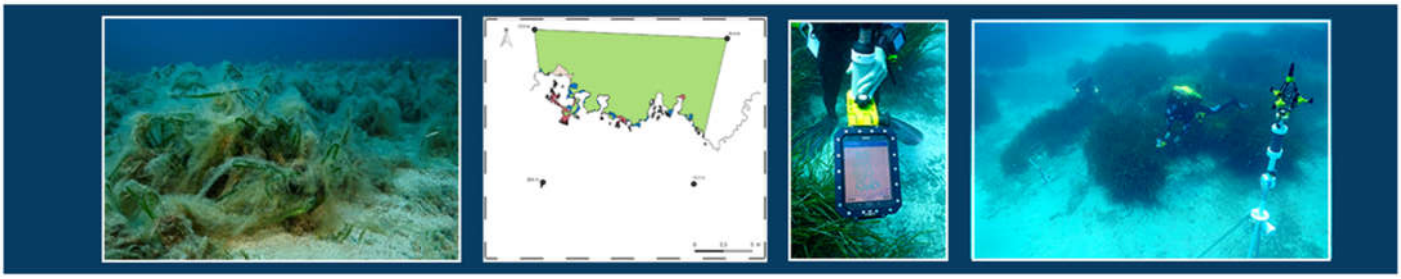
Evaluation de l'état écologique de l'herbier de posidonie et pose de thermomètres (lot 1) - Analyse des données 2019-



ANDROMÈDE
OCÉANOLOGIE
7, place Cassan - Quai des pêcheurs
34 280 Carnon - France
Tél. : 04.67.66.32.48
contact@andromede-ocean.com

Coordination Andromède :
HOLON Florian & DELARUELLE Gwénaëlle

Contact mail :

florian.holon@andromede-ocean.com

gwenaelle.delaruelle@andromede-ocean.com

Coordination Agence de l'Eau RMC :
BOISSERY Pierre

Participants aux missions de terrain :
BLANDIN Agathe, CHARBONNIER Justine, DETER Julie, DELARUELLE Gwénaëlle, HOLON Florian, MARRE Guilhem, MAURON Stephen, PAVY Thomas, PERSONNIC Sébastien, GILETTO Lou, SANTO Mélanie.

Traitement des données et rédaction :
DELARUELLE Gwenaëlle et FERY Célia.

Ce document doit être cité sous la forme suivante :

ANDROMEDE, 2019. Surveillance biologique dans la partie Est de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur – Analyse des données 2019 – TEMPO, réseau de suivi des herbiers de posidonie. Contrat Andromède Océanologie / Agence de l'eau. 262 p.

Sommaire

RESEAU DE SURVEILLANCE TEMPO 1

I. CONTEXTE 1
I.A. Biologie de Posidonia oceanica (L) Delile 1
I.B. Rôles écologiques et économiques des herbiers à posidonie 2
I.C. Conservation et déclin des herbiers : les pressions mises en jeu 3
I.D. La surveillance des herbiers à posidonie 4

