

# EXPERTISE ENVIRONNEMENTALE SOUS-MARINE DE LA ROUTE DU CABLE DE TELECOMMUNICATION SEA-ME-WE 6 (SMW6) ATTERRISSANT SUR LA PLAGE DU PRADO A MARSEILLE

RAPPORT 04852404  
28/03/2023

 EXPERTISE



**setec**  
énergie environnement

## REVISIONS

Version	Date	Description	Auteurs	Relecteur
0	28/03/2023	V0	A. PATUCCA C. MARION	C. MARION

---

---

---

## COORDONNEES

Siège social	Responsable d'affaire
<b>setec énergie environnement</b>	<b>Marc CHENOZ</b> Directeur de projets
Immeuble Central Seine 42 - 52 quai de la Rapée - CS 71230 75583 PARIS CEDEX 12 FRANCE	<b>Agence de Toulon</b> 15 rue Mirabeau 83100 Toulon
Tél +33 1 82 51 55 55 Fax +33 1 82 51 55 56 environnement@setec.fr www.setec.fr	Tél +33 4 86 15 61 83 Mob +33 6 32 91 94 90 marc.chenoz@setec.com

## Table des matières

<b>1. Contexte</b> .....	<b>9</b>
<b>2. Cartographie des biocénoses marines de la zone d'étude</b> .....	<b>11</b>
<b>3. Etude des habitats marins sur le tracé du câble</b> .....	<b>12</b>
<b>3.1 Matériel et méthodes</b> .....	<b>12</b>
3.1.1 Reconnaissance des fonds sur le tracé du câble	13
3.1.2 Caractérisation de l'herbier de Posidonies au droit de la plage du Prado	16
3.1.3 Reconnaissance des fonds coralligènes au droit de la plage du Prado	23
3.1.4 Analyses sédimentaires au droit de la plage du Prado	23
<b>3.2 Résultats</b> .....	<b>27</b>
3.2.1 Description des fonds observés sur la route du câble	27
3.2.2 Caractérisation de l'herbier de posidonies au droit de la plage du Prado	52
3.2.3 Reconnaissance des fonds à coralligènes	60
3.2.4 Analyses sédimentaires	65
<b>4. Conclusion</b> .....	<b>71</b>
<b>5. Retour d'expérience</b> .....	<b>73</b>
<b>6. Bibliographie</b> .....	<b>81</b>
<b>Fiche signalétique et documentaire</b> .....	<b>82</b>

## Table des illustrations

### Figures

Figure 1 : Présentation de la route du câble SMW6 dans les eaux françaises .....	9
Figure 2 : Le « Posidonia » de setecinvivo .....	12
Figure 3 : Prises de vue illustrant les conditions météorologiques lors de la campagne d'étude le 9 mars (à gauche), le 13 mars (au centre) et le 17 mars (à droite) .....	12
Figure 4 : Installation des balises le long du tracé du câble .....	14
Figure 5 : Filin lesté sur le fond marquant le tracé du câble sous-marin .....	14
Figure 6 : Plongeur évoluant le long du filin .....	16
Figure 7 : Les différents types d'herbiers à Posidonia oceanica (1 : Herbier de plaine, vu en coupe ; i = intermatte ; d = intermatte déferlante. 2 = herbier en pain de sucre, vu en coupe. 3 : Herbier tigré, vu en plan. 4 : Herbier de colline, vu en plan. 5 : Herbier de colline, vu en coupe ; c = colline. 6 à 10 : évolution d'une colline, de sa formation à son démantèlement. vvv = Posidonia oceanica, pointillés = sable, hachures obliques = matre. Source : Boudouresque et al., 1985a).....	17
Figure 8 : Quadrillage apposé sur une photo pour calcul du taux de recouvrement .....	19
Figure 9 : Quadrat de 20 cm x 20 cm et mesure de la densité des faisceaux .....	20
Figure 10 : Description des rhizomes de posidonies (source : Boudouresque et Meinesz, 1982 in Boudouresque et al, 2006).....	21

Figure 11 : Mesure du déchaussement de l'herbier de Posidonies (source : Boudouresque et al, 2006) .....	22
Figure 12 : Carte présentant la station de référence du réseau RNO à proximité de la zone d'étude (source : RNO, 1998) .....	25
Figure 13 : Fond constitué de sable coquiller et tapissé de rhodolithes isolés avec une holothurie <i>Holothuria tubulosa</i> entre B32-B31 (à 25,2 m) (à gauche) ; Fond recouvert de matre morte entre B29-B28 (24,3 m) (à droite) .....	30
Figure 14 : Herbier de posidonies discontinu avec moins de 10 faisceaux/100 m <sup>2</sup> , à distance du câble, entre B32-B31 (25,2 m de prof.) (à gauche) ; Rhodolithes isolés entre B31-B30 (25,1 m de prof.) (à droite) .....	30
Figure 15 : Observations entre B30-B29 (25,1 m de prof.) : Herbier de posidonies discontinu de 10-50 faisceaux/100m <sup>2</sup> sur le tracé du câble (à gauche) ; Herbier de posidonies discontinu 50-100 faisceaux/100m <sup>2</sup> entre B27-B26 (23,2 m de prof.) (à droite) .....	31
Figure 16 : Herbier discontinu avec 50-100 faisceaux/100m <sup>2</sup> entre B26-B25 (22,9 m de prof.) (à gauche) et entre B25-B24 (23,2 m de prof.) (à droite).....	31
Figure 17 : Limite inférieure de l'herbier continu >200 faisceaux/100m <sup>2</sup> (alternance matre morte/herbier) et herbier continu entre B23-B22 (21,5 m de prof.) .....	31
Figure 18 : Rhodolithes sur le tracé du câble (à gauche) et les algues vertes <i>Flabellia petiolata</i> et <i>Codium bursa</i> (à droite) entre B29-B28 (24,3 m de prof.) .....	32
Figure 19 : Algue rouge <i>Jania rubens</i> observée entre B28-B27 (23,7 m de prof.) (à gauche) et anémone <i>Anemonia viridis</i> observée entre B26-B25 (22,9 m de prof.) (à droite).....	32
Figure 20 : <i>Holothuria tubulosa</i> entre B26-B25 (22,9 m de prof.) (à gauche) ; Présence de rhodolithes isolés, de <i>Codium bursa</i> et <i>Flabellia petiolata</i> entre B23-B22 (21,5 m de prof.) (à droite).....	32
Figure 21 : Un individu de nacre épineuse <i>Pinna rudis</i> observé entre B24-B23 (21,7m de prof.) .....	33
Figure 22 : Cercle métallique colonisé d'algues photophiles à moins d'un mètre de distance du câble entre B30-B29 (25,1 m de prof.) (à gauche) ; Tube métallique colonisé par des hydroides, des algues rouges et algues encroûtantes, des ascidies entre B26-B25 (22,9 m de prof.) .....	33
Figure 23 : Pneu situé sur le tracé du câble SMW6 entre B24-B23 (22,8 m de prof.) .....	34
Figure 24 : Croisement du câble SMW6 avec un ancien câble colonisé par les algues photophiles au niveau de la balise B24 (22,8 m de prof.) .....	34
Figure 25 : Herbier continu entre B22-B21 (21,0 m de prof.) (à gauche) et B21-B20 (20,5 m de prof.) (à droite) .....	35
Figure 26 : Herbier continu entre B20-B19 (19,8 m de prof.) .....	35
Figure 27 : Observations entre B19-B18 (18,8 m de prof.) : large zone sableuse et de matre morte (à gauche) et îlots de posidonies (à droite).....	35
Figure 28 : Observations entre B18-B17 (19,6 m de prof.) : large zone sableuse avec îlots de posidonies (à gauche) et large zone sableuse (à droite).....	36
Figure 29 : Observations entre B17-B19 (19,5 m de prof.) : Herbier continu vers B17 (en haut à gauche), îlots d'herbier de posidonies au centre du transect (en haut à droite), et large zone de matre morte au centre du transect et vers B16 (en bas, gauche et droite) .....	36
Figure 30 : Alternance de zone d'herbier continu et de large zone de matre morte avec quelques îlots de posidonies entre B16-B15 (18,2 m de prof.) .....	37
Figure 31 : Alternance de large zone de matre morte et d'herbier continu avec quelques îlots d'herbier entre B15-B14 (17,8 m de prof.) .....	37
Figure 32 : Herbier continu entre B14-B13 (15,8 m de prof.) (à gauche) et B13-B12 (14,3 m de prof.) (à droite) .....	38
Figure 33 : Herbier continu entre B12-B11 (13,9 m de prof.) (à gauche) et entre B07-B06 (10,3 m de prof.) (à droite).....	38
Figure 34 : Tombant de matre au niveau de B11 (14,0 m de prof.) (à gauche) et entre B11-B10 .....	38
Figure 35 : 2 tombants de matre de 0,5 m de haut chacun observés ente B10-B09 (14,0 m de prof.) .....	39

Figure 36 : 2 tombants de matre observés entre B08-B07 (12,3 m de prof.) : l'un de 0,5 m de haut (à gauche) et l'autre de 1,3 m de haut (à droite).....	39
Figure 37 : 2 Tombants de matre entre B07-B06 (10,3 m de prof.) de 1,3 m de haut chacun .....	39
Figure 38 : Tombant de matre entre B06-B05 (9,9 m de prof.) .....	39
Figure 39 : Large zone sableuse dans l'herbier continu entre B09-B08 (12,3 m de prof.).....	41
Figure 40 : Première zone sableuse de 4 m de long (à gauche) et seconde zone sableuse de 10 m de long entre B08-B07 (12,3 m de prof.) .....	42
Figure 41 : Large zone de matre morte entre B06-B05 (9,9 m de prof.).....	43
Figure 42 : Observations entre B05-B04 (9 m de prof.) : zone d'herbier continu (à gauche) et limite de l'herbier continu (à droite).....	43
Figure 43 : Observations entre B05-B04 (9 m de prof.) : alternance matre morte/sables fins (à gauche) et fond recouvert de sable fin avant B04 (à droite) .....	43
Figure 44 : Un individu mort de nacre <i>Pinna</i> sp. retrouvé entre B05-B04 à 9 m de fond.....	44
Figure 45 : Observations entre B22-B21 (21,0 m de prof.) : <i>Sabella pavonica</i> , <i>Flabellia petiolata</i> et <i>Peysonnellia</i> sp. (à gauche) et algue encroûtante <i>Phorbas tenacior</i> (à droite).....	45
Figure 46 : <i>Phorbas tenacior</i> , <i>Peysonnellia</i> sp. et <i>Lithothamnion</i> spp. entre B21-B20 (20,5 m de prof.).....	45
Figure 47 : <i>Holothuria tubulosa</i> et <i>Flabellia petiolata</i> entre B21-B20 (20,5 m de prof.) (à gauche) ; <i>Echinaster sepositus</i> entre B15-B14 (17,8 m de prof.) .....	45
Figure 48 : Observations entre B18-B17 (19,6 m de prof.) : <i>Holothuria tubulosa</i> (à gauche) et <i>Sabella spallanzanii</i> (à droite).....	46
Figure 49 : Cordage croisant le câble SMW6 entre B22-B21 (21,0 m de prof.) (à gauche) ; Tube en béton entre B20-B19 (19,8 m de prof.) (à droite).....	46
Figure 50 : Déchets observés entre B18-B17 (19,6 m de prof.) : déchet rectangulaire (à gauche) et pneu contenant d'autres déchets, colonisé par plusieurs espèces (à droite) .....	47
Figure 51 : Déchet présent entre B05-B04 .....	47
Figure 52 : Observations entre B04-B03 (9,1 m de prof.) : Fond recouvert de sable fin sur le tracé du câble (à gauche) et petits blocs rocheux proches du tracé (à droite) .....	48
Figure 53 : Fond recouvert de sable fin sur le tracé du câble SMW6 entre B03-B02 (7,7 m de prof.) (à gauche) et B02-B01 (6,1 m de prof.) (à droite).....	48
Figure 54 : Blocs et talus rocheux visibles entre B02-B01 (entre 4,5 et 2 m de fond) .....	49
Figure 55 : Zone rocheuse entre B01-B00 à 2,9 m de profondeur .....	50
Figure 56 : Transition entre la zone rocheuse et le sable fin entre B01-B0 (à gauche) et fond constitué de sable fin (à droite) ....	50
Figure 57 : Sable fin et cailloux à 1,1 m de fond vers B0 .....	51
Figure 58 : Os avant B03 (à gauche) et bouée située entre B01-B00 (à droite) .....	52
Figure 59 : Limite inférieure de l'herbier à proximité du tracé entre B32-B31 à 25,1 m de profondeur .....	53
Figure 60 : Illustrations de l'herbier autour de la station Herbier 1 à 23 m de profondeur .....	53
Figure 61 : Illustrations de l'herbier autour de la station Herbier 2 à 15 m de profondeur .....	55
Figure 62 : Fleurs de posidonies en station Herbier 2 .....	56
Figure 63 : Illustrations de l'herbier autour de la station Herbier 2 à 9,3 m de profondeur.....	57
Figure 64 : Déchets anthropiques et câbles sous-marins à proximité de la station Herbier 3.....	59
Figure 65 : Type de fond et <i>Lithothamnion</i> spp. caractéristiques des rhodolithes au point Co1 à 35 m de profondeur .....	60

Figure 66 : Affleurement rocheux de la station coralligène située entre Co2, Co3 et Co4 à 35 m de fond .....	61
Figure 67 : Filet de pêche sur affleurement rocheux entre Co2, Co3 et Co4 à 35 m de fond .....	61
Figure 68 : Algues encroûtantes du genre <i>Lythophyllum</i> sp., <i>Mesophyllum</i> sp, <i>Peysonnelia</i> sp.. et les éponges <i>Crambe</i> <i>crambe</i>	62
Figure 69 : <i>Axinella damicornis</i> et <i>Myriapora truncata</i> (à droite) .....	63
Figure 70 : <i>Axinella polypoides</i> (à gauche) ; <i>Centrostephanus longispinus</i> avec <i>Peysonnellia</i> sp. et <i>Lythophyllum</i> sp. (à droite) .	63
Figure 71 : <i>Halocynthia papillosa</i> et <i>Myriapora truncata</i> .....	63
Figure 72 : Anémone (à gauche) et <i>Anemonia viridis</i> (à droite) .....	64
Figure 73 : <i>Scorpanea scrofa</i> .....	64
Figure 74 : <i>Palinurus elephas</i> (à gauche) ; <i>Holothuria tubulosa</i> et <i>Diplodus vulgaris</i> . (à droite) .....	64
Figure 75 : Câble colonisé par les algues encroûtantes et les éponges <i>Crambe</i> <i>crambe</i> sur l’affleurement rocheux .....	65
Figure 76 : Fractions granulométriques des stations échantillonnées .....	69
Figure 77 : Enfouissement naturel du câble dans les zones sableuses (In Vivo, 2008) .....	75
Figure 78 : Câble électrique SACOI entre la Corse et la Sardaigne, simplement posé sur l’herbier près de Cala di Sciumara (Corse). 35 ans après sa mise en place (en 1967), il n’y a pas d’impact négatif sur l’herbier. D’après Pergent et al. (2002b) .....	75
Figure 79 : Câble ANTARES (La Seyne-sur-Mer) pénétrant dans l’herbier de posidonie (In Vivo, 2013) .....	76
Figure 80 : Câble s’insérant progressivement dans la matte de posidonie (In Vivo, 2013) .....	76
Figure 81 : Câbles de télécommunication et câble de transport d’énergie se croisant en aval de la limite inférieure de l’herbier, sur matte morte (Bastia – Arinella, 2020) .....	77
Figure 82 : Câble de transport d’énergie SACOI2 en limite inférieure de l’herbier entièrement colonisé (Bastia – plage de l’Arinella, 2020) .....	77
Figure 83 : Câble de transport d’énergie (SACOI2) en limite inférieure de l’herbier de posidonie et disparaissant dans la matte (Bastia – plage de l’Arinella, 2020) .....	78
Figure 84 : Câble télécom au sein d’un herbier entre les faisceaux de posidonie (Marseille, 2020) .....	78
Figure 85 : Câble télécom sur des enrochements (Marseille, 2020) .....	78
Figure 86 : Câble transport d’énergie pris dans la matte de posidonie en limite supérieure (Marseille, 2020) .....	79
Figure 87 : Câble télécom en sortie d’herbier	
Figure 88 : Câble télécom sur matte morte (Marseille, 2020)	
Figure 89 : Câble télécom en suspension au passage d’une zone .....	79

## Tableaux

Tableau 1 : Coordonnées des balises installées le long du tracé du câble SMW6 .....	15
Tableau 2 : Evaluation de la vitalité de l’herbier à <i>Posidonia oceanica</i> en fonction de la position bathymétrique de la limite inférieure en Corse (source : Bein A. et al, 2013) .....	18
Tableau 3 : Evaluation de la vitalité de l’herbier à <i>Posidonia oceanica</i> en fonction de la typologie de la limite inférieure de l’herbier (source : Bein A. et al, 2013) .....	18
Tableau 4 : Interprétation de la vitalité de l’herbier en limite inférieure de l’herbier (source : Charbonnel et al., 2000) .....	19
Tableau 5 : Classification de l’état de l’herbier selon les densités de faisceaux observés (nb/m <sup>2</sup> ) et le niveau de profondeur (m) (source : Pergent et al., 2008 et Pergent-Martini et al., 2010) .....	20

Tableau 6 : Evaluation de la vitalité de l'herbier à partir du pourcentage de rhizomes plagiotropes de <i>P. oceanica</i> . (source : Charbonnel et al., 2000).....	21
Tableau 7 : Échelle d'évaluation du déchaussement en fonction des valeurs moyennes mesurées (source : Charbonnel et al., 2000) .....	22
Tableau 8 : Coordonnées GPS des stations herbiers de Posidonies .....	22
Tableau 9 : Coordonnées des points GPS des stations coralligènes .....	23
Tableau 10 : États de référence pour les métaux traces applicables en Méditerranée pour l'interprétation des niveaux de contamination chimique dans les sédiments fins en milieu côtier naturel (IFREMER, 2002) .....	26
Tableau 11 : Indice de contamination organique d'après Romont (1966) et Pruvot (1999) dans Alzieu (2003).....	26
Tableau 12 : Coordonnées (en WGS 84) des points de prélèvement des sédiments pour analyses .....	27
Tableau 13 : Synthèse des observations pour chaque transect parcouru en plongée sous-marine .....	27
Tableau 14 : Synthèse des observations des tombants de matte croisant le tracé du câble SMW6 entre B22-B04.....	40
Tableau 15 : Synthèse des observations des tombants de matte croisant le tracé du câble SMW6 entre B22-B04.....	42
Tableau 16 : Observations des câbles croisant le tracé du câble SMW6 entre B22-B04 .....	44
Tableau 17 : Observations des câbles croisant le tracé du câble SMW6 entre B04-B00 .....	51
Tableau 18 : Caractérisation de la limite inférieure de l'herbier .....	52
Tableau 19 : Résultats des mesures réalisées à la station Herbier 1 .....	54
Tableau 20 : Résultats des mesures réalisées à la station Herbier 2.....	55
Tableau 21 : Résultats des mesures réalisées à la station Herbier 3 .....	58
Tableau 22 : Synthèse des observations des sédiments prélevés aux stations ST001 et ST002 sur le tracé du câble SMW6.....	66
Tableau 23 : Tableau des résultats des analyses physico-chimiques des prélèvements sédimentaires.....	68
Tableau 24 : Résultats des analyses granulométriques.....	68
Tableau 25 : Caractérisation de la limite inférieure de l'herbier .....	71
Tableau 26 : Synthèse des mesures systématiques sur l'herbier à <i>Posidonia oceanica</i> .....	72

## Planches

Planche 1 : Distribution des biocénoses marines dans la Baie du Prado d'après les données Medtrix .....	11
Planche 2 : Distribution des biocénoses marines le long du tracé du câble d'après les études récentes (2022-2023).....	11
Planche 3 : Localisation des balises de repérage de B0 à B32 sur la route du câble (fond de carte issu de l'étude géophysique) .....	13
Planche 4 : Localisation des stations d'étude pour l'évaluation de la vitalité de l'herbier (fond de carte issu de l'étude géophysique) .....	23
Planche 5 : Localisation de la zone à coralligène étudiée en plongée (fond de carte issu de l'étude géophysique) .....	23
Planche 6 : Stations de prélèvements sédimentaires au carottier à main (fond de carte issu de l'étude géophysique & Google Earth) .....	27
Planche 7 : Observations de l'herbier entre les balises B32 et B22 (fond de carte issu de l'étude géophysique) – 1/2.....	34
Planche 8 : Observations de l'herbier entre les balises B32 et B22 (fond de carte issu de l'étude géophysique) – 2/2.....	34
Planche 9 : Observations de l'herbier entre les balises B22 et B11 (fond de carte issu de l'étude géophysique) – 1/2.....	47
Planche 10 : Observations de l'herbier entre les balises B22 et B11 (fond de carte issu de l'étude géophysique) – 2/2.....	47

Planche 11 : Observations de l'herbier entre les balises B11 et B04 (fond de carte issu de l'étude géophysique) – 1/3 .....	47
Planche 12 : Observations de l'herbier entre les balises B11 et B04 (fond de carte issu de l'étude géophysique) – 2/3 .....	47
Planche 13 : Observations de l'herbier entre les balises B11 et B04 (fond de carte issu de l'étude géophysique) – 3/3 .....	47
Planche 14 : Observations de l'herbier entre les balises B04 et B0 (fond de carte issu de l'étude géophysique) – 1/2.....	52
Planche 15 : Observations de l'herbier entre les balises B04 et B0 (fond de carte issu de l'étude géophysique) – 2/2.....	52
Planche 16 : Illustrations des stations vitalité de l'herbier (fond de carte issu de l'étude géophysique).....	60
Planche 17 : Observations au niveau de la station d'étude de la zone à coralligène (fond de carte issu de l'étude géophysique).	65
Planche 18 : Illustrations des stations de prélèvements sédimentaires au carottier à main (fond de carte issu de l'étude géophysique) .....	67

## 1. CONTEXTE

Le projet SEA-ME-WE 6 (SMW6), acronyme de South East Asia-Middle East-Western Europe n°6, consiste à déployer un câble sous-marin de télécommunication à fibres optiques entre l'Asie, le Moyen-Orient, l'Afrique et la France. Le site d'atterrage prévu en France sur la commune de Marseille (13) est la plage du Prado dans une chambre-plage déjà existante.

Le câble de télécommunication sous-marin reliera Singapour à Marseille avec plusieurs ramifications vers les pays d'Asie, du Moyen-Orient et de l'Europe occidentale, tels que le Bangladesh, le Sri Lanka, l'Inde, les Maldives, le Pakistan, Djibouti, l'Arabie Saoudite, l'Egypte, la Grèce, et l'Italie. Ce réseau couvrira une distance de près de 19 200 km et offrira des capacités de connexion dans les pays des zones concernées.

Le projet servira aux échanges de données numériques transitant entre l'Asie, le Moyen-Orient, l'Afrique et l'Europe, via un des centres de données (« data centers ») majeurs de la ville de Marseille. Il permettra ainsi le développement du réseau international de télécommunications et l'optimisation du temps de latence du réseau. En outre, il participera à une meilleure sécurisation de leur connectivité.

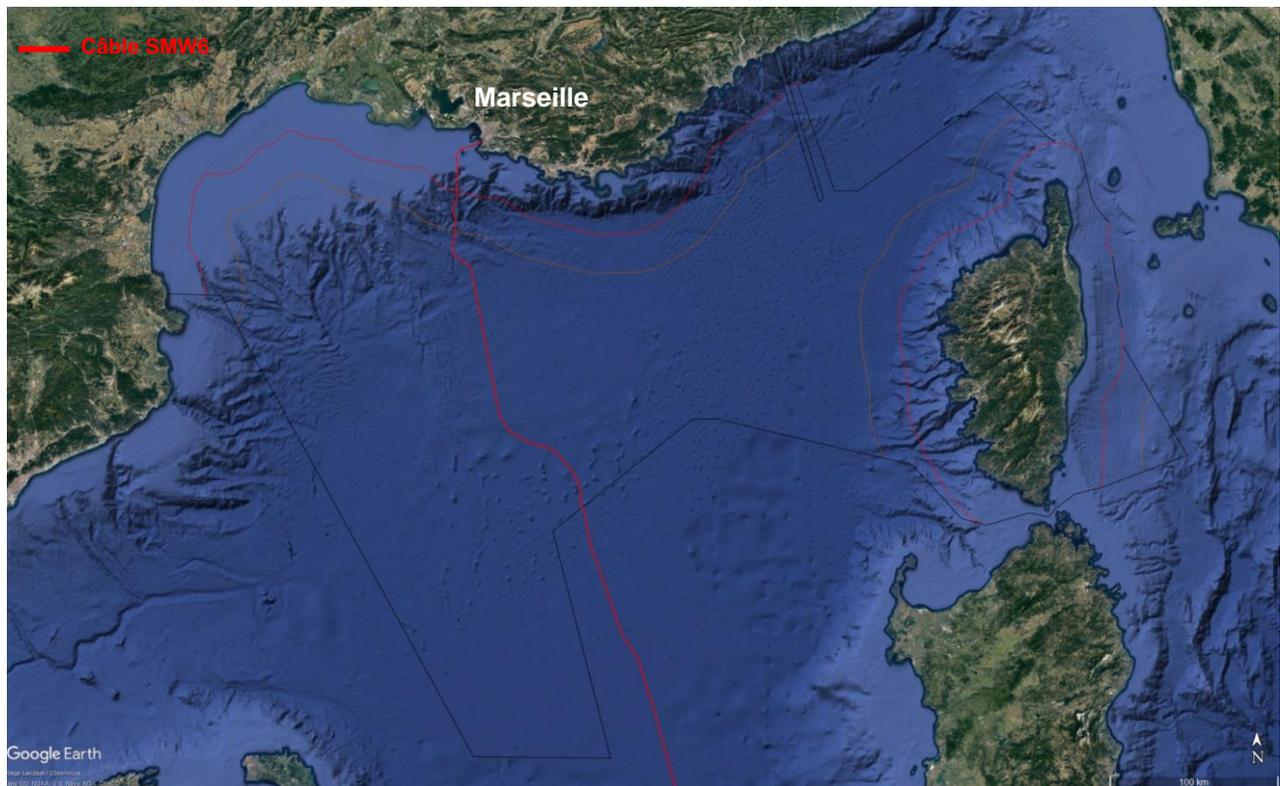


Figure 1 : Présentation de la route du câble SMW6 dans les eaux françaises

Ce document présente le déroulement des investigations ainsi que les résultats obtenus pour l'expertise environnementale sous-marine réalisée entre 35 m de fond et le bas de plage le long de la route du câble SMW6, au droit de la plage du Prado à Marseille.

En fin de document, une synthèse de plusieurs retours d'expérience sur des câbles sous-marins précédemment installés dans les herbiers de posidonies est présentée.

Ce document est à l'attention de l'autorité environnementale pour apporter les éléments sur la nature et la sensibilité des fonds marins côtiers sur la route du câble pour faciliter sa réponse à la demande d'examen au cas par cas du présent projet.

Le contenu de ce dossier viendra par ailleurs alimenter le dossier d'autorisation environnementale (Déclaration au titre de la Loi sur l'Eau) et l'étude d'incidences associée.

## 2. CARTOGRAPHIE DES BIOCÉNOSES MARINES DE LA ZONE D'ETUDE

La cartographie des biocénoses marines utilisée pour l'élaboration du protocole opératoire dans la zone d'étude est basée sur l'évaluation écologique de la zone côtière de Marseille provenant des données Donia Expert, disponibles sur la plateforme de surveillance des eaux côtières et des écosystèmes de Méditerranée Medtrix. Des données récentes, issues des levés géophysiques de la société Subcom réalisés en décembre 2022, ont permis de délimiter le champ d'herbier et d'affiner les moyens à mettre en œuvre pour l'étude écologique de terrain.

Les planches suivantes présentent les biocénoses marines rencontrées par le câble sous-marin selon la nature des données utilisées, à savoir la carte des biocénoses de Medtrix et la carte de la nature du fond. Les stations d'étude du plan d'échantillonnage ont été positionnées à partir de ces cartographies et selon le tracé du câble SMW6. Les résultats sont présentés dans le présent document.

*Planche 1 : Distribution des biocénoses marines dans la Baie du Prado d'après les données Medtrix*

*Planche 2 : Distribution des biocénoses marines le long du tracé du câble d'après les études récentes (2022-2023)*

Des reconnaissances sous-marines et une caractérisation de l'herbier *Posidonia oceanica* ont été réalisées selon un plan d'échantillonnage intégrant des plongées sur l'ensemble du tracé du câble SMW6 au droit de la plage du Prado à Marseille, à partir de l'interface entre le sable et la matte morte, ainsi qu'entre les herbiers de *Posidonia oceanica* et la matte morte.

L'herbier au droit de la plage du Prado fait partie de « l'Herbier de posidonies de la baie du Prado », Zone d'Importance Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) marine (93M000046) de type 2. Il sépare les sédiments sableux de la biocénose côtière des « sables fins bien calibrés » et des « fonds meubles circalittoraux ».

