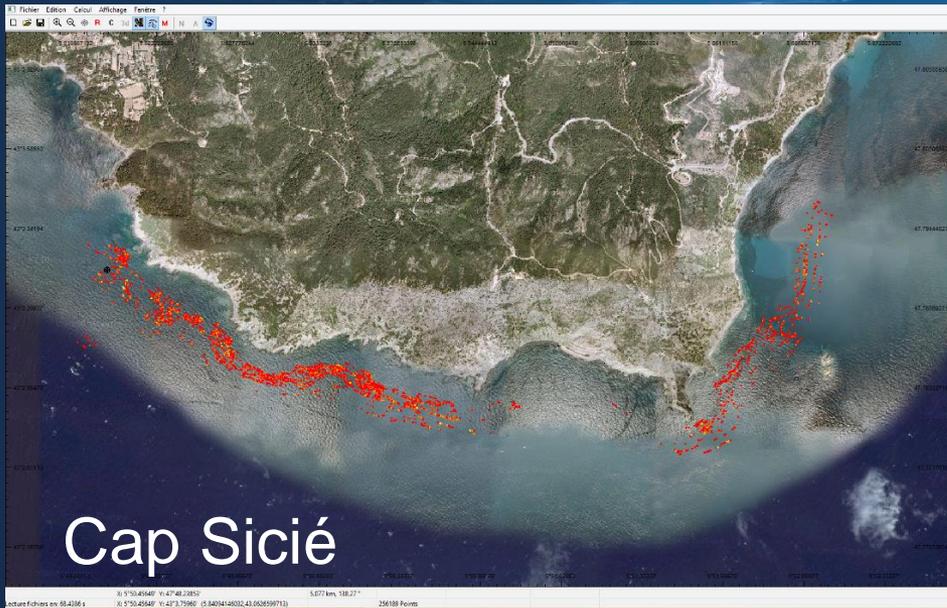
Exemple de rejeu de fichiers avec bancs de poissons

Réseau de surveillance des poissons

2015-2017 : Etude relative à la mise en place et à l'exploitation d'un réseau de Suivi des REssources Naturelles Halieutiques par Acoustique (Réseau SIRENHA) basé sur l'usage du SACLAF innovant



Principe du protocole technique d'usage de la méthode linéaire utilisant un sondeur mono faisceau



→ L'indice proposé permet de passer d'un indicateur **linéaire** à un indicateur **surfacique**

Etudes réalisées

Analyses qualitatives

Comparaison avec les données
de vérités terrain de l'IFREMER

Ifremer

Cohérence des données

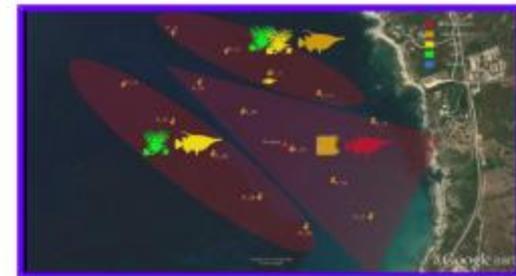
→ indicateurs au rouge pour
les données d'observation relatives
à la zone devant le port
→ un faible indicateur ISPRES.

→ id. centre du panache de la rivière
→ id. fond de la baie de la zone de
mouillage

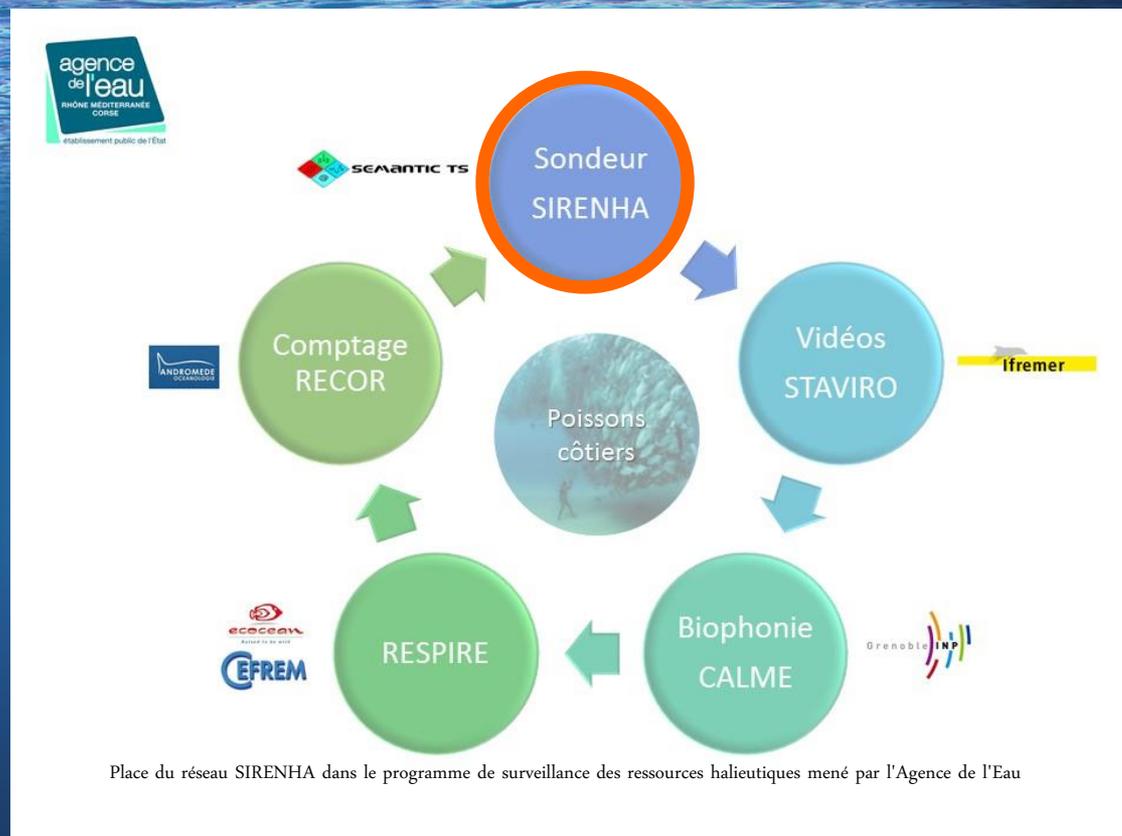
La figure ci-dessous présente les résultats de l'IFREMER
sous forme de vues encadrées
d'un cadre de couleur par zone :
(Reprise de la légende de couleurs de l'IFREMER)
STARESO - Mouillage - Emissaire - Port
Ferme aquacole - Rivière



Figure 53: Résultats du calcul du ISPRES - Calvi - 200 kHz - Maille 50m - 11/2015
& Résultats des observations de l'IFREMER (Vues encadrées)



Réseau SIRENHA



Le **réseau SIRENHA** → objectif : suivi ressource halieutique
→ par collecte d'information linéaire (le long de lignes de navigation)
→ détermination d'un indicateur surfacique → **approche surfacique**
→ complète les approches ponctuelles (observations en station, comptages ou vidéos)