II. OBJECTIFS DE TEMPO 5

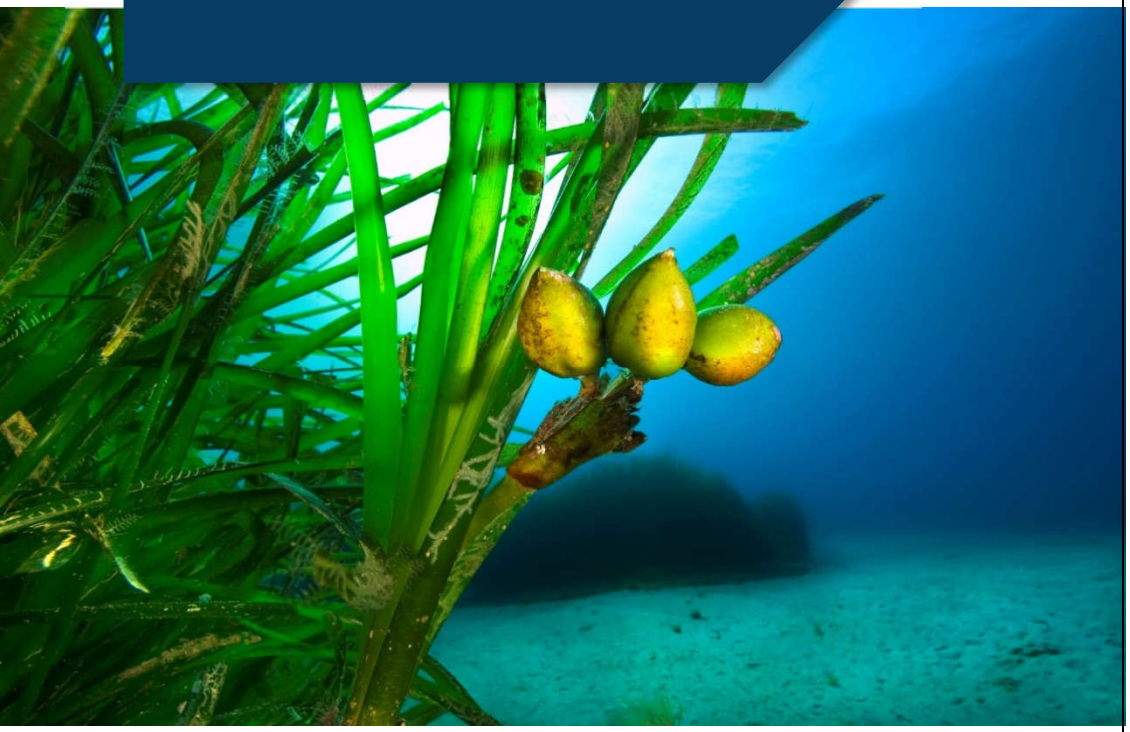
III. METHODOLOGIE 6
III.A. Localisation des sites 6
III.A.1. Suivis TEMPO antérieurs 6
III.A.2. Suivis TEMPO 2019 6
III.B. Choix des indicateurs 4
III.C. La télémétrie acoustique 5
III.D. Indice BiPo2 (profondeur intermédiaire et adapté à la limite inférieure) 8
III.D.1. Profondeur intermédiaire 8
III.D.2. Limite inférieure 9
III.E. Indice PREI (profondeur intermédiaire) 9
III.E.1. Type et profondeur de la limite inférieure 9
III.E.2. Densité des faisceaux de posidonie 9
III.E.3. Surface foliaire 11
III.E.4. Charge épiphytaire 12
III.E.5. Qualité écologique 12
III.F. Indice EBQI (profondeur intermédiaire) 13
III.F.1. Box 1 : Faisceaux et rhizomes de posidonie 14
III.F.2. Box 2 : Feuilles de posidonie 14
III.F.3. Box 3 et 4 : Epibiontes des feuilles 15
III.F.4. Box 5 : Densité de *Pinna nobilis* 15
III.F.5. Box 6 : HOM et LOM 15
III.F.6. Box 8 : Holothuries 15
III.F.7. Box 9 : Herbivores 16
III.F.8. Box 10, 11, 12 : Les Téléostéens et le SRDI 16
III.G. Interprétation des EQR 17
III.H. Indice d'évolution de l'herbier 19
III.I. Relevés des perturbations observées sur les sites de terrain 19
III.J. Application de la photogrammétrie à la surveillance sous-marine 20

IV. RESULTATS 21
IV.A. Masse d'eau FRDC10c 22
IV.B. Masse d'eau FRDC10a 34
IV.A. Masse d'eau FRDC09d 47
IV.B. Masse d'eau FRDC09c 56
IV.C. Masse d'eau FRDC09b 68
IV.D. Masse d'eau FRDC09a 81
IV.E. Masse d'eau FRDC08e 93
IV.F. Masse d'eau FRDC08d 114
IV.G. Masse d'eau FRDC08c 137
IV.H. Masse d'eau FRDC08b 146
IV.I. Masse d'eau FRDC08a 157
IV.J. Masse d'eau FRDC07j 174
IV.K. Masse d'eau FRDC07i 194
IV.L. Masse d'eau FRDC07h 202
IV.M. Masse d'eau FRDC07g 210
IV.N. Masse d'eau FRDC07f 221

