SEMANTIC TS

Bureau d’études en océanographie acoustique

Monitoring des écosystèmes côtiers par méthodes acoustiques actives

Coastal habitats modelisation using active acoustic methods

Claire NOEL
Docteur ingénieur
Directeur scientifique

Simon MARCHETTI
Eric BAUER
Jean-Marc TEMMOS
Michel COQUET

DGA
MINISTÈRE DE LA DÉFENSE
rapid

D4S/MRIS from DGA - Agence de l’Eau RMC

agence de l'eau
RHÔNE MÉDITERRANÉE CORSE

SEMANTIC TS

Bureau d'Études en Océanographie Acoustique

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

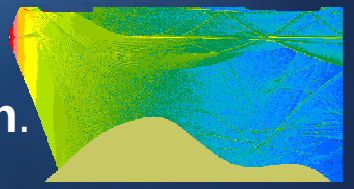
SEMANTIC TS – Sanary (Var) Docteur-Ingénieurs Opérateurs sonars Pilotes et plongeurs PRO

Modélisation… Traitement du signal… Instrumentation… Logiciels… Mesures in-situ … depuis 1993

SEMANTIC TS

Bureau d'études en océanographie acoustique

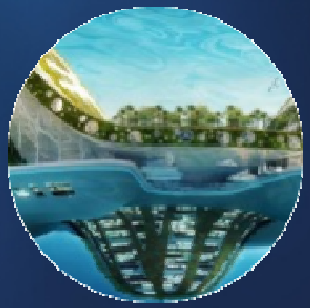
Utilise le son (émission = actif) pour inférer le milieu marin.



… Lutte Sous-Marine … Guerre des Mines … Océanographie opérationnelle …
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

Si produire des cartes **précises** des fonds marins est un challenge

Assurer leur **reproductibilité** est encore plus complexe

= Condition requise

CAR l' évolution entre deux cartes → fournit des informations pertinentes pour qualifier les changements

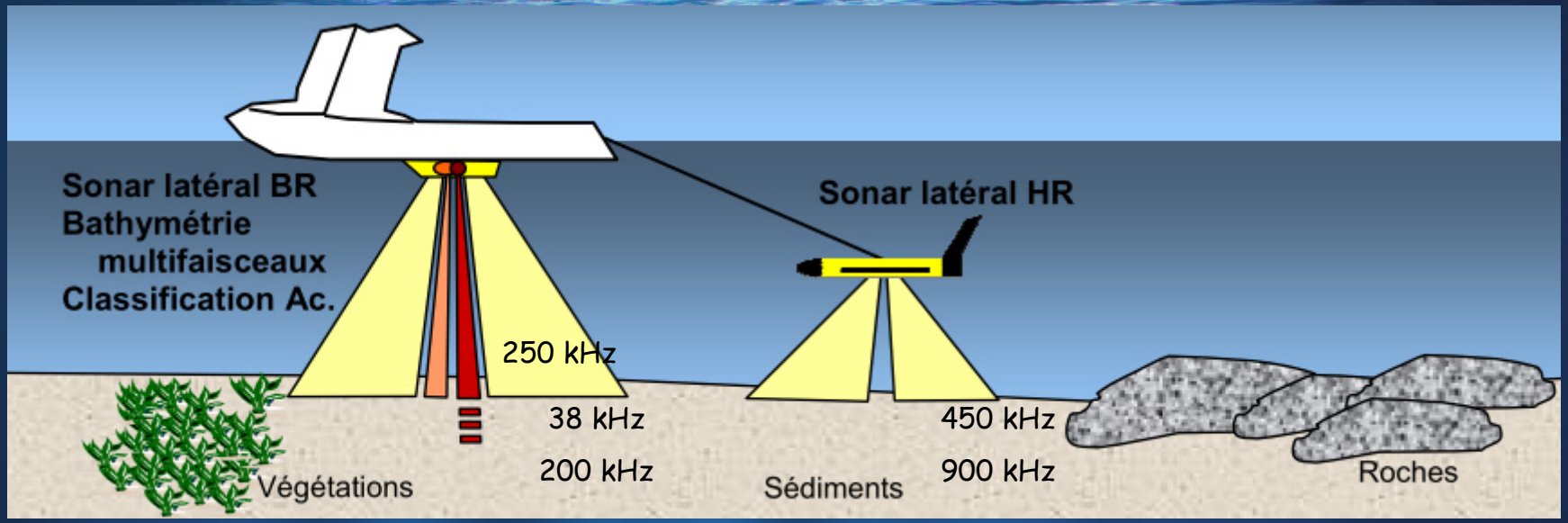
SEMANTIC TS développe et met en œuvre depuis 2001 des techniques de monitoring des fonds aquatiques, utilisant la fusion des données multi-capteurs

Ces méthodes sont **accessibles** à la fois aux organismes militaires et au monde civil

3 axes de développement :

1. **Fusion de données à partir de différents capteurs**
2. Design de **plateformes légères de sondage**
3. Mise au point **d'une méthode de classification acoustique** de la nature des fonds

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

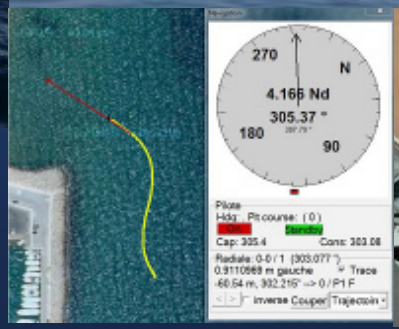
Mise au point d'un mini-navire océanographique

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

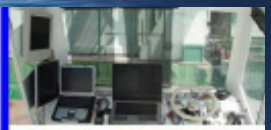
Cabine et protections amovibles
Réseau Internet à bord!



SEMANTIC TS

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
4e 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

Profileur 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

Principe de la fusion

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

Lagune Etang

Rivière Fleuve

Très petits fonds

Mer

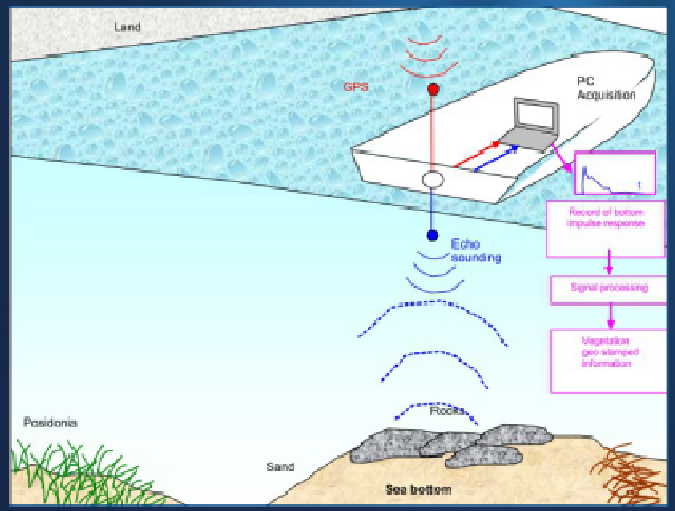
le MINO MIni-Navire Océano

Bathymétrie
Sonar latéral
Classification acoustique

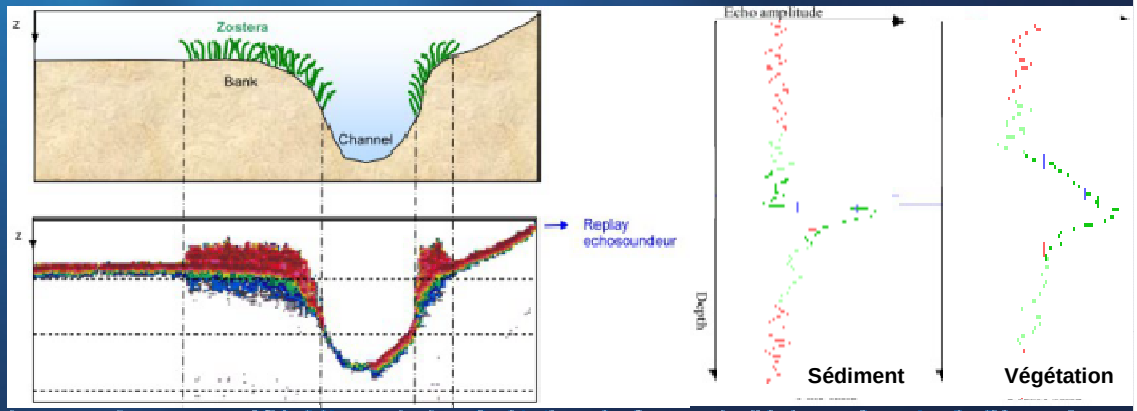
Développement du SACLAF innovant

SACLAF = Système Acoustique de CLAssification des Fonds

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



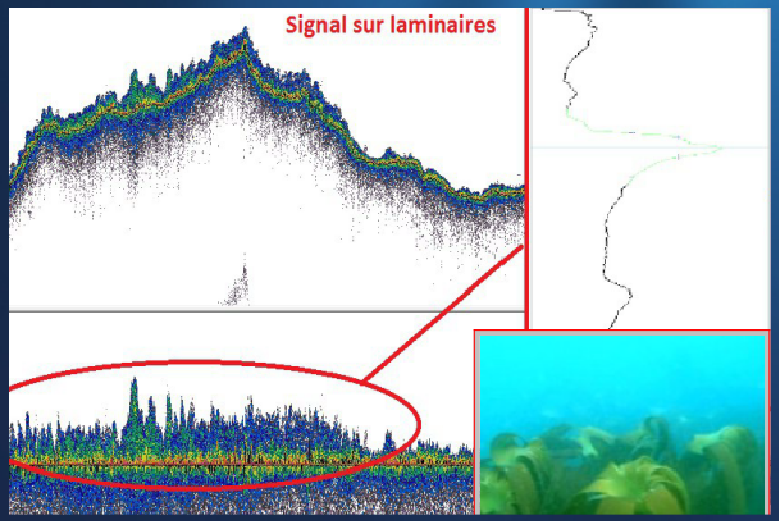
Principe du SACLAF

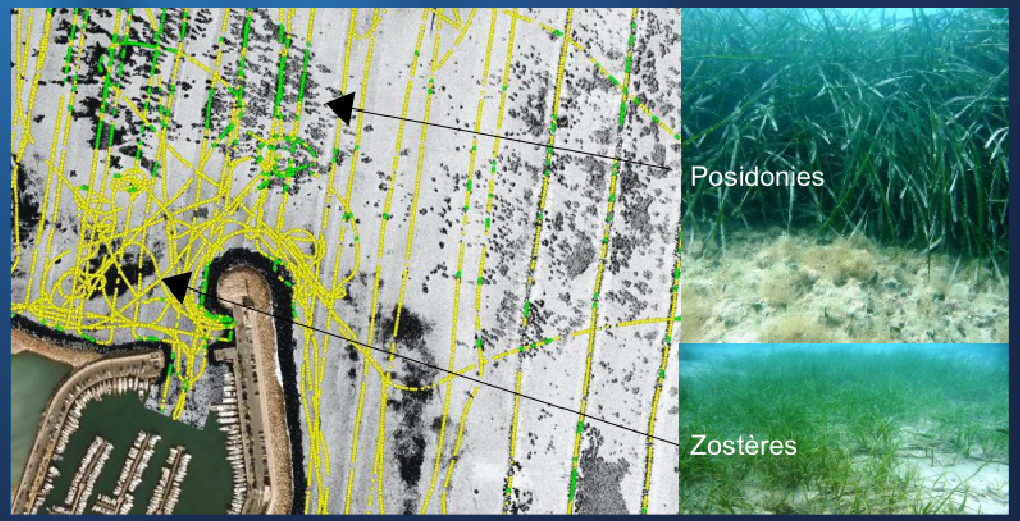


Lorsque le son se réfléchit sur de la végétation, la forme de l'écho présente de l'énergie avant le pic correspondant à l'écho fond. De plus l'écho fond est plus atténué par la vase que par le sable, ou encore la roche, très réfléchissante acoustiquement. Le SACLAF SIVA, détecte automatiquement ces caractéristiques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

SEMANTIC TS

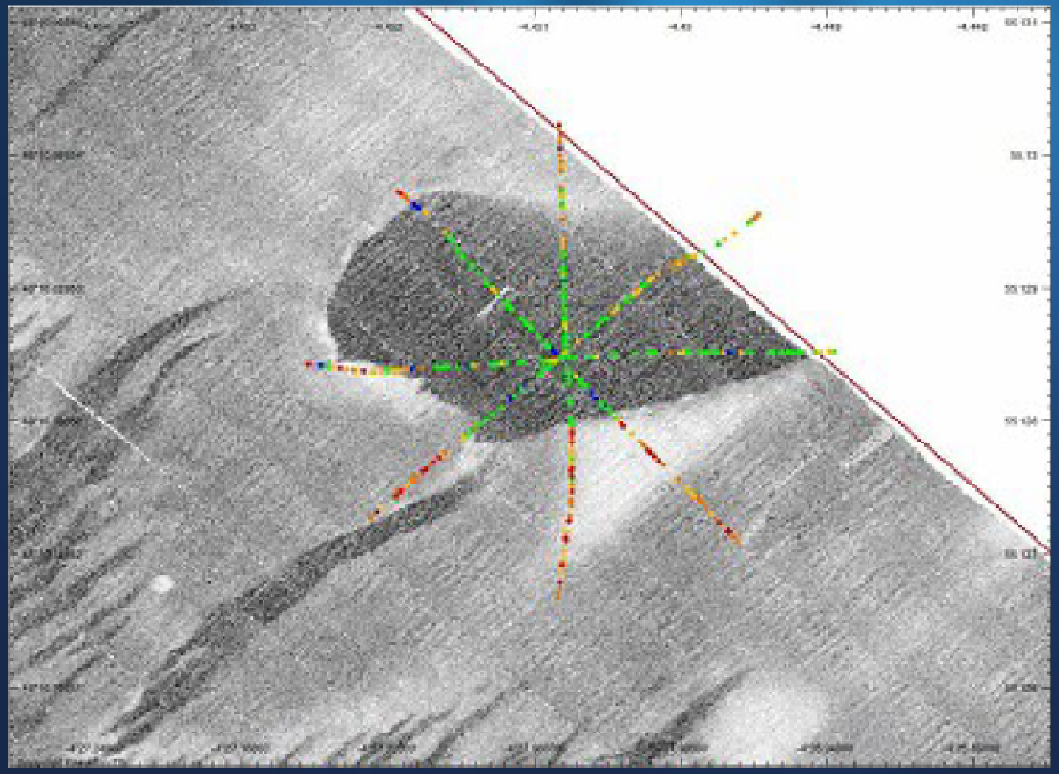
Module DIVA : Classification des végétations sous-marines : Posidonies, Zostères, Laminaires...

