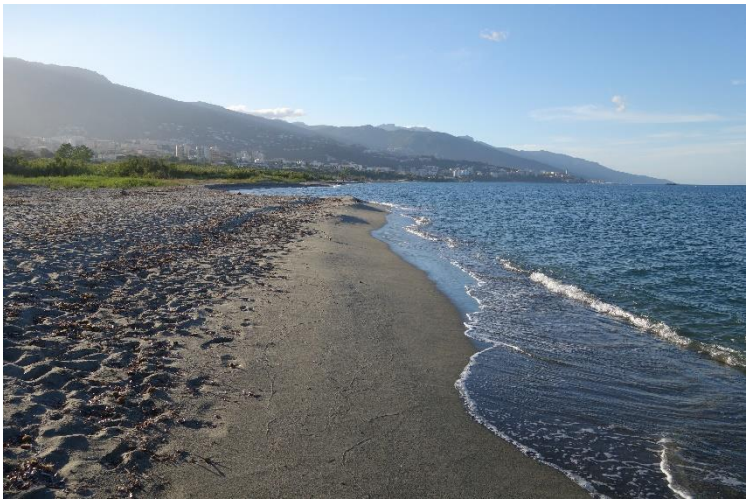
Telecom Italia Sparkle

Expertise environnementale sous-marine sur la route du projet de câble sous-marin de télécommunication BLUEMED au droit de la plage de l'Arinella à Bastia

EXPERTISE



RAPPORT V1

Juillet 2020

setec in vivo

OPQIBI L'INGÉNIERIE QUALIFIÉE CERTIFICAT N° 11 04 2294

www.setec.fr

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
Alexandre CERRUTI	Chargé d'études cartographe

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

OPQIBI L'INGÉNIERIE QUALIFIÉE
CERTIFICAT N° 11 04 2294

Table des matières

1 CONTEXTE 7

2 CARTOGRAPHIE DES BIOCENOSES MARINES DE LA ZONE D'ETUDE 9

3 ETUDE DES HABITATS MARINS SUR LA ROUTE DU CABLE 12

3.1 MATERIEL ET METHODES 12

3.1.1 Reconnaissance des fonds sur le tracé du câble 13

3.1.2 Recherche de grandes nacres 16

3.1.3 Caractérisation de l'herbier de posidonie 17

3.1.4 Analyses sédimentaires 25

3.2 RESULTATS 26

3.2.1 Description des fonds observés sur la route du câble 26

3.2.2 Recherche de grandes nacres 49

3.2.3 Caractérisation de l'herbier de posidonie 49

3.2.4 Conclusions 55

4 RETOURS D'EXPERIENCE 60

5 BIBLIOGRAPHIE 69

FICHE SIGNALETIQUE ET DOCUMENTAIRE 70

Liste des figures

Figure 1 : Route du câble BLUEMED dans les eaux territoriales françaises 7
Figure 2 : Distribution des biocénoses (à gauche) et carte de fiabilité (à droite) pour la partie nord du secteur 2A de la côte orientale (Programme CARTHAMED 2015, Contrat Agence des Aires Marines Protégées et Université de Corse (FRES 3041. Equipe Ecosystèmes Littoraux)) 9
Figure 3 : Biocénoses marines de la zone d'étude sur la route du câble et plan d'échantillonnage de l'étude (données modifiées/ Programme CARTHAMED 2015, Contrat Agence des Aires Marines Protégées et Université de Corse (FRES 3041. Equipe Ecosystèmes Littoraux)) 10
Figure 4 : Distances parcourues par le câble sur les biocénoses marines de la zone d'étude (données modifiées/ Programme CARTHAMED 2015, Contrat Agence des Aires Marines Protégées et Université de Corse (FRES 3041. Equipe Ecosystèmes Littoraux)). 11
Figure 5 : A gauche : le « VANGA III » (source : costa-verde-loisirs.fr), à droite le « Posidonia » de setec in vivo 12
Figure 6 : Installation du filin à dérouler sur la première balise installée 13
Figure 7 : Filin installé sur le fond marquant le tracé du câble sous-marin 13
Figure 8 : Plongeur évoluant le long du filin en filmant 14
Figure 9 : Plongeur équipé d'un radeau de surface et d'un GPS pour suivre le tracé du câble 15
Figure 10 : Le dispositif de prise de vue en vidéo 16
Figure 11 : Feuille immergeable pour le recueil de données sur les grandes nacres (source : setec in vivo) 17
Figure 12 : Plongeurs évoluant le long d'un pentamètre 17
Figure 13 : Les différents types d'herbiers à Posidonia oceanica. 19
Figure 14 : Quadrillage apposé sur une photo pour calcul du taux de recouvrement 21
*Figure 15 : Mesure de la densité des faisceaux et quadrat de 20*20 cm 22*
Figure 16 : Description des rhizomes de posidonie (Boudouresque et Meinesz, 1982 in Boudouresque et al, 2006) 24
Figure 17 : Mesure du déchaussement de l'herbier de posidonie (Boudouresque et al, 2006) 25
Figure 18 : Observations à la station C1 (vues éloignée et rapprochée) 28
Figure 19 : Observations à la station C2 (vues éloignée et rapprochée) 28
Figure 20 : Observations à la station C3 (vues éloignée et rapprochée) 29
Figure 21 : Observations à la station C4 (vues éloignée et rapprochée) 29
Figure 22 : Observations à la station C5 (vues éloignée et rapprochée) 30
Figure 23 : Balise 1 sur fonds du détritique côtier 31
Figure 24 : Filin déployé entre les balises 1 et 2 32
Figure 25 : Holothuries observées (probablement Holothuria tubulosa, la plus fréquente en méditerranée occidentale) 32
Figure 26 : Balise 2 repositionnée en limite inférieure de l'herbier de posidonie 33
Figure 27 : Limite inférieure de l'herbier de posidonie 33
Figure 28 : Feuilles de posidonies recourbées sous le poids de la charge sédimentaire 34
Figure 29 : Filin déployé entre les balises 2 et 3 34
Figure 30 : Entre les balises 2 et 3 35
Figure 31 : Balise 3 35
Figure 32 : L'herbier après la balise 3 36
Figure 33 : Sédiments sablo-vaseux au niveau des rhizomes de posidonie 36
Figure 34 : Changement de faciès, de l'herbier de posidonie au détritique côtier 37
Figure 35 : Biocénose du détritique côtier 37
Figure 36 : Balise 4 sur sédiments sablo-vaseux du détritique côtier 38
Figure 37 : Limite d'herbier présentant des signes d'érosion à l'interface avec les sédiments sablo-vaseux 39
Figure 38 : L'herbier vers 15-16 mètres de fond avant la balise 5 39
Figure 39: L'herbier de posidonie au niveau de la balise 5 40
Figure 40 : L'herbier de posidonie en amont de la balise 6 40
Figure 41 : Présence de sables en zone d'intermatte à l'approche de la balise 6 (limite supérieure de l'herbier) 41
Figure 42 : Balise 6 en limite supérieure de l'herbier de posidonie 41
Figure 43 : Limite supérieure de l'herbier de posidonie traversé par la route du câble 42
Figure 44 : Sédiments sableux 42
Figure 45 : Biocénose des sables fins bien calibrés 43
Figure 46 : Balise 7 sur la biocénose des sables fins bien calibrés 43
Figure 47 : Faisceaux de cymodocées observés à proximité du tracé du câble 44
Figure 48 : Profondeur d'observation des cymodocées 44
Figure 49 : Xyrichtys novacula ou rason 45

Figure 50 : Tracés alternatifs menant aux 3 sites d'atterrage potentiels, à savoir Furiani, Bastia 1 et Bastia 2 45
Figure 51 : Fonds observés depuis la côte vers le large (5,5m) sur le tracé arrivant au point de l'option d'atterrage de Furiani 46
Figure 52 : Fonds observés depuis la côte vers le large (5,5m) sur le tracé arrivant au point de l'option d'atterrage de Bastia 1 47
Figure 53 : Fonds observés depuis la côte vers le large (5,5m) sur le tracé arrivant au point de l'option d'atterrage de Bastia 2 47
Figure 54 : Méduse Rhizostoma pulmo 48
Figure 55 : Deux rombous (Bothus podas) face à face 48
Figure 56 : Vive-araignée (Trachinus araneus) 48
Figure 57 : Illustrations de l'herbier autour de la station P3, en limite inférieure 50
Figure 58 : Illustrations de l'herbier autour de la station P2, à -15,5 mètres 52
Figure 59 : Illustrations de l'herbier autour de la station P1, en limite supérieure 53
Figure 60 : Synthèse des observations à la caméra benthique sur le tracé du câble (carte : Programme CARTHAMED 2015, Contrat Agence des Aires Marines Protégées et Université de Corse (FRES 3041. Equipe Ecosystèmes Littoraux)) 57
Figure 61 : Synthèse des observations en plongée sur le tracé du câble (carte : Programme CARTHAMED 2015, Contrat Agence des Aires Marines Protégées et Université de Corse (FRES 3041. Equipe Ecosystèmes Littoraux)) 58
Figure 62 : Synthèse des mesures sur l'herbier à Posidonia oceanica (carte : Programme CARTHAMED 2015, Contrat Agence des Aires Marines Protégées et Université de Corse (FRES 3041. Equipe Ecosystèmes Littoraux)) 59
Figure 63 : Enfouissement naturel du câble dans les zones sableuses (In Vivo, 2008) 62
Figure 64 : 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). 62
Figure 65 : Câble ANTARES (La Seyne-sur-Mer) pénétrant dans l'herbier de posidonie (In Vivo, 2013) 63
Figure 66 : Câble s'insérant progressivement dans la matte de posidonie (In Vivo, 2013) 63
Figure 67 : 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) 64
Figure 68 : Câble de transport d'énergie SACOI2 en limite inférieure de l'herbier entièrement colonisé (Bastia – plage de l'Arinella, 2020) 64
Figure 69 : Câble de transport d'énergie (SACOI2) en limite inférieure de l'herbier de posidonie et disparaissant dans la matte (Bastia – plage de l'Arinella, 2020) 64
Figure 70 : Câble transport d'énergie pris dans la matte de posidonie (Bonifacio, 2020) 66
Figure 71 : Câble télécom sur matte morte (Marseille, 2020) 66
Figure 72 : Câble télécom en sortie d'herbier en limite supérieure (Marseille, 2020) 66
Figure 73 : Câble télécom en suspension au passage d'une zone d'intermatte (Marseille, 2020) 66
Figure 74 : Câble télécom au sein d'un herbier entre les faisceaux de posidonie (Marseille, 2020) 67
Figure 75 : Câble télécom sur des enrochements (Marseille, 2020) 67

Liste des tableaux

Tableau 1 : Coordonnées des balises installées 14
Tableau 2 : Coordonnées des stations d'observation par caméra benthique 16
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) 19
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) 20
Tableau 5 : Interprétation de la vitalité de l'herbier en limite inférieure de l'herbier (Charbonnel et al., 2000) .. 21
Tableau 6 : Classification de l'état de l'herbier selon les densités (/m²) de faisceaux observées et le niveau de profondeur (m) (Pergent et al., 2008 et Pergent-Martini et al., 2010) 23
Tableau 7 : Evaluation de la vitalité de l'herbier à partir du pourcentage de rhizomes plagiotropes de P. oceanica. (Charbonnel et al., 2000) 24
Tableau 8 : Échelle d'évaluation du déchaussement en fonction des valeurs moyennes mesurées (Charbonnel et al., 2000) 25
Tableau 9 : Coordonnées (en WGS 84) des points de prélèvement des sédiments pour analyses 26
Tableau 10 : Résultats des paramètres mesurés spécifiquement en limite inférieure de l'herbier de posidonie 51
Tableau 11 : Résultats des mesures réalisées à la station P3 51
Tableau 12 : Résultats des mesures réalisées à la station P2 52
Tableau 13 : Résultats des mesures réalisées à la station P1 54
Tableau 14 : Synthèse des mesures appliquées en limite inférieure de l'herbier à Posidonia oceanica 55
Tableau 15 : Synthèse des mesures systématiques sur l'herbier à Posidonia oceanica 56

1 CONTEXTE

Le projet BLUEMED porté par Telecom Italia Sparkle s'inscrit dans le cadre d'un projet de réseau fibre optique visant à augmenter sensiblement la capacité des transmissions de télécommunication dans toute la zone méditerranéenne. Le câble sera utilisé pour atterrir dans différentes parties de la Méditerranée et, en particulier, dans la mer Tyrrhénienne. Le projet prévoit notamment le débarquement sur les îles les plus importantes de la mer Tyrrhénienne (Sicile, Sardaigne et Corse).

Le câble utilisé est un câble sous-marin fibre optique de télécommunication de diamètre maximum de 35,7 mm.
Pour sa partie française, le câble sous-marin prévoit d'atterrir sur la plage de l'Arinella à Bastia en provenance du large où il sera installé sur environ 26,3 km sur le domaine public maritime.

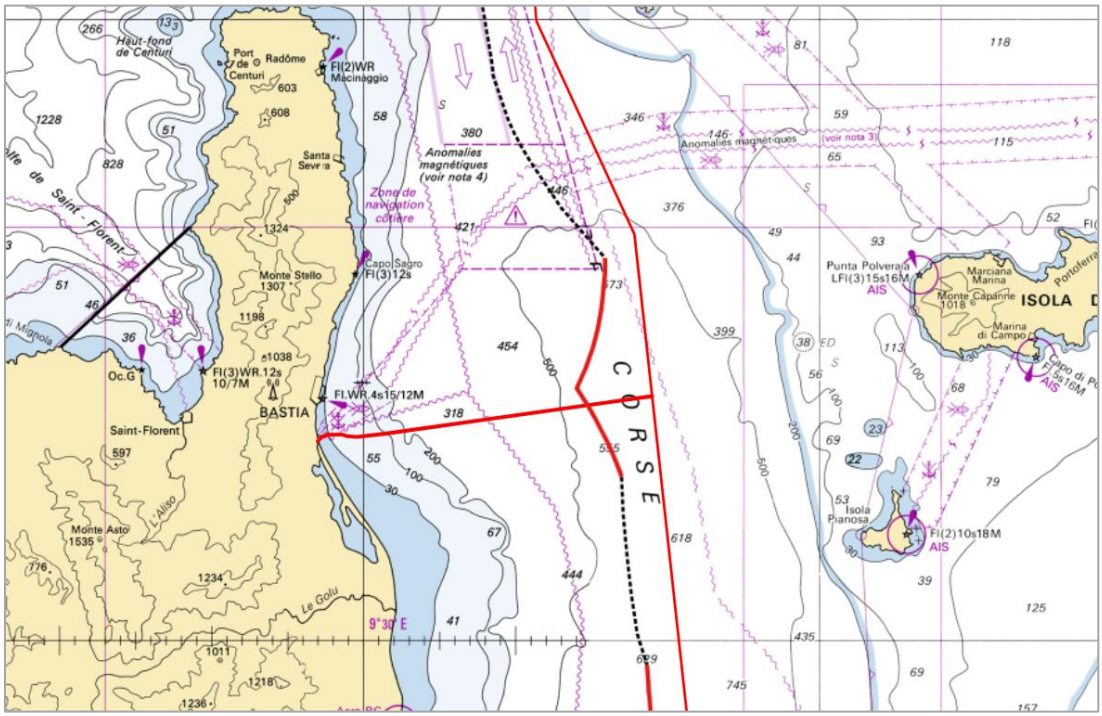


Figure 1 : Route du câble BLUEMED dans les eaux territoriales françaises

Le choix du tracé a fait l'objet d'une étude d'optimisation prenant en compte l'ensemble des contraintes techniques et environnementales, notamment :

- en choisissant un site à proximité d'une grande agglomération permettant le raccordement aux réseaux existants (Bastia) ,
- en sélectionnant la route la plus courte possible dans les eaux territoriales,
- en limitant au maximum les croisements de câbles existants et en respectant les normes de croisement,
- en choisissant la bathymétrie la moins accidentée pour assurer sa stabilité et son ensouillage,

- en évitant au maximum les zones de protection réglementaire et d'inventaires scientifiques,
- en limitant au maximum l'emprise du câble sur les herbiers de posidonie.