V. SYNTHESE 233
V.A. Difficultés rencontrées et points remarquables 233
V.B. Site à la profondeur intermédiaire de -15m 233
V.C. V.C. Sites en limite inférieure 247

I. ANNEXE : FICHIERS DE BANCARISATION 258

TEMPO, Réseau de suivi des herbiers de posidonie



Soutenu par l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse, le réseau TEMPO a été créé en 2011 et s'étend sur l'ensemble de la façade méditerranéenne française bordée par les trois régions Corse, Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA) et Languedoc-Roussillon (LR). TEMPO a pour missions de promouvoir l'habitat des herbiers de posidonie et de surveiller à long terme l'évolution de son état. Les objectifs sont de recueillir des données descriptives sur la dynamique des herbiers à Posidonie et de suivre leurs évolutions dans le temps et dans l'espace.

Réseau de surveillance TEMPO

I. Contexte

I.A. Biologie de *Posidonia oceanica* (L) Delile

La Posidonie *Posidonia oceanica* (L.) Delile est une phanérogame endémique de la mer Méditerranée qui peut constituer de véritables prairies sous-marines. Elle est présente sur toute la façade méditerranéenne, exceptée sur les côtes égyptiennes, palestiniennes, libyennes, israéliennes, et le nord de l'Adriatique (Boudouresque and Meinesz, 1982; Por, 1978; Zalokar, 1942). Cette plante angiosperme est constituée de faisceaux de feuilles (40 à 80 cm de long), de racines et de rhizomes, qui sont des tiges rampantes ou dressées, généralement enfouies dans le sédiment.

Figure 1:[1] La fleur de Posidonia oceanica ; [2] Trois fruits dans l'herbier ; [3] Graine et fruits de posidonie en train de flotter.

On nomme « matte » l'ensemble constitué par les rhizomes, les écailles (gaines des feuilles caduques), les racines et par le sédiment qui remplit les interstices. Exceptées les feuilles, les parties mortes de la plante sont peu putrescibles, ce qui explique leur longue conservation (plusieurs siècles ou millénaires) à l'intérieur de la matte (Boudouresque et al., 2006). La matte sert d'ancrage à l'herbier mais joue également un rôle important dans la stabilisation des fonds. Les herbiers à *P. oceanica* sont présents entre 0 et 40 mètres de profondeur.

Figure 2 : Aplysina punctata sur feuille de posidonie

Ils occupent donc une surface totale restreinte (1 à 2 %) (Pasqualini, 1997; Rico-Raimondino and Pergent, 1995) . La zone totale connue des herbiers à *Posidonia oceanica* dans la mer Méditerranée a été estimée à 1 224 707 ha (12

247 km²), 510 715 ha dans la partie ouest du bassin et 713 992 ha dans la partie orientale (Telesca et al., 2015).

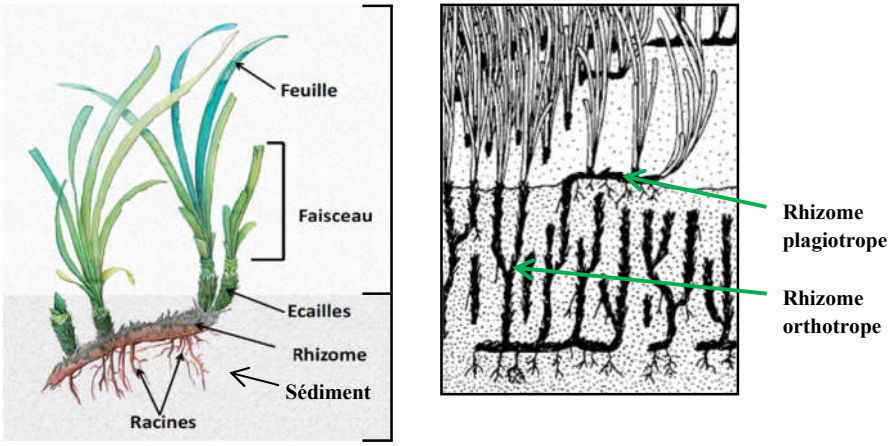


Figure 3 : Représentation schématique d'un herbier de posidonie et sa matte modifié d'après Abadie et al. (2016) ; (b) Différenciation des rhizomes plagiotropes et orthotropes, modifié d'après Boudouresque et Meinesz (1982).

