

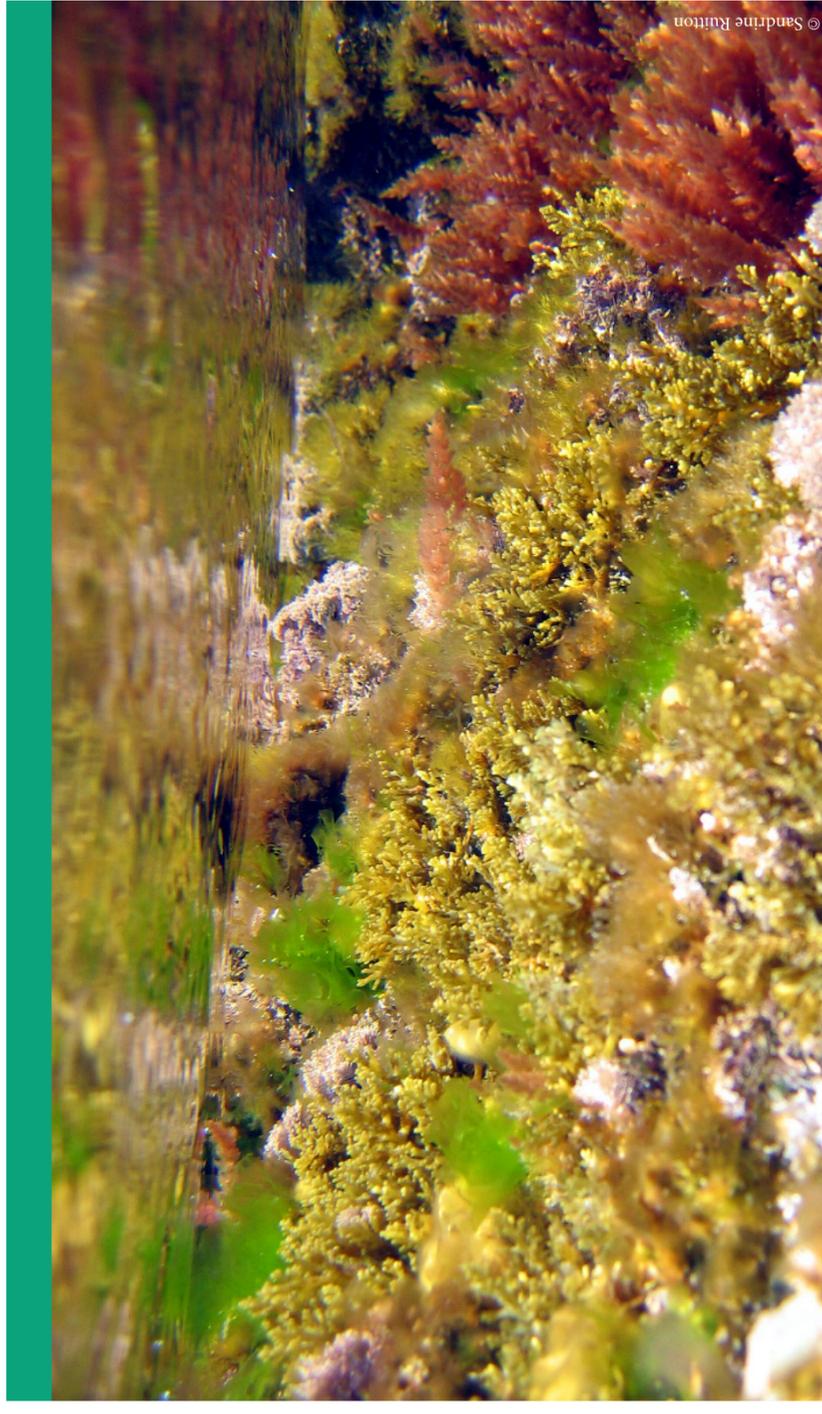


# PROCEEDINGS OF THE 5<sup>th</sup> MEDITERRANEAN SYMPOSIUM ON MARINE VEGETATION

Portorož, Slovenia, 27-28 October 2014

# ACTES DU 5<sup>ème</sup> SYMPOSIUM MÉDITERRANÉEN SUR LA VÉGÉTATION MARINE

Portorož, Slovenie, 27-28 octobre 2014



INSTITUTE OF THE REPUBLIC OF SLOVENIA  
FOR NATURE CONSERVATION

## Regional Activity Centre for Specially Protected Areas (RAC/SPA)

Boulevard du Leader Yasser Arafat | B.P. 337 - 1080 Tunis Cedex - Tunisia  
phone: +216 71 206 649 / +216 71 206 485 / +216 71 206 851 / +216 71 206 765  
Fax: +216 71 206 490  
E-mail: [car-asp@rac-spa.org](mailto:car-asp@rac-spa.org)

