

Expertise environnementale sous-marine de la route du câble de télécommunication BLUE atterrissant sur la plage de Bonneveine à Marseille

 **EXPERTISE**



RAPPORT V1

Janvier 2022



Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable : en conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle de ce rapport et ses annexes ainsi que toute interprétation au-delà des indications et énonciations de Setec in vivo ne saurait engager la responsabilité de celle-ci.

Crédit photographique : Setec in vivo (sauf mention particulière)

Auteurs

Marc CHENOZ	Responsable de l'agence Méditerranée
Cédric MARION	Chef de projets
Audrey PATUCCA	Chargée d'études
Romain BRICOUT	Technicien biologiste marin

setec in vivo
siège social : Immeuble Central Seine
42-52 quai de la Râpée
CS 7120
75 583 Paris cedex 12
France

Tél. +33 1 82 51 55 55
invivo@setec.fr

Agence de La Forêt-Fouesnant
Z.A La Grande Halte
29 940 La Forêt-Fouesnant
France

Tél. + 33 2 98 51 41 75

Agence de TOULON
141 avenue Marcel Castié
83100 TOULON
France

Tél. + 33 4 86 15 61 83



SAS au capital de 50 000 € - RCS Paris 818 424 970 – TVA FR58818424970



Table des matières

1	CONTEXTE	7
2	CARTOGRAPHIE DES BIOCENOSSES MARINES DE LA ZONE D'ETUDE	8
3	ETUDE DES HABITATS MARINS SUR LE TRACE DU CÂBLE	10
3.1	MATERIEL ET METHODES.....	10
3.1.1	Reconnaissance des fonds sur le tracé du câble.....	11
3.1.2	Caractérisation de l'herbier de Posidonies au droit de la plage de Bonneveine	16
3.1.3	Reconnaissance des fonds coralligènes au droit de la plage de Bonneveine	24
3.1.4	Analyses sédimentaires au droit de la plage de Bonneveine	24
3.2	RESULTATS.....	28
3.2.1	Description des fonds observés sur la route du câble	28
3.2.2	Caractérisation de l'herbier de Posidonies au droit de la plage de Bonneveine	51
3.2.3	Reconnaissance des fonds à coralligène	56
3.2.4	Analyses sédimentaires.....	60
3.2.1	Conclusion	65
4	RETOURS D'EXPERIENCE	70
5	BIBLIOGRAPHIE	78
	FICHE SIGNALÉTIQUE ET DOCUMENTAIRE	79



Liste des figures

Figure 1 : Route du câble BLUE dans les Eaux Territoriales françaises (© SHOM).....	7
Figure 2 : Le « Posidonia » de setec in vivo	10
Figure 3 : Prises de vue illustrant les conditions météorologiques lors de la campagne d'étude.....	10
Figure 4 : Installation des balises le long du tracé du câble.....	12
Figure 5 : Filin lesté sur le fond marquant le tracé du câble sous-marin	12
Figure 6 : Plongeur évoluant le long du filin	14
Figure 7 : Schéma d'utilisation du mini-ROV.....	14
Figure 8 : Préparation du mini-ROV et immersion lors de la campagne d'étude.....	15
Figure 9 : Les différents types d'herbiers à Posidonia oceanica.....	17
Figure 10 : Quadrillage apposé sur une photo pour calcul du taux de recouvrement	19
Figure 11 : Quadrat de 20*20 cm et mesure de la densité des faisceaux	20
Figure 12 : Description des rhizomes de posidonies (Boudouresque et Meinesz, 1982 in Boudouresque et al, 2006)	22
Figure 13 : Mesure du déchaussement de l'herbier de Posidonies (Boudouresque et al, 2006)	23
Figure 14 : Carte présentant la station de référence du réseau RNO à proximité de la zone d'étude (RNO, 1998)	26
Figure 15 : Balises de repérage le long du tracé du câble BLUE.....	29
Figure 16 : Tâches d'herbier de Posidonia oceanica (B36-B35 à gauche et B33-B32 à droite).....	31
Figure 17 : Anciens câbles sur la route du câble BLUE : 1. et 2. entre les balises B35-B34 (25,4 - 24,7 m) ; 3. entre les balises B30-B29 (23,9 - 22,6 m)	31
Figure 18 : 1. Astropecten aranciacus ; 2. Echinaster sp. 3 Phymatolithon sp. ; 4. Peyssonnelia sp. et Dysidea avara ; 5. Holothuria sp. ; 6. Nid de poulpe.....	32
Figure 19 : Herbier de Posidonie le long du tracé du câble (transect B20 – B19 en haut, transect B11-B10 en bas)	33
Figure 20 : Observations d'une grande nacre morte entre les transects B18-B17 (à gauche) et entre les transects B16-B15 (à droite).....	35
Figure 21 : Obstruction au niveau du transect B19-B18 (à 18,3 m de profondeur).....	40
Figure 22 : Interface entre la limite supérieure de l'herbier de Posidonie et les sables fins, entre les balises B08- B07 (10,2 m – 9,0 m de profondeur)	40
Figure 23 : Illustration des espèces rencontrées sur le transect : 1. Dysidea avara ; 2. Peyssonnelia sp. 3. Marthasterias glacialis. ; 4. Echinaster sp. ; 5. Halocynthia papillosa ; 6. Aplysina spp.	41
Figure 24 : Tâche d'herbier de Posidonie.....	42
Figure 25 : Sables fins - à gauche, entre les balises B07-B06, 9,0 m – 7,7 m de profondeur ; à droite, entre les balises B02-B01, 4,2 m – 3,4 m de profondeur.....	42
Figure 26 : Obstruction à proximité du tracé (entre les balises B1 et B2)	42
Figure 27 : Blocs rocheux sur le tracé du câble entre 3,0 m et 3,5 m de profondeur	43
Figure 28 : Sables grossiers entre les balises B01 et B00 (3,4 m – 0,0 m de profondeur)	43
Figure 29 : Zones et transects prospectés en mini-ROV	44
Figure 30 : Fond vaseux au niveau du transect 1 de la zone 1 (à gauche) et Funiculina quadrangularis (à droite)	45
Figure 31 : Fond vaseux au niveau du transect 2 de la zone 1 (à gauche) et Pennatula rubra (à droite).....	45
Figure 32 : Fond vaseux au niveau du transect 3 de la zone 1 (à gauche) et alcyonnaire (à droite).....	45
Figure 33 : Fond vaseux au niveau du transect 4 de la zone 1 (à gauche) et objet métallique (à droite)	46
Figure 34 : Fond vaseux au niveau du transect 5 de la zone 2	46
Figure 35 : Fond vaseux au niveau du transect 6 de la zone 2 (gauche) et blocs rocheux colonisés (à droite) 47	47
Figure 36 : Illustrations du fond observé le long du transect 7 de la zone 2 : 1. Fond vaseux ; 2 & 3. Blocs rocheux colonisés.....	48
Figure 37 : Fond vaseux au niveau du transect 8 de la zone 2	48
Figure 38 : Fond sablo-vaseux et étoile de mer (à gauche) et un hydraire (à droite) au niveau du transect 9 de la zone 2.....	49
Figure 39 : Fond sablo-vaseux au niveau du transect 10 de la zone 3.....	49
Figure 40 : Fond sablo-vaseux au niveau du transect 11 de la zone 3.....	49
Figure 41 : Fond sablo-vaseux au niveau du transect 12 de la zone 4 avec croisement d'un câble existant (à droite).....	50
Figure 42 : Fond constitué de sable coquiller (à gauche) et gorgone (à droite) au niveau du transect 13 de la zone 4.....	50
Figure 43 : Localisation des stations de mesure de l'herbier de Posidonies.....	51
Figure 44 : Illustration de la limite inférieure de l'herbier de Posidonie à 25,4 m de profondeur	52
Figure 45 : Illustrations de l'herbier autour de la station Herb001 – 22,6 m de profondeur.....	52

Figure 46 : Illustrations de l'herbier autour de la station Herb002 – 20,4 m de profondeur	53
Figure 47 : Illustrations de l'herbier autour de la station Herb003 – 12,4 m de profondeur	54
Figure 48 : Illustrations de l'herbier autour de la station Herb003 – 12,4 m de profondeur	55
Figure 49: Localisation des stations de coralligène	57
Figure 50 : Affleurement rocheux au niveau du transect Co1-Co2 – 33,5 m de fond	58
Figure 51 : Observation le long du transect entre les stations Co 1 et Co2 à 33,5 m de profondeur : 1. Lithophyllum sp., Mesophyllum sp., Myriapora truncata., Halocynthia papillosa ; 2. Halocynthia papillosa ; 3. Cnidaire ; 4. Lithophyllum sp. et Crambe crambe ; 5. Centrostephanus longispinus, 6. Cladocora caespitosa	59
Figure 52 : Ancien câble au niveau du transect Co1-Co2 (33,5 m de profondeur).....	60
Figure 53 : Stations des points de prélèvement de sédiments.....	60
Figure 54 : Fractions granulométriques des stations échantillonnées.....	63
Figure 55 : Synthèse des observations en plongée (herbier et sédiment) sur le tracé du câble BLUE.....	68
Figure 56 : Synthèse des observations en plongée (coralligène) et par mini-ROV sur le tracé du câble BLUE ...	69
Figure 57 : Enfouissement naturel du câble dans les zones sableuses (In Vivo, 2008)	72
Figure 58 : 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)	72
Figure 59 : Câble ANTARES (La Seyne-sur-Mer) pénétrant dans l'herbier de posidonie (In Vivo, 2013)	73
Figure 60 : Câble s'insérant progressivement dans la matre de posidonie (In Vivo, 2013)	73
Figure 61 : Câbles de télécommunication et câble de transport d'énergie se croisant en aval de la limite inférieure de l'herbier, sur matre morte (Bastia – Arinella, 2020)	74
Figure 62 : Câble de transport d'énergie SACOI2 en limite inférieure de l'herbier entièrement colonisé (Bastia – plage de l'Arinella, 2020)	74
Figure 63 : Câble de transport d'énergie (SACOI2) en limite inférieure de l'herbier de posidonie et disparaissant dans la matre (Bastia – plage de l'Arinella, 2020)	74
Figure 64 : Câble télécom au sein d'un herbier entre les faisceaux de posidonie (Marseille, 2020).....	75
Figure 65 : Câble télécom sur des enrochements (Marseille, 2020)	75
Figure 66 : Câble transport d'énergie pris dans la matre de posidonie (Bonifacio, 2020).....	76
Figure 67 : Câble télécom sur matre morte (Marseille, 2020).....	76
Figure 68 : Câble télécom en sortie d'herbier en limite supérieure (Marseille, 2020)	76
Figure 69 : Câble télécom en suspension au passage d'une zone d'intermatre (Marseille, 2020)	76

Liste des tableaux

Tableau 1 : Coordonnées des balises installées le long du tracé du câble	12
Tableau 2 : Coordonnées des stations d'observation par le mini-ROV pour le câble BLUE	15
Tableau 3 : Evaluation de la vitalité de l'herbier à Posidonia oceanica en fonction de la position bathymétrique de la limite inférieure en Corse (Bein A. et al, 2013)	18
Tableau 4 : Evaluation de la vitalité de l'herbier à Posidonia oceanica en fonction de la typologie de la limite inférieure de l'herbier (Bein A. et al, 2013)	18
Tableau 5 : Interprétation de la vitalité de l'herbier en limite inférieure de l'herbier (Charbonnel et al., 2000) ..	19
Tableau 6 : Classification de l'état de l'herbier selon les densités (/m ²) de faisceaux observés et le niveau de profondeur (m) (Pergent et al., 2008 et Pergent-Martini et al., 2010)	21
Tableau 7 : Evaluation de la vitalité de l'herbier à partir du pourcentage de rhizomes plagiotropes de P. oceanica. (Charbonnel et al., 2000).....	22
Tableau 8 : Échelle d'évaluation du déchaussement en fonction des valeurs moyennes mesurées (Charbonnel et al., 2000)	23
Tableau 9 : Coordonnées GPS des stations herbiers de Posidonies.....	23
Tableau 10 : Coordonnées des points GPS des stations coralligènes.....	24
Tableau 11 : 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)	27
Tableau 12 : Indice de contamination organique d'après Romont (1966) et Pruvot (1999) dans Alzieu (2003) ..	27
Tableau 13 : Coordonnées (en WGS 84) des points de prélèvement des sédiments pour analyses	28
Tableau 14 : Synthèse des observations pour chaque transect parcouru en plongée sous-marine	30
Tableau 15 : Synthèse des observations des tombants de matre croisés le long du tracé du câble BLUE	34
Tableau 16: Synthèse des observations de câbles croisant le tracé du câble BLUE entre les balises B09 et B27 36	
Tableau 17 : Résultats des mesures réalisées à la limite inférieure de l'herbier	52



Tableau 18 : Résultats des mesures réalisées à la station Herb001	53
Tableau 19 : Résultats des mesures réalisées à la station Herb002	54
Tableau 20 : Résultats des mesures réalisées à la station Herb003	55
Tableau 21 : Résultats des mesures réalisées à la station Herb004	56
Tableau 22 : Synthèse des observations des sédiments prélevés sur le tracé du câble BLUE	61
Tableau 23 : Tableau des résultats des analyses physico-chimiques des prélèvements sédimentaires	62
Tableau 24 : Caractérisation de la limite inférieure de l'herbier	65
Tableau 25 : Synthèse des mesures systématiques sur l'herbier à Posidonia oceanica	66

Liste des planches

Planche 1 : Distribution des biocénoses marines jusqu'à la limite du plateau continental.....	8
Planche 2 : Distribution des biocénoses marines à la côte	8
Planche 3 : Localisation des balises de repérage le long du tracé du câble	11
Planche 4 : Transects parcourus avec le mini-ROV au niveau du tracé du câble	16
Planche 5 : Localisation et profondeur des stations d'étude pour l'évaluation de l'état de vitalité de l'herbier. 23	23
Planche 6 : Localisation et profondeur des stations d'étude des zones à coralligènes	24
Planche 7 : Stations des points de prélèvements de sédiments au carottier à main	28
Planche 8 : Synthèse des obstructions et des observations recensées en plongée sous-marine le long du tracé du câble BLUE.....	43
Planche 9 : Transects effectués au niveau de la zone 1	44
Planche 10 : Transects effectués au niveau de la zone 2	46
Planche 11 : Transects effectués au niveau de la zone 3	48
Planche 12: Transects effectués au niveau de la zone 4	50

1 CONTEXTE

Le projet BLUE, porté par OMANTEL, s'inscrit dans le cadre d'un projet d'installation d'un câble de fibre optique visant à augmenter sensiblement la capacité des transmissions de télécommunication entre les pays bordant la Mer Méditerranée, depuis sa partie occidentale jusqu'à sa partie orientale.

Pour sa partie française, le projet consiste à déployer un câble sous-marin de télécommunication en Mer Méditerranée sur une distance de 38,8 km dans les Eaux Territoriales françaises. Le site d'atterrissage du câble se situe sur la plage de Bonneveine à Marseille.

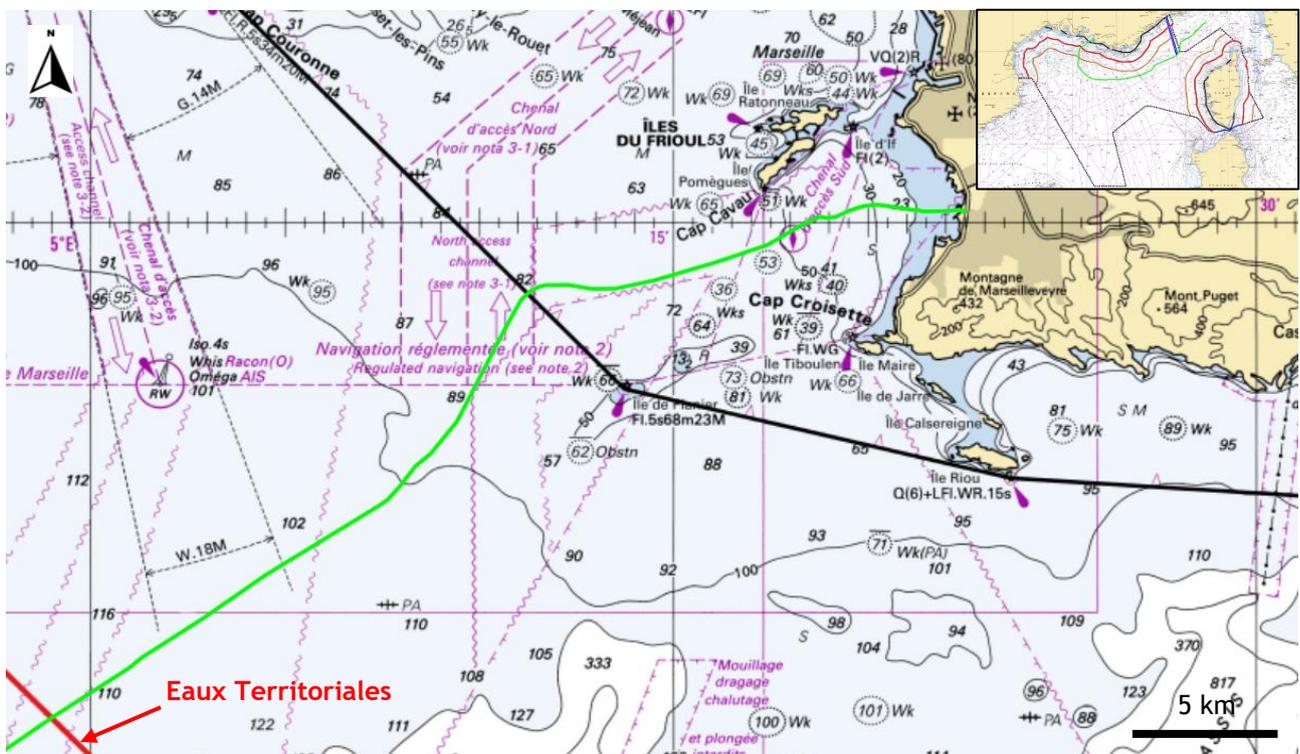


Figure 1 : Route du câble BLUE dans les Eaux Territoriales françaises (© SHOM)

Le document présente le déroulement des investigations ainsi que les résultats obtenus. 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 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 et l'étude d'incidences associée.



2 CARTOGRAPHIE DES BIOCÉNOSES MARINES DE LA ZONE D'ÉTUDE

La cartographie des biocénoses marines de la zone d'étude utilise l'évaluation écologique de la zone côtière de Marseille issue de la cartographie des données Donia Expert disponible sur la plateforme de surveillance des eaux côtières et des écosystèmes de Méditerranée MEDTRIX ainsi que les données issues des levés géophysique *offshore* d'ASN.

Les cartes suivantes (Planche 1 et Planche 2) présentent les biocénoses marines rencontrées par le câble sous-marin. Les stations d'études du plan d'échantillonnage ont été positionnées à partir de cette cartographie et selon le tracé du câble BLUE, les résultats sont présentés dans le présent document.

Planche 1 : Distribution des biocénoses marines jusqu'à la limite du plateau continental

Planche 2 : Distribution des biocénoses marines à la côte

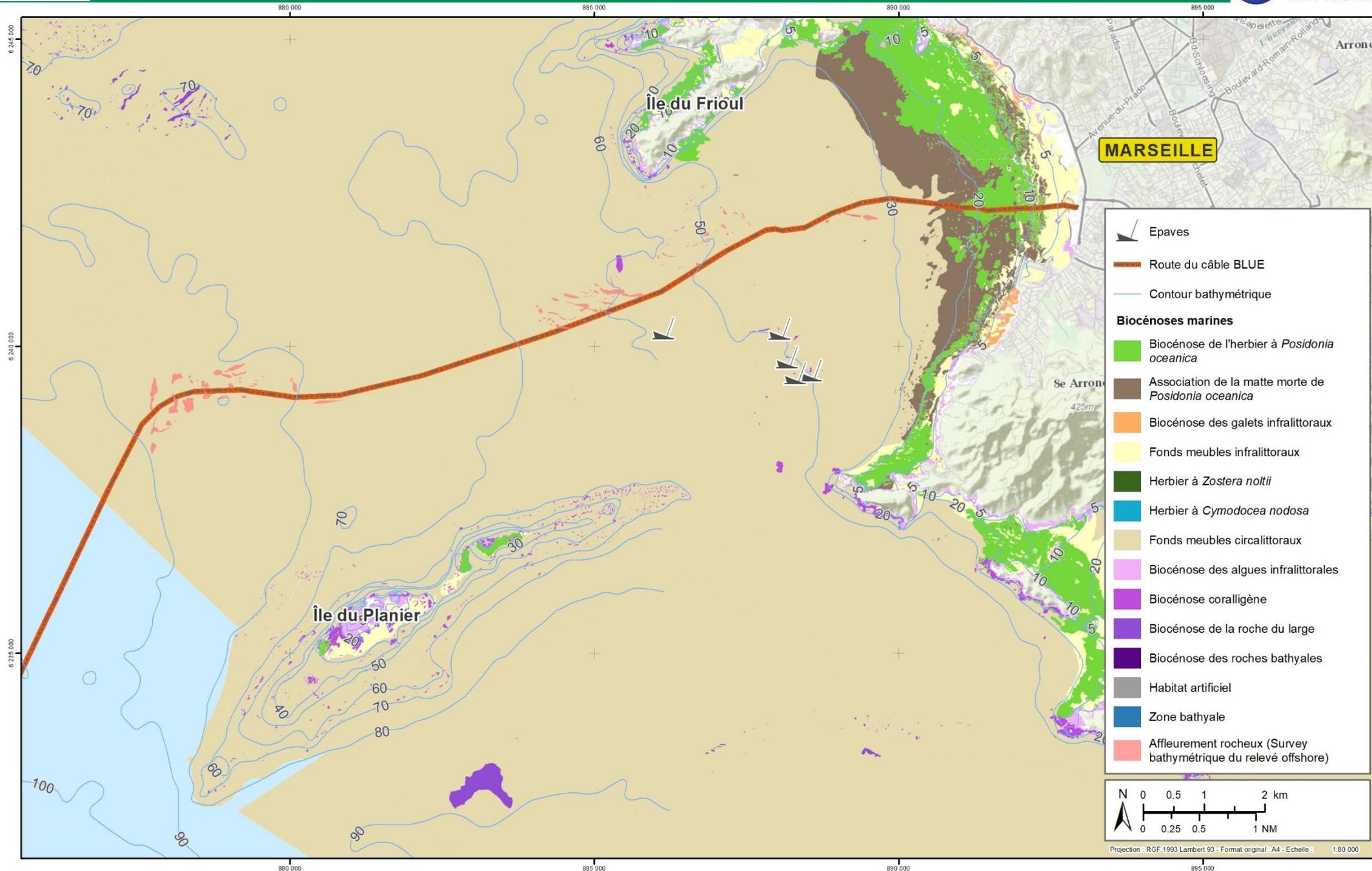
Des reconnaissances sous-marines et une caractérisation de l'herbier *Posidonia oceanica* ont été réalisées selon un plan d'échantillonnage intégrant des plongées sur l'ensemble du tracé du câble BLUE au droit de la plage de Bonneveine à Marseille, à partir de l'interface entre le sable et la matre,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

L'herbier au droit de la plage de Bonneveine fait partie de l'herbier de la baie du Prado. Il sépare les sédiments sableux de la biocénose côtière des sables bien calibrés et des fonds meubles circalittoraux.