Cette plante marine est sensible à la salinité et ne se développe que dans des milieux de salinité moyenne (Fernández-Torquemada and Sánchez-Lizaso, 2005, 2003; Sánchez-Lizaso et al., 2008). Son absence, dans certaines zones, peut être liée aux concentrations en CO_2 trop faibles pour la réalisation de la photosynthèse, nécessaire à son développement (Romero, 2004). La lumière est aussi un facteur très important qui limite sa répartition en profondeur (Elkalay et al., 2003). Les exigences écologiques importantes de *P. oceanica* en font une espèce sentinelle : tout changement de sa répartition spatiale (par exemple une réduction de la limite maximale de profondeur ou une perte de zones couvertes), traduit un changement de l'état de l'environnement (Orth et al., 2006).

I.B. Rôles écologiques et économiques des herbiers à posidonie

Cette phanérogame constitue la **biocénose la plus complexe de Méditerranée** (Boudouresque and Meinesz, 1982; Molinier and Picard, 1952; Peres and Picard, 1964) et est à la base de la richesse des eaux littorales (Boudouresque and Meinesz, 1982; Cinelli et al., 1974; Molinier and Picard, 1952). Son **rôle écologique est majeur** : production primaire benthique, production d'oxygène (Bay, 1978; Bedhomme et al., 1983; Caye, 1980; Drew and Jupp, 1976), transparence des eaux par le piégeage des particules en suspension (Blanc and Jeudy De Grissac, 2011), base de nombreuses chaînes alimentaires (Velimirov, 1984), lieu de frayère, nurserie, abris vis-à-vis des prédateurs ou habitat permanent pour des milliers d'espèces animales et végétales (Boudouresque et al., 2006). Les herbiers à posidonie régulent, directement ou non, la disponibilité des ressources pour d'autres espèces et sont, à ce titre, qualifiés d'ingénieurs écosystémiques (Lawton, 1994). De ces rôles écologiques découle une **quantité de services dont les Hommes bénéficient** : protection du littoral, piégeage des sédiments, nourriture, etc. (Borum et al., 2004; Boudouresque et al., 2012; Campagne et al., 2015).