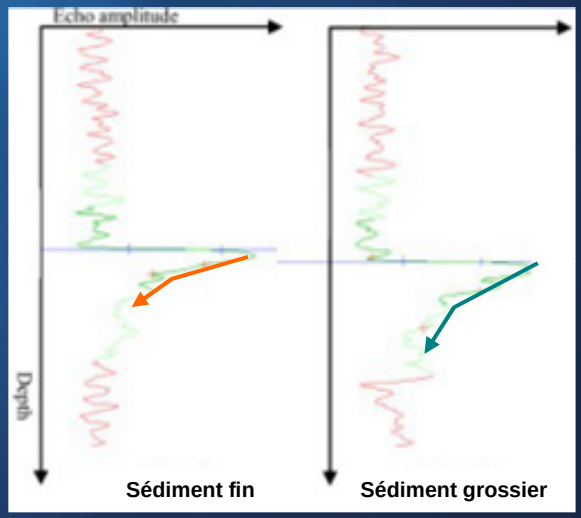




SEMANTIC TS

Module CLASS :
CLAssification des Sédiments Superficiels

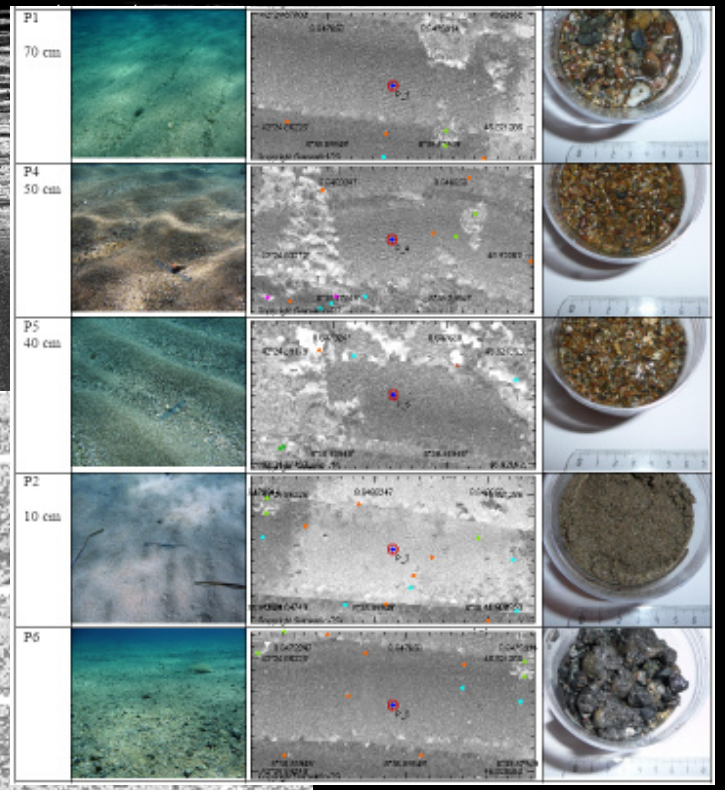


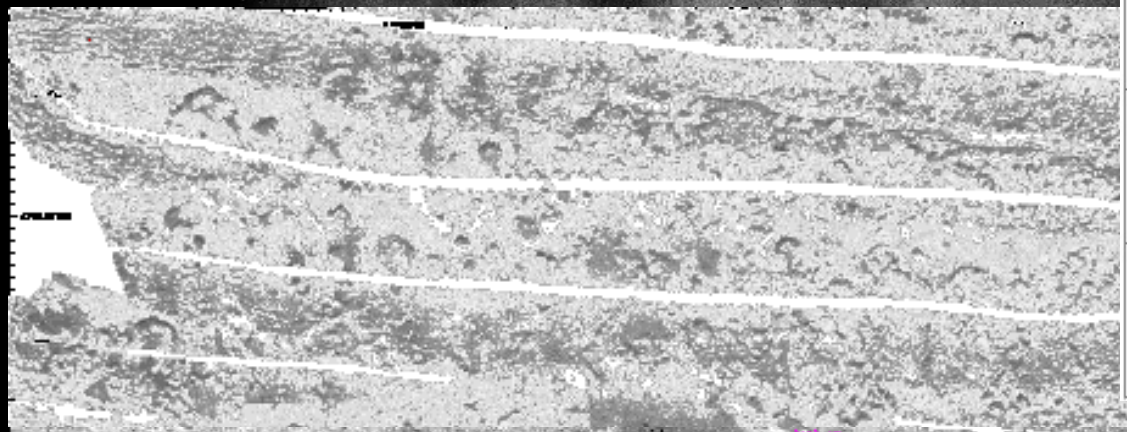


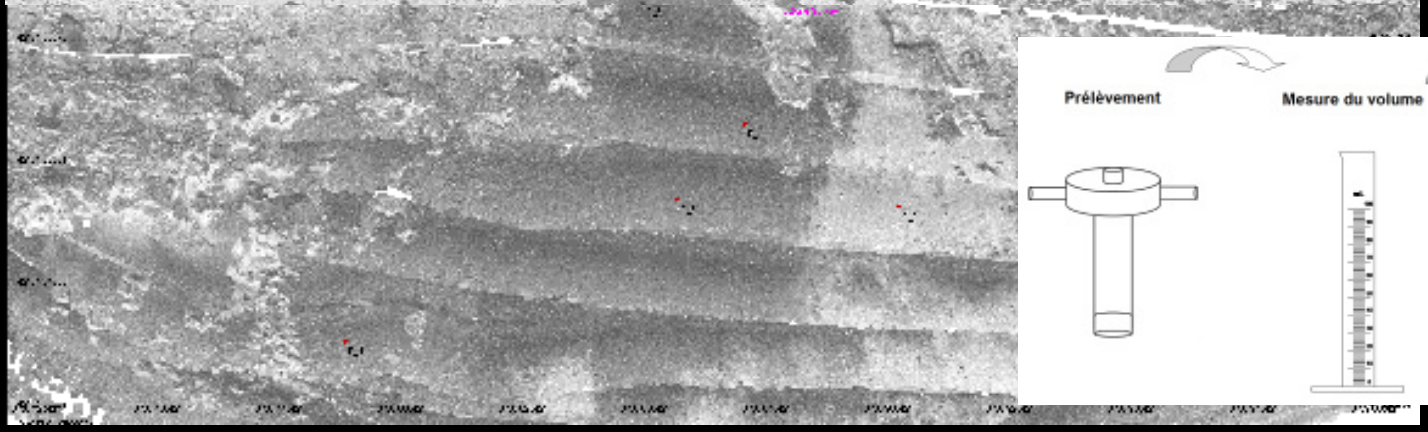
Exemple de résultats de CLASS sur les rubans sédimentaires de la baie de Douarnenez

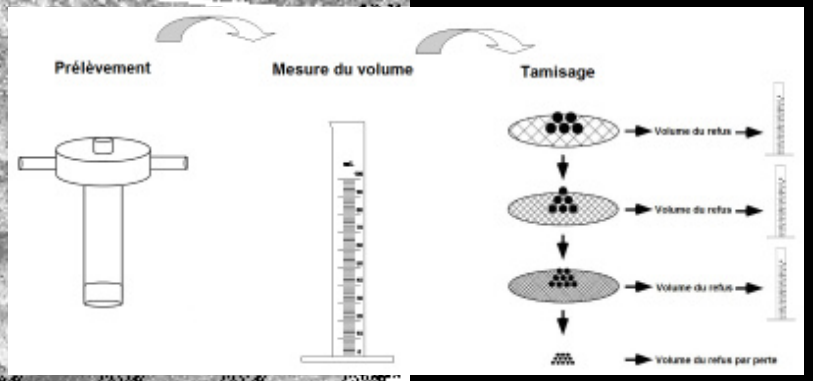
SEMANTIC TS

Validation
Calibration









→Classification du SHOM/Folk

SEMANTIC TS

Comment compter des poissons ?

?

Un jeu d'enfant ?

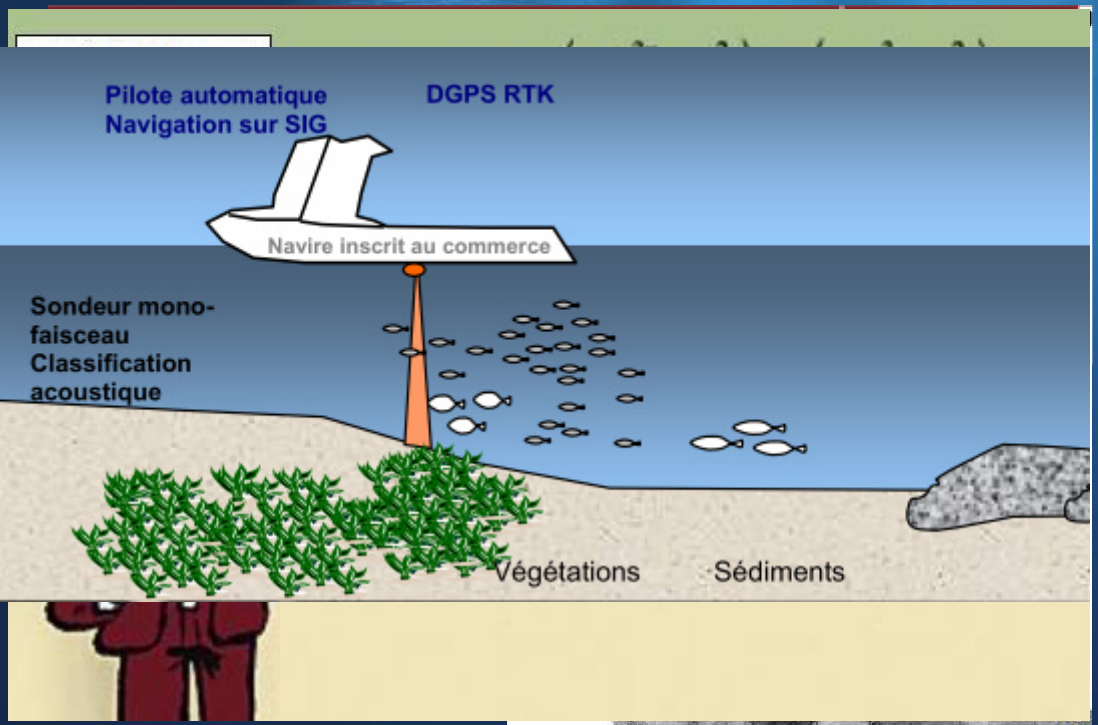
Pas si simple ….