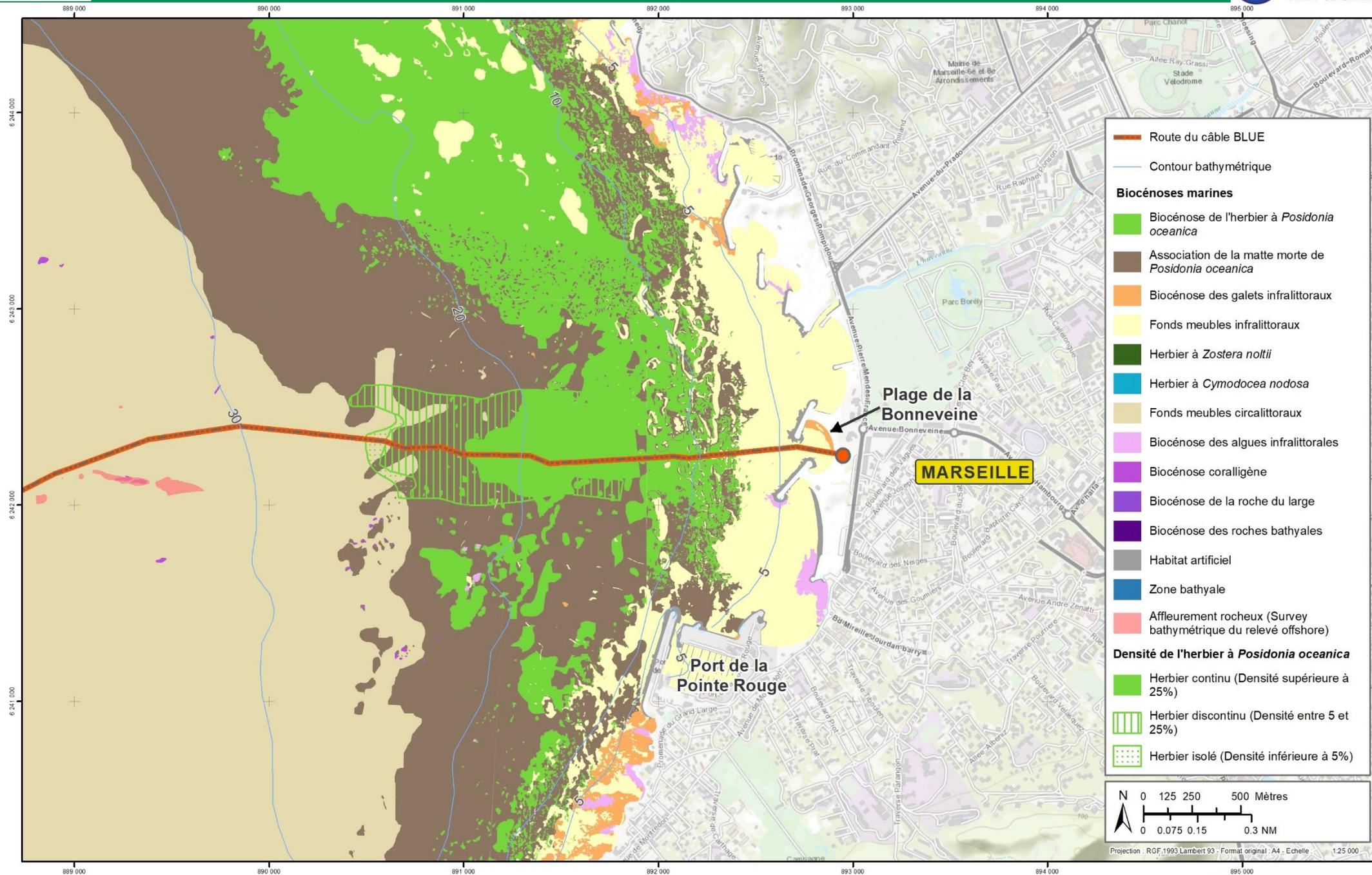
La typologie de l'herbier au droit de la plage de Bonneveine se distingue en trois (3) catégories selon sa densité, à savoir « herbier isolé », « herbier discontinu » et « herbier continu ». Cette distinction a été réalisée en fonction du pourcentage d'herbier recensé sur la surface prospectée lors des levés *offshore*. Un herbier isolé est présent sur 5 % de la surface prospectée alors qu'un herbier discontinu est présent entre 5 à 25 % de cette surface. Au-delà, l'herbier est qualifié de continu.

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 BLUE, l'herbier de Posidonie se situe sur des fonds compris entre 9,0 mètres et 26,1 mètres de profondeur. De part et d'autre de l'herbier, les fonds sont sableux.

Le tracé du câble sous-marin traverse l'herbier sur une distance de 1,8 km environ entre les limites inférieure et supérieure, mais il suit majoritairement des zones de matre morte. Le tracé du câble BLUE croise l'herbier continu sur une distance de près de 1,4 km, entre les isobathes 9,0 m et 22,6 m.



Préparation et réalisation : Ayméric BOULAY, Setec in vivo - Date : janvier 2022 - Ref. : ALCATEL_BLUE_MRS_BIERTED1 - Sources : ESR, SHOM, MEDTRIX DONIA



Préparation et réalisation : Améric BOLLAY, Géosciences in vivo - Date : janvier 2022 - Ref : ALCATEL_BLUE_MRS_SIZERT02 - Sources : ESR, SHOM, MEDTRIX DONIA



Au-delà des zones d'herbiers et de l'interface entre la matte et les fonds sableux, le tracé du câble BLUE traverse une zone de biocénoses à coralligènes à l'isobathe 33,5 m. Quatre (4) zones d'affleurements rocheux ont été identifiées par les études d'ASN, situées au nord et nord-est de l'île du Planier.

Entre les isobathes 45 m et 60 m, le câble BLUE passe au nord de cinq (5) épaves : la barge aux congrès, le Miquelon, le Ker-Bihan, la Drôme, ainsi que d'une épave dont le nom n'est pas identifié.

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

3 ÉTUDE DES HABITATS MARINS SUR LE TRACE DU CÂBLE

3.1 MATÉRIEL ET MÉTHODES

La campagne d'étude a été réalisée sur trois (3) jours, du 13 au 15 décembre 2021 par une équipe de quatre (4) plongeurs scientifiques, et a nécessité l'utilisation du bateau « Posidonia », un semi-rigide de 5,20 m de la société setec in vivo.



Figure 2 : Le « Posidonia » de setec in vivo

Les journées du 13 au 15 décembre présentaient de bonnes conditions météorologiques, avec une mer belle peu agitée et un bon ensoleillement, plus court en cette période hivernale. Plusieurs plongées ont donc été réalisées au moyen de phares en raison de la luminosité réduite.

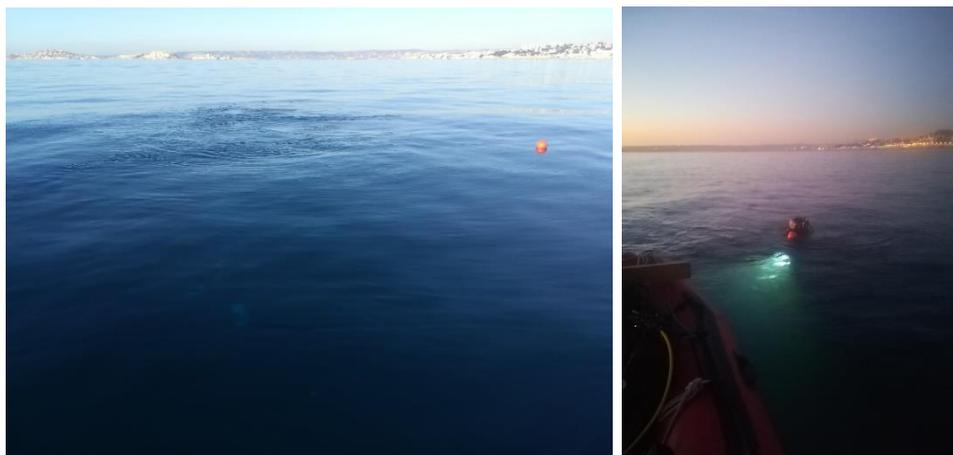


Figure 3 : Prises de vue illustrant les conditions météorologiques lors de la campagne d'étude

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, réglets, décamètres, plaquette immergeable, etc.) ;
- ✓ Matériel photo et vidéo (SONY RX 100 II, SONY RX 100 V et Gopro Hero 4, Mini-ROV Gladius) ;

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).

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).

Par ailleurs, notre organisation et le déroulement de nos interventions étaient conformes aux règles sanitaires en vigueur du gouvernement et de la société Setec pour limiter la propagation de l'épidémie de COVID-19.

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 BLUE dans la zone 0 - 35 mètres en plongée sous-marine et dans la zone 35 - 90 mètres au moyen du mini-ROV, 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.

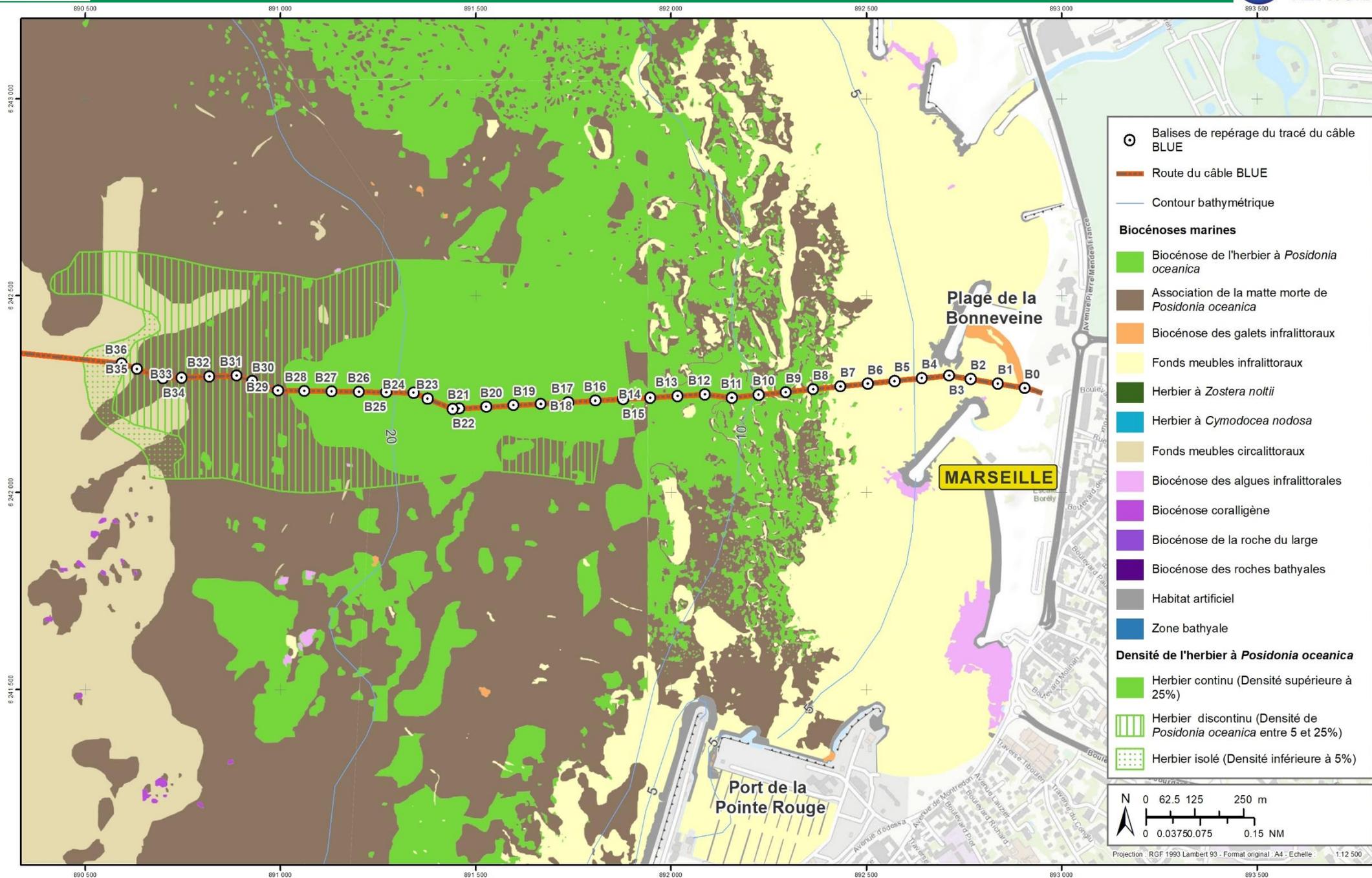
3.1.1.1 Le marquage du tracé du câble

Un marquage du tracé du câble a été réalisé au préalable à l'ensemble des investigations et expertises sous-marines, où trente-sept (37) balises ont été disposées, espacées de 70 mètres, délimitant trente-six (36) 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 de Bonneveine. La position des balises a été déterminée le plus précisément possible à partir des levés géophysiques de la campagne d'étude *offshore* 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 le long du tracé du câble



Préparation et réalisation : Ayméric BOLLAY, Setec in vivo - Date : janvier 2022 - Ref. : ALCATEL_BLUE_MRS_BIZERTEO3 - Sources : ESRI, SHOM, MEDTRIX, DONIA



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

Balise	Profondeur (m)	Coordonnées (en WGS 84)	
		Latitude	Longitude
B00	0	43° 15'12.49"N	5° 22'27.75"E
B01	3	43° 15'12.93"N	5° 22'24.71"E
B02	4	43° 15'13.38"N	5° 22'21.67"E
B03	5	43° 15'13.73"N	5° 22'19.23"E
B04	6	43° 15'13.57"N	5° 22'16.14"E
B05	7	43° 15'13.41"N	5° 22'13.04"E
B06	8	43° 15'13.25"N	5° 22'9.94"E
B07	9	43° 15'13.09"N	5° 22'6.85"E
B08	10	43° 15'12.93"N	5° 22'3.75"E
B09	11	43° 15'12.77"N	5° 22'0.66"E
B10	11	43° 15'12.61"N	5° 21'57.56"E



B11	11	43° 15'12.46"N	5° 21'54.52"E
B12	12	43° 15'12.79"N	5° 21'51.45"E
B13	13	43° 15'12.72"N	5° 21'48.35"E
B14	14	43° 15'12.66"N	5° 21'45.25"E
B15	15	43° 15'12.60"N	5° 21'42.15"E
B16	16	43° 15'12.53"N	5° 21'39.04"E
B17	17	43° 15'12.47"N	5° 21'35.94"E
B18	18	43° 15'12.41"N	5° 21'32.84"E
B19	19	43° 15'12.35"N	5° 21'29.74"E
B20	19	43° 15'12.29"N	5° 21'26.64"E
B21	20	43° 15'12.23"N	5° 21'23.53"E
B22	20	43° 15'12.21"N	5° 21'22.82"E
B23	20	43° 15'13.14"N	5° 21'19.99"E
B24	20	43° 15'13.64"N	5° 21'18.44"E
B25	21	43° 15'13.74"N	5° 21'15.34"E
B26	21	43° 15'13.85"N	5° 21'12.24"E
B27	22	43° 15'13.95"N	5° 21'9.14"E
B28	22	43° 15'14.06"N	5° 21'6.05"E
B29	23	43° 15'14.16"N	5° 21'3.06"E
B30	24	43° 15'14.98"N	5° 21'0.17"E
B31	24	43° 15'15.48"N	5° 20'58.41"E
B32	25	43° 15'15.47"N	5° 20'55.31"E
B33	25	43° 15'15.46"N	5° 20'52.20"E
B34	25	43° 15'15.45"N	5° 20'50.06"E
B35	25	43° 15'16.27"N	5° 20'47.17"E
B36	26	43° 15'16.77"N	5° 20'45.45"E

3.1.1.2 Les reconnaissances sous-marines en plongée

Le long du tracé balisé

Dès la fin de l'installation du filin marquant le tracé du câble, une équipe de 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-six (36) vidéos ont réalisées entre les balises B0 et B36 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*, d'obstructions, de tombant de matre, de câble, etc.), ainsi que des photographies.

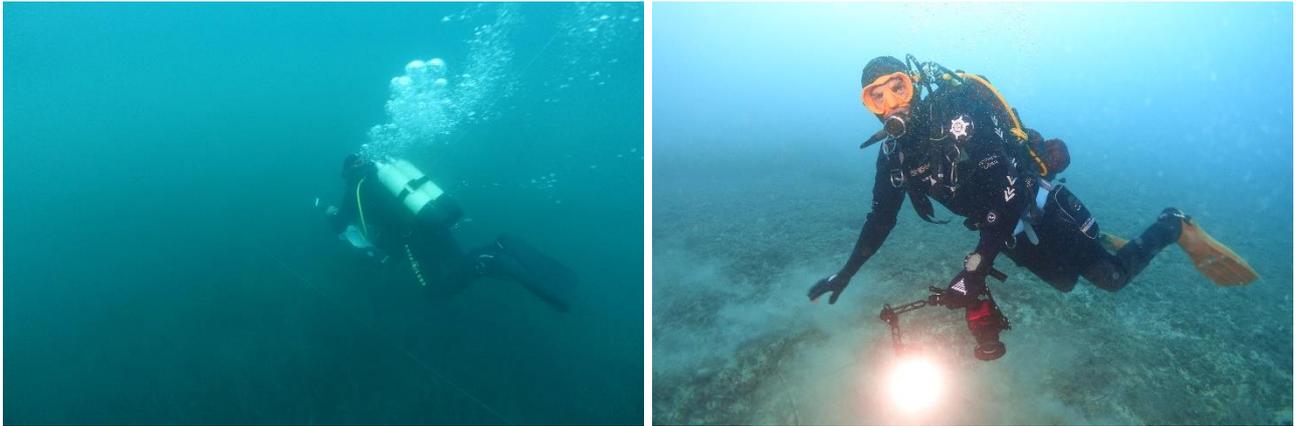


Figure 6 : Plongeur évoluant le long du filin

3.1.1.3 Les reconnaissances vidéo au moyen du mini-ROV

Au-delà de l'isobathe 34 m, des investigations par mini-ROV (*Remotely Operated Vehicle*, Véhicule commandé à distance) ont été réalisées sur quatre (4) zones et treize (13) transects ont été étudiés sur le tracé du câble BLUE.

Le ROV employé est un robot sous-marin téléguidé de type Gladius pouvant descendre à une profondeur maximale de 100 m. Depuis le bateau, le mini-ROV est tracté depuis son support à partir de l'embarcation.

Les vidéos sont réalisées avec un angle d'environ 30°, 50 cm au-dessus du fond. La qualité des vidéos dépend des matières en suspension et donc de la visibilité et de la luminosité sous l'eau.

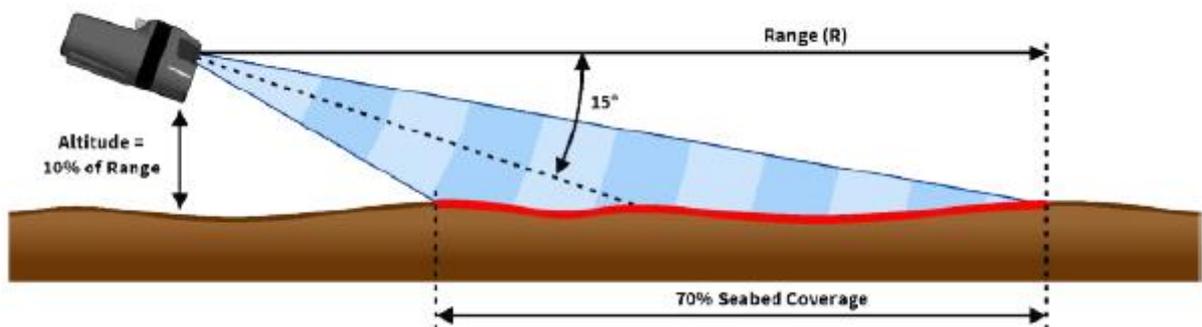


Figure 7 : Schéma d'utilisation du mini-ROV

Des photographies et vidéos sont réalisées au fur et à mesure de son parcours et sont observées en temps réel sur le bateau.



Figure 8 : Préparation du mini-ROV et immersion lors de la campagne d'étude

Chaque séquence vidéo représente un enregistrement d'environ 5 minutes d'images au fond. Son autonomie permet donc de couvrir le tracé du câble à large échelle.

Les coordonnées des stations d'observation par le mini-ROV sont présentées dans le tableau ci-après.

Tableau 2 : Coordonnées des stations d'observation par le mini-ROV pour le câble BLUE

Zone	Station	Profondeur (m WD)	Substrat	Coordonnées (en WGS 84) du point d'immersion du mini-ROV	
				Latitude	Longitude
1	Transect 1	88	Vase	43° 13'45.38"N	5° 11'26.91"E
				43° 13'45.56"N	5° 11'32.45"E
	Transect 2	87		43° 13'48.65"N	5° 11'48.72"E
				43° 13'48.98"N	5° 11'52.17"E
	Transect 3	87		43° 13'42.02"N	5° 11'39.10"E
				43° 13'42.55"N	5° 11'43.58"E
Transect 4	82	43° 13'44.82"N	5° 13'16.09"E		
		43° 13'45.09"N	5° 13'20.47"E		
2	Transect 5	69	Vase	43° 14'17.25"N	5° 16'15.37"E
				43° 14'18.25"N	5° 16'18.89"E
	Transect 6	67	Vase et roche coralligène	43° 14'20.03"N	5° 16'26.67"E
				43° 14'22.06"N	5° 16'34.81"E
				43° 14'24.12"N	5° 16'44.20"E
	Transect 7	63	Vase et roche coralligène	43° 14'25.52"N	5° 16'49.18"E
43° 14'30.08"N				5° 17'7.27"E	
Transect 8	62	Vase	43° 14'31.88"N	5° 17'14.72"E	
			43° 14'31.88"N	5° 17'14.72"E	
3	Transect 9	52	Sable détritique côtier	43° 14'45.75"N	5° 17'51.92"E
				43° 14'46.26"N	5° 18'0.85"E



	Transect 10	50	Vase	43° 14'53.65"N	5° 18'9.51"E
				43° 14'54.86"N	5° 18'12.33"E
	Transect 11	50	Vase et enrochements	43° 14'56.31"N	5° 18'9.32"E
				43° 14'57.87"N	5° 18'13.15"E
4	Transect 12	40	Sablo-vaseux	43° 15'11.08"N	5° 19'25.03"E
				43° 15'17.89"N	5° 19'50.70"E
	Transect 13	35	Sable détritique côtier	43° 15'17.43"N	5° 19'49.18"E
				43° 15'11.48"N	5° 19'57.79"E

Planche 4 : Transects parcourus avec le mini-ROV au niveau du tracé du câble

3.1.2 CARACTERISATION DE L'HERBIER DE POSIDONIES AU DROIT DE LA PLAGE DE BONNEVEINE

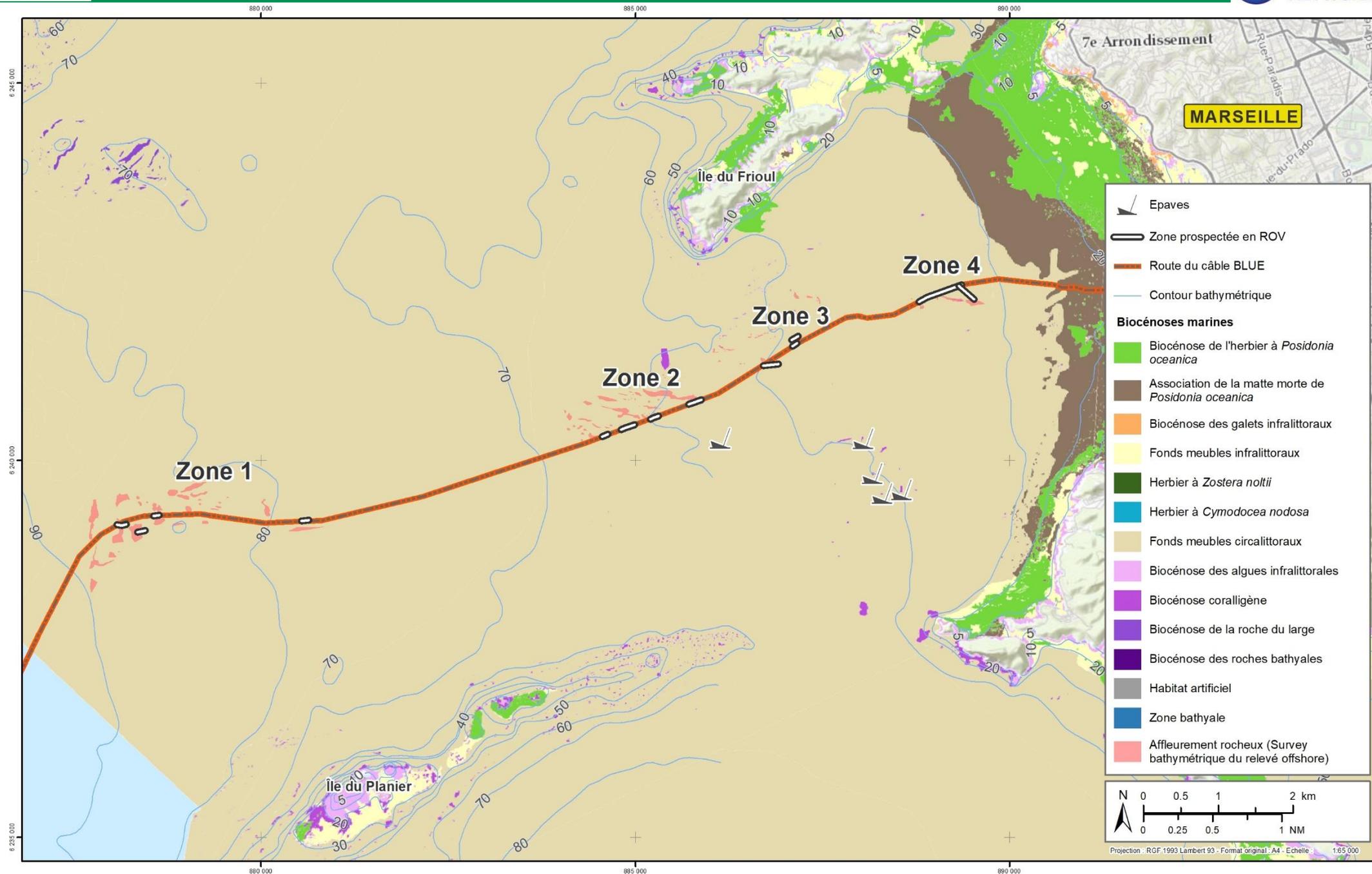
L'évaluation de l'état de l'herbier renseigne sur les conditions du milieu dans lequel il évolue et donc sur sa qualité. L'empreinte de la qualité des eaux sur les herbiers à *P. oceanica* est permanente : elle ne dépend donc pas du sens du vent ou des courants au moment de l'observation. Ainsi, de nombreux 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 matte ;
- ✓ 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 granulométrie du sédiment, indicative de l'hydrodynamisme ;
- ✓ La présence et la structure de matte 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.