→ **Sert les besoins de connaissance des directives cadre : DCE & DCSMM**

Intégration dans une approche surfacique

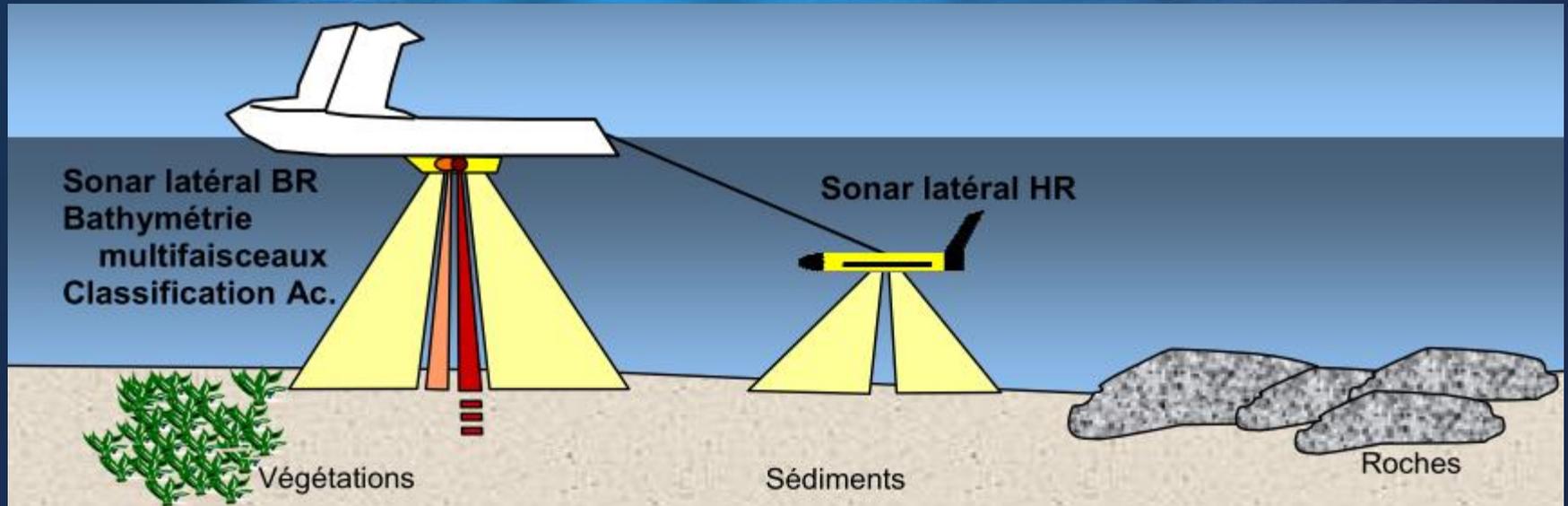
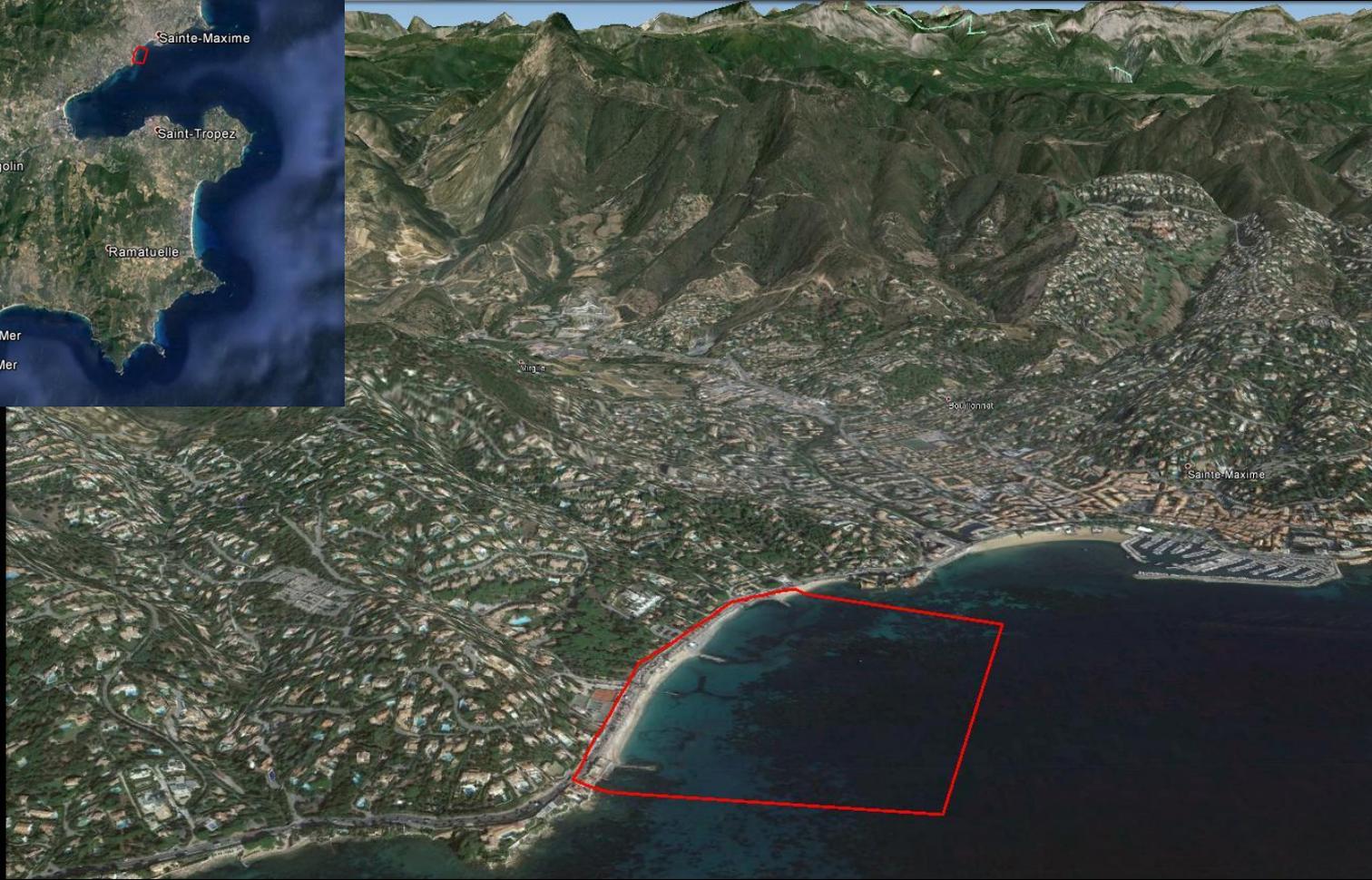
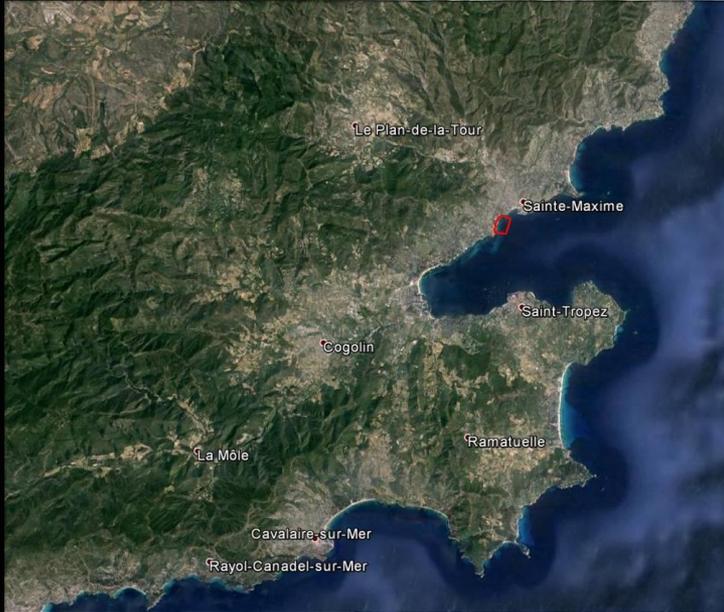


Illustration des méthodes : surfacique et linéaire



FUSION des données

Bathymétrie

Topographie 3D du fond



Imagerie

Sonar latéral



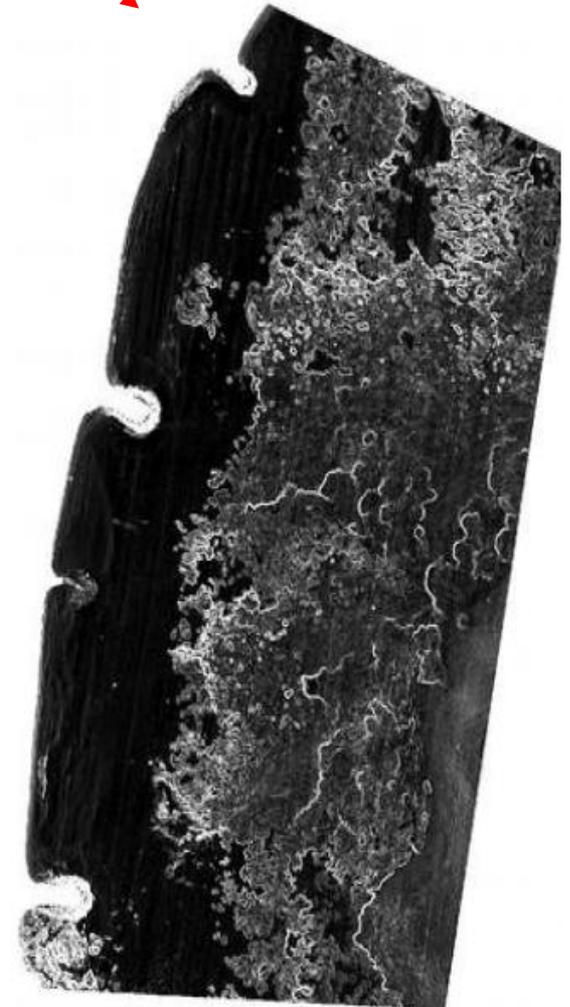
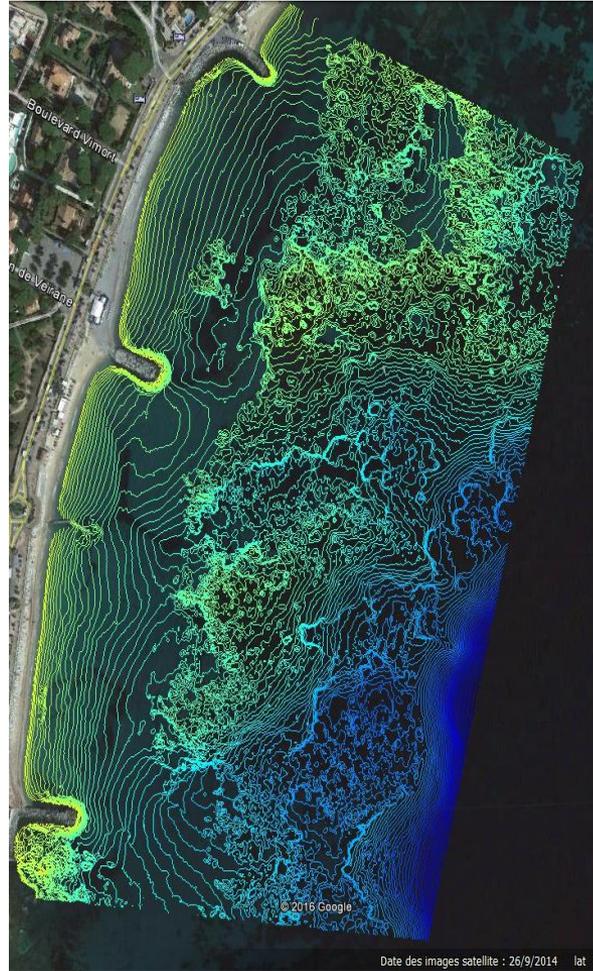
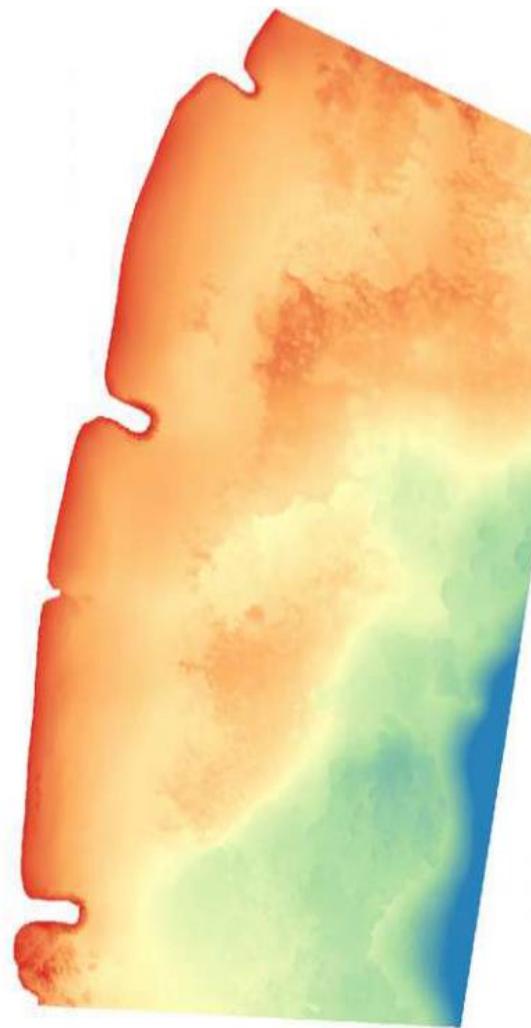
Classification Acoustique

