

# Cartographie 3D et surveillance des fonds par fusion multicapteurs. Application au Coralligène de plateau

C. NOEL<sup>1</sup> - S. MARCHETTI<sup>1</sup> - E. BAUER<sup>1</sup> - JM TEMMOS<sup>1</sup> - M. COQUET<sup>1\*</sup>, S. BLOUET<sup>2</sup> - R. DUPUY de la GRANDRIVE<sup>2</sup> - E. CHERE<sup>2</sup>, P. BOISSERY<sup>3</sup>, Y. TAFFORIN<sup>4</sup>

<sup>1</sup>SEMANTIC TS, SANARY s/Mer, France.

<sup>2</sup>VILLE d'AGDE - Aire marine protégée de la côte agathoise. Direction Gestion du Milieu Marin - AGDE, France

<sup>3</sup>Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse, MARSEILLE, France.

<sup>4</sup>CADDEN, NANTES, France.

---

## Introduction

Nous présentons nos travaux de mise au point de méthodes de cartographie 3D et du monitoring de la colonne d'eau, des végétations, des fonds marins (topographie et nature) et sous-sols sédimentaires, ainsi que les résultats de l'application de ces méthodes innovantes aux biocénoses de l'Aire Marine Protégée de la côte agathoise gérée par la Ville d'Agde.

## Moyens & Méthodes

### Cartographie par fusion multi-capteurs

SEMANTIC TS, bureau d'études en océanographie acoustique, utilise le son pour inférer et monitorer l'environnement aquatique : colonne d'eau (ressources halieutiques, observation d'espèces, comptage, cartographie...), végétations (Posidonies, zostères, cymodocées, laminaires ...), fond (topographie, nature, espèces : moules, crépidules ...), sous-sol. Nous développons depuis 2006, au travers de contrats de R&D pour le compte de la DGA/MRIS et de l'Agence de l'eau RMC, une méthode innovante de fusion multi-capteurs, exploitant les données acquises par plusieurs systèmes sonars fonctionnant à différentes fréquences et apportant donc des informations complémentaires sur le milieu marin. En augmentant le nombre (et la nature) des capteurs, l'ensemble des informations collectées permet une meilleure compréhension du milieu exploré. De la même façon, le médecin utilise des systèmes complémentaires d'imagerie médicale pour surveiller le corps humain : scanner, IRM, radiographie...

### Monitoring des fonds marins

Si produire des cartes précises des fonds marins est un challenge, assurer leur productibilité est encore plus complexe. Or c'est la condition requise, puisque c'est l'évolution entre deux cartes qui fournit des informations pertinentes pour qualifier les changements. Les techniques de monitoring des fonds aquatiques, mises au point par SEMANTIC TS, sont accessibles à la fois aux organismes militaires et au monde civil, et reposent sur trois axes de développement :

- Fusion de données à partir de différents capteurs et à différentes fréquences
- Design de plate-formes de sondage légères

- Mise au point d'une méthode acoustique de classification pour la nature des fonds & suite logicielle dédiée (méthode DIVA / CLASS)

Pour cartographier et monitorer les fonds marins, on utilise tout d'abord une méthode de type surfacique qui permet d'obtenir une image multi-faisceaux (imagerie sonar latéral) et de contourner sur cette image des zones de réponses acoustiques homogènes. Ces zones sont ensuite «classifiées» à l'aide d'un écho-sondeur. Celui-ci émet du son à la verticale du navire et l'analyse du signal sonore réfléchi par le fond permet d'extraire des caractéristiques du fond qui aident à la classification. Pour cela il est nécessaire de disposer d'un écho-sondeur qui enregistre et restitue le signal réfléchi ; des traitements spécifiques du signal sont ensuite effectués sur la réponse impulsionnelle afin d'en déduire de façon automatisée les caractéristiques géo-référencées de la végétation fixée (présence, absence, hauteur de la canopée) ou du sédiment superficiel (sable fin ou grossier, vase, roche...) (Suite logicielle DIVA/CLASS).