Quatre (4) stations ont été choisies pour évaluer l'état de vitalité de l'herbier au droit de la plage de Bonneveine. Il s'agit des stations Herb001 en limite inférieure de l'herbier continu, Herb002 et Herb003 au centre de l'herbier continu, et Herb004 en limite supérieure de l'herbier.



Préparation et réalisation : Ayméric BOULLAY, ©setec in vivo - Date : janvier 2022 - Ref : ALCATEL_BLUE_MRS_BIZERTE10 - Sources : ESRI, SHOM, MEDTRIX DONIA

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

- ✓ La profondeur et la typologie de l'herbier ;
- ✓ Le taux de recouvrement ;
- ✓ 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

A 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.

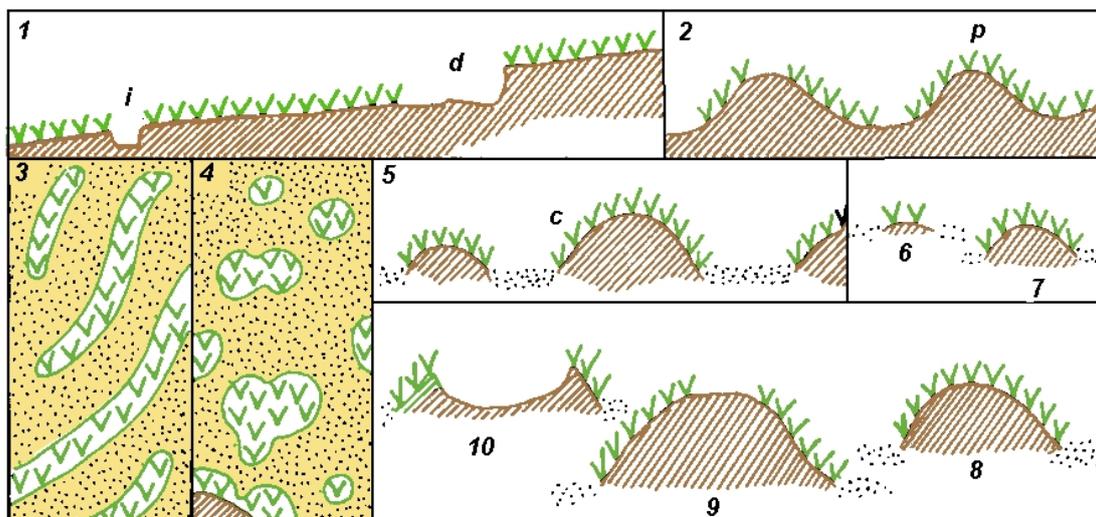


Figure 9 : Les différents types d'herbiers à *Posidonia oceanica*.

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.
D'après Boudouresque et al. (1985a)

3.1.2.2 La limite inférieure de l'herbier au droit de la plage de Bonneveine

L'étude de la limite inférieure de l'herbier a été réalisée à la balise B35, à une profondeur de 25,4m.

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). A partir de cette profondeur, il est possible de définir une échelle d'interprétation de la vitalité de l'herbier :

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

ECART PAR RAPPORT A LA PROFONDEUR DE REFERENCE	PROFONDEUR	INTERPRETATION DE LA VITALITE 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 4 : Evaluation de la vitalité de l'herbier à *Posidonia oceanica* en fonction de la typologie de la limite inférieure de l'herbier (Bein A. et al, 2013)

TYPE DE LIMITE	CARACTERISTIQUES PRINCIPALES	INTERPRETATION DE LA VITALITE 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 ² , recouvrement inférieur à 15 %	Médiocre
Régressive	Présence de matte morte en avant de la limite	Mauvaise

3.1.2.3 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.

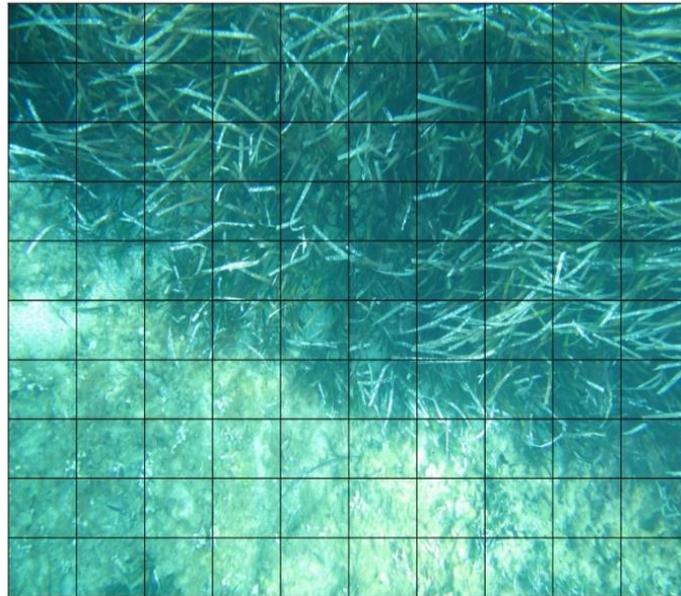


Figure 10 : Quadrillage apposé sur une photo pour calcul du taux de recouvrement

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

Tableau 5 : Interprétation de la vitalité de l'herbier en limite inférieure de l'herbier (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, il a été réalisé quinze (15) densités par station. La moyenne des mesures est ensuite établie et ramenée à une densité par mètre carré.



*Figure 11 : Quadrat de 20*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 6 : Classification de l'état de l'herbier selon les densités (m^2) de faisceaux observés et le niveau de profondeur (m) (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 (rhizomes 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.

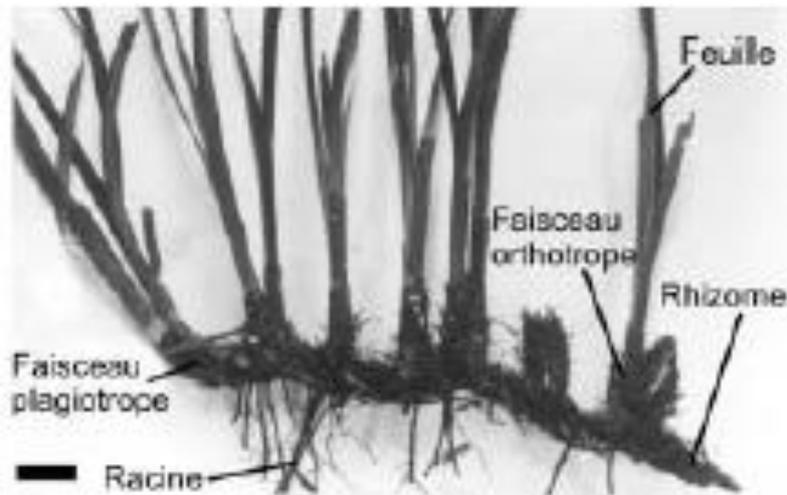


Figure 12 : Description des rhizomes de posidonies (Boudouresque et Meinesz, 1982 in Boudouresque et al., 2006)

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

POURCENTAGE DE RHIZOMES PLAGIOTROPES	INTERPRETATION
< 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.

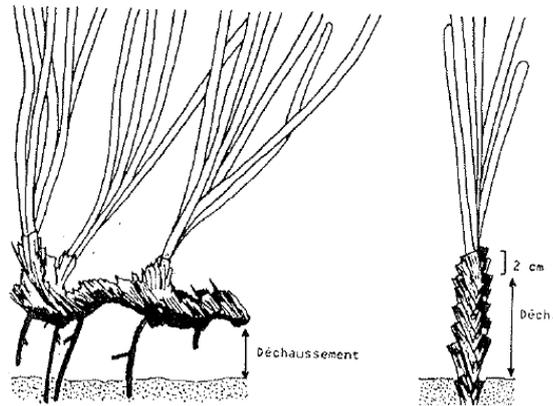


Figure 13 : Mesure du déchaussement de l'herbier de Posidonies (Boudouresque et al., 2006)

Cette valeur est mesurée par le plongeur à l'aide d'un réglet 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 8 : Échelle d'évaluation du déchaussement en fonction des valeurs moyennes mesurées (Charbonnel et al., 2000)

DECHAUSSEMENT (VALEURS SEUILS)	INTERPRETATION
Inférieur à 5 cm	Déchaussement faible
5-15 cm	Déchaussement moyen
Supérieur à 15 cm	Déchaussement important

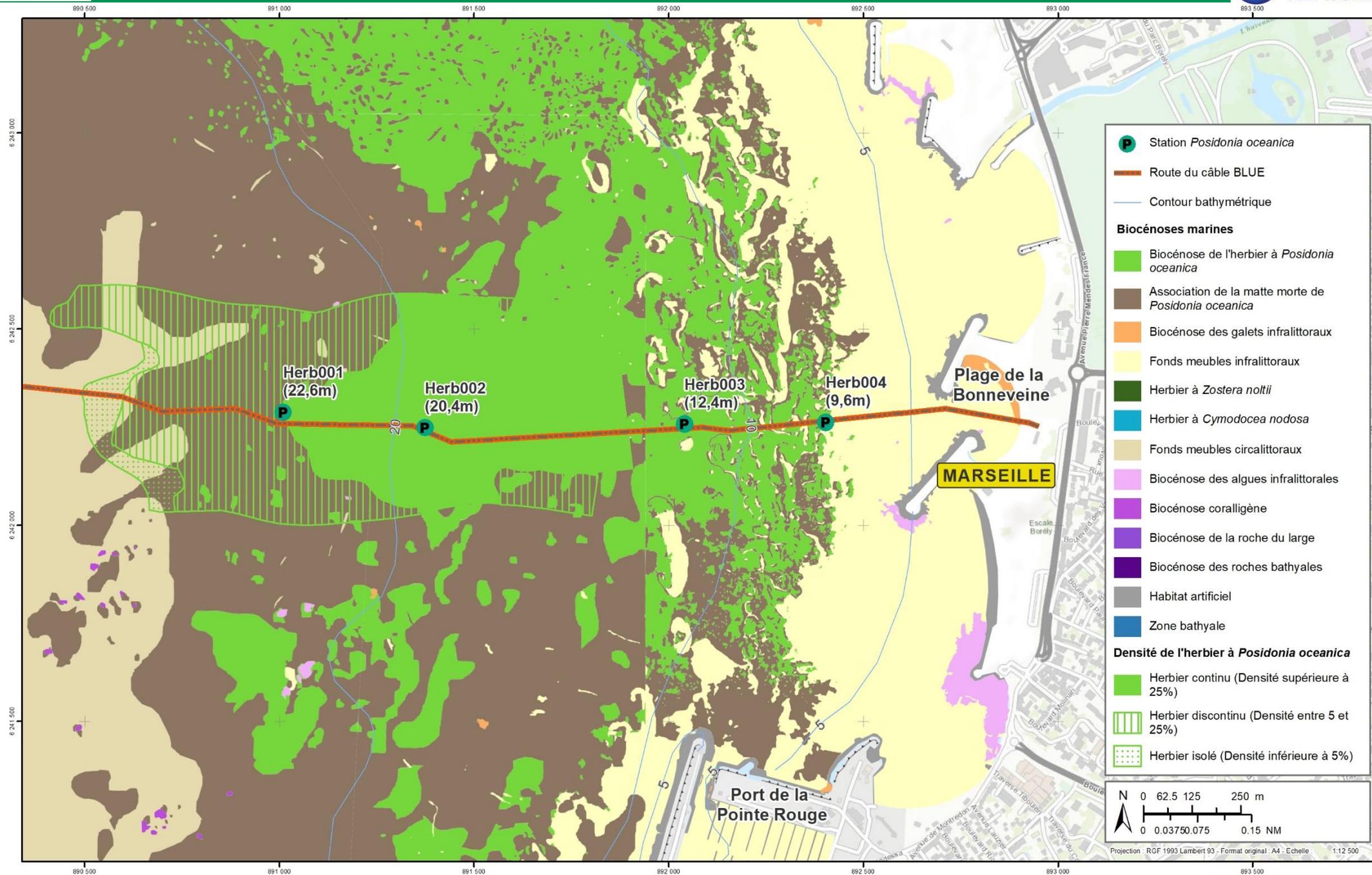
3.1.2.7 Stations définies pour la caractérisation de l'herbier à Posidonia oceanica

La caractérisation de l'herbier au niveau du tracé du câble a été réalisée au niveau de quatre (4) stations dont les coordonnées des points GPS sont présentées ci-après.

Tableau 9 : Coordonnées GPS des stations herbiers de Posidonies

Station	Profondeur (m WD)	Coordonnées (en WGS 84) des stations d'herbier	
		Latitude	Longitude
Herb001	23	43° 15'14.77"N	5° 21'3.84"E
Herb002	20	43° 15'13.13"N	5° 21'19.87"E
Herb003	12 m	43° 15'12.79"N	5° 21'49.41"E
Herb004	10 m	43° 15'12.59"N	5° 22'5.49"E

Planche 5 : Localisation et profondeur des stations d'étude pour l'évaluation de l'état de vitalité de l'herbier



Préparation et réalisation : Aymeric BOLLAY, ©setec in vivo - Date : janvier 2022 - Ref : ALCATEL_BLUE_MRS_SIZERTEM - Sources : ESR, SHOM, MEDTRIX DONIA



3.1.3 RECONNAISSANCE DES FONDS CORALLIGENES AU DROIT DE LA PLAGE DE BONNEVEINE

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 (1) transect a été effectué sur deux (2) stations de coralligène (Co1 et Co2) en plongée sous-marine, sur une distance de 158 mètres, et à environ 190 mètres de distance du câble et parallèle à celui-ci.

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

Tableau 10 : Coordonnées des points GPS des stations coralligènes

Station	Profondeur (m)	Coordonnées (en WGS 84) des stations à coralligène	
		Latitude	Longitude
Co1	34	43° 15'11.52"N	5° 19'55.50"E
Co2		43° 15'11.20"N	5° 19'48.50"E

Planche 6 : Localisation et profondeur des stations d'étude des zones à coralligènes

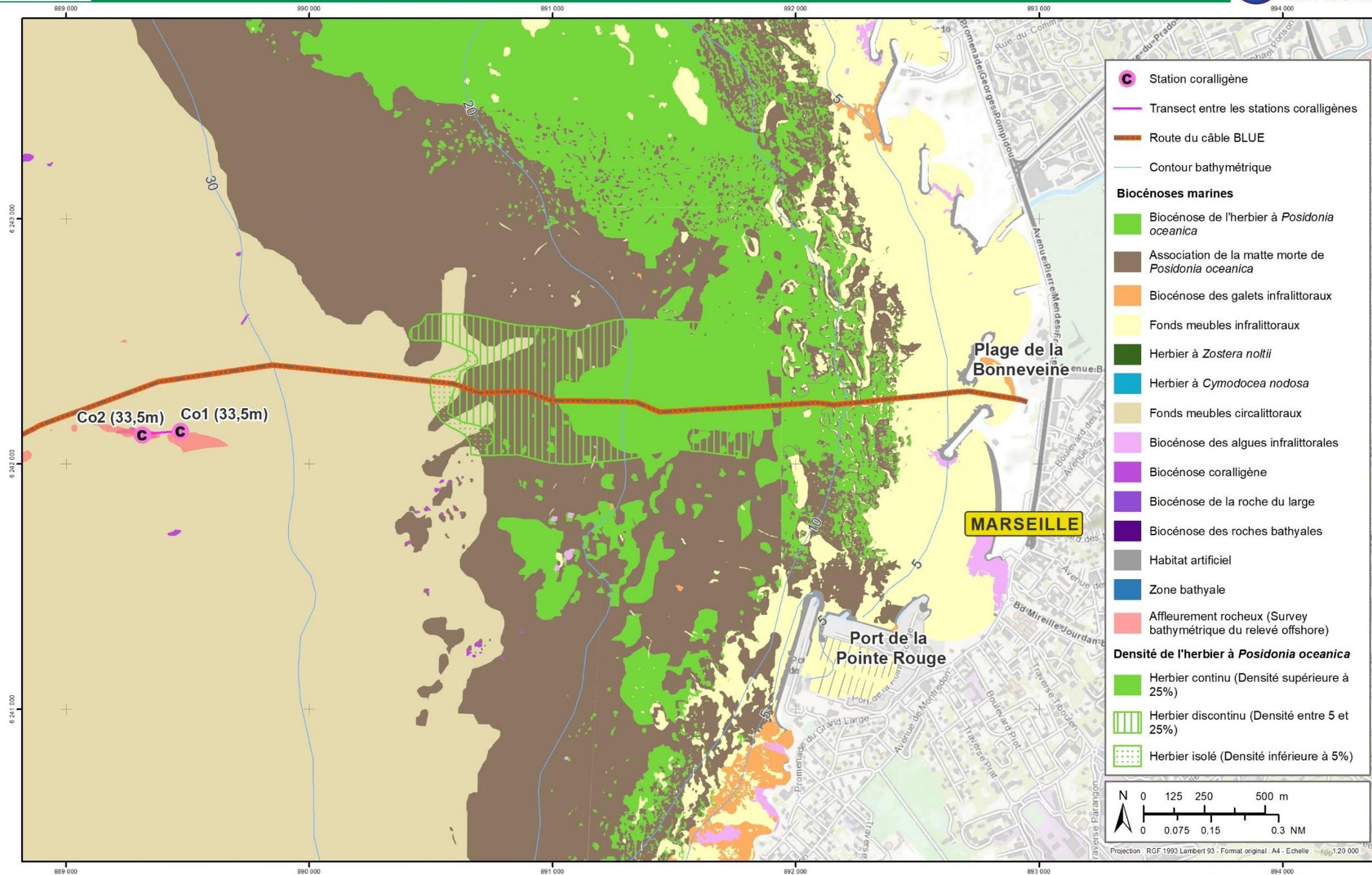
3.1.4 ANALYSES SEDIMENTAIRES AU DROIT DE LA PLAGE DE BONNEVEINE

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 15 m de distance de la limite supérieure de l'herbier 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).



Préparation et réalisation : Aymeric BOLLAY, Ceesec in vivo - Date : janvier 2022 - Ref : ALCATEL_BLUE_MRS_SIZERTIE6 - Sources : ESR, SHOM, MEDTRIX DONIA

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 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^{er} 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 ».

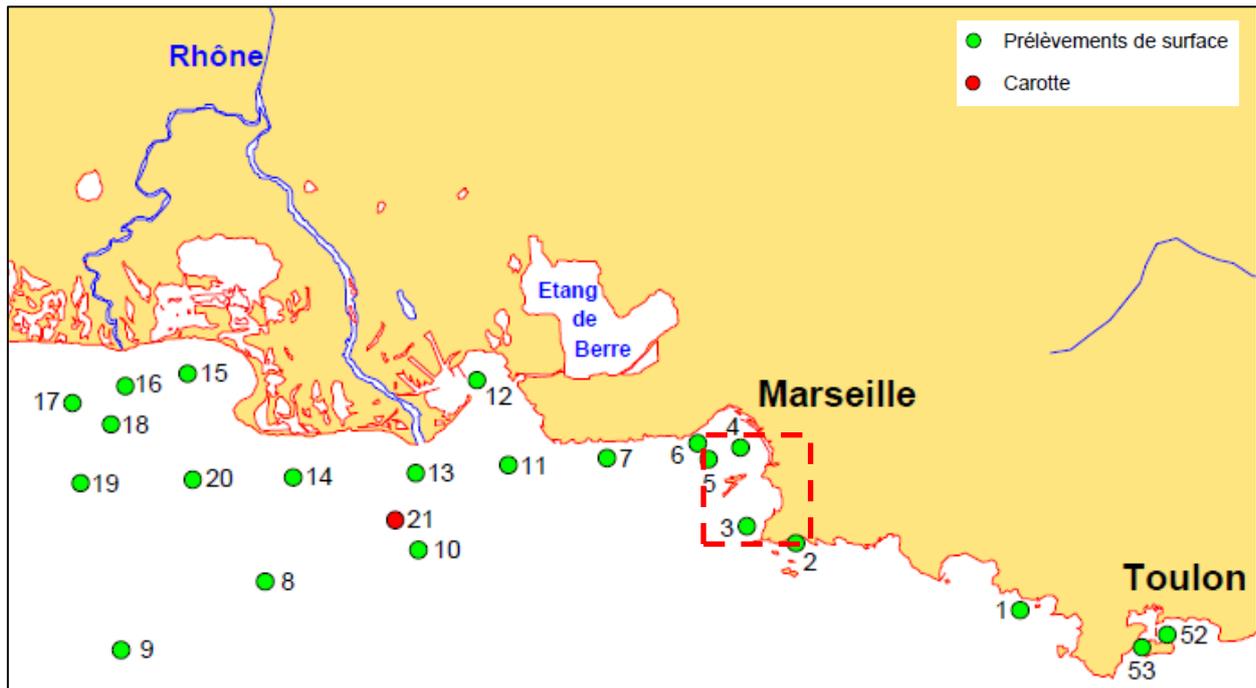


Figure 14 : Carte présentant la station de référence du réseau RNO à proximité de la zone d'étude (RNO, 1998)

- **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 11 : 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		
	État 1	État 2	État 3
Cadmium (Cd)	<0,15	0,15 - 0,6	>0,6
Cuivre (Cu)	<15	15 - 60	>60
Mercure (Hg)	<0,05	0,05 - 0,4	>0,4
Plomb (Pb)	<25	25 - 50	>50
Zinc (Zn)	<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 12 : 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
COT (% MS)	<0,6	0,6 - 2,3	2,3 - 4	4 - 5,8	>5,8
Azote Kjeldahl (g/kgMS)	<0,6	0,6 - 1,2	1,2 - 2,4	2,4 - 3,6	>3,6
Phosphore total (mg/kg MS)	<500	500 - 800	800 - 1200	>1200	
(ICO)	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 quatre (4) stations, située entre le bas de plage et la limite supérieure de l'herbier de Posidonie le long du tracé du câble BLUE. Il s'agit des stations DS001, DS002, DS003 et DS004. Trois (3) prélèvements ont été réalisés sur chaque station afin de constituer un échantillon moyen.

Les coordonnées des stations d'échantillonnage sont présentées dans le tableau suivant :



Tableau 13 : Coordonnées (en WGS 84) des points de prélèvement des sédiments pour analyses

Station	Profondeur (m)	Coordonnées (en WGS 84) des points de prélèvement sédimentaires	
		Latitude	Longitude
DS001	0,7	43° 15'12.54"N	5° 22'27.43"E
DS002	3,8	43° 15'13.06"N	5° 22'23.81"E
DS003	5,6	43° 15'13.52"N	5° 22'15.11"E
DS004	9,1	43° 15'13.06"N	5° 22'6.28"E

Planche 7 : Stations des points de prélèvements de sédiments au carottier à main

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.