DIVA



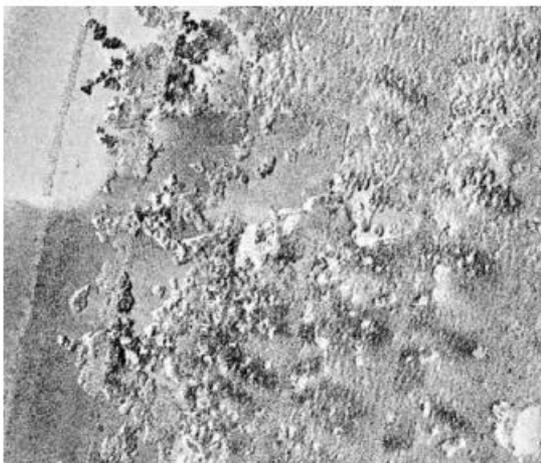
Isobathes

Micro-rugosité bathymétrique

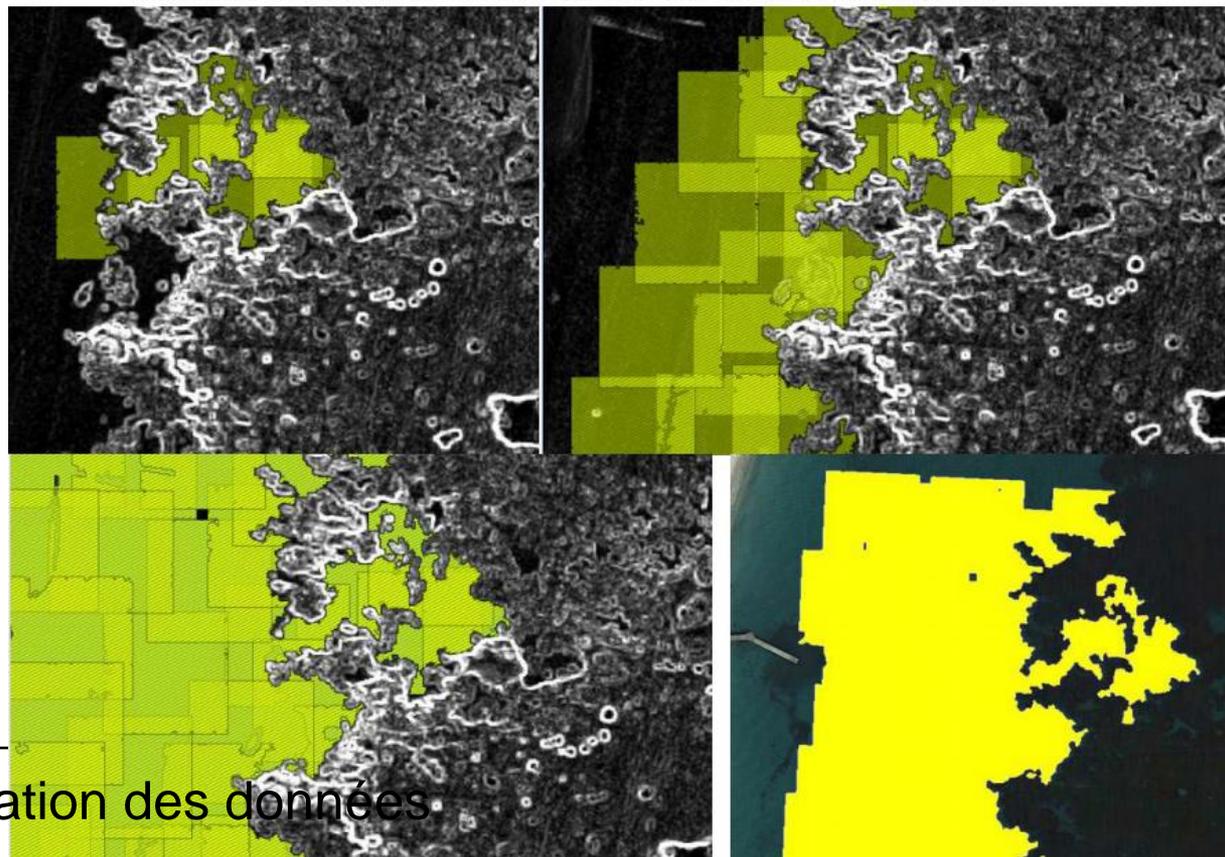


Cas de la limite de l'herbier de posidonies

Problématique limite : sonar avec différents niveaux de gris, donc parfois inutilisable : dans ce cas la méthode exploite aussi la micro-rugosité bathymétrique :



Construction itérative :
Le temps de segmentation est de 3 minutes (représente un quart de la limite de la zone)





Résultats : A gauche : Imagerie sonar latéral et isobathes par pas de 25 cm

Prof. Moy = 5 m

A droite :

Diamètre de la tâche = 3 m

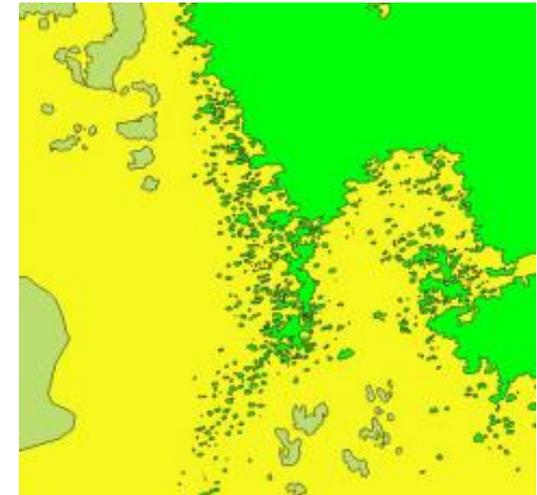
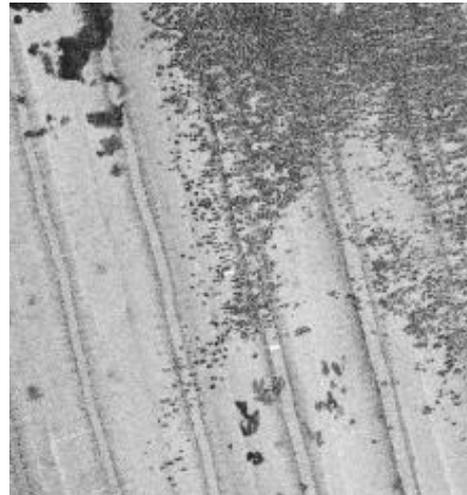
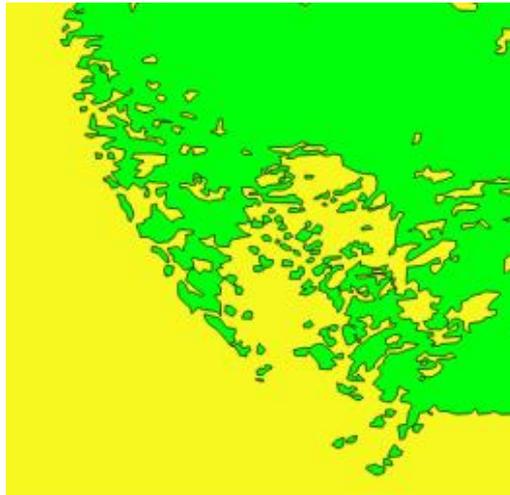
- En vert foncé : Zone de posidonies : Résultat de la segmentation semi-automatique basée sur l'exploitation de la micro-rugosité bathymétrique et de l'imagerie sonar latéral.
- En bleu : Segmentation de la zone de zostères
- En vert clair : Résultats des cartographies antérieures disponibles en BDD sur la zone d'étude
- En marron : Zone sédimentaire
- En rouge : Blocs rocheux

Taille des zones (carrés de 300 m de côté).

En **jaune** : sable.

En **vert** : Posidonies.

En **kaki** : zostères et cymodocées.



Cartographie biocénétique
Méthode habituelle par sonar latéral

Imagerie sonar latéral

Cartographie issue de la
méthode de fusion multi-capteurs

- Fusion des données → Amélioration de la résolution (petits pixels + définition des contours)
→ mieux appréhender les modifications du milieu (recul de la limite des herbiers)
→ Observer d'autres substrats (autres végétations)
→ ajuster au mieux les mesures de gestion.

En permettant d'augmenter la résolution des cartographies biocénétiques et sédimentaires en sortie de traitement des données, donc **sans coût supplémentaire**, la méthode montre sa haute performance dans le cadre de **l'amélioration de la connaissance et du suivi du milieu marin**.