## Centre d'Activités Régionales pour les Aires Spécialement Protégées (CAR/ASP)

Boulevard du Leader Yasser Arafat - B.P. 337 - 1080 - Tunis Cedex - Tunisie  
Téléphone: +216 71 206 649 / +216 71 206 485 / +216 71 206 851 / +216 71 206 765  
Fax: +216 71 206 490  
E-mail: [car-asp@rac-spa.org](mailto:car-asp@rac-spa.org)  
web: [www.rac-spa.org](http://www.rac-spa.org)

# PROCEEDINGS OF THE 5<sup>th</sup> MEDITERRANEAN SYMPOSIUM ON MARINE VEGETATION

Portorož, Slovenia, 27-28 October 2014

# ACTES DU 5<sup>ème</sup> SYMPOSIUM MÉDITERRANÉEN SUR LA VÉGÉTATION MARINE

Portorož, Slovenie, 27-28 octobre 2014

Avec le support du projet MedKeyhabitats Finance par la fondation MAVA  
With the support of MedKeyhabitats project Financed by the MAVA Foundation



**MKH**  
MEDKEYHABITATS



October 2014

**Sylvain BLOUET, DUPUY DE LA GRANDRIVE R., CHERE E., NOEL C., VIALA C., MARCHETTI S., BAUER E., TEMMOS J.M., BOISSERY P.**

Aire marine protégée de la côte agathoise. Ville d'Agde.

E-mail : [sylvain.blouet@ville-agde.fr](mailto:sylvain.blouet@ville-agde.fr)

## **APPLICATION DE LA SISMIQUE UHR POUR LE SUIVI DE L'ETAT DE CONSERVATION DES HERBIERS A *POSIDONIA OCEANICA***

### **Résumé**

*La sismique réflexion Ultra Haute Résolution (UHR) est une technique récente particulièrement adaptée à la cartographie et la caractérisation des fonds marins. Elle a été utilisée avec succès par Claudio Lo Iacono et al., 2008 dans la baie de Port-Iligat (Espagne) pour cartographier la matte et l'herbier à *Posidonia oceanica* (posidonies). Cette même technique a été appliquée pour cartographier et caractériser l'herbier de posidonies et la matte morte dans l'Aire Marine Protégée (AMP) de la côte agathoise (France) en Méditerranée Nord occidentale. La sismique UHR a permis d'imager la structure et le substrat sur lequel l'herbier de posidonies se développe. L'épaisseur de la matte sous herbier, la présence et l'épaisseur de mattes mortes et le type de substrat sur lequel repose l'herbier ont été estimés à partir des profils sismiques. A l'échelle de l'AMP, la couche de matte morte est homogène et relativement fine, soit comprise entre 20 et 50 cm. La faible épaisseur de mattes mortes sur le site confirmerait les processus dynamiques rapides de développement et de disparition des herbiers. Ainsi, le rapport matte morte sur herbier vivant, bien qu'élevé sur le site, ne constituerait pas un phénomène alarmant de disparition de l'herbier, mais un développement naturel pour ce type d'herbier confronté à de forts phénomènes d'hydrodynamisme.*

**Mots clés :** Cartographie, sismique UHR, *Posidonia oceanica*, mattes.

### **Contexte**

La sismique UHR se place en complément des techniques acoustiques de cartographie sous-marine (les sondeurs mono- et multifaisceaux, les sonars latéraux) (Blouet *et al.*, 2011). La prospection sismique permet d'imager la structure de l'herbier de magnoliophytes et le type de substrat sur lequel il se développe. Basée sur l'utilisation d'un sondeur d'une résolution verticale centimétrique et d'une pénétration dans les sédiments de plusieurs mètres (en fonction de la nature des sédiments), cette méthode permet de distinguer les faisceaux de feuilles, l'épaisseur de la matte (ensemble constitué par les rhizomes, les racines et par le sédiment qui colmate les interstices) et la nature du substrat. La première application sur l'herbier de posidonies (*Posidonia oceanica*) a été réalisée par Lo Iacono *et al.* (2008) dans la baie de Port-Iligat (Espagne) afin de caractériser l'épaisseur des mattes et d'estimer la matière organique accumulée.