La typologie de l'herbier au droit de la plage du Prado se distingue en deux (2) catégories selon sa densité :

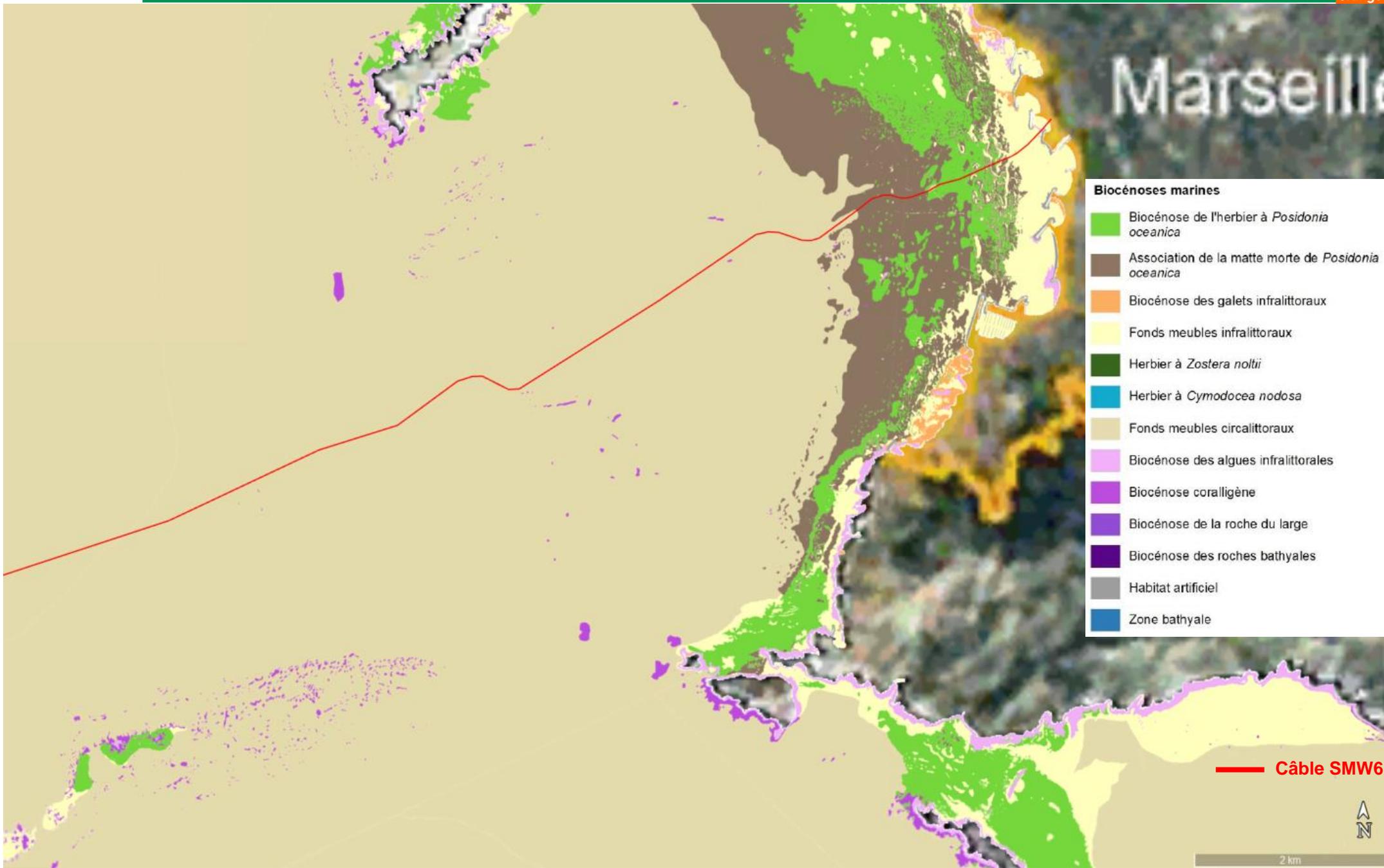
- **L'herbier dit « continu »** : où la densité est supérieure à **200 faisceaux foliaires /100m<sup>2</sup>** ;
- **L'herbier dit « discontinu »** : où la densité est comprise entre **50 à 200 faisceaux foliaires /100m<sup>2</sup>**.

Les limites inférieures de l'herbier sont difficilement décelables puisqu'il se présente essentiellement sous forme de tâches, d'ilots et de faisceaux isolés. Sur la route du câble SMW6, l'herbier de posidonies se situe sur des fonds compris entre 9,0 mètres et 25,1 mètres de profondeur. De part et d'autre de l'herbier, les fonds sont sableux.

D'après les observations sur le terrain, le tracé du câble sous-marin traverse l'herbier sur une distance de 1,8 km environ, mais suit majoritairement des zones de matte morte. Le câble SMW6 croise l'herbier continu sur une distance de près de 1,16 km, entre les isobathes 9,0 m et 21,5 m.

Au-delà des zones d'herbier et de l'interface entre la matte morte et les fonds sableux, le tracé du câble SMW6 passe à 55 m de distance au nord d'une zone de biocénose à coralligène à l'isobathe 35 m, identifiée à partir du fond de carte Medtrix.

Une campagne d'étude écologique a donc été réalisée sur le tracé du câble SMW6 au sein de l'herbier de *Posidonia oceanica* au droit de la plage du Prado, ainsi qu'au niveau des enrochements des biocénoses à coralligènes en plongée sous-marine. Des prélèvements sédimentaires ont été réalisés au niveau de la zone d'ensouillage du câble entre la limite supérieure de l'herbier et le bas de plage.



-  Câble SMW6
-  Sable
-  Roche
-  Matte morte
-  Herbier de Posidonie discontinu < 10 faisceaux/100 m<sup>2</sup>
-  Herbier de Posidonie discontinu 10-50 faisceaux/100 m<sup>2</sup>
-  Herbier de Posidonie discontinu 50-100 faisceaux/100 m<sup>2</sup>
-  Herbier de Posidonie continu > 200 faisceaux/100 m<sup>2</sup>
-  Zone à coralligène

Corridor de l'étude écologique menée en plongée

Corridor de l'étude géophysique

Earth

S. Havy, HGA, GEBCO  
Métrica

500 m



### 3. ETUDE DES HABITATS MARINS SUR LE TRACE DU CABLE

#### 3.1 MATERIEL ET METHODES

La campagne d'étude a été réalisée le 9 et le 13 mars 2023 par une équipe de quatre (4) plongeurs scientifiques, et le 17 mars 2023 par une équipe de trois (3) plongeurs. Elle a nécessité l'utilisation du bateau « Posidonia », un semi-rigide de 5,20 m de la société setecin vivo.



Figure 2 : Le « Posidonia » de setecin vivo

La journée du 9 mars présentait une mer peu agitée tandis que les journées du 13 et du 17 mars présentaient une houle et un vent plus importants.



Figure 3 : Prises de vue illustrant les conditions météorologiques lors de la campagne d'étude le 9 mars (à gauche), le 13 mars (au centre) et le 17 mars (à droite)

Les moyens matériels suivants ont été mobilisés :

- Matériel de sécurité embarqué et kit d'oxygénothérapie ;
- Equipements de plongée et manuel de sécurité / fiche plongée ;

- Matériel de balisage et de positionnement en surface (GPS, planche de chasse).
- Matériel de mesure (quadrats, réglés, décamètres, plaquette immergeable, etc.) ;
- Matériel photo et vidéo (SONY RX 100 II, SONY RX 100 V et Gopro Hero 4).

Au préalable, une notification d'intervention a été adressée à la Préfecture Maritime de Méditerranée et la Direction Départementale des Territoires et de la Mer (DDTM) des Bouches-du-Rhône.

La réglementation en vigueur relative à l'activité de la plongée sous-marine a été respectée, notamment la mise en œuvre du pavillon Alpha. Les plongées se sont déroulées en scaphandre autonome à circuit ouvert, relativement à la protection des travailleurs intervenant en milieu hyperbare (décret n°2011-45 du 11 janvier 2011 et de l'arrêté du 14 mai 2019).

### 3.1.1 Reconnaissance des fonds sur le tracé du câble

La campagne d'étude des biocénoses marines a consisté à réaliser des reconnaissances marines le long du tracé du câble sous-marin SMW6 dans la zone 1 – 35 mètres en plongée sous-marine, à caractériser l'herbier de posidonies se trouvant sur la route du câble, à identifier les zones coralligènes, et à étudier la qualité des sédiments côtiers où des travaux d'ensouillage seront nécessaires.

#### 3.1.1.1 Le marquage du tracé du câble

Un marquage du tracé du câble a été réalisé au préalable à l'ensemble des investigations et expertises sous-marines, où trente-trois (33) balises ont été disposées, espacées de 70 mètres, délimitant trente-deux (32) transects. Les balises ont été signalées par des parachutes de plongée afin de leur donner de la visibilité pour la navigation maritime dans la baie du Prado.

Ces balises ont permis de couvrir l'ensemble du tracé du câble dans l'herbier de posidonies au droit de la plage du Prado. La position des balises a été déterminée le plus précisément possible à partir des levés géophysiques menés en décembre 2022 (sonar à balayage latéral, sondeur multifaisceaux) et des données de distribution des biocénoses marines disponibles (Medtrix).

Les balises positionnées sur le tracé du câble sont représentées sur la planche suivante.

*Planche 3 : Localisation des balises de repérage de B0 à B32 sur la route du câble (fond de carte issu de l'étude géophysique)*

— Câble SMW6

Sable

Roche

Matte morte

Herbier de Posidonie discontinu  
< 10 faisceaux/100 m<sup>2</sup>

Herbier de Posidonie discontinu  
10-50 faisceaux/100 m<sup>2</sup>

Herbier de Posidonie discontinu  
50-100 faisceaux/100 m<sup>2</sup>

Herbier de Posidonie continu  
> 200 faisceaux/100 m<sup>2</sup>

Corridor de l'étude écologique  
menée en plongée

Corridor de l'étude géophysique

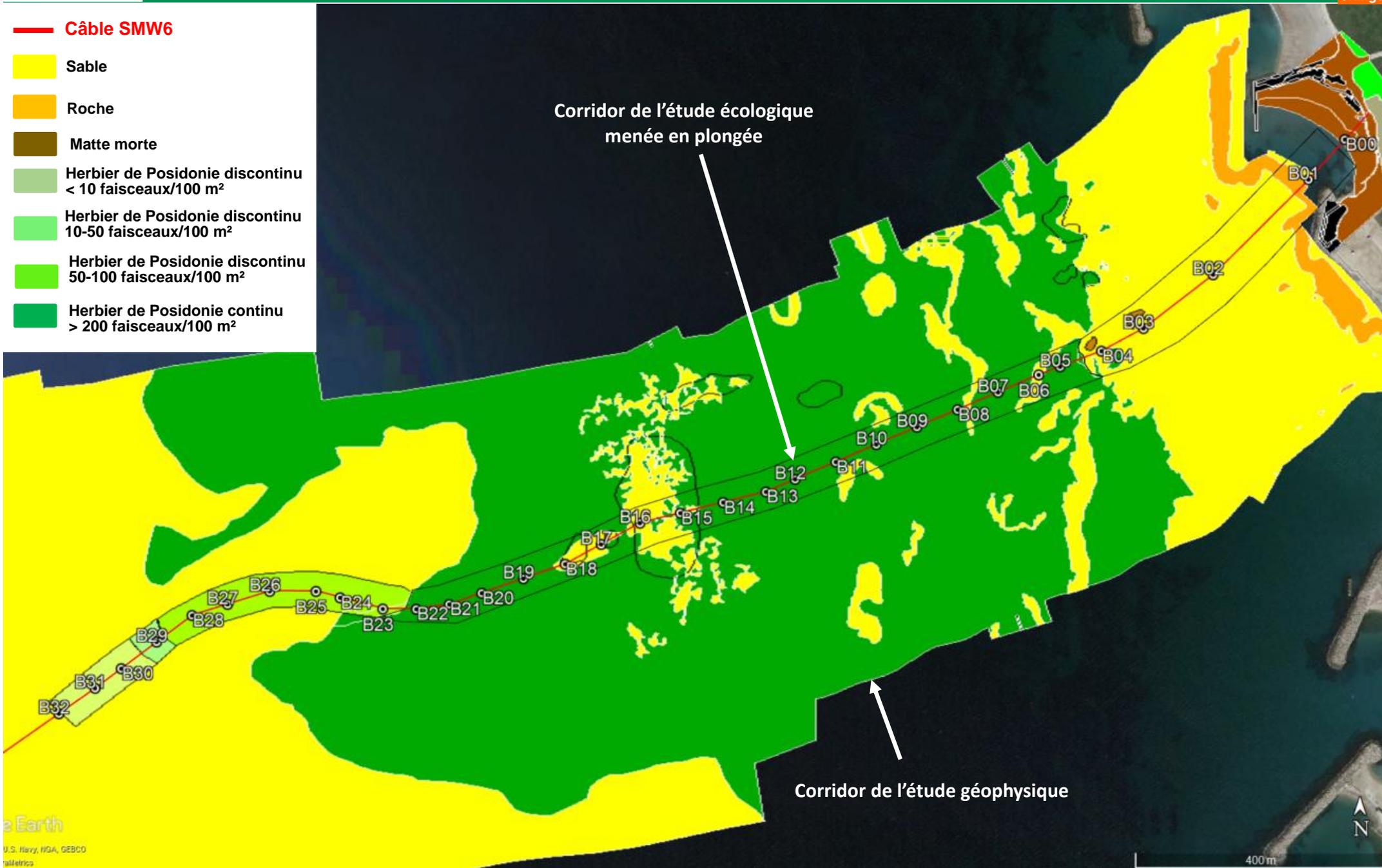




Figure 4 : Installation des balises le long du tracé du câble

Dans un premier temps, les balises ont été déployées depuis la surface vers le fond à partir de l'embarcation. Chaque balise a été numérotée sur une plaquette. Un filin lesté a ensuite été déroulé depuis la surface en reliant chacune des balises, pour marquer le tracé du câble sur le fond. Le filin posé a également fait l'objet d'ajustements sur le fond afin d'accroître la précision de la représentation du tracé du câble.



Figure 5 : Filin lesté sur le fond marquant le tracé du câble sous-marin

Les coordonnées des balises installées sont présentées dans le tableau ci-après.

Tableau 1 : Coordonnées des balises installées le long du tracé du câble SMW6

Balise	Profondeur (en m)	Coordonnées (en WGS 84)	
		Latitude	Longitude
B00	1.1	43°15'41.95"N	5°22'20.09"E
B01	2.9	43°15'39.91"N	5°22'17.53"E
B02	6.1	43°15'35.08"N	5°22'10.82"E
B03	8.0	43°15'32.35"N	5°22'5.91"E
B04	9.1	43°15'31.20"N	5°22'2.95"E
B05	9.0	43°15'30.40"N	5°22'0.05"E
B06	9.9	43°15'29.99"N	5°21'58.54"E
B07	10.3	43°15'29.11"N	5°21'55.68"E
B08	12.3	43°15'28.22"N	5°21'52.83"E
B09	12.3	43°15'27.34"N	5°21'49.97"E
B10	13.0	43°15'26.45"N	5°21'47.11"E
B11	14.0	43°15'25.57"N	5°21'44.25"E
B12	13.9	43°15'24.68"N	5°21'41.40"E
B13	14.3	43°15'24.05"N	5°21'39.34"E
B14	15.8	43°15'23.51"N	5°21'36.33"E
B15	17.8	43°15'22.97"N	5°21'33.32"E
B16	18.2	43°15'22.46"N	5°21'30.47"E
B17	19.4	43°15'21.38"N	5°21'27.75"E
B18	19.6	43°15'20.37"N	5°21'25.21"E
B19	18.8	43°15'19.63"N	5°21'22.27"E
B20	19.8	43°15'18.90"N	5°21'19.34"E
B21	20.5	43°15'18.32"N	5°21'17.06"E
B22	21.0	43°15'18.08"N	5°21'14.74"E
B23	21.5	43°15'18.09"N	5°21'12.38"E
B24	22.1	43°15'18.66"N	5°21'9.37"E
B25	22.5	43°15'18.99"N	5°21'7.67"E
B26	22.9	43°15'18.99"N	5°21'4.42"E
B27	23.2	43°15'18.33"N	5°21'1.46"E
B28	23.7	43°15'17.77"N	5°20'58.95"E
B29	24.3	43°15'16.41"N	5°20'56.46"E
B30	25.1	43°15'15.06"N	5°20'53.97"E
B31	25.1	43°15'14.06"N	5°20'52.13"E
B32	25.2	43°15'12.77"N	5°20'49.58"E

### 3.1.1.2 Les reconnaissances sous-marines en plongée le long du tracé du câble SMW6

Dès la fin de l'installation du filin marquant le tracé du câble, une équipe de deux (2) plongeurs, munie d'une caméra sous-marine pour l'un et d'un appareil photo numérique pour le second, s'est immergée sur la première balise pour suivre le tracé du câble marqué sur le fond.

Les plongeurs étaient également équipés du matériel nécessaire à la prise de note et d'un flotteur leur permettant de signaler tout évènement marquant sur le fond nécessitant d'être relevé par l'équipe de surface. L'heure et le numéro du point relevé ont été notés pour chaque relevé.

Trente-deux (32) vidéos ont été réalisées entre les balises B0 à B32 par l'un des plongeurs pendant que le second prenait des notes sur les changements de faciès observés et de toute autre observation (la présence éventuelle de grande nacre *Pinna nobilis* ou de la nacre épineuse *Pinna rudis*, d'obstructions, de tombant de matre, de câble, etc.), ainsi que des photographies.



Figure 6 : Plongeur évoluant le long du filin

### 3.1.2 Caractérisation de l'herbier de Posidonies au droit de la plage du Prado

L'évaluation de l'état de l'herbier renseigne sur les conditions du milieu dans lequel il évolue et donc sur sa qualité. L'empreinte de la qualité des eaux sur les herbiers à *P. oceanica* est permanente : elle ne dépend donc pas du sens du vent ou des courants au moment de l'observation. Ainsi, de nombreux paramètres sont à même d'être enregistrés par l'herbier, et notamment :

- La turbidité moyenne des eaux, matérialisée par la position de sa limite inférieure et par la densité des faisceaux ;
- Les courants et l'hydrodynamisme, matérialisés par les structures érosives qui affectent la matre ;
- Le taux de sédimentation, matérialisé par la vitesse de croissance des rhizomes et, en cas de déficit, par leur déchaussement ;
- La matière organique et les nutriments, matérialisés par les épiphytes des feuilles et la composition chimique de la plante.

Une description du site et de l'herbier a été réalisée avec :

- La profondeur de la limite inférieure ;
- La présence et la structure de matre morte et les intermattes structurelles ;
- La typologie de la limite inférieure de l'herbier, donnant une information sur la dynamique de l'herbier et son caractère évolutif, avec une observation visuelle et par photos/vidéos le long de la limite ;
- Des prises de vues photographiques, vidéos et identifications des espèces associées à l'herbier.

Trois (3) stations ont été choisies pour évaluer l'état de vitalité de l'herbier au droit de la plage du Prado. Il s'agit des stations Herbier 1 en limite inférieure de l'herbier continu, Herbier 2 au centre de l'herbier continu, et Herbier 3 en limite supérieure de l'herbier.

Les paramètres standards pour le suivi de vitalité de l'herbier ont été mesurés :

- La profondeur et la typologie de l'herbier ;
- La densité des faisceaux foliaires ;
- La proportion de rhizomes plagiotropes ;
- La mesure du déchaussement des rhizomes ;
- La longueur maximale des feuilles ;
- Le taux d'épibionte.

### 3.1.2.1 Typologie de l'herbier

À travers les différentes structures d'herbier rencontrées et selon les caractéristiques du milieu (hydrodynamisme, etc.), il est possible de définir ainsi l'herbier : continu, discontinu en mosaïque (alternance d'herbier morcelé et de matte morte), de plaine (herbier sub-horizontale, sans relief particulier), ondoyant, de colline, etc.

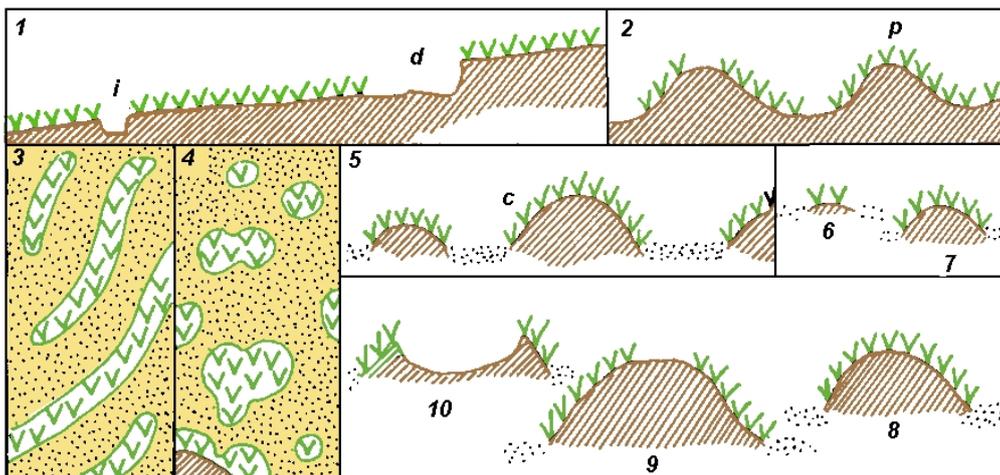


Figure 7 : Les différents types d'herbiers à *Posidonia oceanica* (1 : Herbier de plaine, vu en coupe ; i = intermatte ; d = intermatte déferlante. 2 = herbier en pain de sucre, vu en coupe. 3 : Herbier tigré, vu en plan. 4 : Herbier de colline, vu en plan. 5 : Herbier de colline, vu en coupe ; c = colline. 6 à 10 : évolution d'une colline, de sa formation à son démantèlement. vvv = *Posidonia oceanica*, pointillés = sable, hachures obliques = matte. Source : Boudouresque et al., 1985a)

### 3.1.2.2 La limite inférieure de l'herbier au droit de la plage du Prado

La limite inférieure de l'herbier se situe entre la balise B32 et B31, à une profondeur de 25,2 m.

La profondeur et la typologie de l'herbier en limite inférieure constituent un paramètre permettant d'apprécier la transparence des eaux et son évolution au cours du temps.

Pour les éco-régions ne présentant pas de pression anthropique importante, la profondeur de référence de la limite inférieure est estimée à **38 m** selon les mesures de Pasqualini (1997). À partir de cette profondeur, il est possible de définir une échelle d'interprétation de la vitalité de l'herbier (Tableau 2).

Tableau 2 : Evaluation de la vitalité de l'herbier à *Posidonia oceanica* en fonction de la position bathymétrique de la limite inférieure en Corse (source : Bein A. et al, 2013)

Ecart par rapport à la profondeur de référence	Profondeur	Interprétation de la vitalité de l'herbier
~10%	Inférieure à -34,2 m	Très bonne
De 10% à 20%	De -34,2 à -30,4 m	Bonne
De 20% à 30%	De -30,4 à -26,6 m	Normale
De 30% à 40%	De -26,6 à -22,8 m	Médiocre
Supérieur à 40%	Supérieur à -22,8 m	Mauvaise

En ce qui concerne le type de limite, cinq (5) types de limites sont pris en compte, conformément au tableau suivant.

Tableau 3 : Evaluation de la vitalité de l'herbier à *Posidonia oceanica* en fonction de la typologie de la limite inférieure de l'herbier (source : Bein A. et al, 2013)

Type de limite	Caractéristiques principales	Interprétation de la vitalité de l'herbier
Progressive	Présence de rhizomes plagiotropes en avant de la limite	Très bonne
Franche à fort recouvrement	Limite nette présentant un recouvrement supérieur à 25 %	Bonne
Franche à faible recouvrement	Limite nette présentant un recouvrement inférieur à 25 %	Normale
Clairsemée	Densité inférieure à 100 faisceaux/m <sup>2</sup> , recouvrement inférieur à 15 %	Médiocre
Régressive	Présence de matte morte en avant de la limite	Mauvaise

### 3.1.2.3 Le taux de recouvrement

Le taux de recouvrement de l'herbier correspond à la mesure du pourcentage de couverture du substrat par les feuilles de posidonies, par rapport aux zones non couvertes (sable, matte morte, roche). Ce paramètre varie en fonction de la profondeur et de la saison (du fait de la longueur des feuilles), mais également de l'hydrodynamisme, de l'état de santé de l'herbier ou à la suite de phénomènes d'hyper-sédimentation. Le recouvrement est maximal en été, à faible profondeur, et un herbier continu, présentant une vitalité élevée, peut atteindre un recouvrement de 100 %.

Il est estimé ici en limite inférieure à partir de vingt (20) prises de vues verticales prises aléatoirement au-dessus de l'herbier et en arrière de la limite, sans repère particulier (Orfanidis *et al.*, 2011). Ces photos sont ensuite analysées grâce à un quadrillage de cent (100) carreaux apposés à chaque photo. Le nombre de carreaux occupés par l'herbier est alors compté.

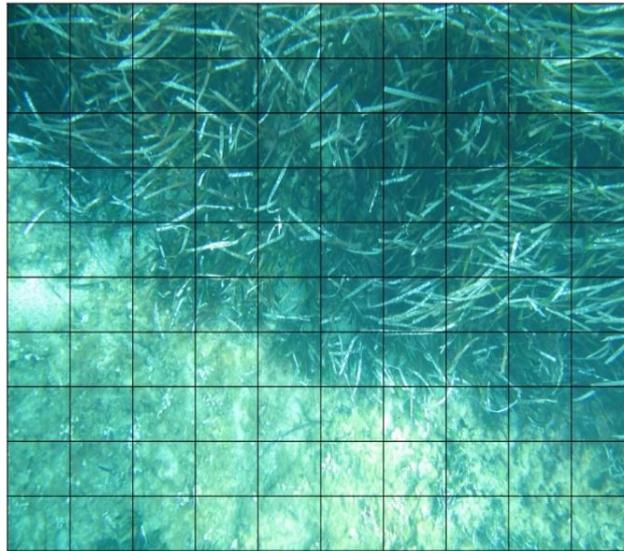


Figure 8 : Quadrillage apposé sur une photo pour calcul du taux de recouvrement

Les valeurs de recouvrement varient selon l'état de vitalité de l'herbier et sont comparées au tableau suivant (Tableau 4).

Tableau 4 : Interprétation de la vitalité de l'herbier en limite inférieure de l'herbier (source : Charbonnel et al., 2000)

Pourcentage de recouvrement pour la limite inférieure de l'herbier (valeurs seuils)	Interprétation de la vitalité de l'herbier
Inférieur à 5 %	Mauvaise
De 5 % à 15 %	Médiocre
De 15 % à 25 %	Normale
De 25 % à 35 %	Bonne

#### 3.1.2.4 La densité des faisceaux foliaires

La mesure de la densité des faisceaux foliaires et l'expertise associée permettent d'évaluer l'état de santé de l'herbier. Ce paramètre peut être corrélé aux conditions environnementales comme la transparence de l'eau (et donc la profondeur) ou le type de substrat. En effet, selon la littérature, une réduction de la transparence de l'eau résultant d'une turbidité plus importante a pour effet notamment une diminution de la densité des faisceaux de feuilles.

La densité d'un herbier est estimée par le nombre de faisceaux au mètre carré. Ce paramètre est mesuré par le comptage des faisceaux à l'intérieur d'un quadrat de 20 cm x 20 cm. Ce quadrat est placé sur l'herbier de façon aléatoire, autour de chaque station. Seules les zones couvertes par l'herbier (donc exclusion des zones d'intermattes) sont prises en considération pour la mesure de cette densité (Giraud, 1977a ; 1977b).

Afin d'obtenir un échantillonnage représentatif, quinze (15) mesures de densité ont été réalisées par station. La moyenne des mesures est ensuite établie et ramenée à une densité par mètre carré.



Figure 9 : Quadrat de 20 cm x 20 cm et mesure de la densité des faisceaux

La classification utilisée pour qualifier l'état de vitalité de l'herbier, selon sa densité de faisceaux foliaires et la profondeur de la station d'étude, est présentée dans le tableau suivant (Pergent-Martini et Pergent, 2010) :

Tableau 5 : Classification de l'état de l'herbier selon les densités de faisceaux observés (nb/m<sup>2</sup>) et le niveau de profondeur (m) (source : Pergent et al., 2008 et Pergent-Martini et al., 2010)

Profondeur (m)	Excellent	Bon	Normal	Médiocre	Mauvais
1	> 1133	1133 à 930	930 à 727	727 à 524	< 524
2	> 1067	1067 à 863	863 à 659	659 à 456	< 456
3	> 1005	1005 à 808	808 à 612	612 à 415	< 415
4	> 947	947 à 757	757 à 567	567 à 377	< 377
5	> 892	892 à 709	709 à 526	526 à 343	< 343
6	> 841	841 à 665	665 à 489	489 à 312	< 312
7	> 792	792 à 623	623 à 454	454 à 284	< 284
8	> 746	746 à 584	584 à 421	421 à 259	< 259
9	> 703	703 à 547	547 à 391	391 à 235	< 235
10	> 662	662 à 513	513 à 364	364 à 214	< 214
11	> 624	624 à 481	481 à 338	338 à 195	< 195
12	> 588	588 à 451	451 à 314	314 à 177	< 177
13	> 554	554 à 423	423 à 292	292 à 161	< 161
14	> 522	522 à 397	397 à 272	272 à 147	< 147
15	> 492	492 à 372	372 à 253	253 à 134	< 134
16	> 463	463 à 349	349 à 236	236 à 122	< 122
17	> 436	436 à 328	328 à 219	219 à 111	< 111
18	> 411	411 à 308	308 à 204	204 à 101	< 101
19	> 387	387 à 289	289 à 190	190 à 92	< 92
20	> 365	365 à 271	271 à 177	177 à 83	< 83
21	> 344	344 à 255	255 à 165	165 à 76	< 76
22	> 324	324 à 239	239 à 154	154 à 69	< 69
23	> 305	305 à 224	224 à 144	144 à 63	< 63
24	> 288	288 à 211	211 à 134	134 à 57	< 57
25	> 271	271 à 198	198 à 125	125 à 52	< 52
26	> 255	255 à 186	186 à 117	117 à 47	< 47
27	> 240	240 à 175	175 à 109	109 à 43	< 43
28	> 227	227 à 164	164 à 102	102 à 39	< 39
29	> 213	213 à 154	154 à 95	95 à 36	< 36
30	> 201	201 à 145	145 à 89	89 à 32	< 32
31	> 189	189 à 136	136 à 83	83 à 30	< 30
32	> 179	179 à 128	128 à 77	77 à 27	< 27
33	> 168	168 à 120	120 à 72	72 à 24	< 24
34	> 158	158 à 113	113 à 68	68 à 22	< 22
35	> 149	149 à 106	106 à 63	63 à 20	< 20
36	> 141	141 à 100	100 à 59	59 à 18	< 18
37	> 133	133 à 94	94 à 55	55 à 17	< 17
38	> 125	125 à 88	88 à 52	52 à 15	< 15
39	> 118	118 à 83	83 à 48	48 à 14	< 14
40	> 111	111 à 78	78 à 45	45 à 13	< 13

### 3.1.2.5 La proportion de rhizomes plagiotropes

La présence de rhizomes plagiotropes (rhizome croissant horizontalement) est un signe de bonne santé, puisqu'elle exprime la tendance de l'herbier à coloniser (ou à recoloniser) les zones voisines. Au sein d'un herbier, toutefois, l'importance des rhizomes plagiotropes peut également traduire la réaction (positive) de l'herbier à un stress, par exemple la pression d'ancrage.

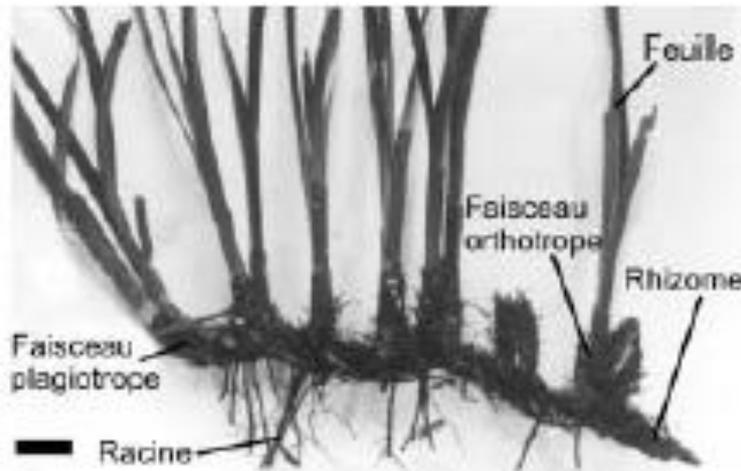


Figure 10 : Description des rhizomes de posidonies (source : Boudouresque et Meinesz, 1982 in Boudouresque et al., 2006)

Sur le terrain, cette valeur est estimée en pourcentage par rapport au nombre total de rhizomes présents dans le quadrat.