**Site du réseau Natura 2000
Soumis à l'évaluation de l'état de
conservation de l'habitat coralligène**

Renaud Dupuy de la Grandrive

Habitat coralligène

Intérêt communautaire

Difficulté de cartographier cet habitat :

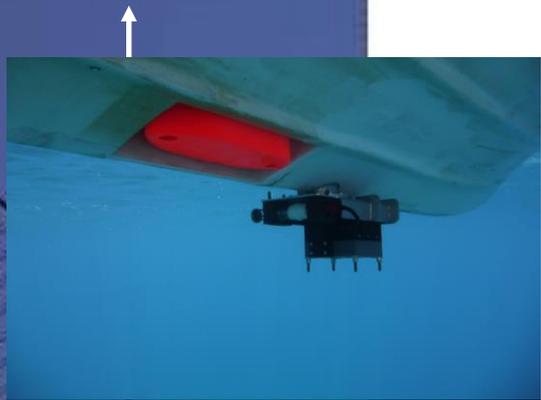
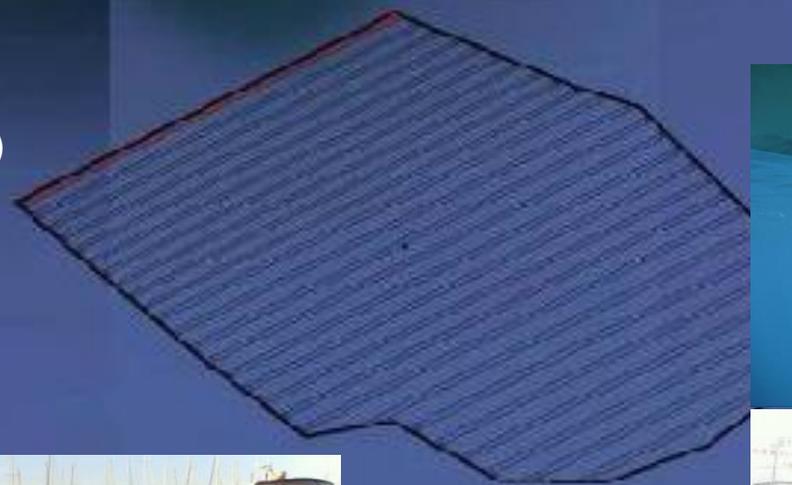
- Profondeur de prospection
- Forte turbidité
- Typicité des formations : petits édifices de formes patatoïdes

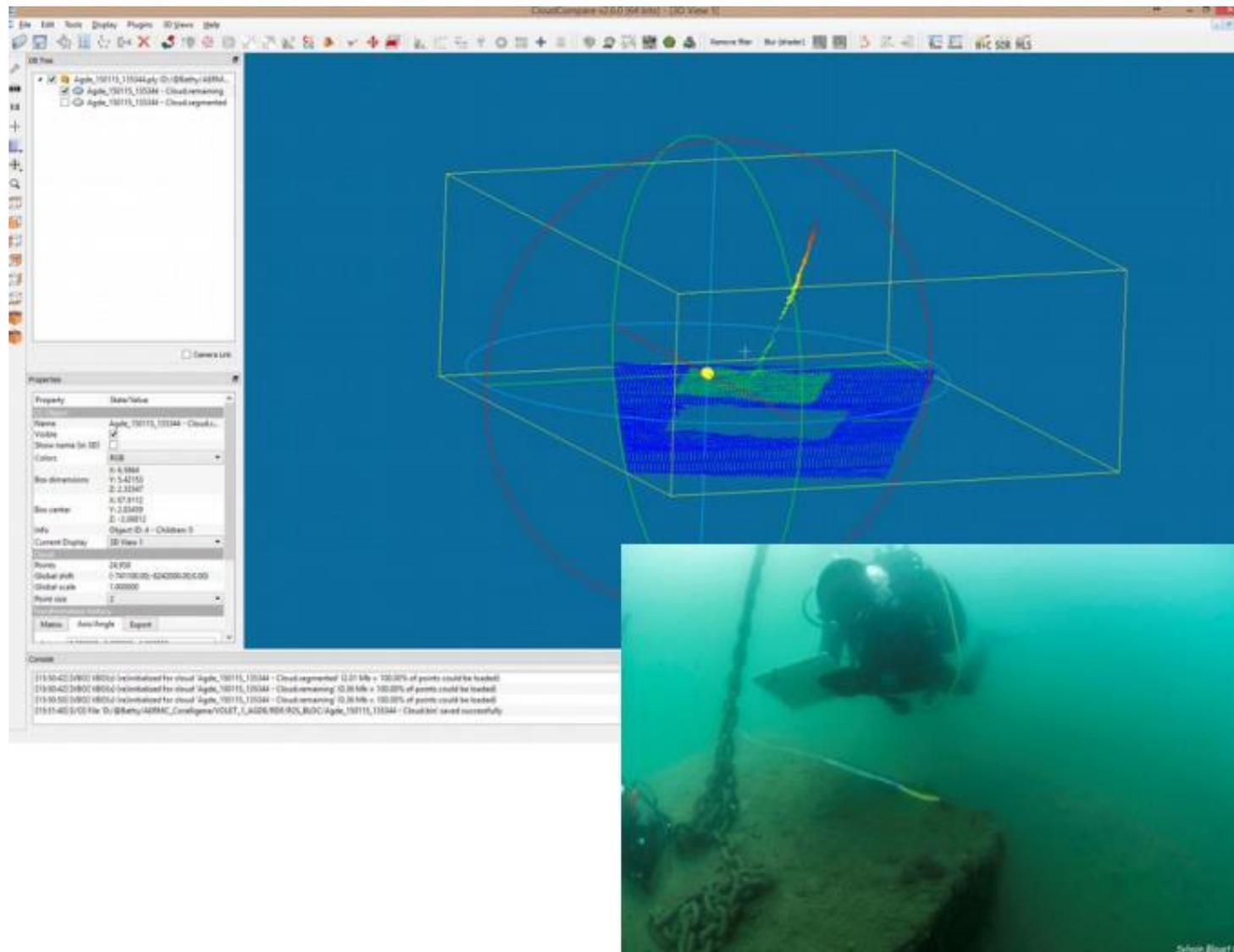




La méthode a été calibrée, puis testée sur les micro-zones de travail étudiées en 2012 avant d'en étendre, en aveugle, l'application à l'ensemble de la zone pilote

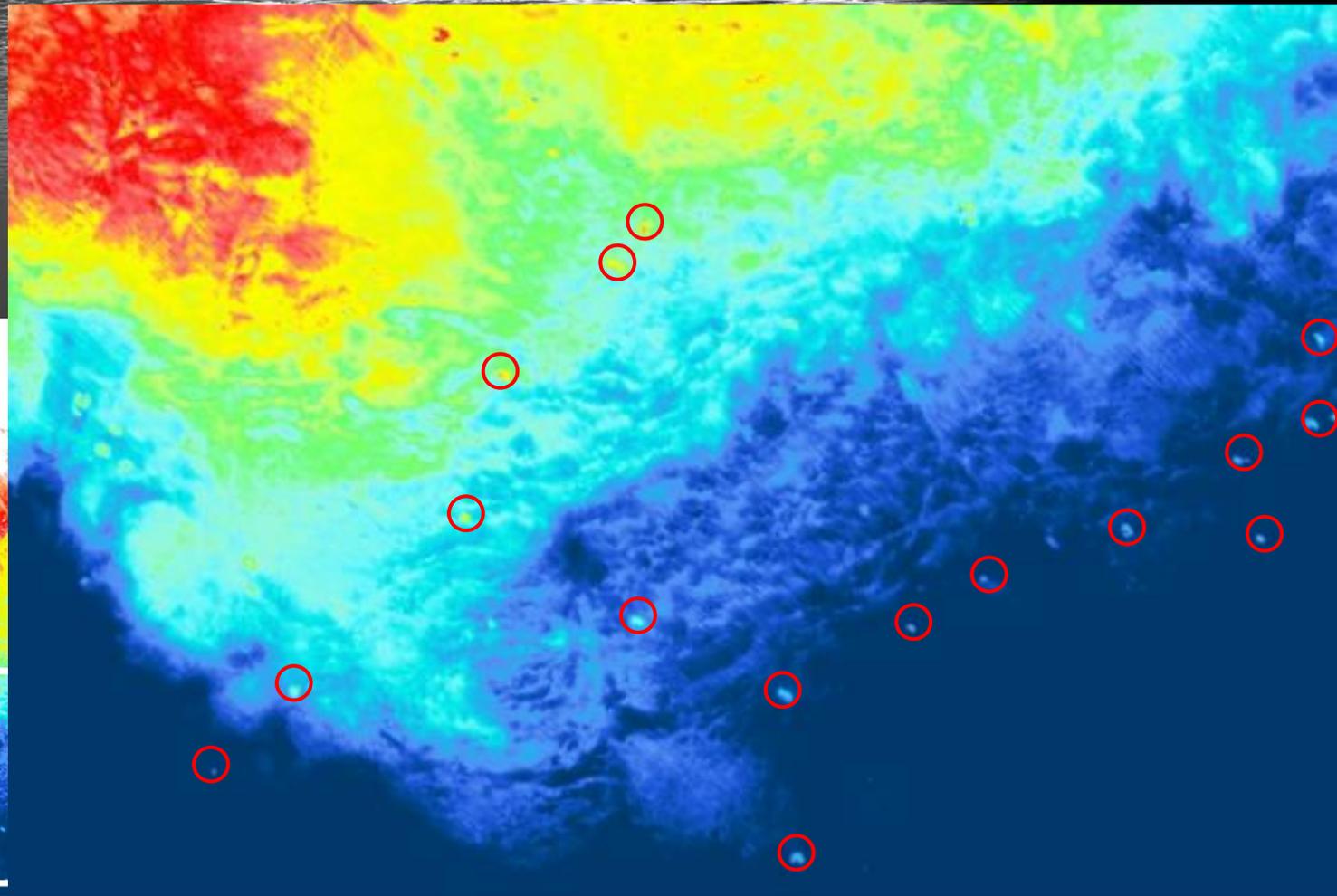
Zone pilote
(env. 11 km²)