Cette étude a pour objectif d'associer la sismique à haute résolution (UHR) à l'ensemble de la chaîne d'acquisition acoustique afin de caractériser la matte morte de *P. oceanica* dans l'aire marine protégée (AMP) de la côte agathoise (Agde, France). Les données de hauteur de matte morte constitueront une première étape dans la compréhension du développement de *P. oceanica* sur le site mais également sur l'hydrodynamisme pouvant affecter l'état de l'herbier.

### **Méthode**

Lors de cette étude, différents instruments ont été déployés simultanément permettant la collecte de données bathymétriques et de réponse acoustique du fond marin. Toutes ces données ont une précision extrêmement fiable puisqu'elles sont géo-référencées à l'aide d'un GPS RTK

centimétrique. L'attitude du bateau, c'est-à-dire son inclinaison (lacet, roulis et tangage) est connue en permanence grâce à une centrale inertielle.

Les moyens suivants sont opérés simultanément à partir d'un mini-navire océanographique dédié à la reconnaissance des fonds marins :

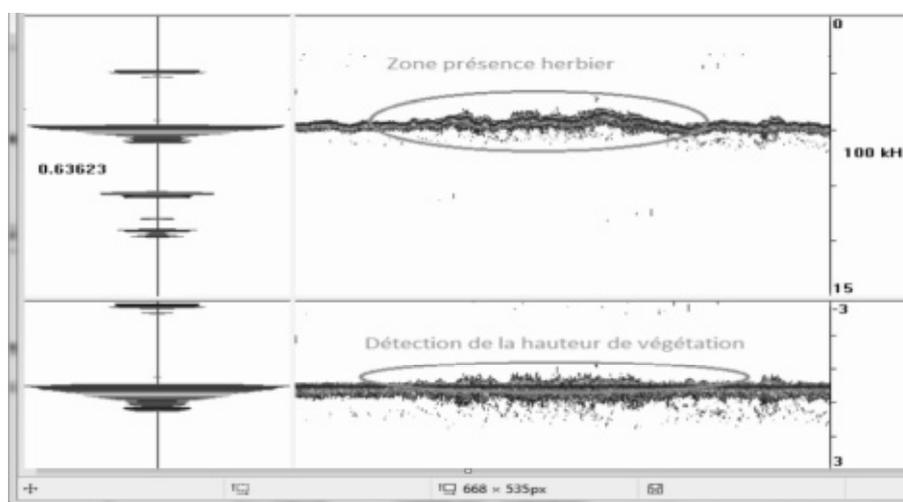
- Un sonar latéral interféromètre (GEOSWATH) à 250 kHz : il réalise l'imagerie sonar latéral des sites peu profonds en même temps que la bathymétrie multifaisceaux,
- Un sonar latéral (KLEIN 3900) à 900 kHz pour l'acquisition d'une mosaïque sonar latéral haute résolution
- Un sondeur de sédiment INNOMAR SES 2000 compact bi-fréquence (100 et 10 kHz).

Le sondeur de sédiment INNOMAR SES 2000 est fourni avec un logiciel d'acquisition permettant le pilotage de l'électronique. Il permet de régler entre autres la fréquence d'acquisition, la récurrence des émissions et permet l'enregistrement des données brutes acoustiques.