Des valeurs seuils ont été définies pour pouvoir interpréter l'état de vitalité d'un herbier à partir des pourcentages moyens de rhizomes plagiotropes mesurés (Tableau 6).

Tableau 6 : Evaluation de la vitalité de l'herbier à partir du pourcentage de rhizomes plagiotropes de *P. oceanica*. (source : Charbonnel et al., 2000)

Pourcentage de rhizomes plagiotropes	Interprétation
< 30 %	Normale (herbier généralement stable, avec peu ou pas de progression)
Entre 30 % et 70 %	Bonne (légère tendance à la progression)
> 70 %	Très bonne (nette tendance à la progression)

### 3.1.2.6 Mesure de déchaussement

Le déchaussement des rhizomes traduit généralement l'existence d'un déficit sédimentaire au niveau de l'herbier. La mesure de ce paramètre permet donc d'apprécier rapidement et assez précisément l'hydrodynamisme d'une zone et les déplacements sédimentaires qui y ont lieu. En outre, un déchaussement important entraîne une fragilisation de l'herbier, ce qui accroît sa vulnérabilité vis-à-vis des actions de mouillage et de chalutage. La mesure du déchaussement des rhizomes est réalisée selon les conventions définies par Boudouresque *et al.* (1980) :

- Pour les rhizomes plagiotropes, le déchaussement est la distance qui sépare le sédiment de la partie inférieure des rhizomes ;

- Pour les rhizomes orthotropes, le déchaussement est la distance qui sépare le sédiment de la base des feuilles, distance à laquelle on soustrait 2 cm.

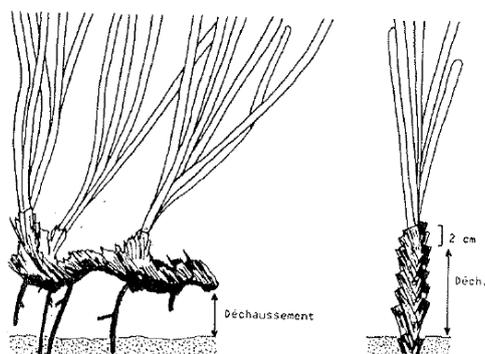


Figure 11 : Mesure du déchaussement de l'herbier de *Posidonies* (source : Boudouresque et al, 2006)

Cette valeur est mesurée par le plongeur à l'aide d'un réglelet sur **cinq (5) faisceaux** choisis à l'intérieur du quadrat.

Une échelle d'évaluation du déchaussement a été proposée dans la méthodologie utilisée pour le Réseau de Surveillance Posidonies (Charbonnel et al., 2000) afin de caractériser au mieux ce paramètre.

Tableau 7 : Échelle d'évaluation du déchaussement en fonction des valeurs moyennes mesurées (source : Charbonnel et al., 2000)

Déchaussement (Valeurs seuils)	Interprétation
Inférieur à 5 cm	Déchaussement faible
5-15 cm	Déchaussement moyen
Supérieur à 15 cm	Déchaussement important

### 3.1.2.7 Stations définies pour la caractérisation de l'herbier à *Posidonia oceanica*

La caractérisation de l'herbier au niveau du tracé du câble SMW6 a été réalisée au niveau de trois (3) stations dont les coordonnées des points GPS sont présentées ci-après.

Tableau 8 : Coordonnées GPS des stations herbiers de *Posidonies*

Station	Profondeur (en m)	Coordonnées (en WGS 84) des stations d'herbiers	
		Latitude	Longitude
Herbier 1 – Limite inférieure de l'herbier continu	23.0	43°15'17.82"N	5°21'13.09"E
Herbier 2 – Herbier continu	15.0	43°15'23.82"N	5°21'38.76"E
Herbier 3 – Limite supérieure de l'herbier continu	9.3	43°15'30.71"N	5°22'1.52"E

Planche 4 : Localisation des stations d'étude pour l'évaluation de la vitalité de l'herbier (fond de carte issu de l'étude géophysique)

### 3.1.3 Reconnaissance des fonds coralligènes au droit de la plage du Prado

La biocénose du coralligène est décrite comme un fond dur d'origine biogénique principalement produit par accumulation d'algues calcaires encroûtantes, vivant dans des conditions de luminosité réduite. Les anfractuosités et les microcavités du coralligène abritent de nombreuses espèces fixées et mobiles. Par ses caractéristiques morphologiques et biologiques, le coralligène est considéré comme un des principaux réservoirs de biodiversité en zone littorale, avec l'herbier de Posidonies. Il présente donc une grande valeur patrimoniale.

Un transect a été effectué sur une distance de 52 m à partir du tracé du câble (point Co 1) jusqu'à la roche coralligène (Co2). Les plongeurs ont prospecté le contour de la roche coralligène (point Co3 et Co4) sur une distance totale de 87 m environ. Les points Co2, Co3 et Co4 sont espacés de 20 à 40 m de distance.

Les coordonnées des points GPS sont présentées dans le tableau ci-après.

Tableau 9 : Coordonnées des points GPS des stations coralligènes

Station	Profondeur (en m)	Coordonnées (en WGS 84) des stations d'herbiers	
		Latitude	Longitude
Co1	35	43°14'59.95"N	5°19'52.03"E
Co2		43°14'58.50"N	5°19'53.19"E
Co3		43°14'57.96"N	5°19'52.10"E
Co4		43°14'57.96"N	5°19'53.77"E

Planche 5 : Localisation de la zone à coralligène étudiée en plongée (fond de carte issu de l'étude géophysique)

### 3.1.4 Analyses sédimentaires au droit de la plage du Prado

Des prélèvements sédimentaires ont été réalisés afin de caractériser la qualité des sédiments dans la zone d'ensouillage du câble, soit entre le bas de plage et à 110 m de distance de la limite supérieure de l'herbier dense de posidonies.

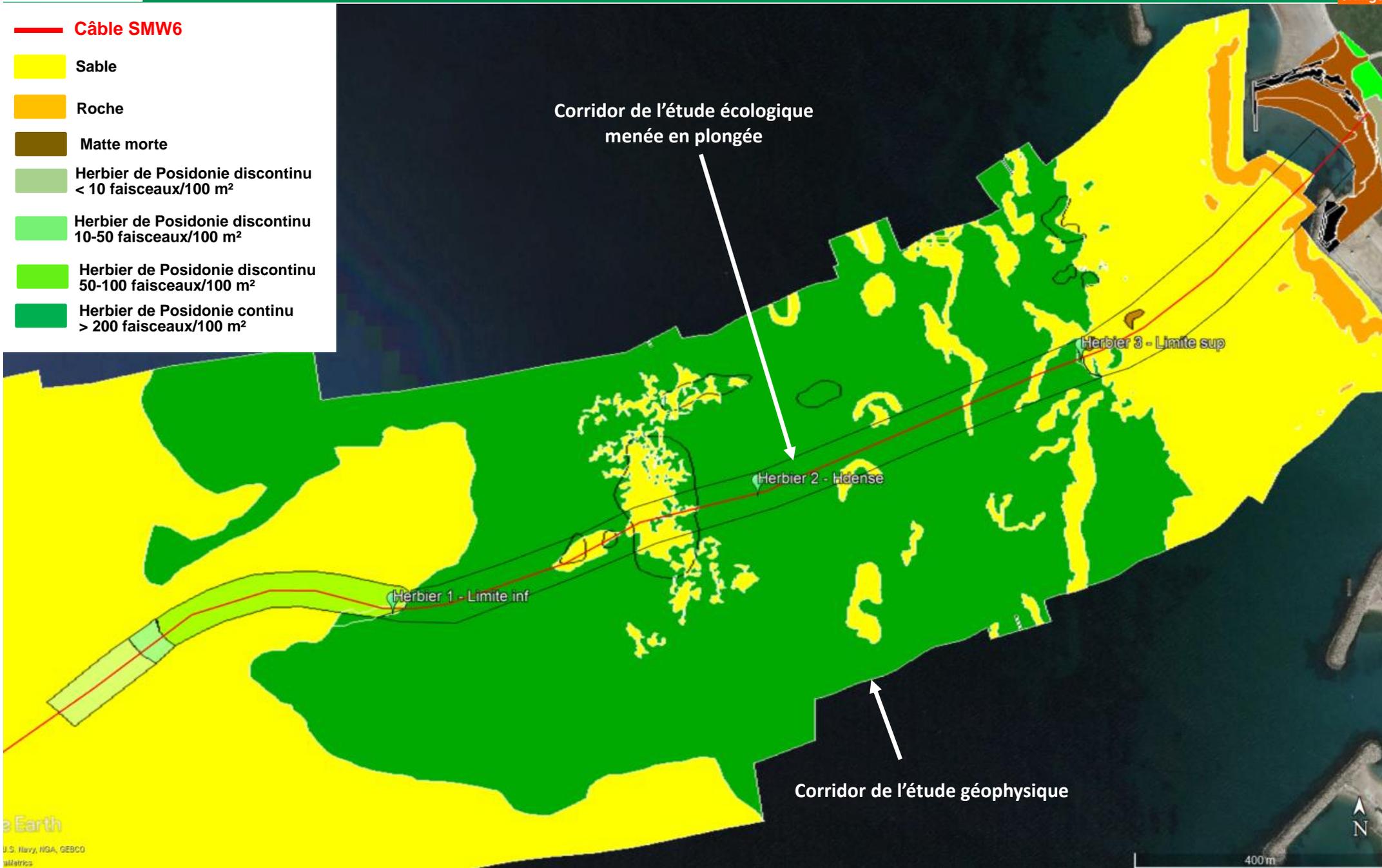
L'analyse permettra de déterminer une potentielle contamination des sables en présence et le risque de remobilisation dans la colonne d'eau de contaminants au cours des opérations d'ensouillage.

Les échantillons prélevés ont été conservés à basse température avant expédition par transporteur express le jour même, pour analyse au laboratoire **Eurofins environnement** dès le lendemain.

Ce laboratoire possède les agréments du Ministère de l'Environnement et l'accréditation COFRAC. Ces documents sont exigés dans le cadre de la circulaire d'application du 14 juin 2000.

Les analyses ont été menées conformément aux recommandations du guide méthodologique du Réseau Littoral Méditerranéen (RLM).

- Câble SMW6
- Sable
- Roche
- Matte morte
- Herbière de Posidonie discontinu < 10 faisceaux/100 m<sup>2</sup>
- Herbière de Posidonie discontinu 10-50 faisceaux/100 m<sup>2</sup>
- Herbière de Posidonie discontinu 50-100 faisceaux/100 m<sup>2</sup>
- Herbière de Posidonie continu > 200 faisceaux/100 m<sup>2</sup>





### 3.1.4.1 Les paramètres analysés

Les analyses ont porté sur les paramètres suivants :

- Les propriétés physiques : granulométrie et sédimentométrie, pourcentage de matière sèche, densité, teneur en Aluminium, Carbone Organique Total (COT) ;
- Les propriétés chimiques : Métaux lourds (Al, As, Cu, Cr, Hg, Pb, Cd, Ni, Zn, Fe, P), PCB congénères réglementaires (7), 16 HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques), Organo-étains (TBT, DBT, MBT) ;
- Les nutriments : Azote de Kjeldahl (NTK), Phosphore Total (PT)
- Les bactéries : entérocoques et *Escherichia coli*.

### 3.1.4.2 Comparaison avec les valeurs seuils

Les analyses réalisées dans le cadre de l'étude sont interprétées au regard des concentrations connues dans les sédiments pour les paramètres mesurés et :

- **Des seuils réglementaires** : Les concentrations en métaux, en HAP et en PCB des sédiments sont comparées aux seuils de référence établis par l'arrêté interministériel du 9 août 2006 complété par l'arrêté du 23 décembre 2009 relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux. Ces arrêtés relèvent de l'article R.214-1 du code de l'environnement et sont mentionnés également à l'arrêté du 14 juin 2000 relatif aux niveaux de référence à prendre en compte lors d'une analyse de sédiments marins ou estuariens présents en milieu naturel ou portuaire (abrogé par l'arrêté du 1<sup>er</sup> avril 2008 – art 27).

**Ils représentent les niveaux de contamination de référence utilisés dans les procédures administratives d'instruction des projets situés sur le littoral français.**

- **Les données du Réseau National d'Observation (RNO)** : géré par l'Ifremer, le RNO permet de disposer d'éléments de comparaison vis-à-vis des analyses effectuées sur les sédiments méditerranéens. Les campagnes ont été menées de 1994 à 1996. Ces campagnes ont été l'occasion de prélèvements tout au long de la côte méditerranéenne. Les valeurs moyennes de l'étude sont comparées au point « 94-03 - Baie de Marseille 8 ».

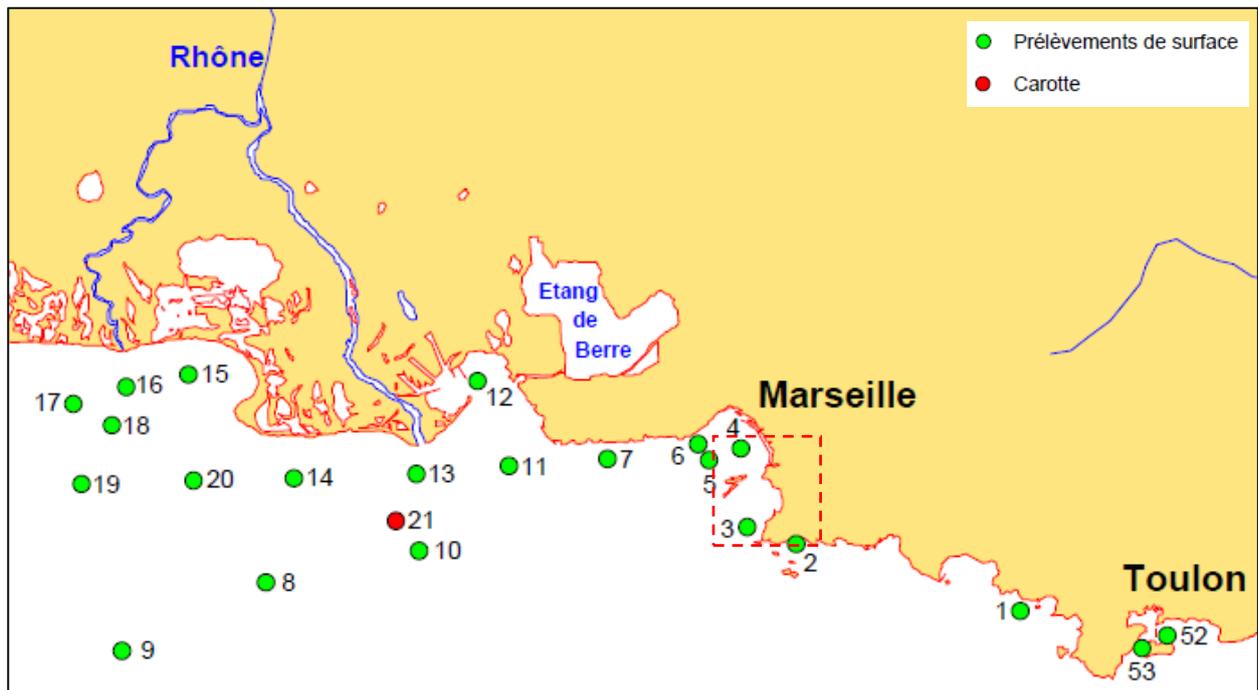


Figure 12 : Carte présentant la station de référence du réseau RNO à proximité de la zone d'étude (source : RNO, 1998)

- **Les seuils établis par le Réseau Littoral Méditerranéen (RLM)** : son « guide méthodologique pour l'évaluation de la contamination chimique et radiologique du sédiment » à destination des instituts de recherche scientifique et paru en 2002 permet de disposer d'états de référence pour certains métaux lourds et HAP :

" En l'absence d'une méthode de référence pour les milieux naturels, les travaux menés dans le cadre du RLM ont permis de définir trois états descriptifs de la qualité chimique des sédiments :

- État 1 : Il caractérise les niveaux inférieurs ou égaux au bruit de fond de la contamination chimique établis pour chaque contaminant à l'échelle de la Méditerranée française. Le bruit de fond correspond à la valeur limite au-dessus de laquelle une contamination peut être suspectée dans un sédiment fin. Pour les sédiments correspondant à cet état, le RLM ne recommande aucune mesure particulière autre que la surveillance régulière du site.
- État 2 : Il caractérise des niveaux correspondant à des valeurs supérieures au bruit de fond de la contamination chimique et inférieures ou égales au seuil de contamination avérée. Pour les sédiments correspondant à cet état, le RLM recommande une expertise complémentaire, pouvant aller jusqu'à une analyse des risques environnementaux.
- État 3 : Il caractérise les niveaux supérieurs au seuil d'une contamination avérée pour lesquelles le RLM recommande de mettre en œuvre (> à l'état 2):
  - Une analyse approfondie des risques environnementaux, y compris une identification et une quantification des apports,
  - La définition de mesures propres à remédier à l'état de pollution.

Les valeurs délimitant ces trois états ont été déterminées sur la base du traitement des données issues des travaux du RNO en Méditerranée. Elles ne s'appliquent pas aux sédiments assujettis à la réglementation relative aux rejets de dragage (arrêté du 14 juin 2000)."

Tableau 10 : États de référence pour les métaux traces applicables en Méditerranée pour l'interprétation des niveaux de contamination chimique dans les sédiments fins en milieu côtier naturel (IFREMER, 2002)

Métaux traces	Niveau de contamination (en mg/kg de matière sèche)		
	Etat 1	Etat 2	Etat 3
<b>Cadmium (Cd)</b>	<0,15	0,15 – 0,6	>0,6
<b>Cuivre (Cu)</b>	<15	15 - 60	>60
<b>Mercure (Hg)</b>	<0,05	0,05 – 0,4	>0,4
<b>Plomb (Pb)</b>	<25	25 - 50	>50
<b>Zinc (Zn)</b>	<90	90 - 200	>200

Pour les métaux lourds, on note que l'état de référence 1 du RLM est plus contraignant que le seuil N1 GEODE.

- **Les classes de l'Indice de Contamination Organique** issues des travaux de Romont (1996) et Pruvot (1999) se basant sur une évaluation de trois (3) paramètres : le Carbone Organique Total, l'Azote Total et le Phosphore Total. Leur concentration dans le sédiment est hiérarchisée en cinq (5) classes selon le tableau suivant. L'Indice de contamination organique s'étend de 0 à 11 et correspond à la somme des trois valeurs obtenues.

Tableau 11 : Indice de contamination organique d'après Romont (1966) et Pruvot (1999) dans Alzieu (2003)

	Seuil de l'Indice de Contamination Organique				
	Nul = 0	Faible = 1	Moyen = 2	Fort = 3	Très fort = 4
<b>COT (% MS)</b>	<0,6	0,6 - 2,3	2,3 - 4	4 - 5,8	>5,8
<b>Azote Kjeldahl (g/kgMS)</b>	<0,6	0,6 - 1,2	1,2 - 2,4	2,4 - 3,6	>3,6
<b>Phosphore total (mg/kg MS)</b>	<500	500 - 800	800 - 1200	>1200	
<b>(ICO)</b>	0	0-2,75	2,75-5,5	5,5-8,25	>8,25

Cet indice représente un outil de comparaison des paramètres impliqués dans les perturbations d'origine organique.

### 3.1.4.3 Stations de prélèvements de sédiments

Les prélèvements de sédiments ont été réalisés au niveau de deux (2) stations situées entre le bas de plage et la limite supérieure de l'herbier de posidonies le long du tracé du câble SMW6. Il s'agit des stations ST001 et ST002. Trois (3) prélèvements ont été réalisés sur chaque station afin de constituer un échantillon moyen, espacés de 60 m de distance environ (ST001A-ST001B-ST001C et ST002A-ST002B-ST002C).

Les coordonnées des stations d'échantillonnage sont présentées dans le tableau suivant (Tableau 12).

Tableau 12 : Coordonnées (en WGS 84) des points de prélèvement des sédiments pour analyses

Station	Prélèvements	Profondeur (en m)	Coordonnées (en WGS 84) des points de prélèvements sédimentaires	
			Latitude	Longitude
ST001	ST001A	4,5	43°15'38.57"N	5°22'15.68"E
	ST001B	4,3	43°15'39.89"N	5°22'17.51"E
	ST001C	1,8	43°15'41.00"N	5°22'18.92"E
ST002	ST002A	8,4	43°15'32.32"N	5°22'5.84"E
	ST002B	7,2	43°15'33.60"N	5°22'8.16"E
	ST002C	6,3	43°15'34.75"N	5°22'10.22"E

Les prélèvements d'échantillon élémentaire ont été réalisés en plongée au carottier à main et mélangés en surface pour constituer trois (3) échantillons moyens qui ont été envoyés au laboratoire d'analyse Eurofins.

L'ensemble des critères d'acceptation à réception était conforme sur le dossier à destination du laboratoire Eurofins.

Planche 6 : Stations de prélèvements sédimentaires au carottier à main (fond de carte issu de l'étude géophysique & Google Earth)

## 3.2 RESULTATS

### 3.2.1 Description des fonds observés sur la route du câble

Les observations réalisées en plongée sont présentées depuis le point d'immersion des plongeurs au niveau de la balise B32 (côté large sur 25,2 m de fond) vers la balise B00 (à l'isobathe 0 m sur la plage du Prado).

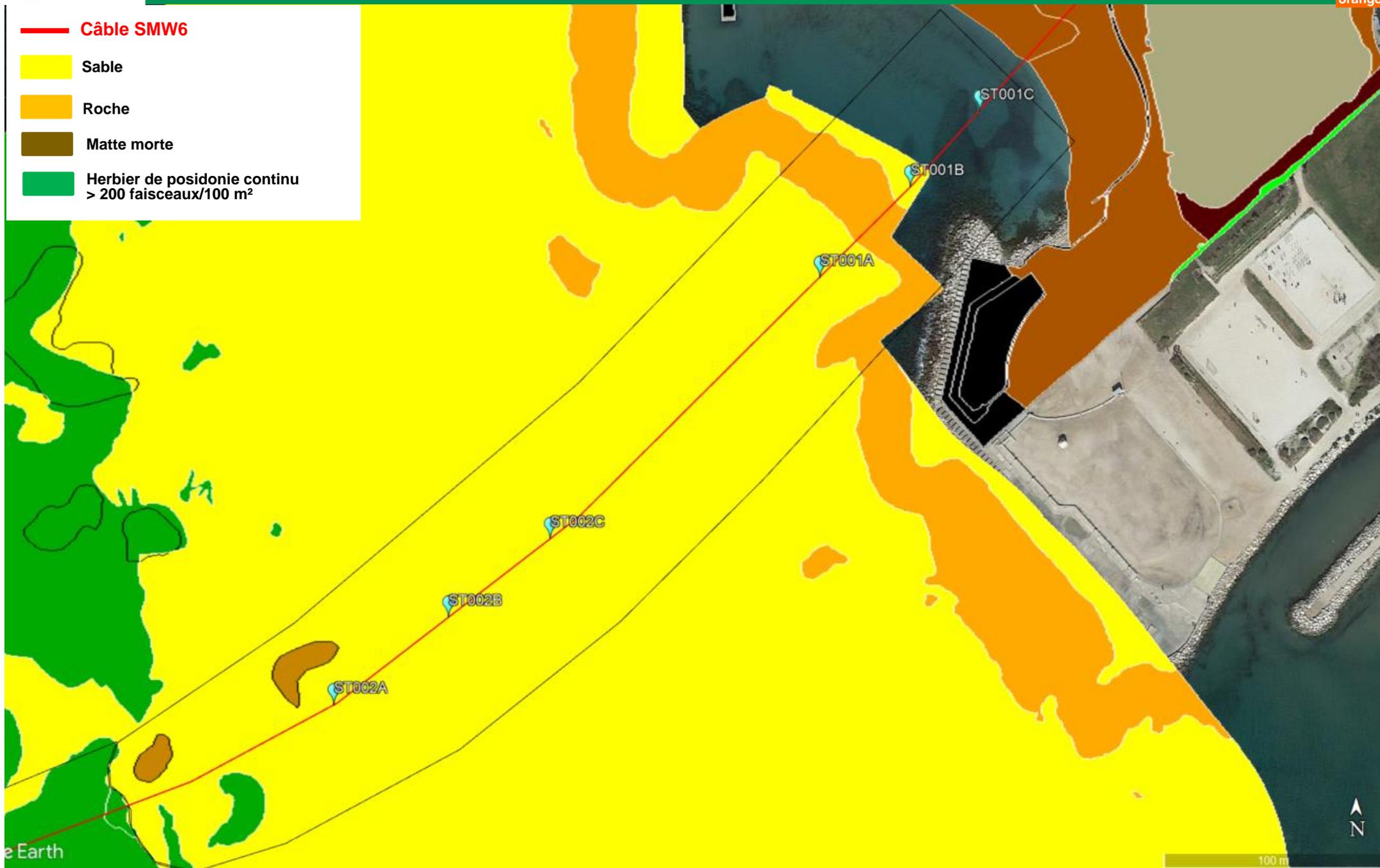
Aucun individu **vivant** de l'espèce patrimoniale *Pinna nobilis* (grande nacre) n'a été observé le long du tracé du câble SMW6, sur un couloir de 5 mètres de part et d'autre du filin. En revanche, un (1) individu **vivant** de l'espèce *Pinna rudis* (nacre épineuse) a été observé à 21,7m de fond entre la balise B23 et B24 ainsi qu'un (1) individu mort de nacre *Pinna sp.* entre B05-B04 à 9 m de fond

Chaque transect a fait l'objet d'une caractérisation des fonds et de la biocénose associée. Les observations sont synthétisées dans le tableau ci-dessous, puis détaillées dans les parties suivantes.

Tableau 13 : Synthèse des observations pour chaque transect parcouru en plongée sous-marine

Balise	Profondeur (en m)	Nature du fond	Observations sur le tracé
B32-B31	25.2-25.1	Sable	Rhodolithes isolés
B31-B30	25.1-25.1	Sable	Rhodolithes isolés
B30-B29	25.1-24.3	Sable	Herbier discontinu Rhodolithes isolés Cercle métallique (déchet)

-  Câble SMW6
-  Sable
-  Roche
-  Matte morte
-  Herbier de posidonie continu  
> 200 faisceaux/100 m<sup>2</sup>



Balise	Profondeur (en m)	Nature du fond	Observations sur le tracé
B29-B28	24.3-23.7	Matte morte	Herbier discontinu Rhodolithes isolés
B28-B27	23.7-23.2	Matte morte	Rhodolithes isolés
B27-B26	23.2-22.9	Matte morte	Herbier discontinu
B26-B25	22.9-23.2	Matte morte	Herbier discontinu Rhodolithes isolés Tube métallique (déchet)
B25-B24	23.2-22.8	Matte morte	Herbier discontinu
B24-B23	22.8-21.5	Matte morte	Herbier discontinu Croisement d'1 câble sur B24 1 <i>Pinna rudis</i> (juvénile) 1 pneu (déchet)
B23-B22	21.5-21.0	Matte morte	Limite inférieure de l'herbier dense Alternance herbier discontinu/continu Rhodolithes isolés
B22-B21	21.0-20.5	Matte morte	Herbier continu
B21-B20	20.5-19.8	Matte morte	Herbier continu Rhodolithes isolés
B20-B19	19.8-18.8	Matte morte	Herbier continu Tube béton (déchet)
B19-B18	18.8-19.6	Matte morte/sable	Herbier continu Large zone sableuse avec ilots d'herbier
B18-B17	19.6-19.5	Matte morte/sable	Large zone sableuse Ilots d'herbier Pneu et autres déchets
B17-B16	19.5-18.2	Matte morte	Large zone de matte morte Herbier continu et ilots d'herbier
B16-B15	18.2-17.8	Matte morte	Large zone matte morte Herbier continu et ilots d'herbier
B15-B14	17.8-15.8	Matte morte	Large zone de matte morte Herbier continu
B14-B13	15.8-14.3	Matte morte	Herbier continu
B13-B12	14.3-13.9	Matte morte	Herbier continu
B12-B11	13.9-14.0	Matte morte	Herbier continu Tombant de matte sur B11 (1,1 m de haut)
B11-B10	14.0-13.0	Matte morte	Herbier continu

Balise	Profondeur (en m)	Nature du fond	Observations sur le tracé
			Tombant de matte entre B11-B10 (> 1m de haut)
<b>B10-B09</b>	13.0-12.3	Matte morte	Herbier continu 2 tombants de matte enter B10-B9 (2x0,5 m de haut)
<b>B09-B08</b>	12.3-12.3	Matte morte/sable	Herbier continu 1 large zone de sable de 25 m de long au centre du transect
<b>B08-B07</b>	12.3-10.3	Matte morte/sable	Herbier continu 1 zone de sable de 4 m et une autre de 10 m 2 tombants de matte (1 de 0,5 m et l'autre de 1,3 m) 2 croisements d'anciens câbles sous-marins
<b>B07-B06</b>	10.3-9.9	Matte morte	Herbier continu 2 tombants de matte (2x1,3 m de haut) 1 large zone sableuse de 20 m de long au-delà de B06
<b>B06-B05</b>	9.9-9.0	Sable/matte morte	1 large zone sableuse (commençant avant B06) 1 tombant de matte (0,8 m de haut) 1 large zone de matte morte
<b>B05-B04</b>	9.0-9.1	Matte morte/sable	Herbier continu Limite supérieure de l'herbier dense 1 nacre morte 1 large zone de matte morte et de zone sableuse Limite matte morte/sable fin Croisement d'1 ancien câble
<b>B04-B03</b>	9.1-7.7	Sable	Petits blocs rocheux
<b>B03-B02</b>	7.7-6.1	Sable	Croisement de 2 câbles sous-marins
<b>B02-B01</b>	6.1-2.9	Sable	Zones de talus rocheux
<b>B01-B00</b>	2.9-1.1	Sable	Zones de talus rocheux

3.2.1.1 De la balise B32 (à 25,2 m) à la balise B22 (à 21,5 m) : Fond constitué de sable puis de matte morte, herbier de posidonies discontinu (50-200 faisceaux/100 m<sup>2</sup>)

#### 3.2.1.1.1 Les fonds entre les balises B32 à B22

De la balise B32 (25,2 m de profondeur) à B29 (24,3 m de profondeur), les fonds sont constitués de sable coquillier et recouverts d'algues calcaires corallinacées sous forme isolée du genre *Lithothamnion spp.*, caractéristiques des rhodolithes.