L'ensemble de ces contraintes a donc conduit à sélectionner une zone déjà étudiée précédemment et utilisée par d'autres câbles sous-marins, à savoir la plage de l'Arinella qui accueille déjà les câbles de transport d'énergie SACOI2 et le câble de télécommunication Ajaccio.
La plage de l'Arinella présente en effet la plupart des critères de premier rang :

- elle se situe à proximité de Bastia et offre un accès rapide aux réseaux terrestres existants ;
- elle permet de limiter la longueur de câble à déployer dans les eaux territoriales françaises ;
- elle offre une bathymétrie simple et peu accidentée jusqu'à la boite de jonction du segment entre Palerme et Gênes ;
- elle évite l'ensemble des zones de protection réglementaire et d'inventaires scientifiques en dehors de la ZNIEFF terrestre « Etang, zone humide et cordon littoral de Biguglia » et du Sanctuaire Pelagos ;
- elle permet au câble de croiser le grand herbier de la côte orientale dans sa plus faible étendue, sur moins de 230 mètres.

Le tracé du câble a également été retravaillé au regard des câbles existants, des conduites sous-marines et de la zone de l'appontement gazier de Furiani du terminal CBM Bastia Sud.
Sur la base du tracé retenu, une campagne d'expertise des biocénoses marines a été réalisée avec pour objectifs de réaliser un état des lieux des fonds marins sur le tracé du câble dans la zone 0 à 60 mètres de fond et de caractériser l'état de vitalité de l'herbier à *Posidonia oceanica* présent sur le tracé du câble.

Le présent document présente la cartographie des biocénoses marines au droit du site d'étude, les résultats des observations *in situ* et des éléments de caractérisation de l'herbier de posidonie traversé par le tracé du câble.
En fin de document, une synthèse de plusieurs retours d'expérience sur des câbles sous-marins précédemment installés dans les herbiers de posidonie est présentée.

Ce document est à l'attention de l'autorité environnementale dans le cadre des demandes de compléments d'information de la demande d'examen au cas par cas du présent projet.
Le contenu de ce dossier viendra par ailleurs alimenter le dossier de déclaration loi sur l'eau et la notice d'incidence associée.

2 CARTOGRAPHIE DES BIOCENOSES MARINES DE LA ZONE D'ETUDE

La cartographie des biocénoses marines de la zone d'étude utilise les données du programme CARTHAMED 2015 réalisé dans le cadre du Contrat Agence des Aires Marines Protégées et Université de Corse (FRES 3041. Equipe Ecosystèmes Littoraux) et mise à disposition par l'université de Corse.
Dans cette zone, les données sont considérées dans l'étude CARTHAMED comme fiables à 92 % au niveau de l'herbier de posidonie et à 37 % au large au-delà de l'isobathe 60 mètres environ.

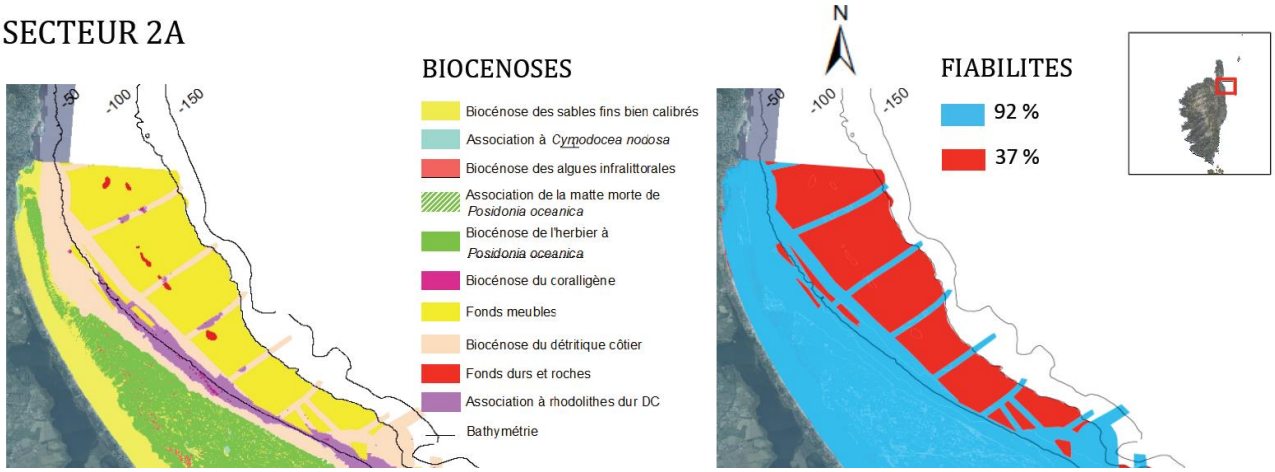


Figure 2 : Distribution des biocénoses (à gauche) et carte de fiabilité (à droite) pour la partie nord du secteur 2A de la côte orientale (Programme CARTHAMED 2015, Contrat Agence des Aires Marines Protégées et Université de Corse (FRES 3041. Equipe Ecosystèmes Littoraux))

A partir de cette cartographie et du tracé du câble sous-marin, des reconnaissances sous-marines et une caractérisation de l'herbier ont été réalisées selon un plan d'échantillonnage intégrant des plongées sur l'ensemble du tracé du câble depuis la limite inférieure de l'herbier de posidonie jusqu'à la côte et par de la vidéo sous-marine (caméra benthique) en plusieurs points jusqu'à 60 mètres de profondeur.

La carte suivante présente les biocénoses marines croisées par le câble sous-marin et les différentes stations d'étude du plan d'échantillonnage dont les résultats sont présentés dans le présent document.

A noter que la carte ci-après a fait l'objet d'ajustements au niveau de la répartition de la biocénose du détritique côtier au sein de l'herbier de posidonie suite aux observations *in situ* en plongée (initialement les sédiments meubles au sein de l'herbier étaient identifiés en sables fins bien calibrés).

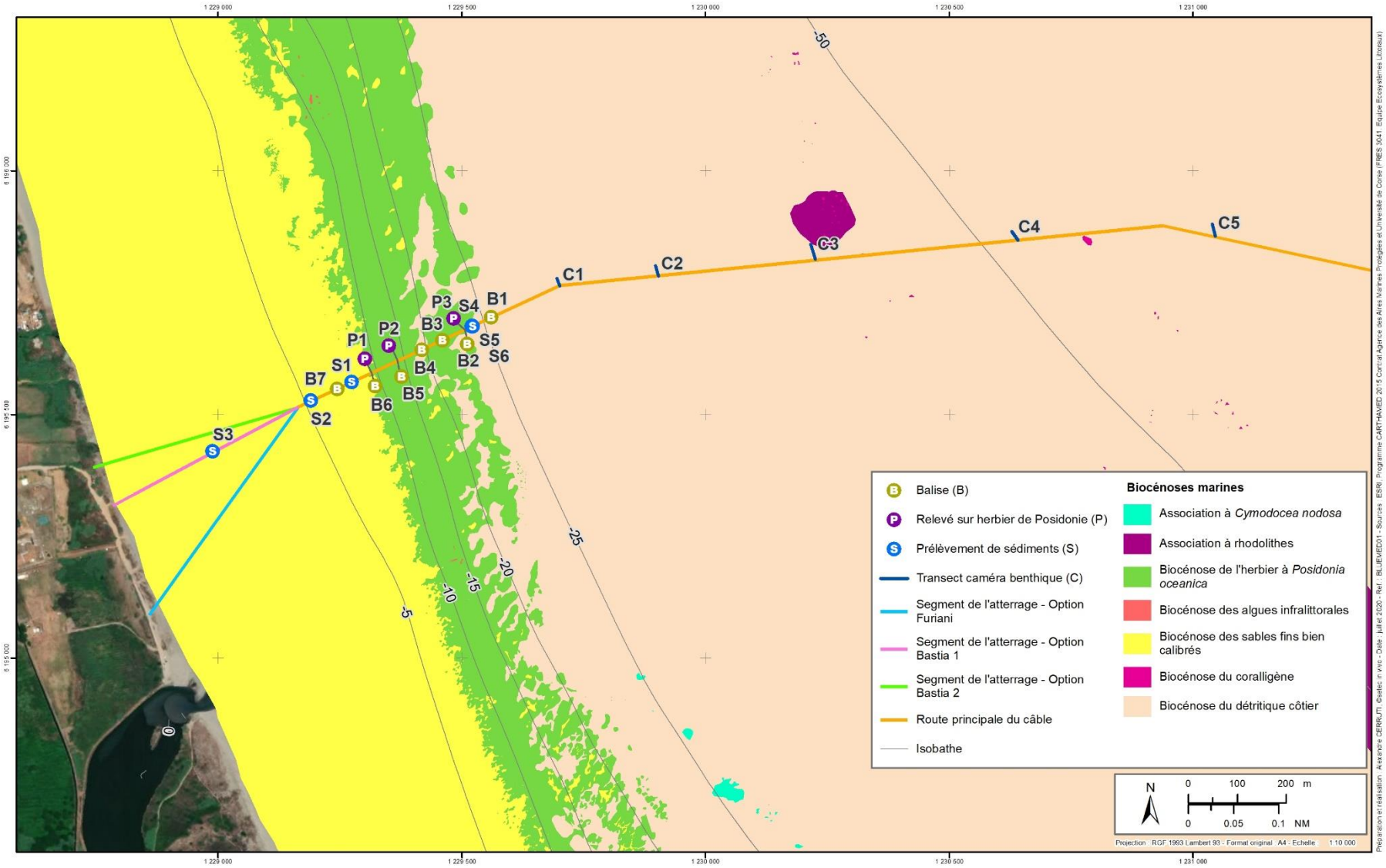


Figure 3 : Biocénoses marines de la zone d'étude sur la route du câble et plan d'échantillonnage de l'étude (données modifiées/ Programme CARTHAMED 2015, Contrat Agence des Aires Marines Protégées et Université de Corse (FRES 3041. Equipe Ecosystèmes Littoraux))

L'herbier au droit de la plage de l'Arinella s'étend sur une bande parallèle de moins de 230 m. Il sépare les sédiments sableux de la biocénose côtière des sables bien calibrés et les sédiments sablo-vaseux de la biocénose du détritique côtier.

Sans relief particulier, l'herbier peut être qualifié d'herbier de plaine. Il présente une pente régulière moyenne de 7,5 % et passe de -25 mètres à -8 mètres sur une distance de 228 mètres sur la route du câble.

L'herbier est relativement continu bien que présentant des alternances avec des zones sablo-vaseuses.
Les zones de matte morte observables sont quant à elles de très faibles ampleurs et en très faibles nombres (non significatives pour être représentées cartographiquement). Cependant, il convient de noter que de la matte morte est décelable sous les sédiments au niveau de la limite inférieure à environ 25 m de fond. Cette limite est relativement haute et présente tous les signes d'une limite régressive.

Le tracé du câble sous-marin croise l'herbier sur une distance mesurée de 227,5 mètres entre les limites inférieure et supérieure comprenant des zones de sédiments meubles.
Au sein de l'herbier uniquement, la distance totale mesurée sur la carte est de 210,6 mètres.
Avec un diamètre de 35,7 mm à ce niveau, le câble aura une emprise de 7,37 m².
La carte suivante illustre les distances parcourues par le tracé du câble sur les différents faciès rencontrés.

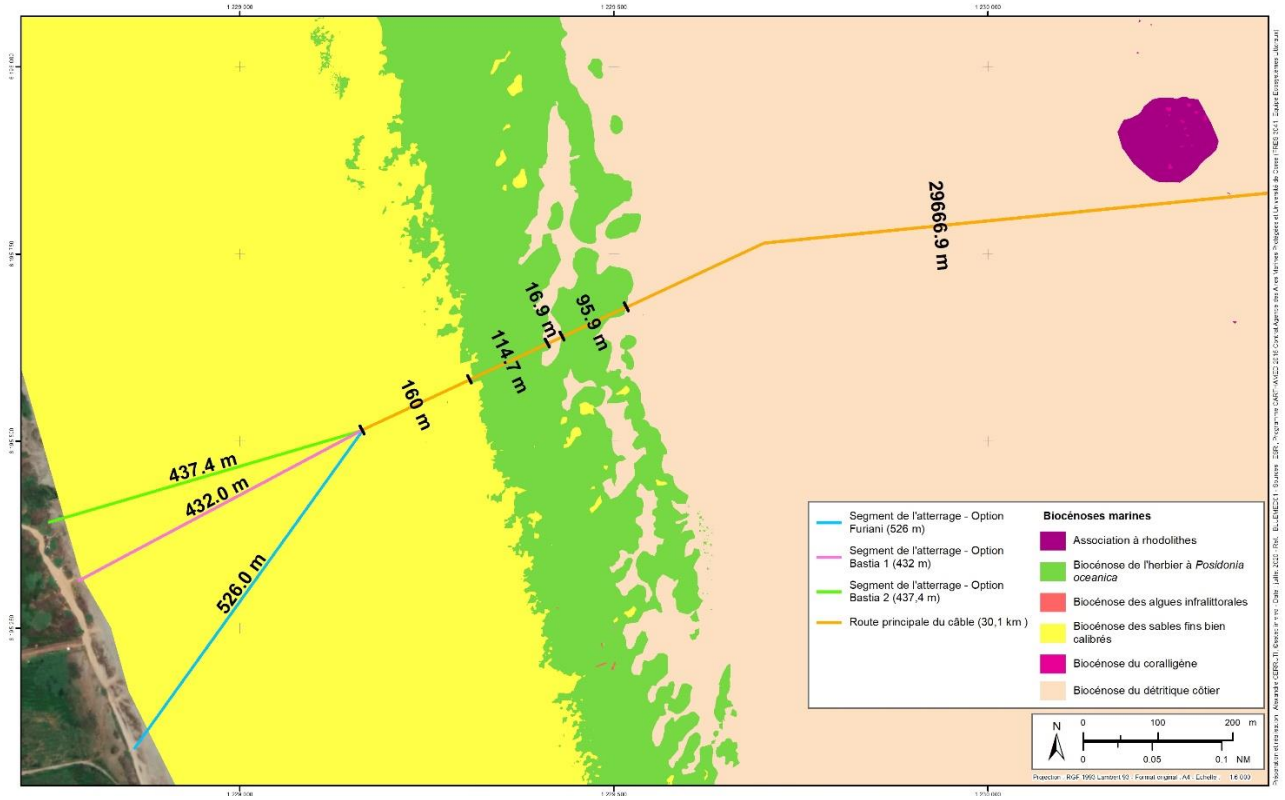


Figure 4 : Distances parcourues par le câble sur les biocénoses marines de la zone d'étude (données modifiées/ Programme CARTHAMED 2015, Contrat Agence des Aires Marines Protégées et Université de Corse (FRES 3041. Equipe Ecosystèmes Littoraux)).

3 ETUDE DES HABITATS MARINS SUR LA ROUTE DU CABLE

3.1 MATERIEL ET METHODES

La campagne d'étude a été réalisée du 16 au 18 juin 2020 par une équipe de sept (7) plongeurs, dont cinq (5) scientifiques.
Deux bateaux ont été mobilisés, le VANGA III, une vedette en aluminium de 8,50 m de la société Costa Verde Loisirs et le « Posidonia », un semi-rigide de 5,20 m de la société setec in vivo.

Figure 5 : A gauche : le « VANGA III » (source : costa-verde-loisirs.fr), à droite le « Posidonia » de setec in vivo

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 et caméra benthique.

La campagne d'étude des biocénoses marines a consisté à réaliser des reconnaissances marines le long du tracé du câble sous-marin dans la zone 0 – 60 mètres puis à caractériser l'herbier de posidonies dans lequel le câble passera.

3.1.1 RECONNAISSANCE DES FONDS SUR LE TRACE DU CABLE

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. Sept (7) balises ont été disposées sur le tracé du câble afin de couvrir l'ensemble du parcours du câble dans l'herbier de posidonie. La position des balises, espacées d'une cinquantaine de mètres environ, a été déterminée à partir des cartographies des biocénoses marines disponibles (Medtrix et CARTHAMED).

Figure 6 : Installation du filin à dérouler sur la première balise installée

Les balises ont été déployées depuis la surface vers le fond et deux (2) d'entre elles ont par la suite été ajustées par plongeur pour marquer précisément les limites inférieures et supérieures de l'herbier de posidonie.
Une fois l'ensemble des balises installées, un filin lesté a été déroulé sur le fond depuis la surface en reliant chacune des balises, pour marquer le tracé du câble. 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 7 : Filin installé sur le fond marquant le tracé du câble sous-marin

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

Balise	Nature du fond	Coordonnées (en WGS 84)	
		Latitude	Longitude
B1	Détritique côtier	42° 39.954'N	9° 27.517'E
B2	Limite inférieure de l'herbier de posidonie	42° 39.944'N	9° 27.478'E
B3	Herbier de posidonie	42° 39.934'N	9° 27.442'E
B4	Détritique côtier	42° 39.925'N	9° 27.409'E
B5	Herbier de posidonie	42° 39.915'N	9° 27.372'E
B6	Limite supérieure de l'herbier de posidonie	42° 39.904'N	9° 27.331'E
B7	Sables	42° 39.889'N	9° 27.278'E

Tableau 1 : Coordonnées des balises installées

3.1.1.2 Les reconnaissances sous-marines en plongée

Le long de la route balisée

Le filin installé, 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 la route du câble marquée sur le fond.