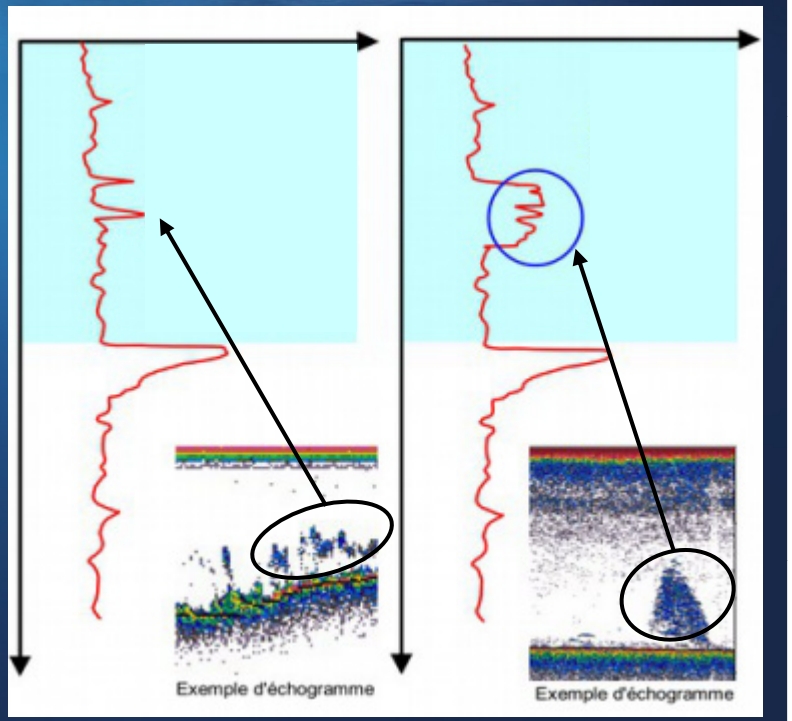
SEMANTIC TS

Module FISH : Halieutique

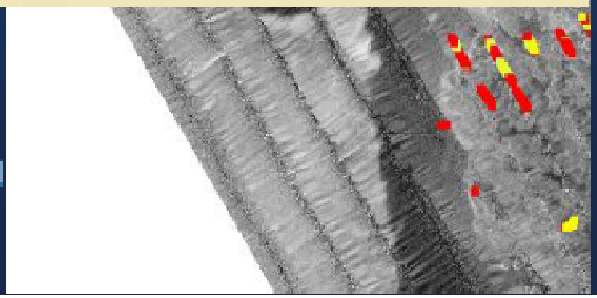
Détections & Biomasse géoréférencées

Historique sondeur : En rouge : Détection de ressources halieutiques



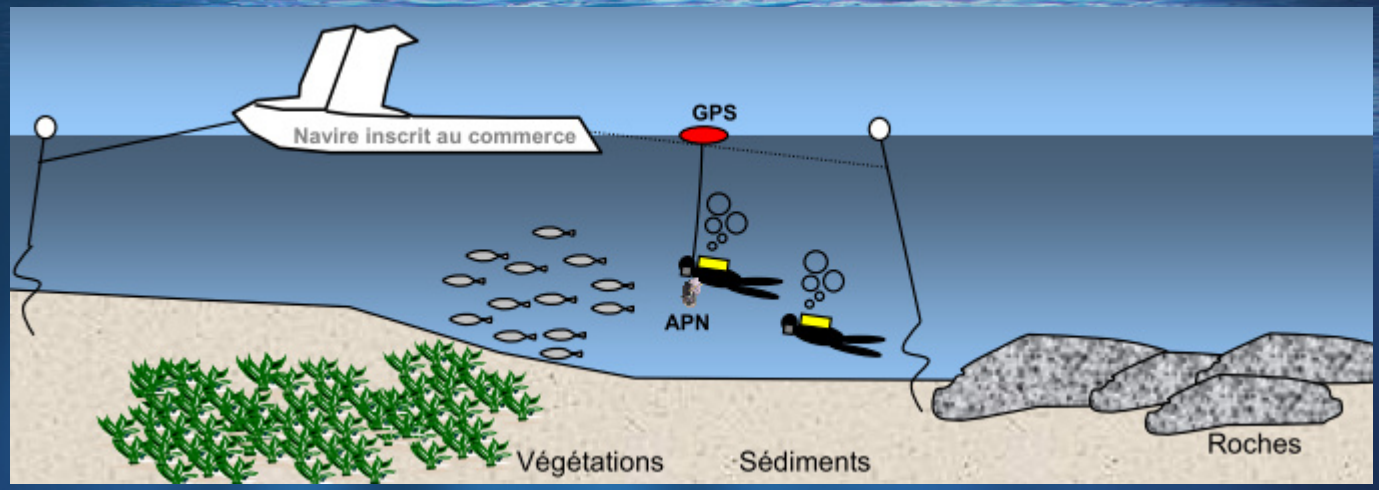


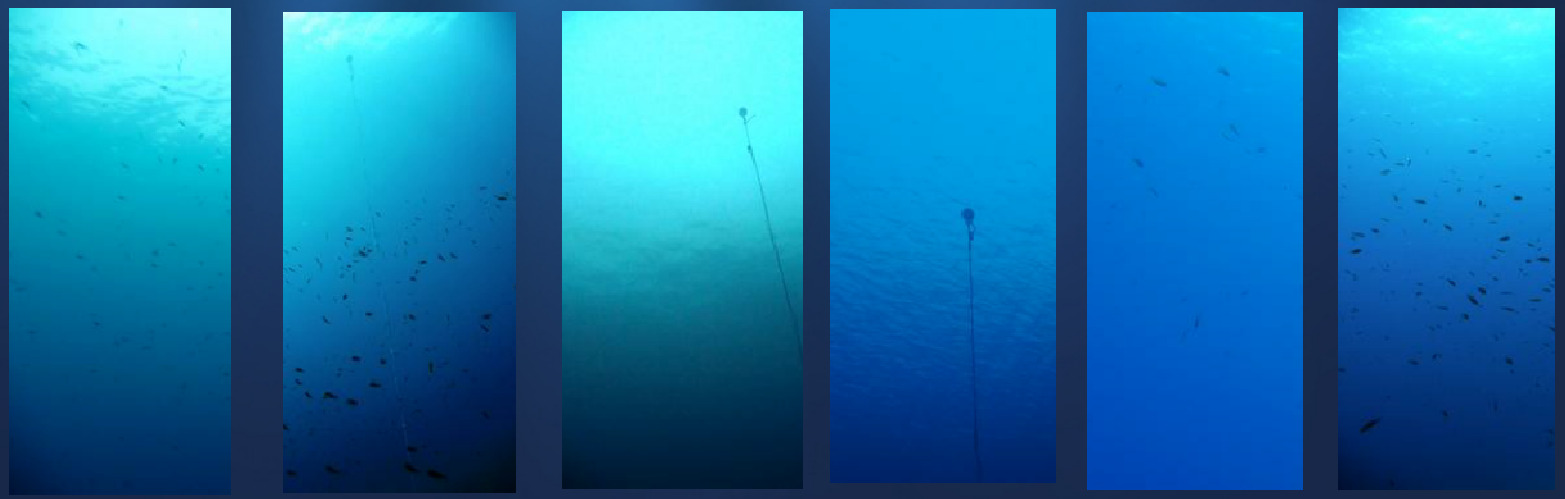
Géo-référencement
du nombre de détections halieutiques
superposé à la mosaïque sonar latéral