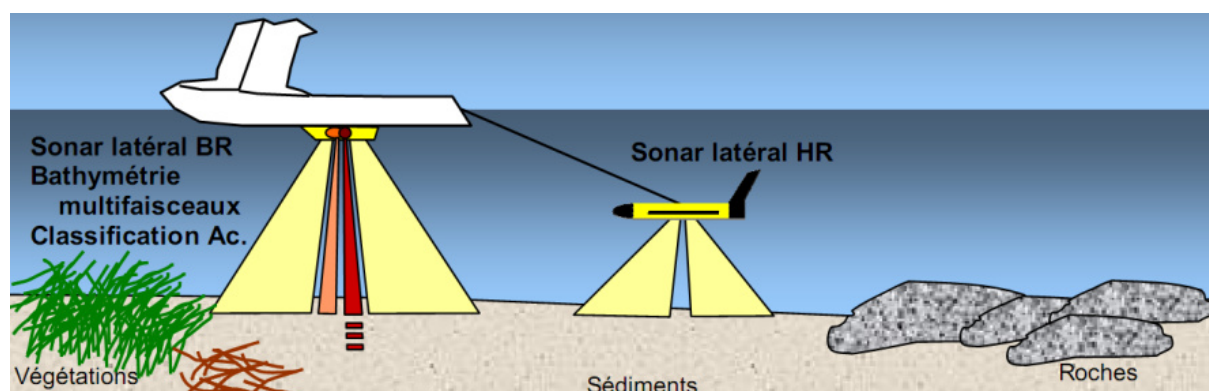


Figure 1 : Principe de la méthode de monitoring par fusion multi-capteurs de SEMANTIC TS

Les données en provenance de différents instruments sont très précisément géoréférencées par le même système de positionnement DGPS RTK/Centrale d'inertie (précision centimétrique) et sont synchronisées sur la même base temps. Les données étant enregistrées dans le même référentiel "position-temps", la fusion des données est extrêmement performante dans le cadre de l'amélioration de la connaissance et du suivi du milieu marin

### Application au coralligène de l'Aire Marine Protégée de la Côte Agathoise

Le site Natura 2000 « Posidonies du Cap d'Agde », Aire Marine Protégée de la Côte Agathoise (AMPCA), est soumis comme l'ensemble des sites du réseau Natura 2000 à l'évaluation de l'état de conservation des habitats et espèces communautaires. En particulier, afin de rendre compte de l'état de conservation de l'habitat coralligène, sous-habitat élémentaire de l'habitat générique récifs, plusieurs diagnostics ou inventaires ont été initiés au sein de l'AMPCA. Depuis 2010, un suivi à long terme des communautés benthiques du coralligène est opéré sur trois sites. Ce suivi devra permettre de répondre sur l'état de conservation des espèces typiques au coralligène mais également apporter des pistes de réflexion sur le maintien à long terme de la fonctionnalité de cet habitat dans l'AMPCA.

La difficulté de cartographier cet habitat dans l'aire marine réside dans la profondeur de prospection (limitant le temps d'immersion en scaphandre autonome), la forte turbidité des eaux (ne permettant pas d'avoir un large champ visuel d'observation), le géo-référencement des observations et également la typicité de ces formations formant de petits édifices de formes patatoïdes imbriqués et mosaïqués dans l'habitat récifs.

L'objectif de nos travaux était, au travers d'une approche surfacique, de démontrer, sur la zone pilote du cap d'Agde la faisabilité de la cartographie acoustique du coralligène de plateau. Celle-ci est obtenue à partir de l'analyse de la micro-rugosité bathymétrique issue des données du sondeur multi-faisceaux qui permet de contourner les zones à forte probabilité de présence du coralligène. Le contrôle et la classification de la zone est ensuite effectué par plongeurs. Nous cherchons à démontrer la faisabilité du repérage acoustique des zones à forte probabilité de présence de coralligène, au travers de l'analyse sur une zone pilote suffisamment large pour pouvoir conclure quand à la faisabilité opérationnelle d'une telle méthode.