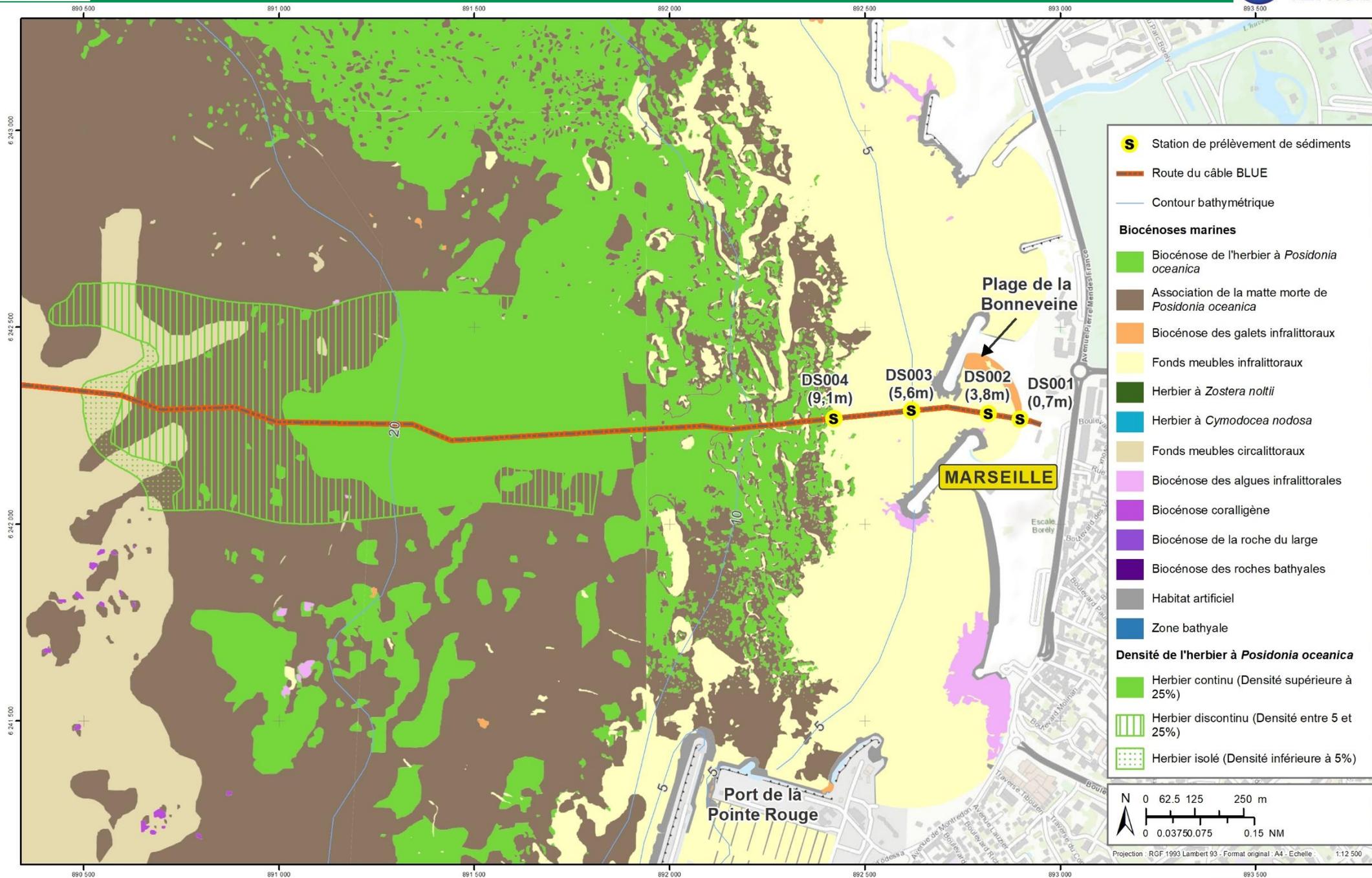
L'ensemble des critères d'acceptation à réception était conforme sur le dossier à destination du laboratoire Eurofins.

3.2 RESULTATS

3.2.1 DESCRIPTION DES FONDS OBSERVES SUR LA ROUTE DU CÂBLE

3.2.1.1 Observations en plongée

Les observations réalisées en plongée sont présentées depuis le point d'immersion des plongeurs au niveau de la balise B36 (côté large sur 26,1 m de fond) vers la balise B00 (à l'isobathe 0 m sur la plage de Bonneveine).



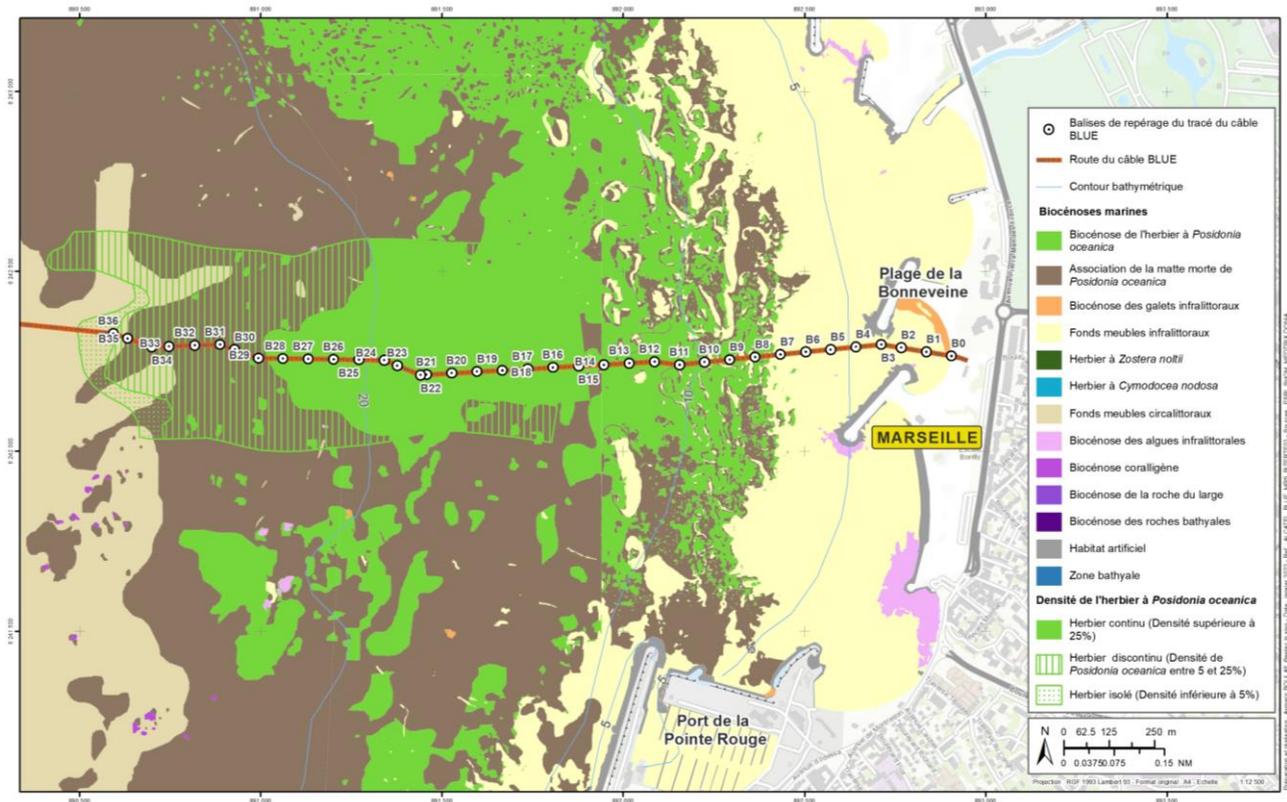


Figure 15 : Balises de repérage le long du tracé du câble BLUE

Aucun individu vivant de l'espèce patrimoniale « *Pinna nobilis* » (grande nacre) n'a été observé le long du tracé du câble, sur un couloir de 5 mètres de part et d'autre du filin. 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 14 : Synthèse des observations pour chaque transect parcouru en plongée sous-marine

Balise	Profondeur (en m)	Nature du fond	Observations
B36-B35	26,1 – 25,4	Tâches d'herbier	
B35-B34	25,4 – 24,7	Tâches d'herbier-sable	2 câbles
B34-B33	24,7 – 24,6	Tâches d'herbier-sable	
B33-B32	24,6 – 24,8	Tâches d'herbier-sable	
B32-B31	24,8 – 24,4	Tâches d'herbier-sable	
B31-B30	24,4 – 23,9	Tâches d'herbier-sable	
B30-B29	23,9 – 22,6	Limite inférieure de l'herbier continu	1 câble
B29-B28	22,6 – 22,2	Herbier continu	
B28-B27	22,2 – 22,2	Herbier continu	
B27-B26	22,4 – 21,4	Herbier continu	2 câbles - 2 tombants de matre (0,3 m)
B26-B25	21,4 – 21,2	Herbier continue	
B25-B24	21,2 – 20,4	Herbier continu	1 tombant de matre (0,5 m)
B24-B23	20,4 – 20,2	Herbier continu	1 câble - 2 tombants de matre (0,5 m)
B23-B22	20,2 – 19,7	Herbier continue	1 câble - 1 tombant de matre
B22-B21	19,7 – 19,6	Herbier continu	
B21-B20	19,6 – 19,0	Herbier continu	
B20-B19	19,0 – 18,4	Herbier continu	2 câbles
B19-B18	18,4 – 18,0	Herbier continu	1 câble - 1 barre métallique (1 m de long)
B18-B17	18,0 – 17,0	Herbier continu	1 câble - 1 nacre morte (<i>Pinna nobilis</i>) - 1 enrochement
B17-B16	17,0 – 16,1	Herbier continu	2 câbles
B16-B15	16,1 – 15,0	Herbier continu	1 nacre morte (<i>Pinna nobilis</i>)
B15-B14	15,0 – 14,1	Tâche d'herbier	1 câble
B14-B13	14,1 – 13,1	Herbier continu	1 câble
B13-B12	13,1 – 12,1	Herbier continu	
B12-B11	12,1 – 11	Herbier continu	1 câble
B11-B10	11,1 – 11,1	Herbier continue	1 câble - 1 tombant de matre (hauteur de 0,7 m)
B10-B09	11,1 – 11,1	Herbier continu	5 câbles - 3 tombants de matre (hauteur de 0,8 - 2 - 1,6 m)
B09-B08	11,1 – 10,2	Herbier continu	
B08-B07	10,2 – 9,0	Sable et tâches d'herbiers	Limite supérieure de l'herbier
B07-B6	9,0 – 7,7	Sable	
B06-B05	7,7 – 6,6	Sable	
B05-B04	6,6 – 5,7	Sable	
B04-B03	5,7 – 5,0	Sable	
B03-B02	5,0 – 4,2	Sable	
B02-B01	4,2 – 3,4	Sable	Obstructions
B01-B00	3,4 – 0	Sable grossier	Blocs rocheux

De la balise B36 (26,1 m) à la balise B29 (22,6 m) :

Le fond est constitué de sable détritique côtier sur de la matre morte de Posidonie. Plusieurs tâches d'herbiers de Posidonie d'une superficie d'environ 1 m² ont été observées le long du tracé du câble.

La limite inférieure de l'herbier se situe à 25,4 m de fond au niveau de la balise B35. A partir de ce transect, l'herbier se présente sous forme discontinue (densité comprise entre 5 et 25 % d'herbier sur la surface prospectée). La limite inférieure de l'herbier continu se situe à 22,6 m de fond, au niveau de la balise B29.



Figure 16 : Tâches d'herbier de Posidonia oceanica (B36-B35 à gauche et B33-B32 à droite)

Trois (3) anciens câbles croisent le tracé du câble BLUE, dont deux (2) entre les balises B35-B34 et un (1) entre les balises B30-B29.

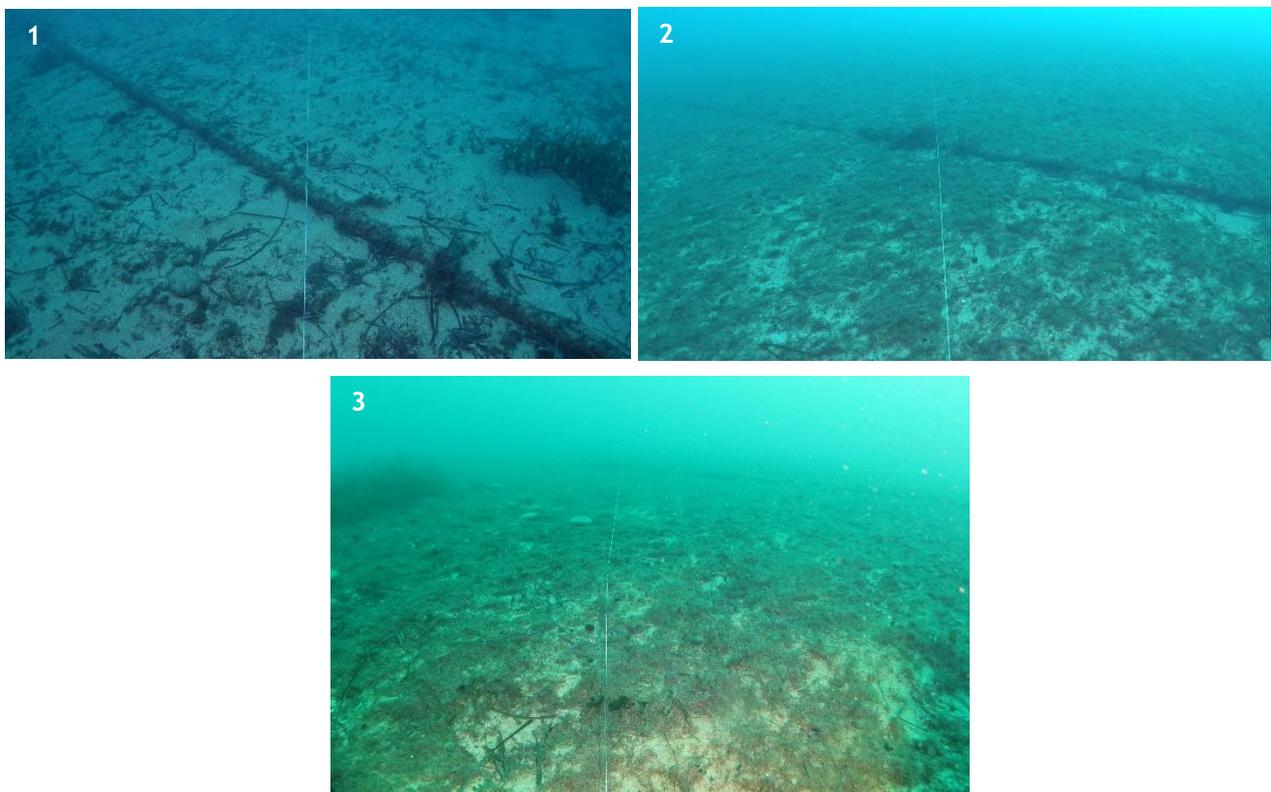


Figure 17 : Anciens câbles sur la route du câble BLUE : 1. et 2. entre les balises B35-B34 (25,4 - 24,7 m) ; 3. entre les balises B30-B29 (23,9 - 22,6 m)

Plusieurs espèces ont été observées au niveau du tracé du câble BLUE.

Dans le sable détritique côtier, on dénombre quelques individus d'étoiles de mer, *Echinaster sp.* et *Astropecten aranciacus*, et de l'holothurie *Holothuria sp.* Au sein de l'herbier de Posidonie, on retrouve les algues encroûtantes *Phymatolithon sp.*, *Peyssonnelia sp.* et l'éponge *Dysidea avara*.

Un grand nombre d'individus d'algues vertes de *Flabellia petiolata* et *Codium bursa* ont été observés au niveau de la matre.

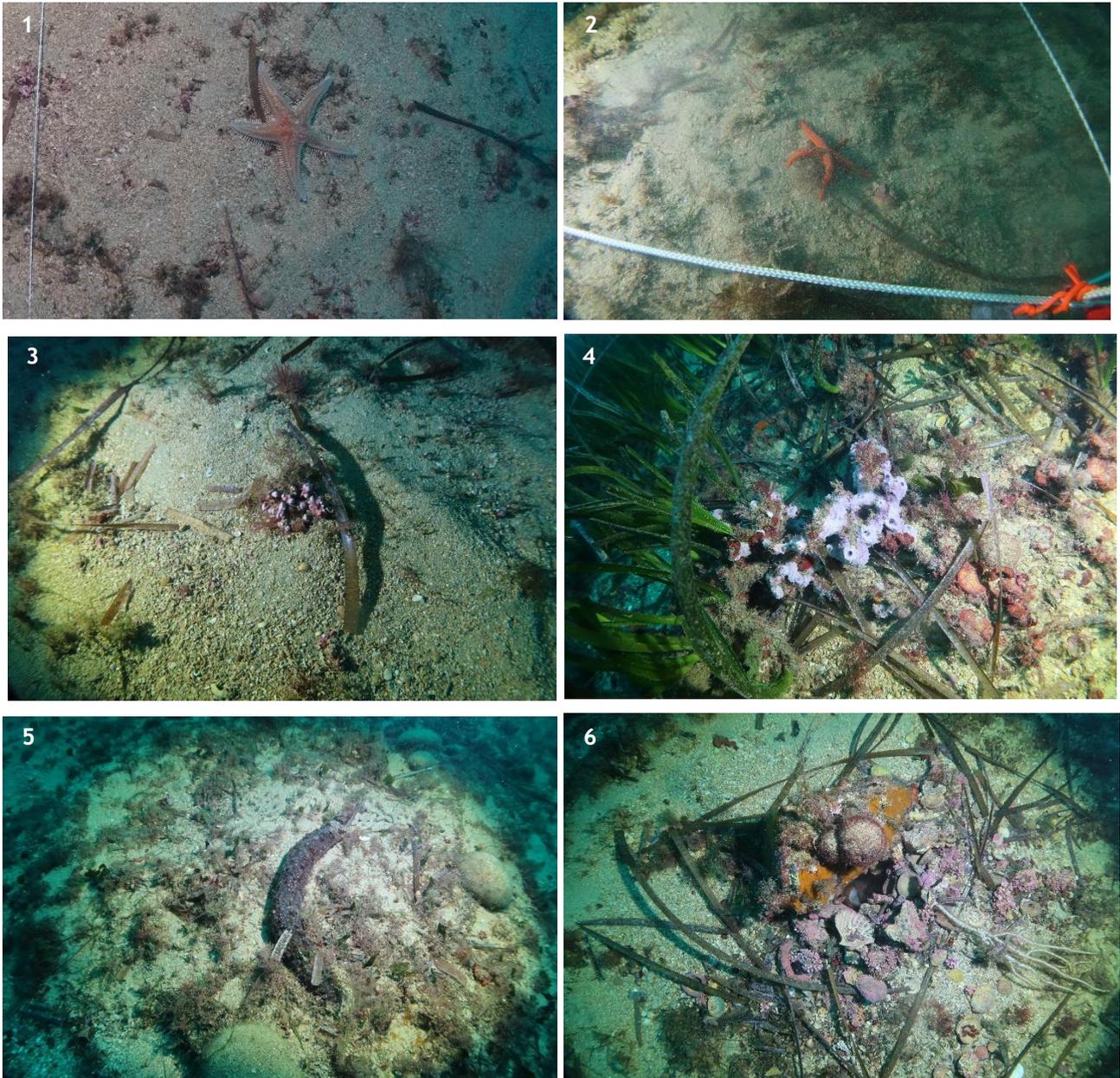


Figure 18 : 1. *Astropecten aranciacus* ; 2. *Echinaster sp.* 3 *Phymatolithon sp.* ; 4. *Peyssonnelia sp.* et *Dysidea avara* ; 5. *Holothuria sp.* ; 6. Nid de poulpe

De la balise B29 (22,6 m) à la balise B07 (9,0 m) :

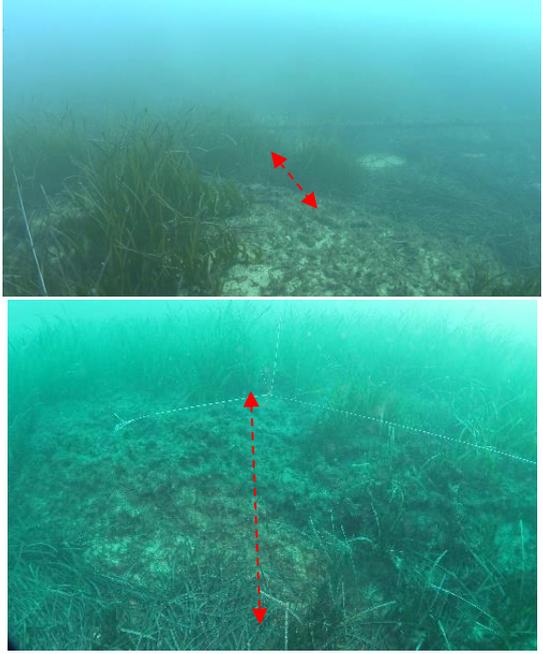
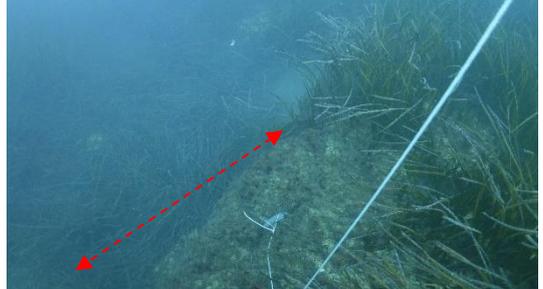
L'herbier se définit comme un herbier de plaine, dense et continu.



Figure 19 : Herbier de Posidonie le long du tracé du câble (transect B20 - B19 en haut, transect B11-B10 en bas)

Dix (10) anfractuosités dans la matte morte sont présentes en alternance dans l'herbier (de 160 à 30 cm), entre les isobathes 22,2 m et 11,1 m. Ces tombants de matte sont recensés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 15 : Synthèse des observations des tombants de matte croisés le long du tracé du câble BLUE

Balises	Observations	Profondeur (m)	Illustrations
B27-B26	2 tombants de matte d'une hauteur de 30 cm	22,2 – 21,4	
B25-B24	1 tombant de matte d'une hauteur de 50 cm	21,2 – 20,4	
B24-B23	2 tombants de matte d'une hauteur de 50 cm	20,4 – 20,2	
B23-B22	1 tombant	20,2 – 19,7	

<p>B11-B10</p>	<p>1 tombant de natte d'une hauteur de 70 cm</p>	<p>11,1</p>	
<p>B10-B09</p>	<p>1 tombant de natte de 80 cm 1 tombant de natte de 2 m 1 tombant de natte de 1,6 m</p>	<p>11,1</p>	

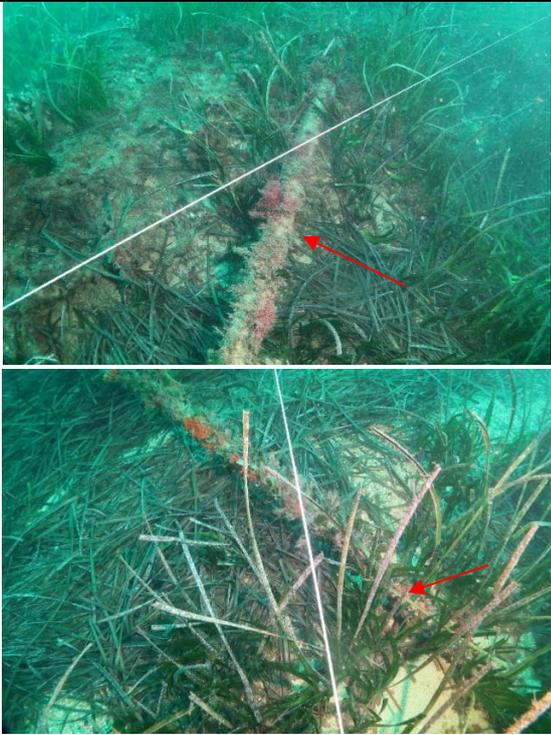
Deux (2) grandes nacres (*Pinna nobilis*) mortes ont été recensées entre les transects B18 - B17 à 17 m de fond et entre les transects B16-B15 à 15 m de fond.



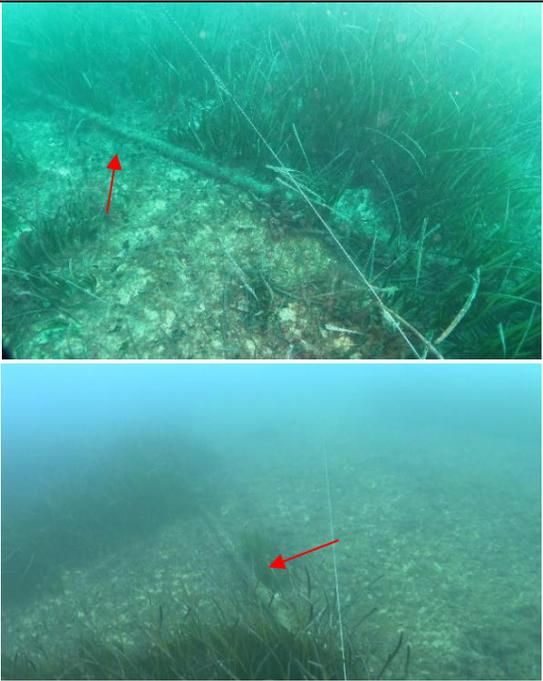
Figure 20 : Observations d'une grande nacre morte entre les transects B18-B17 (à gauche) et entre les transects B16-B15 (à droite)

Dix-neuf (19) câbles existants croisent le tracé du câble BLUE entre les balises B27 et B09. Ils sont décrits et localisés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 16: Synthèse des observations de câbles croisant le tracé du câble BLUE entre les balises B09 et B27

Transects	Observations	Profondeur (en m)	Illustrations
B27-B26	2 câbles	22,2 – 21,4	
B24- B23	1 câble	20,4 – 20,2	
B23- B22	1 câble	20,2 – 19,7	



B20- B19	2 câbles	19,0 – 18,4		
B19-B18	1 câble	18,4 – 18,0		
B18-B17	1 câble	18,0 – 17,0		
B17-B16	2 câbles	17,0 – 16,1		



					
B15-B14	1 câble	15,0 – 14,1			
B14-B13	1 câble	14,1 – 13,1			
B12-B11	1 câble	12,1 – 11,1			
B11-B10	1 câble	11,1			

B10-B09	5 câbles	11,1	
---------	----------	------	---

Une obstruction de type barre métallique, illustrée sur la figure suivante, a été observée au niveau du transect B19-B18 à 18,3 m de fond. Ses dimensions sont d'1 mètre de long, 50 cm de large, et 50 cm de hauteur.



