Semantic
Technique des Signaux

BUREAU D'ETUDES EN OCEANOGRAPHIE ACOUSTIQUE

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

Semantic
Technique des Signaux

BUREAU D'ETUDES EN OCEANOGRAPHIE ACOUSTIQUE

Cartographie des macrophytes et suivi des fonds aquatiques par fusion multi-capteurs

Claire NOEL
C VIALA – E BAUER – S MARCHETTI

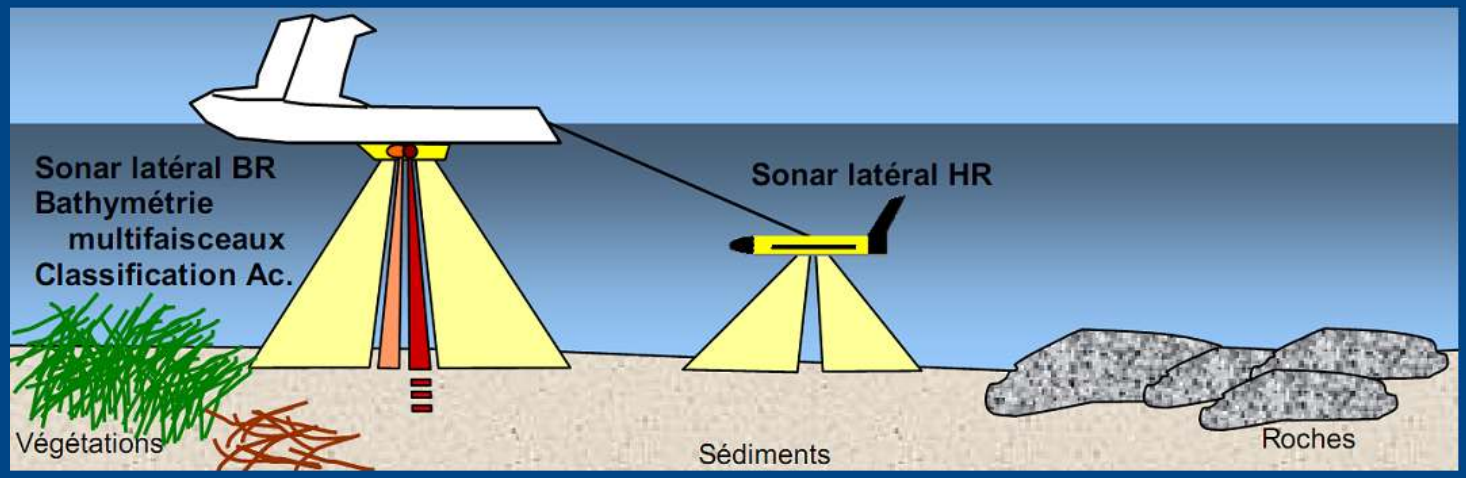
Docteurs – Ingénieurs
Opérateurs sonar
Pilotes et plongeurs PRO

- **Modélisation**
- **Traitement du signal**
- **Instrumentation**
- **Logiciels**
- **Mesures en mer**

… depuis 1993

Sanary (Var)

Le son pour surveiller l'environnement : le principe



Multi-capteurs : En augmentant le nombre (et la nature) des capteurs, l'ensemble des informations collectées permet une meilleure compréhension du milieu exploré.

Intérêt : comme pour le corps humain : scanner, IRM, radio, prélèvement …

Le son pour surveiller l'environnement : concrètement

Utilisation d'un mini-navire océanographique

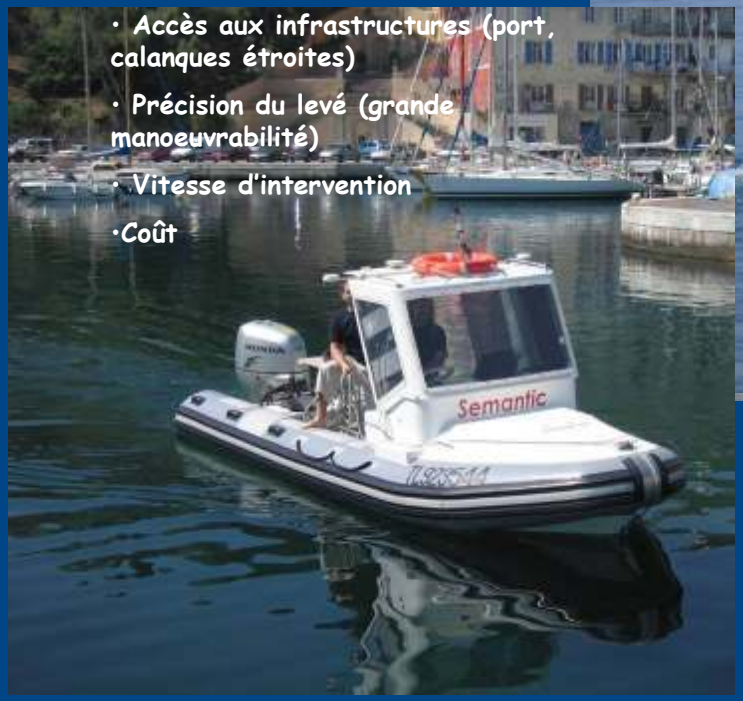
spécialement dédié aux sondages des fonds marins

Le plus petit navire océanographique

La plus haute technicité

Les raisons :