SEMANTIC TS

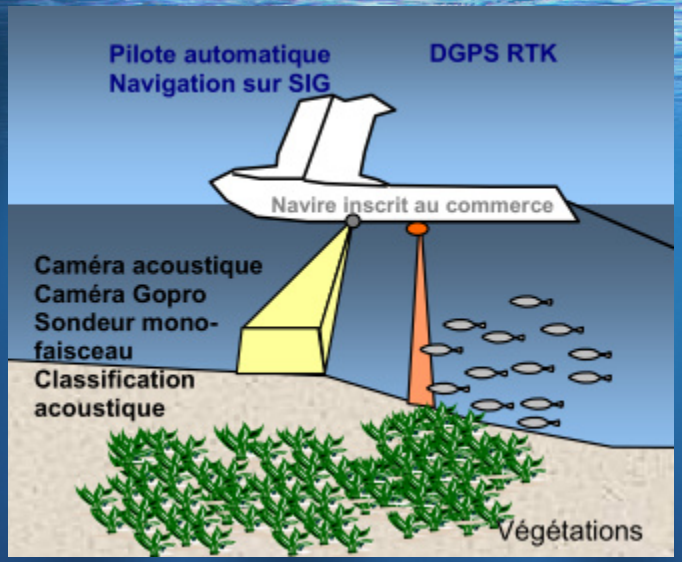
Validation calibration

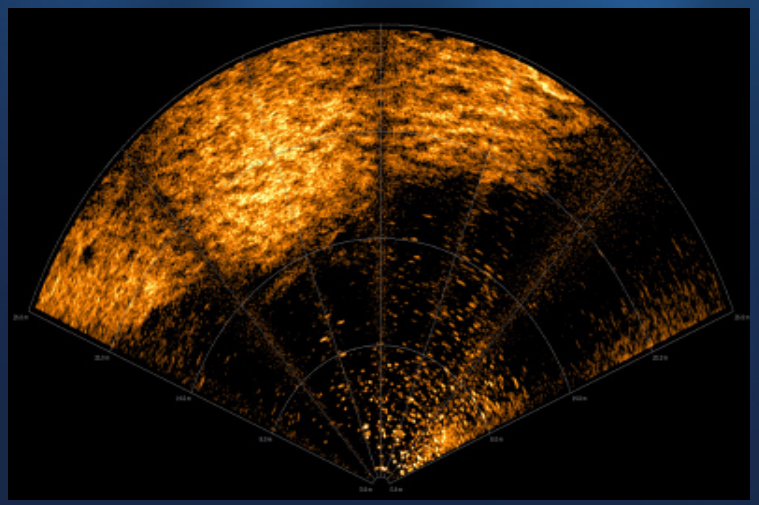




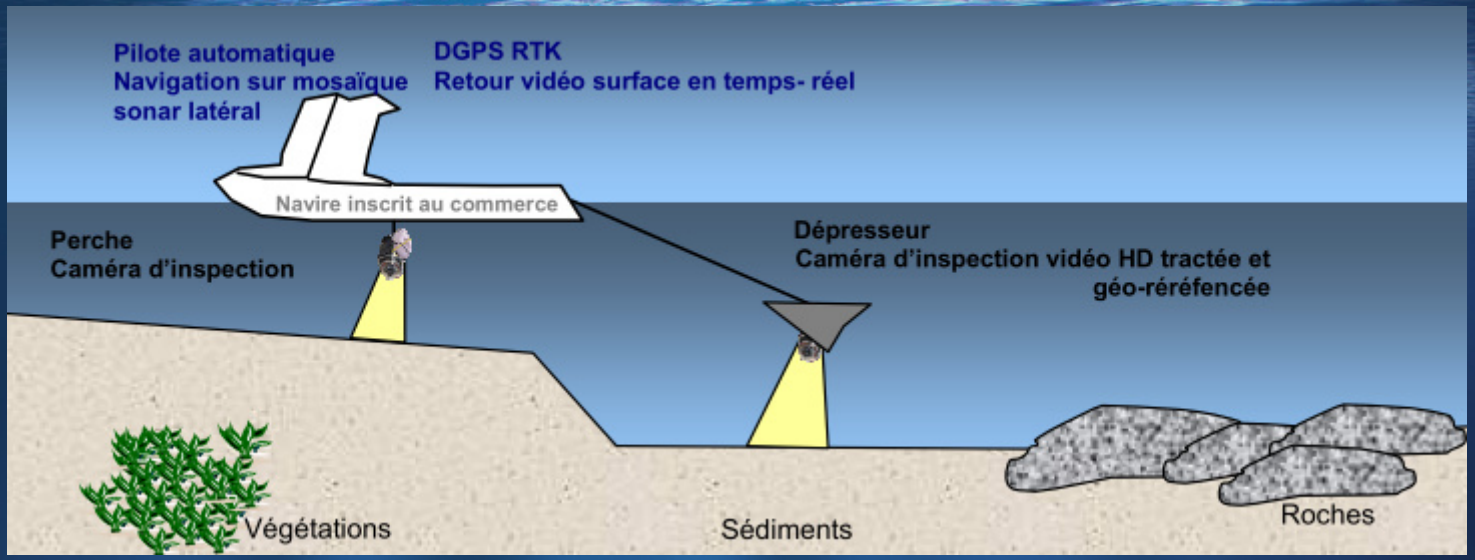
SEMANTIC TS

Validation calibration



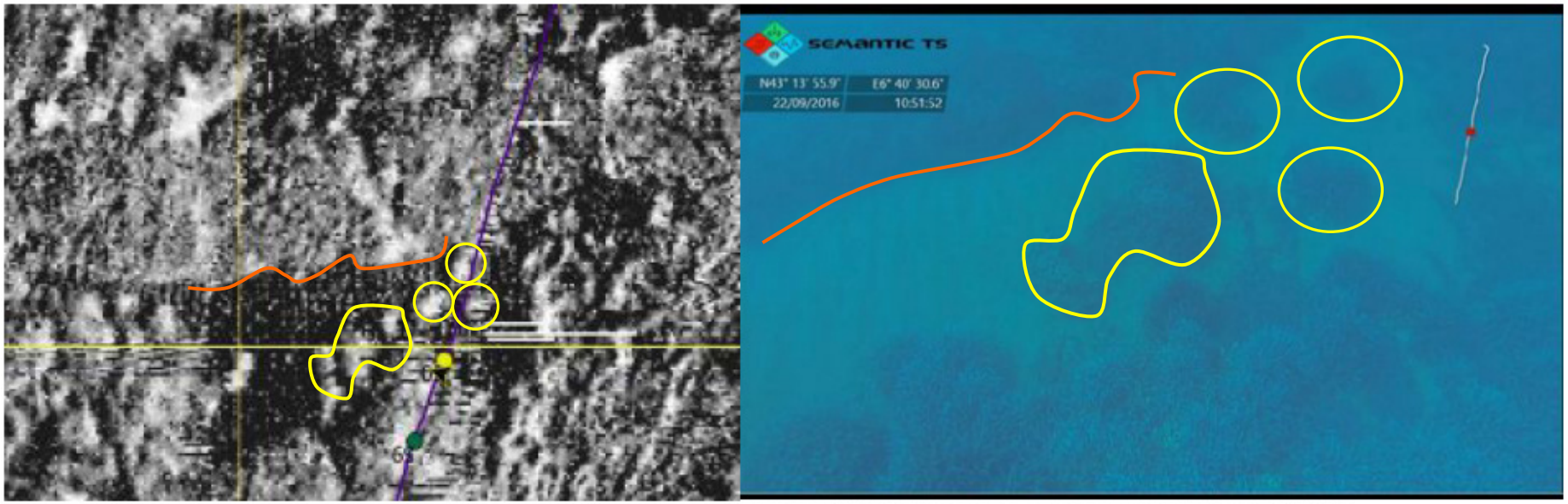


Validation calibration

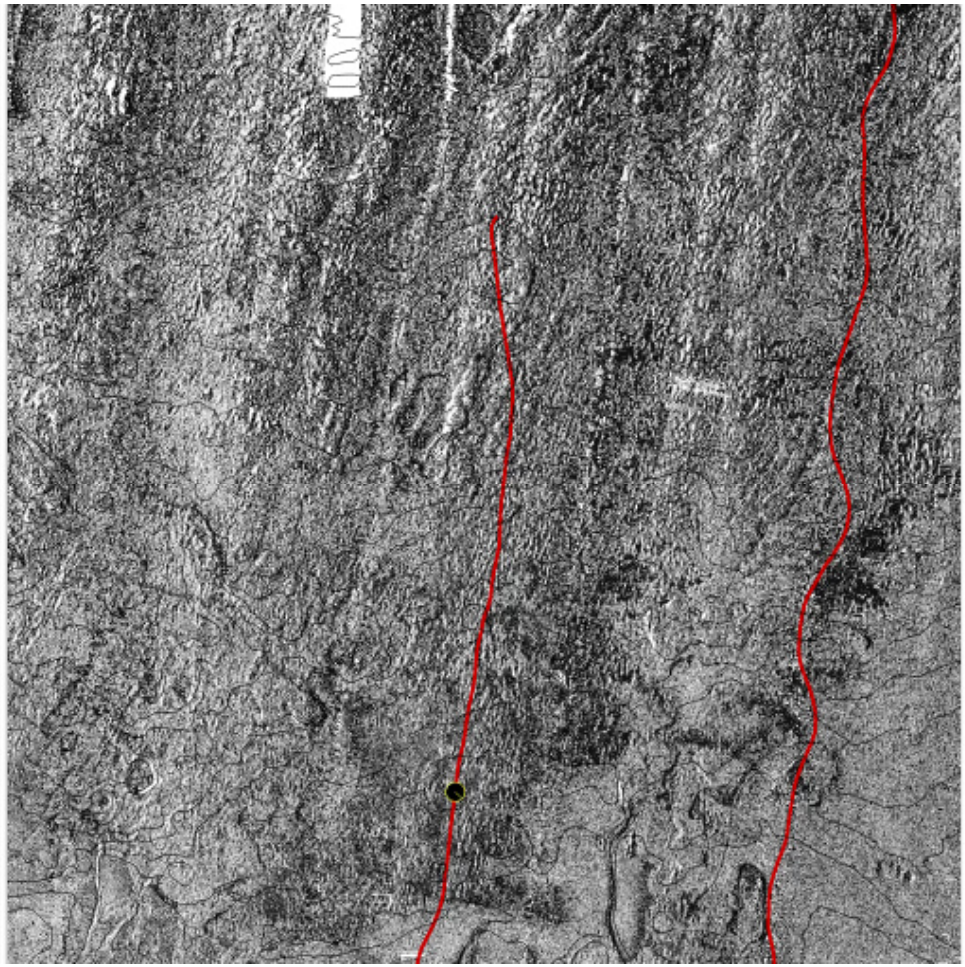


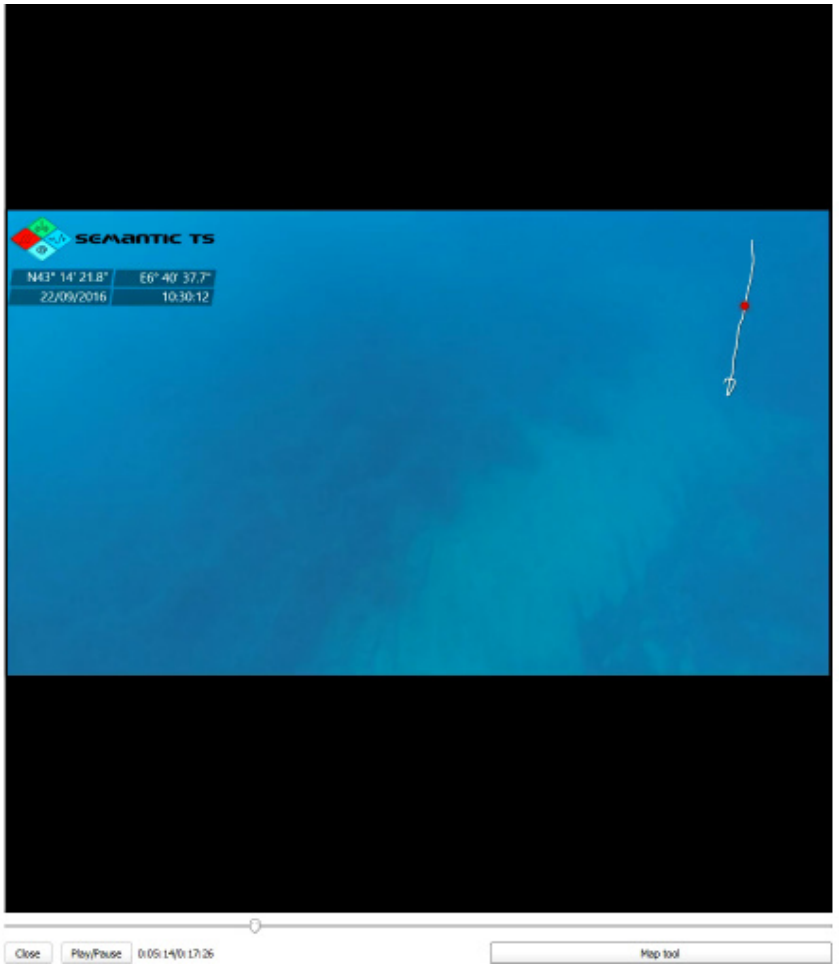
Système d'enregistrement de vidéos sous-marines géo-référencées
A gauche : Mise à l'eau du système - Au centre : Système opéré en mode tracté - A droite : en mode plan de sonde

Système VT tracté



Exemple de calage : Image sonar latéral & vue sous-marine haute résolution

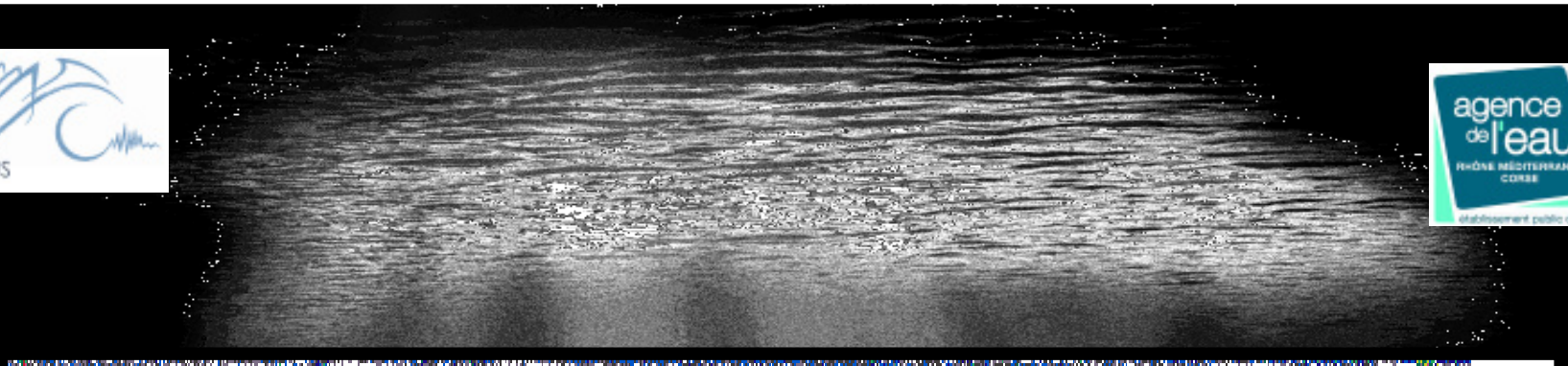


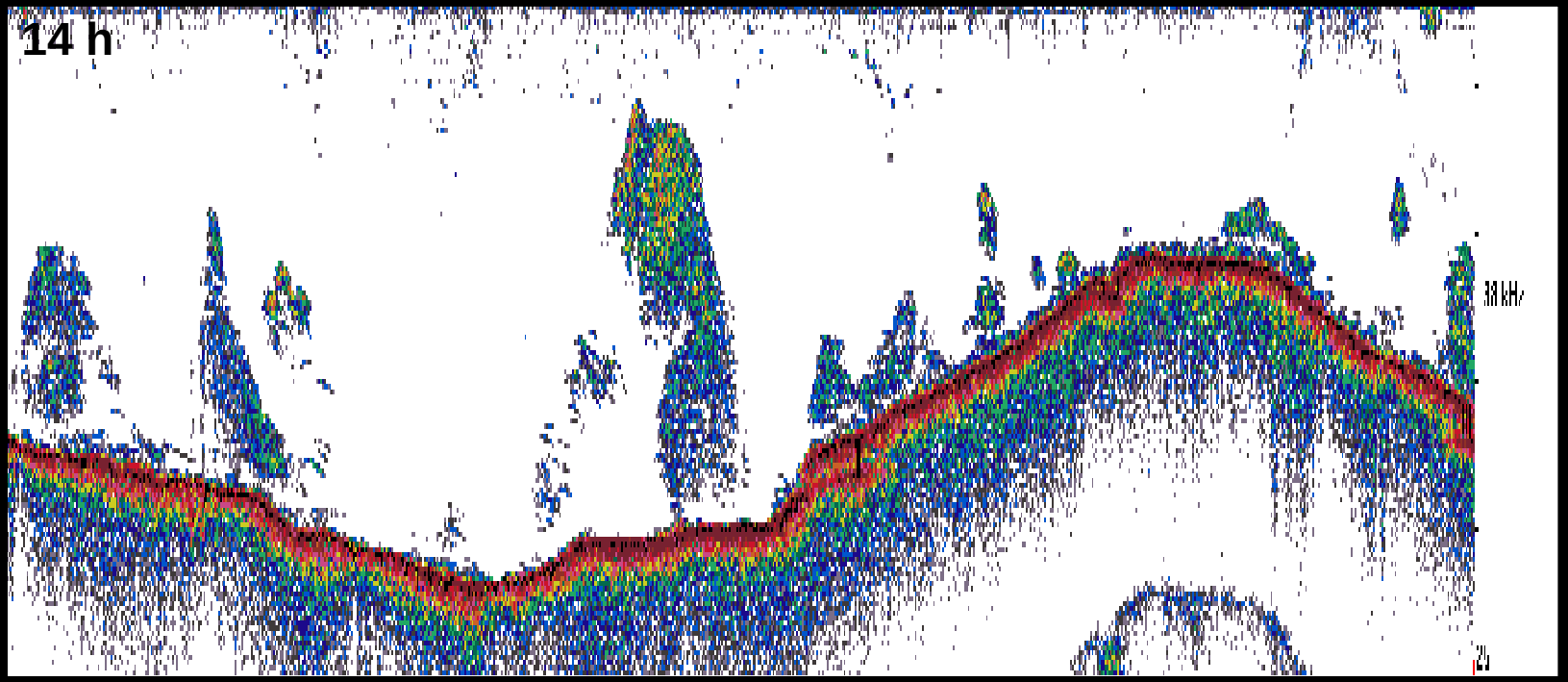


Le développement de ce système permettant :

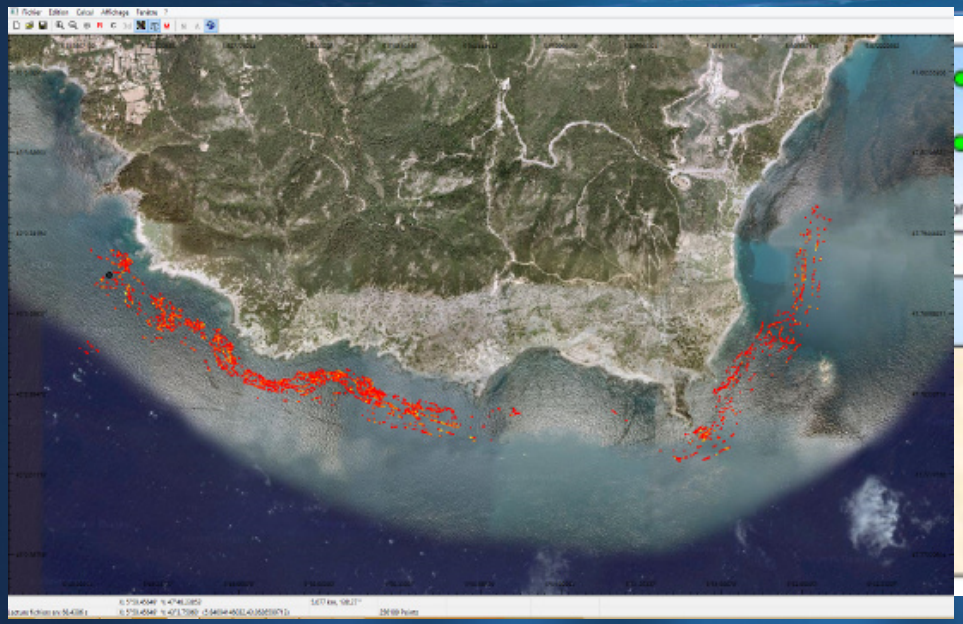
- l'accès temps réel aux données vidéos en phase d'acquisition
- l'acquisition en visualisant en temps réel la trajectoire sur la mosaïque sonar
- le rejeu des vidéos en mode géo-référencé, avec export de photos géo-référencées
- la classification à la volée

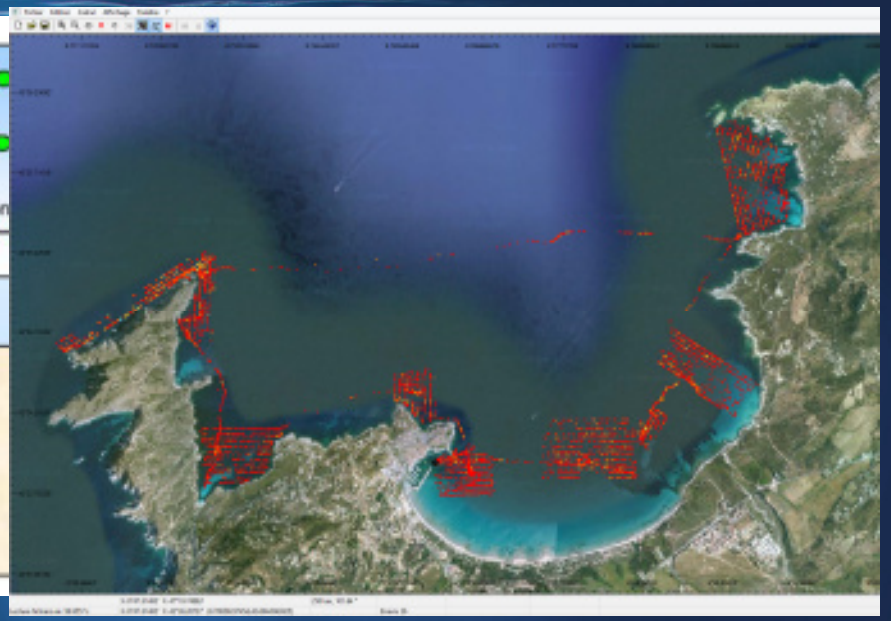
constitue une innovation majeure en termes de méthodologie pour l'acquisition de la vérité terrain.