Figure 21 : Obstruction au niveau du transect B19-B18 (à 18,3 m de profondeur)

Le tracé du câble BLUE croise la limite supérieure de l'herbier de Posidonie entre les balises B08 et B07, entre 10,2 et 9,0 m de profondeur. Il s'agit de l'interface entre l'herbier continu et le sable fin.



Figure 22 : Interface entre la limite supérieure de l'herbier de Posidonie et les sables fins, entre les balises B08-B07 (10,2 m – 9,0 m de profondeur)

Les espèces principalement rencontrées au sein de l'herbier sont l'algue encroûtante *Peyssonnelia sp* et les éponges *Dysidea avara* et *Aplysina spp*, les étoiles de mer *Echinaster sp* et *Marthasterias glacialis*, ainsi que l'ascidie *Halocynthia papillosa*.



Figure 23 : Illustration des espèces rencontrées sur le transect : 1. *Dysidea avara* ; 2. *Peyssonnelia* sp. 3. *Marthasterias glacialis*. ; 4. *Echinaster* sp. ; 5. *Halocynthia papillosa* ; 6. *Aplysina* spp.

Il est à noter qu'une tâche d'herbier de Posidonie d'environ 2 m² a été répertoriée à une vingtaine de mètres de la limite supérieure de l'herbier, entre les balises B08 et B07 par 9,3 m de profondeur.

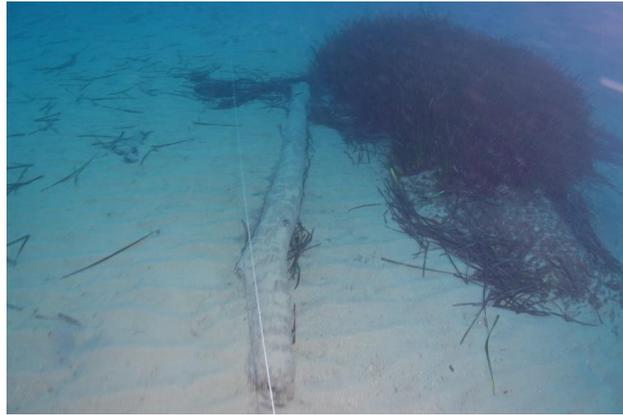


Figure 24 : Tâche d'herbier de Posidonie

De la balise B07 (9,0 m) à la balise B0 (0 m : bas de plage) :

D'après les observations in situ illustrées par les figures suivantes, le substrat est composé de sables fins jusqu'à la balise B01 (4,2 m de profondeur).



Figure 25 : Sables fins - à gauche, entre les balises B07-B06, 9,0 m – 7,7 m de profondeur ; à droite, entre les balises B02-B01, 4,2 m – 3,4 m de profondeur

Une obstruction a été notifiée à 5 m de distance au sud du tracé du câble BLUE à 4,2 m de fond. Elle représente une bouée lestée d'un corps mort utilisée pour le marquage d'une ZRUP (Zone Réserve à l'Usage de la Baignade).

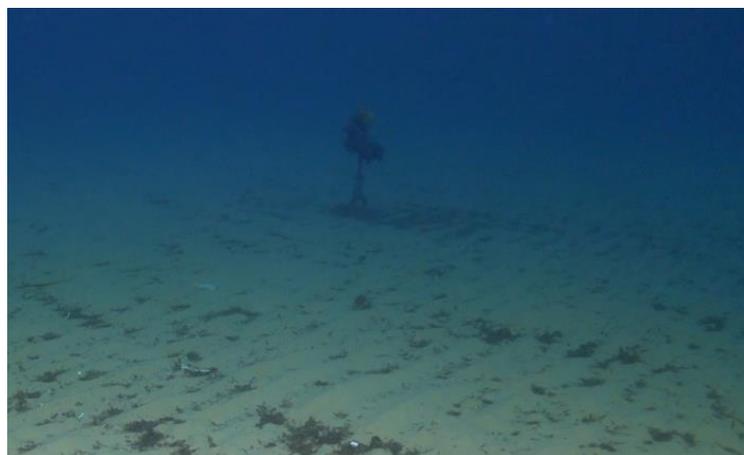


Figure 26 : Obstruction à proximité du tracé (entre les balises B1 et B2)

Environ vingt (20) blocs rocheux, d'une largeur d'environ 150 cm et d'une hauteur de 100 cm, ainsi que plusieurs roches, ont été observés sur le tracé du câble et de part et d'autre de celui-ci, entre les balises B0 et B1, à moins de 3,5 m de profondeur.



Figure 27 : Blocs rocheux sur le tracé du câble entre 3,0 m et 3,5 m de profondeur

Entre le bas de plage et 2,5 m de profondeur, le substrat est constitué de sables grossiers.



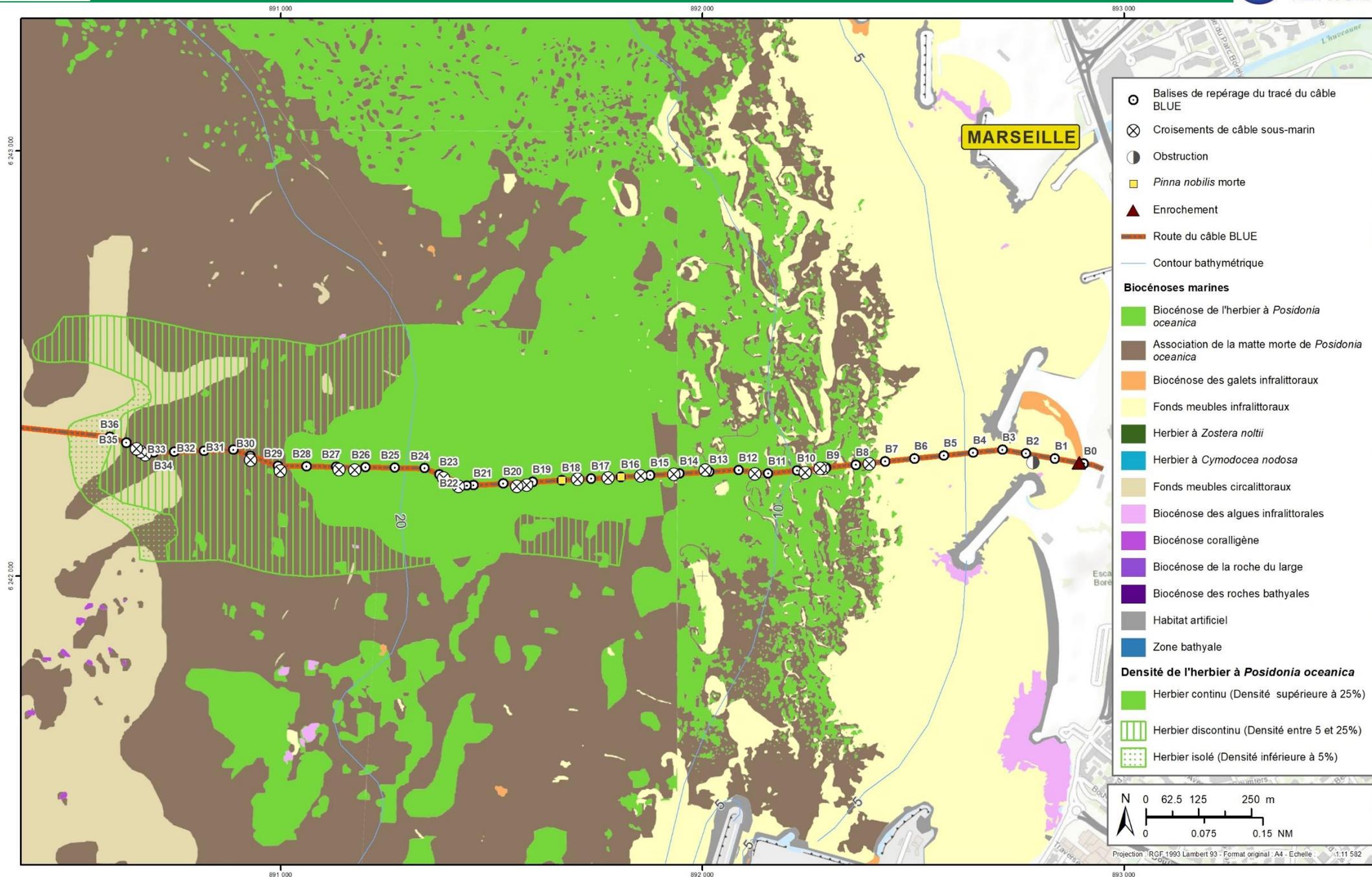
Figure 28 : Sables grossiers entre les balises B01 et B00 (3,4 m – 0,0 m de profondeur)

L'ensemble des observations, à savoir les obstructions, les tombants de matre, les enrochements, les localisations des nacres mortes et des câbles sous-marins, observées en plongée sur le tracé du câble BLUE sont représentées sur la **Planche 8**.

Planche 8 : Synthèse des obstructions et des observations recensées en plongée sous-marine le long du tracé du câble BLUE

3.2.1.2 Observations au moyen du véhicule sous-marin téléguidé (mini-ROV)

La prospection du tracé du câble au-delà de 34 m de fond a été réalisée au moyen d'un véhicule sous-marin téléguidé, communément appelé ROV en anglais.



Les investigations ont porté sur quatre (4) zones d'études et treize (13) transects, sélectionnés à partir de la cartographie disponible des biocénoses benthiques (Medtrix) et des levés géophysiques offshore réalisés par ASN. L'objectif était donc de vérifier la nature des fonds en chacun de ces points identifiés.

Les résultats d'observation de chacune des zones et des transects sont présentés ci-après.

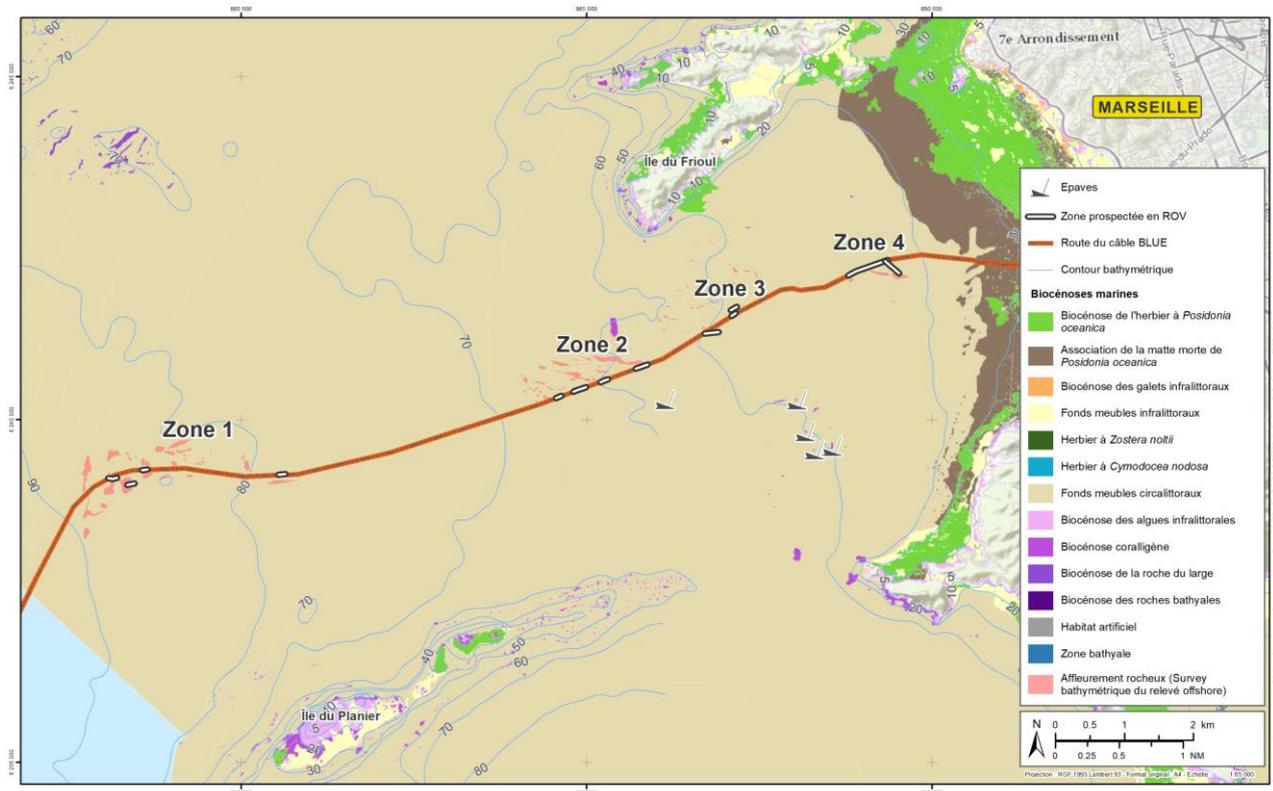


Figure 29 : Zones et transects prospectés en mini-ROV

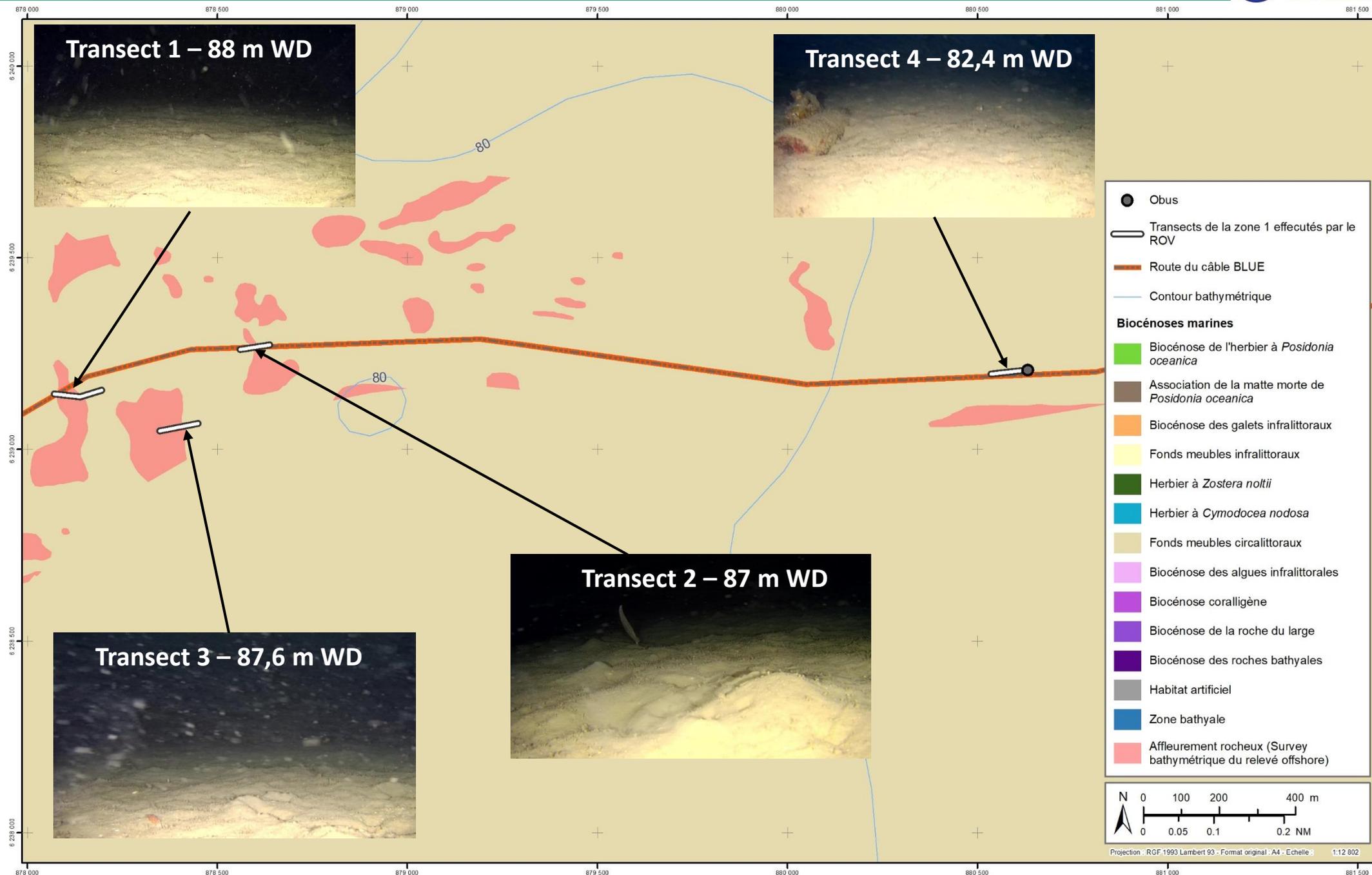
3.2.1.2.1. Zone 1 : 82,4 – 88 m de profondeur

Quatre (4) transects ont été réalisés au niveau de la zone 1 entre 82,4 et 88 m de profondeur. Ces stations se localisent sur un fond plat constitué d'un substrat relativement vaseux pouvant s'apparenter à la biocénose des fonds détritiques envasés (DE), sans roche apparente. Les espèces recensées au cours de ces transects sont principalement des pennatulaires et des alcyonnaires. Les transects sont représentés sur la Planche 9 et les observations sont décrites ci-dessous.

Planche 9 : Transects effectués au niveau de la zone 1

Station transect 1 : 88,0 m de profondeur ; 4 minutes et 15 secondes de vidéos

Le mini-ROV a parcouru un transect de 127 m en direction de l'est, croisant puis longeant la route du câble, à 88 m de profondeur. Le fond est constitué de vase et très peu d'espèces ont été observées lors de ce transect. Un individu de pennulaire de l'espèce *Funiculina quadrangularis* a été observé.



Transect 1 – 88 m WD

Transect 4 – 82,4 m WD

Transect 2 – 87 m WD

Transect 3 – 87,6 m WD

- Obus
- ▭ Transects de la zone 1 effectués par le ROV
- Route du câble BLUE
- Contour bathymétrique
- Biocénoses marines**
- Biocénose de l'herbier à *Posidonia oceanica*
- Association de la matre morte de *Posidonia oceanica*
- Biocénose des galets infralittoraux
- Fonds meubles infralittoraux
- Herbier à *Zostera noltii*
- Herbier à *Cymodocea nodosa*
- Fonds meubles circalittoraux
- Biocénose des algues infralittorales
- Biocénose coralligène
- Biocénose de la roche du large
- Biocénose des roches bathyales
- Habitat artificiel
- Zone bathyale
- Affleurement rocheux (Survey bathymétrique du relevé offshore)

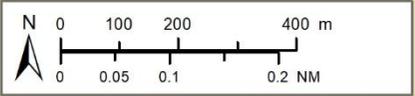




Figure 30 : Fond vaseux au niveau du transect 1 de la zone 1 (à gauche) et *Funiculina quadrangularis* (à droite)

Station transect 2 : 87,0 m de profondeur ; 1 minutes et 45 secondes de vidéos

Le mini-ROV a parcouru un transect de 78 m le long de la route du câble en direction du nord-est, à 87 m de profondeur. Un individu de pennatulaire de l'espèce *Pennatula rubra* a été observé.



Figure 31 : Fond vaseux au niveau du transect 2 de la zone 1 (à gauche) et *Pennatula rubra* (à droite)

Station transect 3 : 87,6 m de profondeur ; 2 minutes et 34 secondes de vidéos

Le mini-ROV a parcouru un transect de 102 m en direction de l'est, parallèle à la route du câble (entre 180 et 196 m de distance du tracé), à 87,6 m de profondeur. Plusieurs individus de pennatulaires et alcyonnaires ont été observés.



Figure 32 : Fond vaseux au niveau du transect 3 de la zone 1 (à gauche) et alcyonnaire (à droite)



Station transect 4 : 82,4 m de profondeur ; 5 minutes et 43 secondes de vidéos

Le mini-ROV a parcouru un transect de 99 m en direction de l'est, parallèle à la route du câble (entre 6 à 12 m de distance du tracé), à 82,4 m de profondeur. Un objet métallique cylindrique de dimension indéterminée a été observé sur le fond.



Figure 33 : Fond vaseux au niveau du transect 4 de la zone 1 (à gauche) et objet métallique (à droite)

3.2.1.2.1. **Zone 2 : 81,8 – 88,7 m de profondeur**

Quatre (4) transects ont été réalisés au niveau de la zone 2 entre 61,8 et 68,7 m de profondeur. Ces stations se localisent également sur un plateau constitué d'un substrat relativement vaseux pouvant s'apparenter à la biocénose des fonds détritiques envasés (DE), avec des blocs rocheux à coralligène apparents, au niveau des transects 6 et 7. Ces stations se trouvent à l'interface entre les fonds détritiques envasés (DE) et la biocénose du détritique côtier (DC). Les transects sont représentés sur la Planche 10 et les observations sont décrites ci-dessous.

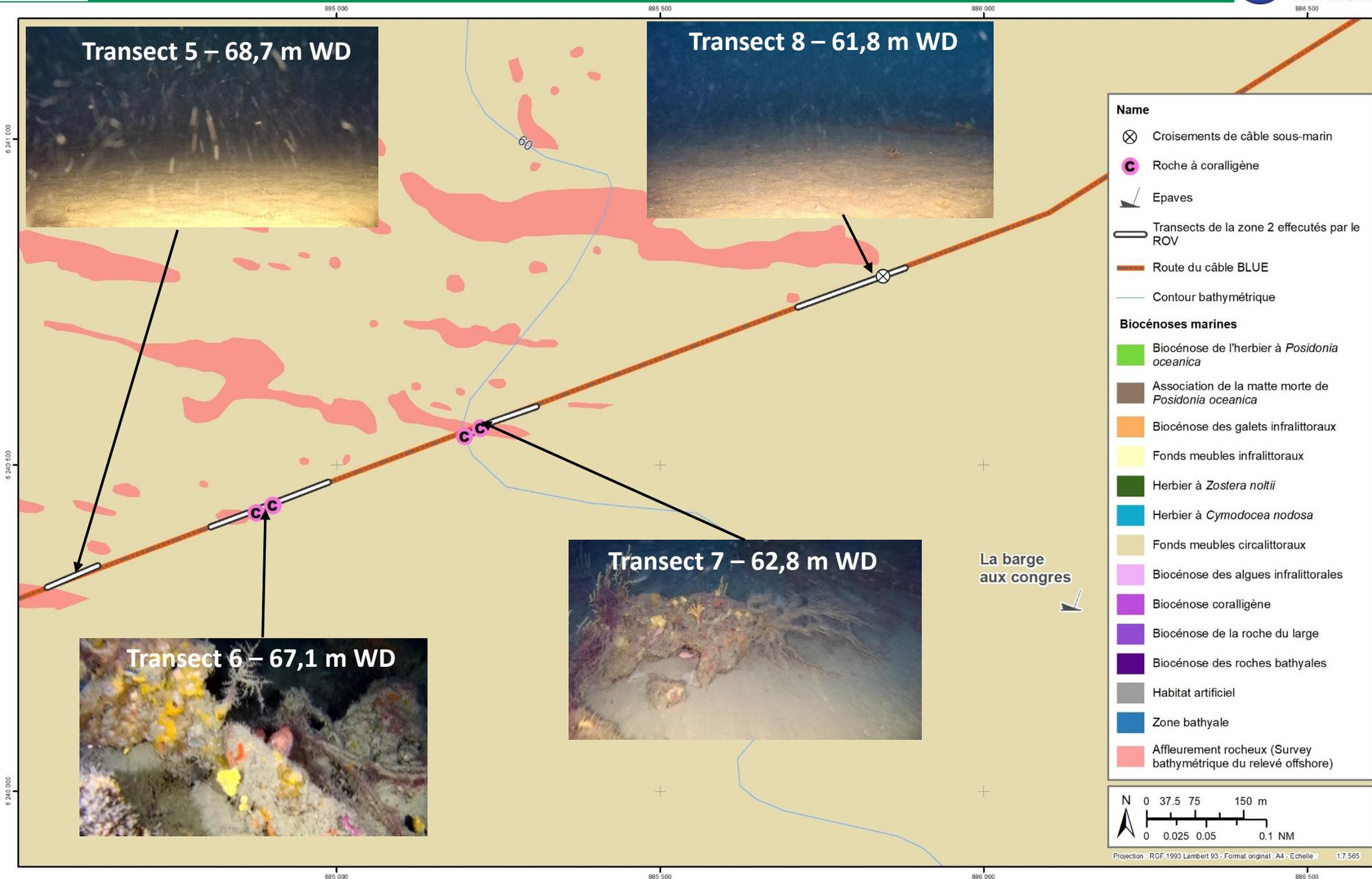
Planche 10 : Transects effectués au niveau de la zone 2

Station transect 5 : 68,7 m de profondeur ; 1 minutes et 32 secondes de vidéos

Le mini-ROV a parcouru un transect de 85 m en direction du nord-est le long de la route du câble, à 68,7 m de profondeur. Le fond est constitué de vase et aucune espèce n'a été observée.