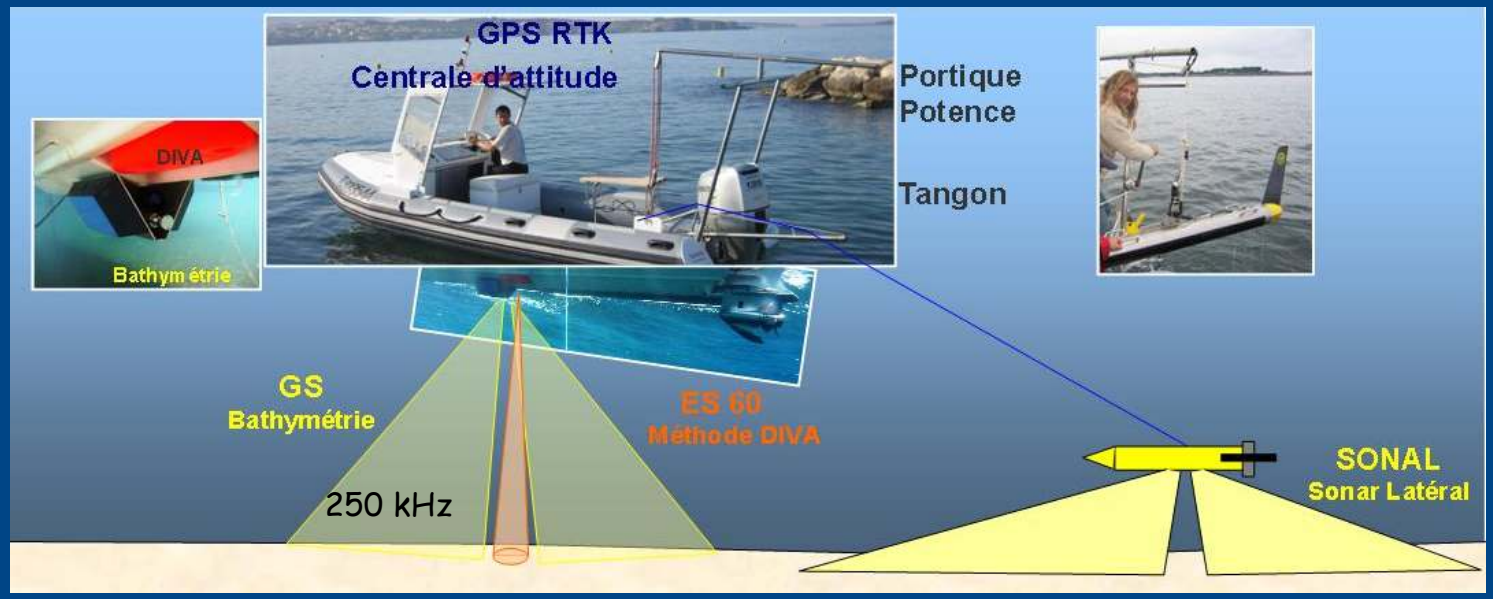
- **Accès aux très faibles fonds (30 cm de tirant d'eau)**
- **Accès aux infrastructures (port, calanques étroites)**
- **Précision du levé (grande manoeuvrabilité)**
- **Vitesse d'intervention**
- **Coût**



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!

Le son pour surveiller l'environnement : concrètement



38 kHz

200 kHz

450 kHz

900 kHz

Le son pour surveiller l'environnement : Moyens mis en oeuvre

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

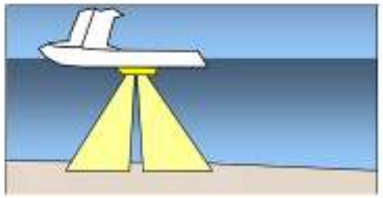
Acquisition & fusion multi-capteurs

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

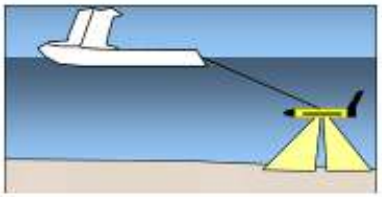
Développement d'un SIG spécifique intégrant

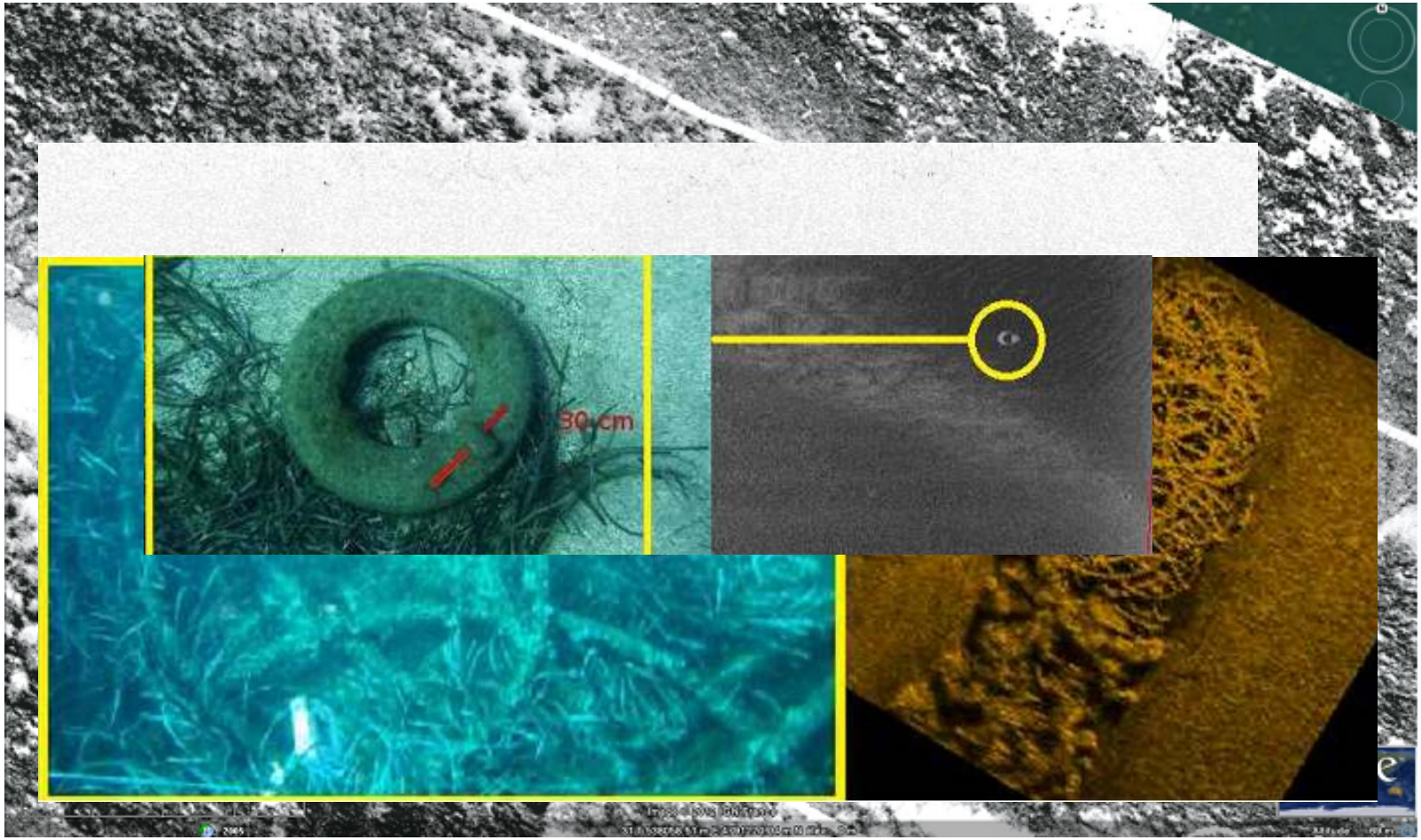
- le traitement des différentes données acoustiques
- et la fusion de leurs informations