### Résultats

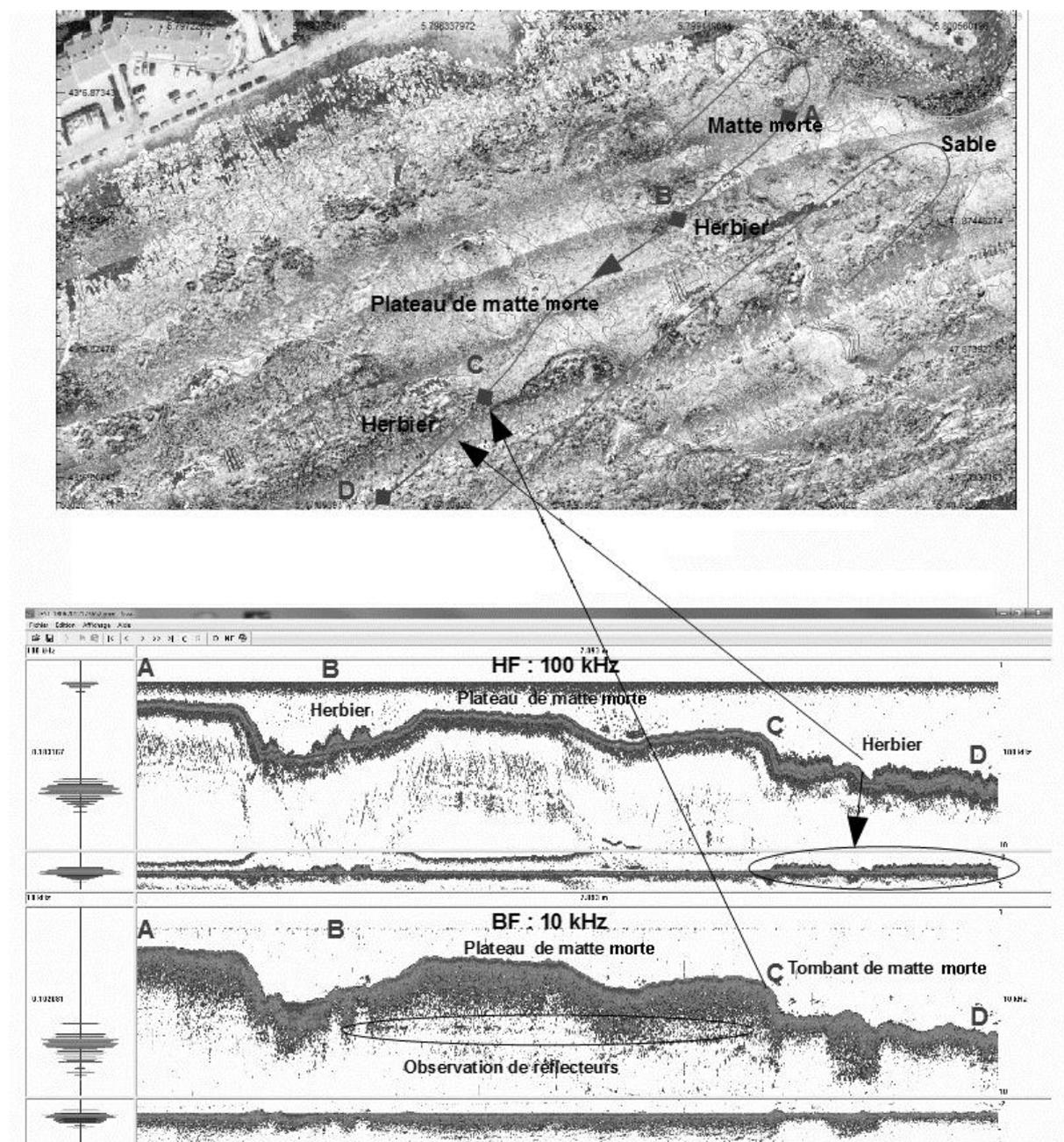
Une première phase de travail réalisée par SEMANTIC TS a consisté à développer des routines de traitement des signaux enregistrés par l'INNOMAR. Cette phase était nécessaire, dans la mesure où l'objectif était de fusionner les données sondeur de sédiments avec les données multi-capteurs acquises antérieurement. Il était donc impératif de maîtriser la chaîne de traitement et de géo-localisation des signaux d'une part, et d'autre part de disposer de fonctionnalités de graphisme et d'affichage spécifiques aux besoins de ce projet.

Le logiciel SIVA (logiciel développé par SEMANTIC TS) recalcule automatiquement la profondeur à partir des données brutes à l'aide d'algorithmes plus évolués dans le cas de l'acquisition de signaux en présence de végétation sous-marine. Un exemple (Fig. 1) met en évidence l'efficacité de la détection de la hauteur de l'herbier de posidonies à l'aide des signaux issus de la haute fréquence.