Les plongeurs étaient également équipés du matériel nécessaire à la prise de note et de parachutes de balisage pour marquer, depuis le fond vers la surface, tout évènement remarquable nécessitant d'être relevé au GPS par l'équipe de surface.

Une vidéo a ainsi été réalisée entre les balises 1 et 7 par l'un des plongeurs pendant que le second prenait des notes sur les changements de faciès observés.

Au-delà de la balise 7, sur les fonds sableux et en direction de la plage, la route du câble a également fait l'objet d'une inspection sous-marine jusqu'au point d'intersection des segments ralliant les trois (3) sites potentiels d'atterrage (Furiani, Bastia 1 et Bastia 2)

Figure 8 : Plongeur évoluant le long du filin en filmant

Entre les différents sites d'atterrage étudiés et la route principale du câble

Dans les plus faibles fonds, les trois (3) segments de route entre les sites potentiels d'atterrage et le point d'intersection commun à la route principale du câble (42° 39.874'N - 9° 27.218'E) ont aussi été suivis, mais depuis la surface.

Une équipe de deux plongeurs en palme/masque/tuba a donc évolué le long de chacun des tracés du câble en suivant précisément la route entrée dans un GPS. Le premier des plongeurs était équipé d'un radeau de surface, d'un appareil photo et d'un GPS et se déplaçait le long du tracé, le second le suivait de près et réalisait un film des fonds rencontrés.

Figure 9 : Plongeur équipé d'un radeau de surface et d'un GPS pour suivre le tracé du câble

3.1.1.3 Les reconnaissances vidéo par caméra benthique

Au-delà de la limite inférieure de l'herbier de posidonie, les fonds devenant vite importants, des investigations par caméra benthique ont été réalisées en cinq (5) stations sur le tracé du câble.

Les observations vidéo par caméra ont été réalisées à partir du pont du navire. Le dispositif, composé d'une « cage métallique » permettant la fixation, la stabilisation et la protection de la caméra et des éclairages, était ainsi fixé à un bout gradué de 100 m. La caméra était installée de manière à filmer le substrat à une hauteur minimale d'environ 50 cm lorsque le dispositif était posé sur le fond. Une fois le navire stabilisé sur la station souhaitée et la profondeur mesurée au sondeur, le dispositif était descendu manuellement jusqu'au fond. Il était ensuite remonté de quelques mètres afin d'enregistrer une vue d'ensemble du site prospecté, avant d'être remonté à bord du navire.

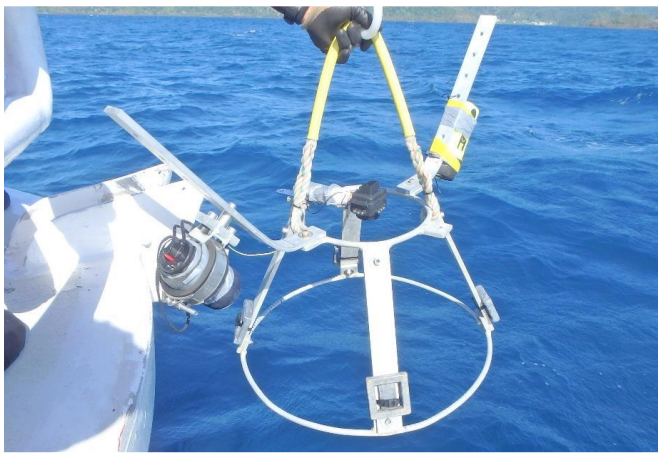


Figure 10 : Le dispositif de prise de vue en vidéo

Chaque séquence vidéo représente un enregistrement d'environ 3 min d'images, dont 1 min au fond.
Le dispositif vidéo étant manipulé depuis la surface, sans retour d'image en direct, et la caméra étant orientée à la verticale du substrat, les séquences analysées ont fourni un aperçu d'une petite surface de substrat, estimée entre 25 à 50 m^2 et échantillonnée de manière aléatoire. Il est ainsi possible que certaines formations géomorphologiques situées proches des stations de recensement vidéo n'aient pas été prises en compte dans cette étude.
Ces séquences ont permis de décrire succinctement la nature du substrat, la géomorphologie et les principales espèces benthiques observées. Des extractions d'écrans ont également permis l'illustration la carte des habitats benthiques.

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

Station	Profondeur (m)	Coordonnées (en WGS 84) du point d'immersion de la caméra	
		Latitude	Longitude
C1	31,5	42° 39.983'N	9° 27.623'E
C2	37,1	42° 39.985'N	9° 27.772'E
C3	44,6	42° 39.990'N	9° 28.008'E
C4	51,9	42° 39.992'N	9° 28.314'E
C5	59,3	42° 39.979'N	9° 28.609'E

Tableau 2 : Coordonnées des stations d'observation par caméra benthique

3.1.2 RECHERCHE DE GRANDES NACRES

Une recherche de grandes nacres a été réalisée sur l'ensemble de l'herbier de posidonie traversé par le tracé du câble. Dans les zones où l'herbier était clairsemé et le substrat nettement visible, un simple suivi visuel sur un corridor de 2 mètres centré sur le tracé du câble a été réalisé.

En revanche, dans les parties les plus denses de l'herbier de posidonie, le protocole mis en œuvre a consisté à faire évoluer deux (2) plongeurs de part et d'autre du filin représentant le tracé du câble en utilisant chacun une tige en PVC d'un mètre pour rabattre les feuilles de posidonies afin de chercher des grandes nacres.

Les plongeurs étaient également équipés du matériel de mesures pour les individus vivants rencontrés et d'une feuille immergeable pour noter les informations.

GRANDES NACRES Date: Site: Plongeurs:

						Mesures			Courants				Type de milieu				
Ind.	R/C	Prof.	M ou V	Réactivité	Col Int	Lc	lc	Hs	Nul	Faible	Moyen	fort	SF	SC	SG	MM	HP
1																	
2																	
3																	
4																	

R = Radiale 100 m² — Vivante → Lente / Rapide → Mesures: Lc = grande largeur; lc = petite largeur au sédiment; Hs = hauteur à partir du sédiment

C = Cercle 314 m² — Type milieu: SF = sable fin; SC = sable coquiller; SG = sable grossier; MM = matte morte; HP = herbier de posidonie

Morte → Colonisation int. Valves: 0/+/++/+++

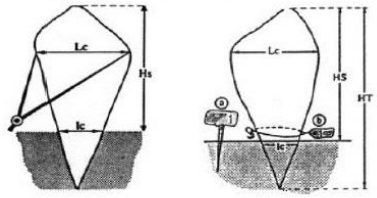


Figure 11 : Feuille immergeable pour le recueil de données sur les grandes nacres (source : setec in vivo)

Figure 12 : Plongeurs évoluant le long d'un pentamètre

3.1.3 CARACTERISATION DE L'HERBIER DE POSIDONIE

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 identification des espèces associées à l'herbier.

Puis différents paramètres ont été choisis pour évaluer l'état de vitalité de l'herbier à *Posidonia oceanica*, sur trois (3) stations sur le tracé du câble, l'une en limite inférieure, une seconde à environ 15 mètres de fond et une dernière en limite supérieure :

- ✓ La profondeur et le type de limite inférieure ;
- ✓ Le taux de recouvrement ;
- ✓ La densité des faisceaux foliaires ;
- ✓ La proportion de rhizomes plagiotropes
- ✓ La mesure du déchaussement des rhizomes.

3.1.3.1 Typologie de l'herbier

Au travers des 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-horizontal, sans relief particulier), ondoyant, de colline, etc.

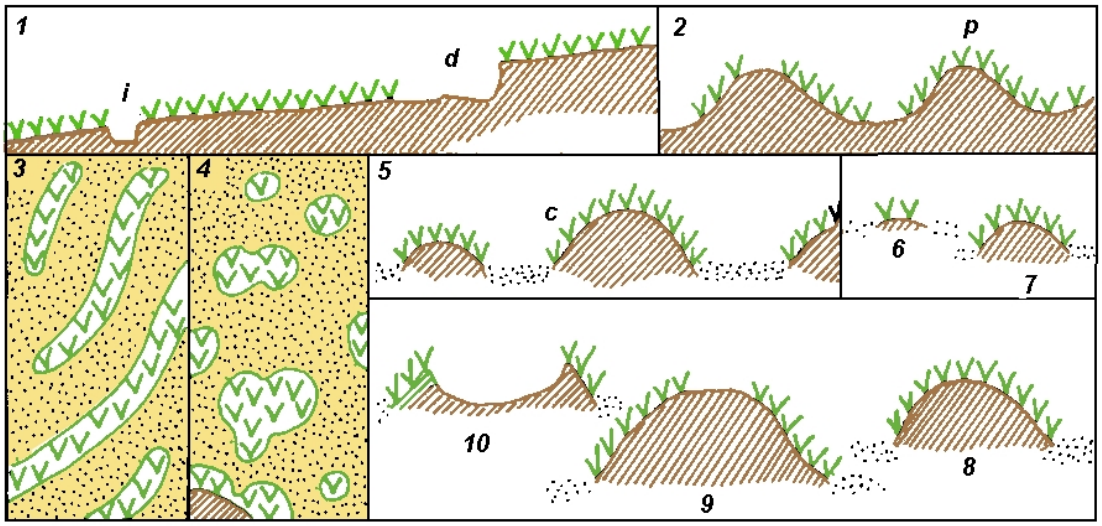


Figure 13 : Les différents types d'herbiers à Posidonia oceanica.

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)

3.1.3.2 La profondeur et le type de limite inférieure

L'étude de la limite inférieure de l'herbier a été réalisée sur la station P3.

Après un premier repérage, la position de la limite de l'herbier de posidonie a été enregistrée par GPS.

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 :

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

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)

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

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

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)

3.1.3.3 Taux de recouvrement

Le taux de recouvrement de l'herbier correspond à la mesure du pourcentage de couverture du substrat par les feuilles de posidonie, 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 suite à des 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 prises de 20 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 100 carreaux apposé à chaque photo. Le nombre de carreaux occupés par l'herbier est alors compté.

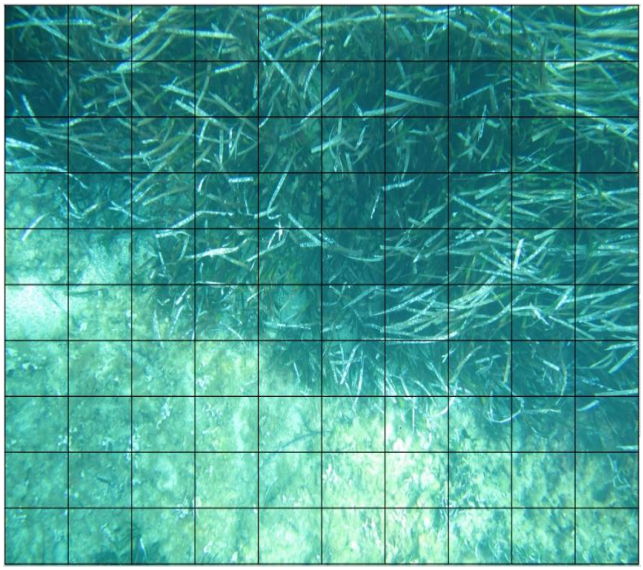


Figure 14 : Quadrillage apposé sur une photo pour calcul du taux de recouvrement

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

POURCENTAGE DE RECOUVREMENT POUR LA LIMITE INFERIEURE DE L'HERBIER (VALEURS SEUILS)	INTERPRETATION DE LA VITALITE DE L'HERBIER
Inférieur à 5 %	Mauvaise
De 5 % à 15 %	Médiocre
De 15 % à 25 %	Normale
De 25 % à 35 %	Bonne

Tableau 5 : Interprétation de la vitalité de l'herbier en limite inférieure de l'herbier (Charbonnel et al., 2000)

3.1.3.4 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 (40 cm x 40 cm, sauf pour les stations en limite inférieure où le quadrat utilisé mesure 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 sera réalisé dix (10) densités par station. La moyenne des mesures est ensuite établie est ramenée à une densité par mètre carré.

*Figure 15 : Mesure de la densité des faisceaux et quadrat de 20*20 cm*

La classification utilisée de l'état de vitalité de l'herbier selon sa densité de faisceaux foliaires et la profondeur de la station d'étude est la suivante (Pergent-Martini et Pergent, 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

Tableau 6 : Classification de l'état de l'herbier selon les densités (/m²) de faisceaux observées et le niveau de profondeur (m) (Pergent et al., 2008 et Pergent-Martini et al., 2010)

3.1.3.5 La proportion de rhizomes plagiotropes

La présence de rhizomes plagiotropes (rhizomes croissants 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.

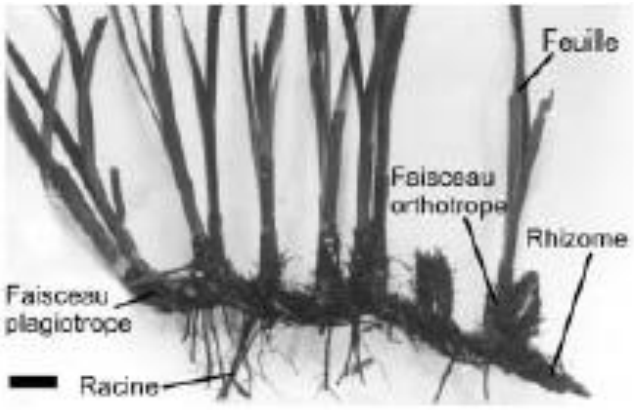


Figure 16 : Description des rhizomes de posidonie (Boudouresque et Meinesz, 1982 in Boudouresque et al, 2006)

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 :

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)

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

3.1.3.6 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 mouillages 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.

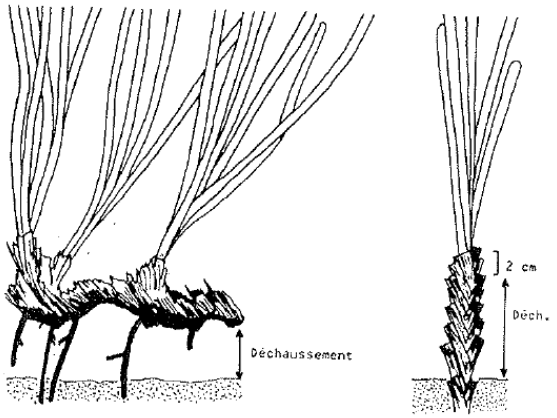


Figure 17 : Mesure du déchaussement de l'herbier de posidonie (Boudouresque et al, 2006)

Cette valeur est mesurée par le plongeur à l'aide d'un réglet sur **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.

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

Tableau 8 : Échelle d'évaluation du déchaussement en fonction des valeurs moyennes mesurées (Charbonnel et al., 2000)

3.1.4 ANALYSES SEDIMENTAIRES

Des prélèvements sédimentaires ont été réalisés afin de caractériser la qualité des sédiments de part et d'autre de la zone d'herbier de posidonie. L'analyse permettra de déterminer la contamination des sables en présence et le risque de remobilisation dans la colonne d'eau de contaminants au cours des opérations d'ensouillage. Il est d'ores et déjà prévu qu'un barrage de confinement sera mis en œuvre aux interfaces avec l'herbier de posidonie.

Un échantillon moyen a été réalisé dans les sables entre la plage et la limite supérieure de l'herbier de posidonie et un second a été réalisé en aval de la limite inférieure sur les sables vaseux de l'habitat détritique côtier.
Les coordonnées des stations d'échantillonnage sont présentées dans le tableau suivant :

	Station	Profondeur (m)	Coordonnées (en WGS 84) des points de prélèvement sédimentaires	
			Latitude	Longitude
Echantillon côte	S1	7,7	42° 39.896'N	9° 27.300'E
	S2	5	42° 39.879'N	9° 27.237'E
	S3	3,2	42° 39.832'N	9° 27.084'E
Echantillon large	S4	25	Autour de 42° 39.946'N	Autour de 9° 27.487'E
	S5	25		
	S6	25		

Tableau 9 : Coordonnées (en WGS 84) des points de prélèvement des sédiments pour analyses

Les prélèvements d'échantillon élémentaires ont été réalisés en plongée au carottier à main et mélangés en surface pour constituer deux échantillons moyens qui ont été envoyés au laboratoire d'analyse. Les résultats ne sont pas encore disponibles et ne sont pas présentés dans le présent document.