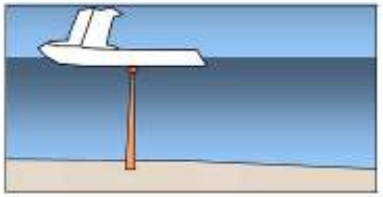
Sonar latéral /coque
DGPS RTK



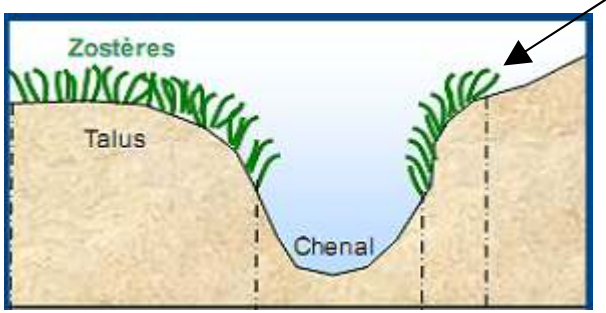
Bathymétrie multifaisceaux
Mosaïque sonar latéral - Haute Précision

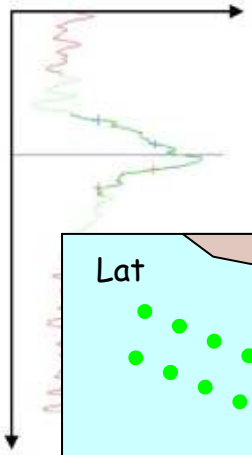
Sonar latéral tracté		Mosaïque sonar latéral Résolution dépendante de la fréquence du sonar latéral opéré

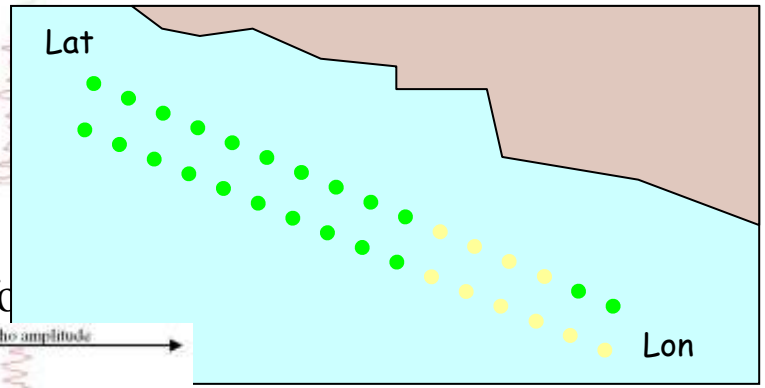


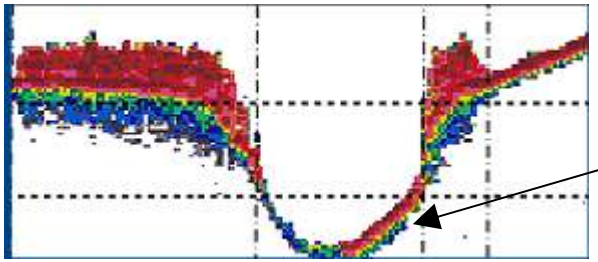
Sondeur mono-faisceau		Bathymétrie monofaisceau Classification acoustique (Sédiment- végétation)