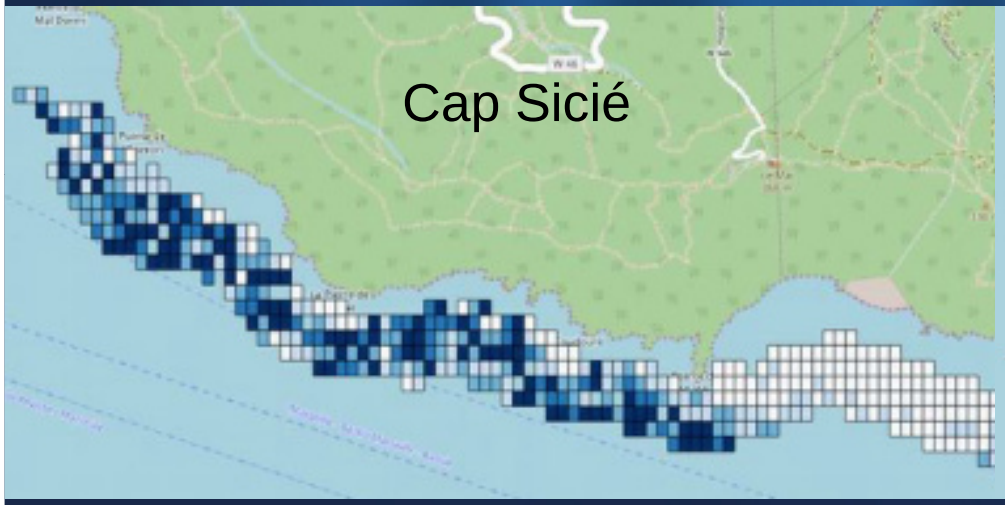


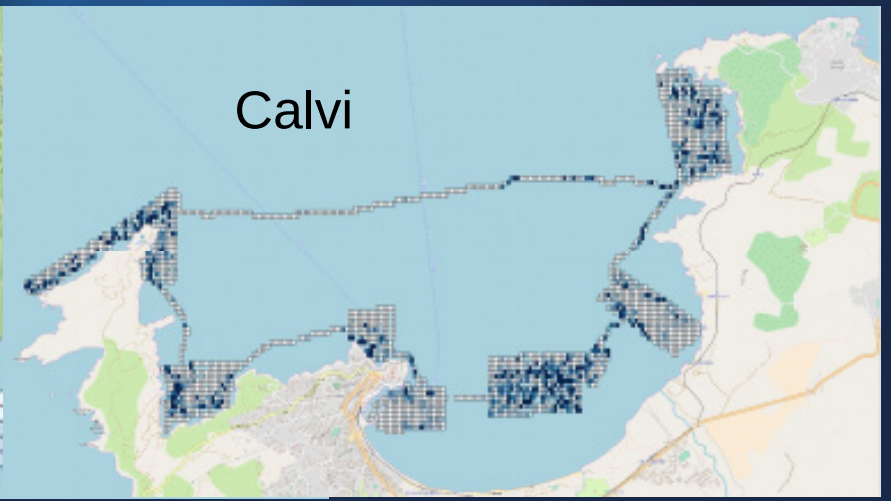


Mesures Jour-Nuit



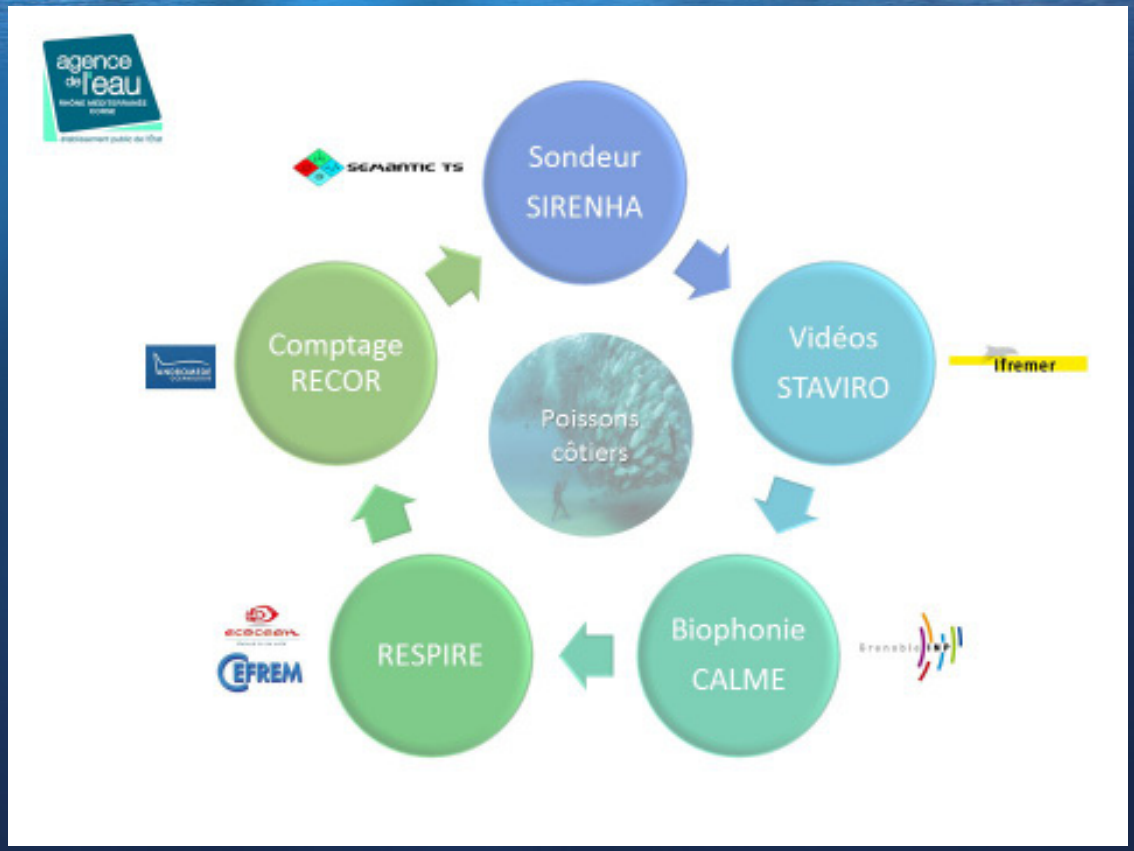




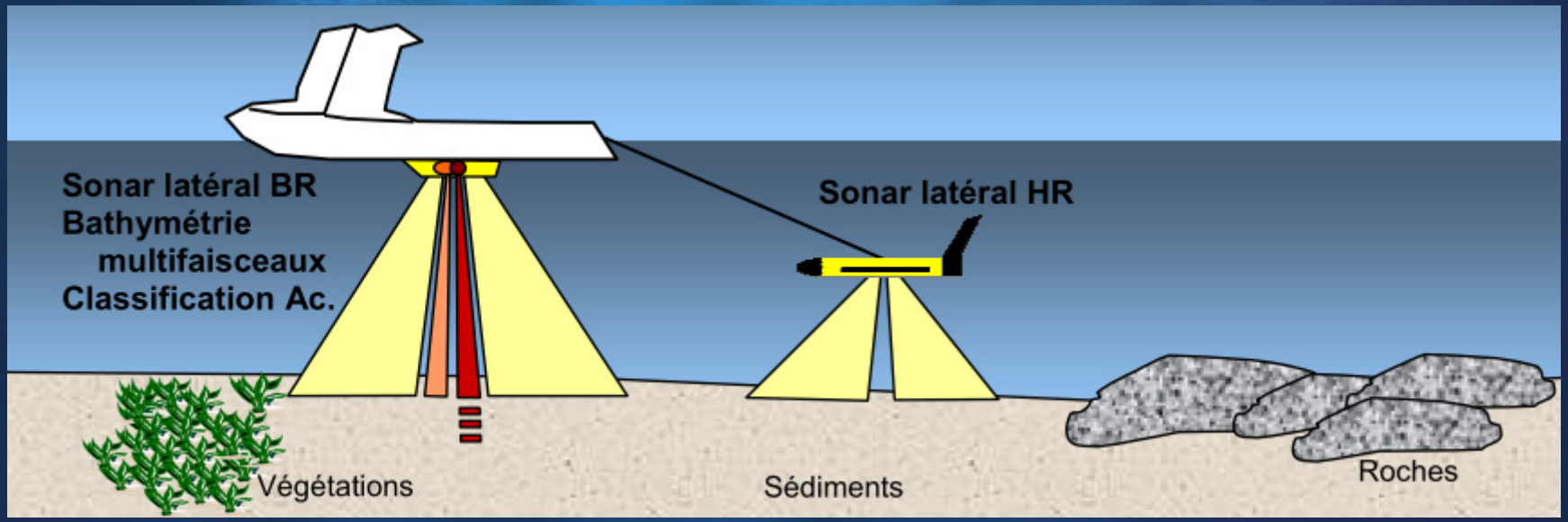


SEMANTIC TS

Ajout d'informations issues d'une approche linéaire

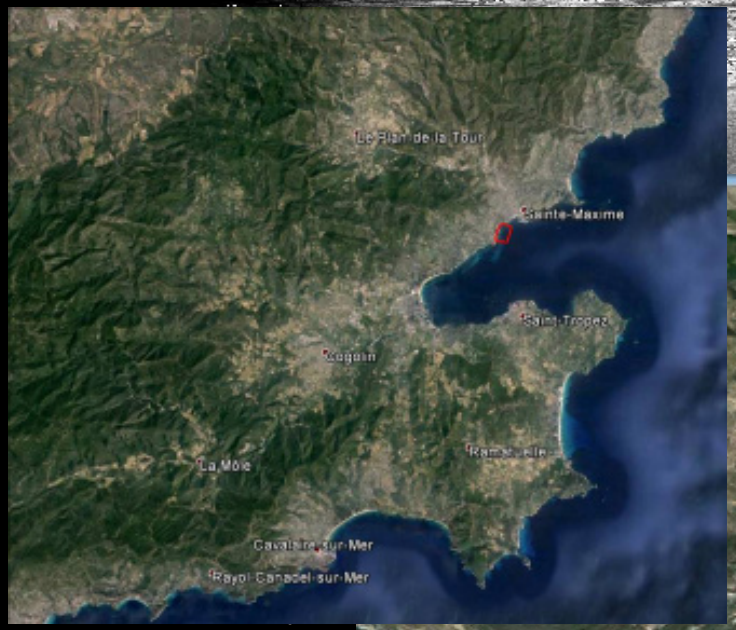


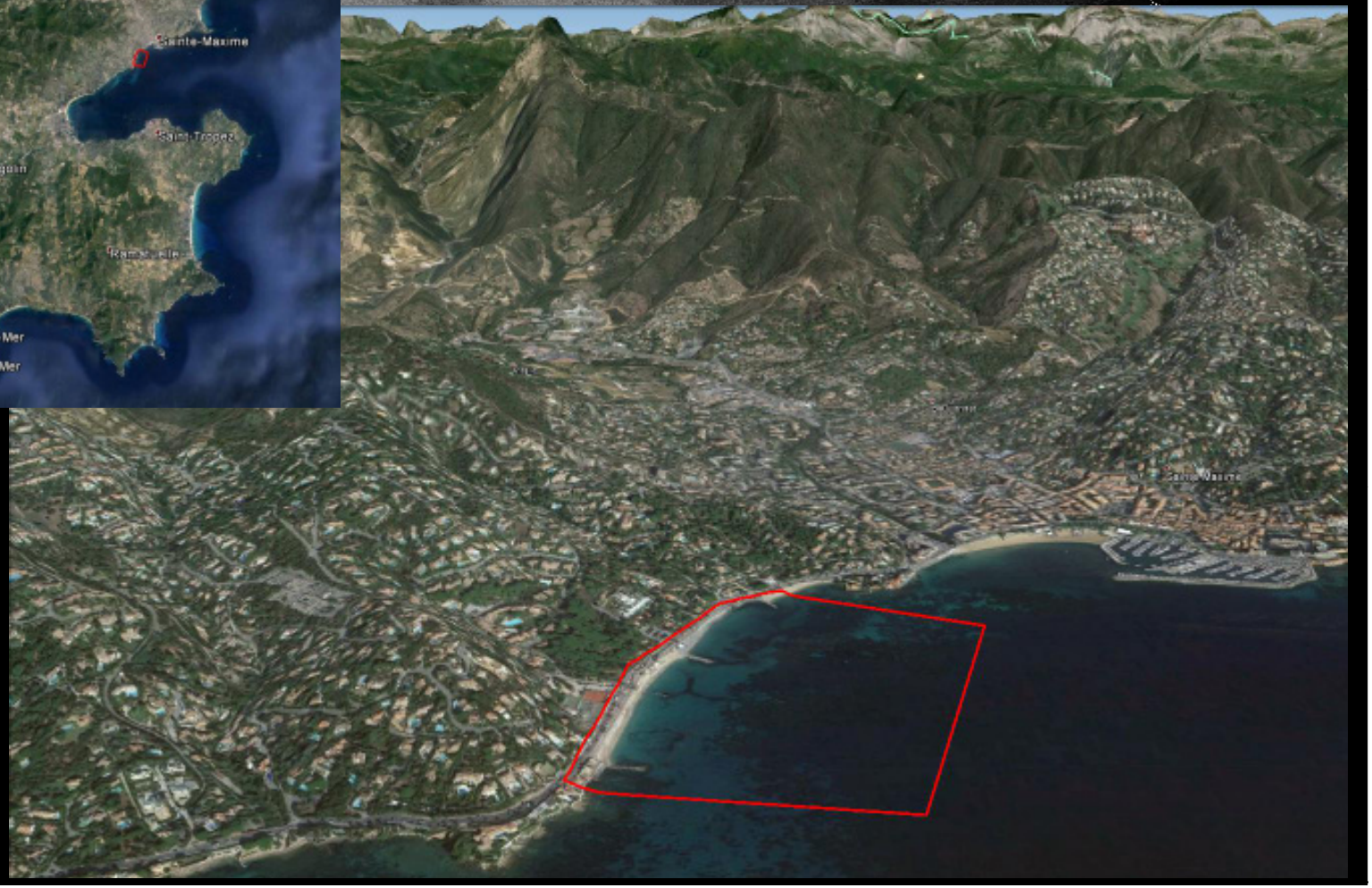
Intégration dans une approche surfacique