Les paramètres analysés concerneront :

- Les propriétés physiques : granulométrie et sédimentométrie, % de matières sèches, densité, teneur en Aluminium, Carbone Organique Total (Cot)
- Les propriétés chimiques : Métaux lourds (As, Cr, Hg, Pb, Cd, Cu, Ni, Zn), PCB congénères réglementaires (7), 16 HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques), Organo-étains (TBT, DBT, MBT)
- Les nutriments : Azote de Kjedahl (NTK), Phosphore total (Pt)

3.2 RESULTATS

3.2.1 DESCRIPTION DES FONDS OBSERVES SUR LA ROUTE DU CABLE

Les résultats des observations sont présentés ci-après du large vers la côte.
Sont présentées successivement les observations faites :

- à l'aide de la caméra benthique sur points fixes sur des fonds compris entre 59 mètres environ et 31 m de profondeur, en deçà de la limite inférieure de l'herbier de posidonie ;
- par plongeur le long du parcours du câble balisé depuis environ 26 mètres et 5 mètres environ de profondeur d'eau ;
- par plongeur de surface sur les trois tracés potentiels compris entre 5 mètres de fond et la côte.

3.2.1.1 Observations à la caméra benthique

L'ensemble des stations échantillonnées à la caméra benthique (stations C1 à C5) présente la même biocénose marine, celle du détritique côtier. Aucune différence significative entre les stations n'est à noter. Les fonds se présentent des sédiments hétérogènes constitués d'un mélange de sables grossiers, constitués d'une part de débris calcaires (coquilles, tests, etc.) et de sédiments sablo-vaseux. Les observations montrent en surface des traces caractéristiques que laisse l'endofaune associée à cette biocénose. Cependant, très peu d'espèces de la macrofaune benthique ont été observées et aucune espèce dressée ne l'a été.

Les photos suivantes présentent une vue éloignée (maximum 2 mètres) et une vue rapprochée (0,5 m) des fonds en chacune des stations.

Station C1 (-31,5 m)

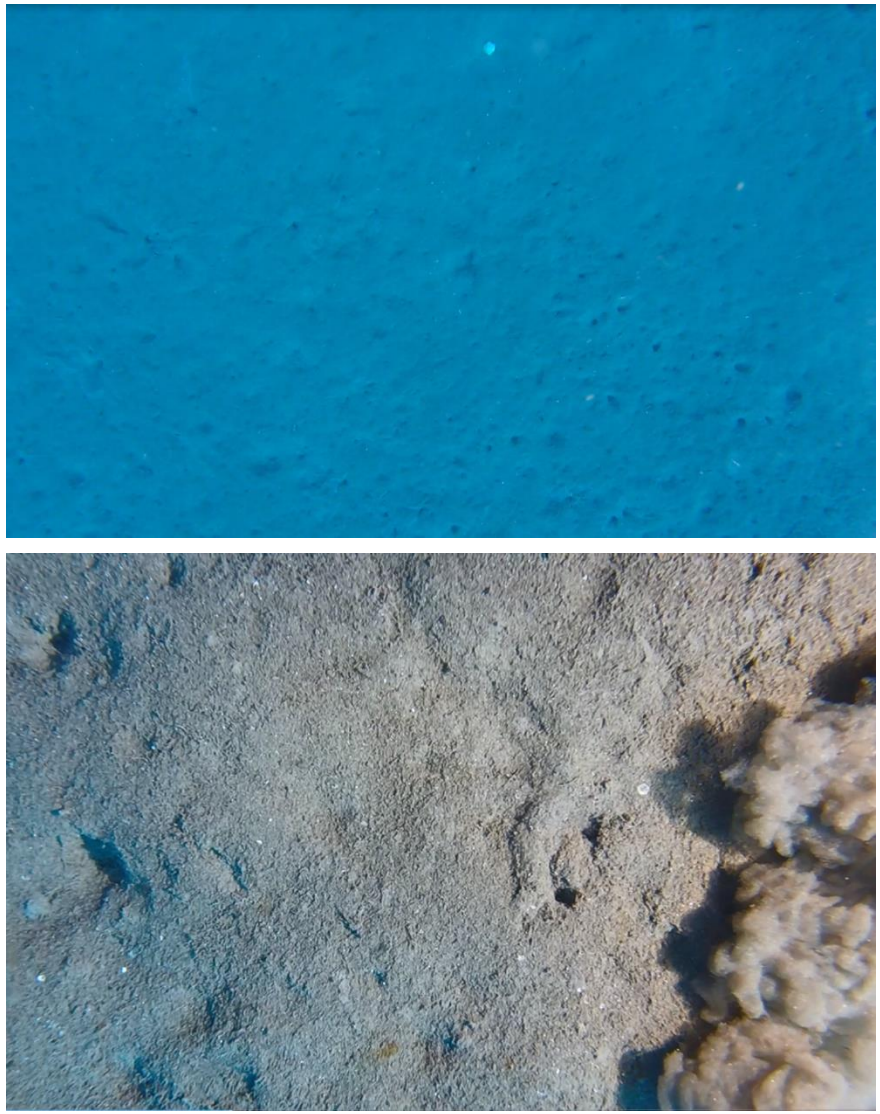


Figure 18 : Observations à la station C1 (vues éloignée et rapprochée)

Station C2(-37,1 m)

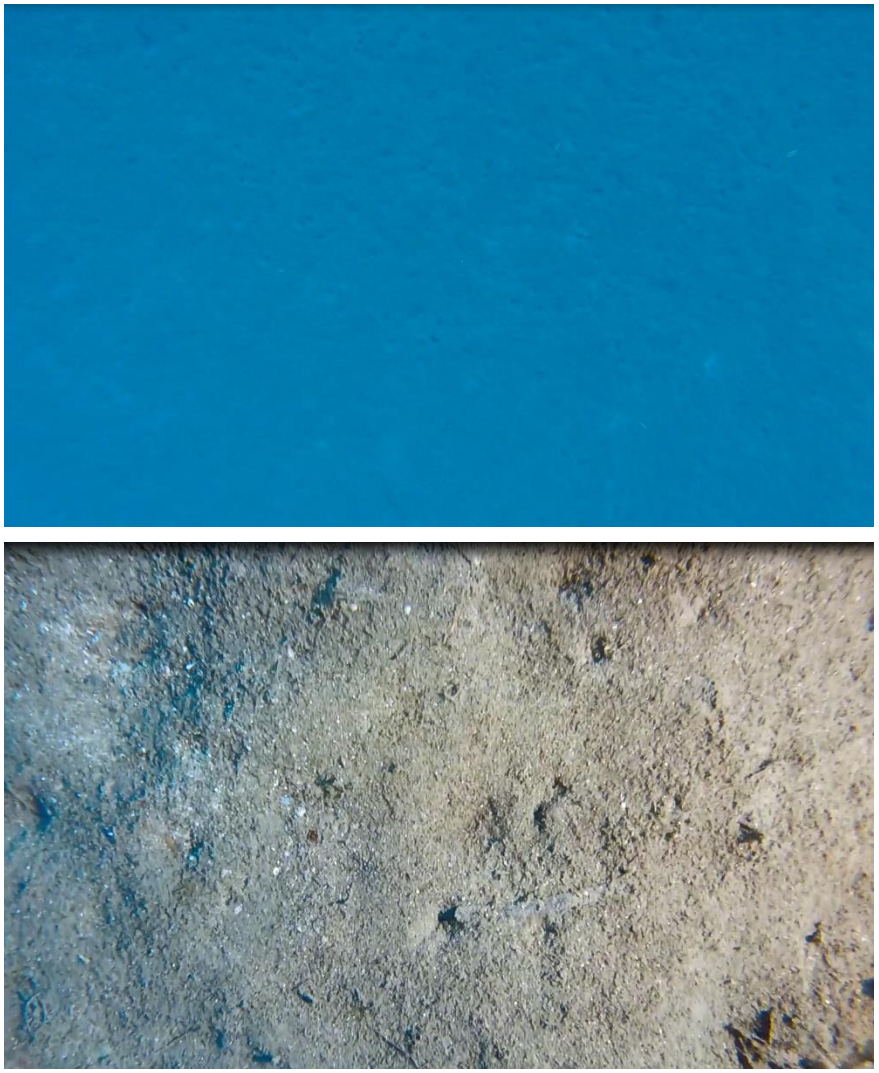


Figure 19 : Observations à la station C2 (vues éloignée et rapprochée)

Station C3(-44,6 m)

Figure 20 : Observations à la station C3 (vues éloignée et rapprochée)

Station C4(-51,9 m)

Figure 21 : Observations à la station C4 (vues éloignée et rapprochée)

Station C5 (-59,3 m)

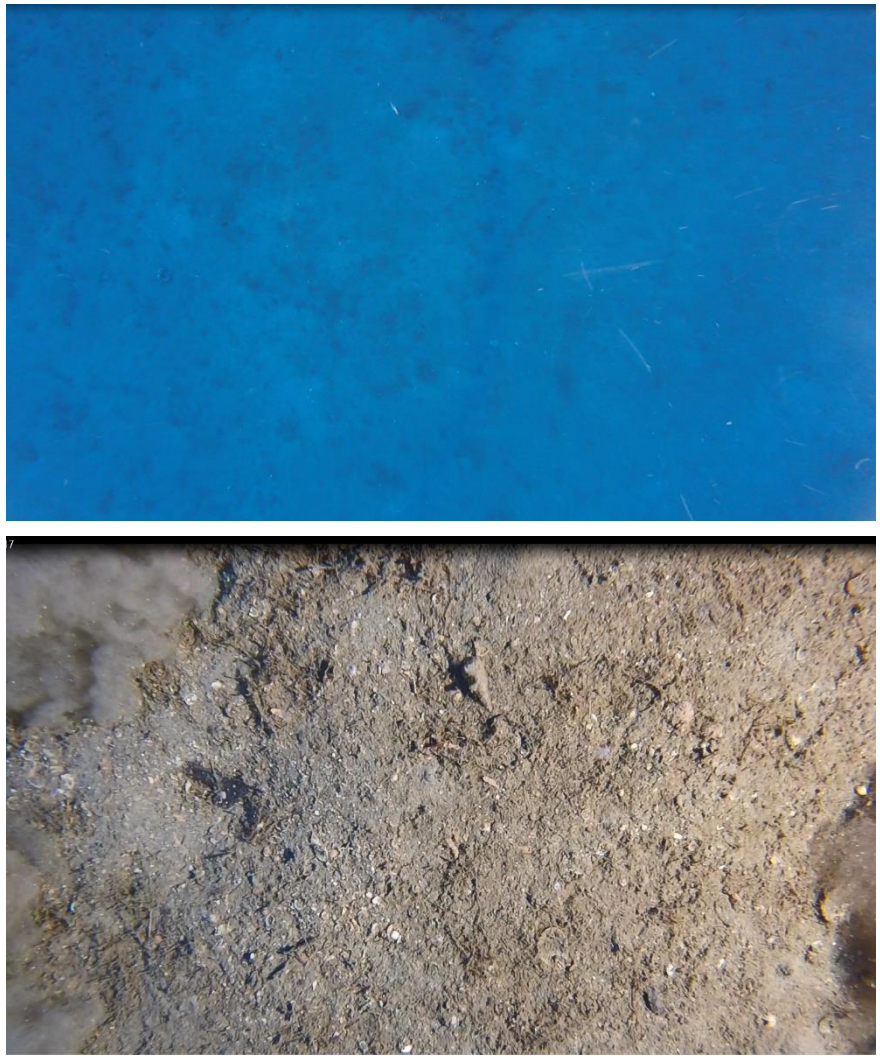


Figure 22 : Observations à la station C5 (vues éloignée et rapprochée)

3.2.1.2 Observations en plongée

Les observations réalisées en plongées sont présentées depuis le point d'immersion des plongeurs au niveau de la balise 1 (côté large sur 26 m de fond) vers la balise 7 (sur 8 m de fond) et au-delà jusqu'à la côte selon les différents tracés alternatifs à l'étude pour les différentes options d'atterrage (Furiani, Bastia 1 et Bastia 2).

De la balise 1 (26 m) à la balise 2 (25 m)

La balise 1 a été installée à une cinquantaine de mètres en aval de la limite inférieure de l'herbier de posidonie à une profondeur d'environ 26 mètres. Entre les balises 1 et 2, les fonds d'apparence sablo-vaseux, s'apparentent la biocénose du détritique côtier.

Les sédiments présentent de nombreuses traces de bioturbation de la faune endogée (enfouie), mais en surface seules quelques holothuries (*Holothuria sp.*) ont été observées.

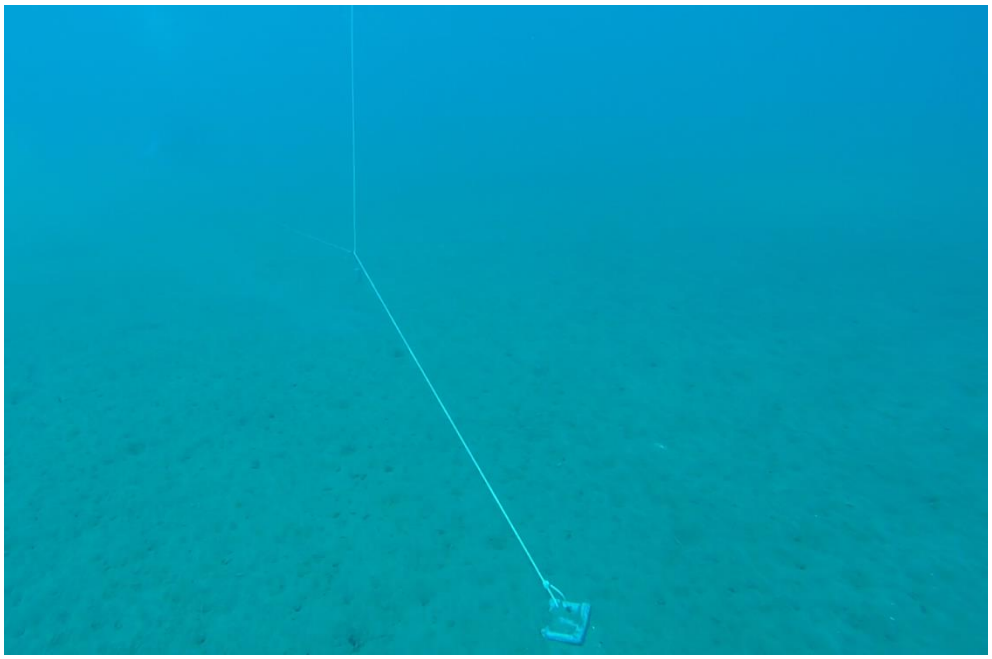


Figure 23 : Balise 1 sur fonds du détritique côtier

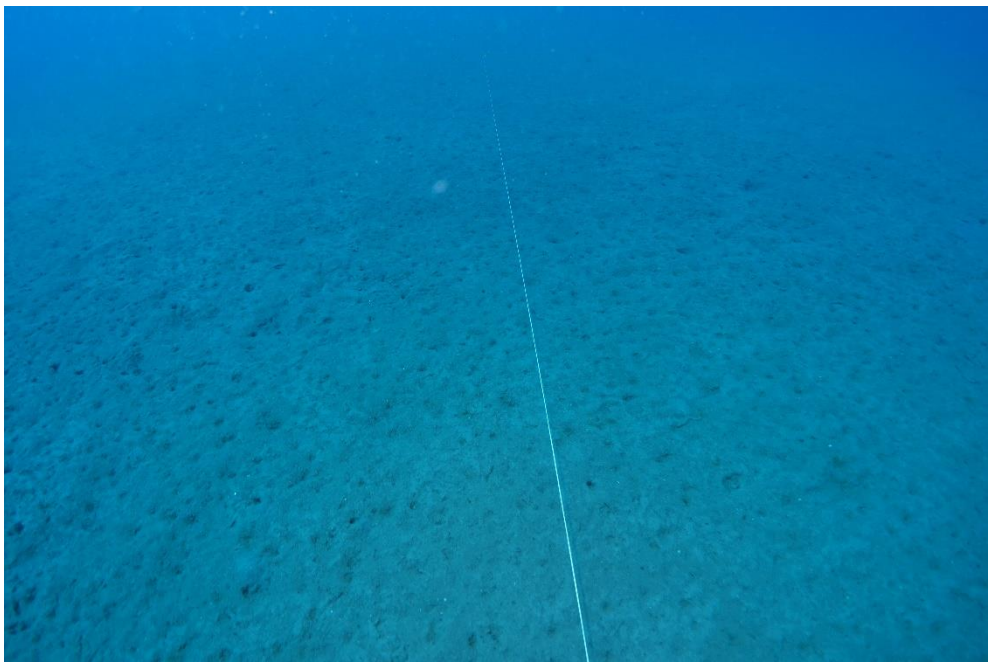


Figure 24 : Filin déployé entre les balises 1 et 2

Figure 25 : Holothuries observées (probablement Holothuria tubulosa, la plus fréquente en méditerranée occidentale)

De la balise 2 (25 m) à la balise 3 (22 m)

La balise 2 a été installée et repositionnée en limite inférieure de l'herbier de posidonie à 25 mètres de fond.