**Fig. 1 : Fenêtre de visualisation de l'historique du sondeur le long d'une radiale de mesure pour les signaux haute fréquence (100 KHZ) du logiciel SIVA. En haut : Observation de la profondeur (entre 0 et 15 m : profondeur moyenne de 6 m). En bas : Variation autour du fond (+/- 3 m).**

La méthode d'analyse des signaux du sondeur de sédiments sur de la matte morte a été testée dans un premier temps sur une zone pilote située devant le port de Sanary-sur-Mer (Provence, France). Cette zone présentait la particularité d'avoir des tombants de mattes bien marqués et donc mesurables en partie sans avoir recours à des carottages. On observe la corrélation entre les signaux du sondeur de sédiments et la vérité terrain (Fig. 2).



**Fig. 2 : En haut la vérité terrain et en bas les signaux acoustiques. Correspondance des signaux HF et de la cartographie des fonds de la zone située à Sanary-sur-Mer**

La corrélation entre les signaux du sondeur de sédiments et la connaissance du terrain (vérité terrain géo-référencée) met en évidence la capacité de la méthode utilisée pour l'observation :

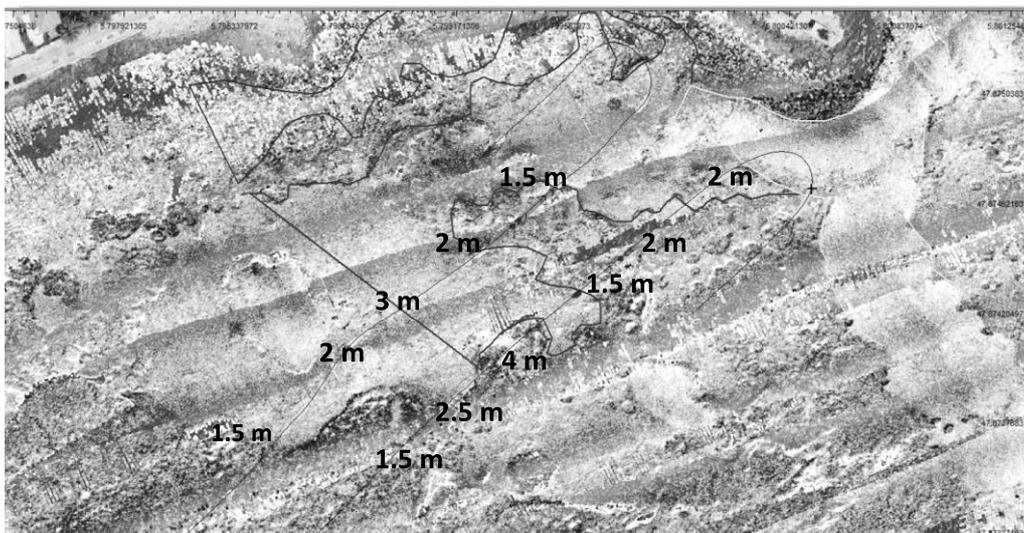
A haute fréquence (HF), 100 kHz pour ces essais :

- des posidonies
- de la bathymétrie fine et donc des tombants de matte

A basse fréquence (BF), 10 kHz :

- de l'épaisseur de la couche du fond, plus épaisse dans le cas de la matte morte
- de la présence de réflecteurs dans le substrat correspondant à la base de la matte morte

La détermination de la profondeur de la matte est effectuée en traitant les signaux des sous-couches avec le logiciel SIVA. Lorsque le réflecteur est visible acoustiquement, sa profondeur peut ensuite être déterminée.