SEMANTIC TS

Illustration des méthodes : surfacique et linéaire





SEMANTIC TS

FUSION des données

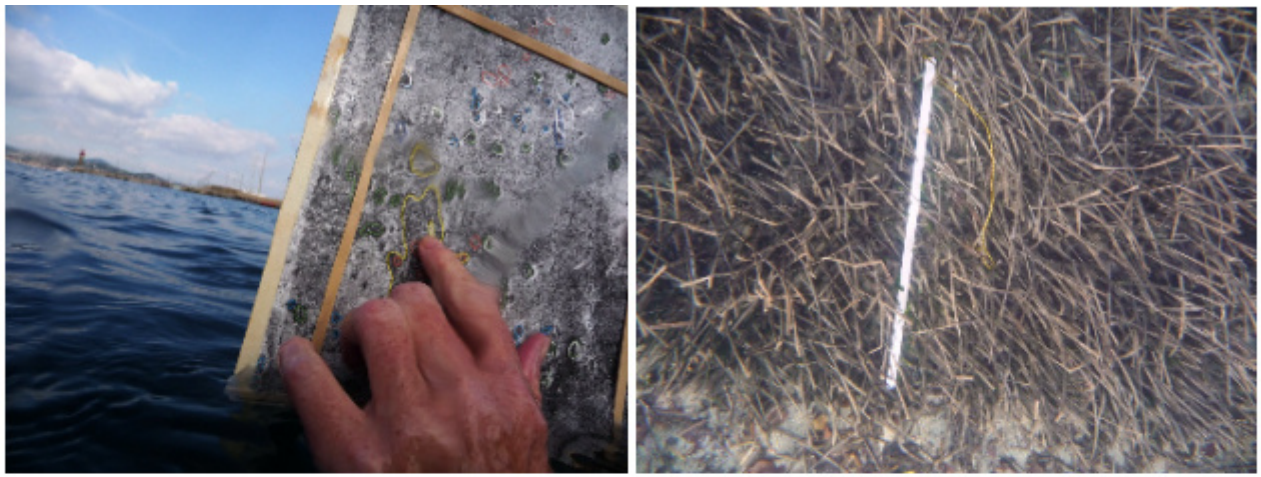
Bathymétrie
Topographie 3D du fond

Imagerie
Sonar latéral

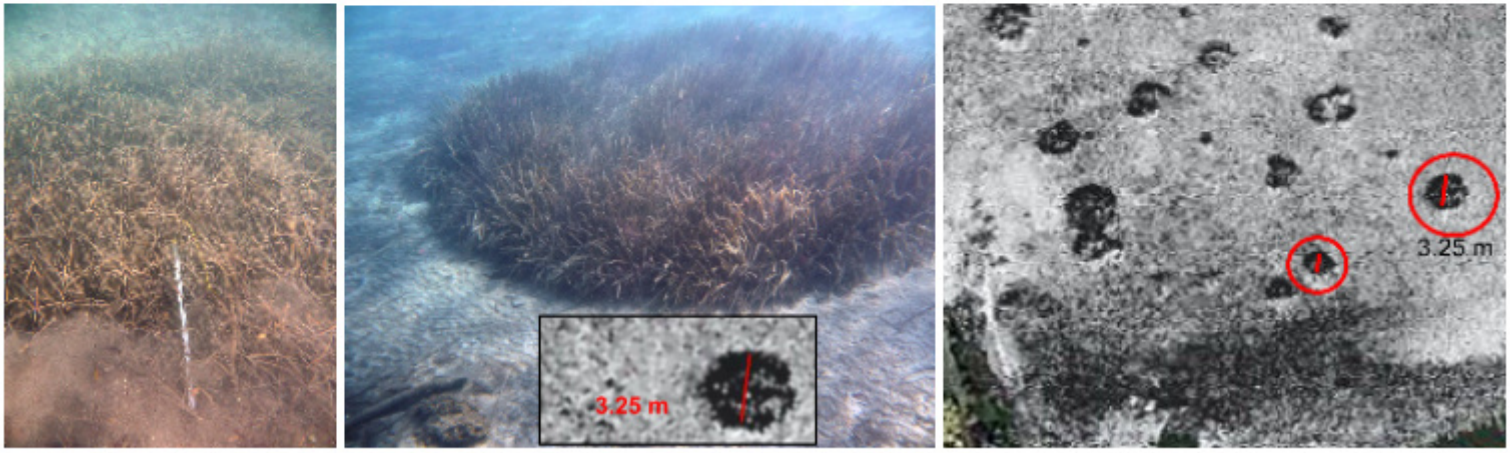
Classification Acoustique
DIVA

SEMANTIC TS

Données acquises

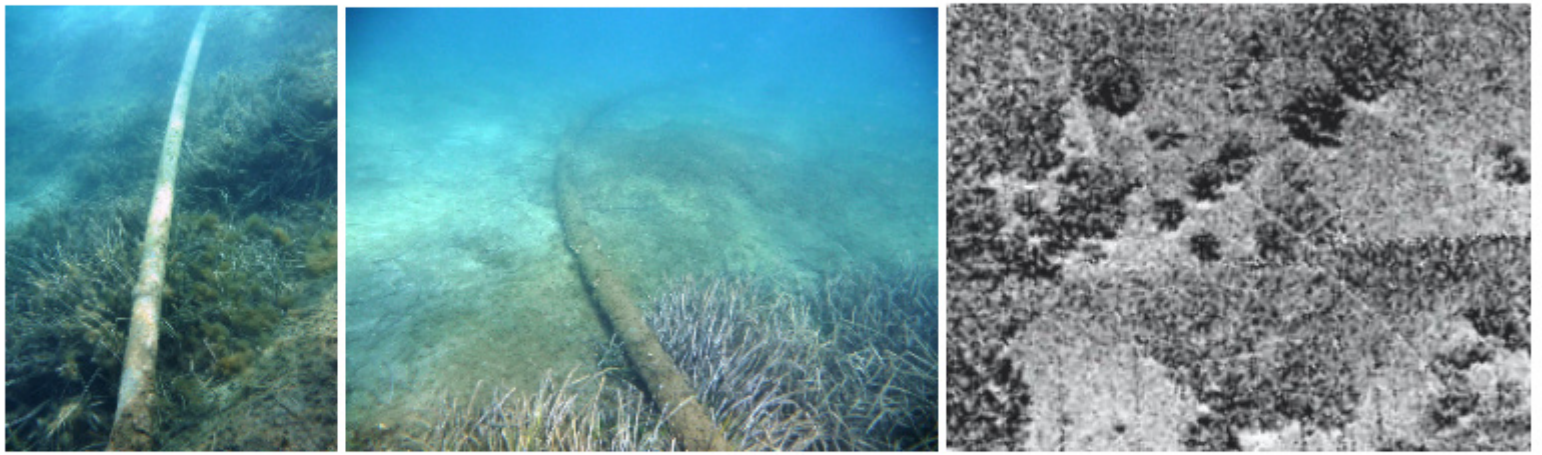


Calibration sonar latéral - vérité terrain

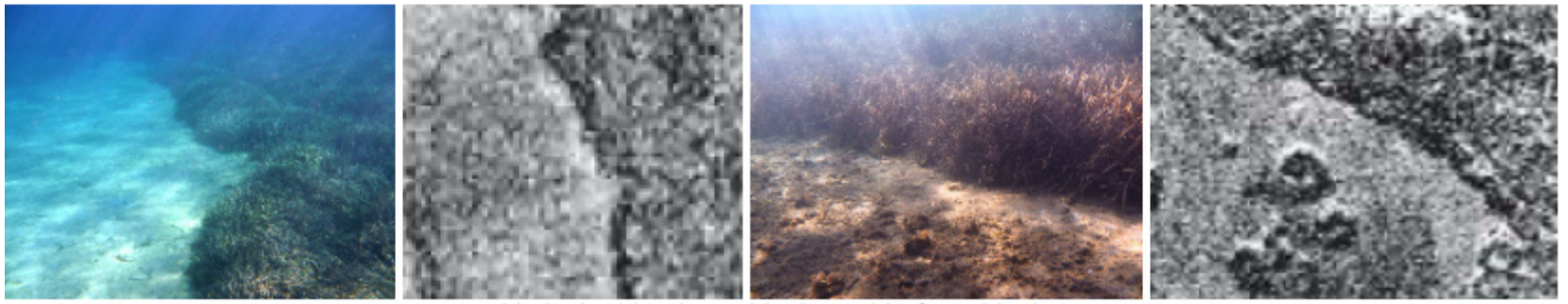


Mesure de surface : Calibration sonar & Vérité terrain (Utilisation d'un mètre linéaire métallique)
Diamètre mesuré en plongée : 3.25 m

Mosaique_Posidonie_Matte_Roche



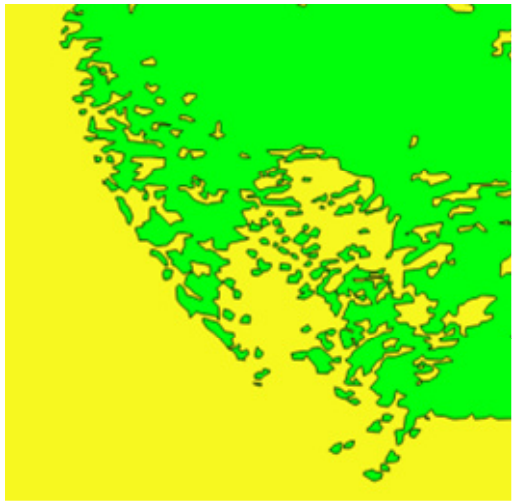
Pipe



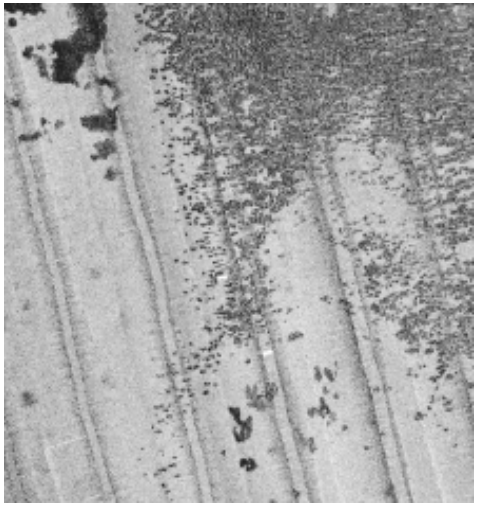
Limite herbier de posidonies-sable & posidonies-matte

Calibration des données latéral

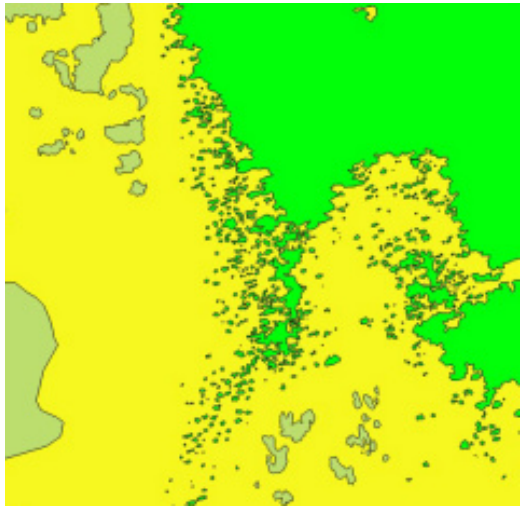
Taille des zones (carrés de 300 m de côté).
En jaune : sable.
En vert : Posidonies.
En kaki : zostères et cymodocées.



Cartographie biocénotique
Méthode habituelle par sonar latéral



Imagerie sonar latéral



Cartographie issue de la
méthode de fusion multi-capteurs

La fusion des données permet d'améliorer 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 biocénotiques 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.