En cette limite l'herbier est clairsemé, les sédiments fins sablo-vaseux recouvrent la matte morte et les feuilles de posidonies sont recourbées sous le poids de la charge sédimentaire retenue par les épiphytes.

En apparence, l'herbier semble être de faible vitalité en cette limite.

Entre les balises 2 et 3 l'herbier présente un faible recouvrement et la matte morte est recouverte de ce même type de sédiments sablo-vaseux. L'herbier se densifie au fur et à mesure que l'on se rapproche de la balise 3.

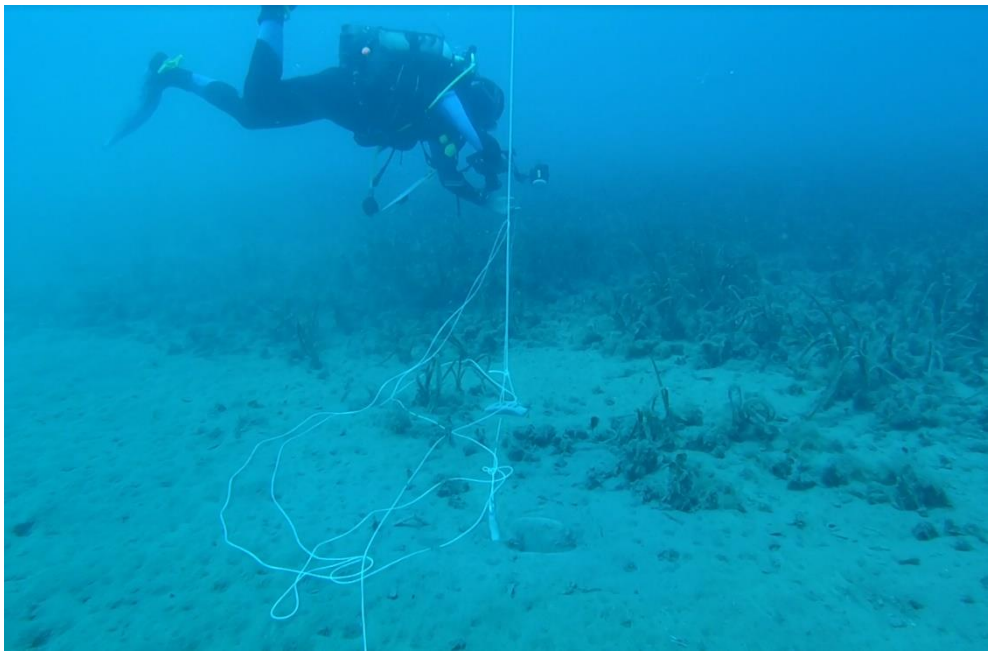


Figure 26 : Balise 2 repositionnée en limite inférieure de l'herbier de posidonie

Figure 27 : Limite inférieure de l'herbier de posidonie

Figure 28 : Feuilles de posidonies recourbées sous le poids de la charge sédimentaire

Figure 29 : Filin déployé entre les balises 2 et 3

Figure 30 : Entre les balises 2 et 3

De la balise 3 (22 m) à la balise 4 (20,5 m)

La balise 3 a été installée au sein de l'herbier de posidonie à 22 mètres de fond. Les feuilles de posidonie présentent un fort taux de recouvrement en épiphytes, mais une charge en particules fines moins importante que précédemment. Cependant, les sédiments fins sablo-vaseux sont toujours présents au niveau de la matte et, bien que le recouvrement de l'herbier paraisse légèrement meilleur, il ne semble pas que la densité des faisceaux foliaires soit élevée.

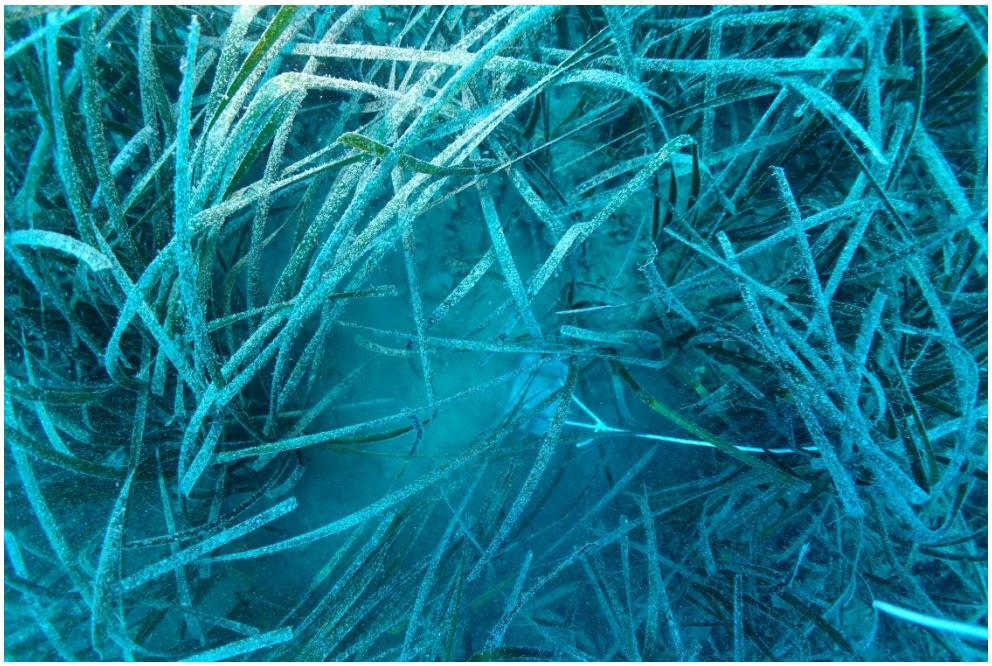


Figure 31 : Balise 3

Figure 32 : L'herbier après la balise 3

Figure 33 : Sédiments sablo-vaseux au niveau des rhizomes de posidonie

Entre les balises 3 et 4, on observe un changement de faciès. L'herbier de posidonie laisse place à des sédiments sablo-vaseux du même type que ceux observés en limite inférieure correspondant à la biocénose du détritique côtier.

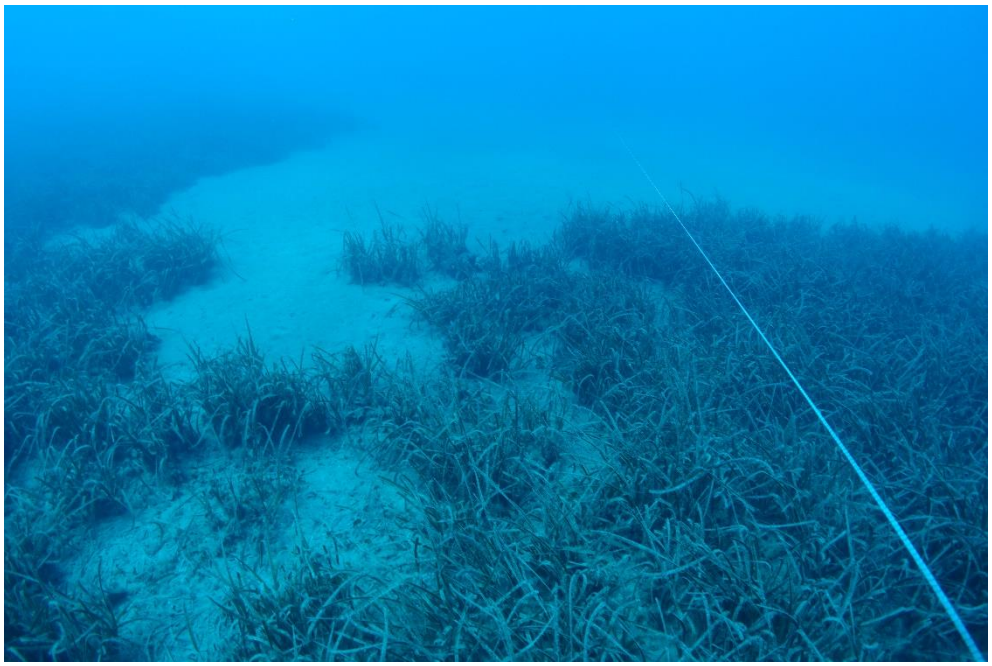


Figure 34 : Changement de faciès, de l'herbier de posidonie au détritique côtier

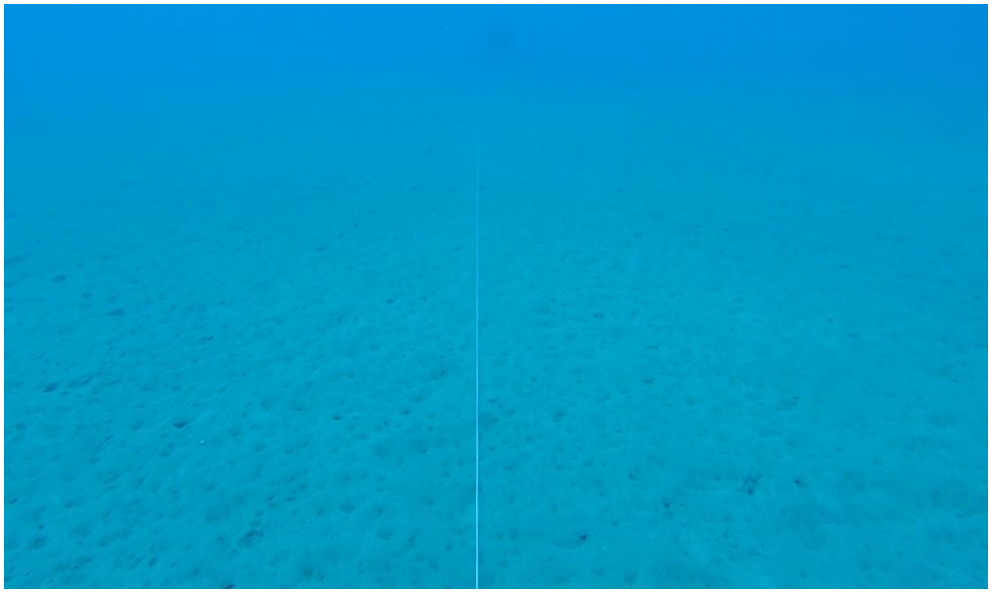


Figure 35 : Biocénose du détritique côtier

De la balise 4 (20,5 m) à la balise 5 (15 m)

La balise 4 a été installée sur les sédiments sablo-vaseux de la biocénose du détritique côtier à 20,5 mètres de fond.

La route du câble pénètre à nouveau dans l'herbier de posidonie après cette balise à une profondeur mesurée de 20,4 mètres. A l'interface avec les sédiments sablo-vaseux l'herbier présente des rhizomes ayant perdu leurs feuilles, signe d'érosion en ce point.

Une amélioration progressive de qualité de l'herbier est observée visuellement au-delà de ce point avec vers 15 mètres une densité apparente plus importante, des feuilles plus redressées et plus longues présentant moins de dépôts sédimentaires, moins d'épiphytes et un meilleur recouvrement.

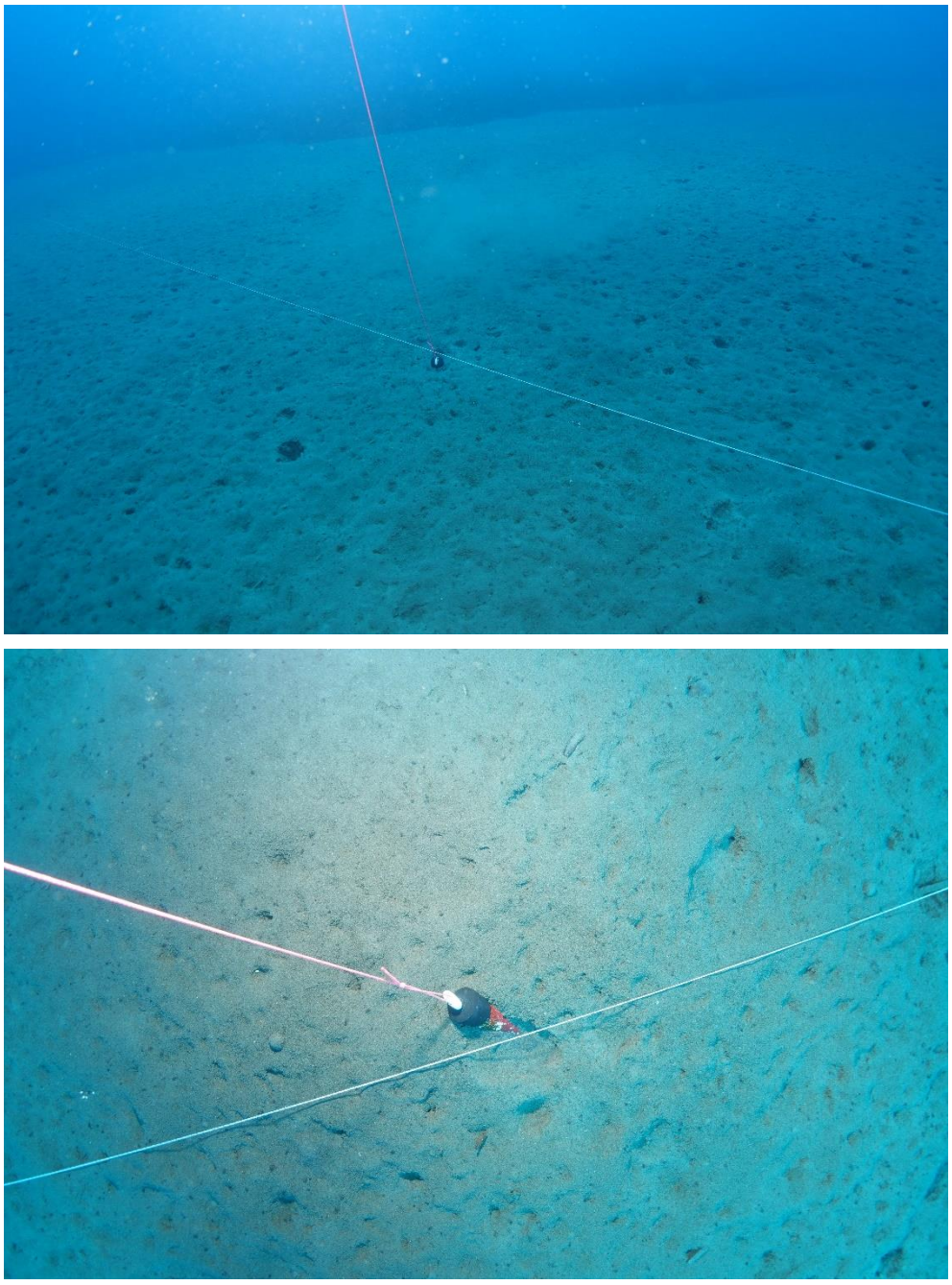


Figure 36 : Balise 4 sur sédiments sablo-vaseux du détritique côtier

Figure 37 : Limite d'herbier présentant des signes d'érosion à l'interface avec les sédiments sablo-vaseux

Figure 38 : L'herbier vers 15-16 mètres de fond avant la balise 5

De la balise 5 (15 m) à la balise 6 (8 m)

La balise 5 a été installée au sein de l'herbier de posidonie sur 15 mètres de fond. L'herbier en ce point a fait l'objet d'une caractérisation plus fine selon les descripteurs définis précédemment (densité, déchaussement, etc.).

L'herbier est continu jusqu'à la balise 6 et présente un bon recouvrement apparent, de longues feuilles et un recouvrement en épiphytes relativement faible comparé aux plus grandes profondeurs.