Végétation sous-marine

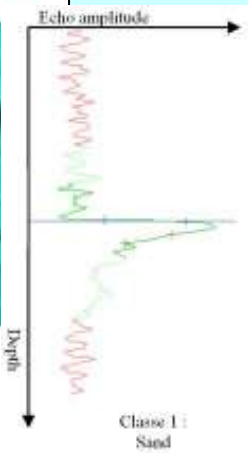


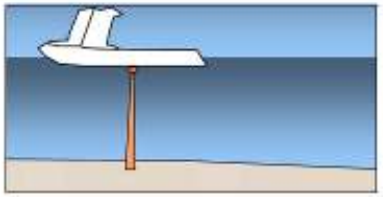


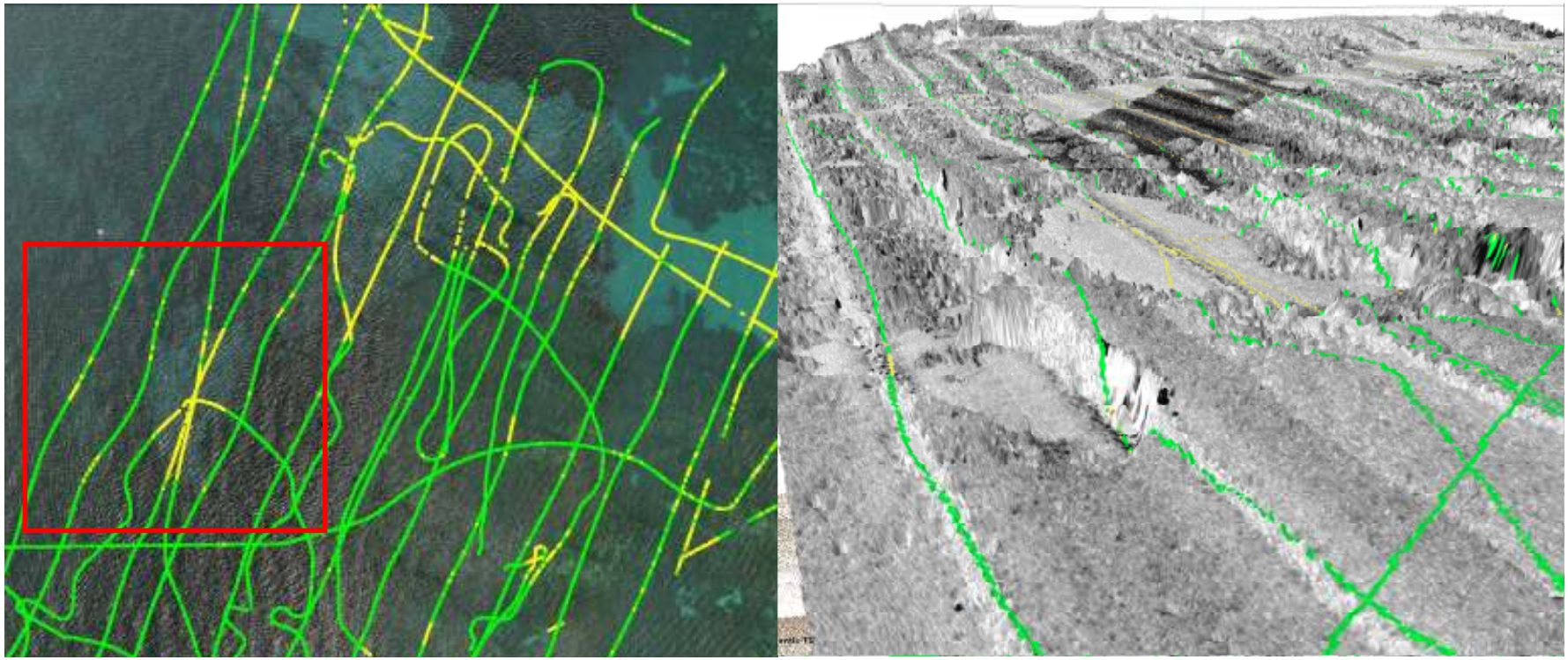




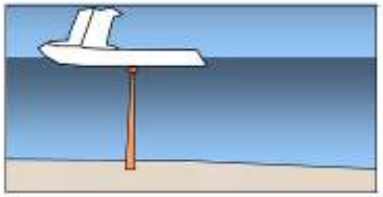
Sable sur le fo



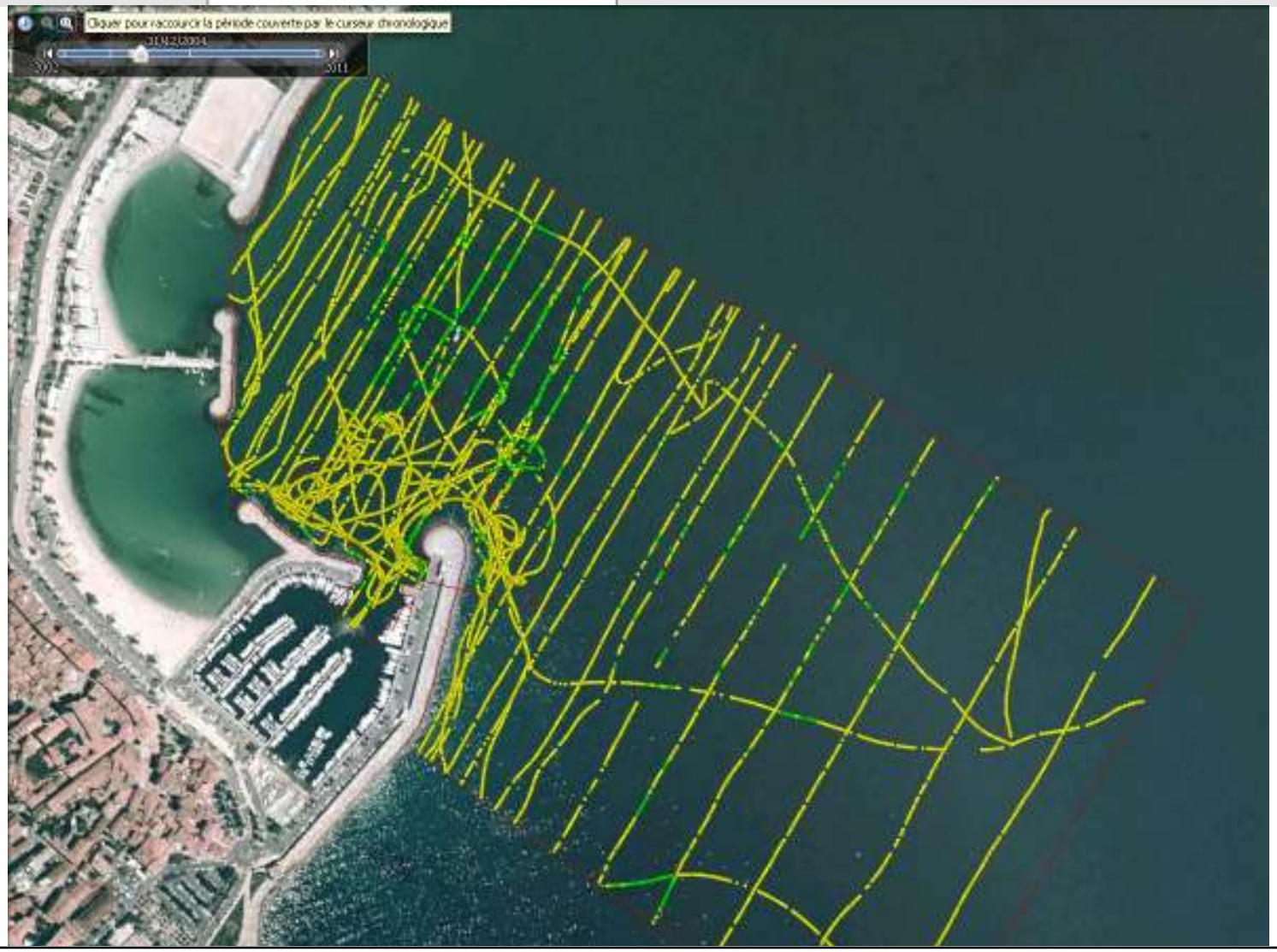
Sondeur mono-faisceau		Bathymétrie monofaisceau Classification acoustique (Sédiment- végétation)



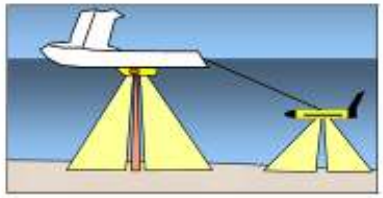
Sondeur mono-faisceau



Bathymétrie monofaisceau
Classification acoustique (Sédiment- végétation)