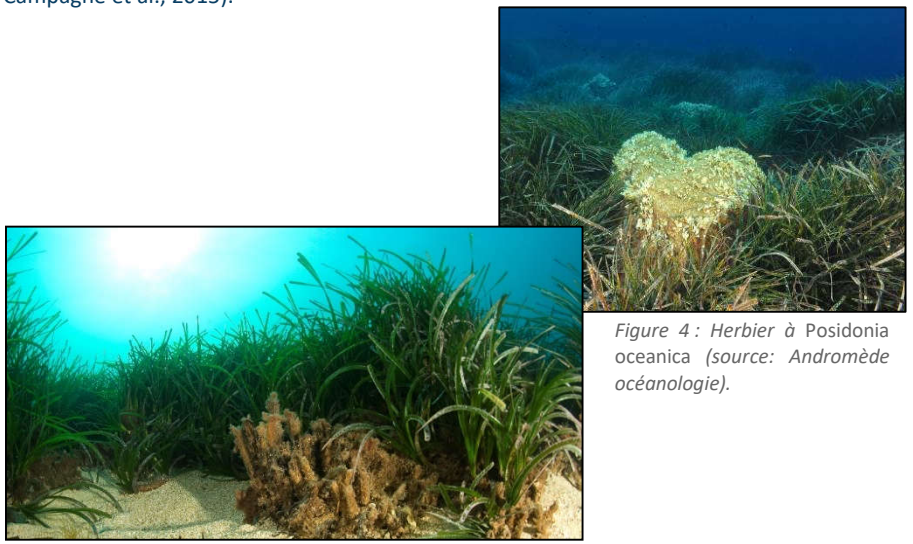


Figure 4 : Herbier à Posidonia oceanica *(source: Andromède océanologie).*

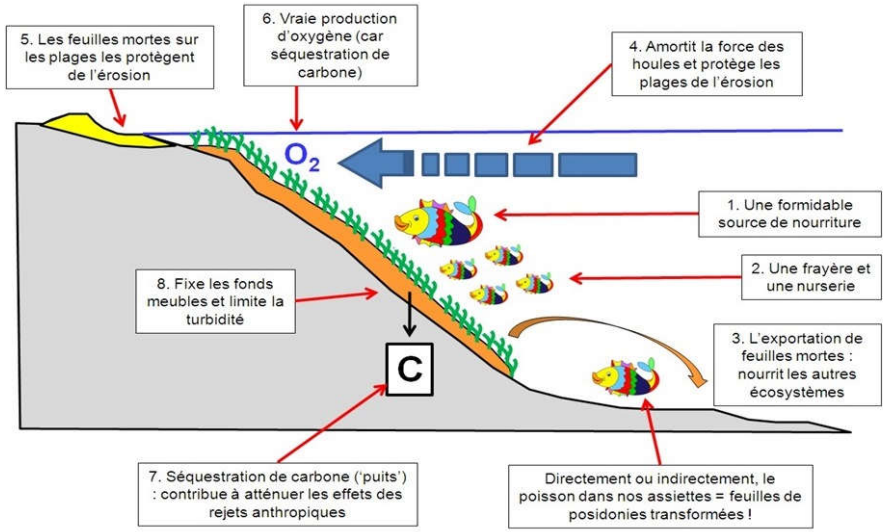


Figure 5: Rôles écologiques de l'herbier à P. oceanica *dans le fonctionnement des systèmes littoraux en Méditerranée (GIS Posidonie, 2009 ; modifié d'après la figure originale de Charles F. Boudouresque).*

I.C. Conservation et déclin des herbiers : les pressions mises en jeu

Les préférences écologiques (eaux peu profondes et claires, courant faible) et les caractéristiques biologiques (croissance très lente de quelques centimètres par an) de *P. oceanica* rendent cette **espèce très vulnérable aux pressions anthropiques** (Boudouresque et al., 2012). C'est pourquoi *P. oceanica* et l'habitat qu'elle constitue sont protégés par la législation européenne (Directive Habitats, 92/93/CEE), par les conventions de Berne et Barcelone, par la législation nationale (Loi du 10 juillet 1976 et son décret d'application du 25 novembre 1977 (officialisée par l'arrêté interministériel du 19 juillet 1988 renseignant la liste des espèces végétales marines protégées)). De plus, *P. oceanica* est classée préoccupation mineure sur la Liste rouge de l'IUCN (Pergent et al., 2010).

Comme de nombreux habitats constitués par des phanérogames marines (Selig et al., 2014; Short and Wyllie-Echeverria, 1996; Spalding et al., 2003; Waycott et al., 2009), les herbiers à *P. oceanica* ont connu un **déclin généralisé au cours des dernières décennies** (Boudouresque et al., 2009). Ce déclin est caractérisé par un recul des herbiers peu profonds et/ou par une remontée des limites plus profondes, et donc une perte de l'étendue spatiale. Certaines **activités humaines** sont sources de perturbations et responsables de la régression des herbiers. Certaines activités continues mènent à la création de patchs à moyen et long terme. D'autres entraînent une destruction mécanique de la strate foliaire créant immédiatement des intermattes de matte nue au sein des paysages sous-marins (Abadie, 2016).

Le **développement côtier** est l'une des principales causes de la régression de la strate foliaire (Giakoumi et al., 2015). Il est source de pollution notamment par le déversement d'eaux usées qui entraînent une diminution de la croissance des rhizomes et un changement dans la structure foliaire. **L'expansion des zones urbaines littorales** peut également provoquer d'importantes modifications du paysage (Abadie, 2016). La construction de ports et le rechargement en sable des plages provoquent une atténuation de la lumière et une sédimentation de MES supérieure à la vitesse de croissance verticale de la plante. Les **effluents d'aquaculture** sont aussi responsables de disparitions de larges portions d'herbier en provoquant l'anoxie du sédiment par diminution de la pénétration de la lumière et le rejet de quantités de matière organique.