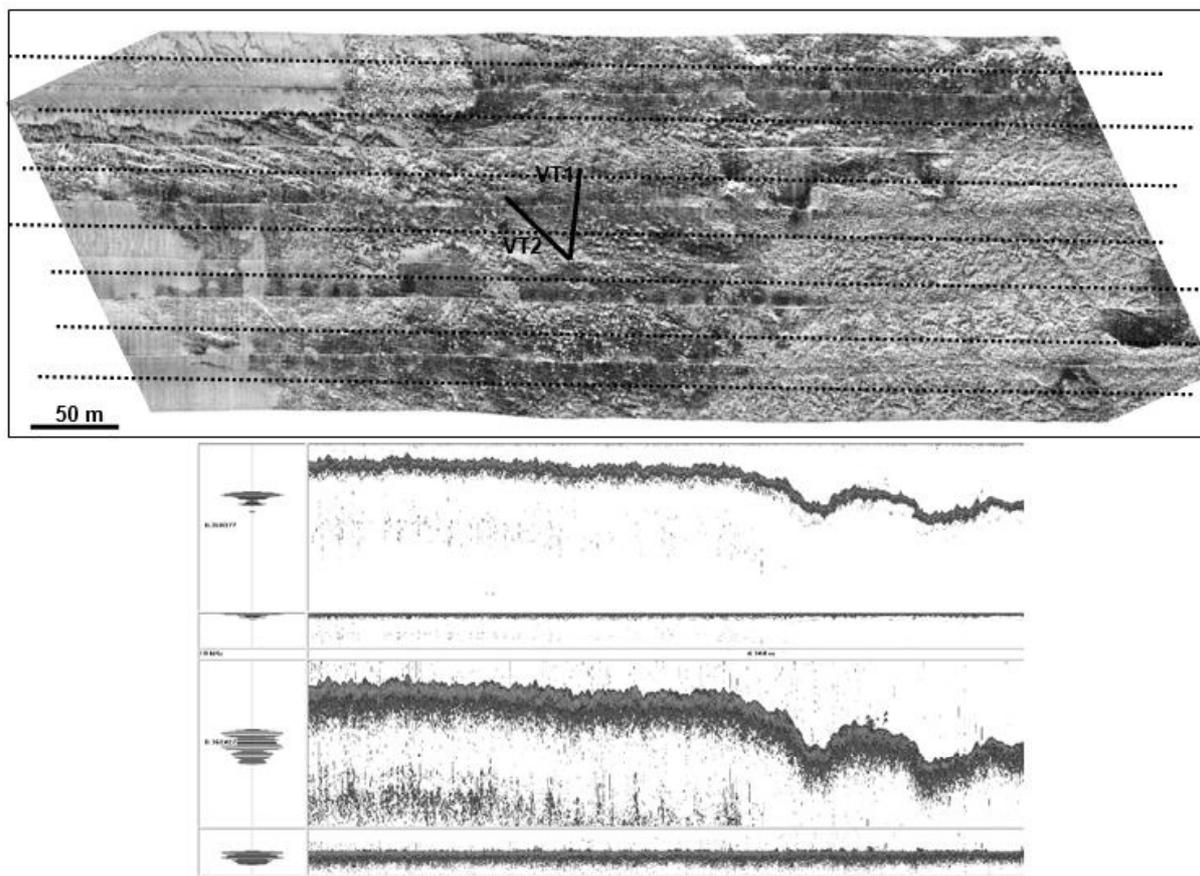
**Fig. 3 : Épaisseur estimée de la matte (en m) dans la zone étudiée à Sanary-sur-Mer**

Au lieu du point « C » (Fig. 2) où le tombant de matte est observable en plongée (hauteur observée 2 m), le système détermine acoustiquement une épaisseur de matte de 3 m sur le plateau de matte, en haut du tombant, et de 1 m au pied du tombant. Les informations du sondeur de sédiment sont cohérentes avec la connaissance du terrain.

Cette méthode a ensuite été employée sur le site de l'aire marine protégée de la côte agathoise (Agde, France) (résultats ci-dessous).

La sismique UHR a permis de visualiser la différence entre un substrat de sable et un substrat de matte, d'observer une épaisseur du substrat plus grande en présence de matte ainsi que la présence de feuilles vivantes de posidonies.

Les épaisseurs mesurées sur le terrain à l'aide d'une tige graduée en centimètres plantée dans la matte ont été comparées en deux lieux pour lesquels le sondeur de sédiments et les vérités terrain étaient proches, (à intersection de la radiale INNOMAR et des radiales de vérités terrain : VT1 et VT2 (Fig. 4)) et sont compilées dans le tableau 1. Les valeurs sont du même ordre de grandeur.



**Fig. 4 :** En haut : Lieux des vérités terrain à Agde (radiale en forme de V). Les lignes en pointillés correspondent aux radiales réalisées avec le sondeur INNOMAR.VT1 et VT2 correspondent à deux portions (2m) de vérité terrain.

En bas : Fenêtre de visualisation de l'historique du sondeur le long d'une radiale pour les signaux haute fréquence (partie haute de la fenêtre) et basse fréquence (partie basse). La profondeur moyenne est de 4 m.