Résultats

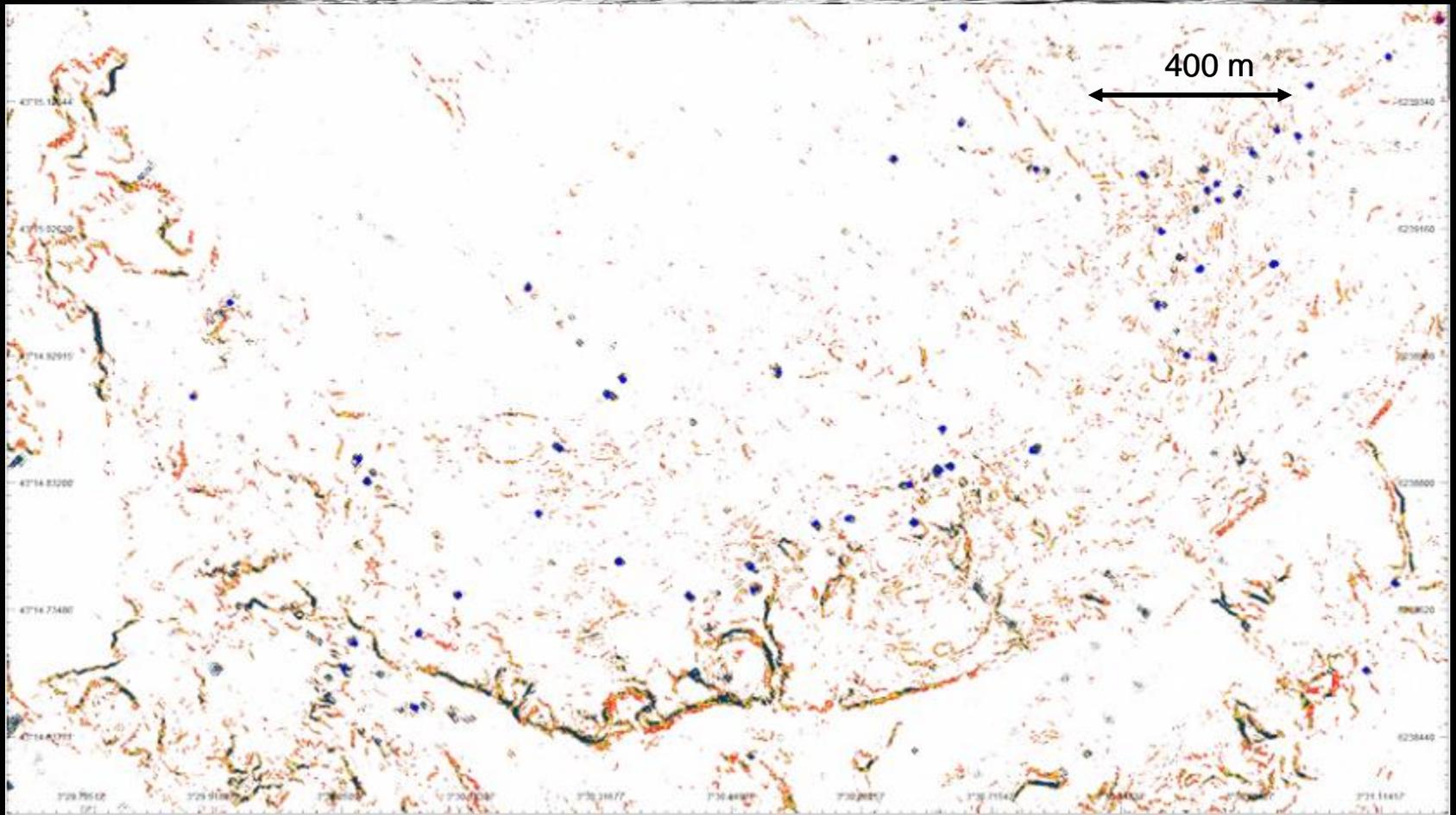
Zone pilote de l'Aire
Marine Protégée
de la côte agathoise



MNT bathymétrique HR (Global de la zone)
Sondeur R2SONIC 2020
zone entre 18 et 20 m de profondeur : pas 0,25 m.

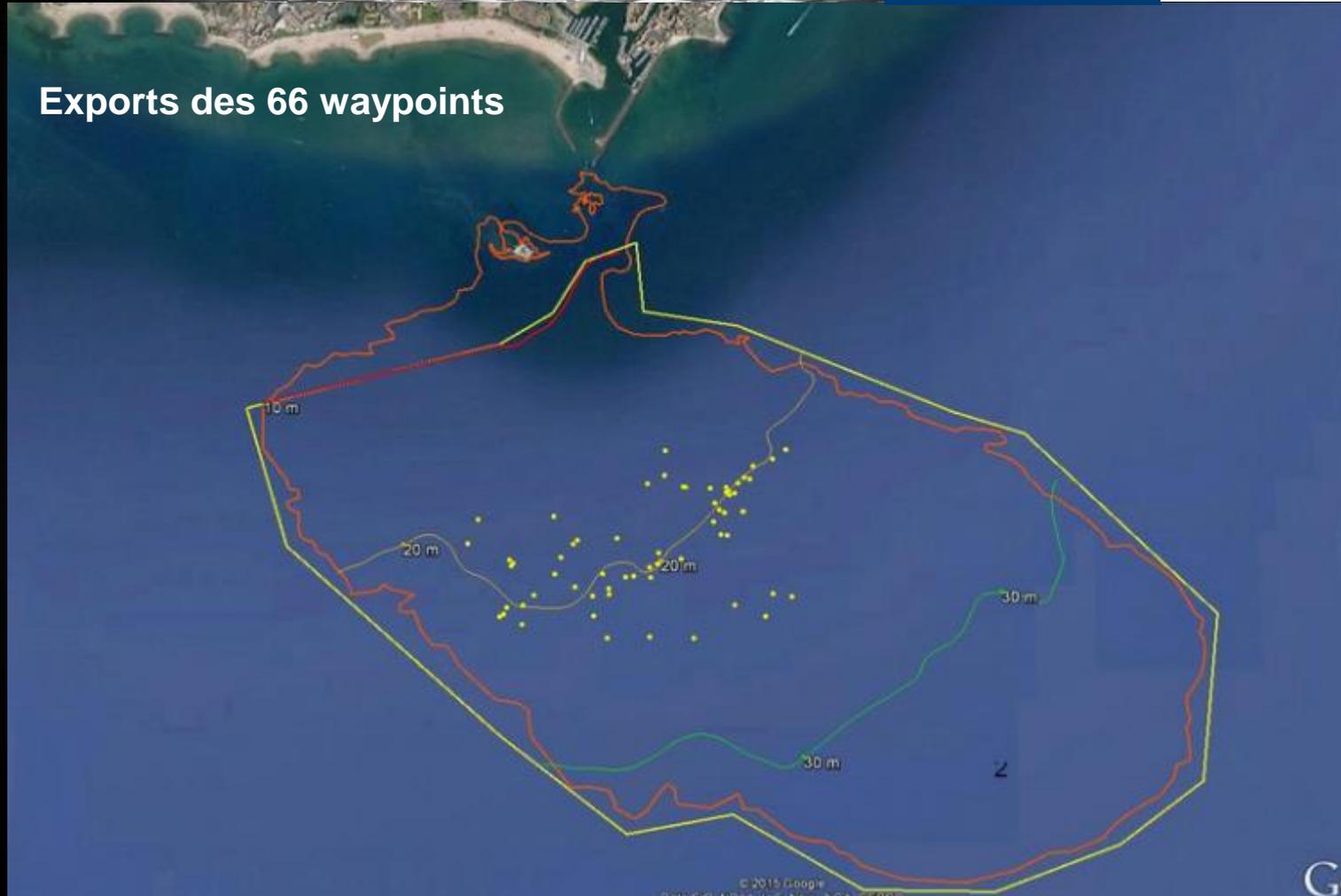
(Zoom de la zone 2)
Localisation des spots de coralligène