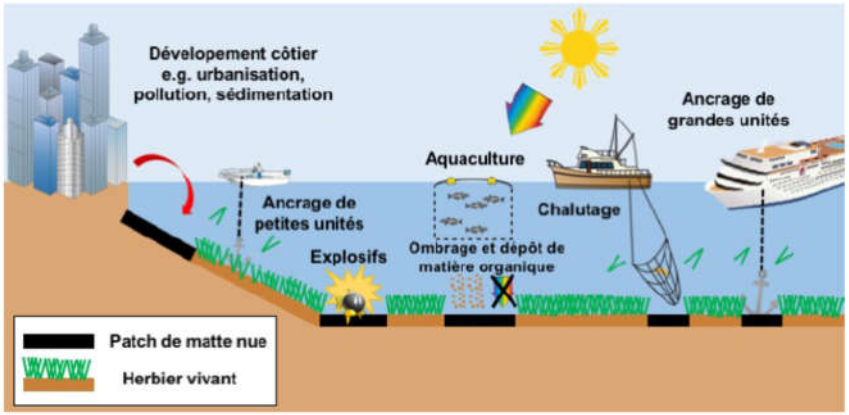


Figure 6: Impact des activités anthropiques générant des intermattes au sein des paysages sous-marins à Posidonia oceanica *((Abadie, 2016).*

Certaines activités provoquent des **dommages mécaniques immédiats** en générant instantanément des intermattes anthropiques : le chalutage, les bombardements de la seconde guerre mondiale, l'ancrage.

I.D. La surveillance des herbiers à posidonie

Plusieurs programmes de surveillance ont été développés ces dernières décennies dans de nombreux pays comme en Espagne, Italie, ou Grèce (Boudouresque and Pergent, 1992). Les réseaux de surveillance ont deux buts principaux : (1) évaluer l'état de santé des herbiers à *Posidonia oceanica* et (2) utiliser ces herbiers comme indicateur de la qualité de l'environnement (Pergent et al., 2015).

En France, le « Réseau de Surveillance Posidonies « (RSP) a été mis en place en 1984 en région PACA (C. F. Boudouresque et al., 2007) et, depuis 2008, **le réseau de suivi des herbiers de posidonie par télémétrie acoustique** (**TEMPO**) (Holon et al., 2013). TEMPO a été créé de manière pérenne en 2011 et s'étend sur l'ensemble de la façade méditerranéenne française. Le réseau TEMPO cartographie les limites inférieures de 58 sites en Méditerranée française et évalue leur qualité écologique. Depuis 2014, TEMPO intègre 40 sites localisés à la profondeur intermédiaire (-15 mètres) sur lesquels plusieurs protocoles sont mis en place afin de calculer des indices de qualité écologique : EBQI (Ecosystem-Based Quality Index) (Personnic et al., 2014c), BiPo2 (Lopez y Royo et al., 2010), et PREI (Gobert et al., 2009a).

Au niveau législatif, la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 est effective en droit français depuis le 4 Avril 2004. Elle définit, pour les états membres, un cadre pour la gestion et la protection des eaux par grand bassin hydrographique au plan européen. Elle fixe des objectifs ambitieux pour la préservation et la restauration de l'état des eaux superficielles (eaux douces, eaux côtières et eaux souterraines) et demande que tous les milieux aquatiques soient dans un bon état écologique.

La DCE conforte les actions menées jusqu'ici par l'Agence de l'eau *via* le SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux) : gestion par bassin versant, gestion équilibrée de la gestion en eau et participation des acteurs. Néanmoins, elle va plus loin en introduisant trois innovations majeures :

- la fixation d'objectifs environnementaux (bon état écologique des masses d'eau) ;
- la prise en compte des conséquences environnementales des activités socio-économiques ;
- la participation de tout public.

D'après la DCE une masse d'eau est en bon état lorsque l'état écologique et l'état chimique de celle-ci sont au moins bons.