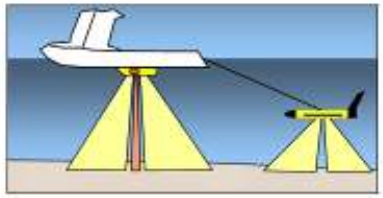


Monitoring RTK HR
Fusion multi-capteurs
Sonar de coque
Sonar tracté

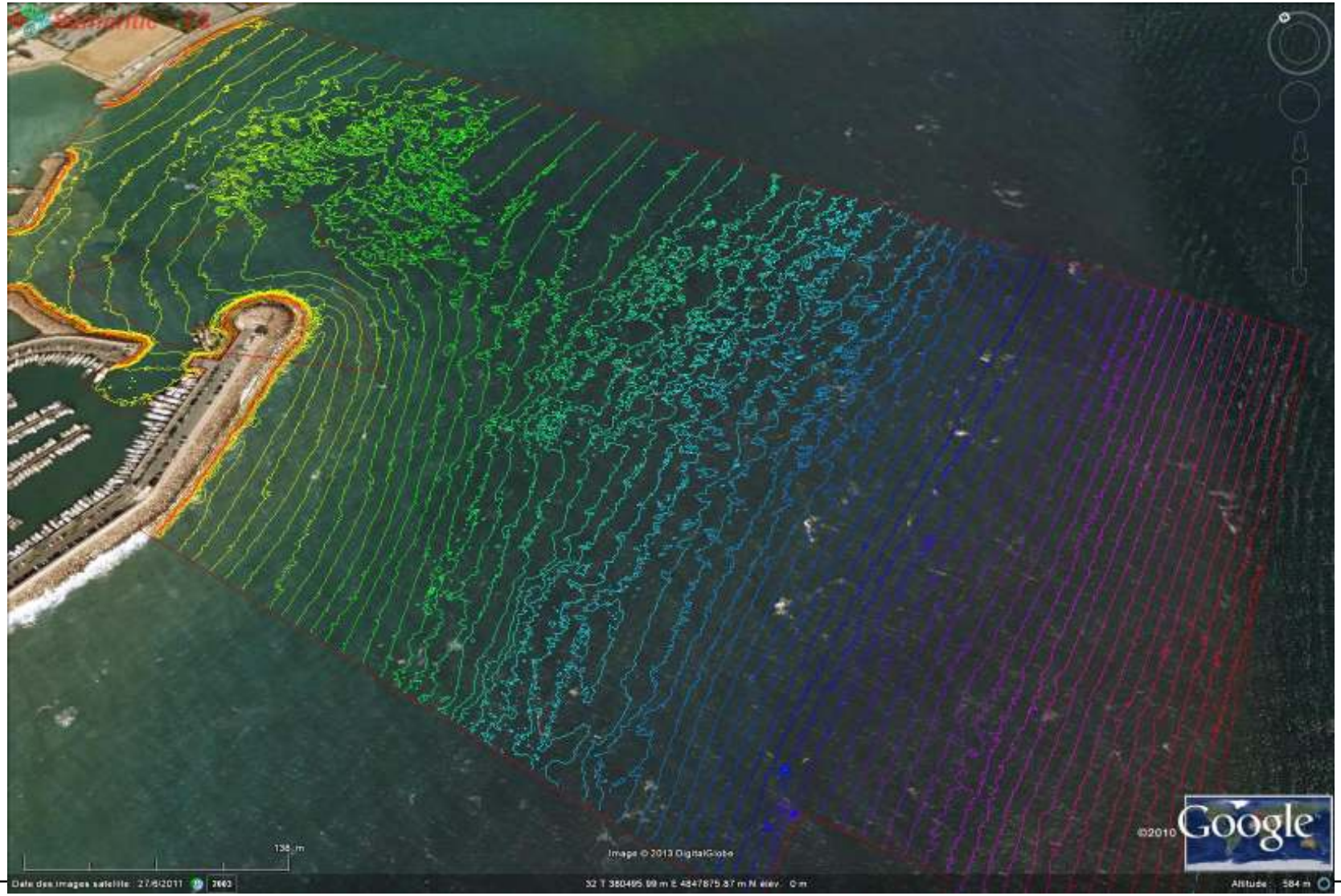


Bathymétrie multifaisceaux
Mosaïque sonar latéral - Haute Précision/Résolution
Classification acoustique (Sédiment- végétation)

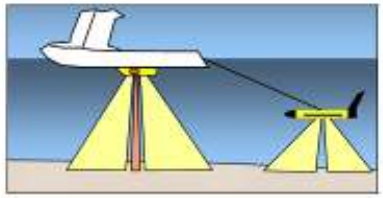
Monitoring RTK HR
Fusion multi-capteurs
Sonar de coque
Sonar tracté



Bathymétrie multifaisceaux
Mosaïque sonar latéral - Haute Précision/Résolution
Classification acoustique (Sédiment- végétation)