A l'approche de la balise 6 les sédiments sablo-vaseux des zones d'intermatte laissent place à aux sédiments sableux que l'on retrouvera au-delà de la limite supérieure de l'herbier.

Figure 39: L'herbier de posidonie au niveau de la balise 5

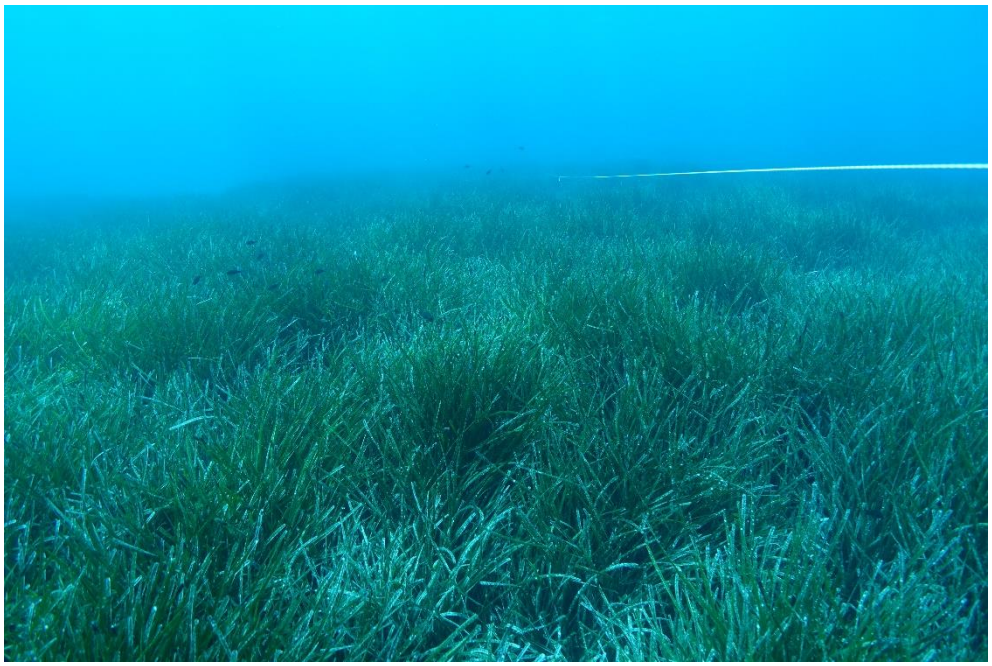


Figure 40 : L'herbier de posidonie en amont de la balise 6

Figure 41 : Présence de sables en zone d'intermatte à l'approche de la balise 6 (limite supérieure de l'herbier)

De la balise 6 (8,5 m) à la balise 7 (7,3 m)

La balise 6 a été installée et repositionnée au pied de la limite supérieure de l'herbier de posidonie traversé par la route du câble, sur 8,5 mètres de fond. L'herbier en ce point a fait l'objet d'une caractérisation plus fine selon les descripteurs définis précédemment (densité, déchaussement, etc.).

En ce point, l'herbier présente de longues feuilles, une densité et un recouvrement apparent normal. Le recouvrement en épiphytes des feuilles est peu important.

Au-delà, les fonds sont de nature sableuse et les sables vaseux du détritique côtier ont totalement disparu. La biocénose rencontrée est celle des sables fins bien calibrés.

Figure 42 : Balise 6 en limite supérieure de l'herbier de posidonie

Figure 43 : Limite supérieure de l'herbier de posidonie traversé par la route du câble

Figure 44 : Sédiments sableux

Figure 45 : Biocénose des sables fins bien calibrés

De la balise 7 (7,3 m) à 5,5 mètres de fond

Cette balise est la dernière de la série des 7 balises. Elle est installée sur la biocénose des sables fins bien calibrés par 7,3 mètres de fond. Au-delà, en direction de la côte, jusqu'au point d'intersection des options d'atterrage, les plongeurs ont suivi le cap donné par la route du câble sur 90 mètres environ.

Figure 46 : Balise 7 sur la biocénose des sables fins bien calibrés

A 6,6 mètres de fond, quelques faisceaux isolés de cymodocées (*Cymodocea nodosa*) ont été observés à une dizaine de mètres environ au nord de la route du câble sous-marin.

Les quelques feuilles observées se présentent alignées (probablement du fait de la présence de stolon rampant sous le sable) et en petits paquets de moins d'une dizaine de feuilles.

Figure 47 : Faisceaux de cymodocées observés à proximité du tracé du câble

Figure 48 : Profondeur d'observation des cymodocées

Parmi les poissons, la présence de *Xyrichtys novacula* ou rason a été relevée à deux reprises dans le secteur. Ce poisson a pour habitat les sables de la biocénose des sables fins bien calibrés.

Figure 49 : Xyrichtys novacula ou rason

Au-delà, aucune autre espèce benthique d'intérêt n'a été observé.

<u>De 5,50 mètres de fond à la côte</u>

Les investigations réalisées depuis le point en surface en palmes, masque et tuba, en suivant le tracé du câble (au GPS) ont permis de couvrir l'ensemble des trois (3) tracés alternatifs menant aux trois (3) sites d'atterrage potentiels, à savoir Furiani, Bastia 1 et Bastia 2 comme le montre la figure ci-après.

Figure 50 : Tracés alternatifs menant aux 3 sites d'atterrage potentiels, à savoir Furiani, Bastia 1 et Bastia 2

Les mêmes fonds ont été observés sur les 3 tracés alternatifs, à savoir les sédiments sableux de la biocénose des sables fins bien calibrés et aucune espèce benthique sessile (fixée) particulière n'a été observée. On notera la présence d'un lit de feuilles mortes de posidonie bloquées à environ mi-parcours des 3 tracés (observable sur la photographie aérienne de la figure précédente).

Les figures suivantes illustrent les observations sur les trois (3) tracés.

Figure 51 : Fonds observés depuis la côte vers le large (5,5m) sur le tracé arrivant au point de l'option d'atterrage de Furiani

Figure 52 : Fonds observés depuis la côte vers le large (5,5m) sur le tracé arrivant au point de l'option d'atterrage de Bastia 1

Figure 53 : Fonds observés depuis la côte vers le large (5,5m) sur le tracé arrivant au point de l'option d'atterrage de Bastia 2

Plusieurs espèces vagiles ont été observées sur ces parcours comme la vive-araignée (*Trachinus araneus*), le rombou (*Bothus podas*), des holothuries (*Holothuria sp.*) ou la méduse *Rhizostoma pulmo*.

Figure 54 : Méduse Rhizostoma pulmo

Figure 55 : Deux rombous (Bothus podas) face à face

Figure 56 : Vive-araignée (Trachinus araneus)

3.2.2 RECHERCHE DE GRANDES NACRES

La recherche de grande nacre a été effectuée sur l'ensemble du tracé du câble au sein de l'herbier de posidonie et aucun d'individu vivant ou mort n'a été observé.

3.2.3 CARACTERISATION DE L'HERBIER DE POSIDONIE

La caractérisation de l'herbier de posidonie a été réalisée en trois (3) stations selon une série de descripteurs utilisés pour caractériser son état de vitalité. Les mesures ont été réalisées en limite inférieure (-24,7 m), à environ 15 mètres de fond et en limite supérieure (-7,9m). Les résultats sont présentés ci-après.

3.2.3.1 Caractérisation de la station P3 (limite inférieure)

Cette station a été choisie en limite inférieure de l'herbier de la zone d'étude à l'interface avec la biocénose du détritique côtier sur une profondeur de -24,7 mètres.
La matte morte est apparente sur environ 1 mètre le long de la limite. Elle est recouverte de sédiments fins sablo-vaseux.
Les feuilles de posidonies, relativement courtes, sont recourbées sous le poids de la charge sédimentaire retenue par les épiphytes (fraction fine des sédiments sablo-vaseux).
La limite semble être de faible vitalité en première approche.

Les photographies suivantes illustrent les observations de la limite inférieure.

Figure 57 : Illustrations de l'herbier autour de la station P3, en limite inférieure

La profondeur moyenne sur cette station est de **24,7 m** environ. L'écart par rapport à la profondeur de référence (38 m selon les mesures de Pasqualini, 1997) est de 35 %, ce qui correspond à vitalité de l'herbier médiocre selon la grille d'évaluation de Bein A. et *al*, 2013.

La limite est ici **régressive** puisque de la matte morte est présente avant de la limite inférieure, signe d'un recul des faisceaux de posidonies vers des plus faibles fonds.
La présence d'une limite régressive est caractéristique d'une vitalité de l'herbier de posidonie dite mauvaise si l'on se réfère à cet unique paramètre, selon la grille d'évaluation de Bein A. et *al*, 2013.

Le taux de recouvrement calculé représente **24,9 %**, ce qui correspond à une vitalité normale en limite inférieure (entre 15% et 25 %), selon la grille d'interprétation de Charbonnel et *al.*, 2000.

L'état de vitalité de l'herbier en limite inférieure est donc variable en fonction des descripteurs retenus. Il est mauvais, si l'on considère uniquement le type de limite, à normale, si l'on se restrient au taux de recouvrement.

Station	Prof. de limite inférieure (m)	Ecart par rapport à la profondeur de référence (38m)	Interprétation profondeur limite inférieure (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)
P3	24,7 m	35%	**Médiocre**	Régressive	**Mauvaise**	24,9	**Normale**

Tableau 10 : Résultats des paramètres mesurés spécifiquement en limite inférieure de l'herbier de posidonie

Concernant les autres paramètres mesurés permettant d'apprécier l'état de vitalité de l'herbier de posidonie :

- ✓ La densité mesurée de faisceaux foliaires en cette station est de **193 faisceaux/m²**, ce qui correspond à un herbier état normal selon la classification de Pergent-Martini et Pergent, 2010 ;
- ✓ Le déchaussement moyen mesuré de **5 cm** traduit un déchaussement moyen (entre 5 et 15 cm) selon la classification de Charbonnel et *al*., 2000 ;
- ✓ Le pourcentage de rhizomes plagiotropes est évalué **11,7 %** 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.

D'après ces trois (3) paramètres, l'état de vitalité de l'herbier en limite inférieure peut donc être interprété comme étant normal.

Station	Prof. (m)	Densité moy. (faisceaux/m²) ± 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)
P3	24,7	193 ± 41	**Normale**	5 ±1,8	**Moyen**	11,7 ± 20,2	**Normale**

Tableau 11 : Résultats des mesures réalisées à la station P3

Concernant les observations visuelles :

- ✓ Les feuilles de posidonies sont courtes et présentent une couverture en épiphytes importante et sont recouvertes de la fraction fine des sédiments sablo-vaseux du large ;
- ✓ Peu d'espèces de poisson ont été observées, sans aucune espèce patrimoniale particulière.

3.2.3.2 Caractérisation de la station P2 (-15 mètres)

La station P2 se situe à une profondeur moyenne de -15,5 mètres. L'herbier est uniforme autour de ce point sans relief particulier et présente un bon recouvrement apparent. Au pied des faisceaux sur la matte les sédiments piégés sont constitués de sables grossiers.

Les photographies suivantes illustrent les observations de cette station de mesure.

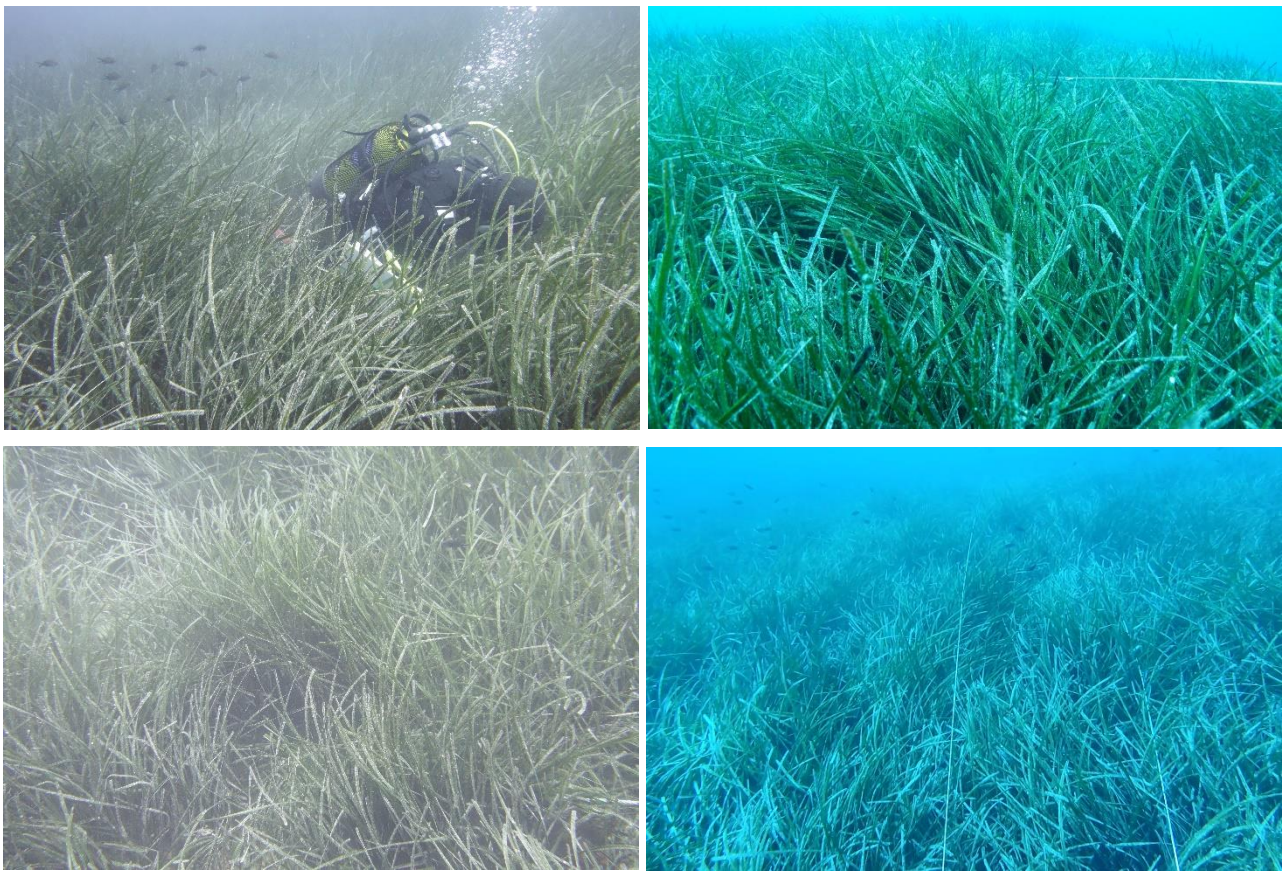


Figure 58 : Illustrations de l'herbier autour de la station P2, à -15,5 mètres

Concernant les paramètres mesurés :

- ✓ La densité mesurée de faisceaux foliaires en cette station est de **235,3 faisceaux/m²**, ce qui correspond à un herbier en limite haute de l'état médiocre selon la classification de Pergent-Martini et Pergent, 2010, mais à la limite de la classe normale qui est donnée pour un minimum de 236 faisceaux/m² pour la profondeur 16 m de la table de classification ;
- ✓ Le déchaussement moyen mesuré de **6,1 cm** traduit un déchaussement moyen (entre 5 et 15 cm), selon la classification de Charbonnel et *al.*, 2000 ;
- ✓ Le pourcentage de rhizomes plagiotropes est évalué **1,64 %** 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.

Station	Prof. (m)	Densité moy. (faisceaux/m²) ± 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)
P2	15,5	235,3 ± 70,7	**Médiocre**	6,1 ± 5	**Moyen**	1,64 ± 2,9	**Normale**

Tableau 12 : Résultats des mesures réalisées à la station P2

Concernant les observations visuelles :

- ✓ Les feuilles semblent présenter d'une manière générale une couverture en épiphytes moyenne à importante localement ;
- ✓ Aucune autre espèce patrimoniale n'a été observée ;
- ✓ Les espèces sont celles caractéristiques des herbiers avec peu de poissons observés en dehors de quelques bancs de castagnoles (*Chromis chromis*).

3.2.3.3 Caractérisation de la station P1 (limite supérieure)

La station P3 se localise en limite supérieure de l'herbier de posidonie sur le tracé du câble à l'interface avec la biocénose des sables fins bien calibrés (SFBC) sur une profondeur de -8 mètres.
La limite avec les sables de la biocénose des SFBC est nette. Cette biocénose s'étend jusqu'à la côte.
L'herbier ne présente pas de relief particulier et les auteurs de matte sont modestes avec quelques dizaines de centimètres (moins de 50 cm).
Les feuilles de posidonies sont relativement longues et des rhizomes plagiotropes sont visibles à l'interface avec les sables. Quelques zones d'intermatte sont observables sans toutefois présenter de matte morte en importance significative.