À partir de B29 jusqu'à B23 (à 21,5 m), les fonds sont recouverts de matte morte.



Figure 13 : Fond constitué de sable coquiller et tapissé de rhodolithes isolés avec une holothurie *Holothuria tubulosa* entre B32-B31 (à 25,2 m) (à gauche) ; Fond recouvert de matte morte entre B29-B28 (24,3 m) (à droite)

#### 3.2.1.1.2 Type d'herbier entre la balise B32 à B22

Entre B32-B30, des rhodolithes isolés sont visibles sur le fond et l'herbier de posidonies est présent à **quelques mètres de distance du câble**. L'herbier est **discontinu**, c'est-à-dire sous forme de tâches éparses, avec moins de 10 faisceaux/100 m<sup>2</sup>.



Figure 14 : Herbier de posidonies discontinu avec moins de 10 faisceaux/100 m<sup>2</sup>, à distance du câble, entre B32-B31 (25,2 m de prof.) (à gauche) ; Rhodolithes isolés entre B31-B30 (25,1 m de prof.) (à droite)

Entre B30 et B28, le câble **traverse** plusieurs tâches d'herbiers de Posidonie. L'herbier **discontinu** se densifie entre B30-B29 (25,1 m de prof.) avec 10 à 50 faisceaux/100m<sup>2</sup>, puis de 50 à 100 faisceaux/100m<sup>2</sup> à partir de B29 jusqu'à B23 (22,8 m de prof.).



Figure 15 : Observations entre B30-B29 (25,1 m de prof.) : Herbier de posidonies discontinu de 10-50 faisceaux/100m<sup>2</sup> sur le tracé du câble (à gauche) ; Herbier de posidonies discontinu 50-100 faisceaux/100m<sup>2</sup> entre B27-B26 (23,2 m de prof.) (à droite)



Figure 16 : Herbier discontinu avec 50-100 faisceaux/100m<sup>2</sup> entre B26-B25 (22,9 m de prof.) (à gauche) et entre B25-B24 (23,2 m de prof.) (à droite)

La limite entre l'herbier **discontinu** (50 à 200 faisceaux/100m<sup>2</sup>) et **continu** (> 200 faisceaux/100m<sup>2</sup>) se situe entre la balise B23 et B22 (21,5 m de prof.). **La limite inférieure de l'herbier dense et continu** a été géoréférencée (43°15'18.09"N, 5°21'13.75"E).



Figure 17 : Limite inférieure de l'herbier continu >200 faisceaux/100m<sup>2</sup> (alternance matras morte/herbier) et herbier continu entre B23-B22 (21,5 m de prof.)

### 3.2.1.1.3 Les espèces présentes entre les balises B32 à B22

On retrouve plusieurs espèces telles que :

- Les algues vertes *Codium bursa*, *Flabellia petiolata* ;

- Les algues rouges *Jania rubens* ;
- Les algues calcaires du genre *Lithothamnion spp.* sous forme isolée (rhodolithes) ;
- Des holothuries *Holothuria tubulosa* ;
- Des ascidies ;
- L'anémone *Anemonia viridis*.

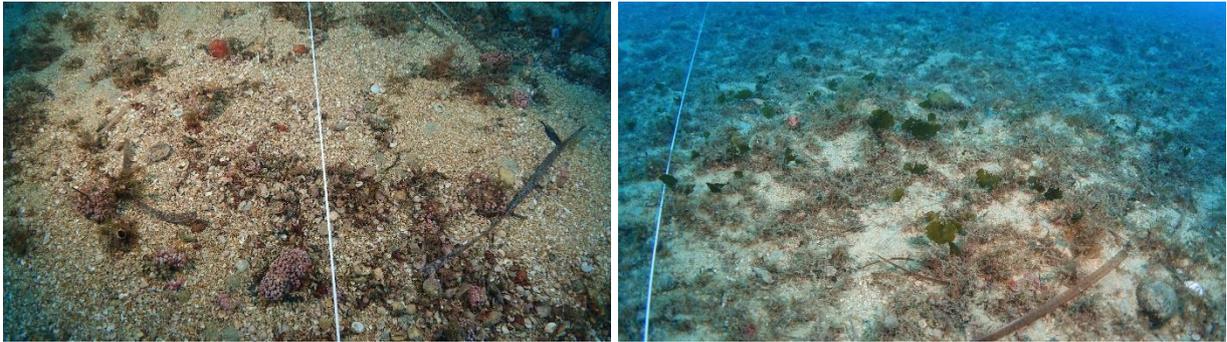


Figure 18 : Rhodolithes sur le tracé du câble (à gauche) et les algues vertes *Flabellia petiolata* et *Codium bursa* (à droite) entre B29-B28 (24,3 m de prof.)



Figure 19 : Algue rouge *Jania rubens* observée entre B28-B27 (23,7 m de prof.) (à gauche) et anémone *Anemonia viridis* observée entre B26-B25 (22,9 m de prof.) (à droite)



Figure 20 : *Holothuria tubulosa* entre B26-B25 (22,9 m de prof.) (à gauche) ; Présence de rhodolithes isolés, de *Codium bursa* et *Flabellia petiolata* entre B23-B22 (21,5 m de prof.) (à droite)

#### 3.2.1.1.4 La nacre épineuse vivante *Pinna rudis* entre les balises B24-B23

Un individu vivant de juvénile de nacre épineuse *Pinna rudis* a été observé entre B24-B23 dont les coordonnées relevées précisément sont 43°15'18.27"N, 5°21'11.48"E (21,7 m de profondeur).



Figure 21 : Un individu de nacre épineuse *Pinna rudis* observé entre B24-B23 (21,7m de prof.)

#### 3.2.1.1.5 Observations d'origine anthropique entre les balises B32 à B22

Un cercle métallique colonisé d'algues photophiles a été observé à moins d'1 m du tracé, entre B30-B29 par 25,1 m de fond environ, ainsi qu'un tube métallique colonisé par plusieurs espèces, entre B26-B25 à 22,9 m de fond et situé à quelques mètres de la route du câble. Des hydraires, des algues rouges, des algues encroûtantes et des ascidies ont pu être observés dans ces zones.



Figure 22 : Cercle métallique colonisé d'algues photophiles à moins d'un mètre de distance du câble entre B30-B29 (25,1 m de prof.) (à gauche) ; Tube métallique colonisé par des hydraires, des algues rouges et algues encroûtantes, des ascidies entre B26-B25 (22,9 m de prof.)

Un pneu a également été observé sur le tracé du câble SMW6 entre la balise B24-B23 à 22,8 m de profondeur.



Figure 23 : Pneu situé sur le tracé du câble SMW6 entre B24-B23 (22,8 m de prof.)

#### 3.2.1.1.6 Croisement de câble entre les balises B32 à B22

Un ancien câble croise à 45° le tracé du câble SMW6 au niveau de la balise B24 (22,8 m de prof.).

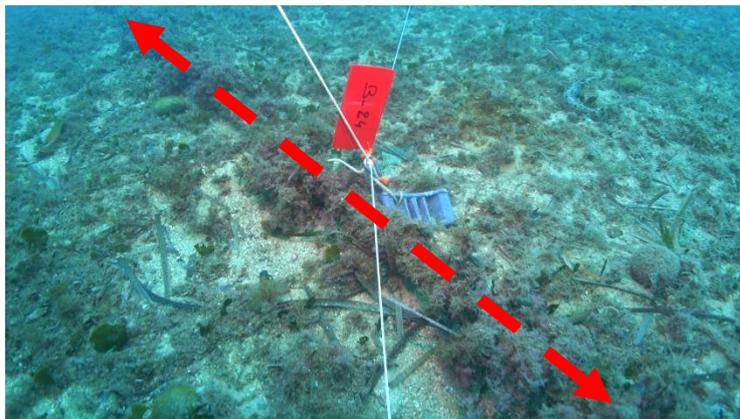


Figure 24 : Croisement du câble SMW6 avec un ancien câble colonisé par les algues photophiles au niveau de la balise B24 (22,8 m de prof.)

Planche 7 : Observations de l'herbier entre les balises B32 et B22 (fond de carte issu de l'étude géophysique) – 1/2

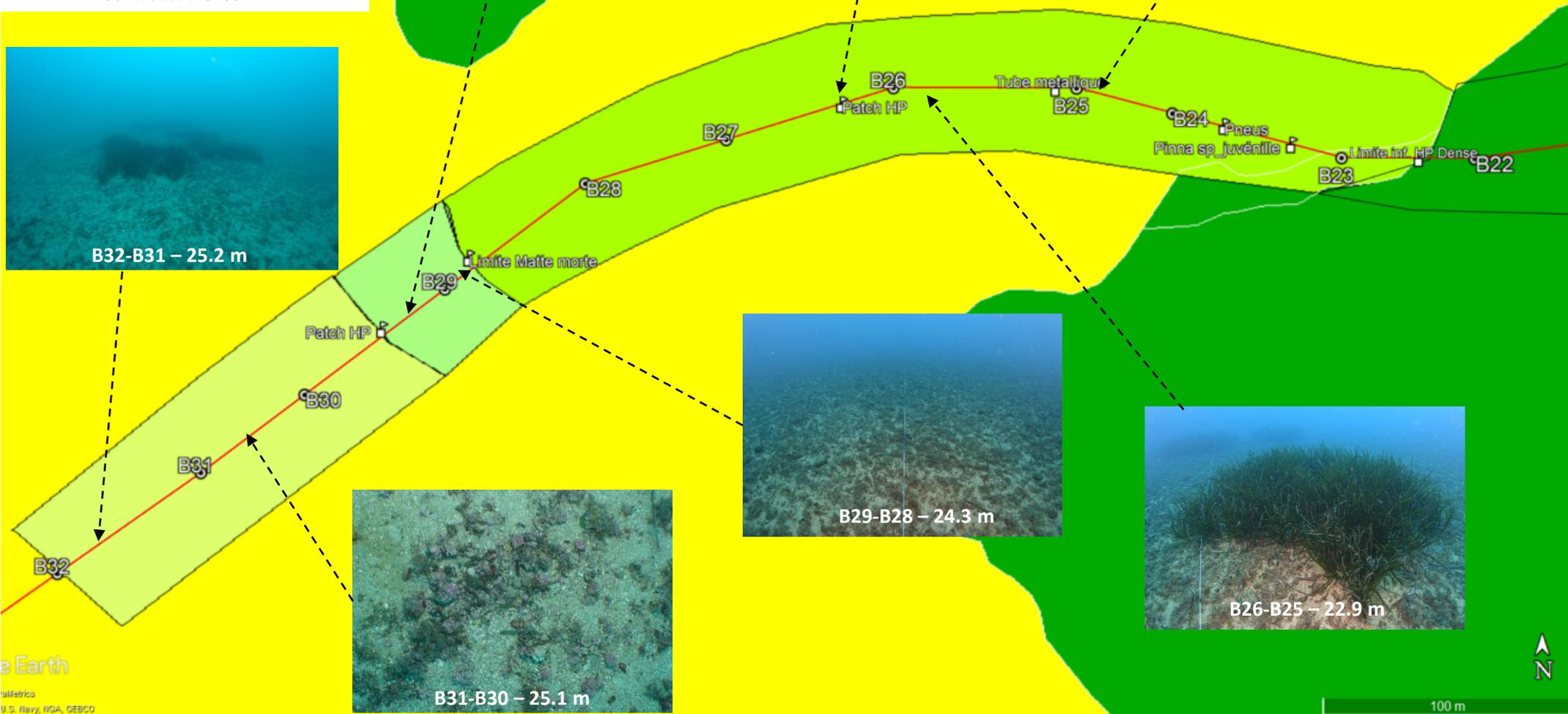
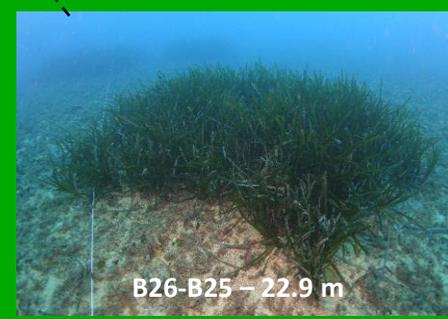
Planche 8 : Observations de l'herbier entre les balises B32 et B22 (fond de carte issu de l'étude géophysique) – 2/2

3.2.1.2 De la balise B22 (à 21,0 m) à la balise B04 (à 9,1 m) : Herbier de posidonies continu (> 200 faisceaux/100 m<sup>2</sup>)

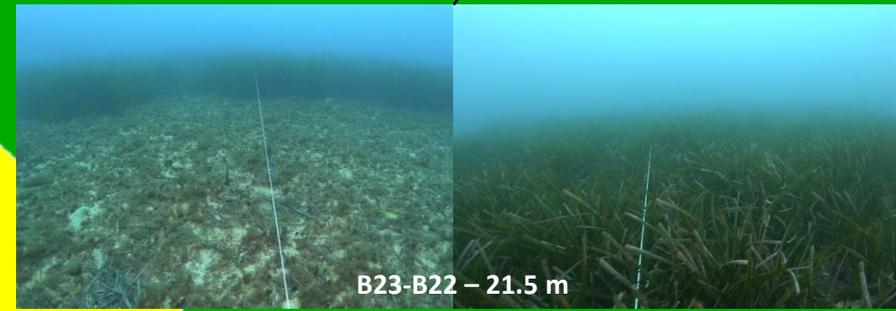
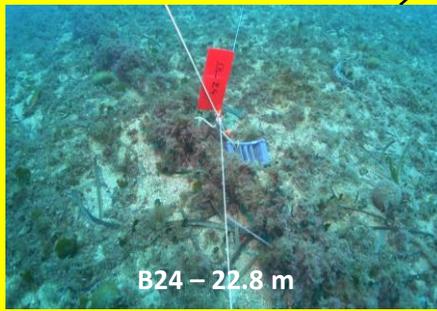
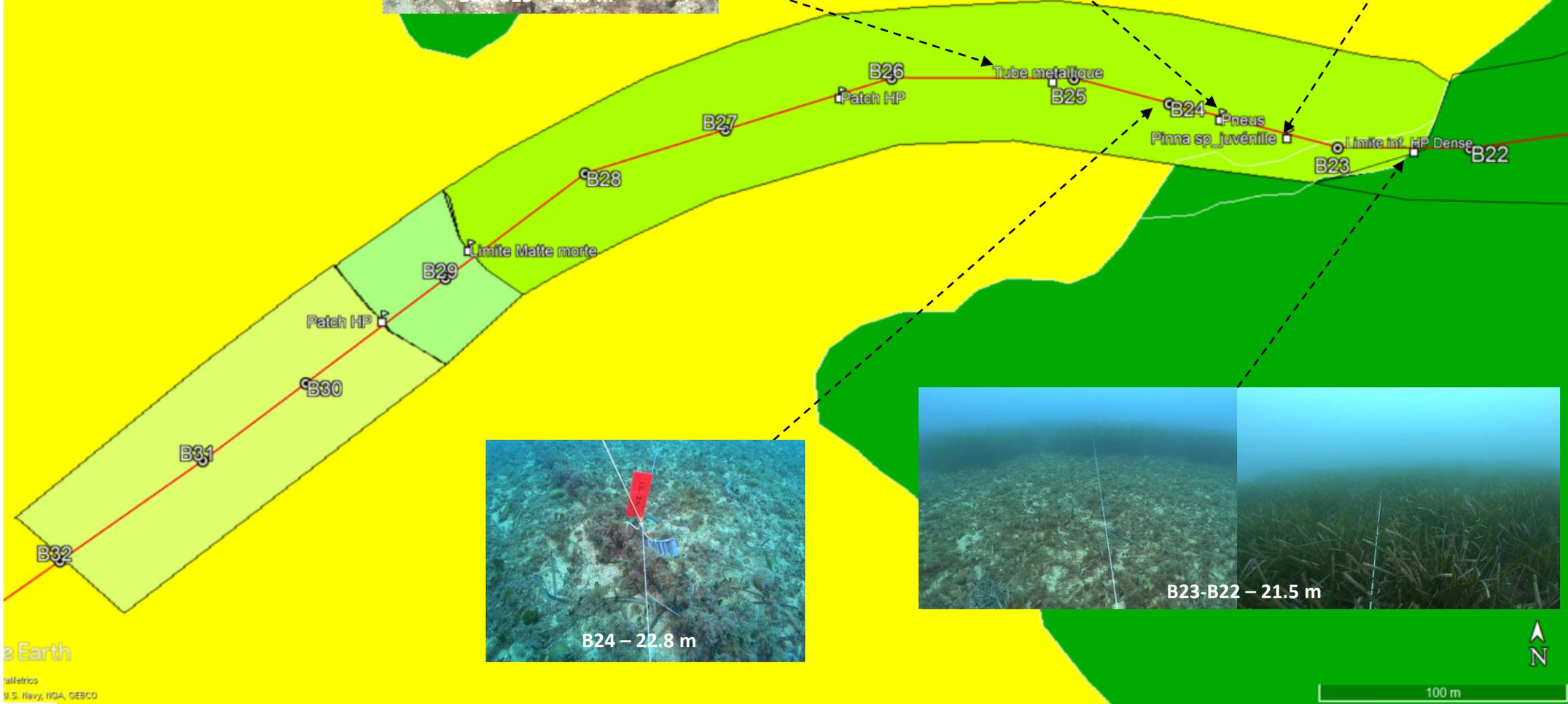
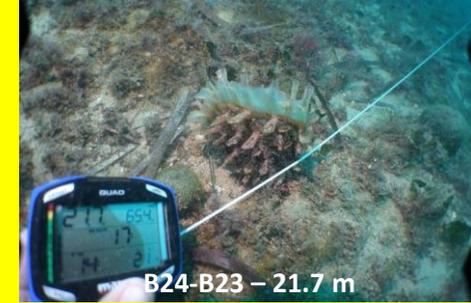
#### 3.2.1.2.1 Type de fond, type d'herbier et tombant de matre

L'herbier est **continu** dès la balise B22 à 21,0 m de fond, ce qui signifie que **la densité de l'herbier est supérieure à 200 faisceaux foliaires/100 m<sup>2</sup>**.

- Câble SMW6
- Sable
- Herbier de posidonie discontinu < 10 faisceaux/100 m<sup>2</sup>
- Herbier de posidonie discontinu 10-50 faisceaux/100 m<sup>2</sup>
- Herbier de posidonie discontinu 50-100 faisceaux/100 m<sup>2</sup>
- Herbier de posidonie continu > 200 faisceaux/100 m<sup>2</sup>



- Câble SMW6
- Sable
- Herhier de posidonie discontinu < 10 faisceaux/100 m<sup>2</sup>
- Herhier de posidonie discontinu 10-50 faisceaux/100 m<sup>2</sup>
- Herhier de posidonie discontinu 50-100 faisceaux/100 m<sup>2</sup>
- Herhier de posidonie continu > 200 faisceaux/100 m<sup>2</sup>



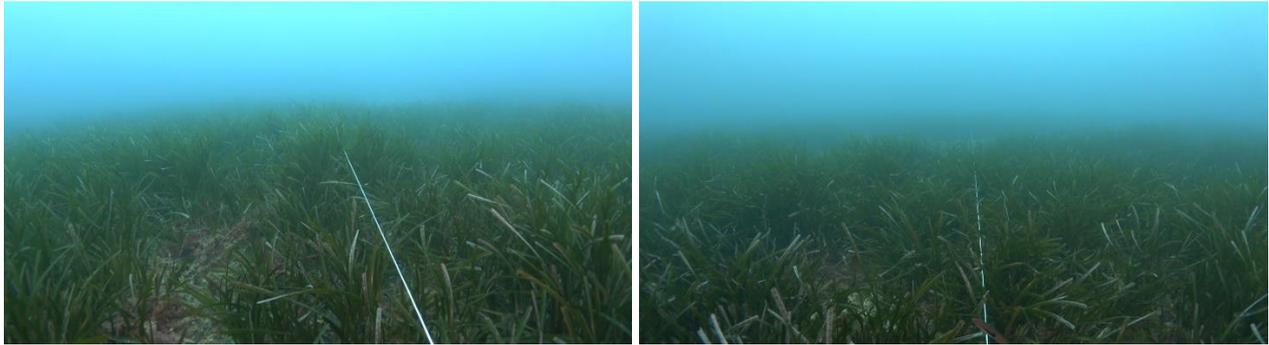


Figure 25 : Herbier continu entre B22-B21 (21,0 m de prof.) (à gauche) et B21-B20 (20,5 m de prof.) (à droite)



Figure 26 : Herbier continu entre B20-B19 (19,8 m de prof.)

Une large zone sableuse et de matre morte sépare l'herbier continu entre les balises B19-B18 et B18-17, à respectivement à 18,8 m et 19,6 m de profondeur, où se trouvent quelques îlots de posidonies. Les larges zones sableuses et de matre morte observées concordent avec la cartographie élaborée d'après la campagne d'étude géophysique.



Figure 27 : Observations entre B19-B18 (18,8 m de prof.) : large zone sableuse et de matre morte (à gauche) et îlots de posidonies (à droite)

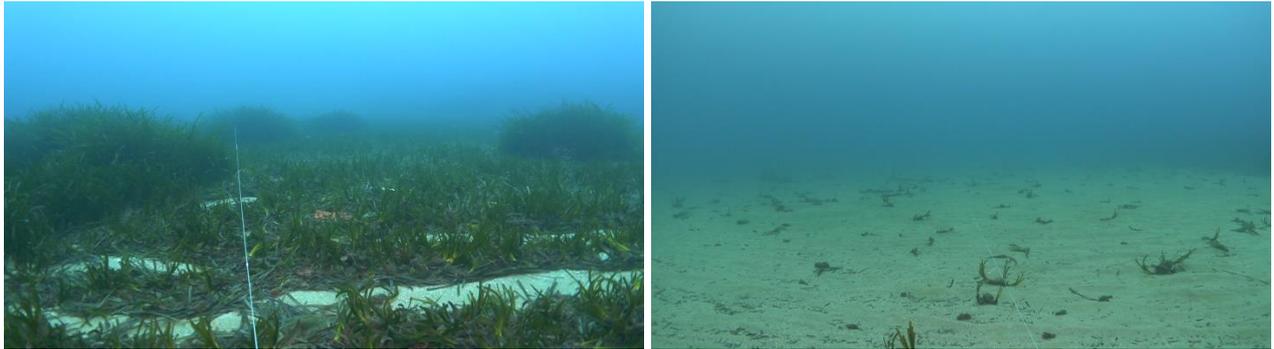


Figure 28 : Observations entre B18-B17 (19,6 m de prof.) : large zone sableuse avec îlots de posidonies (à gauche) et large zone sableuse (à droite)

En direction de la côte entre B17-B16 (19,5 m de prof.), se distinguent à la fois une zone d'**herbier continu** ainsi qu'une large zone de **matte morte** sur la majorité du transect avec quelques îlots de posidonies. Des fonds similaires sont retrouvés entre B16-B15 à 18,2 m de profondeur, c'est-à-dire une large zone de **matte morte** avec quelques îlots de posidonies ainsi qu'une zone d'**herbier continu**. Cette large zone de **matte morte** s'étend jusqu'au transect B15-B14 à 17,8 m de profondeur puis l'herbier devient à nouveau continu.

Ces observations concordent avec la cartographie élaborée d'après la campagne d'étude géophysique.



Figure 29 : Observations entre B17-B19 (19,5 m de prof.) : Herbier continu vers B17 (en haut à gauche), îlots d'herbier de posidonies au centre du transect (en haut à droite), et large zone de **matte morte** au centre du transect et vers B16 (en bas, gauche et droite)

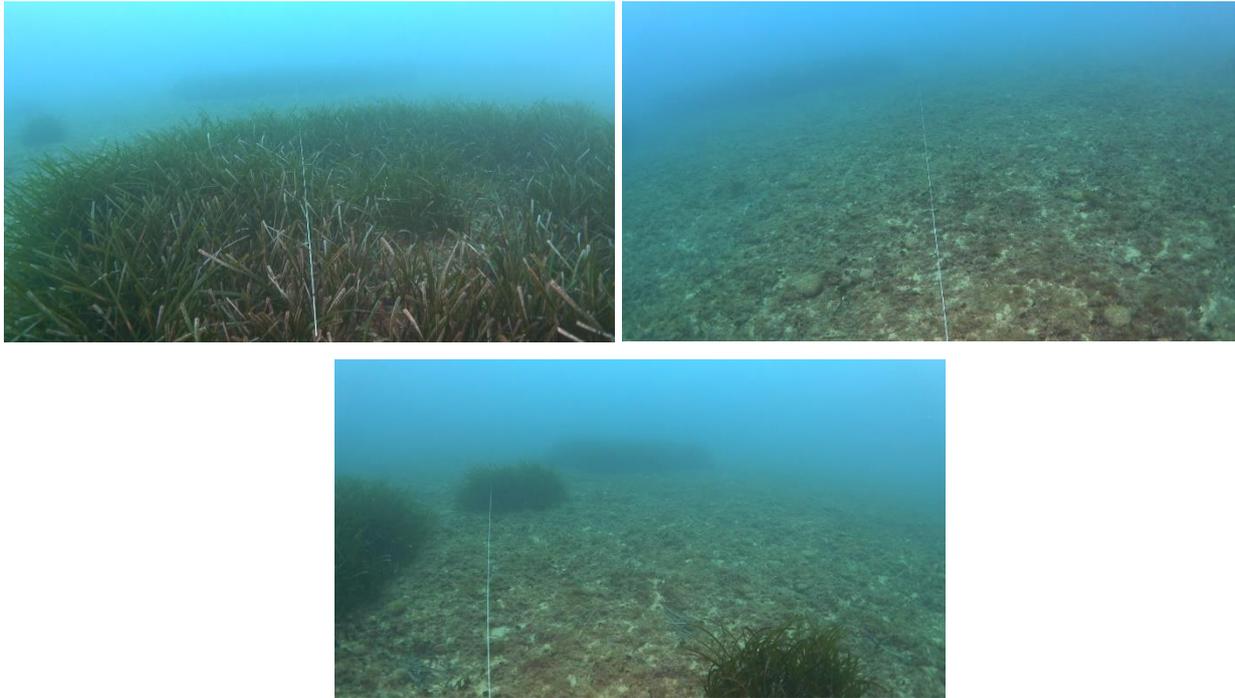


Figure 30 : Alternance de zone d'herbier continu et de large zone de matte morte avec quelques ilots de posidonies entre B16-B15 (18,2 m de prof.)

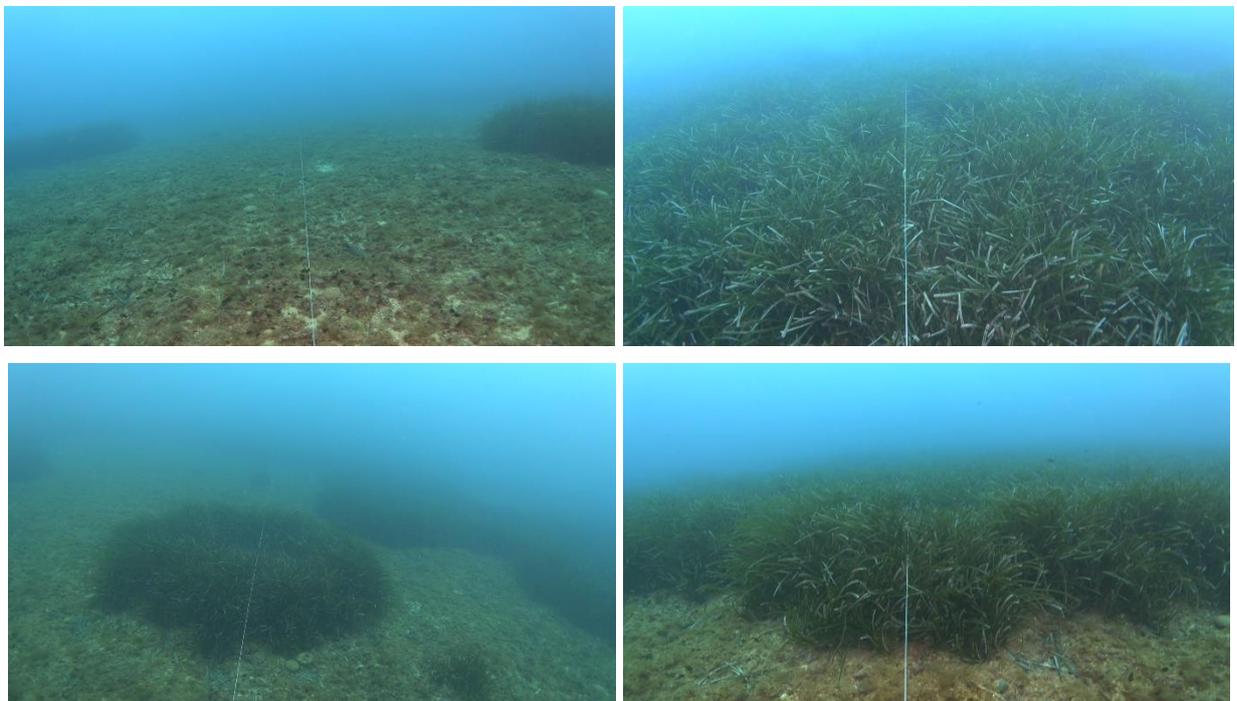


Figure 31 : Alternance de large zone de matte morte et d'herbier continu avec quelques ilots d'herbier entre B15-B14 (17,8 m de prof.)

À partir de B14 (15,8 m de prof.), le câble SMW6 traverse de nouveau l'herbier **continu** jusqu'à B06 (9,9 m de prof.).



Figure 32 : Herbier continu entre B14-B13 (15,8 m de prof.) (à gauche) et B13-B12 (14,3 m de prof.) (à droite)



Figure 33 : Herbier continu entre B12-B11 (13,9 m de prof.) (à gauche) et entre B07-B06 (10,3 m de prof.) (à droite)

À partir de B11 **dans l'herbier continu**, plusieurs tombants de matte sont observés dont les localisations sont précisées dans le Tableau 14 :

- Au niveau de la balise B11 à 14,0 m de fond : un tombant de matte de 1,1 m de haut ;
- Au centre du transect B11-B10 à 14,0 m de fond : un tombant de matte de moins de 1 m de haut ;
- Au centre du transect B10-B09 à 13,0 m de fond : deux tombants de matte de 0,5 m de haut chacun ;
- Entre B08-B07 à 12,3 m de fond : deux tombants de matte, l'un de 0,5 m de haut et l'autre de 1,3 m de haut ;
- Entre B07-B06 à 10,3 m de fond : deux tombants de matte de 1,3 m de haut chacun ;



Figure 34 : Tombant de matte au niveau de B11 (14,0 m de prof.) (à gauche) et entre B11-B10



Figure 35 : 2 tombants de matte de 0,5 m de haut chacun observés entre B10-B09 (14,0 m de prof.)