Résultats



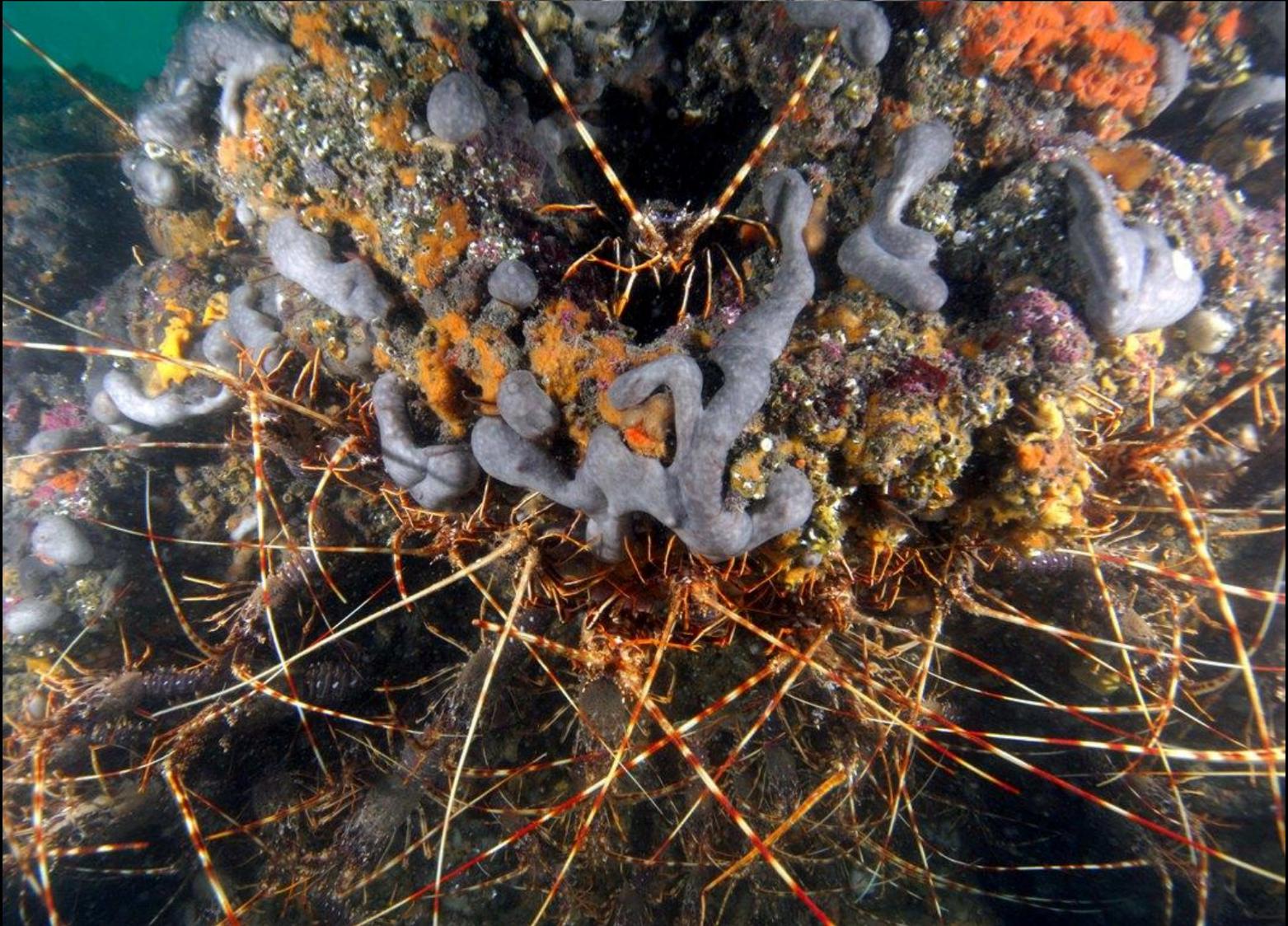
Résultats du traitement du signal sur la zone entre 15 et 20 m de profondeur & repérage des spots de forte rugosité

Exports des 66 waypoints



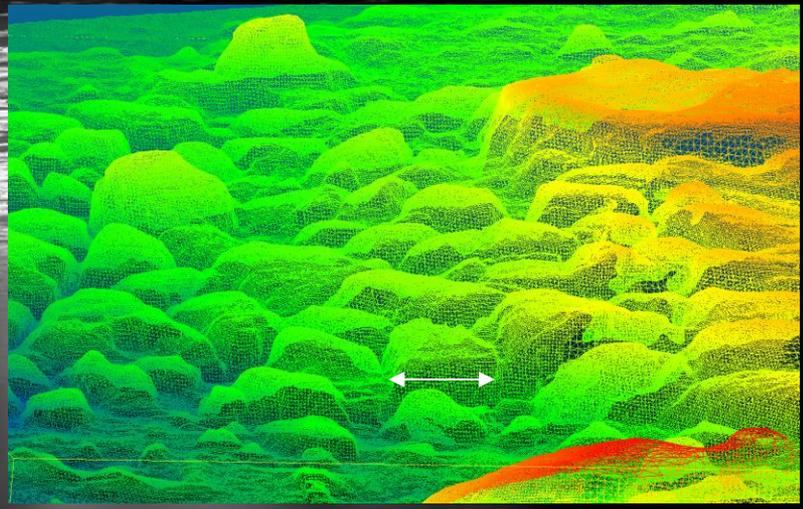
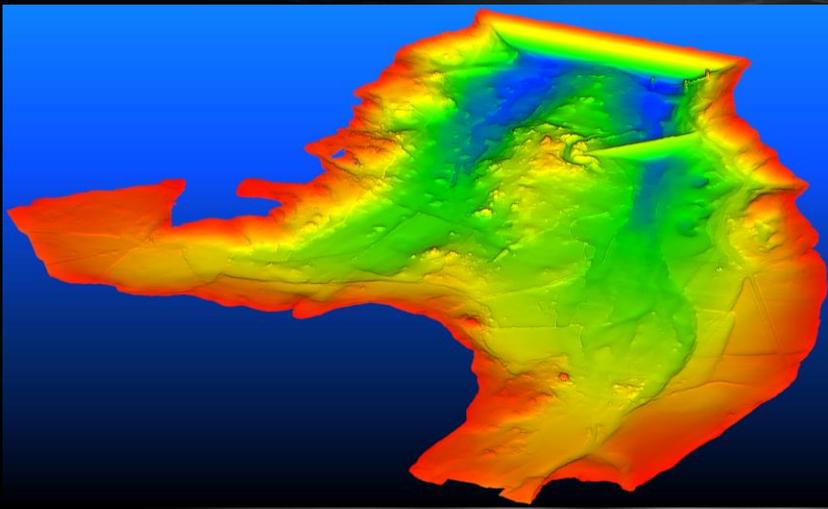
Mise en évidence de 66 lieux de forte probabilité de coralligène par cette méthode au cours de l'été 2015. Méthode appliquée en « aveugle »
Taux actuel de validation 100% ... Les explorations se poursuivent actuellement...

Conclusions

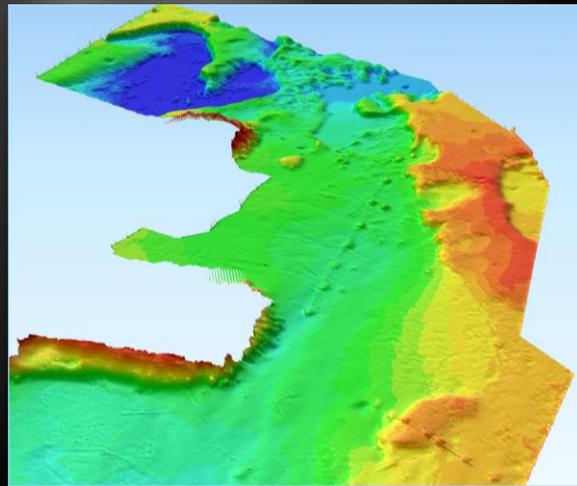
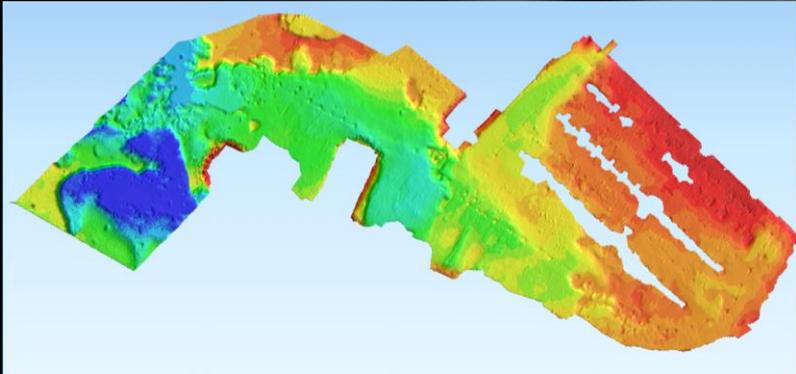


Techniques opératoires préconisées par la méthode : assez **légères**, à la fois en coût et en maniabilité, pour servir des besoins de suivis opérationnels.

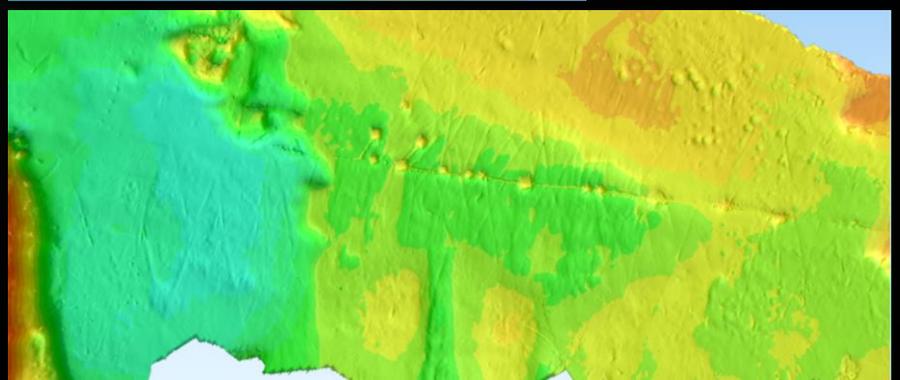
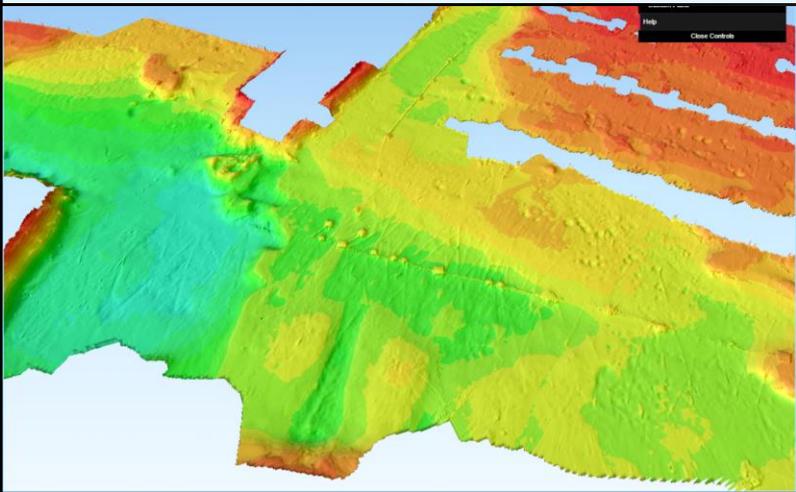
Attention : les techniques opératoires requièrent une **déclinaison rigoureuse de la chaîne précision-résolution** des appareillages acoustiques opérés et des systèmes de positionnement géodésiques associés.