Les photographies suivantes illustrent les observations de la limite supérieure.

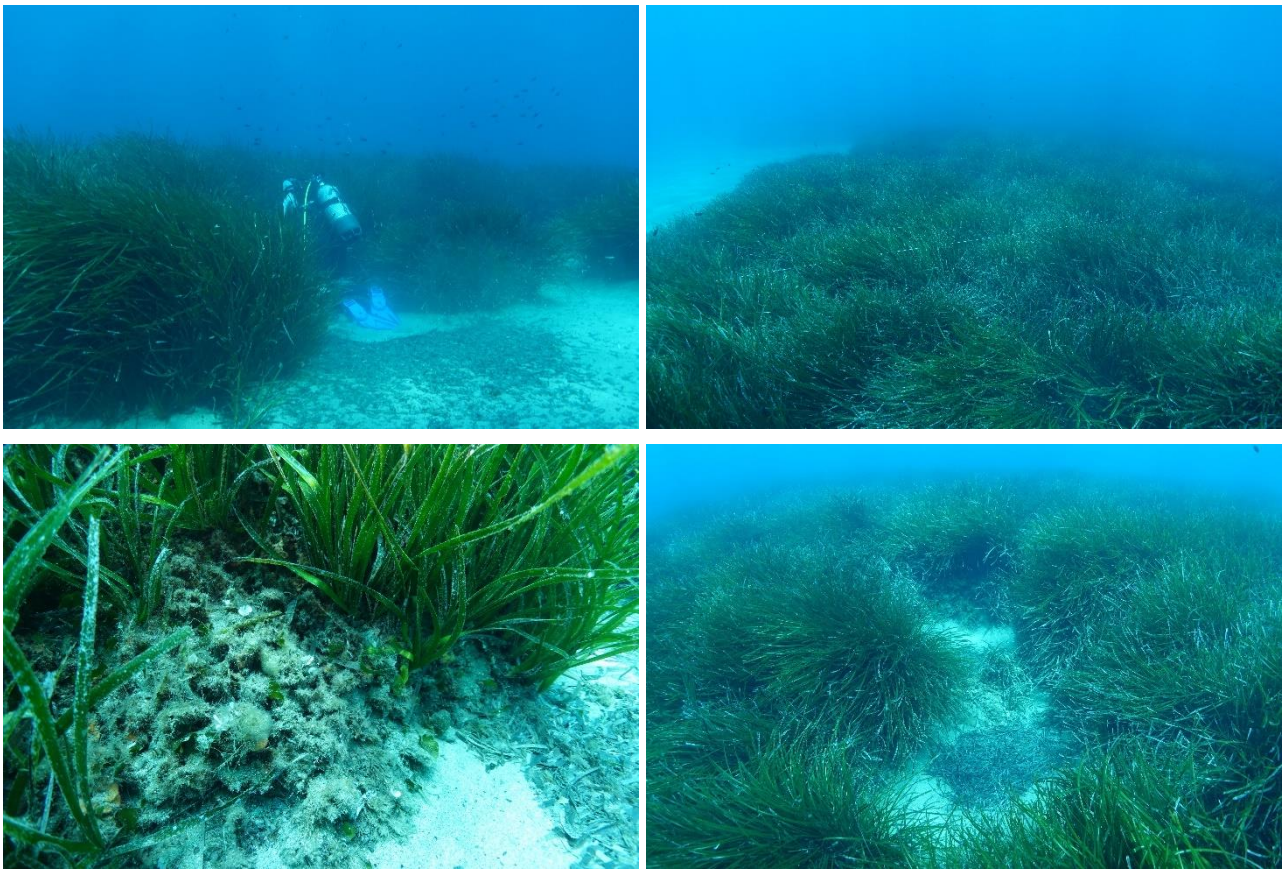


Figure 59 : Illustrations de l'herbier autour de la station P1, en limite supérieure

Concernant les paramètres mesurés :

- ✓ La densité mesurée de faisceaux foliaires en cette station est de **550,6 faisceaux/m²**, ce qui correspond à un herbier en état normal selon la classification de Pergent-Martini et Pergent, 2010 ;
- ✓ Le déchaussement moyen mesuré de **5,2 cm** traduit un déchaussement moyen (entre 5 et 15 cm), selon la classification de Charbonnel et *al.*, 2000 ;
- ✓ Le pourcentage de rhizomes plagiotropes est évalué **3,7 %** 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.

Station	Prof. (m)	Densité moy. (faisceaux/m²) ± 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)
P1	7,92	550,6 ±100	**Normal**	5,2 ± 2,3	**Moyen**	3,7 ± 3,9	**Normale**

Tableau 13 : Résultats des mesures réalisées à la station P1

Concernant les observations visuelles :

- ✓ Les feuilles relativement longues présentent dans l'ensemble une couverture en épiphytes faible à moyenne ;
- ✓ Aucune autre espèce patrimoniale n'a été observée ;
- ✓ Les espèces sont celles caractéristiques des herbiers avec quelques espèces de poissons. On notera l'observation de deux (2) jeunes mérous bruns (*Epinephelus marginatus*).

3.2.4 CONCLUSIONS

La cartographie de l'herbier de posidonie présente un herbier de plaine formant une bande parallèle au littoral, dans la continuité du grand herbier de la côte orientale qui s'étend vers le sud. A l'extrémité nord de cet ensemble, l'herbier au droit de la plage de l'Arinella se présente dans sa plus faible largeur. Sur le tracé du câble, ce sont 228 mètres d'herbier de posidonie qui sont traversés. A ce niveau le câble sous-marin présentera son plus fort diamètre avec 35,7 mm (soit 0,0357 m^2 au mètre linéaire). L'emprise calculée sur l'herbier est d'alors de 7,4 mètres carrés environ.

En aval de la limite inférieure, les sédiments sablo-vaseux rencontrés sont ceux de la biocénose du détritique côtier qui s'étendent vers le large. Les observations par caméra benthique sur cinq (5) points répartis sur le tracé du câble jusqu'à 59 mètres de fond confirment la présence de cette biocénose à plus de 2,3 km de la côte.
La présence de ces sédiments sablo-vaseux est confirmée également au sein de l'herbier de posidonie, sur la matte et dans les zones d'intermatte jusqu'à une profondeur avoisinant les 16 mètres.
La limite supérieure de l'herbier de posidonie marque la transition avec les sables de la biocénose des sables fins bien calibrés.
Aucune grande nacre n'a été recensé sur le tracé du câble à l'intérieur de l'herbier ni au-delà dans la biocénose des sables fins bien calibrés.
En revanche, quelques faisceaux isolés de cymodocée ont été observés à proximité de la route du câble sur des fonds de -6,6 mètres.

Concernant l'évaluation de l'état de santé de l'herbier, plusieurs descripteurs ont été utilisés.
Certains d'entre eux ont été appliqués uniquement à la limite inférieure de l'herbier.
Ainsi, l'état de vitalité de l'herbier en limite inférieure est qualifié de mauvais à normal pour les descripteurs suivants : type de limite inférieure, profondeur de la limite inférieure et taux de recouvrement au niveau de la limite inférieure. Avec une limite régressive à 24,7 m de fond la vitalité de l'herbier est qualifiée respectivement de mauvaise à médiocre. En revanche, le taux de recouvrement classe la limite en vitalité normale.

Station	Prof. de limite inférieure (m)	Ecart par rapport à la profondeur de référence (38m)	Interprétation profondeur limite inférieure (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.
P3	24,7 m	35 %	**Médiocre**	Régressive	**Mauvaise**	24,9	**Normale**

Tableau 14 : Synthèse des mesures appliquées en limite inférieure de l'herbier à Posidonia oceanica

D'autres descripteurs communs ont été utilisés sur trois (3) stations dans l'herbier de posidonie : en limite inférieure à – 24,7 m, au sein de l'herbier à -15,5 m et en limite supérieure à -8 m.

Les mesures de densité de faisceaux foliaire sur l'herbier rendent compte d'un herbier de vitalité normale (stations en limites supérieure et inférieure) à médiocre (station à -15,5 mètres, en limite haute de l'état médiocre).

Le déchaussement moyen (ensemble des 3 stations) des rhizomes souligne une stabilité relative des apports sédimentaires.

Les proportions de rhizomes plagiotropes observés, inférieures à 30 % sur les 3 stations, sont le reflet d'un herbier stable sans toutefois de tendance à la progression.

Station	Prof. (m)	Densité moy. (faisceaux/m²) ± 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)
P3	24,7	193 ± 41	**Normale**	5 ±1,8	**Moyen**	11,7 ± 20,2	**Normale**
P2	15,5	235,3 ± 70,7	**Médiocre**	6,1 ± 5	**Moyen**	1,64 ± 2,9	**Normale**
P1	7,92	550,6 ±100	**Normal**	5,2 ± 2,3	**Moyen**	3,7 ± 3,9	**Normale**

Tableau 15 : Synthèse des mesures systématiques sur l'herbier à Posidonia oceanica

En synthèse, en considérant l'ensemble des descripteurs, la vitalité de l'herbier de posidonie étudiée peut être qualifiée de normale avec une certaine stabilité, mais avec une limite inférieure plus fragile présentant des signes de régression.

Les cartes suivantes illustrent l'ensemble des observations faites sur le tracé du câble et les mesures et résultats sur l'herbier de posidonie.

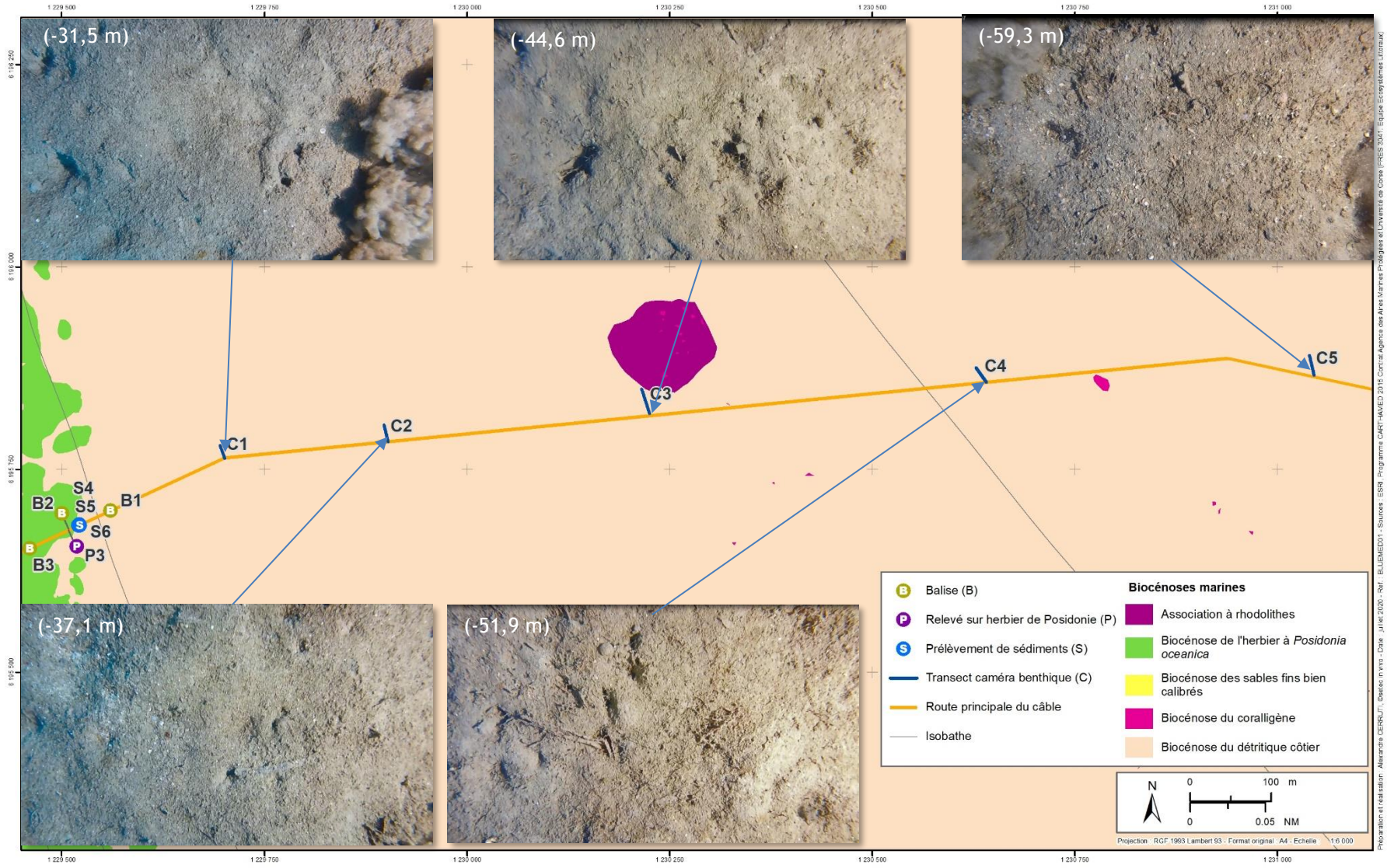


Figure 60 : Synthèse des observations à la caméra benthique sur le tracé du câble (carte : Programme CARTHAMED 2015, Contrat Agence des Aires Marines Protégées et Université de Corse (FRES 3041. Equipe Ecosystèmes Littoraux))

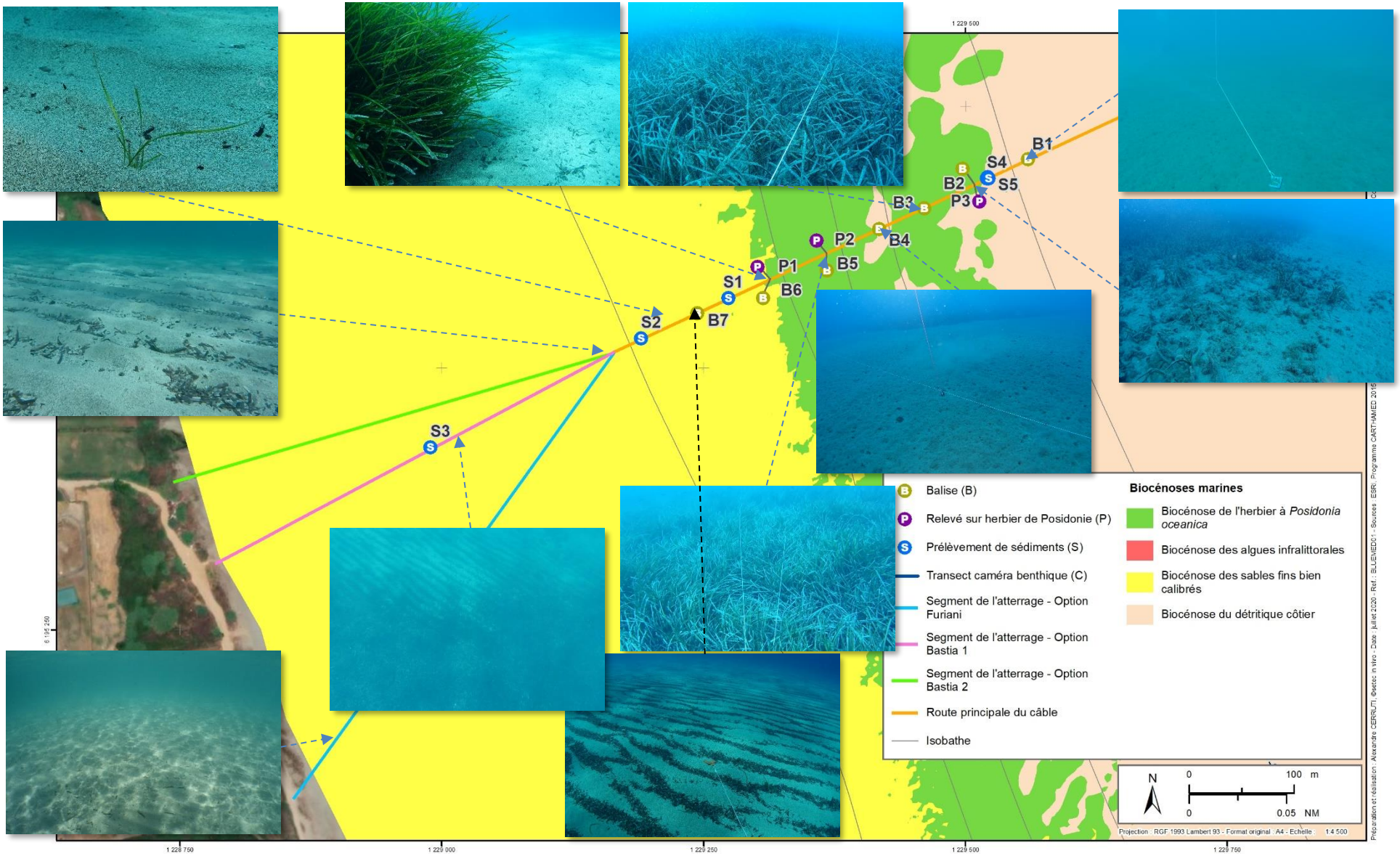


Figure 61 : Synthèse des observations en plongée sur le tracé du câble (carte : Programme CARTHAMED 2015, Contrat Agence des Aires Marines Protégées et Université de Corse (FRES 3041. Equipe Ecosystèmes Littoraux))