En 2012 nous avons utilisé un sondeur bathymétrique interférométrique et un sonar latéral tracté haute résolution. Les couplages des données bathymétriques et sonar latéral par méthode de fusion multi-capteurs RTK-HR ont permis de proposer une base de travail pour la délimitation des zones de coralligène. Les résultats, bien que prometteurs étaient insuffisamment précis pour une approche en aveugle et la méthode trop lourde à mettre en œuvre dans un objectif opérationnel de suivi à long terme. De ce fait, nous avons choisi d'opérer un sondeur bathymétrique de nouvelle génération, compact et de très haute résolution. L'objectif étant d'obtenir une image la plus résolvente possible de la micro-rugosité bathymétrique du fond. La largeur de bande de traitement du signal de ce sondeur offre une résolution deux fois meilleure en précision des données et en imagerie par rapport à la génération précédente.

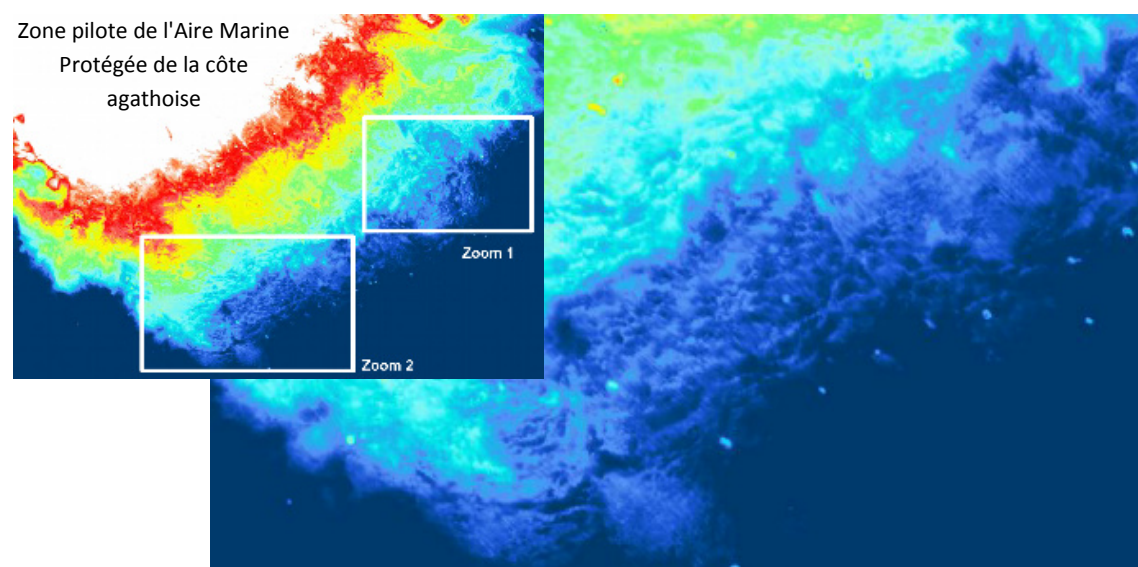


Figure 2 : MNT bathymétrique HR (Global et zoom de la zone 2) obtenu avec le sondeur R2SONIC 2020 pour la zone entre 18 et 20 m de profondeur : pas 0,25 m. Localisation des spots de coralligène

La méthode a été calibrée sur les micro-zones de travail étudiées en 2012, avant d'en étendre, en aveugle, l'application à l'ensemble de la zone pilote (env. 11 km<sup>2</sup>).