2 m



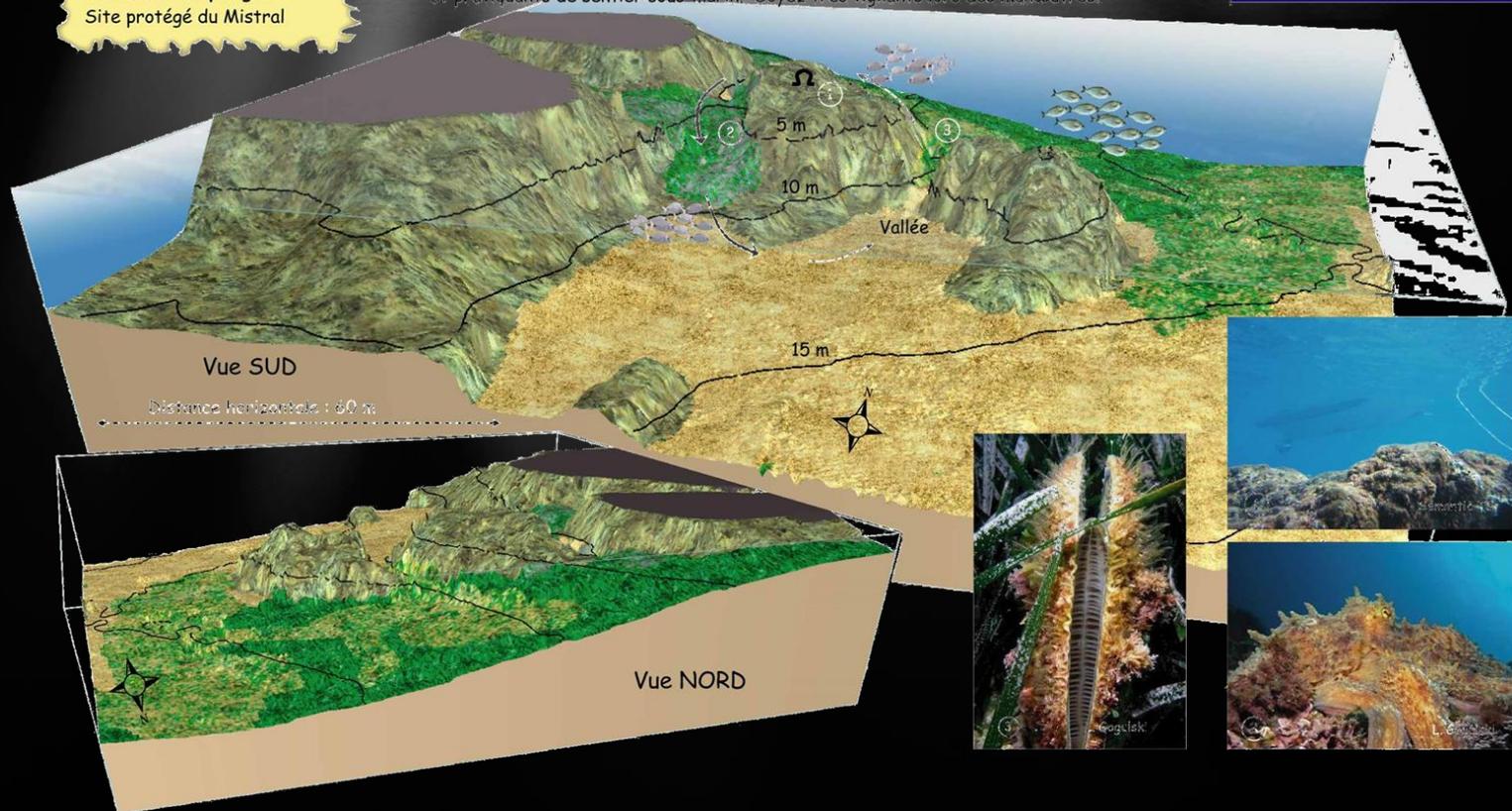
Reconstitution
haute résolution



Le Mugel

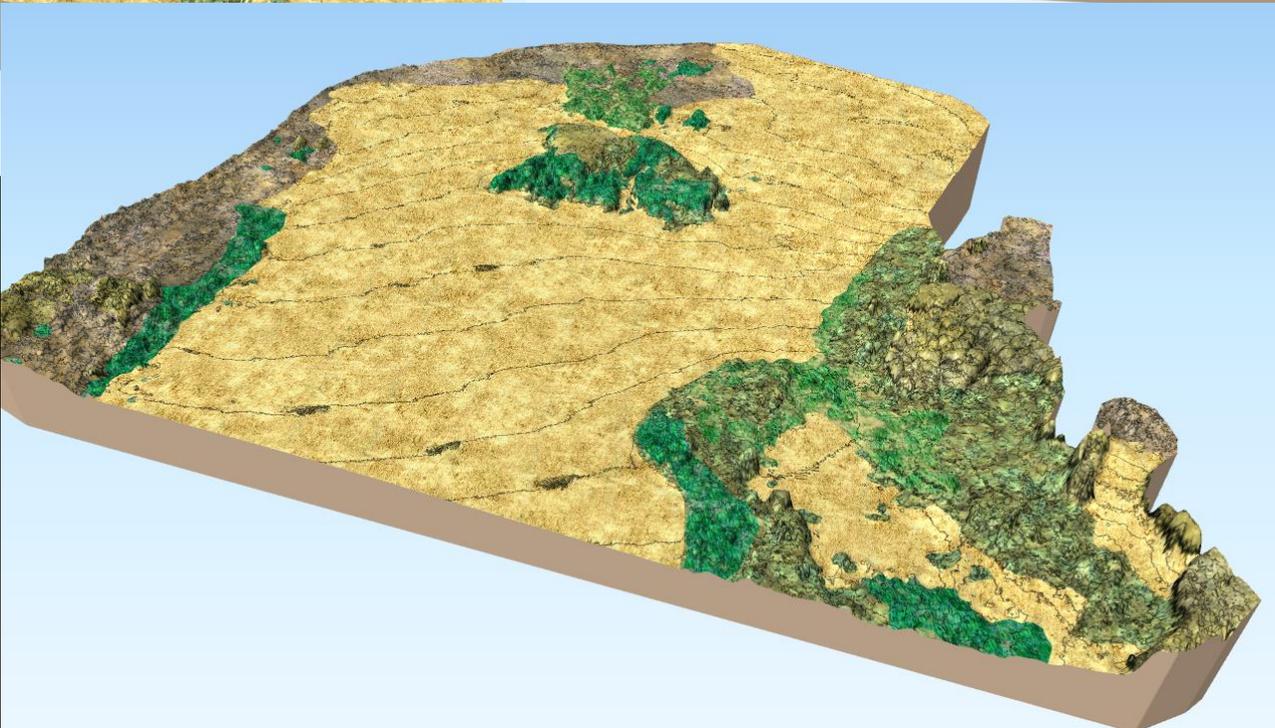
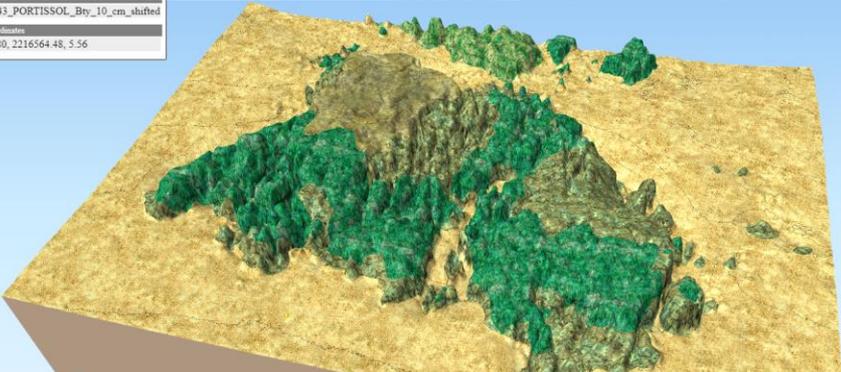
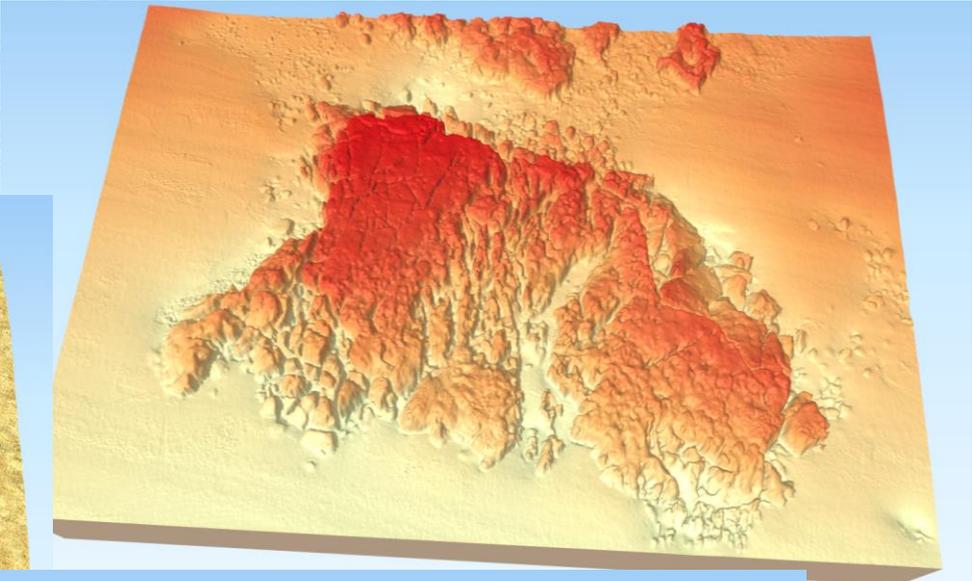
Coordonnées GPS WGS 84
Anneau (1 m)
N 43°09.840' E 5°36.498'
Conditions de plongée
Site protégé du Mistral

Egalement appelée "Negue Foume" (en provençal "la femme noyée" d'après une légende locale), la pointe rocheuse proposée pour cette plongée se situe entre l'anse du Mugel et l'anse du Sec. Site très abrité et peu profond. Idéal pour les débutants il offre en outre une grande diversité de paysages, de faune et de flore. Après le haut fond (photo 1), l'itinéraire proposé permet de découvrir la partie la plus intéressante du site : poulpes "en sortie" (2), traversée particulièrement attrayante de la "vallée" au fond sableux... Sur le côté nord de l'avancée rocheuse, entre les feuilles de posidonie, les yeux aguerris pourront repérer la grande nacre, espèce protégée (3).
Attention : site très proche de la plage du Mugel, fréquenté par de nombreux baigneurs et pratiquants de sentier sous-marin. Soyez très vigilants lors des manœuvres.