Figure 34 : Fond vaseux au niveau du transect 5 de la zone 2



Station transect 6 : 67,1 m de profondeur ; 4 minutes et 46 secondes de vidéos

Le mini-ROV a parcouru un transect de 194 m en direction du nord-est le long de la route du câble, à 67,1 m de profondeur. La station se situe ici aussi à l'interface entre la biocénose du détritique côtier (DC) et des fonds détritiques envasés (DE).

Plusieurs blocs rocheux d'environ 1 mètre de haut et recouverts de filets de pêches sont présents au niveau du tracé du câble. Ils sont colonisés par plusieurs espèces qui s'apparentent à la biocénose du coralligène, ainsi que par de nombreux organismes tels que des éponges (*Axinella polypoides* et *Axinella damicornis*), des hydraires, des holothuries et des gorgones (*Eunicella singularis*, *Eunicella verrucosa* et *Paramuricea clavata*).



Figure 35 : Fond vaseux au niveau du transect 6 de la zone 2 (gauche) et blocs rocheux colonisés (à droite)

Station transect 7 : 62,8 m de profondeur ; 2 minutes et 12 secondes de vidéos

Le mini-ROV a parcouru un transect de 119 m en direction du nord-est le long de la route ou jusqu'à une distance de 7 m au sud-est, à 62,8 m de profondeur. La station se situe aussi à l'interface entre la biocénose du détritique côtier (DC) et des fonds détritiques envasés (DE).

On retrouve également plusieurs blocs rocheux de plus petite taille (inférieurs à 1 mètre de hauteur) colonisés par les mêmes espèces observées au transect 6.





Figure 36 : Illustrations du fond observé le long du transect 7 de la zone 2 : 1. Fond vaseux ; 2 & 3. Blocs rocheux colonisés

Station transect 8 : 61,8 m de profondeur ; 5 minutes et 47 secondes de vidéos

Le mini-ROV a parcouru un transect de 176 m en direction du nord-est le long de la route du câble, à 61,8 m de profondeur. La station se situe aussi à l'interface entre la biocénose du détritique côtier (DC) et des fonds détritiques envasés (DE). Quelques individus isolés se trouvent sur le parcours du mini-ROV. Un ancien câble croise la route suivie.



Figure 37 : Fond vaseux au niveau du transect 8 de la zone 2

3.2.1.2.1. **Zone 3 : 50,3 – 52,0 m de profondeur**

Trois (3) transects ont été réalisés au niveau de la zone 3 entre 50,3 et 52,0 m de profondeur. Ces stations sont localisées à l'interface entre la biocénose du détritique côtier (DC) et la biocénose des fonds détritiques envasés (DE). Les transects sont représentés sur la Planche 11 et les observations sont décrites ci-dessous.

Planche 11 : Transects effectués au niveau de la zone 3

Station transect 9 : 52,0 m de profondeur ; 3 minutes et 26 secondes de vidéos

Le mini-ROV a parcouru un transect de 201 m en direction de l'est, à une distance comprise entre 7 et 92 m de la route du câble, à 52,0 m de profondeur sur un fond sablo-vaseux. Quelques individus isolés ont été observés tels qu'un hydraire et une étoile de mer.

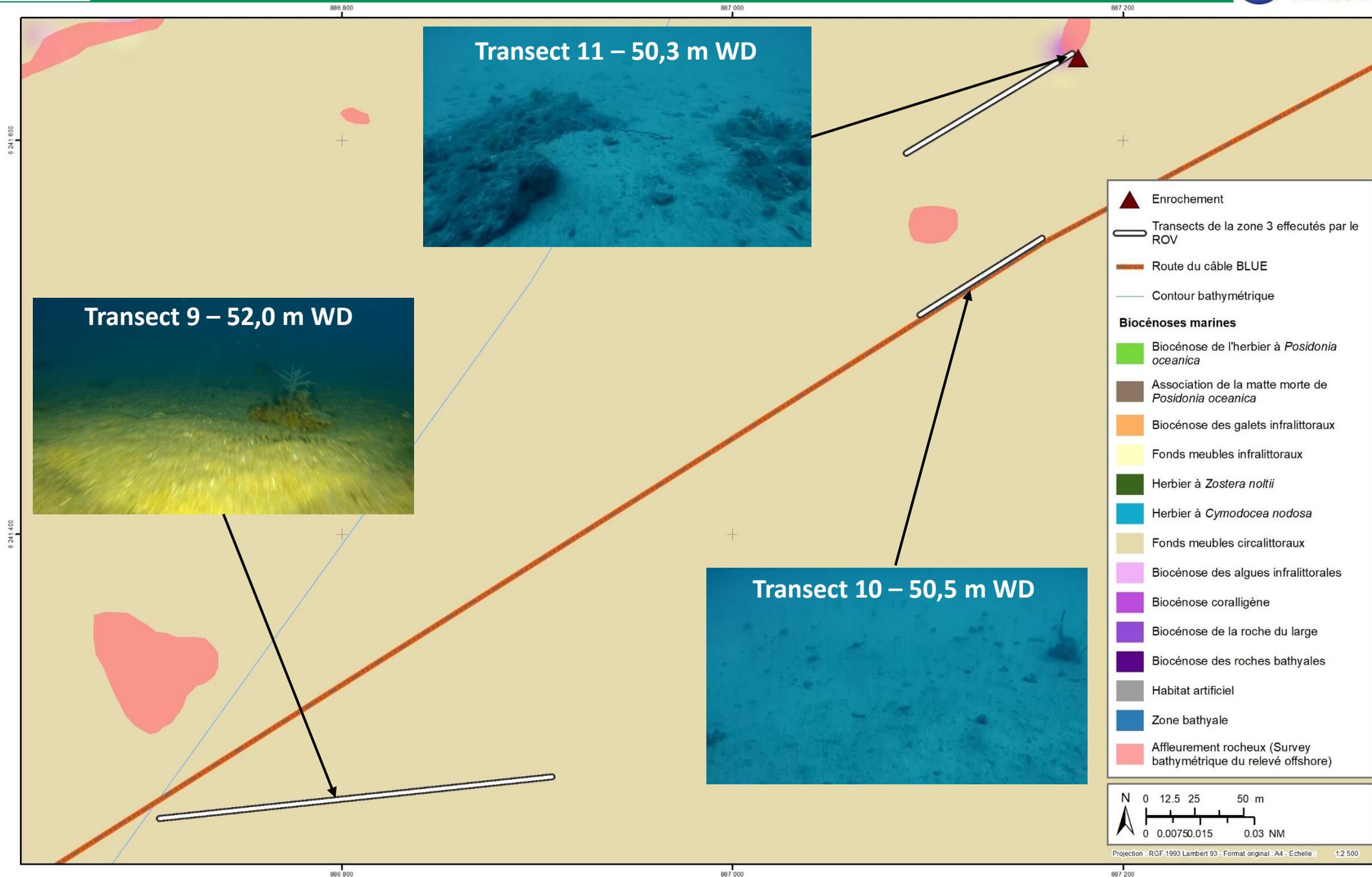




Figure 38 : Fond sablo-vaseux et étoile de mer (à gauche) et un hydraire (à droite) au niveau du transect 9 de la zone 2

Station transect 10 : 50,5 m de profondeur ; 3 minutes et 16 secondes de vidéos

Le mini-ROV a parcouru un transect de 72 m en direction du nord-est, le long de la route du câble, à 50,5 m de profondeur sur un fond sablo-vaseux. Aucun individu n'a été observé.



Figure 39 : Fond sablo-vaseux au niveau du transect 10 de la zone 3

Station transect 11 : 50,3 m de profondeur ; 2 minutes et 17 secondes de vidéos

Le mini-ROV a parcouru un transect de 99 m en direction du nord-est, parallèle à la route du câble et à une distance approximative de 75 m, à 50,3 m de profondeur sur un fond sablo-vaseux. Aucun individu n'a été observé.



Figure 40 : Fond sablo-vaseux au niveau du transect 11 de la zone 3

3.2.1.2.1. **Zone 4 : 35,0 – 39,6 m de profondeur**

Deux (2) transects ont été réalisés au niveau de la zone 4 entre 35,0 et 39,6 m de profondeur. La biocénose au niveau de ces stations s'apparente à celle du détritique côtier (DC). Les transects sont représentés sur la Planche 12 et les observations sont décrites ci-dessous.

Planche 12: Transects effectués au niveau de la zone 4

Station transect 12 : 39,6 m de profondeur ; 12 minutes et 30 secondes de vidéos

Le mini-ROV a parcouru un transect de 615 m en direction du nord-est le long de la route du câble, à 39,6 m de profondeur sur un fond sablo-vaseux. Seule une étoile de mer a été observée. La route suivie croise un ancien câble.

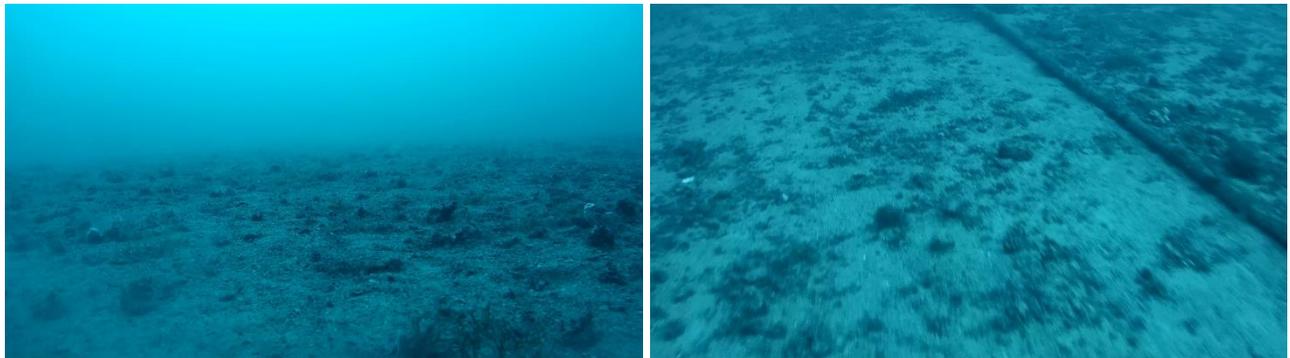


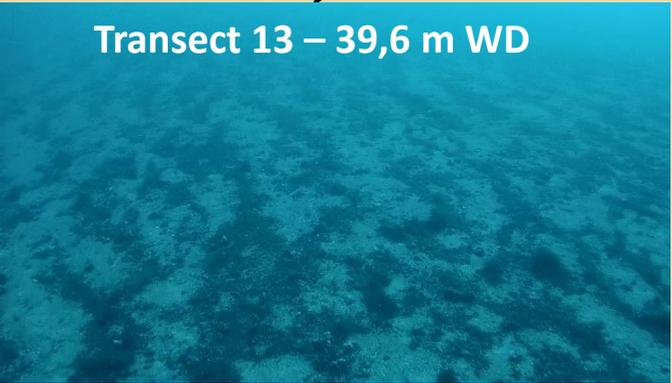
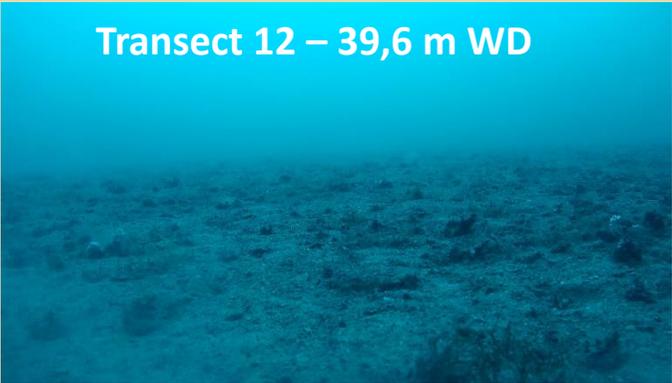
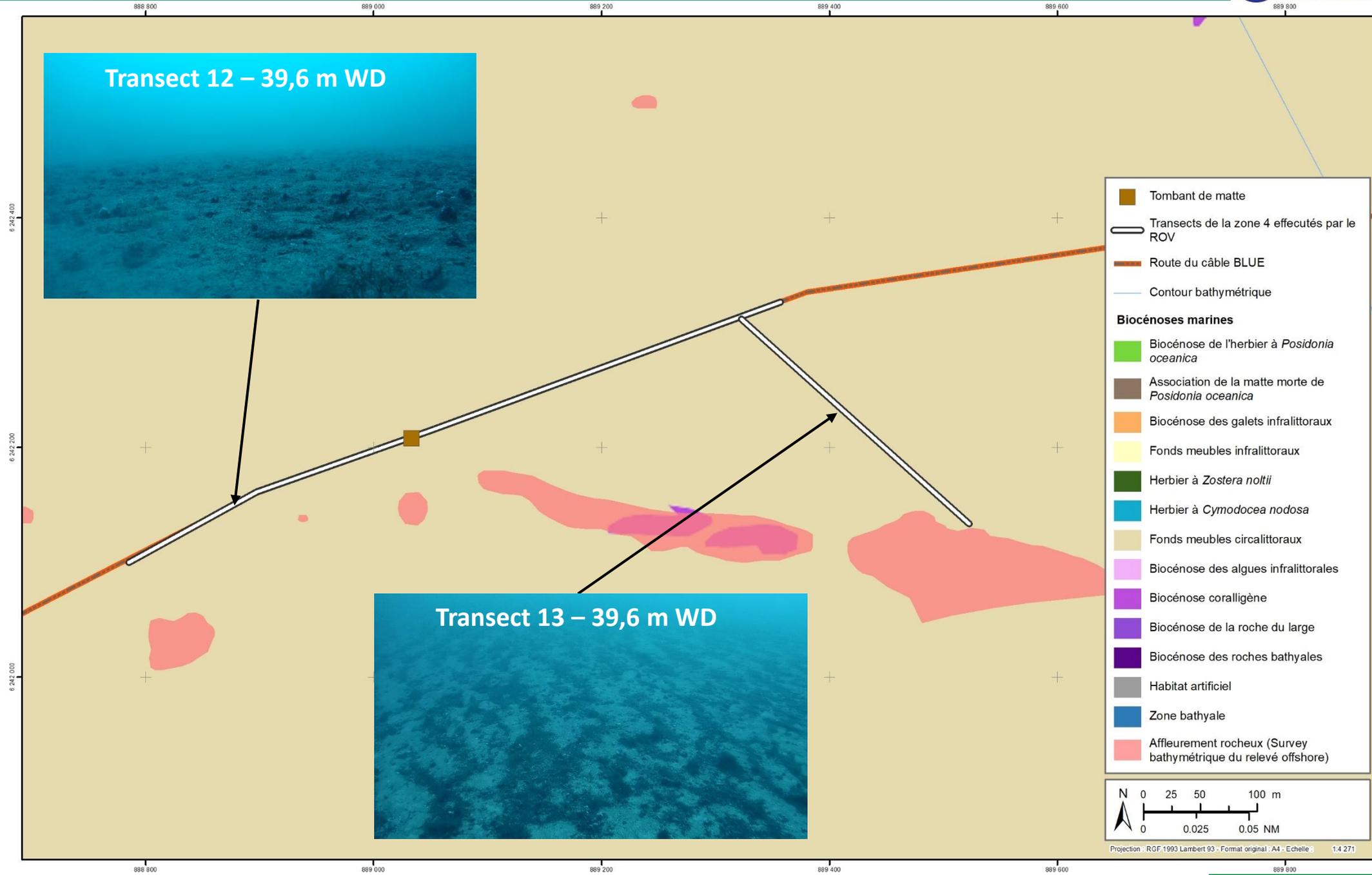
Figure 41 : Fond sablo-vaseux au niveau du transect 12 de la zone 4 avec croisement d'un câble existant (à droite)

Station transect 13 : 35,0 m de profondeur ; 7 minutes et 48 secondes de vidéos

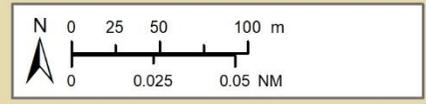
Le mini-ROV a parcouru un transect de 268 m en direction du nord-ouest, quasi-perpendiculaire à la route du câble en raison de la présence d'un affleurement rocheux à proximité du tracé, à 35,0 m de profondeur sur un fond constitué de sable coquilliers. Quelques individus isolés de *Codium bursa* et de gorgones (*Eunicella verrucosa*) ont été observés.



Figure 42 : Fond constitué de sable coquillier (à gauche) et gorgone (à droite) au niveau du transect 13 de la zone 4



- Tombant de matie
- Transects de la zone 4 effectués par le ROV
- Route du câble BLUE
- Contour bathymétrique
- Biocénoses marines**
- Biocénose de l'herbier à *Posidonia oceanica*
- Association de la matie morte de *Posidonia oceanica*
- Biocénose des galets infralittoraux
- Fonds meubles infralittoraux
- Herbier à *Zostera noltii*
- Herbier à *Cymodocea nodosa*
- Fonds meubles circalittoraux
- Biocénose des algues infralittorales
- Biocénose coralligène
- Biocénose de la roche du large
- Biocénose des roches bathyales
- Habitat artificiel
- Zone bathyale
- Affleurement rocheux (Survey bathymétrique du relevé offshore)



3.2.2 CARACTERISATION DE L'HERBIER DE POSIDONIES AU DROIT DE LA PLAGE DE BONNEVEINE

La caractérisation de l'herbier de Posidonies a été réalisée en quatre (4) stations selon une série de descripteurs utilisés pour évaluer son état de vitalité. La limite inférieure de l'herbier a été identifiée à 25,4 m de fond (balise B35). Les mesures ont été réalisées en limite inférieure de l'herbier (Herb001 à 22,6 m de profondeur), au centre des zones d'herbier continu (Herb002 et Herb003 à respectivement 20,4 m et 12,4 m de profondeur) et en limite supérieure de l'herbier (Herb004 à 9,6 m de profondeur).

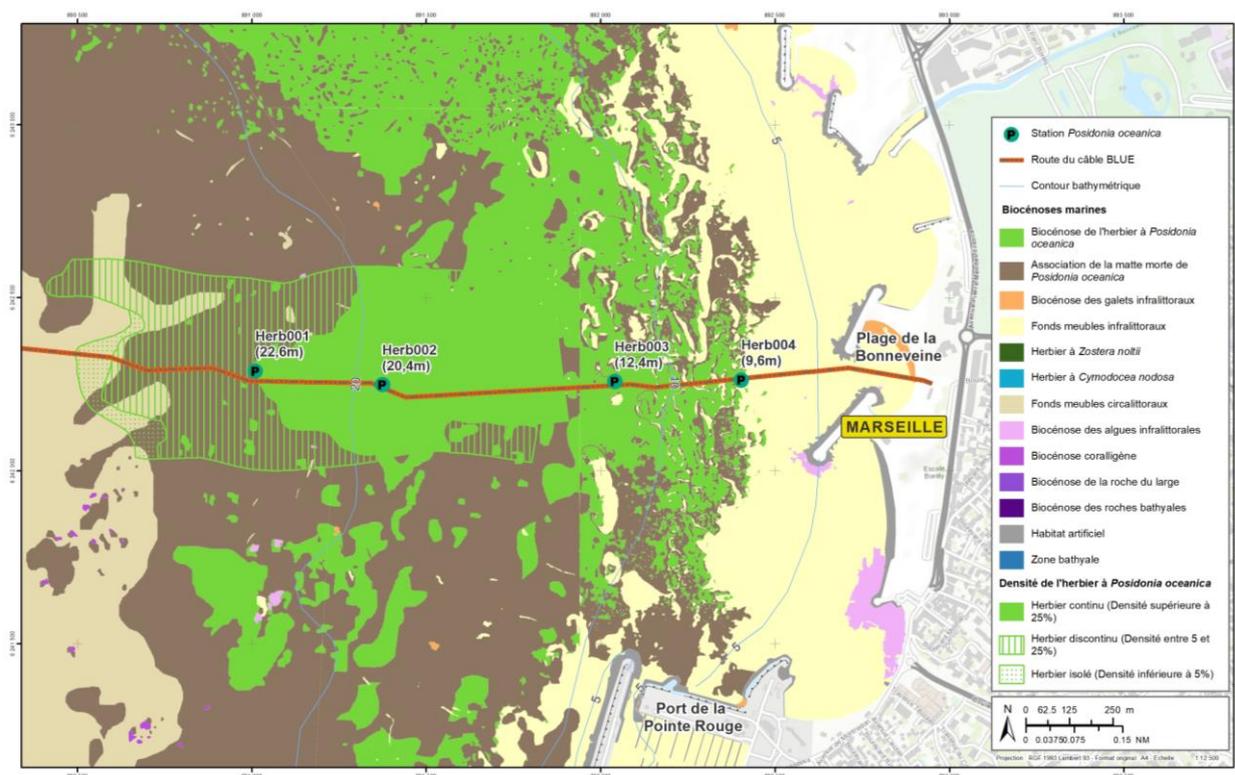


Figure 43 : Localisation des stations de mesure de l'herbier de Posidonies

3.2.2.1 Caractérisation de la limite inférieure de l'herbier - 25,4 m de profondeur

La limite inférieure de l'herbier de Posidonie au droit de la plage de Bonneveine se situe à une profondeur de 25,4 mètres, à la fin de l'herbier discontinu où sa densité est comprise entre 5 et 25 % de la surface prospectée.

L'écart par rapport à la profondeur de référence (38 m, référence liée à la limite inférieure en Corse) est de 33,2 %, 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 17 : Résultats des mesures réalisées à la limite inférieure de l'herbier

Station	Prof. (m)	Ecart par rapport à la profondeur de référence (38m)	Interprétation de la vitalité de l'herbier (Bein A. et al, 2013)	Type de limite inférieure	Interprétation type limite (Bein A. et al, 2013)	Taux de recouvrement moyen (%)	Interprétation du taux de recouvrement (Charbonnel et al., 2000)
B35	25,4	33,2 %	Médiocre	Régressive	Mauvaise	< 20 %	Faible

Les photographies suivantes illustrent les observations de la station :



Figure 44 : Illustration de la limite inférieure de l'herbier de Posidonie à 25,4 m de profondeur

3.2.2.2 Caractérisation de la station Herb001 – 22,6 m de profondeur

Cette station a été choisie en limite inférieure de l'herbier continu, à une profondeur de 22,6 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 plagiotropes.

Les photographies suivantes illustrent les observations de la station.



Figure 45 : Illustrations de l'herbier autour de la station Herb001 - 22,6 m de profondeur

Concernant les paramètres mesurés :

- ✓ La densité mesurée des faisceaux foliaires à cette station est de **355 faisceaux/m²**, ce qui correspond à un herbier en excellent état selon la classification de Pergent-Martini et Pergent, (2010) ;
- ✓ Le déchaussement moyen mesuré de **4,3 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 **3,6 %** 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 18 : Résultats des mesures réalisées à la station Herb001

Station	Prof. (m)	Densité moy. (faisceaux/m ²) ± 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)
Herb001	22,5	355 ± 89	Excellent	4,3 ± 2,1	Faible	3,6	Normale

Concernant les observations visuelles :

- ✓ Les feuilles relativement longues (longueur maximale des feuilles à 49,1 cm) présentent dans l'ensemble une couverture en épiphytes faible (10 %) ;
- ✓ Peu d'espèces ichtyologiques ont été observées, sans aucune espèce patrimoniale particulière ;
- ✓ Aucune espèce de grande nacre n'a été observée (*Pinna nobilis* et *Pinna rudis*).

3.2.2.3 Caractérisation de la station Herb002 - 20,4 m de profondeur

La station Herb002 est localisée au niveau d'une zone d'herbiers de posidonie dense. L'herbier présente peu de relief et la hauteur de matte est modeste (quelques centimètres). L'herbier peut ici être rattaché à un herbier de plaine.