Figure 36 : 2 tombants de matte observés entre B08-B07 (12,3 m de prof.) : l'un de 0,5 m de haut (à gauche) et l'autre de 1,3 m de haut (à droite)

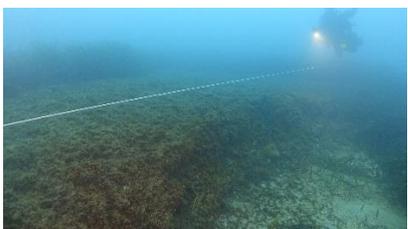


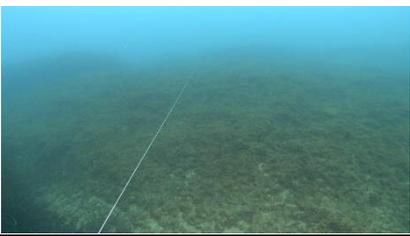
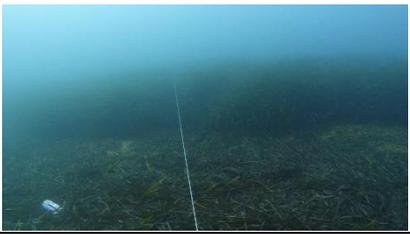
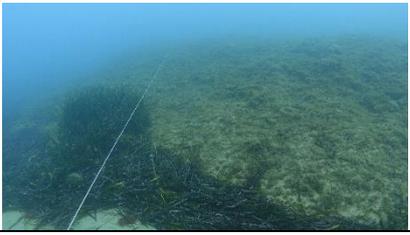
Figure 37 : 2 Tombants de matte entre B07-B06 (10,3 m de prof.) de 1,3 m de haut chacun



Figure 38 : Tombant de matte entre B06-B05 (9,9 m de prof.)

Tableau 14 : Synthèse des observations des tombants de matie croisant le tracé du câble SMW6 entre B22-B04

Balises	Localisation	Profondeur (en m)	Hauteur de matie	Illustrations
B11	43°15'25.57"N, 5°21'44.26"E	14,0	1,1 m	
B11-B10	43°15'25.94"N, 5°21'45.39"E	14,0	> 1 m	
B10-B09	43°15'26.99"N, 5°21'48.83"E	13,0	0,5 m	
	43°15'27.27"N, 5°21'49.72"E		0,5 m	
B08-B07	43°15'28.47"N, 5°21'53.60"E	12,3	0,5	
	43°15'28.65"N, 5°21'54.21"E		1,3	

Balises	Localisation	Profondeur (en m)	Hauteur de matte	Illustrations
B07-B06	43°15'29.45"N, 5°21'56.77"E	10,3	1,3	
	43°15'29.85"N, 5°21'58.06"E		1,3	
B06-B05	43°15'30.09"N, 5°21'58.91"E	9,9	0,8	

Plusieurs larges zones sableuses ont été observées sur le tracé du câble SMW6 au milieu de l'herbier continu, notamment :

- Au centre du transect B09-B08 (12,3 m de prof.) : zone sableuse de 25 m de long environ ;
- Entre B08-B07 (12,3 m de prof.) : une première vers B08 de 4 m de long et une seconde de 10 m de long ;
- Entre B07-B06 et B06-B05 (10,3 m de prof.) : une zone de 20 m de long.

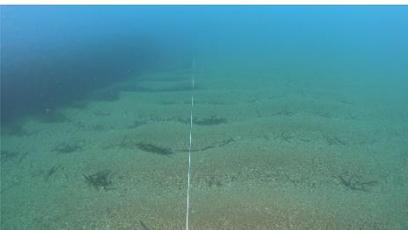
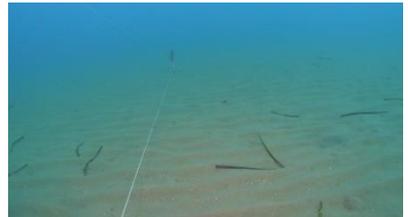


Figure 39 : Large zone sableuse dans l'herbier continu entre B09-B08 (12,3 m de prof.)



Figure 40 : Première zone sableuse de 4 m de long (à gauche) et seconde zone sableuse de 10 m de long entre B08-B07 (12,3 m de prof.)

Tableau 15 : Synthèse des observations des tombants de matie croisant le tracé du câble SMW6 entre B22-B04

Balises	Localisation	Profondeur (en m)	Longueur	Illustrations
B09-B08	De 43°15'27.65"N, 5°21'50.92"E à 43°15'27.98"N, 5°21'51.94"E	12,3	25 m	
B08-B07	De 43°15'28.22"N, 5°21'52.83"E à 43°15'28.26"N, 5°21'52.96"E	12,3	4 m	
	De 43°15'28.36"N, 5°21'53.29"E à 43°15'28.49"N, 5°21'53.69"E		10 m	
B07-B06 et B06-B05	De 43°15'29.85"N, 5°21'58.06"E à 43°15'30.09"N, 5°21'58.91"E	10,3	20 m	

Entre les balises B06-B05, le tombant de matie sépare la zone sableuse de la matie morte, s'étendant jusqu'à B05. **L'herbier continu** se situe de part et d'autre du tracé sans être traversé par le câble SMW6.

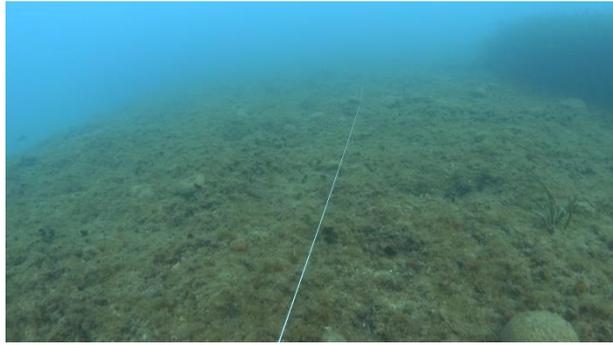


Figure 41 : Large zone de matte morte entre B06-B05 (9,9 m de prof.)

La zone de matte morte est présente jusqu'à la moitié du transect B05-B04. **La limite de l'herbier continu**, située au point 43°15'30.72"N, 5°22'1.21"E est observée sur ce transect, ainsi qu'une **alternance entre la matte morte et le sable fin**, située notamment au point 43°15'30.85"N, 5°22'1.68"E.



Figure 42 : Observations entre B05-B04 (9 m de prof.) : zone d'herbier continu (à gauche) et limite de l'herbier continu (à droite)



Figure 43 : Observations entre B05-B04 (9 m de prof.) : alternance matte morte/sables fins (à gauche) et fond recouvert de sable fin avant B04 (à droite)

#### 3.2.1.2.1 Croisement du câble SMW6 avec d'anciens câbles entre les balises B22 à B04

Plusieurs anciens câbles sous-marins croisent le câble SMW6 entre B22-B04. Leurs localisations sont précisées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 16 : Observations des câbles croisant le tracé du câble SMW6 entre B22-B04

Balises	Localisation	Profondeur (en m)	Illustrations
B08-B07	43°15'28.97"N, 5°21'55.25"E	12,3	
	43°15'29.04"N, 5°21'55.45"E		
B05-B04	43°15'30.84"N, 5°22'1.64"E	9 m	

### 3.2.1.2.2 La nacre morte *Pinna sp.*

Un individu mort de nacre, *Pinna sp.*, a été observé entre B05-B04 à 9 m de fond. Sa position a été géoréférencée et localisée au point de coordonnées 43°15'30.55"N, 5°22'0.58"E.



Figure 44 : Un individu mort de nacre *Pinna sp.* retrouvé entre B05-B04 à 9 m de fond

### 3.2.1.2.3 Les espèces observées

Les espèces rencontrées dès la balise B22 sont :

- Les algues vertes *Flabellia petiolata* et *Codium bursa* ;

- Les algues encroûtantes *Phorbas tenacior*, *Peysonnelia sp.*, et les corallinacées *Lithothamnion spp.* sous forme isolée caractéristique des rhodolithes ;
- Des vers tubicoles *Sabella pavonica* entre B22-B21 et *Sabella spallanzanii* entre B18-B17 ;
- Une étoile de mer *Echinaster sepositus* ;
- Des holothuries *Holothuria tubulosa*.

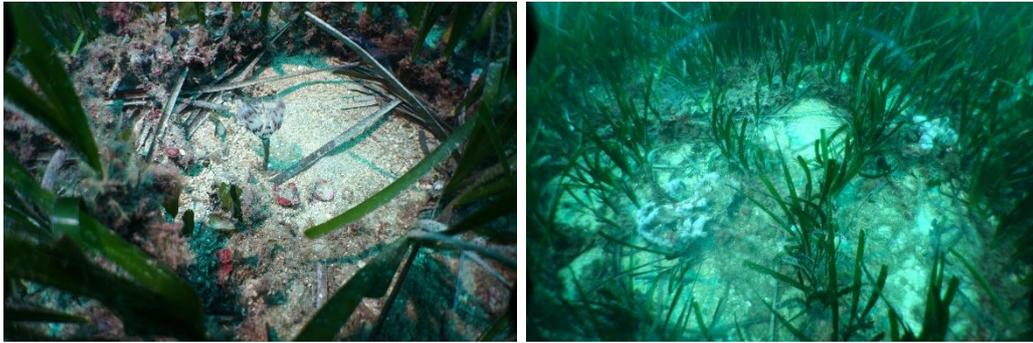


Figure 45 : Observations entre B22-B21 (21,0 m de prof.) : *Sabella pavonica*, *Flabellia petiolata* et *Peysonnelia sp.* (à gauche) et algue encroûtante *Phorbas tenacior* (à droite)



Figure 46 : *Phorbas tenacior*, *Peysonnelia sp.* et *Lithothamnion spp.* entre B21-B20 (20,5 m de prof.)



Figure 47 : *Holothuria tubulosa* et *Flabellia petiolata* entre B21-B20 (20,5 m de prof.) (à gauche) ; *Echinaster sepositus* entre B15-B14 (17,8 m de prof.)



Figure 48 : Observations entre B18-B17 (19,6 m de prof.) : *Holothuria tubulosa* (à gauche) et *Sabella spallanzanii* (à droite)

#### 3.2.1.2.4 Déchets anthropiques

Un cordage a été observé entre la balise B22-B21 à 21,0 m de fond, ainsi qu'un tube en béton entre B20-B19 à 19,8 m de fond.



Figure 49 : Cordage croisant le câble SMW6 entre B22-B21 (21,0 m de prof.) (à gauche) ; Tube en béton entre B20-B19 (19,8 m de prof.) (à droite)

Deux types de déchets ont été observés entre B18-B17 à 19,6 m de fond : l'un de forme rectangulaire et l'autre est un pneu colonisé par plusieurs espèces, dont une anémone *Anemonia viridis*. Un grand nombre de déchets balayés par le courant au-dessus du fond était présent sur ce transect.

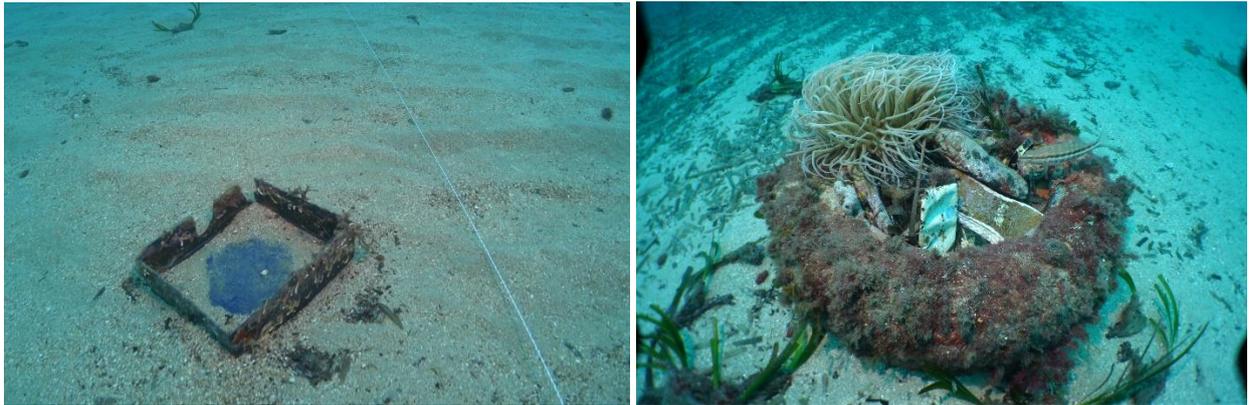


Figure 50 : Déchets observés entre B18-B17 (19,6 m de prof.) : déchet rectangulaire (à gauche) et pneu contenant d'autres déchets, colonisé par plusieurs espèces (à droite)

Un autre type de déchet a été observé entre B05-B04 à 9 m de fond, illustré ci-dessous :



Figure 51 : Déchet présent entre B05-B04

Planche 9 : Observations de l'herbier entre les balises B22 et B11 (fond de carte issu de l'étude géophysique) – 1/2

Planche 10 : Observations de l'herbier entre les balises B22 et B11 (fond de carte issu de l'étude géophysique) – 2/2

Planche 11 : Observations de l'herbier entre les balises B11 et B04 (fond de carte issu de l'étude géophysique) – 1/3

Planche 12 : Observations de l'herbier entre les balises B11 et B04 (fond de carte issu de l'étude géophysique) – 2/3

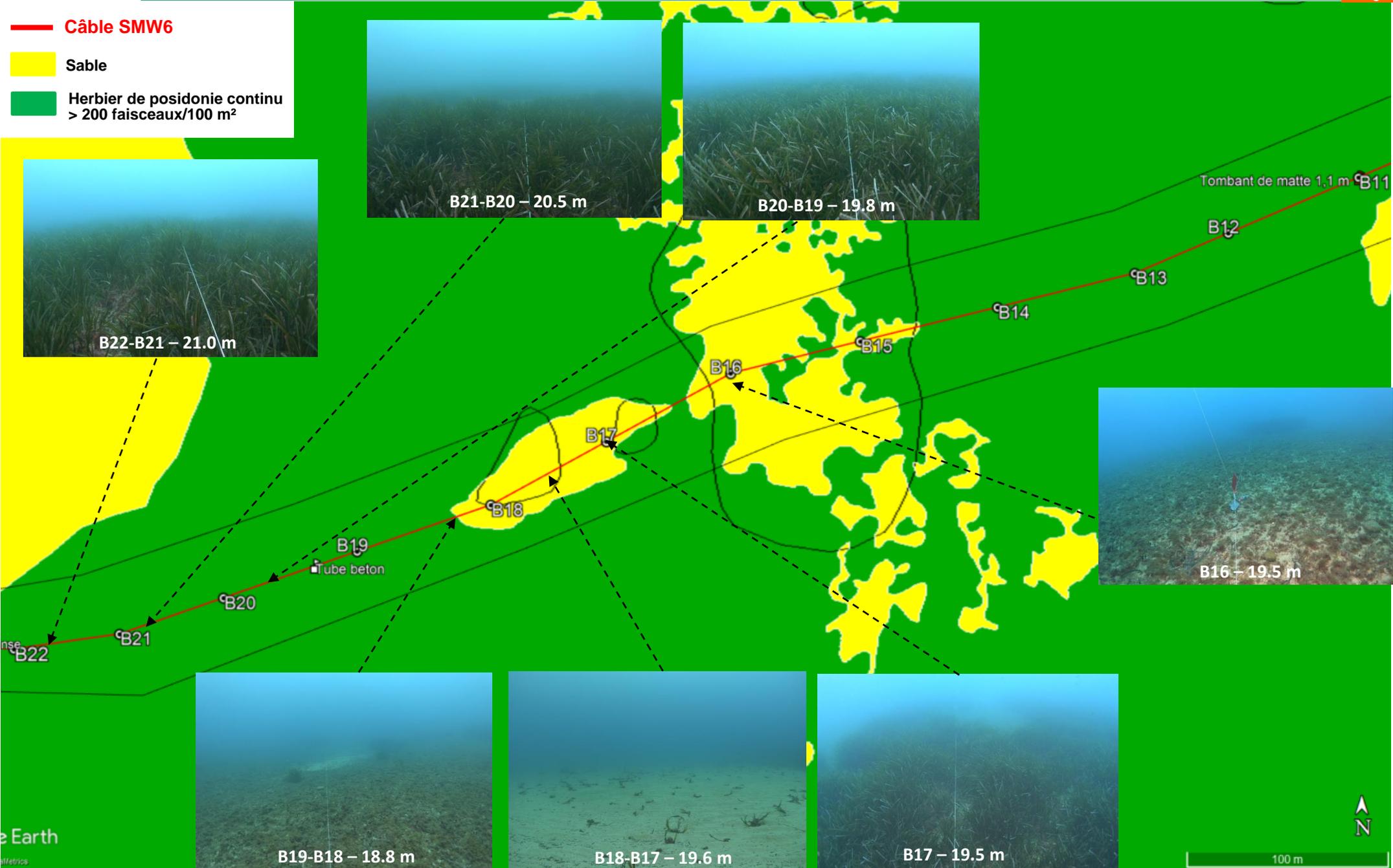
Planche 13 : Observations de l'herbier entre les balises B11 et B04 (fond de carte issu de l'étude géophysique) – 3/3

### 3.2.1.3 De la balise B4 (à 9,1 m) à la balise B00 sur la plage du Prado : Fonds sableux et blocs rocheux

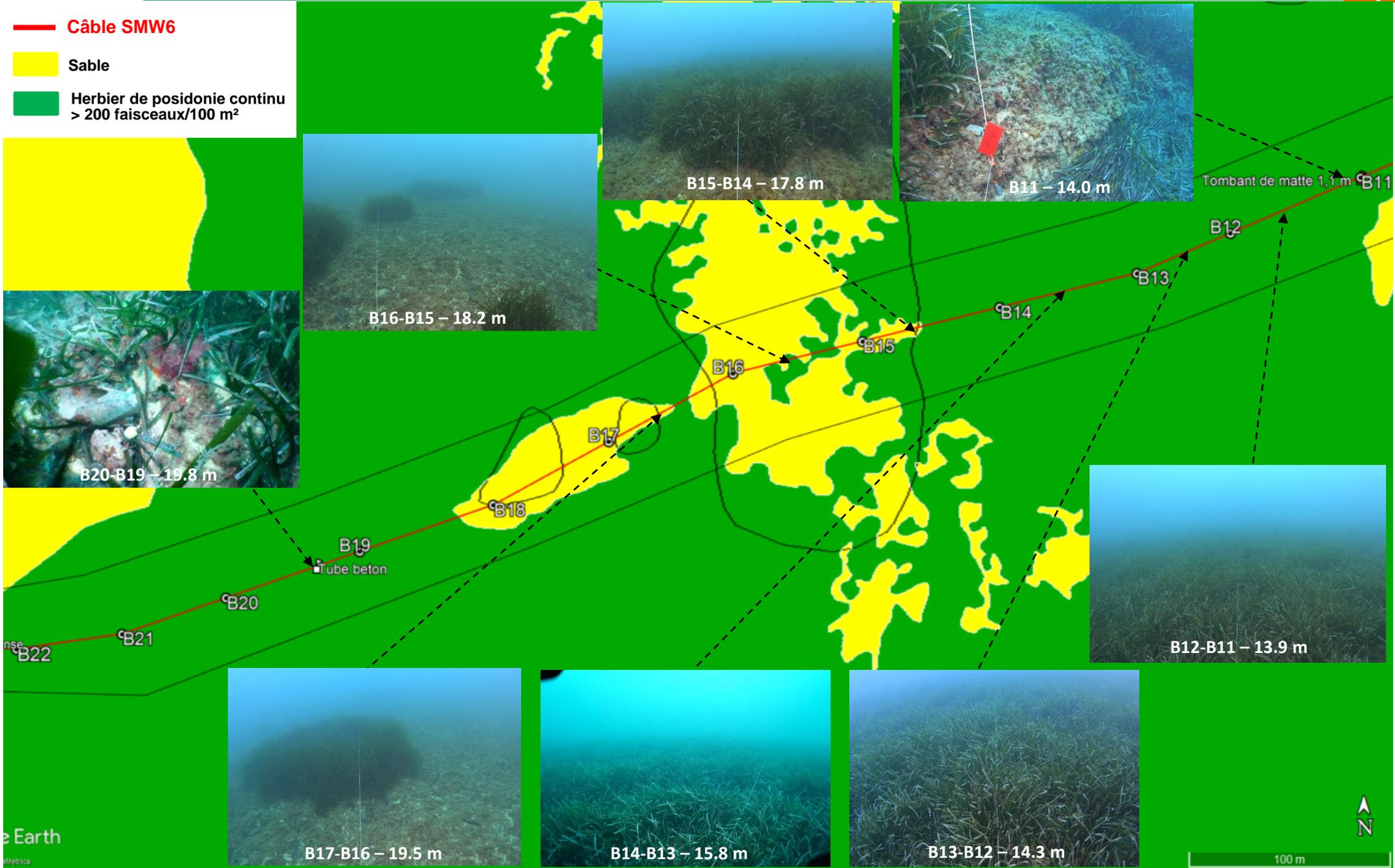
#### 3.2.1.3.1 Type de fond

À partir de B04 à 9,1 m de profondeur en direction du bas de plage, les fonds sont recouverts de sables fins. Entre B04-B03, quelques petits blocs rocheux sur fond de sable fin et de coquillages sont présents à proximité du tracé du câble SMW6. Les fonds sont également sableux entre B02-B01 (6,1 m de prof.).

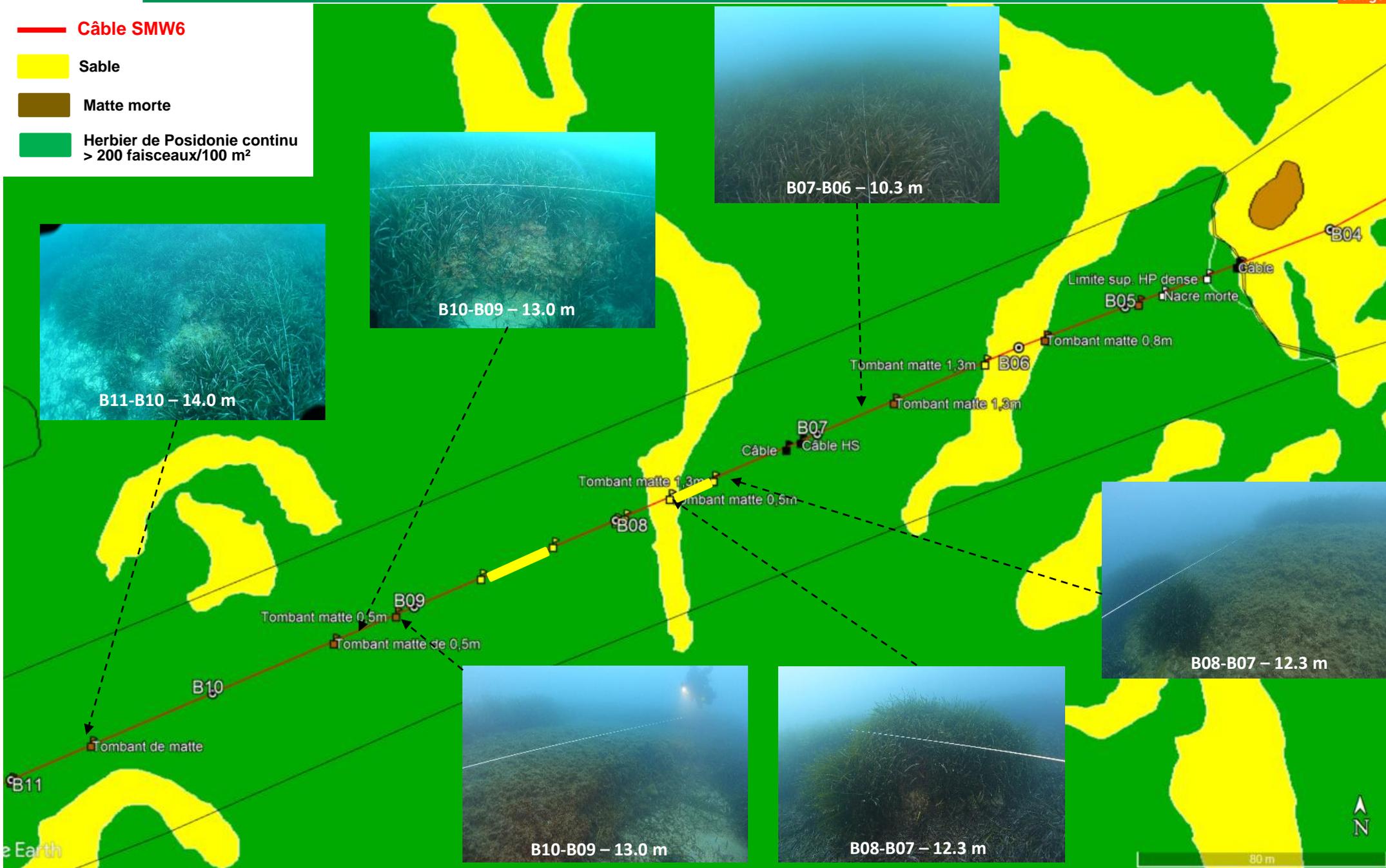
-  Câble SMW6
-  Sable
-  Herbier de posidonie continu > 200 faisceaux/100 m<sup>2</sup>



-  Câble SMW6
-  Sable
-  Herbiere de posidonie continu > 200 faisceaux/100 m<sup>2</sup>



-  Câble SMW6
-  Sable
-  Matte morte
-  Herbier de Posidonie continu  
> 200 faisceaux/100 m<sup>2</sup>



- Câble SMW6
- Sable
- Matte morte
- Herbiér de Posidonie continu > 200 faisceaux/100 m<sup>2</sup>



-  Câble SMW6
-  Sable
-  Matte morte
-  Herbiere de Posidonie continu > 200 faisceaux/100 m<sup>2</sup>



Earth



Figure 52 : Observations entre B04-B03 (9,1 m de prof.) : Fond recouvert de sable fin sur le tracé du câble (à gauche) et petits blocs rocheux proches du tracé (à droite)

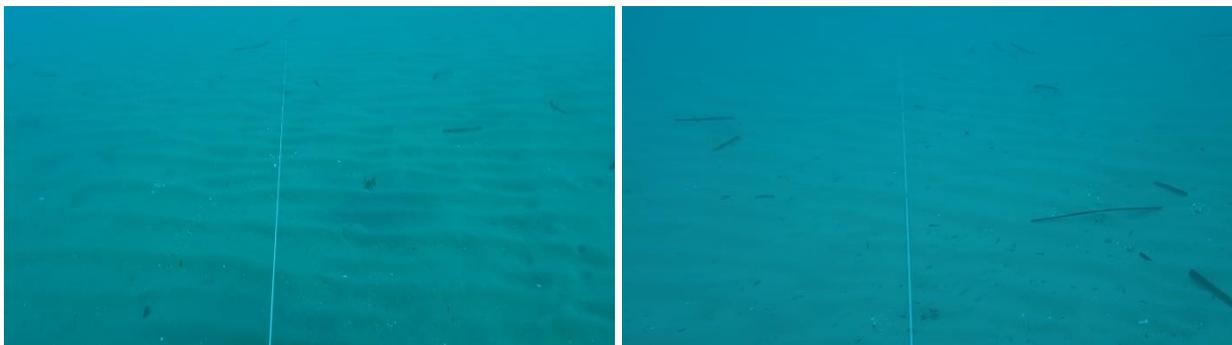


Figure 53 : Fond recouvert de sable fin sur le tracé du câble SMW6 entre B03-B02 (7,7 m de prof.) (à gauche) et B02-B01 (6,1 m de prof.) (à droite)

Un talus rocheux de 2,5 m de haut est présent entre B02-B01 à partir de 4,5 m de fond et sur une distance de 28 m entre les points de coordonnées 43°15'39.10"N, 5°22'16.41"E et 43°15'39.75"N, 5°22'17.30"E, ainsi qu'entre 2,9 et 1,1 m de fond entre B01-B00 sur 22 m de distance, entre les points de coordonnées 43°15'40.28"N, 5°22'17.99"E et 43°15'40.80"N, 5°22'18.63"E.

Ces roches sont recouvertes d'algues photophiles (*Jania rubens*, *Dictyota sp.*), d'algues encroûtantes et d'oursins (*Paracentrotus lividus*).



Figure 54 : Blocs et talus rocheux visibles entre B02-B01 (entre 4,5 et 2 m de fond)

Entre B01-B00 (de 2,9 à 1,1 m de prof.), le câble traverse une zone rocheuse colonisée par des algues photophiles sur une distance de 23 m entre les points de coordonnées 43°15'40.28"N, 5°22'17.99"E et 43°15'40.80"N, 5°22'18.63"E.

Deux câbles se trouvent à proximité et de part et d'autre du tracé de SMW6. Une bouée immergée se situe également à quelques mètres du tracé.



Figure 55 : Zone rocheuse entre B01-B00 à 2,9 m de profondeur

De B01 à B0, l'alternance entre les fonds rocheux et sableux est nettement visible. En direction de la plage, le fond est constitué de sable fin et de cailloux à 1,1 m de profondeur.



Figure 56 : Transition entre la zone rocheuse et le sable fin entre B01-B0 (à gauche) et fond constitué de sable fin (à droite)

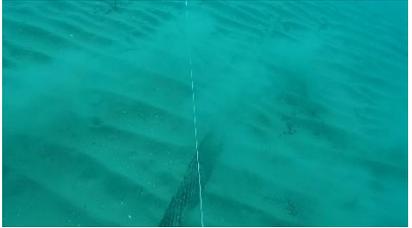


Figure 57 : Sable fin et cailloux à 1,1 m de fond vers B0

### 3.2.1.3.2 Croisement du câble SMW6 avec d'anciens câbles entre les balises B04-B00

Un câble sous-marin croise à deux (2) reprises le câble SMW6 entre les balises B03-B02 :

Tableau 17 : Observations des câbles croisant le tracé du câble SMW6 entre B04-B00

Balises	Localisation	Profondeur (en m)	Illustrations
B03-B02	43°15'33.45"N, 5°22'7.82"E	7,7	
	43°15'34.17"N, 5°22'9.18"E		

### 3.2.1.3.3 Déchets et observations d'origine anthropique

Un débris s'apparentant à un os a été observé à proximité de B03 ainsi qu'une bouée lestée d'un corps mort utilisée pour le marquage d'une ZRUP (Zone Réservée à l'Usage de la Baignade) entre B01-B00.