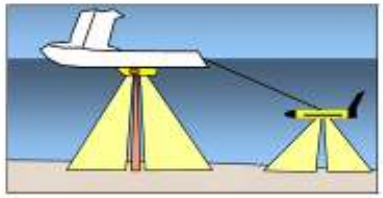


Monitoring RTK HR
Fusion multi-capteurs
Sonar de coque
Sonar tracté

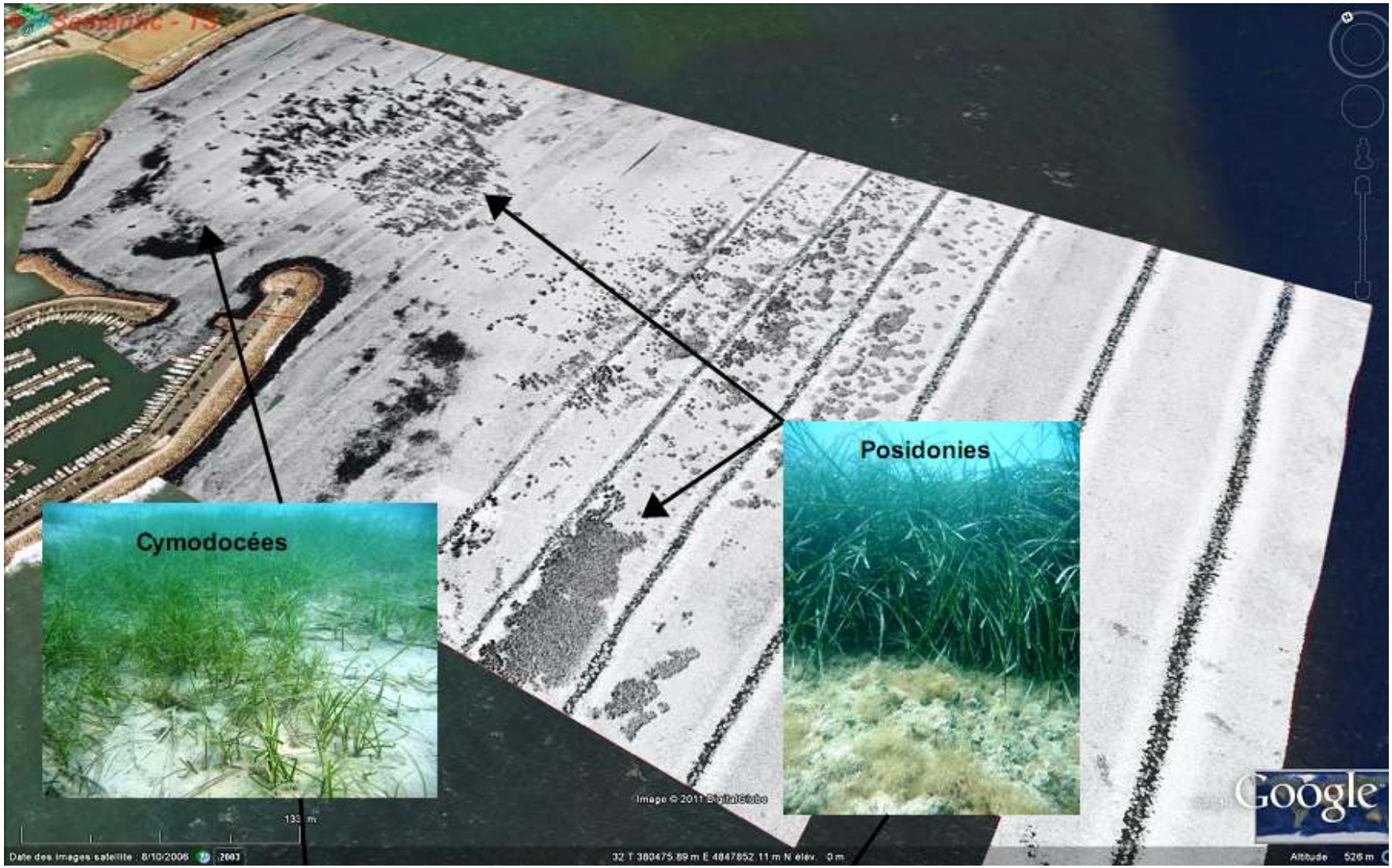


Bathymétrie multifaisceaux
Mosaïque sonar latéral - Haute Précision/Résolution
Classification acoustique (Sédiment- végétation)

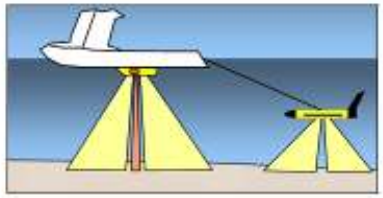
Monitoring RTK HR
Fusion multi-capteurs
Sonar de coque
Sonar tracté



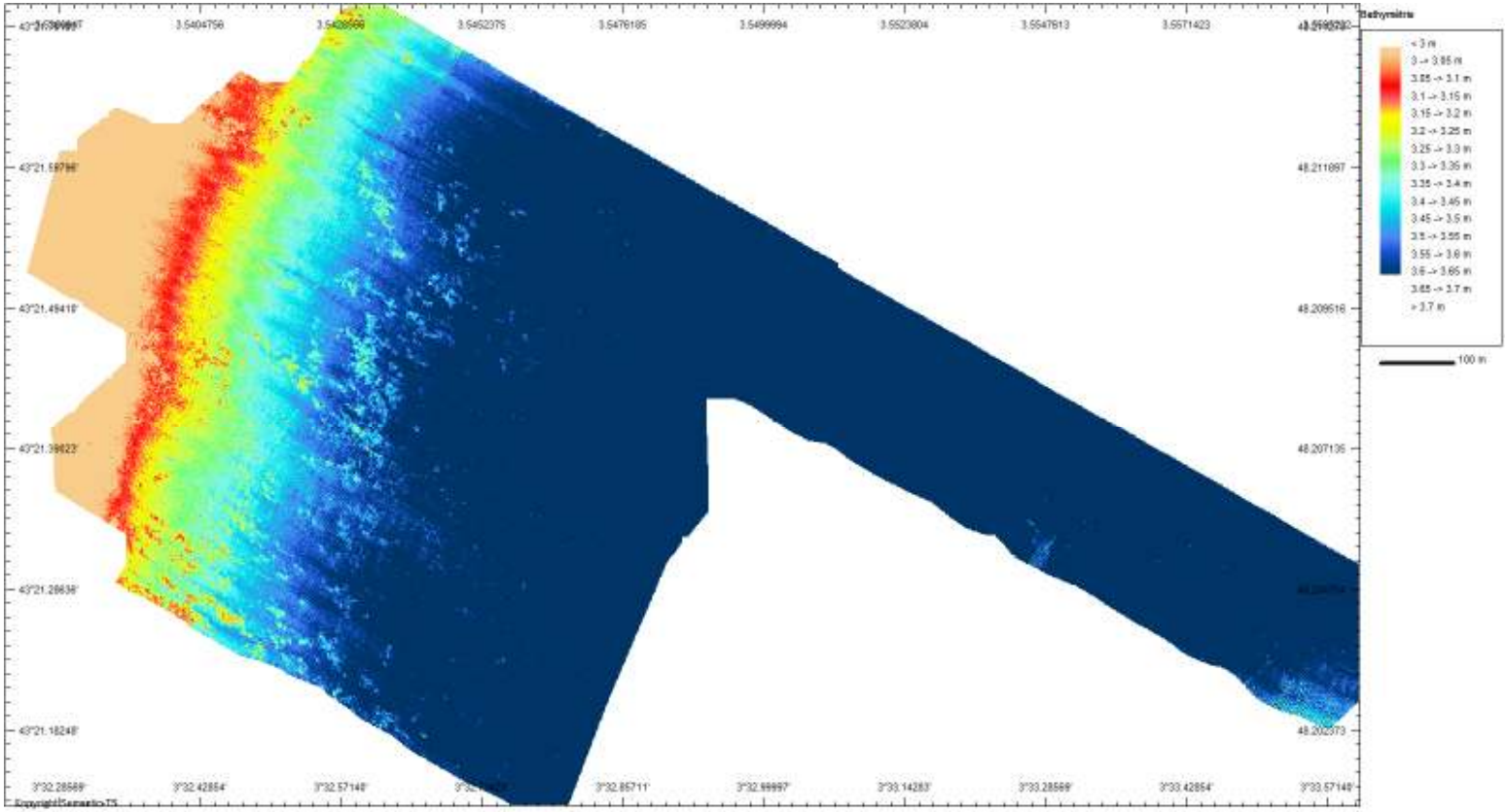
Bathymétrie multifaisceaux
Mosaïque sonar latéral - Haute Précision/Résolution
Classification acoustique (Sédiment- végétation)