Aire Marine Protégée
Côte agathoise
agde
Archipel de vie
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

Aire Marine Protégée
Côte agathoise

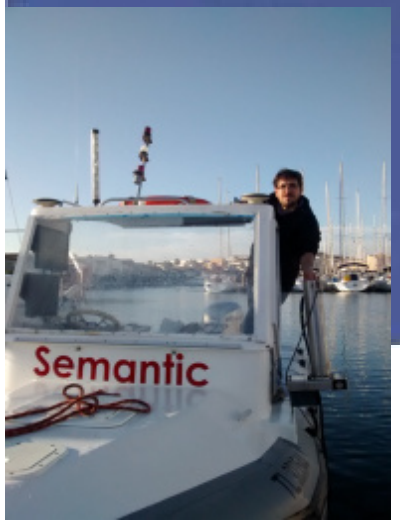
agde
Archipel de vie

Cap d'Agde

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

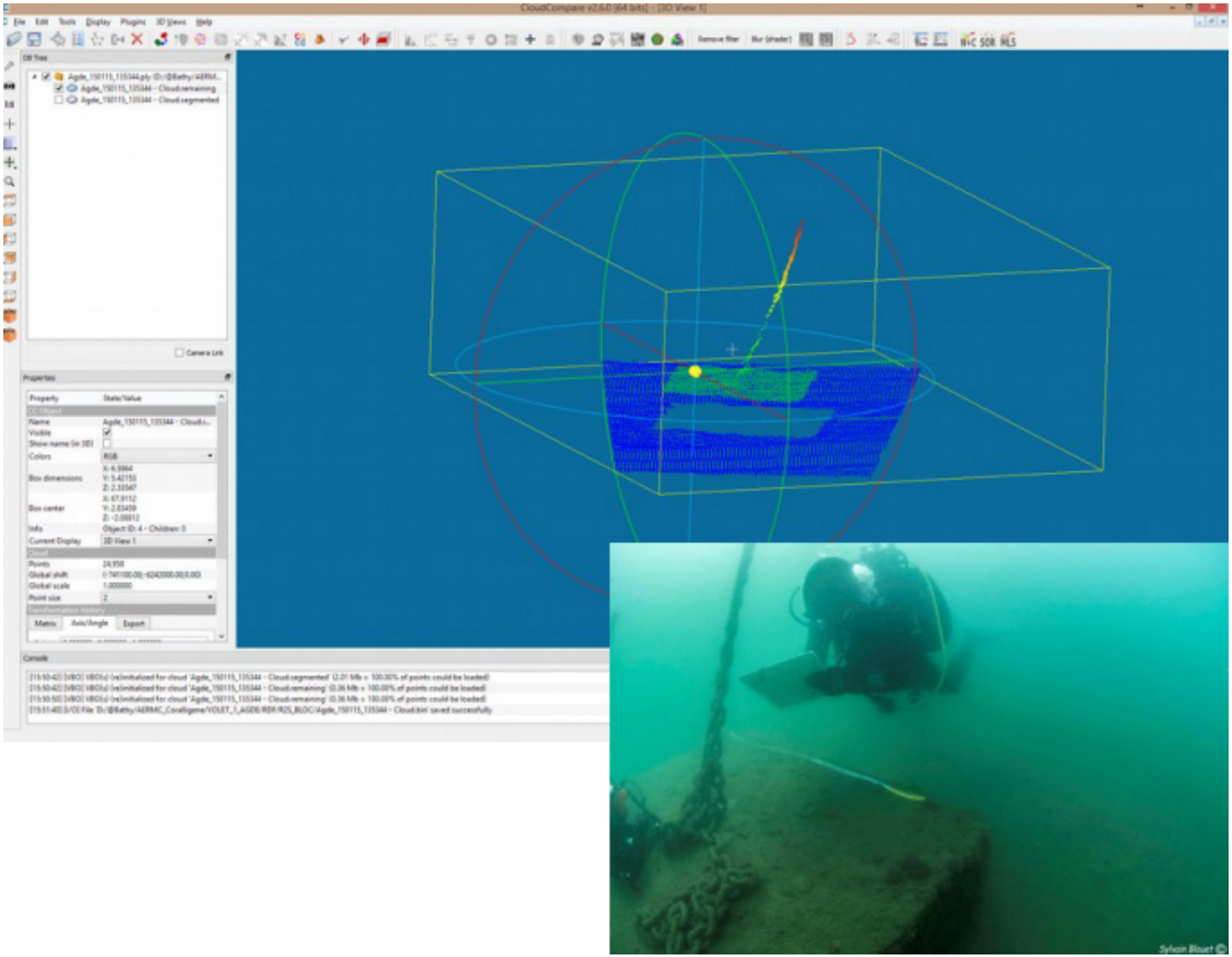
5500 m

Zone pilote
(env. 11 km²)