Figure 58 : Os avant B03 (à gauche) et bouée située entre B01-B00 (à droite)

Planche 14 : Observations de l'herbier entre les balises B04 et B0 (fond de carte issu de l'étude géophysique) – 1/2

Planche 15 : Observations de l'herbier entre les balises B04 et B0 (fond de carte issu de l'étude géophysique) – 2/2

### 3.2.2 Caractérisation de l'herbier de posidonies au droit de la plage du Prado

La caractérisation de l'herbier de posidonies a été réalisée en trois (3) stations selon une série de descripteurs utilisés pour évaluer son état de vitalité. La limite inférieure de l'herbier a été identifiée à 25,2 m de fond (entre la balise B32 et B31).

Les mesures ont été réalisées en limite inférieure de l'herbier continu (station *Herbier 1* à 23 m de profondeur), au centre des zones d'herbier continu (station *Herbier 2* à 15 m de profondeur) et en limite supérieure de l'herbier continu (station *Herbier 3* à 9 m de profondeur).

#### 3.2.2.1 Caractérisation de la limite inférieure de l'herbier de la baie du Prado – 25,2 m de profondeur

La limite inférieure de l'herbier de posidonies au droit de la plage du Prado se situe à une profondeur de 25,2 m. Il s'agit des premières tâches d'herbier discontinu.

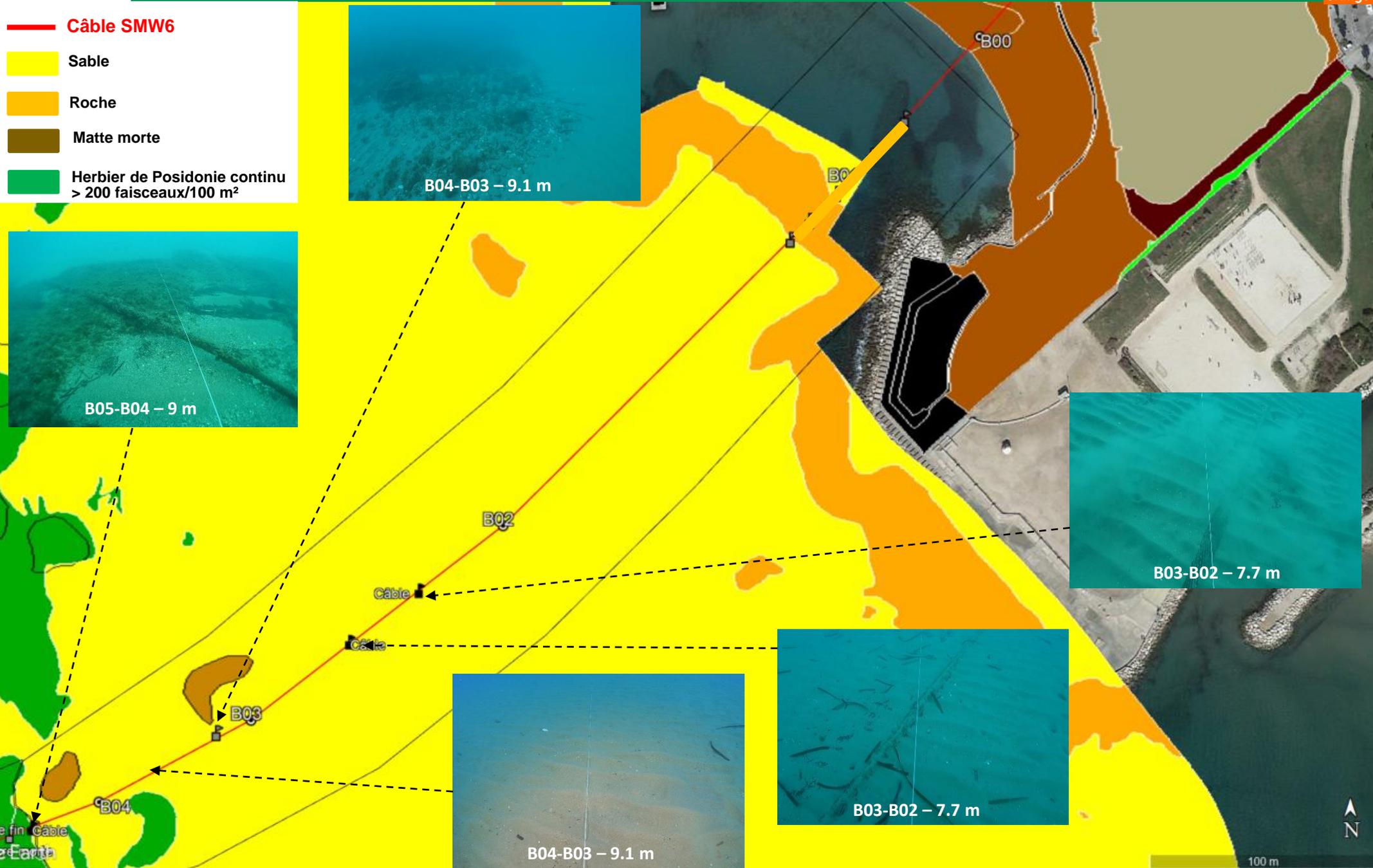
L'écart par rapport à la profondeur de référence (38 m, référence liée à la limite inférieure en Corse) est de 33,7 %, ce qui témoigne d'un état de vitalité de l'herbier médiocre.

En avant de la limite inférieure de l'herbier, on distingue la présence de matte morte, ce qui témoigne également d'un état de vitalité de l'herbier mauvais et d'un type de limite définie comme régressive.

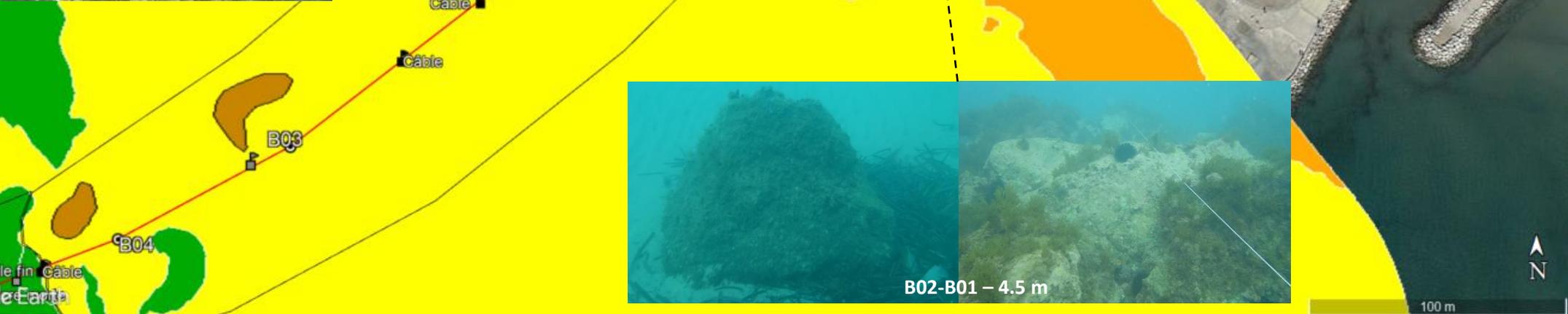
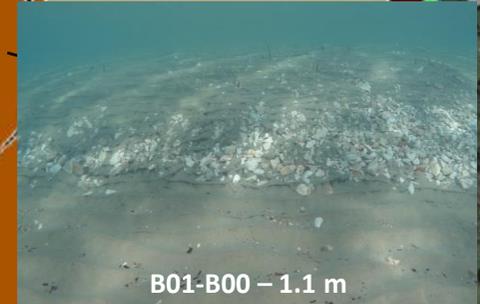
Tableau 18 : Caractérisation de la limite inférieure de l'herbier

Station	Prof (en m)	Ecart par rapport à la profondeur de référence (38 m)	Interprétation de la vitalité de l'herbier (Bein A. et al, 2013)	Type de limite inférieure	Interprétation type limite (Bein A. et al, 2013)
B32-B31	25,2	33,7 %	Médiocre	Régressive	Mauvaise

-  Câble SMW6
-  Sable
-  Roche
-  Matte morte
-  Herbière de Posidonie continu > 200 faisceaux/100 m<sup>2</sup>



-  Câble SMW6
-  Sable
-  Roche
-  Matte morte
-  Herbière de Posidonie continu > 200 faisceaux/100 m<sup>2</sup>



le fin Câble  
le Earth



Figure 59 : Limite inférieure de l'herbier à proximité du tracé entre B32-B31 à 25,1 m de profondeur

### 3.2.2.2 Caractérisation de la station *Herbier 1* – 23 m de profondeur

Cette station a été choisie en limite inférieure de l'herbier continu, à une profondeur de 23 mètres. Elle présente de nombreuses zones de matte morte étendues de part et d'autre, mais l'herbier prédomine en termes de recouvrement. La limite de l'herbier est franche avec principalement des rhizomes orthotropes et quelques rhizomes plagiotropes.

Les photographies suivantes illustrent les observations de la station.

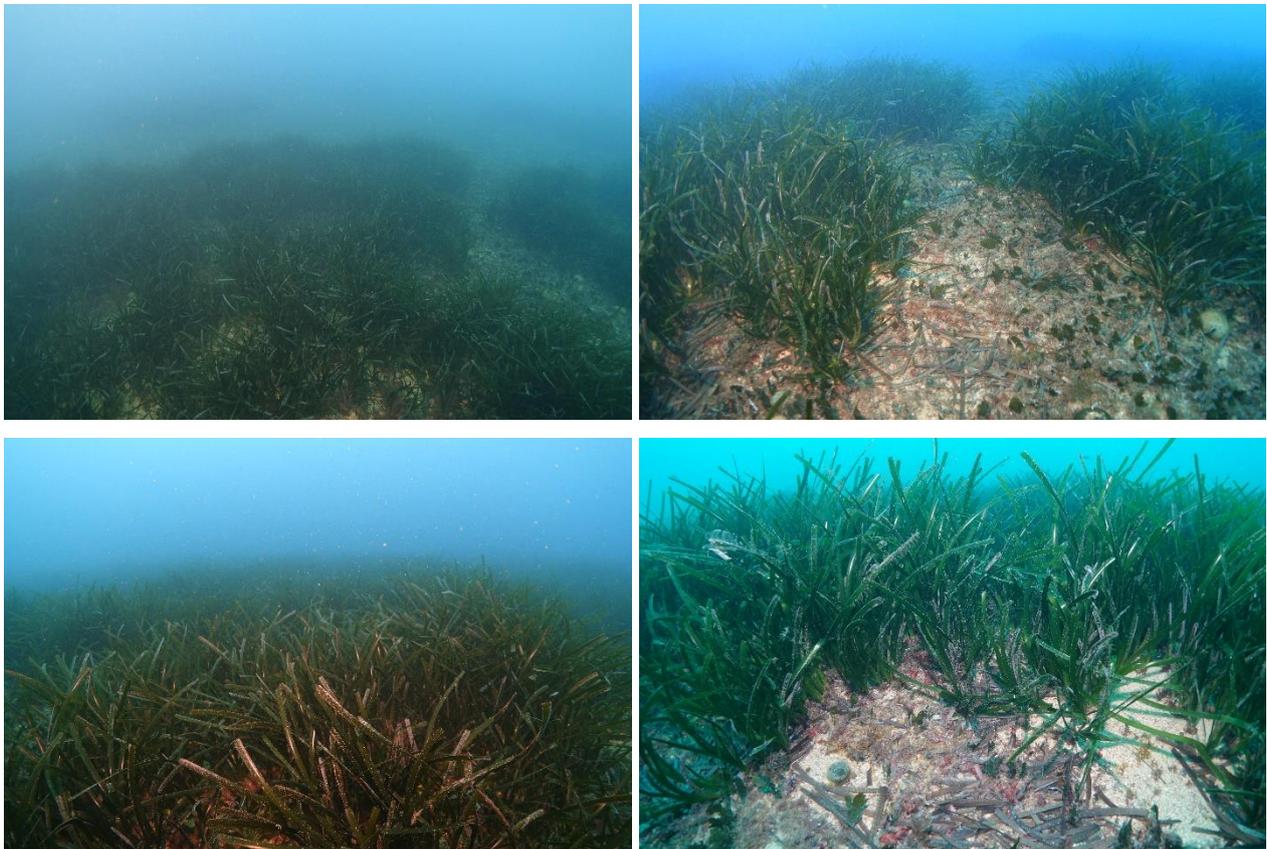


Figure 60 : Illustrations de l'herbier autour de la station *Herbier 1* à 23 m de profondeur

Concernant les paramètres mesurés :

- La densité mesurée des faisceaux foliaires à cette station est de **415 faisceaux/m<sup>2</sup>**, ce qui correspond à un herbier **en excellent état** selon la classification de Pergent-Martini et Pergent, (2010);
- Le déchaussement moyen mesuré de **4,2 cm** traduit **un faible déchaussement** (inférieur à 5 cm), selon la classification de Charbonnel et *al.* (2000) ;
- Le pourcentage de rhizomes plagiotropes est évalué en son sein à **4,4 %** ce qui correspond à un **état normal** (<30 %), soit à un **herbier généralement stable**, avec peu ou pas de progression, selon la classification de Charbonnel et *al.*, 2000.

Tableau 19 : Résultats des mesures réalisées à la station Herbier 1

Station	Prof (en m)	Densité moy. (faisceaux/m <sup>2</sup> ) ± écart-type	Classe de densité (Pergent-Martini, 2010)	Déchaussement moyen (cm) ± écart-type	Interprétation déchaussement moyen (Charbonnel et al., 2000)	Rhizomes plagiotropes (en %)	Interprétation % plagiotropes (Charbonnel et al., 2000)
Herbier 1	23	415 ± 67	Excellent	4,2 ± 2,3	Faible	4,4	Normale

Concernant les observations visuelles :

- Les feuilles relativement longues (longueur maximale des feuilles à 50,3 cm) présentent dans l'ensemble une faible couverture en épiphytes (10 %) ;
- Peu d'espèces ichtyologiques ont été observées, sans aucune espèce patrimoniale particulière ;
- Aucune espèce de nacre n'a été observée (ni *Pinna nobilis*, ni *Pinna rudis*).

### 3.2.2.3 Caractérisation de la station Herbier 2 – 15 m de profondeur

La station *Herbier 2* est localisée au niveau d'une zone d'herbier de posidonies dense et continue (densité supérieure à 200 faisceaux/100m<sup>2</sup>). L'herbier présente peu de relief et la hauteur de matse est modeste (quelques centimètres). L'herbier peut ici être rattaché à un herbier de plaine.

Les photographies suivantes illustrent les observations de la station.

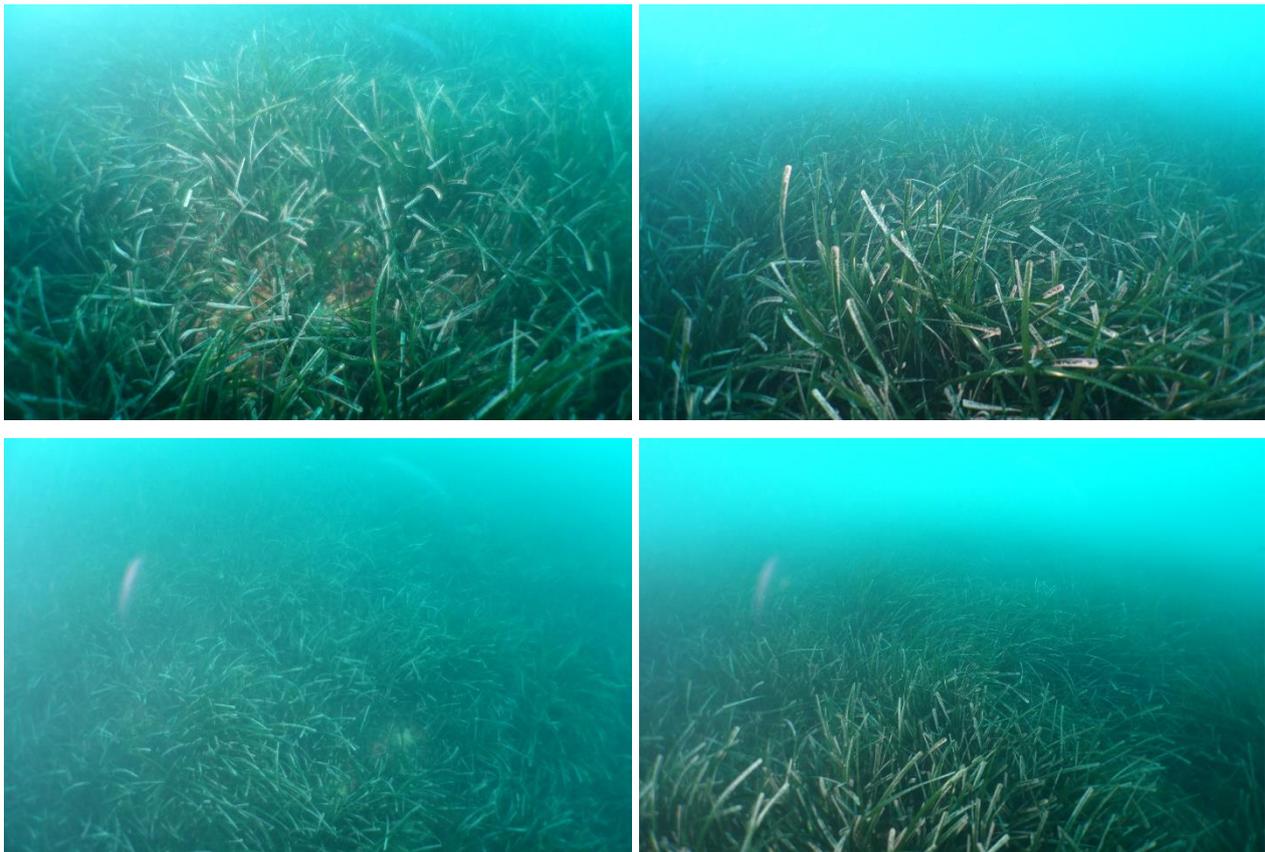


Figure 61 : Illustrations de l'herbier autour de la station Herbier 2 à 15 m de profondeur

Concernant les paramètres mesurés :

- La densité mesurée des faisceaux foliaires à cette station est de **522 faisceaux/m<sup>2</sup>**, ce qui correspond à un herbier **en excellent état** selon la classification de Pergent-Martini et Pergent, (2010);
- Le déchaussement moyen mesuré de **6,5 cm** traduit **un déchaussement moyen** (compris entre 5 à 15 cm), selon la classification de Charbonnel et *al.* (2000) ;
- Le pourcentage de rhizomes plagiotropes est évalué en son sein à **1,5 %** ce qui correspond à un **état normal** (< 30 %), soit à **un herbier généralement stable**, avec peu ou pas de progression, selon la classification de Charbonnel et *al.*, 2000.

Tableau 20 : Résultats des mesures réalisées à la station Herbier 2

Station	Prof (en m)	Densité moy. (faisceaux/m <sup>2</sup> ) ± écart-type	Classe de densité (Pergent-Martini, 2010)	Déchaussement moyen (cm) ± écart-type	Interprétation déchaussement moyen (Charbonnel et al., 2000)	Rhizomes plagiotropes (en %) ± écart-type	Interprétation % plagiotropes (Charbonnel et al., 2000)
Herbier 2	15	522 ± 110	Excellent	6,5 ± 2,9	Moyen	1,5	Normale

Concernant les observations visuelles :

- Les feuilles relativement longues (longueur maximale des feuilles à 56,3 cm) présentent dans l'ensemble une faible couverture en épiphytes ;

- À la base des feuilles, onze (11) vieilles fleurs de posidonies ont été observées ;
- Peu d'espèces ichtyologiques ont été observées, sans aucune espèce patrimoniale particulière ;
- Aucune espèce de nacre n'a été observée (ni *Pinna nobilis*, ni *Pinna rudis*).



Figure 62 : Fleurs de posidonies en station Herbier 2

#### 3.2.2.4 Caractérisation de la station *Herbier 3* – 9,3 m de profondeur

La station *Herbier 3* est localisée au niveau d'une zone d'herbier dense et continue (densité supérieure à 200 faisceaux/100m<sup>2</sup>) sur une profondeur de 9,3 mètres.

Les photographies suivantes illustrent les observations de la station.



Figure 63 : Illustrations de l'herbier autour de la station Herbier 2 à 9,3 m de profondeur

Concernant les paramètres mesurés :

- La densité mesurée des faisceaux foliaires à cette station est de **570 faisceaux/m<sup>2</sup>**, ce qui correspond à un herbier **en bon état** selon la classification de Pergent-Martini et Pergent, (2010) ;
- Le déchaussement moyen mesuré de **4,9 cm** traduit **un faible déchaussement** (inférieur à 5 cm), selon la classification de Charbonnel et al. (2000) ;
- Le pourcentage de rhizomes plagiotropes est évalué en son sein à **3,2 %** ce qui correspond à un **état normal** (< 30 %), soit à **un herbier généralement stable**, avec peu ou pas de progression, selon la classification de Charbonnel et al., 2000.

Tableau 21 : Résultats des mesures réalisées à la station Herbier 3

Station	Prof (en m)	Densité moy. (faisceaux/m <sup>2</sup> ) ± écart-type	Classe de densité (Pergent-Martini, 2010)	Déchaussement moyen (cm) ± écart-type	Interprétation déchaussement moyen (Charbonnel et al., 2000)	Rhizomes plagiotropes (en %) ± écart-type	Interprétation % plagiotropes (Charbonnel et al., 2000)
Herbier 3	9,3	570 ± 121	Bon	4,9 ± 2,0	Faible	3,2	Normale

Concernant les observations visuelles :

- Les feuilles relativement longues (longueur maximale des feuilles à 48,9 cm) présentent dans l'ensemble une faible couverture en épiphytes ;
- À la base des feuilles, six (6) fleurs de posidonies ont été observées ;
- Peu d'espèces ichtyologiques ont été observées, sans aucune espèce patrimoniale particulière ;
- Aucune espèce de nacre n'a été observée (ni *Pinna nobilis*, ni *Pinna rudis*) ;
- Un grand nombre de déchets anthropiques et de câbles sous-marins recouverts d'algues se trouvaient à proximité de la limite supérieure de l'herbier.

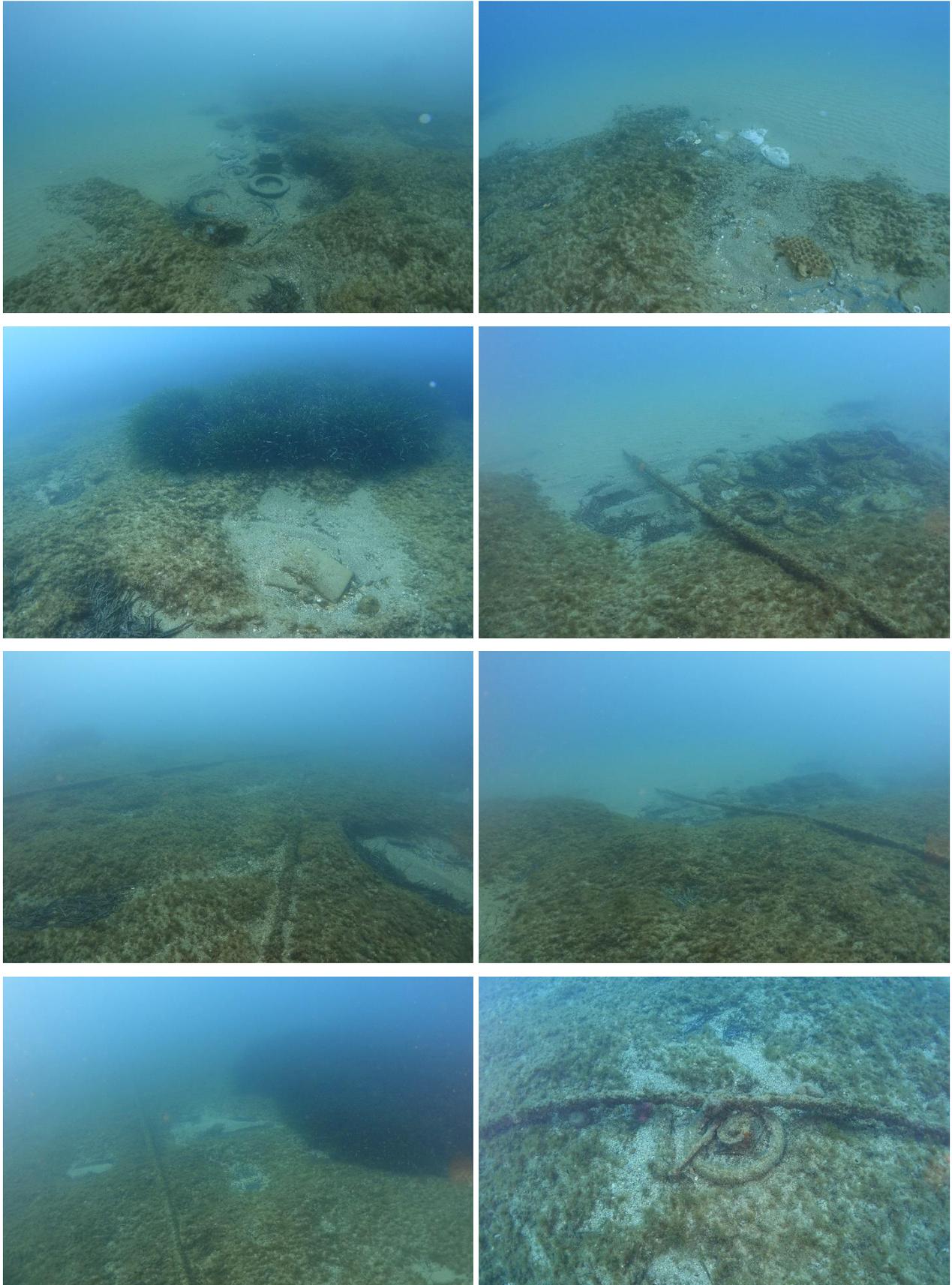


Figure 64 : Déchets anthropiques et câbles sous-marins à proximité de la station Herbière 3

Planche 16 : Illustrations des stations vitalité de l'herbier (fond de carte issu de l'étude géophysique)

### 3.2.3 Reconnaissance des fonds à coralligènes

Un (1) transect a été planifié à 35 mètres de profondeur pour une étude du coralligène en plongée, d'après la cartographie des biocénoses issue de Medtrix.

Le transect débute au niveau du tracé du câble SMW6 (point Co1) vers la roche coralligène (Co2) à 52 m de distance du câble, et est orienté perpendiculairement au tracé en direction du sud-est. À partir de Co1, une prospection de la roche coralligène a été réalisée dans une zone délimitée par les 3 points Co2, Co3 et Co4, distants de 20 à 50 m les uns des autres.

Au point d'immersion (Co1), les fonds sont constitués de sables détritiques coquilliers. Les espèces observées sont principalement les algues calcaires corallinacées *Lithothamnion spp.*, caractéristiques des rhodolithes.



Figure 65 : Type de fond et *Lithothamnion spp.* caractéristiques des rhodolithes au point Co1 à 35 m de profondeur

À partir du point Co2 et autour des points Co2, Co3 et Co4, un affleurement rocheux a été observé, présentant des anfractuosités colonisées par un grand nombre d'espèces.



— Câble SMW6

Sable

Roche

Matte morte

Herbier de posidonie discontinu  
< 10 faisceaux/100 m<sup>2</sup>

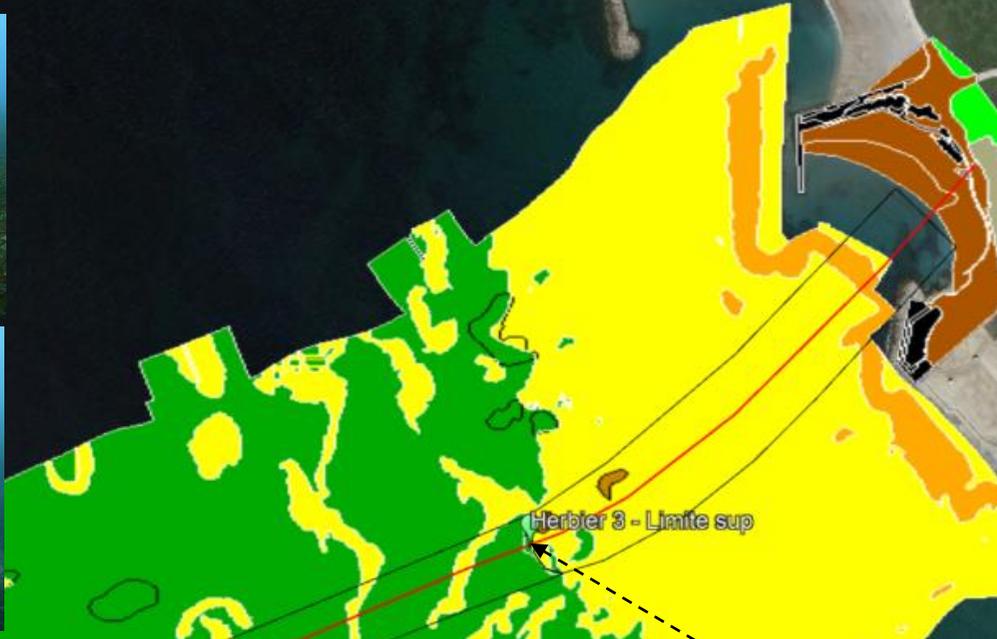
Herbier de posidonie discontinu  
10-50 faisceaux/100 m<sup>2</sup>

Herbier de posidonie discontinu  
50-100 faisceaux/100 m<sup>2</sup>

Herbier de posidonie continu  
> 200 faisceaux/100 m<sup>2</sup>



Herbier 1 – 23 m



Herbier 3 - Limite sup

Herbier 2 - Hdense

Herbier 1 - Limite inf



Herbier 3 – 9.3 m



Herbier 2 – 15 m

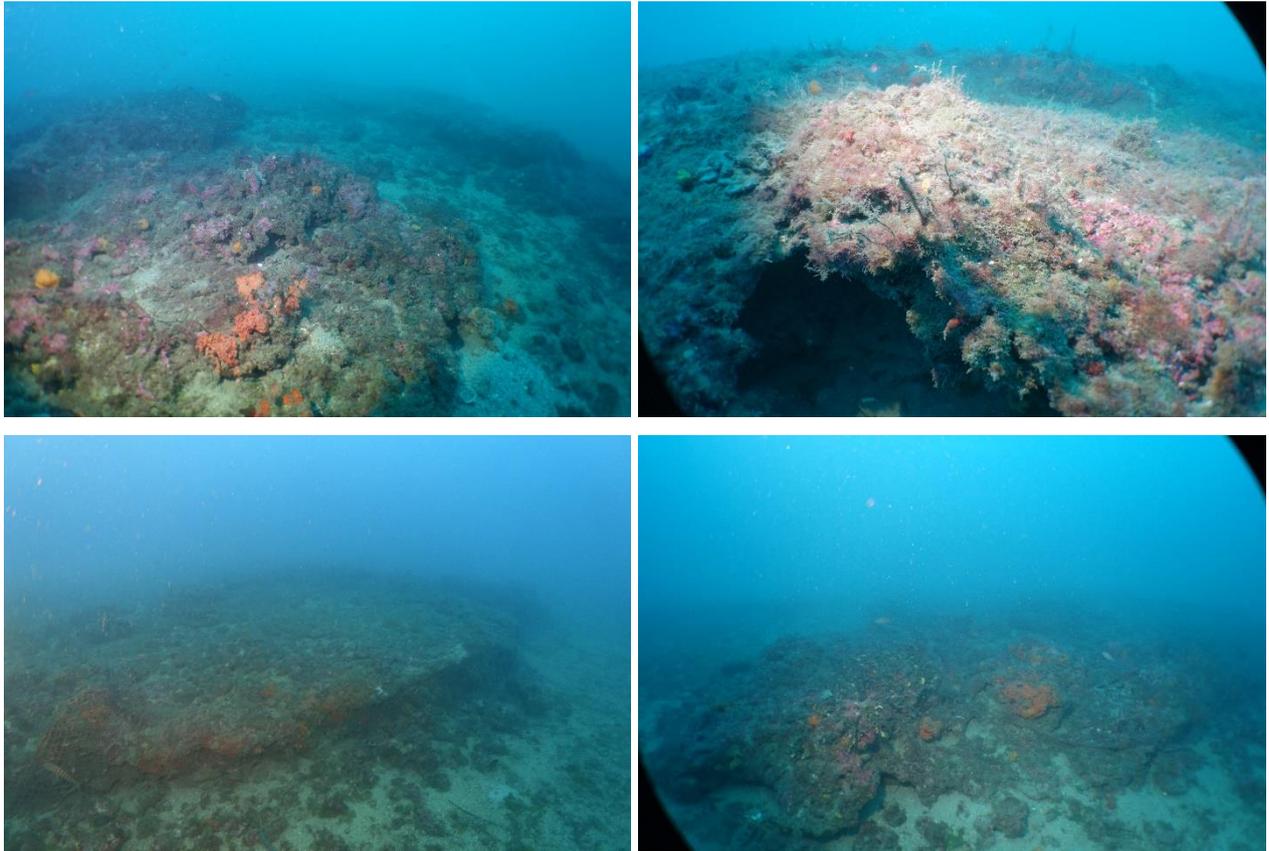


Figure 66 : Affleurement rocheux de la station coralligène située entre Co2, Co3 et Co4 à 35 m de fond

Cet affleurement est recouvert d'un filet de pêche colonisé par des algues.