**Tab 1 :** Hauteur de la matre morte estimée via le sondeur INNOMAR et en plongée (VT = vérité terrain) sur le site d'Agde

	INNOMAR	VT plongeur	
		Moyenne (Nbr=3)	Écart type
VT1	52 cm	50,7 cm	1,5 cm
VT2	29 cm	31 cm	0,6 cm

Les résultats obtenus (Tab. 1) montrent que la hauteur de la matte morte est homogène. A l'échelle de l'AMP de la côte agathoise, la couche de matte morte est également homogène et relativement fine, comprise entre 20 et 50 cm. Sa détermination n'est cependant pas possible sur tous les secteurs de matte morte. En effet, compte tenu de la résolution verticale du sondeur de sédiments qui est de 15 cm, il est difficile de mesurer de façon fiable des épaisseurs de couches inférieures à cette résolution, soit une vingtaine de centimètres.

### Discussion

Par rapport aux autres sondeurs conventionnels qui sont souvent couplés à des systèmes de classification des fonds, la sismique réflexion UHR dispose d'un faisceau d'émission très étroit (2°) ce qui lui confère une excellente résolution spatiale jusqu'à plusieurs dizaines de mètres de profondeur. De la même façon, ce type de sismique offre la possibilité de faire varier la fréquence d'émission et donc d'adapter le système en fonction de la densité de l'herbier.

Il existe un inconvénient éventuel lors de l'utilisation de cette méthode : la résolution verticale de l'appareil étant de 15 cm, ne permet pas de mesurer de façon fiable des épaisseurs de couche inférieure à cette résolution. Il est donc important d'effectuer des tests préalables afin d'optimiser la méthode et de choisir la fréquence la mieux adaptée à la problématique du site. A l'inverse, l'avantage est de pouvoir obtenir des renseignements globaux sur ce qui n'est pas accessible par les autres méthodes, hormis par plongées et carottages (hauteur des feuilles et épaisseur de la matte), qui sont, elles, ponctuelles.

En l'état actuel, nous manquons de données réelles, de type carottage, qui permettraient de connaître l'épaisseur de la matte en des lieux où cette dernière se trouve sur un substrat sableux. Ces données sont essentielles pour pouvoir comprendre les signaux acquis, calibrer la méthode et conclure sur sa faisabilité, puisque nous ne l'avons appliquée que dans une gamme d'épaisseurs assez faibles (20 à 50 cm).

Il est probable, suite à l'analyse des données, que dans certains secteurs du site, la matte morte soit située sur un réflecteur assez dur (fond de grès par exemple constitué de sable consolidé), présentant des caractéristiques variant selon son taux de consolidation entre celles du sable et celles de la roche, et empêcherait l'absorption des ondes de l'INNOMAR et donc la visualisation des réflecteurs sous le fond.

La faible épaisseur de matte morte sur le site d'Agde suggère que les processus de développement et de disparition des herbiers à *Posidonia oceanica* du site sont rapides. Ainsi, le rapport matte morte sur herbier vivant bien qu'élevé sur le site ne constituerait pas un phénomène alarmant de disparition de l'herbier mais un développement naturel pour ce type d'herbier confronté à de forts phénomènes d'hydrodynamisme.

### Remerciements

Les auteurs remercient la région Languedoc-Roussillon, l'agence de l'eau Rhône Méditerranée & Corse, le ministère de l'écologie, l'agence des aires marines protégées et la Mission Recherche et Innovation Scientifique de la DGA pour leur soutien dans cette étude, ainsi qu'un référent anonyme.

### Bibliographie

- BLOUET S., LENFANT P., DUPUY DE LA GRANDRIVE R., LAFFON J-F, CHERE E., COURP T., GRUSELLE MC., FERRARI B., PAYROT J. (2011). Mise en cohérence des méthodes de suivis des herbiers de posidonies des sites Natura 2000 marins du Languedoc-Roussillon. Rapport ADENA-CNRS/EPHE/UPVD-CG66-AAMP, Fr 49p.
- LO IACONO C., MATEO M.A., GRACI'A E., GUASCH L., CARBONELL R., SERRANO L., SERRANO O., DANˆOBEITIA J. (2008) : Very high-resolution seismo-acoustic imaging of seagrass meadows (Mediterranean Sea): Implications for carbon sink estimates. Geophysical research letters, vol. 35.