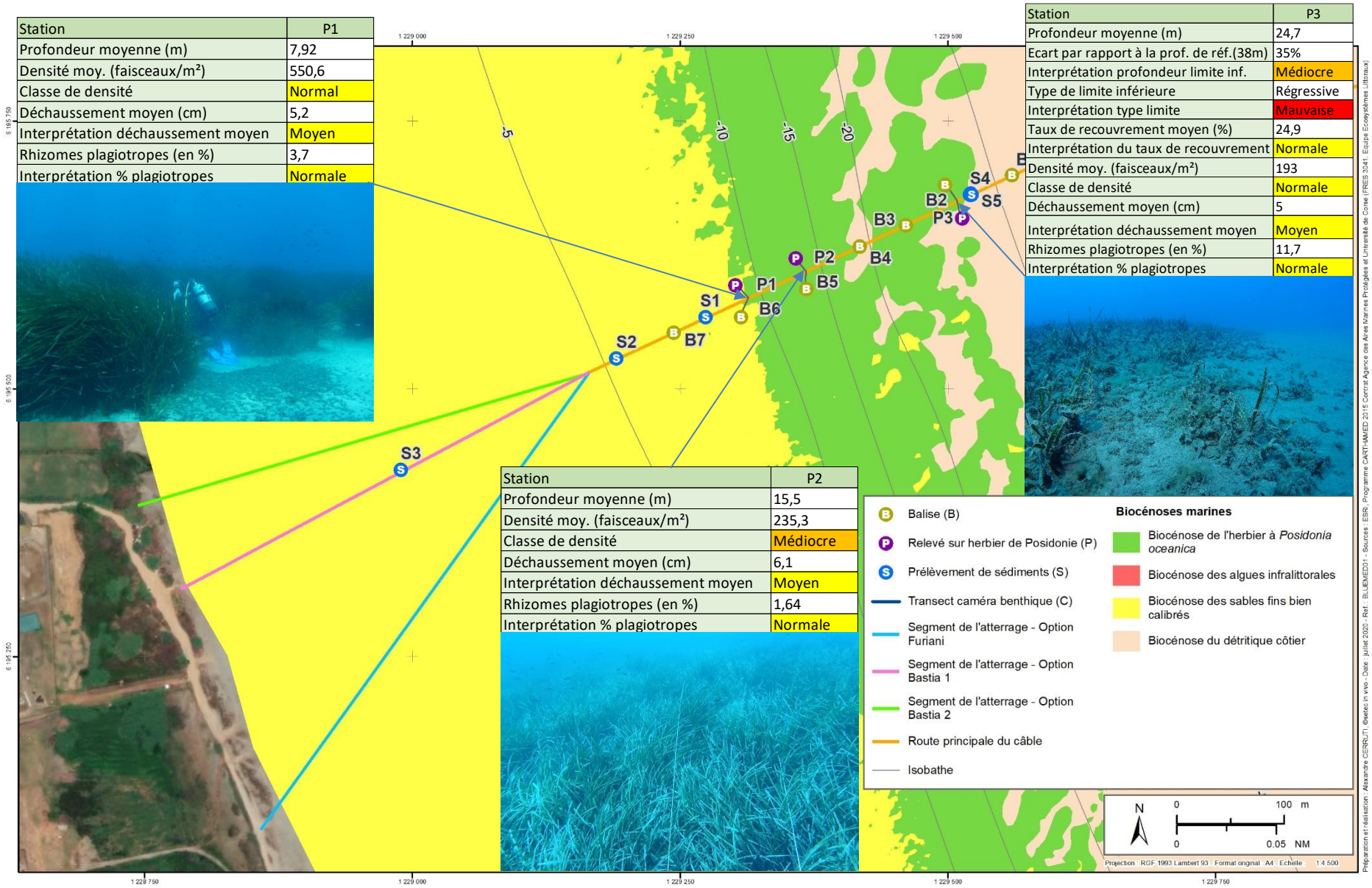


Figure 62 : Synthèse des mesures sur l'herbier à Posidonia oceanica (carte : Programme CARTHAMED 2015, Contrat Agence des Aires Marines Protégées et Université de Corse (FRES 3041. Equipe Ecosystèmes Littoraux))

4 RETOURS D'EXPERIENCE

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

Une étude du GIS Posidonie (Charbonnel, 1999) présente un inventaire des références bibliographiques concernant les études relatives à l'impact écologique de la pose de câbles et de conduites sous-marins 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 Bastia, 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) (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 invisible dans l'herbier (In Vivo, 2008).*»

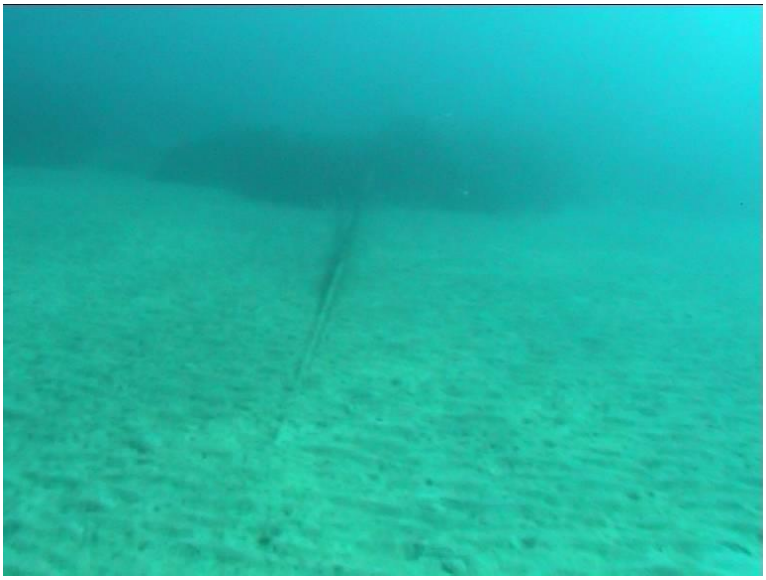


Figure 63 : Enfouissement naturel du câble dans les zones sableuses (In Vivo, 2008)

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 64 : 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).

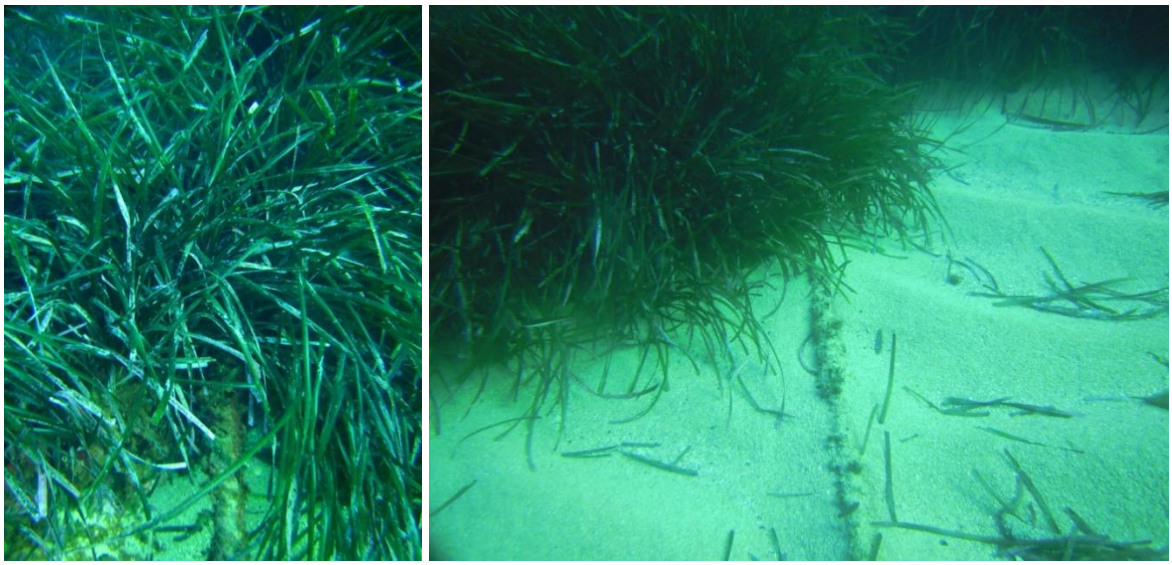


Figure 65 : Câble ANTARES (La Seyne-sur-Mer) pénétrant dans l'herbier de posidonie (In Vivo, 2013)

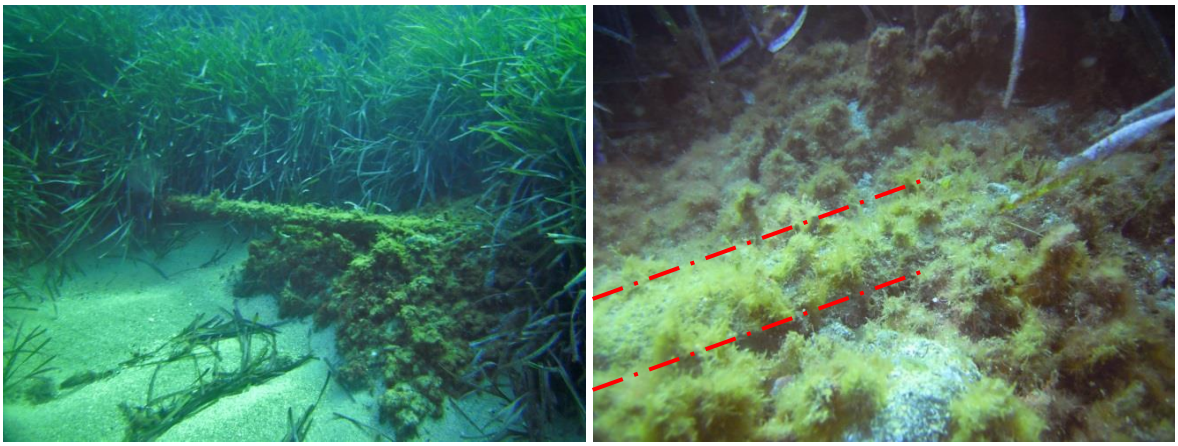


Figure 66 : Câble s'insérant progressivement dans la matte de posidonie (In Vivo, 2013)

Au niveau de la zone d'étude, plusieurs câbles ont été observés à proximité. D'après les informations disponibles, il s'agirait des deux câbles de transport d'énergie SACOI2 (de diamètre supérieur à 10 cm) installés depuis une trentaine d'années et du câble de télécommunication Ajaccio.
Ces câbles croisent également l'herbier de posidonie puisqu'ils atterrissent au niveau de la plage de l'Arinella, sans croiser toutefois le tracé du câble BLUEMED à ce niveau.

Bien que ces câbles 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.

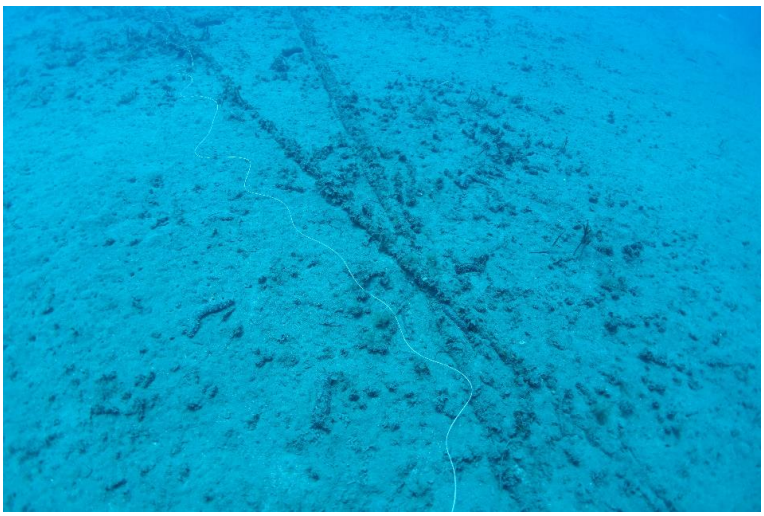


Figure 67 : Câbles de télécommunication et câble de transport d'énergie se croisant en aval de la limite inférieure de l'herbier, sur matte morte (Bastia - Arinella, 2020)

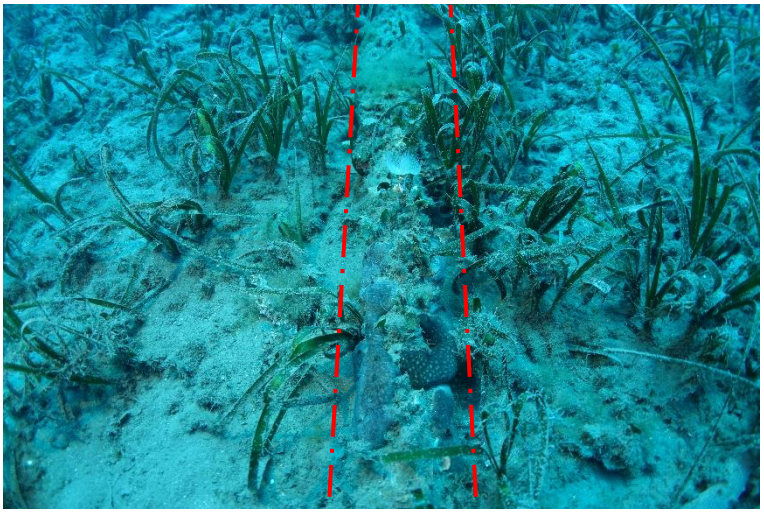


Figure 68 : Câble de transport d'énergie SACOI2 en limite inférieure de l'herbier entièrement colonisé (Bastia - plage de l'Arinella, 2020)

Figure 69 : Câble de transport d'énergie (SACOI2) en limite inférieure de l'herbier de posidonie et disparaissant dans la matte (Bastia - plage de l'Arinella, 2020)

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

Figure 71 : Câble télécom sur matte morte (Marseille, 2020)

Figure 72 : Câble télécom en sortie d'herbier en limite supérieure (Marseille, 2020)

Figure 73 : Câble télécom en suspension au passage d'une zone d'intermatte (Marseille, 2020)

Figure 74 : Câble télécom au sein d'un herbier entre les faisceaux de posidonie (Marseille, 2020)

Figure 75 : Câble télécom sur des enrochements (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 une croissance verticale de 1cm/an et une croissance horizontale de 3 à 10 cm/an et que le câble est d'un diamètre de 35,7 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., DIVETAIN N., 1999. Extension de la cartographie des fonds et de l'herbier à *Posidonia oceanica* entre la calanque du Mugel et l'île verte. *Contrat ADES et GIS Posidonie. GIS Posidonie publ.*, Marseille, Fr. : 1-90.

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

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

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

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

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

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

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

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

FICHE SIGNALETIQUE ET DOCUMENTAIRE

Renseignements généraux concernant le document envoyé	
Titre de l'étude	Expertise des biocénoses marines de la route du projet de câble sous-marin de télécommunication BLUEMED
Nombre de pages/planches	70 pages
N° affaire / Date de notification	

Historique des envois				
Documents envoyés	**Exemplaires papier**	**Exemplaires FTP**	**Date d'envoi**	**N° récépissé**
Rapport provisoire		pdf	17/07/2020	
Rapport définitif				

Intervenants dans l'élaboration des documents
Marc Chenoz (Chargé de Projet), Alexandre Cerruti (cartographie, SIG)

Contrôle Qualité		
	Niveau 1	**Niveau 2**
Contrôlé par	Marc Chenoz	Cédric Marion
Date	17/07/2020	17/07/20