→ usage des données de topographie UHR pour la modélisation des paysages sous-marins et **suivi des hotspots de biodiversité**

NGF_CC43_PORTISSOL_Bry_10_cm_shifted
Clicked coordinates
1926852.80, 2216564.48, 5.56



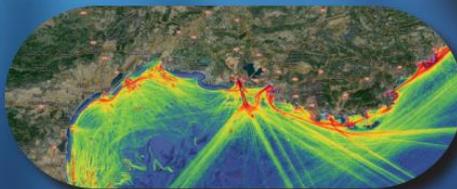
→ Suivi des hotspots de biodiversité

Réseau SIMON

Suivi Impact du MOuillage des Navires



AIS

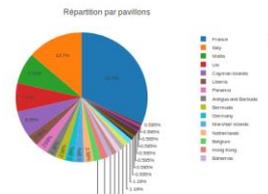


Données AIS - Station CCGST



Choisir une date: 03/09/2017 → 09/09/2017 Filtrer: Tous les Navires

UPDATE



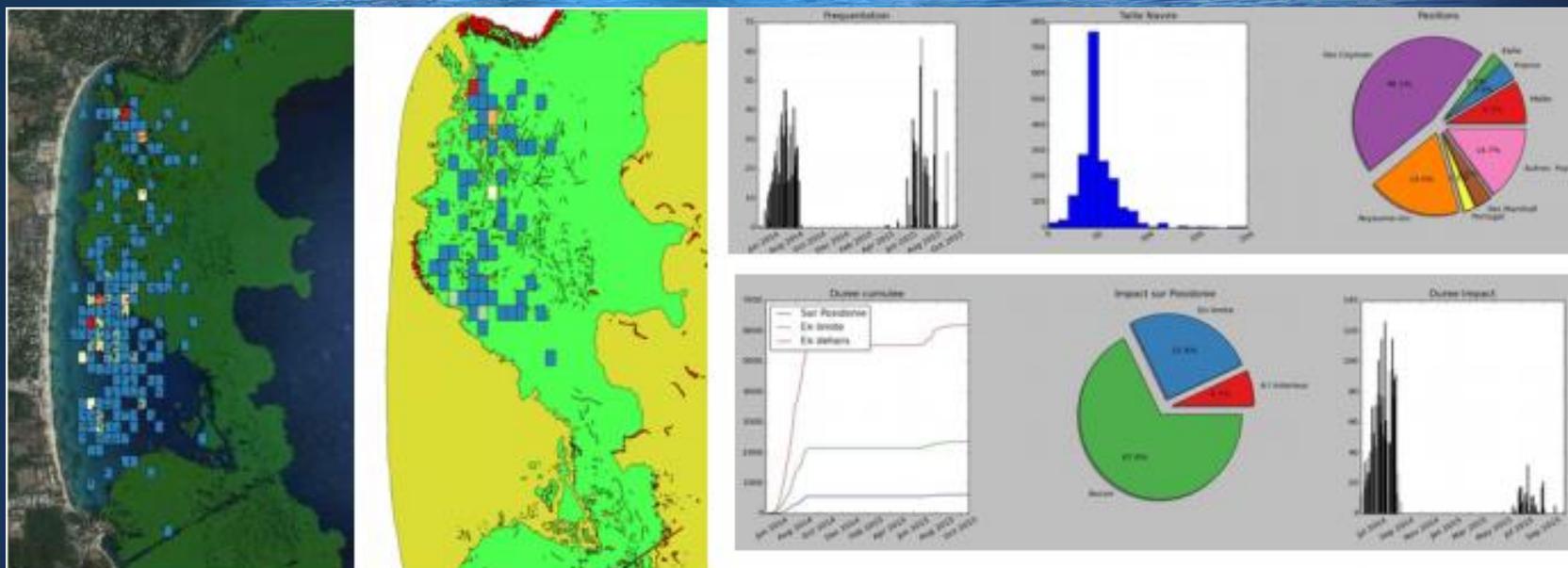


Figure 1 : A gauche : Nombre de navires au mouillage / Ha - Au centre : Indice de pression de mouillage à l'Ha sur l'herbier de posidonies (Superposition couche biocénose et indice d'impact 2015) - A droite : Exemple de données générées sur station de traitement selon des requêtes dynamiques : Analyse fréquentation, taille navires, répartition pavillon

→ Sert les besoins de connaissance DCE & DCSMM

Conclusions

Nouvelles méthodes de Cartographie & Monitoring basées sur :

- **Téledétection acoustique**
- A partir de **petites plate-formes**
- Suite logicielle de **classification acoustique**
- **Fusion des données** (Bathymétrie, rugosité, sonar latéral, sédiments, végétations, poissons ...)
- Approches **surfaciques**
- **Haute précision** (géo-référencement précis de la donnée)
- **Haute résolution** (les images admettent des pixels de faible taille)
- **Grande couverture** (acquisition en une passe de données sur une large surface)
- **Coûts réduits** : désormais accessibles au monde civil pour la gestion de territoires aquatiques et marins
- **Reproductibilité** : (testée *in situ* sur des zones pilotes pour des périodes de 4 ans)

→ **Monitoring & Réseaux de surveillance**

SIREHNA : Suivi ressources halieutiques

Suivi de hot-spots de biodiversité

SIMON : Suivi de l'impact des mouillages des navires



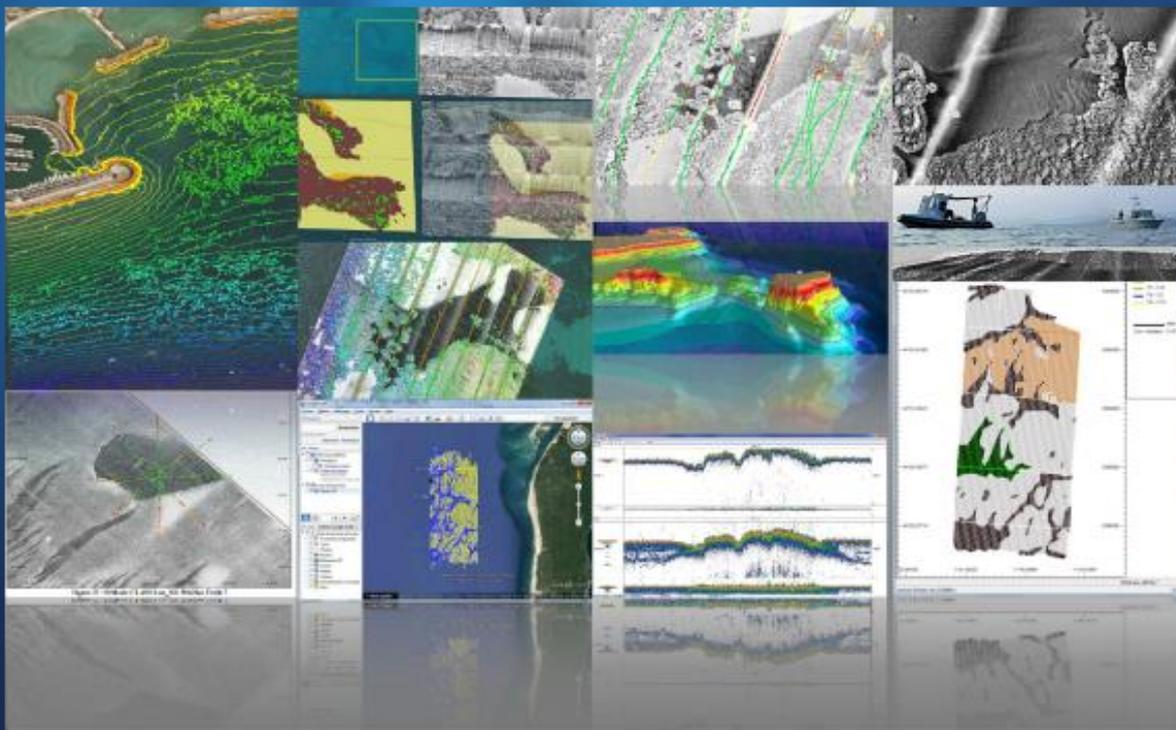
SEMANTIC TS



SEMANTIC TS

Bureau d'Études en Océanographie Acoustique

Merci de votre
attention !



L'acoustique sous marine au service de la connaissance de l'environnement...Une approche innovante
du monitoring et de la cartographie des fonds marins

1142 Chemin St Roch - 83110 Sanary sur mer Phone: + 33 4 94 88 24 58
e-mail: contact@semantic-ts.fr twitter: @semanticts web: <http://semantic-ts.fr>