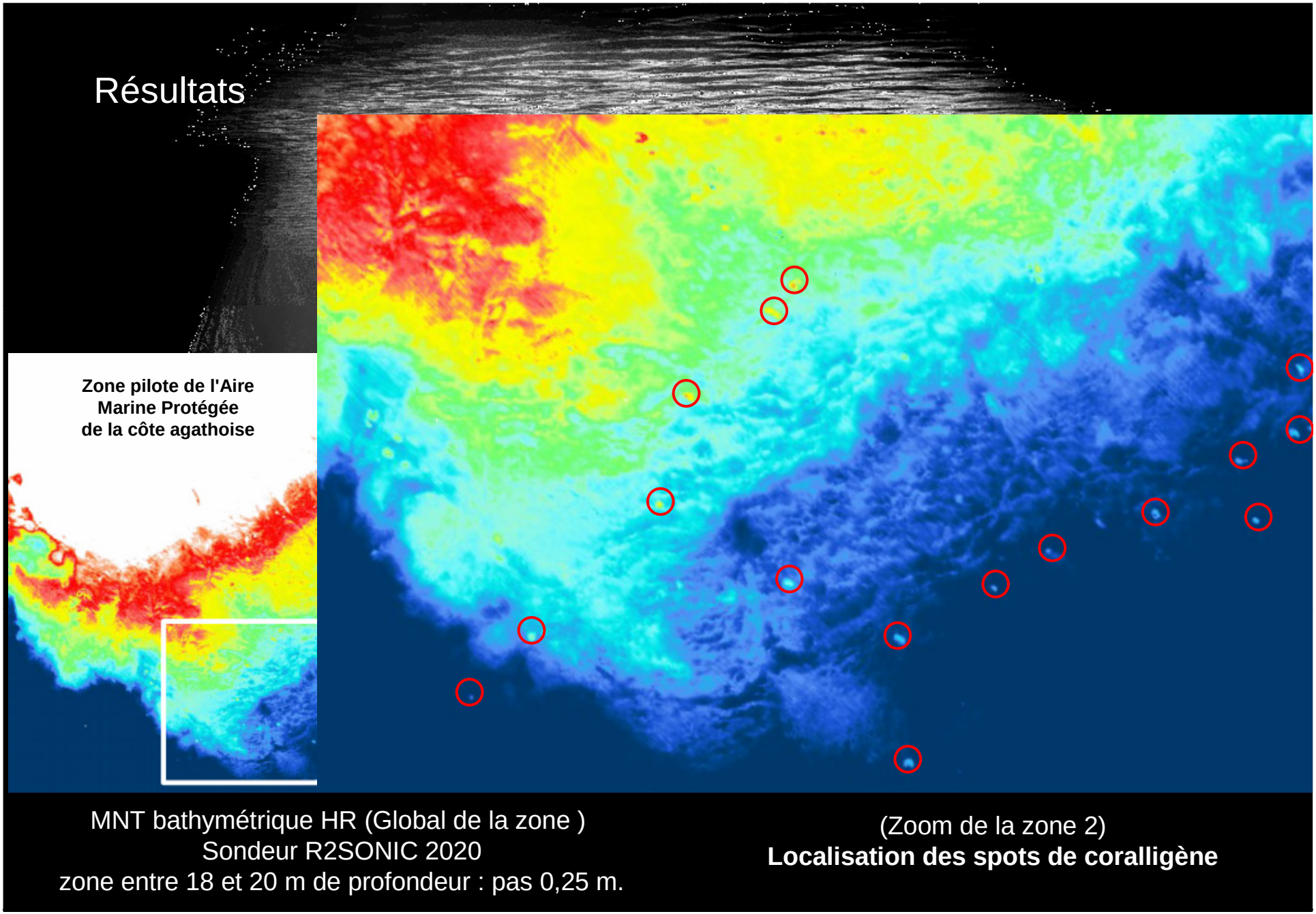


R2Sonics 2020 : Boîtier ultra compact

Calibration



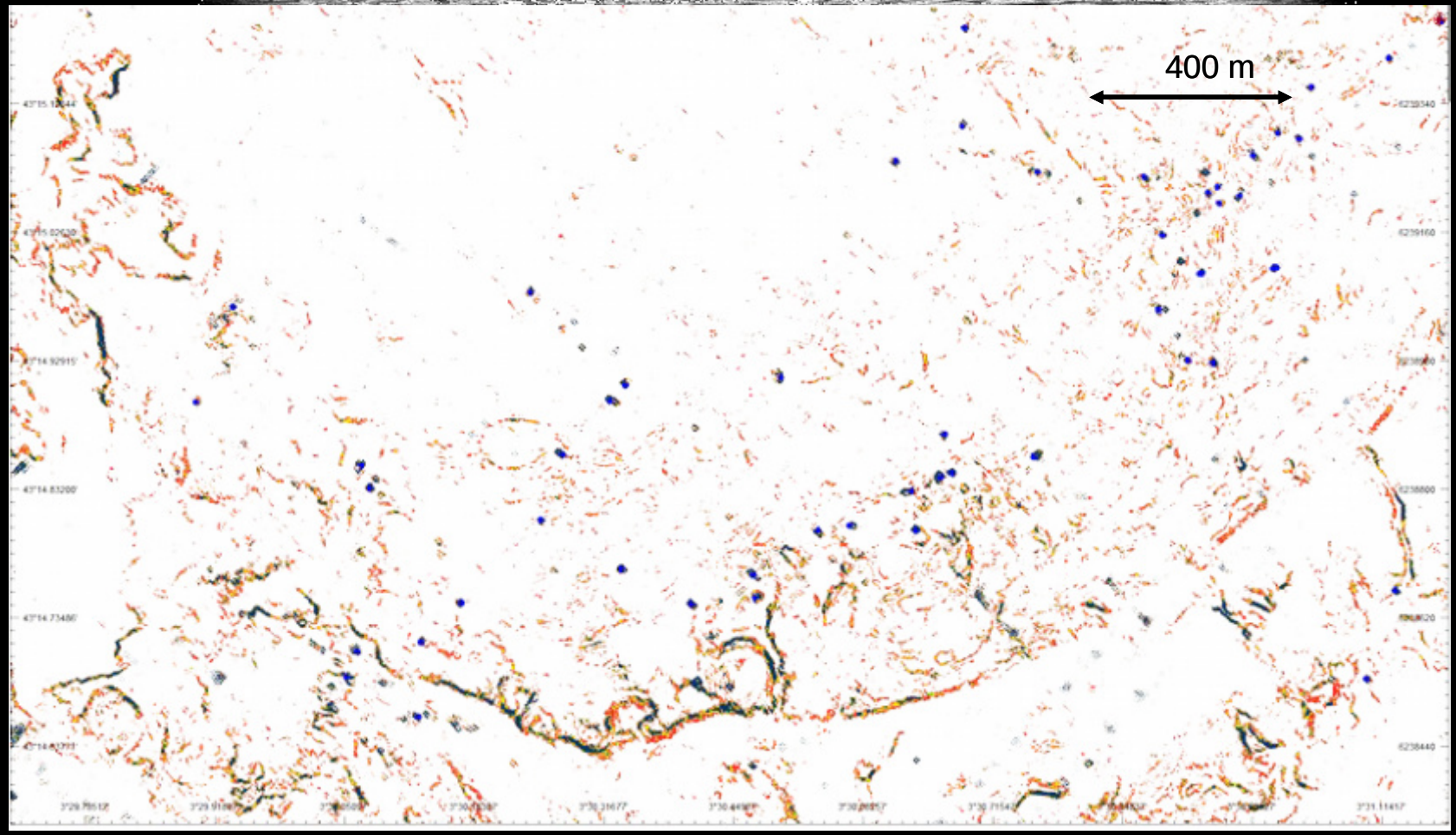
Résultats



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

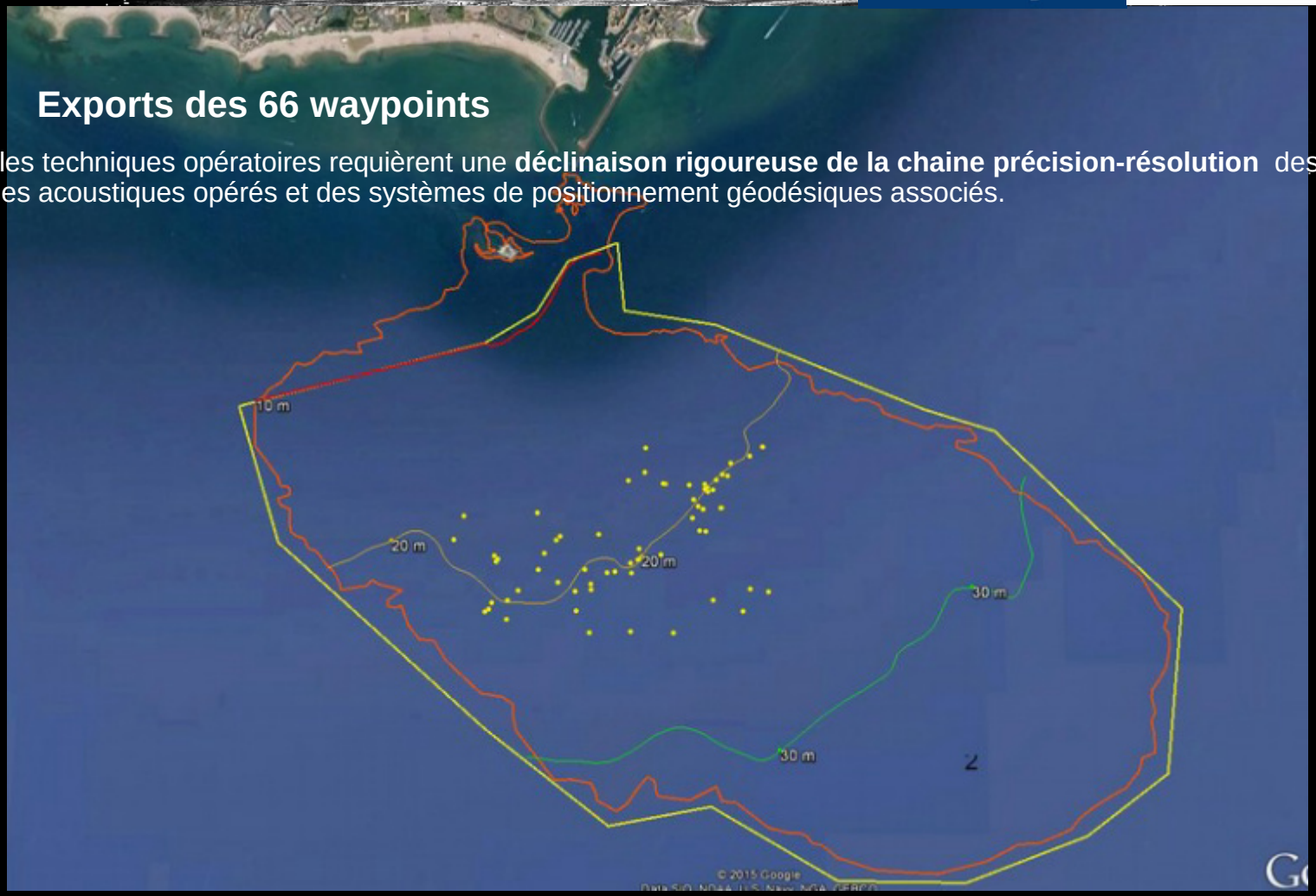


Résultats du traitement du signal sur la zone entre 15 et 20 m de profondeur
& repérage des spots de forte rugosité

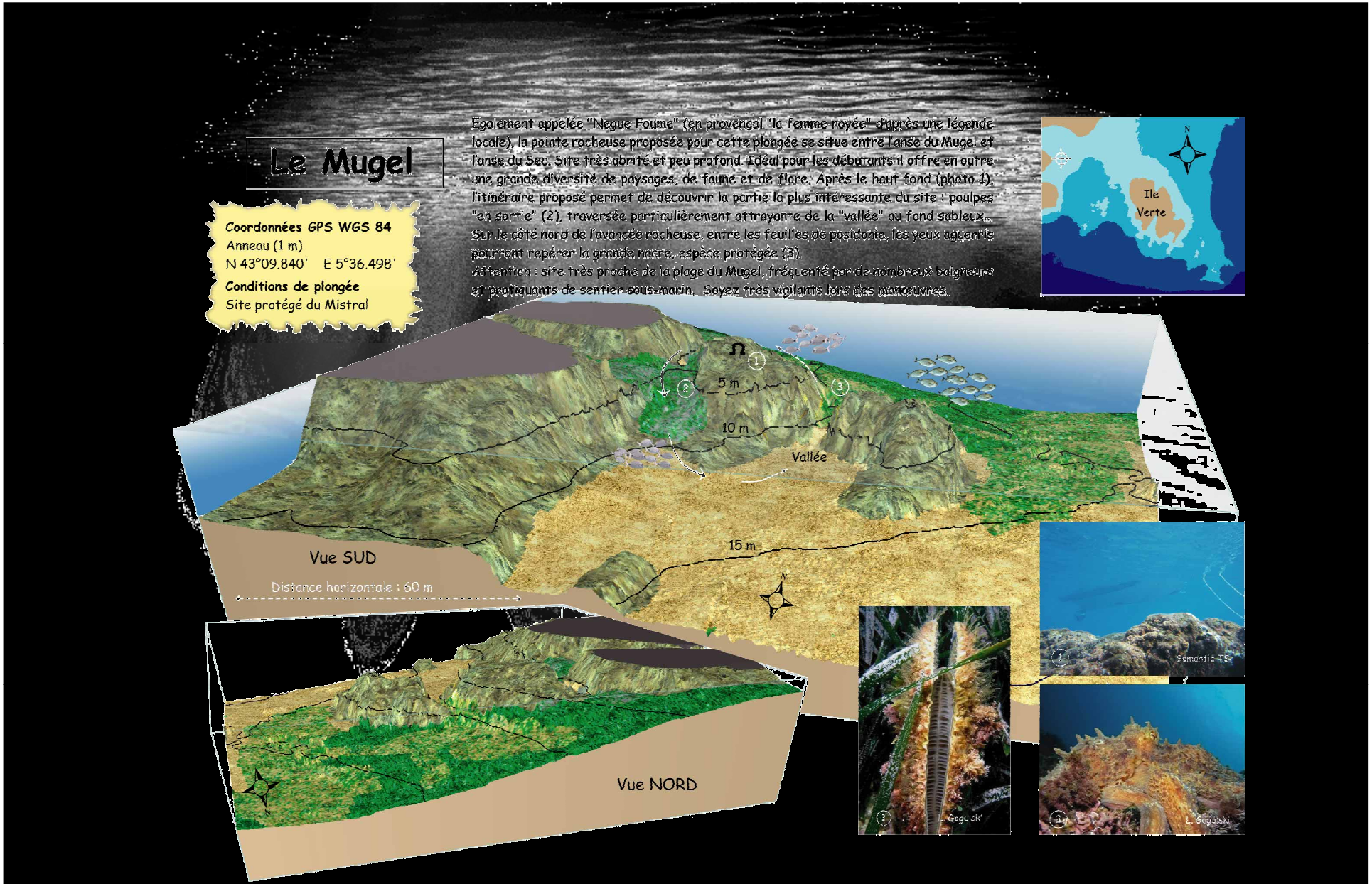
Résultats & Conclusions

Exports des 66 waypoints

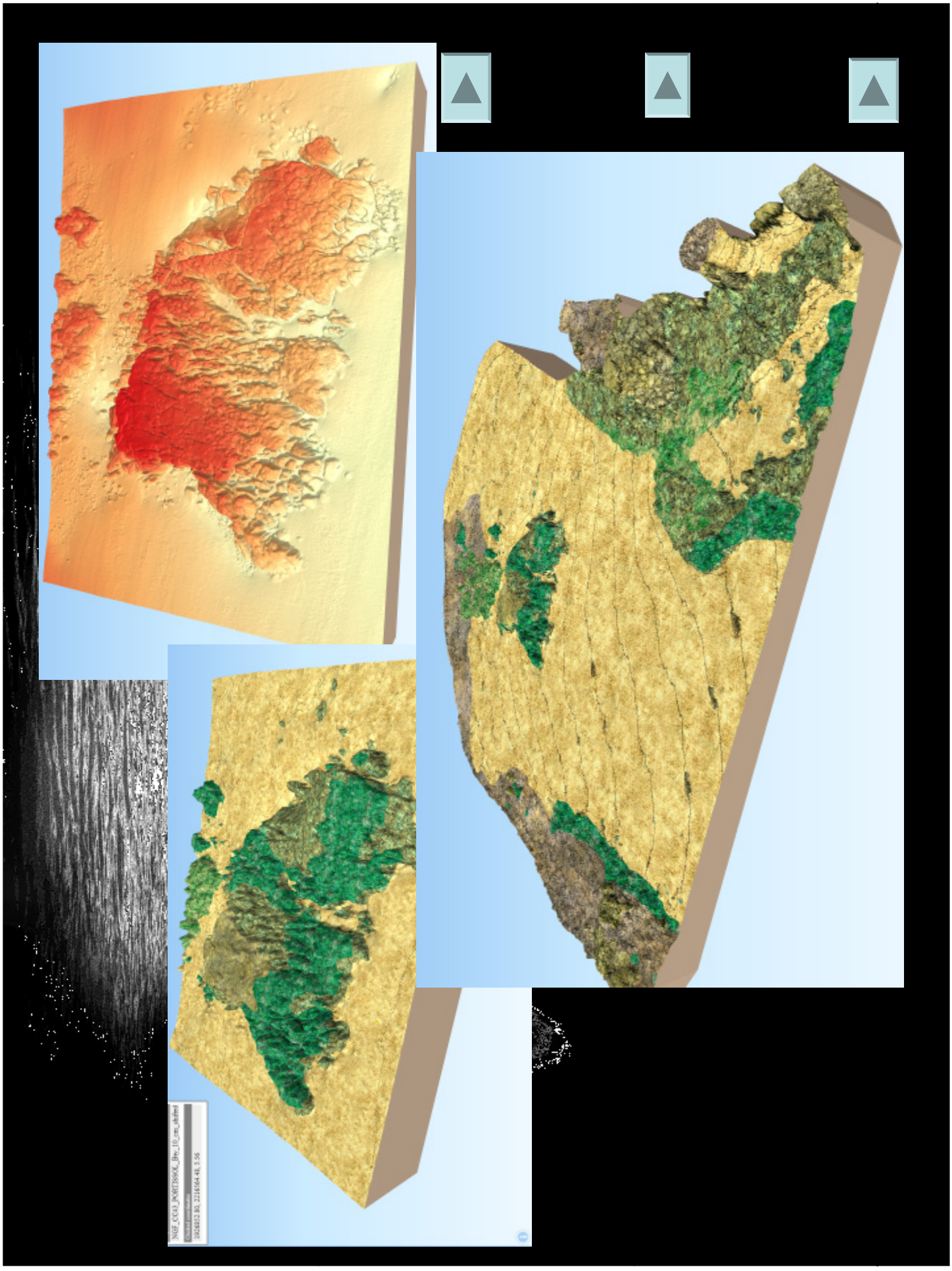
Attention : les techniques opératoires requièrent une **déclinaison rigoureuse de la chaine précision-résolution** des appareillages acoustiques opérés et des systèmes de positionnement géodésiques associés.



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...



→ usage des données de topographie UHR pour la modélisation des paysages sous-marins



Conclusions

Nouvelles méthodes de cartographies basées sur :

- **Télédétection 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** (les systèmes sont capables en une passe d'acquérir des données sur une large surface).

- **Coûts réduits** : désormais accessibles au monde civil pour la gestion de territoires aquatiques et marins

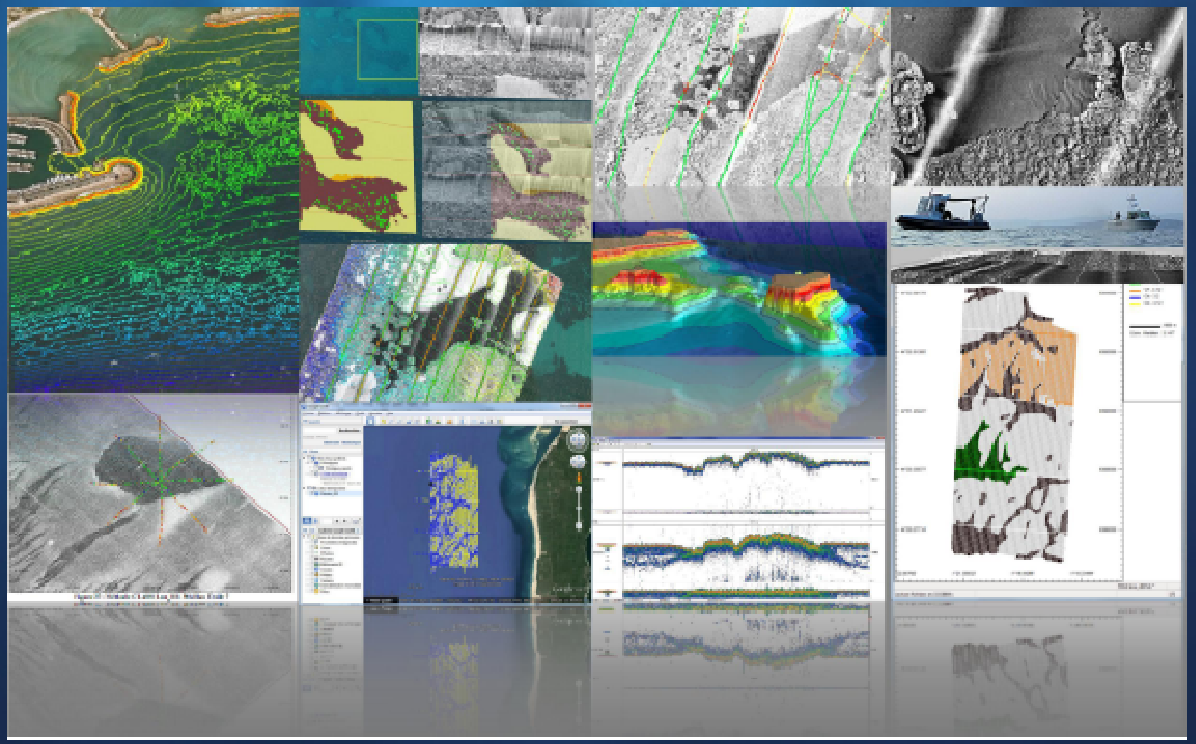
- **Reproductibilité** : (testée *in situ* sur des zones pilotes pour des périodes de 4 ans)

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