Figure 67 : Filet de pêche sur affleurement rocheux entre Co2, Co3 et Co4 à 35 m de fond

Au niveau des anfractuosités et sur l'affleurement rocheux, on retrouve plusieurs espèces qui s'apparenteraient à la biocénose du coralligène. Toutefois, il ne s'agit pas d'une biocénose à coralligène à proprement parler en raison du faible concrétionnement formant des massifs biogènes, de la faible complexité structurale en comparaison à ce type d'habitat, ainsi que de la faible densité d'espèces d'invertébrés dressées rencontrées.

On retrouve cependant plusieurs espèces caractéristiques de cet habitat comme défini selon l'INPN ([https://inpn.mnhn.fr/habitat/cd\\_hab/1010/tab/description](https://inpn.mnhn.fr/habitat/cd_hab/1010/tab/description)) telles que :

- Les algues corallinacées : *Lythophyllum sp.*, *Mesophyllum sp.* ;
- Les algues peyssonneliacées : *Peyssonnelia sp.* ;
- Les algues molles : *Flabellia petiolata* ;
- Les éponges : *Axinella damicornis*, *Axinella polypoides* ;
- Le bryzoaire : *Myriapora truncata* ;
- L'oursin diadème *Centrostephanus longispinus* ;
- La langouste *Palinurus elephas* ;
- Le poisson *Scorpanea scofa*.

D'autres espèces ont également été observées telles que :

- Les algues vertes *Halimeda tuna* ;
- Les algues rouges *Jania rubens* ;
- Des éponges telles que les espèces *Crambe crambe*, *Axinella verrucosa* ;
- Des ascidies *Halocynthia papillosa* ;
- Des poissons tels que *Chromis chromis*, *Coris julius*, *Diplodus vulgaris* ;
- Des vers *Bonnellia viridis* ;
- Des hydraires ;
- Des anémones comme *Anemonia viridis* et l'anémone encroûtante jaune *Parazoanthus axinellae* ;
- Des holothuries *Holothuria tubulosa*.



Figure 68 : Algues encroûtantes du genre *Lythophyllum sp.*, *Mesophyllum sp.*, *Peyssonnelia sp.* et les éponges *Crambe crambe*



Figure 69 : *Axinella damicornis* et *Myriapora truncata* (à droite)



Figure 70 : *Axinella polypoides* (à gauche) ; *Centrostephanus longispinus* avec *Peysonnellia* sp. et *Lythophyllum* sp. (à droite)



Figure 71 : *Halocynthia papillosa* et *Myriapora truncata*

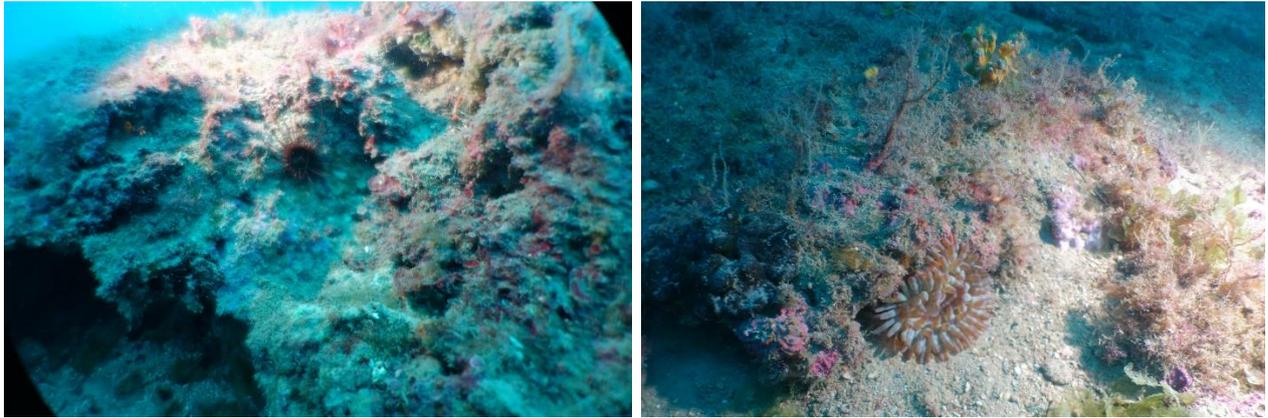


Figure 72 : Anémone (à gauche) et *Anemonia viridis* (à droite)



Figure 73 : *Scorpanea scrofa*



Figure 74 : *Palinurus elephas* (à gauche) ; *Holothuria tubulosa* et *Diplodus vulgaris*. (à droite)

Un câble colonisé par les algues se situe au niveau de l'affleurement rocheux entre Co2, Co3 et Co4.

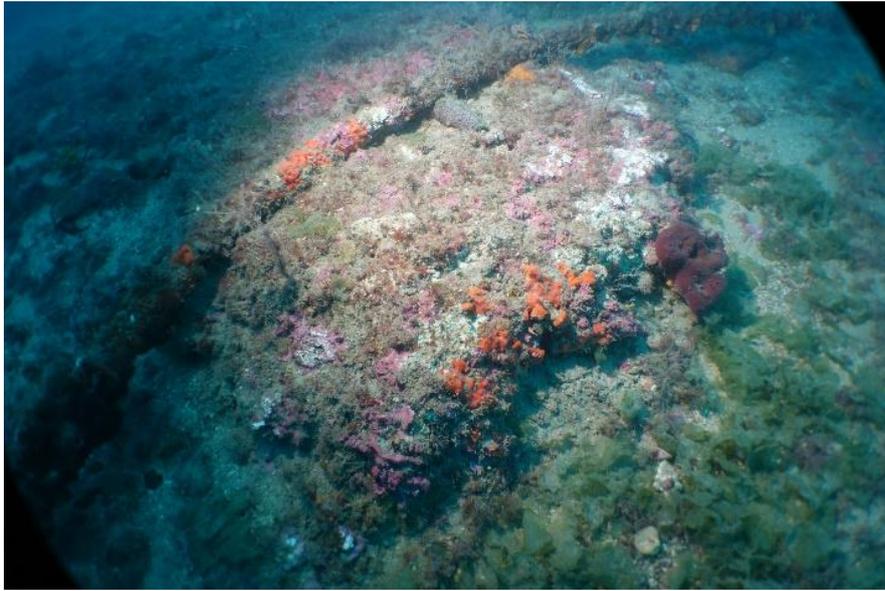


Figure 75 : Câble colonisé par les algues encroûtantes et les éponges *Crambe crambe* sur l'affleurement rocheux

Planche 17 : Observations au niveau de la station d'étude de la zone à coralligène (fond de carte issu de l'étude géophysique)

### 3.2.4 Analyses sédimentaires

La qualité des sédiments a été déterminée à partir de deux (2) stations, ST001 et ST002 dont les coordonnées sont précisées dans le Tableau 12, au niveau du tracé du câble entre la limite supérieure de l'herbier et le bas de plage, à savoir entre 8,4 m et 1,8 m de profondeur.

Trois (3) prélèvements ont été réalisés sur chaque station afin de constituer un échantillon moyen, espacés de 60 m de distance environ (ST001A-ST001B-ST001C et ST002A-ST002B-ST002C) le long du tracé du câble. La nature des sédiments observés est décrite dans le Tableau 22 ci-dessous.

Les échantillons ont été déposés au transporteur pour un transfert au laboratoire d'une durée inférieure à 24h.

La nature des sédiments et les résultats des analyses physico-chimiques sont présentés dans les illustrations graphiques comprises entre le Tableau 22 et le Tableau 24.

**Câble SMW6**

Sable

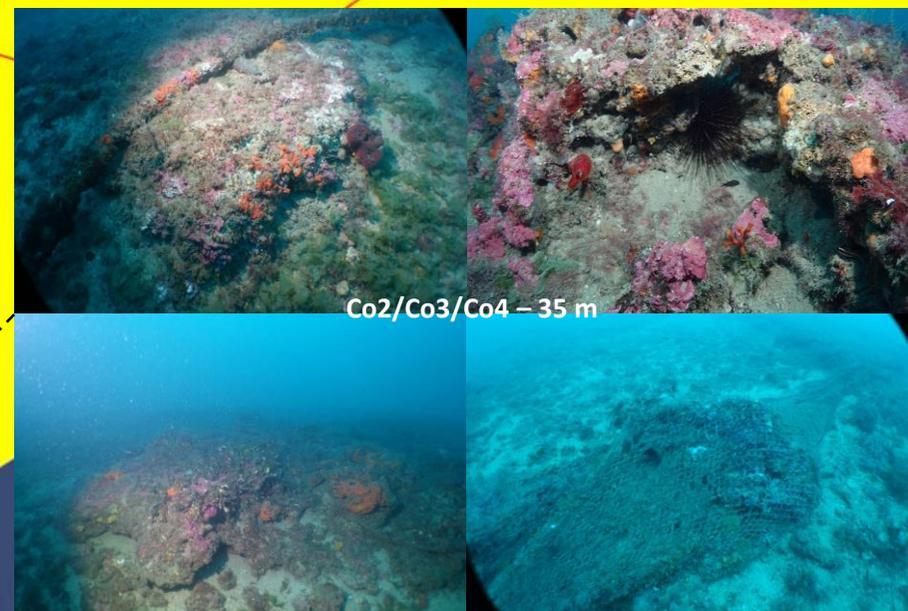
Herbier de Posidonie discontinu  
< 10 faisceaux/100 m<sup>2</sup>

Herbier de Posidonie discontinu  
10-50 faisceaux/100 m<sup>2</sup>

Zone à coralligène



Co1 - 35 m



Co2/Co3/Co4 - 35 m

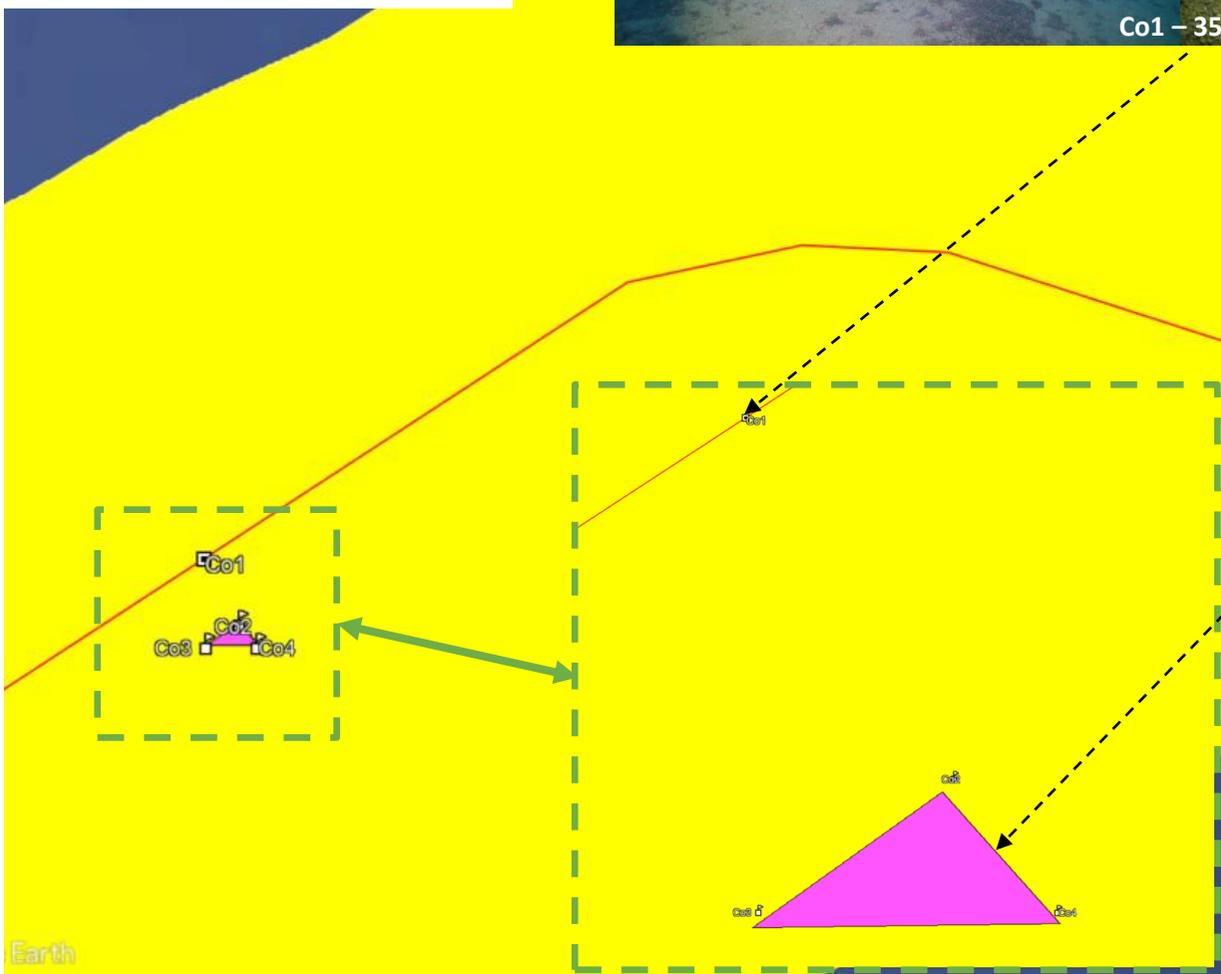
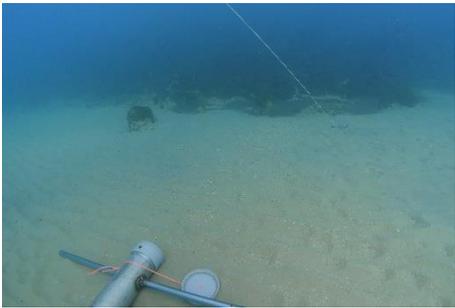


Tableau 22 : Synthèse des observations des sédiments prélevés aux stations ST001 et ST002 sur le tracé du câble SMW6

Stations	Prélèvements	Profondeur (en m)	Observations	Illustrations	
ST001	ST001A	4,5	Sable fin		
	ST001B	4,3	Sable fin		
	ST001C	1,8	Sable fin		

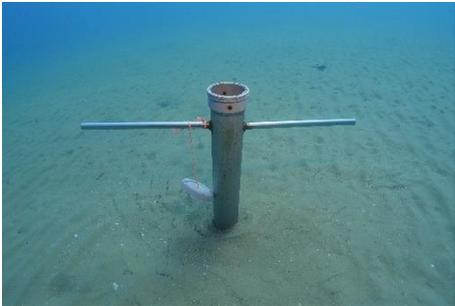
Stations	Prélèvements	Profondeur (en m)	Observations	Illustrations	
ST002	ST002A	8.4	Sable fin		
	ST002B	7.2	Sable fin		
	ST002C	6.3	Sable fin		

Planche 18 : Illustrations des stations de prélèvements sédimentaires au carottier à main (fond de carte issu de l'étude géophysique)

-  **Câble SMW6**
-  **Sable**
-  **Roche**
-  **Matte morte**
-  **Herbier de Posidonie continu > 200 faisceaux/100 m<sup>2</sup>**

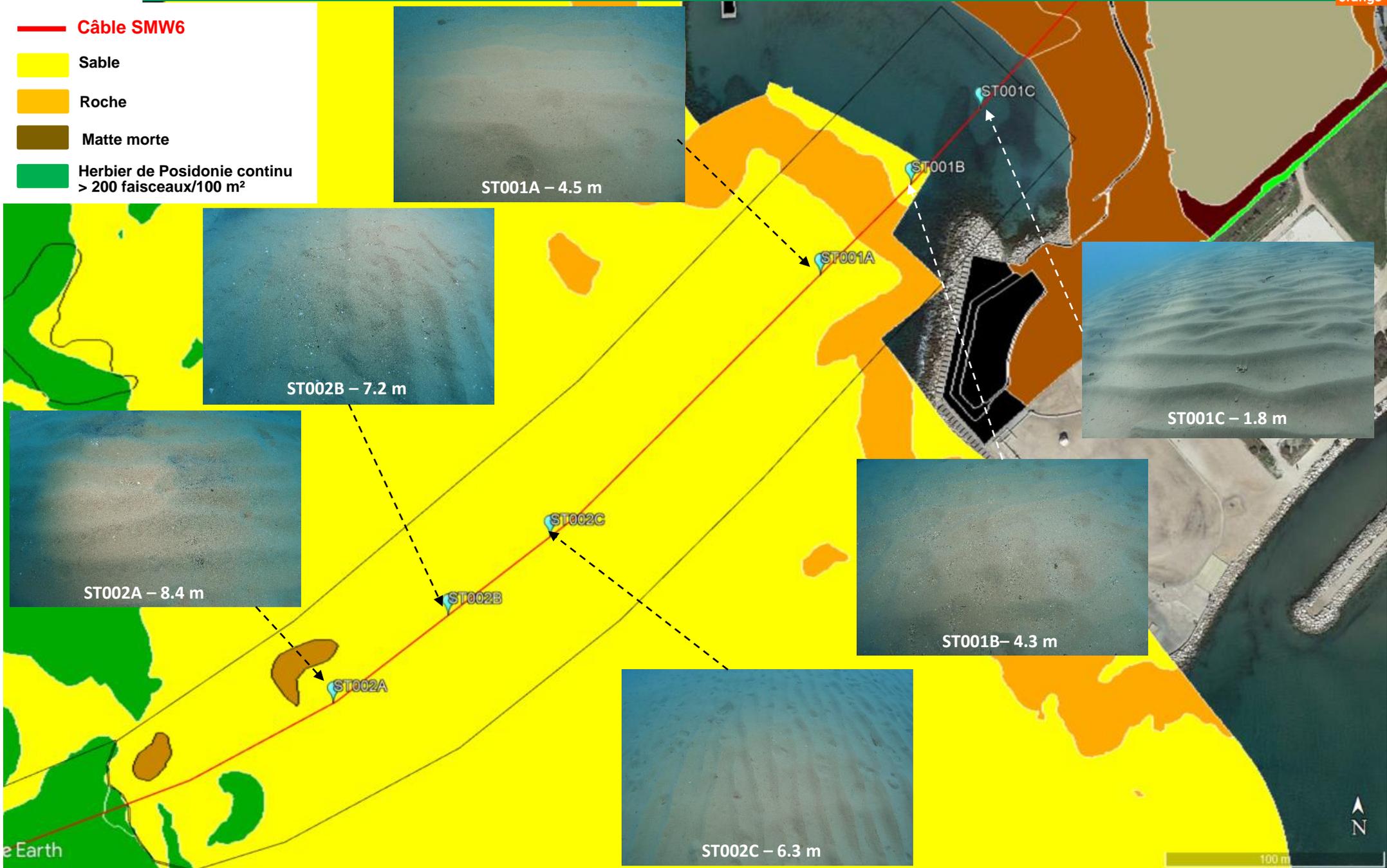


Tableau 23 : Tableau des résultats des analyses physico-chimiques des prélèvements sédimentaires

Paramètres	Unité	Station		Seuils GEODE		RLM état 1	RLM état 2	RLM état 3	RNO Séd. 98Med
		SED -ST001	SED -ST002	N1	N2				
<b>Phase 1: Propriétés physiques</b>									
Matière sèche	% P.B.	72.7	72.7						
Masse volumique	g/cm <sup>3</sup>	1.74	1.7						
<b>Phase 2: Propriétés chimiques: substances polluantes</b>									
<b>Métaux lourds</b>									
Arsenic (As)	mg/kg M.S.	3.68	3.06	25	50				
Cadmium (Cd)	mg/kg M.S.	0.13	<0.10	1.2	2.4	<0.15	0,15-0.6	>0,6	0.15
Chrome (Cr)	mg/kg M.S.	7.77	5.86	90	180				
Cuivre (Cu)	mg/kg M.S.	5.63	<5.00	45	90	<15	15-60	>60	30
Mercure (Hg)	mg/kg M.S.	0.1	<0.10	0.4	0.8	<0.05	0.05-0.4	>0.4	0.1
Nickel (Ni)	mg/kg M.S.	2.91	2.08	37	74				
Plomb (Pb)	mg/kg M.S.	30.5	11.8	100	200	<25	25-50	>50	30
Phosphore (P)	mg/kg M.S.	144	138						
Zinc (Zn)	mg/kg M.S.	36.1	12.4	276	552	<90	90-200	>200	90
<b>Polychlorobiphényles (PCB)</b>									
PCB 28	mg/kg M.S.	<0.001	<0.001	0.005	0.01				
PCB 52	mg/kg M.S.	<0.001	<0.001	0.005	0.01				
PCB 101	mg/kg M.S.	<0.001	<0.001	0.01	0.02				
PCB 118	mg/kg M.S.	<0.001	<0.001	0.01	0.02				
PCB 138	mg/kg M.S.	<0.001	<0.001	0.02	0.04				
PCB 153	mg/kg M.S.	<0.001	<0.001	0.02	0.04				
PCB 180	mg/kg M.S.	<0.001	<0.001	0.01	0.02				
SOMME PCB (7)	mg/kg M.S.	0.004	0.004						
<b>Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)</b>									
Acénaphthène	mg/kg M.S.	0.0041	<0.002	0,015*	0,26*				
Acénaphthylène	mg/kg M.S.	0.012	<0.002	0,04*	0,34*				
Anthracène	mg/kg M.S.	0.025	<0.002	0,085*	0,59*				
Benzo-(a)-anthracène	mg/kg M.S.	0.13	0.016	0,26*	0,93*				
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg M.S.	0.3	0.047	0,4*	0,9*	<0,2	<0,5		
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg M.S.	0.063	0.0082	0,2*	0,4*	<0,1	<0,25		
Benzo(g,h,i)perylène	mg/kg M.S.	0.11	0.016	1,7*	5,65*				
Benzo(a)pyrène	mg/kg M.S.	0.12	0.012	0,43*	1,015*	<0,1	<0,5		
Chrysène	mg/kg M.S.	0.083	0.012	0,38*	1,59*				
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg M.S.	0.023	<0.002	0,06*	0,16*				
Fluoranthène	mg/kg M.S.	0.15	0.012	0,6*	2,85*	<0,04	<0,2		
Fluorène	mg/kg M.S.	0.0073	0.0036	0,02*	0,28*				
Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	mg/kg M.S.	0.079	0.011	1,7*	5,65*				
Phénanthrène	mg/kg M.S.	0.051	0.0025	0,24*	0,87*				
Pyrène	mg/kg M.S.	0.13	0.014	0,5*	1,5*				
<b>Dérivés de l'étain</b>									
Tributylétain cation-Sn (TBT)	µg Sn/kg M.S.	<2,0	<2,0	100	400	<40	<100		
Dibutylétain cation-Sn (DBT)	µg Sn/kg M.S.	<2,0	<2,0						
Monobutylétain cation-Sn (MBT)	µg Sn/kg M.S.	<2,0	<2,0						
<b>Phase 3: Indice de contamination organique</b>									
COT	mg/kg M.S.	<5010	<5010						
Azote Kjeldahl	g/kg M.S.	<0,5	<0,5						
Phosphore total	mg/kg M.S.	330	317						

Tableau 24 : Résultats des analyses granulométriques

<b>Granulométrie</b>			
	Unité	Station	
		ST001	ST002
Fraction < 2 µm	%	0	0
Fraction 2 - 20 µm	%	3.93	0
Fraction 20 - 63 µm	%	1.7	0.2
Fraction 63 - 200 µm	%	88.66	91.39
Fraction 200 - 2000 µm	%	4.32	8.41

Echantillon	ST001	ST002
Cailloutis >2 mm	0	0
Sables grossiers à tres grossiers 500µm <x<2 mm	0	0
Sables moyens 250<x<500 µm	4.32	8.41
Sables fins à tres fin 63<x<250 µm	88.66	91.39
Silts 4<x<63 µm	5.63	0.2
Précolloïdes 0,12< x <4 µm	0	0
Colloïdes <0,12 µm	0	0

Les résultats des analyses physico-chimiques du laboratoire sont joints en annexe de ce rapport et leur résumé est présenté sous la forme du tableau ci-dessus. Ils sont comparés aux valeurs seuils des normes réglementaires.

En conclusion, les paramètres suivis montrent que :

- **Les sédiments superficiels** sont majoritairement constitués de sables fins à très fins.  
En effet, les sédiments prélevés aux stations SED-ST001 et SED-ST002 sont constitués de particules grossières (sables fins) dont le diamètre est compris entre 63 et 250  $\mu\text{m}$  (représentant 90 et 91 % des échantillons respectivement). Les sables moyens occupent 4 et 9 % des échantillons pour SED-ST001 et SED-ST002 (diamètre compris entre 250 et 500  $\mu\text{m}$ ).  
La station SED-ST001 contient des sédiments plus fins, appelés silts (diamètre de 4 à 63  $\mu\text{m}$ ), représentant 6 % de l'échantillon.

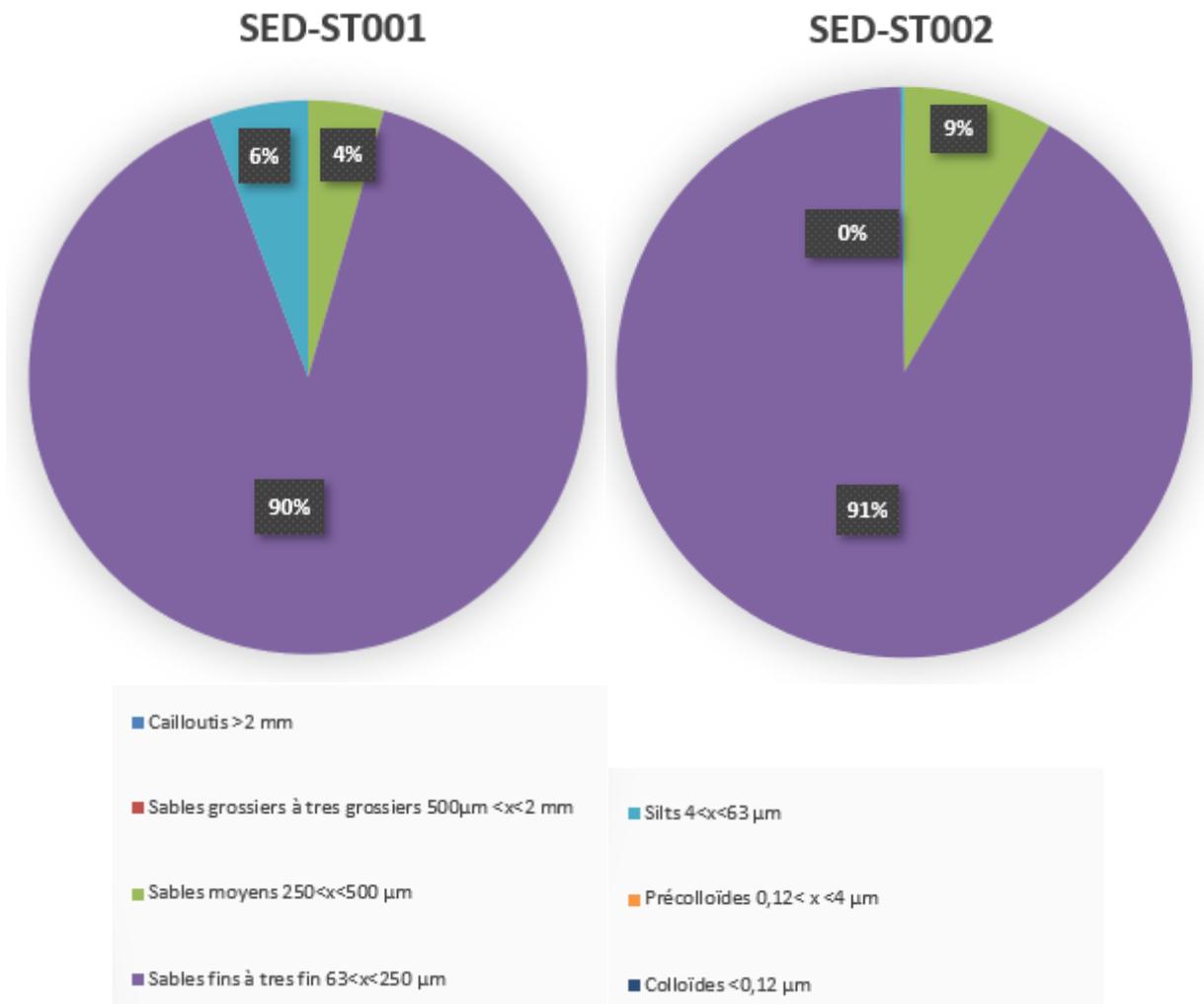


Figure 76 : Fractions granulométriques des stations échantillonnées

- **Concernant les teneurs en métaux lourds** (arsenic, cadmium, chrome, cuivre, mercure, nickel, plomb, phosphore, zinc) :

- A la station SED-ST001, les concentrations en mercure et en plomb sont comprises entre les concentrations des valeurs seuils du RLM état 1 et état 2, et les concentrations en cadmium, cuivre et zinc sont inférieures au RLM état 1 ;
  - A la station SED-ST002, les concentrations pour le mercure sont comprises entre le RML état 1 et état 2, et les concentrations en cadmium, cuivre, plomb et zinc sont inférieures au RLM état 1.
- **Concernant les Polychlorobiphényles (PCB – 25, 52, 101, 118, 138, 153, 180)**, aucun des composés ne montre de concentration au-dessus des seuils de contamination.
- **Concernant les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)**, seule la station SED-ST001 est concernée par une concentration supérieure au RLM état 1 pour le benzo(b)fluoranthène, le benzo(a)pyrène, et le fluoranthène. Ces mêmes composés en station SED-ST002 présentent des concentrations inférieures au RLM état 1.
- **Pour les dérivés de l'étain (TBT, DBT, MBT)**, aucune contamination n'est détectée pour les deux (2) stations.
- **Pour les classes de l'Indice de Contamination Organique (ICO)**, les concentrations en Azote Kjeldahl et en Phosphore total sont considérées comme nulles pour les deux stations selon les classes des indices définis d'après Romont, Pruvot et Alzieu. Les concentrations en COT sont définies comme moyennes selon M.L Licari, 1998 pour les deux stations.