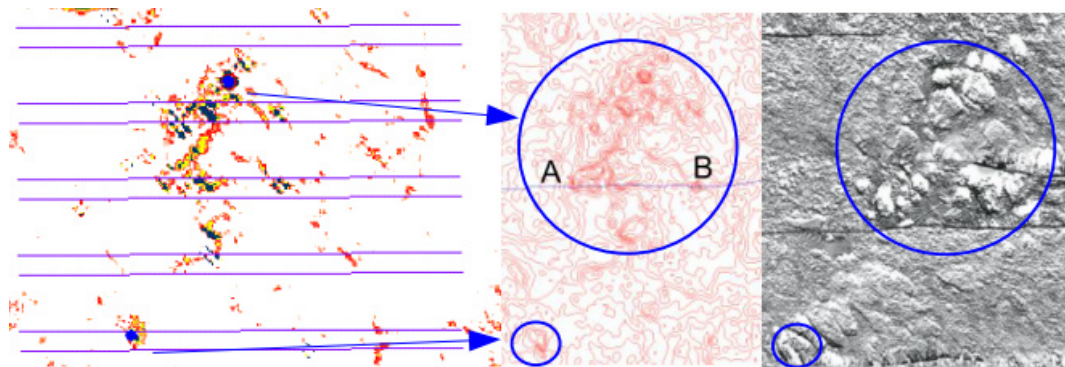


Figure 3 : A Gauche : Indice de micro-rugosité bathymétrique de la zone de travail de 2012 - Repérage des spots de forte micro-rugosité - Au Centre & Droite : Cartographie bathymétrique & sonar latéral

## Conclusion

64 lieux de forte probabilité de coralligène ont été mis en évidence par cette méthode au cours de l'été 2015, et les explorations se poursuivent actuellement. Cette étude a déjà permis de géo-référencer et rattacher à la biocénose du coralligène plus de 23 sites ou secteurs, soit plus de 12 par rapport aux premières données existantes. Au total, nous estimons que le nombre de sites abritant du coralligène serait d'environ 80.

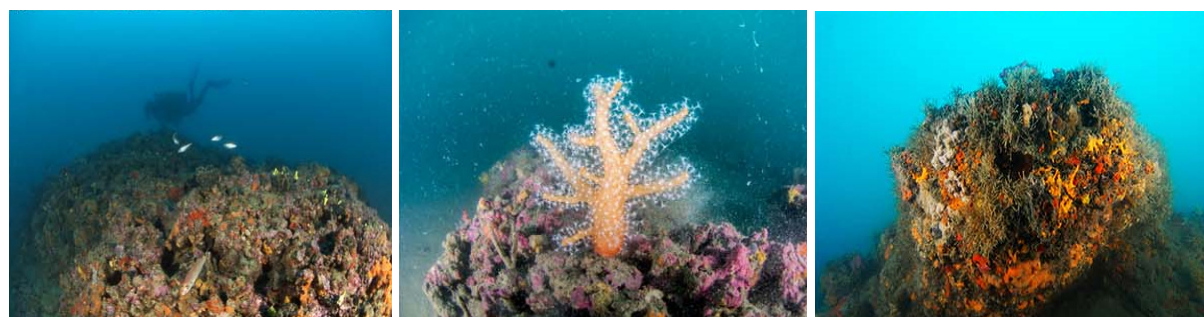


Figure 4 : Photographies sous-marines (@M. Foulquié - S. Blouet)

Compte tenu de l'intérêt communautaire de cet habitat pour l'AMPCA mais également au niveau régional du fait de sa faible représentativité, cette étude a amélioré la connaissance sur l'aire de répartition de cet habitat. Couplée au suivi des peuplements benthiques, elle permettra de proposer des mesures de gestion sectorisées visant à un état de conservation favorable et durable du coralligène dans l'AMPCA.

Les techniques opératoires préconisées par la méthode sont à présent assez légères, à la fois en coût et en maniabilité, pour servir des besoins de suivis opérationnels. Notons qu'elles requièrent une déclinaison rigoureuse de la chaîne précision-résolution des appareillages acoustiques opérés et des systèmes de positionnement géodésiques associés.

## Remerciements

Ces travaux sont soutenus par la D4S/MRIS de la DGA et l'Agence de l'Eau RMC.