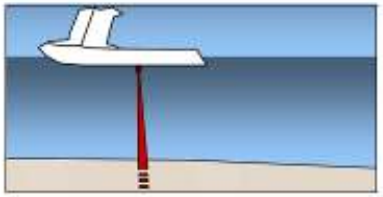


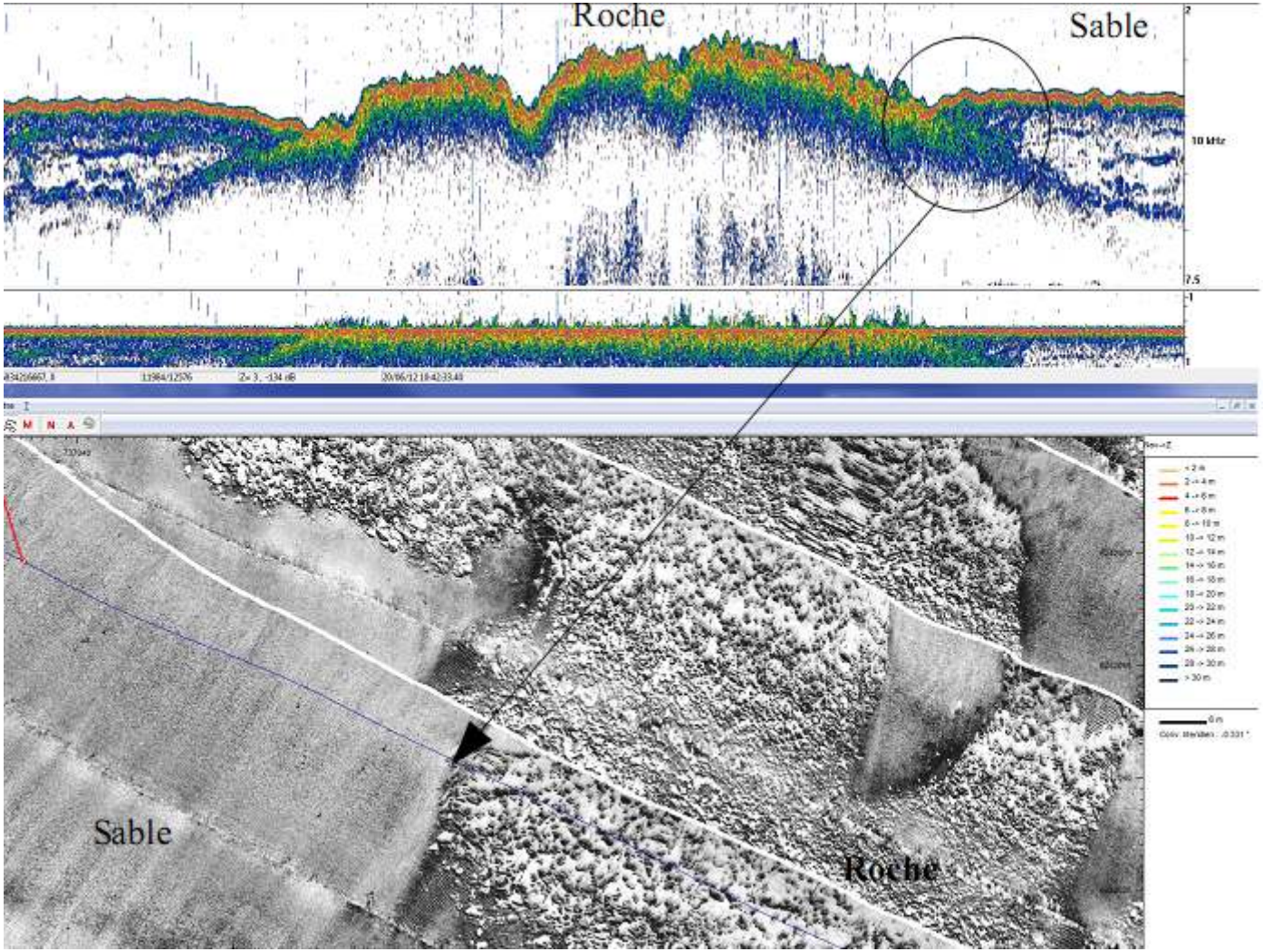
Monitoring RTK HR
Fusion multi-capteurs
Sonar de coque
Sonar tracté

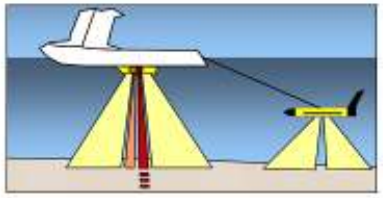


Bathymétrie multifaisceaux
Mosaïque sonar latéral - Haute Précision/Résolution
Classification acoustique (Sédiment- végétation)