#### 4. CONCLUSION

La campagne d'étude a permis de mettre en évidence la présence des herbiers de posidonies et de neuf (9) tombants de matre sur le tracé du câble, ainsi que la présence de six (6) anciens câbles dans la baie du Prado qui croisent le câble SMW6. Plusieurs enrochements ont été observés entre 4,5 et 2,9 m de profondeur le long du tracé du câble. Cinq (5) obstructions ont également été observées à des profondeurs de 22,9 m (tube métallique), 22,8 m (pneu), 21 m (cordage), 19,8 m (tube béton) et 2,9 m (balisage ZRUP proche du tracé).

Un juvénile vivant de nacre épineuse *Pinna rudis* a été observé sur le tracé du câble SMW6 à 21,7 m de fond ainsi qu'un individu mort de nacre *Pinna sp.* à 9 m de profondeur.

À l'issue de la découverte de la nacre épineuse *Pinna rudis*, la route du câble SMW6 a été modifiée pour l'éviter à plus de 5 m de distance. Cette nouvelle route issue des observations de la campagne de terrain sera utilisée pour la réalisation des dossiers réglementaires et l'installation finale. Une balise de localisation de l'individu de *Pinna rudis* sera installée le jour des opérations afin d'informer les plongeurs de sa position.

Les investigations sous-marines ont permis de vérifier la nature des fonds et de confirmer l'emprise du tracé du câble sur l'herbier de posidonies, en passant sur des fonds composés **d'herbier continu** sur 1,16 km de distance, et **d'herbier discontinu** sur une distance de 0,64 km. Les inspections sous-marines ont montré que les limites de l'herbier définies lors de la campagne d'étude géophysique est bien représentative avec la réalité du terrain concernant l'herbier continu. La carte a pu être adaptée grâce aux données de terrain, notamment pour préciser la cartographie de **l'herbier discontinu**, la présence de matre morte, des enrochements proches de la côte, et des affleurements rocheux à 35 m de profondeur situés à 55 m de distance du câble.

À partir de la cartographie existante, il est possible de calculer que le câble traverse près de 1,8 km d'herbier de posidonies. À ce niveau, le câble sous-marin présentera leur plus fort diamètre avec 41 mm. En estimant la surface occupée par le câble de 0,041 m<sup>2</sup> au mètre linéaire, l'emprise calculée sur l'herbier est de 73,8 mètres carrés environ, dont 47,6 m<sup>2</sup> dans l'herbier continu.

La limite inférieure de l'herbier de la baie du Prado a été observée entre les balises B32 et B31. La matre morte étant présente en avant de la limite inférieure, celle-ci est définie comme régressive. D'après les données de référence selon Bein A. *et al.*, 2013, l'état de vitalité de la limite inférieure de l'herbier est mauvais.

Tableau 25 : Caractérisation de la limite inférieure de l'herbier

Station	Prof (en m)	Ecart par rapport à la profondeur de référence (38 m)	Interprétation de la vitalité de l'herbier (Bein A. et al, 2013)	Type de limite inférieure	Interprétation type limite (Bein A. et al, 2013)
B32-B31	25,2	33.7 %	Médiocre	Régressive	Mauvaise

Les différentes observations aux trois (3) stations de mesure de vitalité de l'herbier de posidonies au droit de la plage du Prado le long du tracé du câble SMW6 présentent un herbier de plaine sur des fonds allant de 9,3 m (limite supérieure de l'herbier continu) à 23 m de profondeur (limite inférieure de l'herbier continu).

La limite supérieure de l'herbier de posidonies (station *Herbier 3* à 9,3 m de fond) est franche et marque la transition avec les sables de la biocénose des Sables Fins Bien Calibrés (SFBC) qui s'étend jusqu'à la côte.

Concernant l'évaluation de l'état de santé de l'herbier, plusieurs descripteurs ont été utilisés. Les mesures de densité de faisceaux foliaires sur l'herbier rendent compte d'un herbier en excellente vitalité (station en

limite inférieure de l'herbier continu à 23 m de profondeur et stations au centre de l'herbier continu à 15 m de profondeur), et de bonne vitalité (stations en limite supérieure de l'herbier continu à 9,3 m de profondeur).

Le déchaussement faible (stations en limites inférieure et supérieure de l'herbier continu) à moyen (station au centre de l'herbier continu) des rhizomes souligne une stabilité relative des apports sédimentaires.

Les proportions de rhizomes plagiotropes observés sur l'ensemble des stations, inférieures à 10 % sur chacune des stations, sont le reflet d'un herbier stable sans montrer toutefois de tendance à la progression.

Tableau 26 : Synthèse des mesures systématiques sur l'herbier à *Posidonia oceanica*

Station	Prof. (m)	Densité moy. (faisceaux/m <sup>2</sup> ) ± écart-type	Classe de densité (Pergent-Martini, 2010)	Déchaussement moyen (cm) ± écart-type	Interprétation déchaussement moyen (Charbonnel et al., 2000)	Rhizomes plagiotropes (en %)	Interprétation % plagiotropes (Charbonnel et al., 2000)	Longueur max des feuilles (cm)
Herbier 1 - Limite inf continu	23.0	415 ± 67	Excellent	4.2 ± 2,3	Déchaussement faible	4.4	Herbier généralement stable, avec peu ou pas de progression	50.3
Herbier 2 - continu	15.0	522 ± 210	Excellent	6.5 ± 2,9	Déchaussement moyen	1.5	Herbier généralement stable, avec peu ou pas de progression	56.3
Herbier 3 - Limite sup continu	9.3	570 ± 121	BON	4.9 ± 2,0	Déchaussement faible	3.2	Herbier généralement stable, avec peu ou pas de progression	48.9

Au-delà de la limite inférieure de l'herbier, le câble passe à 52 m de distance d'un affleurement rocheux recouvert d'espèces s'apparentant à la biocénose du coralligènes, localisé à 35 m de profondeur. Cette zone présente un intérêt écologique, quoique déjà impactée par des activités de pêche avec la présence de filets recouvrant les roches.

Les résultats d'analyse physico-chimique des sédiments prélevés dans la zone d'ensouillage du câble montrent que les fonds marins sont composés en majorité de sédiments grossiers (sables fins à très fins) sur l'ensemble de la zone, ainsi que d'une faible fraction de silts au droit de la plage du Prado. La faible fraction argileuse rend faible l'adsorption de potentiels contaminants et tout aussi réduit le phénomène de désorption dans la colonne d'eau.

La synthèse des résultats d'analyse chimique des sédiments montre que plusieurs composés dépassent les valeurs seuils du RLM état 1 au niveau de la station proche de la plage (SED-ST001) comparativement à la station plus au large, proche de la limite supérieure de l'herbier (SED-ST002). Pour la station au droit de la plage, les métaux lourds tels que le mercure (pour les 2 stations) et le plomb, et les HAP tels que le benzo(b)fluoranthène, le benzo(a)pyrène, et le fluoranthène, présentent des concentrations supérieures au RLM état 1 et inférieures au RLM état 2. Les autres composés ayant pu être comparés aux valeurs seuils à savoir le cadmium, le cuivre, le zinc, le benzo(k)fluoranthène et le TBT, ont des concentrations inférieures au RLM état 1 sur les deux stations.

Au vu des résultats d'analyses physico-chimique et de la relativement faible quantité de sédiments remise en suspension prévue lors des travaux, aucune contamination n'est attendue lors de l'ensouillage du câble entre le bas de plage et la limite supérieure de l'herbier.

## 5. RETOUR D'EXPERIENCE

Une synthèse des retours d'expérience sur l'installation des câbles sous-marins en zone d'herbier de posidonie est présentée ci-après.

Une étude du GIS Posidonie (Charbonnel, 1999) fait état d'un inventaire des références bibliographiques concernant les études relatives à l'impact écologique de la pose de câbles et de conduites sur le milieu marin (Cap Couronne, îles d'Hyères, Porquerolles, Marseille).

Les observations réalisées en plongée au cours de ces études ont montré que les anciens câbles (diamètre supérieur à celui prévu dans le présent dossier), posés sur le fond depuis 20 à 50 ans, ne subissent plus aucun déplacement. Les impacts sont minimes et très peu de dégradation imputable à la présence des câbles a été observée. Au contraire, les anciens câbles sont souvent recouverts naturellement par les posidonies, du fait de la croissance verticale ou horizontale des rhizomes. Par exemple, d'après le rapport RAMOGE (2006), les câbles électriques immergés à la Tour Fondue (Var) depuis 1948 sont enfouis sous une hauteur de 35 cm de rhizomes, qui par leur enchevêtrement compact leur assurent une bonne stabilité sur le fond. À Marseille, le même processus fait que la localisation du trajet des câbles sur le fond est souvent difficile en plongée, du fait de l'incorporation naturelle des câbles dans l'herbier. Ainsi, un câble électrique immergé en 1975 dans la passe d'If est naturellement recouvert par 15 à 20 cm de rhizomes (Charbonnel, 1999).

La dégradation de l'herbier de posidonie environnant semble ainsi très limitée et ne concerne, selon les cas, que 10 cm de part et d'autre de ces câbles. Toutefois, pour des câbles récemment posés, l'impact lié à l'évitement du câble peut être localement plus important et l'herbier peut être dégradé sur environ 1 m. Par exemple, à Porquerolles, sur un raccordement de câble réalisé 2 ans auparavant, un suivi a montré que les déplacements latéraux du câble se visualisent par les feuilles de posidonies couchées sur lesquelles le câble glisse. La pose de cette portion de câble est sans doute trop récente pour que celui-ci soit naturellement incorporé entre les rhizomes de Posidonies (Charbonnel, 1999).

Ce cas ne se produira pas à Marseille, car le système d'ancrage aura pour fonction d'interdire le mouvement du câble et donc de ne pas coucher les frondes ni d'abîmer les rhizomes.

Les études sur les canalisations d'eau et conduites sous-marines donnent le même ordre de grandeur de l'impact, malgré leur diamètre plus important (20 à 30 cm). L'impact peut être quasiment nul. C'est par exemple le cas d'une canalisation d'eau en Corse (île de Cavallo), où le suivi a montré qu'aucune trace de dégradation de l'herbier n'avait été mise en évidence de part et d'autre de cette canalisation, sur la majorité du tracé. L'herbier présentait une très bonne vitalité d'ensemble et les posidonies avaient même tendance à recoloniser certaines surfaces perdues lors de la pose, avec de nombreux rhizomes traçants qui se développaient entre les interstices et sous la canalisation. Néanmoins, cet impact peut atteindre localement jusqu'à 1 m de part et d'autre de la canalisation, selon les zones d'herbier. C'est le cas en Corse et le long de la conduite d'eau à Marseille reliant l'île d'If au Frioul. Dans ces secteurs, la fragilisation de l'herbier se traduit par un déchaussement progressif des rhizomes des posidonies lié à la modification locale de l'hydrodynamisme (lessivage du sédiment) et une diminution des valeurs de densité (phénomène de mitage, avec apparition de petites zones de matte morte) d'après Charbonnel (1999).

De plus, les différents suivis opérés par setecinvivo (anciennement In Vivo Environnement) pour les câbles de télécommunication SeaMeWe4, IMEWE, TE-North, etc. à Marseille sur deux (2) années consécutives et plus récemment sur MEUST et SeaMeWe5 à La Seyne-sur-Mer ont montré l'absence d'impact sur les posidonies et une colonisation des câbles par endroits.

Extrait du rapport de suivi du câble SeaMeWe4 réalisé en 2008 :

*« Aucun signe de déchaussement n'a été repéré tout au long du suivi du câble. Il apparaît que le câble n'a pas d'impact physique sur les rhizomes. Le câble avait été installé contre les rhizomes en écartant les faisceaux lors de la pose. Les faisceaux ne présentent pas de marque et les rhizomes semblent ne pas souffrir de la présence du câble.*

*Ce dernier devient à de très nombreux endroits invisibles dans l'herbier.*

*En effet, un fort fouling et un développement autour de la gaine du câble se font. Par endroits, des éponges ont même englobé le câble. Ce dernier est très bien intégré dans l'herbier.*

*Aucun signe de ragage n'est repérable au sein des posidonies. Le câble est immobile dans les faisceaux.*

*Aucun signe de déchaussement n'est visible sur la matre accueillant le câble. Le déchaussement, qui traduit généralement l'existence d'un déficit sédimentaire et permet d'apprécier l'hydrodynamisme d'une zone, est sur l'ensemble du secteur moyen à faible. L'ensemble de l'herbier ne semble donc pas subir de déficit sédimentaire majeur puisqu'aucune station ne présente un déchaussement important.*

*Il apparaît que l'herbier présente une vitalité et un recouvrement normal. Les comptages de densité et de recouvrement sur les zones où le câble a été déroulé mettent en évidence une absence d'impact du câble sur les posidonies. Les frondes enveloppent bien le câble et ce dernier est très bien intégré au système racinaire.*

*Les densités obtenues ainsi que les recouvrements sont similaires avec d'autres relevés proches : les données du premier suivi et celles du Réseau de Suivi des Posidonies sont semblables.*

*La technique préconisée qui était de déposer le câble avec précaution au sein de l'herbier et de l'ancrer de proche en proche prouve son efficacité, car le câble n'a pas bougé et devient bien intégré aux posidonies, devenant en de nombreux endroits invisibles dans l'herbier (In Vivo, 2008).»*

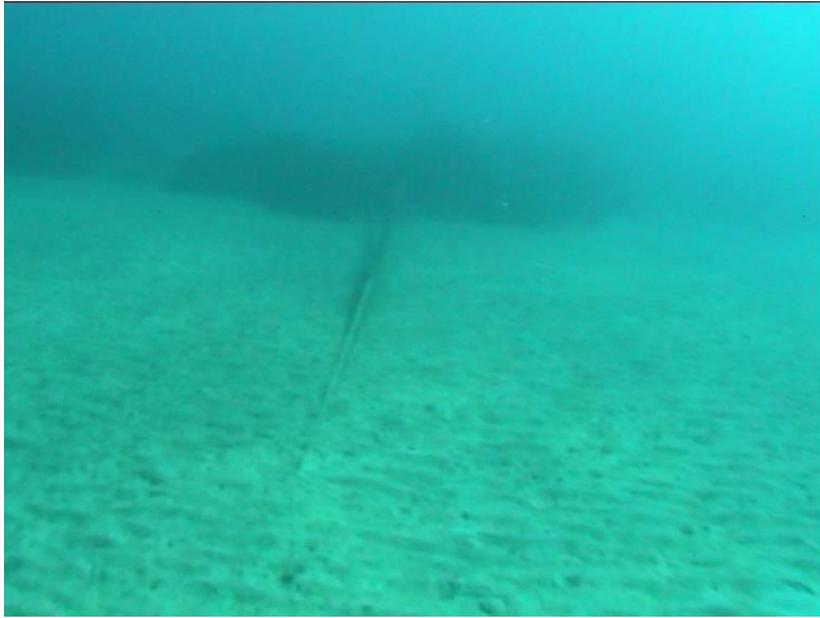


Figure 77 : Enfouissement naturel du câble dans les zones sableuses (In Vivo, 2008)

D'autres exemples sur des câbles simplement posés dans l'herbier ont montré qu'avec le temps l'intégration dans l'environnement pouvait être quasiment totale.



Figure 78 : Câble électrique SACOI entre la Corse et la Sardaigne, simplement posé sur l'herbier près de Cala di Sciumara (Corse). 35 ans après sa mise en place (en 1967), il n'y a pas d'impact négatif sur l'herbier. D'après Pergent et al. (2002b)

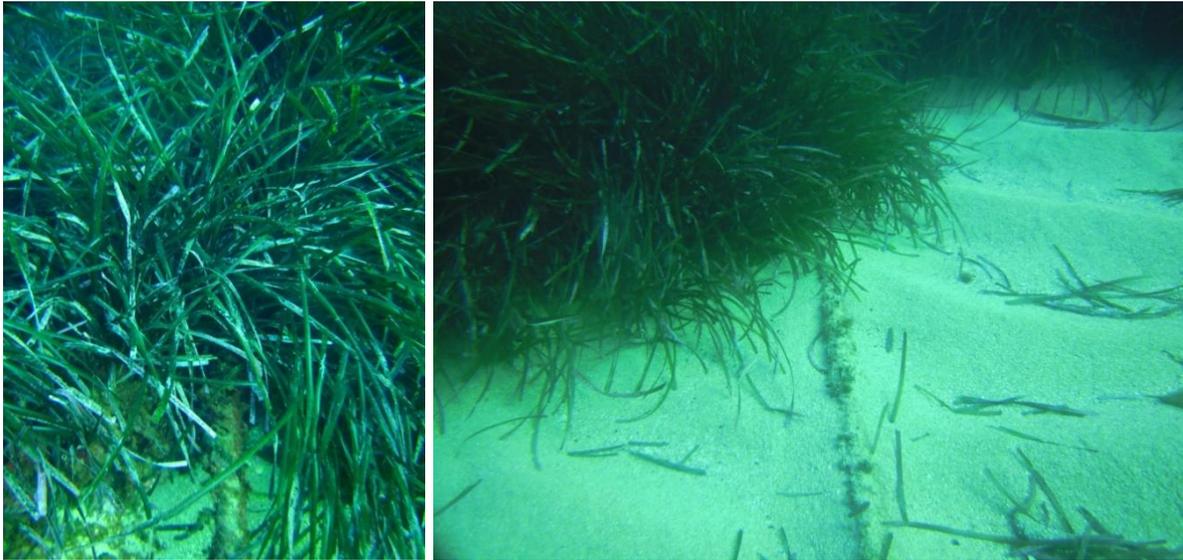


Figure 79 : Câble ANTARES (La Seyne-sur-Mer) pénétrant dans l'herbier de posidonie (In Vivo, 2013)

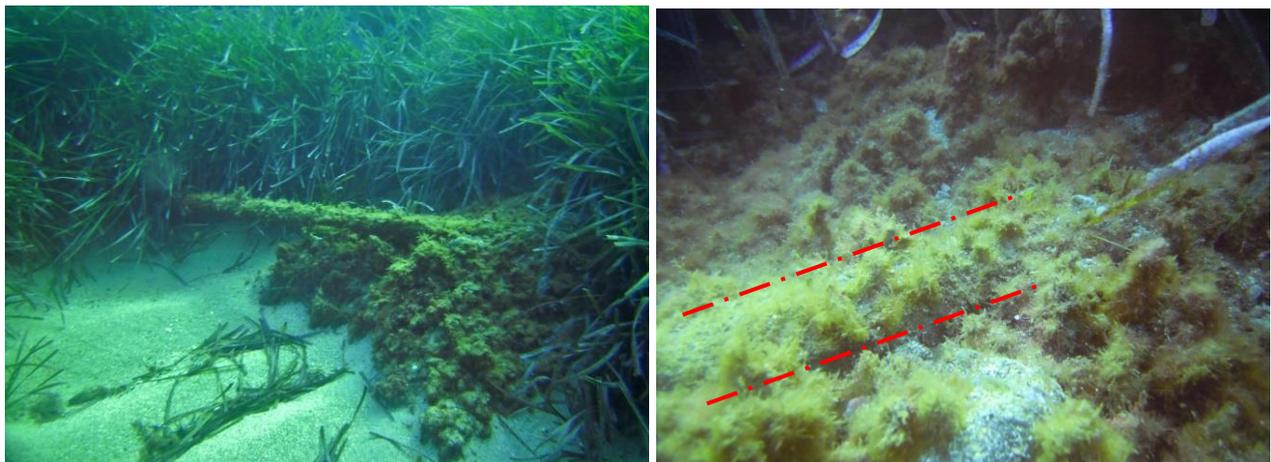


Figure 80 : Câble s'insérant progressivement dans la matre de posidonie (In Vivo, 2013)

De récentes plongées en Corse à Bastia ont permis d'observer deux câbles de transport d'énergie (SACOI2), de diamètre supérieur à 10 cm et installés depuis une trentaine d'années et un câble de télécommunication (Ajaccio). Ces câbles croisent également l'herbier de posidonie et, bien qu'ils présentent des diamètres différents (près de trois fois plus importants pour un câble de transport d'énergie), il est très difficile de les observer dans les zones d'herbier dense.

Les photos ci-dessous illustrent les segments de câble observables en dehors de ces zones.

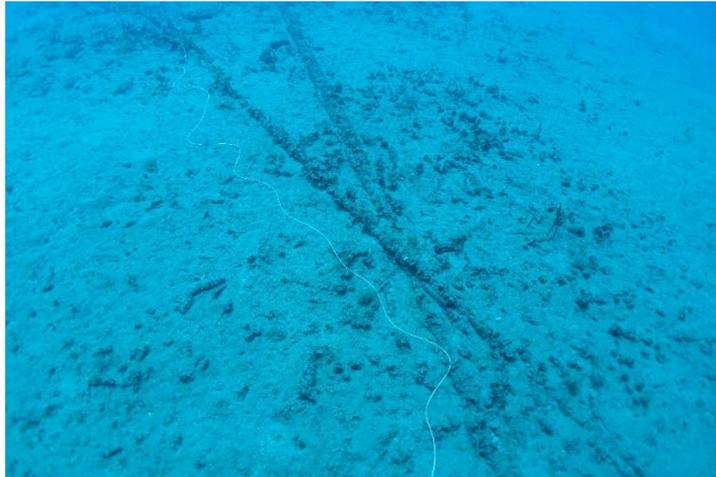


Figure 81 : Câbles de télécommunication et câble de transport d'énergie se croisant en aval de la limite inférieure de l'herbier, sur matte morte (Bastia – Arinella, 2020)



Figure 82 : Câble de transport d'énergie SACOI2 en limite inférieure de l'herbier entièrement colonisé (Bastia – plage de l'Arinella, 2020)



Figure 83 : Câble de transport d'énergie (SACO12) en limite inférieure de l'herbier de posidonie et disparaissant dans la matte (Bastia – plage de l'Arinella, 2020)

D'autres observations récentes, en d'autres secteurs, montrent l'absence de mouvement des câbles de télécommunication installés depuis plusieurs années.

Les photos ci-après illustrent des câbles sous-marins installés à Bonifacio et Marseille. Ces câbles ne présentent aucun signe de dégradation de leur environnement immédiat.



Figure 84 : Câble télécom au sein d'un herbier entre les faisceaux de posidonie (Marseille, 2020)



Figure 85 : Câble télécom sur des enrochements (Marseille, 2020)



*Figure 86 : Câble transport d'énergie pris dans la matte de posidonie (Bonifacio, 2020)*



*Figure 87 : Câble télécom en sortie d'herbier en limite supérieure (Marseille, 2020)*



*Figure 88 : Câble télécom sur matte morte (Marseille, 2020)*



*Figure 89 : Câble télécom en suspension au passage d'une zone d'intermatte (Marseille, 2020)*

À terme, l'impact sur les surfaces d'herbier directement concernées par la réalisation de ce projet sera vraisemblablement minime, car :

- L'herbier montre dans ce secteur des signes de vitalité qui laissent à penser que l'incidence négative locale sera rapidement compensée par la croissance des rhizomes. Le câble constituera un simple frein temporaire au développement qui sera limité à son voisinage immédiat. Rapidement, le câble s'intégrera dans l'herbier qui l'englobera et le cachera.
- Le diamètre du câble est suffisamment petit pour permettre une rapide repousse par-dessus : sachant que l'herbier a globalement des croissances moyennes verticale de 1 cm/an et horizontale de 3 à 10 cm/an et que le câble est d'un diamètre de 41 mm, cela ne devrait pas excéder 1 an au mieux et 3 ans au pire.

Un impact lié aux modifications locales de l'hydrodynamisme peut aussi être envisagé. Il pourrait conduire à un certain déchaussement de l'herbier situé de part et d'autre du câble. Cependant, cet impact peut vraisemblablement être négligé, car l'expérience montre qu'il devrait être très léger et temporaire (le temps que le câble s'intègre dans l'herbier).

L'impact généré par une simple pose d'un câble sur l'herbier reste toutefois très faible, sinon quasiment négligeable dans la majorité des cas.

## 6. BIBLIOGRAPHIE

BONHOMME P., ROIG D., BERNARD G., CHARBONNEL E., DIVETAIN N., 1999. Extension de la cartographie des fonds et de l'herbier à *Posidonia oceanica* entre la calanque du Mugel et l'île verte. *Contrat ADES et GIS Posidonie. GIS Posidonie publ.*, Marseille, Fr. : 1-90.

BOUDOURESQUE C.F., BERNARD G., BONHOMME P., CHARBONNEL E., DIVIACCO G., MEINESZ A., PERGENT G., PERGENT-MARTINI C., RUITTON S., TUNESI L. 2006. Préservation et conservation des herbiers à *Posidonia oceanica*. RAMOGE pub. : 1-202

BRL. 2000. Projet de pose d'une canalisation immergée entre les chantiers navals de La Ciotat et l'île verte. Notice d'impact. 38p.

CHARBONNEL E., BONHOMME P., DE VAUGELAS J., GRAVEZ V., COQUILLARD Y., BERNARD G., CADIOU G., BOUDOURESQUE C-F., 1999. Notice d'impact de la pose d'un câble Alcatel à fibres optiques sur le milieu marin. Cartographie des fonds et de l'herbier de Posidonie et recommandations sur les sites d'atterrage (Agde, Marseille, Lavandou et Nice). Rapport final. *Contrat TRAVOCEAN et GIS Posidonie. GIS Posidonie publ.*, Marseille, Fr. : 1-145.

CHARBONNEL E., BOUDOURESQUE C.F., MEINESZ A., BONHOMME P., BERNARD G., PATRONE J., KRUCZEK R., COTTALORDA J.M., BERTRANDY M.C., FORET P., BRICOUT P., RAGAZZI M., MARRO C., SERRE C., LE DIREAC'H L., 2001. Le réseau de surveillance des posidonies de la Région Provence Alpes Côte d'Azur : résultats du suivi 2001. Région PACA / Agence de l'Eau RMC / GIS Posidonie / CQEL 83 / Conseil Général 06. *GIS Posidonie Publ.*, Marseille, Fr. : 1-119.

IN VIVO. 2006. Suivi biologique et caractéristiques techniques de l'implantation du câble. Projet MED CABLE. *Contrat France Télécom / IN VIVO*.27 p.

IN VIVO. 2006. Suivi biologique et caractéristiques techniques de l'implantation du câble. Projet SEA-ME-WE 4. *Contrat France Télécom / IN VIVO*.31 p.

IN VIVO. 2008. Suivi biologique n°2 et caractéristiques techniques de l'implantation du câble. Projet SEA-ME-WE 4. *Contrat France Télécom / IN VIVO*.31 p.

Pergent-Martini C., Valette-Sansevin A., Pergent G., 2015, Cartographie continue des habitats marins en Corse / Résultats cartographiques - Programme CARTHAMED. Contrat Agence des Aires Marines Protégées et Université de Corse – Equipe Ecosystèmes Littoraux », Corte : 1-60 + annexes.

## FICHE SIGNALÉTIQUE ET DOCUMENTAIRE

Renseignements généraux concernant le document envoyé	
<b>Titre de l'étude</b>	Expertise environnementale sous-marine de la route du câble de télécommunication SEA-ME-WE 6 (SMW6) atterrissant sur la plage du Prado à Marseille
<b>Nombre de pages/planches</b>	82 pages
<b>Maitre d'Ouvrage</b>	
<b>N° marché / Date de notification</b>	

Historique des envois				
Documents envoyés	Exemplaire papier	Exemplaire électronique	Date d'envoi	N° récépissé
Rapport provisoire			28/03/2023	
Rapport provisoire V2				
Rapport définitif				

Intervenants dans l'élaboration des documents
Cédric MARION (Chargé de projets – contrôle)
Audrey PATUCCA (Chargée d'études – rédaction)
Romain BRICOUT (Technicien – réalisation de la mission)

Contrôle qualité		
	Niveau 1	Niveau 2
<b>Contrôlé par</b>	Cédric MARION	Marc CHENOZ
<b>Date</b>	28/03/2023	28/03/2023
<b>Signature</b>		



[www.setec.fr](http://www.setec.fr)

**Paris**  
Immeuble Central Seine  
42-52 quai de la Rapée  
CS 71230  
75583 PARIS CEDEX 12  
FRANCE

Tél +33 1 82 51 55 55

**Lille**  
Palais de la Bourse  
40 place du Théâtre  
59000 LILLE  
FRANCE

Tél +33 3 74 09 10 31

**Lyon**  
Immeuble le Bonnel  
20 rue de la Villette  
69003 LYON  
FRANCE

Tél +33 4 27 85 49 56

**Marseille**  
4 place Sadi Carnot  
13002 MARSEILLE  
FRANCE

Tél +33 4 86 15 61 80

**Nantes**  
L'Acropole  
1 allée Baco  
44000 NANTES  
FRANCE

Tél +33 2 44 76 63 30

Siège social : Immeuble Central Seine 42-52 quai de la Rapée 75583 PARIS CEDEX 12 - SAS au capital de 177 080€ - RCS PARIS 330 727 264 - TVA FR 38330727264