Figure 46 : Illustrations de l'herbier autour de la station Herb002 - 20,4 m de profondeur



Concernant les paramètres mesurés :

- ✓ La densité mesurée de faisceaux foliaires en cette station est de **360 faisceaux/m²**, ce qui correspond à un herbier en bon état selon la classification de Pergent-Martini et Pergent (2010) ;
- ✓ Le déchaussement moyen mesuré de **3,8 cm** traduit un faible déchaussement (inférieur à 5 cm), selon la classification de Charbonnel et *al.* (2000) ;
- ✓ Le pourcentage de rhizomes plagiotropes en son sein est évalué **8,7 %** 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 Herb002

Station	Prof. (m)	Densité moy. (faisceaux/m ²) ± 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)
Herb002	20,2	360 ± 62	Bon	3,8 ± 1,9	Faible	8,7	Normale

Concernant les observations visuelles :

- ✓ Les feuilles relativement longues (longueur maximale de 58,0 cm) présentent dans l'ensemble une couverture en épiphytes faible (20 %) ;
- ✓ Aucune espèce ichtyologique n'a été observée ;
- ✓ Aucune espèce de grande nacre n'a été observée (*Pinna nobilis* et *Pinna rudis*).

3.2.2.4 Caractérisation de la station Herb003 – 12,4 m de profondeur

La station Herb003 est localisée au niveau d'une zone d'herbier dense et continue sur une profondeur de 12,4 mètres.

Les photographies suivantes illustrent les observations à cette station.



Figure 47 : Illustrations de l'herbier autour de la station Herb003 - 12,4 m de profondeur

Concernant les paramètres mesurés :

- ✓ La densité mesurée des faisceaux foliaires en cette station est de **490 faisceaux/m²**, ce qui correspond à un herbier en bon état selon la classification de Pergent-Martini et Pergent (2010) ;
- ✓ Le déchaussement moyen mesuré de **5,1 cm** traduit un déchaussement moyen (entre 5 à 15 cm), selon la classification de Charbonnel et *al.* (2000) ;
- ✓ Le pourcentage de rhizomes plagiotropes est évalué **3,9 %**, 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 Herb003

Station	Prof. (m)	Densité moy. (faisceaux/m ²) ± 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)
Herb003	12,7	490 ± 104	Bon	5,1 ± 1,6	Moyen	3,9	Normale

Concernant les observations visuelles :

- ✓ Les feuilles relativement longues (longueur maximale de 44,0 cm) présentent dans l'ensemble une couverture en épiphytes faible (15 %) ;
- ✓ Aucune espèce ichthyologique n'a été observée ;
- ✓ Aucune espèce de grande nacre n'a été observée (*Pinna nobilis* et *Pinna rudis*).

3.2.2.5 Caractérisation de la station Herb004 – 9,6 m de profondeur

La station Herb003 est localisée au niveau de la limite supérieure de l'herbier continu, à une profondeur de 9,6 mètres. La limite de l'herbier est franche avec principalement des rhizomes plagiotropes. Un tombant de 50 cm de hauteur a été observé.

Les photographies suivantes illustrent les observations en cette station.



Figure 48 : Illustrations de l'herbier autour de la station Herb003 - 12,4 m de profondeur



Concernant les paramètres mesurés :

- ✓ La densité mesurée des faisceaux foliaires en cette station est de **433 faisceaux/m²**, ce qui correspond à un herbier en excellent état d'après la classification de Pergent-Martini et Pergent (2010) ;
- ✓ Le déchaussement moyen mesuré de **5,4 cm** traduit un déchaussement moyen (entre 5 à 15 cm), selon la classification de Charbonnel et *al.* (2000) ;
- ✓ Le pourcentage de rhizomes plagiotropes est évalué **8,1 %**, 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 Herb004

Station	Prof. (m)	Densité moy. (faisceaux/m ²) ± 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)
Herb004	9,4	433 ±62	Excellent	5,4 ±3,3	Moyen	8,1	Normale

Concernant les observations visuelles :

- ✓ Les feuilles relativement longues (longueur maximale de 41,7 cm) présentent dans l'ensemble une couverture en épiphytes faible (20 %) ;
- ✓ Aucune espèce ichtyologique n'a été observée, présence de nombreux oursins au sein de l'herbier ;
- ✓ Aucune espèce de grande nacre n'a été observée (*Pinna nobilis* et *Pinna rudis*).

3.2.3 RECONNAISSANCE DES FONDS A CORALLIGENE

Un (1) transect coralligène a été sélectionné d'après la cartographie des biocénoses utilisée (Medtrix) et des levés géophysiques *offshore*, sur des fonds plats de 33,5 mètres. Le transect Co1-Co2, d'une longueur de 156 m, est quasi-parallèle au tracé du câble BLUE à une distance de 300 m au sud.

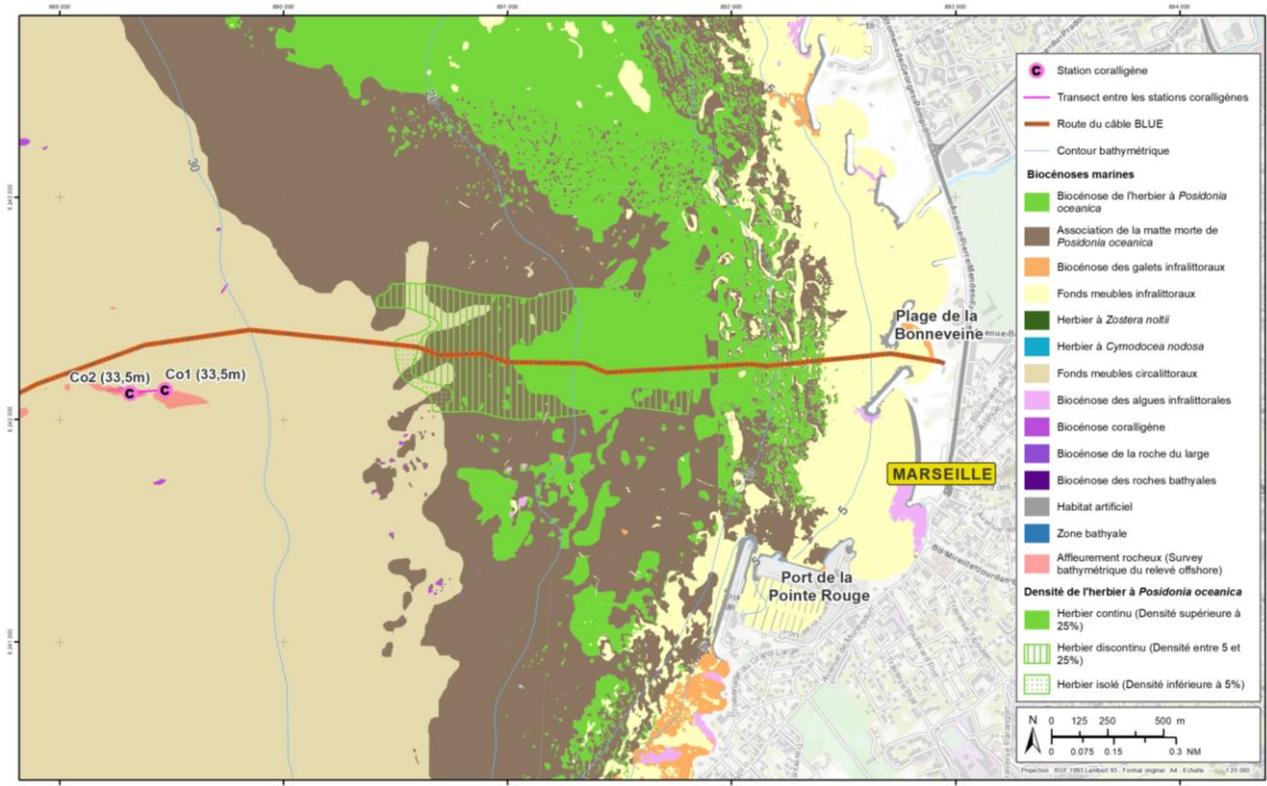


Figure 49: Localisation des stations de coralligène

Un affleurement rocheux d'une longueur d'environ 70 mètres et d'une largeur d'environ 5 mètres sur une hauteur de 1,3 mètre de haut a été observé. Il se présente sous une forme de dalle rocheuse allongée avec plusieurs anfractuosités et failles de plusieurs mètres de long. Le sommet de la dalle apparaît pelé et peu d'espèces érigées sont présentes. On rencontre ici un fond de sable détritique coquillier.



Figure 50 : Affleurement rocheux au niveau du transect Co1-Co2 - 33,5 m de fond

Au niveau des anfractuosités, on retrouve une association d'algues calcaires encroûtantes *Lithophyllum sp.*, mais aussi des reliefs de *Mesophyllum sp.* (en forme d'assiette).

La roche est principalement recouverte par des éponges, telles que les espèces *Crambe crambe*, *Axinella damicornis* et *Axinella polypoides*, du bryzoaire arbustif *Myriapora truncata*, et de l'ascidie *Halocynthia papillosa*.

Parmi les espèces remarquables, un individu de l'oursin diadème *Centrostephanus longispinus* et une colonie du corail *Cladocora caespitosa* ont été observés sur l'affleurement rocheux.

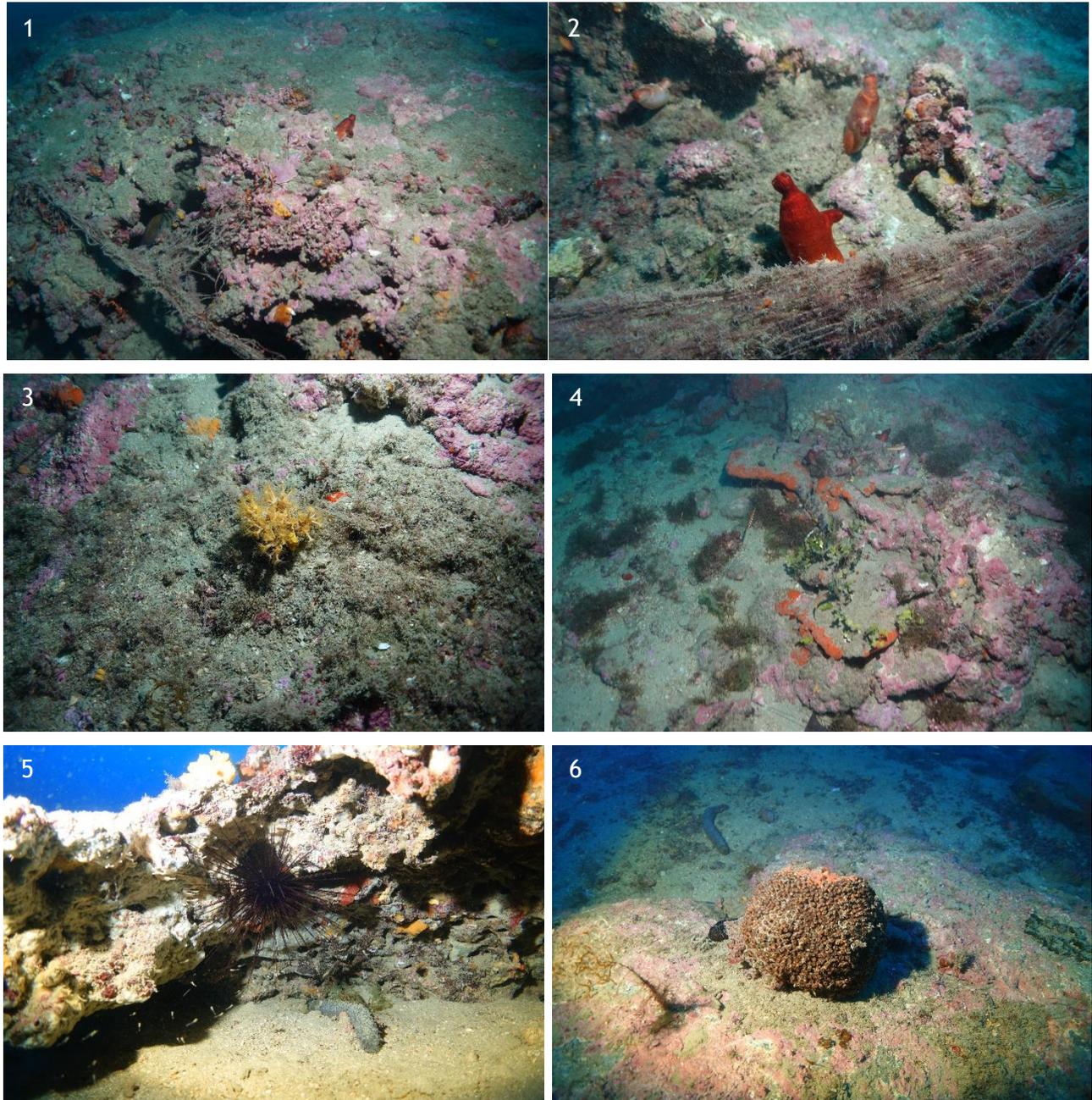


Figure 51 : Observation le long du transect entre les stations Co 1 et Co2 à 33,5 m de profondeur : 1. *Lithophyllum sp.*, *Mesophyllum sp.*, *Myriapora truncata.*, *Halocynthia papillosa* ; 2. *Halocynthia papillosa* ; 3. Cnidaire ; 4. *Lithophyllum sp.* et *Crambe crambe* ; 5. *Centrostephanus longispinus*, 6. *Cladocora caespitosa*

Un ancien câble a été observé au niveau du transect Co1-Co2.



Figure 52 : Ancien câble au niveau du transect Co1-Co2 (33,5 m de profondeur)

3.2.4 ANALYSES SEDIMENTAIRES

3.2.4.1 Prélèvements de sédiments

La qualité des sédiments a été déterminée à partir de quatre (4) stations au niveau du tracé du câble entre la limite supérieure de l'herbier à 9,0 m de profondeur et le bas de plage à 0 m de profondeur.

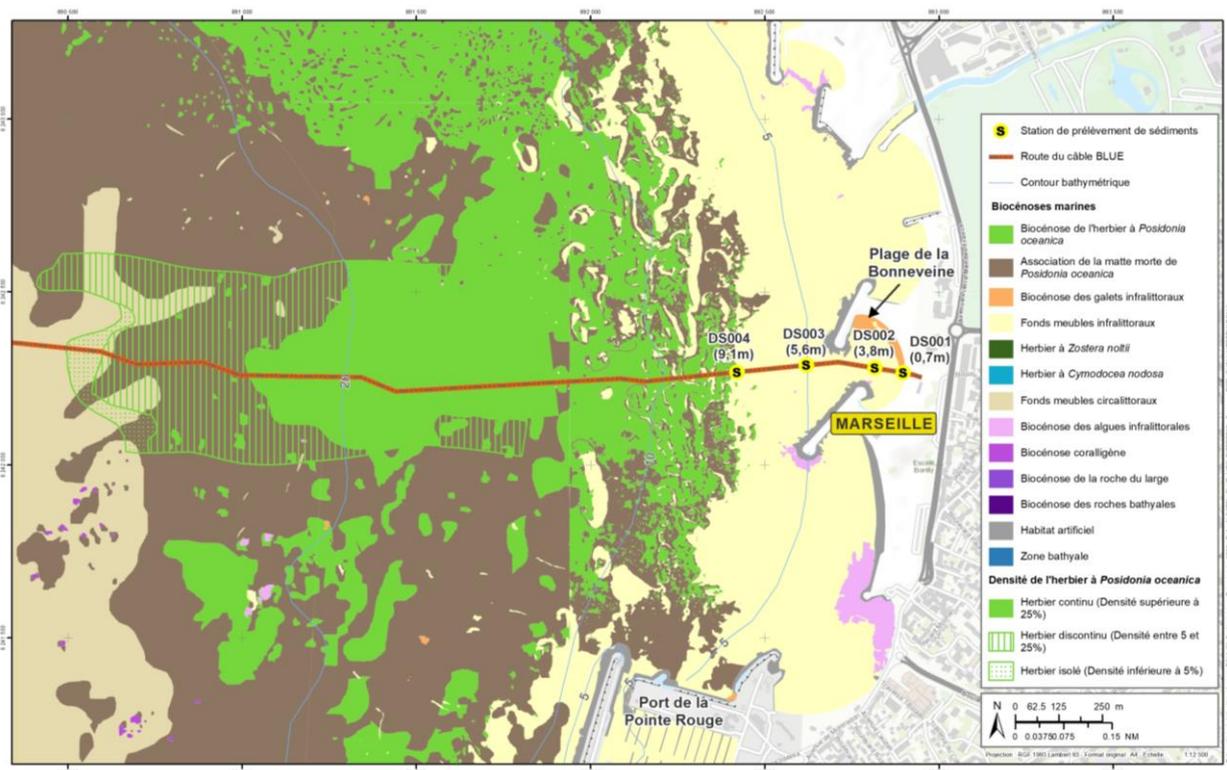


Figure 53 : Stations des points de prélèvement de sédiments

La nature des sédiments observée est décrite dans le Tableau 22 ci-après. Les échantillons ont été déposés au transporteur le jour même pour un transfert au laboratoire d'une durée inférieure à 24 h.

Tableau 22 : Synthèse des observations des sédiments prélevés sur le tracé du câble BLUE

Stations	Observations	Profondeur (m)	Illustrations	
DS001	Sable grossier	0,7		
DS002	Sable fin	3,8		
DS003	Sable fin	5,6		
DS004	Sable fin	9,1		



Paramètres	Unité	Station				Seuils GEODE		RLM état 1	RLM état 2	RNO Séd. 98Med	Bruit de fond
		DS001	DS002	DS003	DS004	N1	N2				
Phase 1: Propriétés physiques											
Matière sèche	% P.B.	92.1	72.3	69.4	74.4						
Masse volumique	g/cm ³	1.69	1.76	1.78	1.83						
Phase 2: Propriétés chimiques: substances polluantes											
Métaux lourds											
Arsenic (As)	mg/kg M.S.	3.3	5.62	4.62	5.21	25	50				4.4
Cadmium (Cd)	mg/kg M.S.	<0.10	<0.10	<0.10	<0.89	1.2	2.4	<0.15	<0.6	0.15	0.5
Chrome (Cr)	mg/kg M.S.	7.87	6.04	7.23	9.36	90	180				45
Cuivre (Cu)	mg/kg M.S.	<5.00	<5.00	<5.00	8.94	45	90	<15	<60	30	35
Fer (Fe)	mg/kg M.S.	3450	2470	2620	3180						
Mercure (Hg)	mg/kg M.S.	1.27	<0.10	0.1	0.27	0.4	0.8	<0.05	<0.4	0.1	0.2
Nickel (Ni)	mg/kg M.S.	4.58	4.48	3.87	3.87	37	74				20
Plomb (Pb)	mg/kg M.S.	8.85	13	25	20.8	100	200	<25	<50	30	47
Phosphore (P)	mg/kg M.S.	198	160	161	211						
Zinc (Zn)	mg/kg M.S.	11.6	14.6	16.4	36.6	276	552	<90	<200	90	115
Polychlorobiphényles (PCB)											
PCB 28	mg/kg M.S.	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.005	0.01				
PCB 52	mg/kg M.S.	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.005	0.01				
PCB 101	mg/kg M.S.	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.01	0.02				
PCB 118	mg/kg M.S.	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.01	0.02				
PCB 138	mg/kg M.S.	0.0016	<0.001	<0.001	0.001	0.02	0.04				
PCB 153	mg/kg M.S.	0.0021	<0.001	<0.001	0.0019	0.02	0.04				
PCB 180	mg/kg M.S.	0.0016	<0.001	<0.001	<0.001	0.01	0.02				
SOMME PCB (7)	mg/kg M.S.	0.007	0.004	0.004	0.005						
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)											
Acénaphthène	mg/kg M.S.	0.0039	<0.0022	<0.002	0.0026	0.015*	0.26*				
Acénaphthylène	mg/kg M.S.	0.0068	0.009	0.0055	0.031	0.04*	0.34*				
Anthracène	mg/kg M.S.	0.0023	0.0049	0.0027	0.019	0.085*	0.59*				
Benzo(a)-anthracène	mg/kg M.S.	<0.0022	0.019	0.011	0.15	0.26*	0.93*				
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg M.S.	<0.0022	0.031	0.017	0.13	0.4*	0.9*	<0.2	<0.5		
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg M.S.	<0.0022	0.016	0.0095	0.066	0.2*	0.4*	<0.1	<0.25		
Benzo(g,h,i)perylène	mg/kg M.S.	<0.0022	0.019	0.01	0.099	1.7*	5.65*				
Benzo(a)pyrène	mg/kg M.S.	<0.0022	0.026	0.013	0.12	0.43*	1.015*	<0.1	<0.5		
Chrysène	mg/kg M.S.	<0.0022	0.019	0.011	0.1	0.38*	1.59*				
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg M.S.	<0.0022	0.006	0.0032	0.034	0.06*	0.16*				
Fluoranthène	mg/kg M.S.	0.007	0.028	0.016	0.14	0.6*	2.85*	<0.04	<0.2		
Fluorène	mg/kg M.S.	0.0078	0.0029	<0.002	0.0052	0.02*	0.28*				
Indeno(1,2,3-cd)Pyrène	mg/kg M.S.	<0.0022	0.016	0.0088	0.084	1.7*	5.65*				
Phénanthrène	mg/kg M.S.	0.0079	0.013	0.0055	0.061	0.24*	0.87*				
Pyrène	mg/kg M.S.	0.0057	0.022	0.013	0.11	0.5*	1.5*				
Dérivés de l'étain											
Tributylétain cation-Sn (TBT)	µg Sn/kg M.S.	<2.0	<2.0	<2.0	7	100	400	<40	<100		
Dibutylétain cation-Sn (DBT)	µg Sn/kg M.S.	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0						
Monobutylétain cation-Sn (MBT)	µg Sn/kg M.S.	<2.0	<2.0	<2.0	9.8						
Phase 3: Indice de contamination organique											
COT	mg/kg M.S.	15000	6820	52800	4310						
Azote Kjeldahl	g/kg M.S.	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5						
Phosphore total	mg/kg M.S.	453	366	369	483						

Granulométrie					
	Unité	Station			
		DS001	DS002	DS003	DS004
Fraction < 2 µm	%	0	0	0	0
Fraction 2 - 20 µm	%	2.56	3.6	3.17	3.01
Fraction 20 - 63 µm	%	1.14	1.62	0.79	1.69
Fraction 63 - 200 µm	%	1.98	89.48	91.43	33.86
Fraction 200 - 2000 µm	%	93.65	4.22	3.46	60.81
Echantillon					
Cailloutis >2 mm		0	0	0	0
Sables grossiers à très grossiers 500µm <x<2 mm		0	0	0	0
Sables moyens 250<x<500 µm		93.65	4.22	3.46	60.81
Sables fins à très fin 63<x<250 µm		1.98	89.48	91.43	33.86
Silts 4<x<63 µm		3.7	5.22	3.96	4.7
Précolloïdes 0,12< x <4 µm		0	0	0	0
Colloïdes <0,12 µm		0	0	0	0
		DS001	DS002	DS003	DS004
Entérocoques	NPP/g	<56	<56	<56	<56
Escherichia coli	NPP/g	<56	<56	<56	<56

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

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 grossiers car constitués de **sables**.

En effet, la station DS001, la plus proche de la côte (0,7m de profondeur), est composée en majorité (94 %) de sables moyens dont le diamètre est compris entre 250 et 500 μm , alors que les stations plus distales, DS002 et DS003 (3,8 et 5,6 m de profondeur), sont constituées en majorité (91-92 %) de sables fins à très fins dont le diamètre est supérieur à 63 μm . La station DS004, plus au large (9,1 m de fond), est constituée de sables moyens (61 %) et de sables fins à très fins (34 %).



Figure 54 : Fractions granulométriques des stations échantillonnées

- Concernant les teneurs en métaux lourds, seul le mercure dépasse les seuils *Geode* (1,27 mg/kg matière sèche), propres aux activités de dragage. Les concentrations en mercure (stations DS003 et DS004), en plomb (station DS003) et en cadmium (la station DS004) dépassent légèrement les seuils *RLM état 1*. Les concentrations en arsenic dépassent très légèrement les seuils du bruit de fond pour les stations DS002, DS003 et DS004, sans toutefois conclure à une contamination chimique.
- Concernant les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP), aucun des composés ne montre de concentration au-dessus des seuils de contamination.
- En ce qui concerne les Polychlorobiphényles (PCB), deux (2) composés présentent des concentrations supérieures à des valeurs seuils du *RLM état 1* au niveau de la station DS004 uniquement :



- Le **benzo(a)pyrène** avec une concentration (0,12 mg/kg de matière sèche ou m.s) supérieure au seuil *RLM état 1* (0,1 mg/kg m.s),
- le **fluoranthène** avec une concentration (0,14 mg/kg de matière sèche) supérieure au seuil *RLM état 1* (0,04 mg/kg m.s)
- Pour les dérivés de l'étain, aucune contamination n'est détectée pour les quatre (4) stations.

3.2.1 CONCLUSION

La campagne d'étude a permis de mettre en évidence la présence des herbiers de posidonie et de dix (10) tombants de matre sur le tracé du câble, ainsi que la présence de vingt-deux (22) anciens câbles dans la baie du Prado qui croisent le câble BLUE. Plusieurs enrochements ont été observés entre 3,5 et 3 m de profondeur le long du tracé du câble. Trois (3) obstructions ont également été observées à 4,2 m de profondeur (balisage ZRUP), à 18,3 m de profondeur (barre métallique d'1 mètre de long, 50 cm de large, et 50 cm de hauteur) et à 82,4 m de profondeur (objet métallique de forme cylindrique).