Sondeur de sédiment		Informations sur les couches sédimentaires





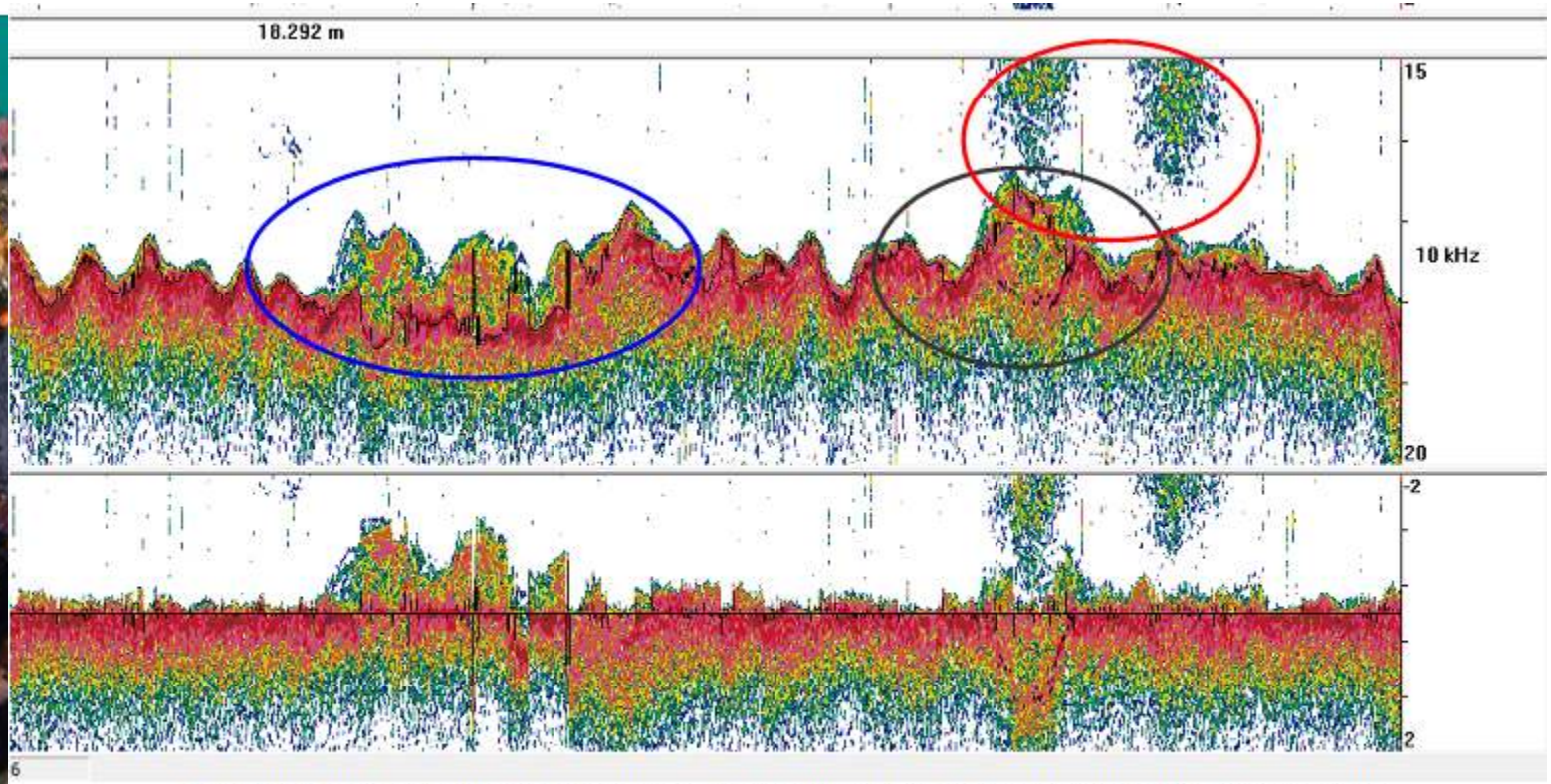


Figure 40: Données de l'Innomar sur un amas de coralligène dans la zone 3 (zoom de la figure précédente)
En bleu : coralligène ou banc de poisson proche du fond
En noir : Coralligène
En rouge : banc de poisson au dessus du coralligène

Monitoring par fusion multi-capteurs

Mission pour la Recherche et l'Innovation Scientifique
DGA
Direction Générale de l'Armement

Contrat de Recherche & Développement depuis 2005
(Financements : ANR, MRIS/DGA, Anvar, Agence de l'eau, Région PACA…
Partenaires : GESMA, CMO/SHOM, IFREMER, IOPR, UTV, CEVA…

- **méthodes de fusion des données acoustiques provenant de ces différents capteurs**

Monitoring par fusion multi-capteurs

1 : Information surfacique → segmentation de zones homogènes

• **L'imagerie sonar latéral**, le niveau de gris renseignant sur la réflectivité et donc sur la **nature de la couverture** (végétale ou non) du fond

2 : Autre apport d'informations

• La **bathymétrie 3D** (topographie sous-marine du site) et,

• La **micro-rugosité bathymétrique**

3 : Information linéaire ou ponctuelle --> classification

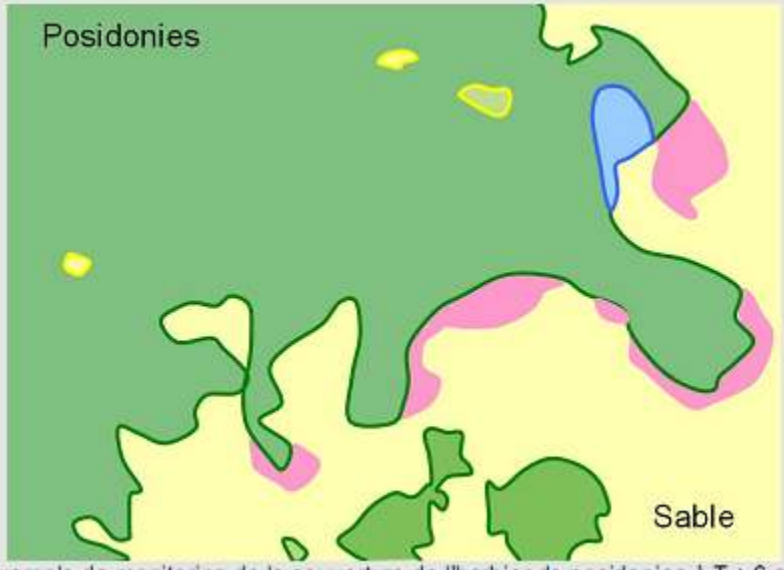
• L'information de **présence ou d'absence de végétation** fournie par la **méthode DIVA (classification acoustique)**

• **Observations** vidéo - photo

4 : Cartographie à T

5 : Cartographie à T + N ans

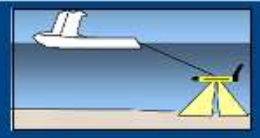
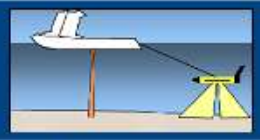
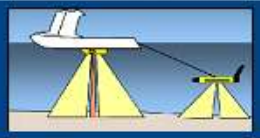
6 : Monitoring



Exemple de monitoring de la couverture de l'herbier de posidonies à T + 6 ans

Applications : suivi (monitoring) des herbiers sous-marins …
mer, lac, rivière, lagune …

Exemples de méthodologies mises en œuvre par SEMANTIC TS

Méthode	Illustration	Données fournies	Couverture
Sonar latéral tracté		Mosaïque sonar latéral Résolution dépendante de la fréquence du sonar latéral opéré	3 à 15 km² /jour
Sonar latéral tracté Sondeur mono-faisceau		Mosaïque sonar latéral Bathymétrie mono-faisceau Classification acoustique (Sédiment - Végétation)	
Sonar latéral /coque DGPS RTK		Bathymétrie multifaisceaux Mosaïque sonar latéral - Haute Précision	3 à 8 km² /jour
Monitoring RTK Fusion multi-capteurs Sonar de coque		Bathymétrie multifaisceaux Mosaïque sonar latéral - Haute Précision Classification acoustique (Sédiment - Végétation)	
Monitoring RTK HR Fusion multi-capteurs Sonar de coque Sonar tracté		Bathymétrie multifaisceaux Mosaïque sonar latéral - Haute Précision/Résolution Classification acoustique (Sédiment - Végétation)	
Sondeur mono-faisceau		Bathymétrie mono-faisceau Classification acoustique (Sédiment - Végétation)	80 km /jour

Film démo …

Les méthodes fonctionnent pour une large gamme de végétations sous-marines …

Merci de votre attention …