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 1,4 km de distance, et d'herbier discontinu sur une distance de 0,4 km. Les inspections sous-marines ont montré que l'évaluation écologique des *surveys offshore* est représentative avec la réalité du terrain.

A partir de la cartographie existante, il est possible de calculer que le câble traverse près de 1,8 km d'herbiers de Posidonies. A ce niveau, le câble sous-marin présentera leur plus fort diamètre avec 37,5 mm (soit 0,0375 m² au mètre linéaire). L'emprise calculée sur l'herbier est d'alors de 67,5 mètres carrés environ.

Les différentes observations aux quatre (4) stations de mesure de vitalité de l'herbier de Posidonies au droit de la plage de Bonneveine le long du tracé du câble BLUE présentent un herbier de plaine sur des fonds allant de 9,6 m (limite supérieure) à 25,4 m (limite inférieure) de profondeur.

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 24 : Caractérisation de la limite inférieure de l'herbier

Station	Prof. de limite inférieure (m)	Ecart par rapport à la profondeur de référence (38m)	Interprétation de la vitalité de l'herbier (Bein A. et al, 2013)	Type de limite inférieure	Interprétation type limite (Bein A. et al, 2013)	Taux de recouvrement moyen (%)	Interprétation du taux de recouvrement (Charbonnel et al., 2000)
Balise B35	25,4	33,2 %	Médiocre	Régressive	Mauvaise	< 20 %	Faible

La limite supérieure de l'herbier de Posidonie (station Herb004 à 9,6 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 22,6 m de profondeur et en limite supérieure de l'herbier continu à 9,6 m de profondeur), et de bonne vitalité (stations au centre de l'herbier continu à 20,4 m et 12,4 m de profondeur).

Le déchaussement moyen 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 25 : Synthèse des mesures systématiques sur l'herbier à *Posidonia oceanica*

Station	Prof. (m)	Densité moy. (faisceaux/m ²) ± 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)	Longueur max des feuilles (cm)	Taux de recouvrement (%)	Pourcentage de recouvrement (Charbonnel et al., 2000)
Herb001 Limite inf. de l'herbier continu	22.5	355	Excellent	4.3	Déchaussement faible	3.6	Herbier généralement stable, avec peu ou pas de progression	49.1	68	Fort Recouvrement
Herb002 Herbier dense	20.2	360	BON	3.8	Déchaussement faible	8.7	Herbier généralement stable, avec peu ou pas de progression	58.0	52	Recouvrement moyen
Herb003 Herbier dense	12.7	490	BON	5.1	Déchaussement moyen	3.9	Herbier généralement stable, avec peu ou pas de progression	44.0	90	Fort Recouvrement
Herb004 Limite sup. de l'herbier continu	9.4	433	Excellent	5.4	Déchaussement moyen	8.1	Herbier généralement stable, avec peu ou pas de progression	41.7	84	Recouvrement moyen

Aucune grande nacre vivante, ni aucune autre espèce protégée, n'a été recensée sur le tracé du câble à l'intérieur de l'herbier ni au-delà dans la biocénose des sables fins bien calibrés (SFBC).

Le câble au-delà de la limite inférieure de l'herbier (à 25,4 m de fond) croise des roches à biocénoses de coralligènes à 67,1 m et 62,8 m de profondeur, observées par mini-ROV.

Ces roches, d'environ 1 mètre de haut et observées ponctuellement sur deux transects de 194 m et 176 m de long, présentent de nombreuses espèces telles que des gorgones (*Paramuricea clavata*) et des éponges arbustifs (*Axinella polypoides* et *Axinella damicornis*).

Cette zone présente un intérêt écologique, quoique déjà impactée par des activités de pêche avec la présence de filets recouvrant les roches, et un obstacle à la route du câble. Néanmoins, elle peut être évitée aisément via une légère optimisation de la route du câble.

Les observations en plongée et par mini-ROV sur le tracé du câble et à proximité, en aval de la limite inférieure de l'herbier, à partir de 34 mètres et jusqu'à 88 mètres de profondeur, confirment la présence de la biocénose du détritique côtier (DC) et de la biocénose des fonds détritiques envasés (DE).

Les treize (13) transects des quatre (4) zones parcourues par mini-ROV ont également permis d'observer des fonds meubles où seules quelques espèces benthiques sessiles sont présentes de façon éparse. Bien qu'une interaction directe soit à attendre pour certains individus à la descente du câble, la sensibilité de la biocénose peut être qualifiée de faible à moyenne face à la simple pose du câble, compte tenu de son faible diamètre et de sa stabilité immédiate sur ces fonds très meubles. Les fonctionnalités de l'habitat ne seront pas remises en question.

Les cartes suivantes illustrent les principales observations faites sur le tracé du câble BLUE.

Les résultats d'analyse physico-chimique des sédiments prélevés dans la zone d'ensouillage du câble montrent que les fonds marins sont composés de particules grossières (sables fins à moyens). L'absence ou la faible fraction argileuse rend faible l'adsorption de potentiels contaminants et tout aussi réduite le phénomène de désorption dans la colonne d'eau.



La synthèse des résultats d'analyse chimique des sédiments montre que la concentration en mercure dépasse la valeur seuil Geode N1 à la station DS001. Pour les échantillons des trois (3) autres stations concernant le mercure, ainsi que pour le cadmium (en station DS004), le plomb (en station DS003), le benzo(a)pyrène (en station DS004) et le fluoranthène (en station DS004), les concentrations analysées sont au-dessus des valeurs seuils du RLM état 1.

Au vu des résultats d'analyse physico-chimique et de la relativement faible quantité de sédiment 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.

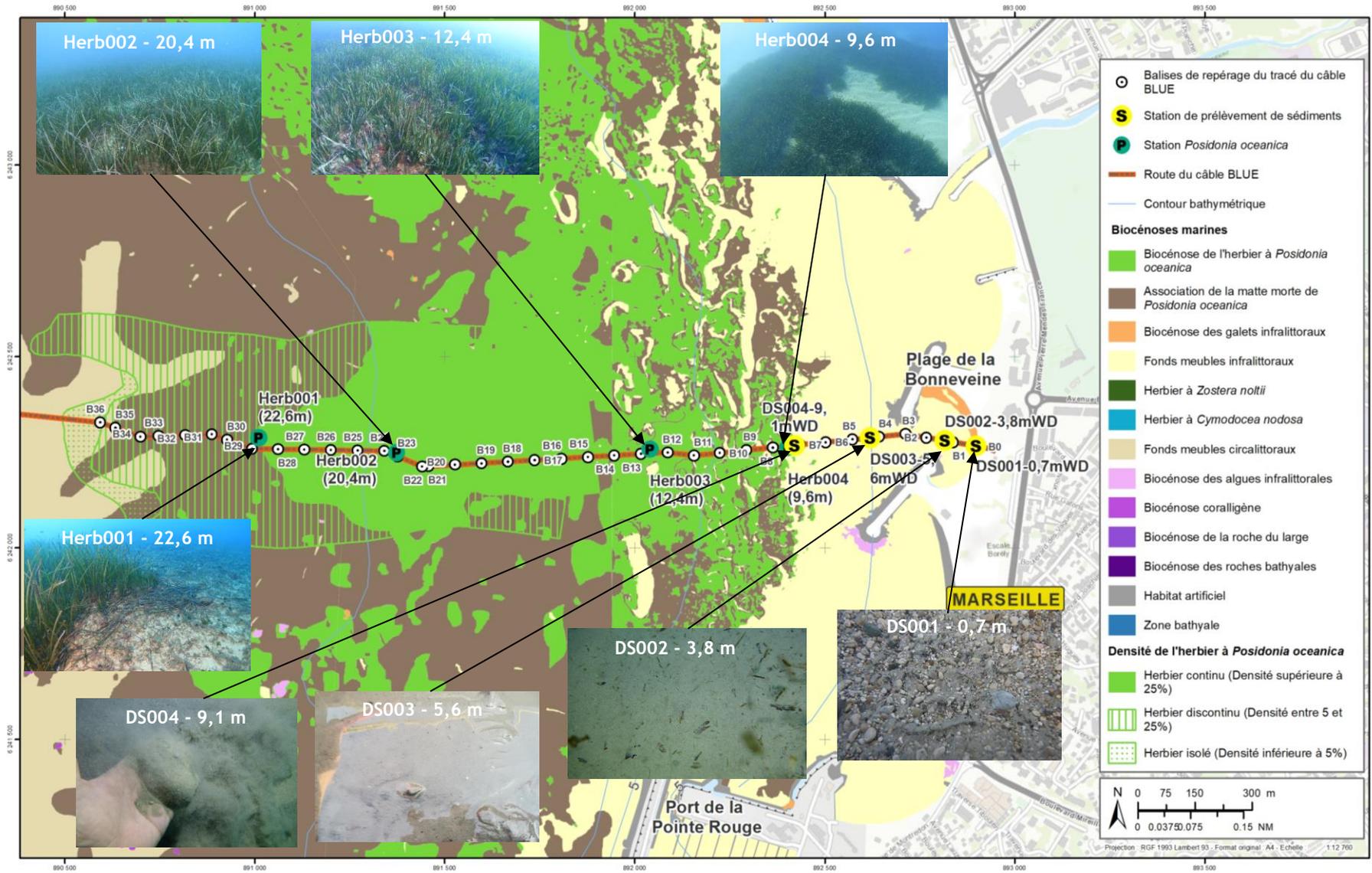


Figure 55 : Synthèse des observations en plongée (herbier et sédiment) sur le tracé du câble BLUE

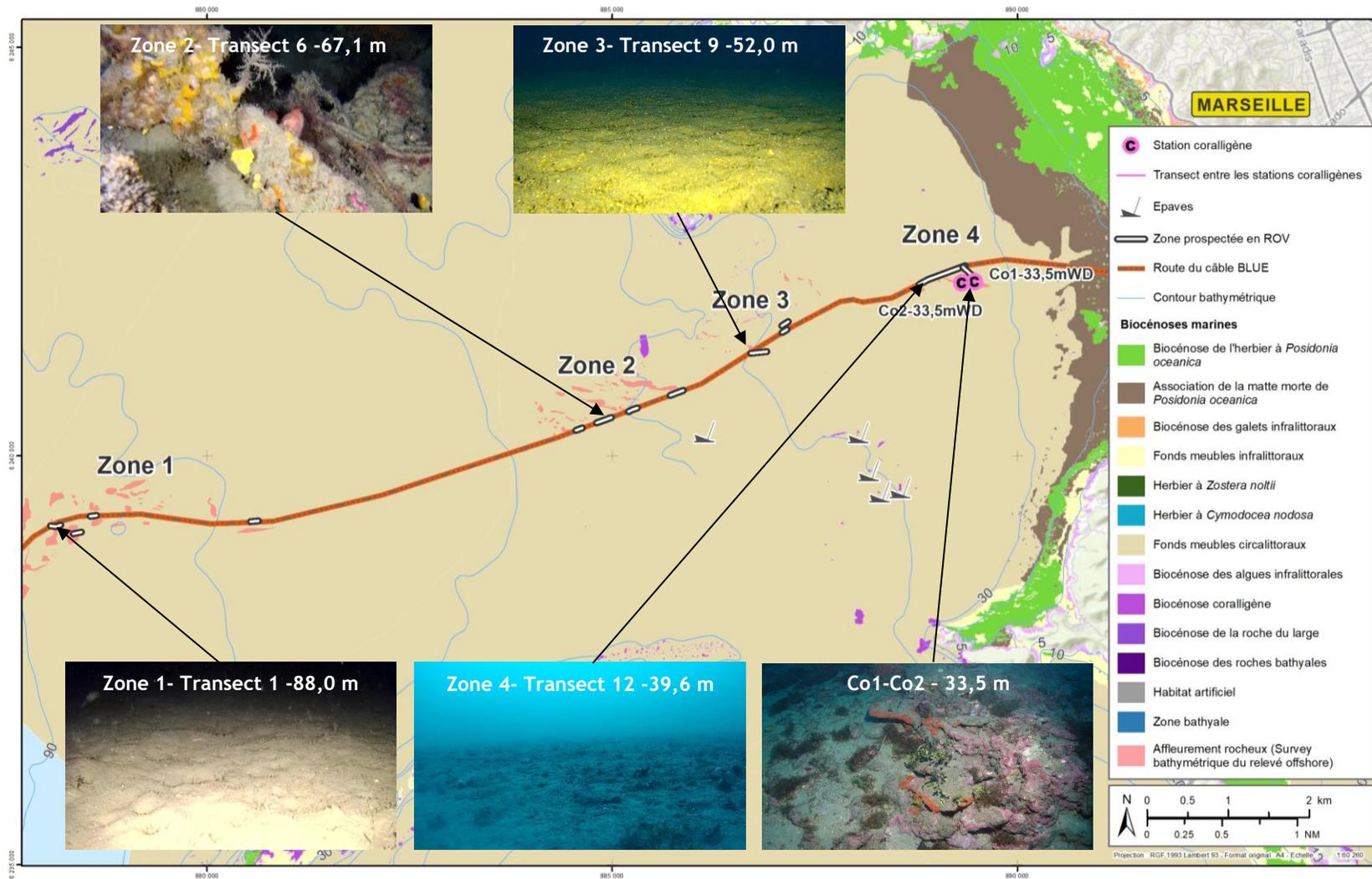


Figure 56 : Synthèse des observations en plongée (coralligène) et par mini-ROV sur le tracé du câble BLUE



4 RETOURS 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 In Vivo 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 matte 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).»

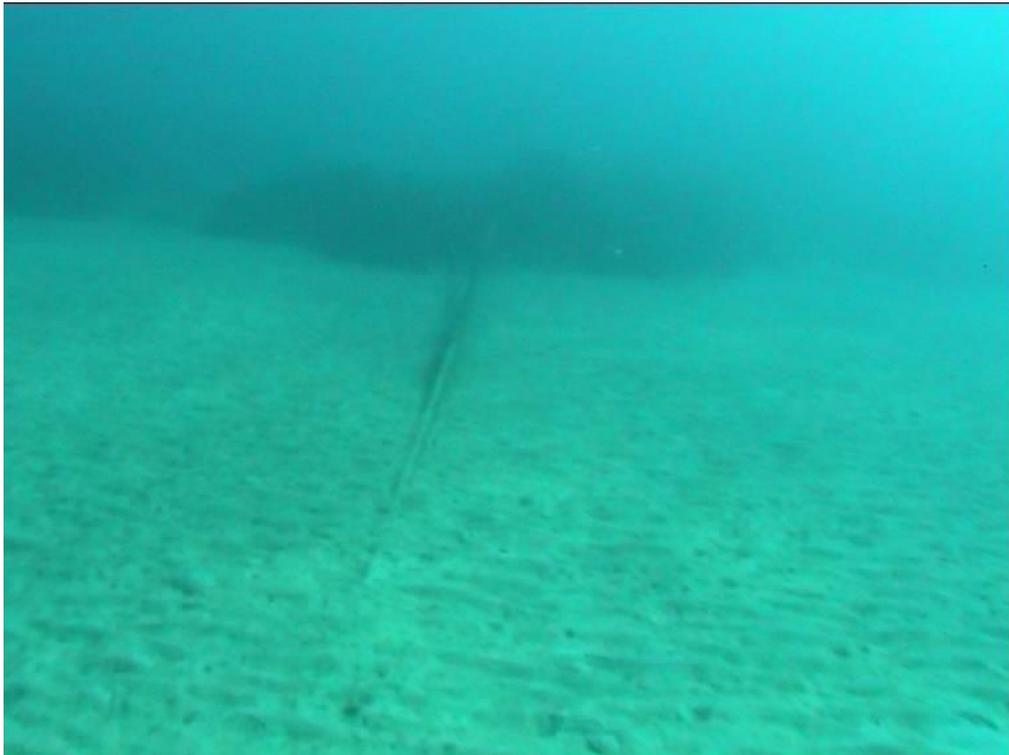


Figure 57 : Enfouissement naturel du câble dans les zones sableuses (In Vivo, 2008)

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 58 : 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)

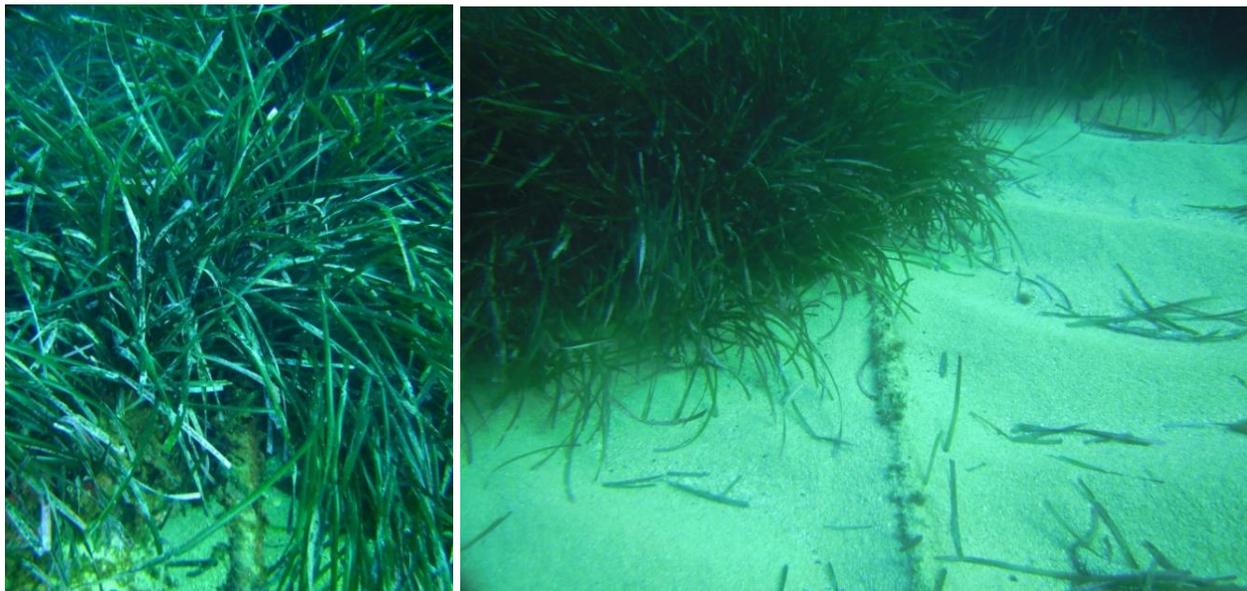


Figure 59 : Câble ANTARES (La Seyne-sur-Mer) pénétrant dans l'herbier de posidonie (In Vivo, 2013)

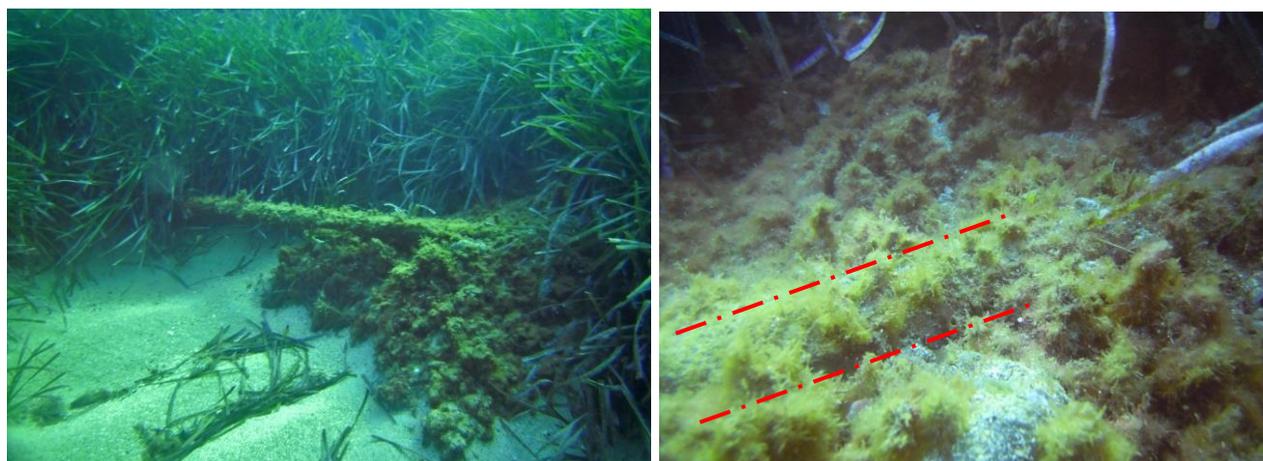


Figure 60 : Câble s'insérant progressivement dans la matre de posidonie (In Vivo, 2013)

De récentes plongées en Corse à Bastia ont permis d'observer deux câbles de transport d'énergie (SACO12), 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 61 : 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 62 : Câble de transport d'énergie SACO12 en limite inférieure de l'herbier entièrement colonisé (Bastia - plage de l'Arinella, 2020)



Figure 63 : 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 64 : Câble télécom au sein d'un herbier entre les faisceaux de posidonie (Marseille, 2020)

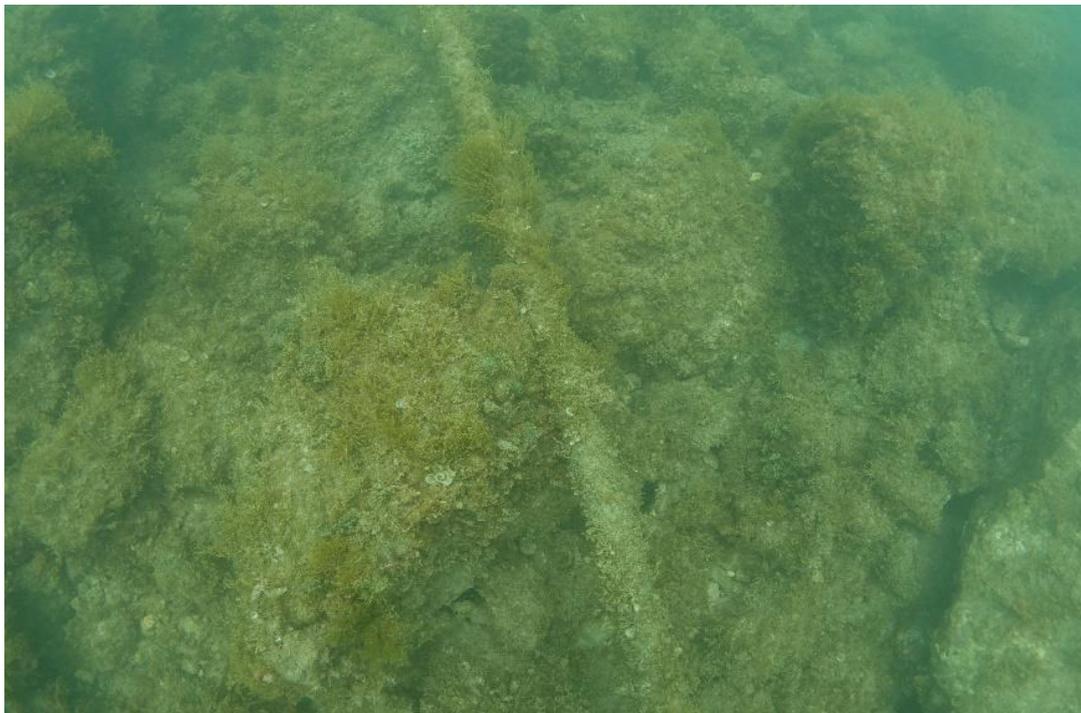


Figure 65 : Câble télécom sur des enrochements (Marseille, 2020)



Figure 66 : Câble transport d'énergie pris dans la matte de posidonie (Bonifacio, 2020)



Figure 68 : Câble télécom en sortie d'herbier en limite supérieure (Marseille, 2020)



Figure 67 : Câble télécom sur matte morte (Marseille, 2020)



Figure 69 : 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 37,5 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.



5 BIBLIOGRAPHIE

BONHOMME P., ROIG D., BERNARD G., CHARBONNEL E., DIVETAÏN 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

Titre de l'étude	Rapport d'expertise des biocénoses marines de la route du câble sous-marin de télécommunication BLUE
Nombre de pages/planches	79 pages
N° affaire / Date de notification	

Historique des envois

Documents envoyés	Exemplaires papier	Exemplaires FTP	Date d'envoi	N° réception
Rapport provisoire		pdf	11/01/2022	
Rapport définitif				

Intervenants dans l'élaboration des documents

Marc Chenoz (Responsable d'agence), Cédric MARION (Chef de projet), Audrey Patucca (Chargée d'études), Romain Bricout (Technicien)

Contrôle Qualité

	Niveau 1	Niveau 2
Contrôlé par	Cédric Marion	Marc Chenoz
Date	10/01/2022	10/01/2022