L'état écologique d'une masse d'eau est évalué à travers la structure et le fonctionnement de ses écosystèmes aquatiques. On utilise pour cela des éléments de qualité biologiques (espèces végétales et animales) mais aussi des éléments hydromorphologiques et physico-chimiques (turbidité, température, oxygène, concentration en nutriment, salinité).

L'état de chacun de ces éléments de qualité biologiques est mesuré par un rapport de qualité écologique (Ecological Quality Ratio, EQR) : l'écart entre la valeur observée de l'indicateur suivi pour l'élément de qualité et la valeur de référence attendue en situation naturelle pas ou très peu influencée par les activités humaines. La valeur de cet état varie entre 0 (très mauvais) et 1 (très bon).

Plus précisément, la DCE impose pour évaluer l'état écologique des masses d'eaux côtières le suivi de trois types d'éléments de qualité biologiques : le phytoplancton, les macrophytes (algues macroscopiques et angiospermes), et la faune benthique invertébrée. Pour chacun de ces éléments, la composition, l'abondance et la biomasse sont mesurés pour estimer la qualité écologique des eaux environnantes.

En Méditerranée, l'élément de qualité « angiospermes » développé dans le cadre de la DCE prend en compte les paramètres suivants :

- La limite inférieure ;
- L'état des plantes (densité des pieds, surface foliaire, épibiontes).

Pour cela, l'indice PREI (*Posidonia Oceanica* Rapid Easy Index) permet de surveiller la posidonie *Posidonia oceanica* L. Delile. Il est basé sur cinq métriques mesurées *in situ* ou sur des prélèvements sur les sites du réseau TEMPO.

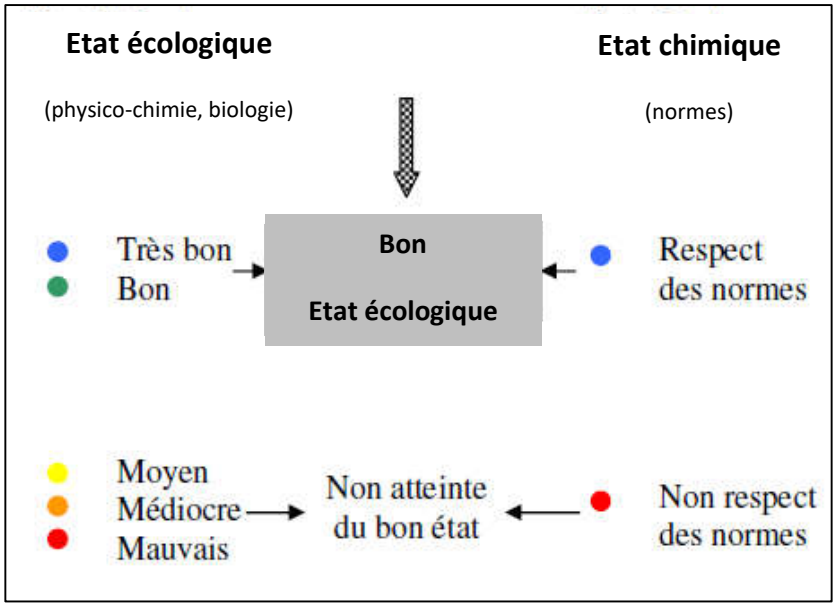


Figure 7: Définition et évaluation de l'état des masses d'eau (Source : Agence de l'eau, 2016).

II. Objectifs de TEMPO

Soutenu par l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse, le réseau TEMPO a été créé en 2011 en Corse. Il s'étend sur l'ensemble de la façade méditerranéenne française bordée par les trois régions Corse, Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA) et Occitanie.

TEMPO a pour missions de promouvoir l'habitat des herbiers de posidonie et de surveiller à long terme l'évolution de son état. Les objectifs sont de recueillir des données descriptives sur la dynamique des herbiers à Posidonie et de suivre leurs évolutions dans le temps et dans l'espace.

La dynamique des herbiers est suivie en limite inférieure par les mesures de densité et de déchaussement des faisceaux ajoutées à une cartographie par télémétrie acoustique de la limite. Ces données descriptives et leurs évolutions dans le temps (période de trois ans) et l'espace (minimum d'un site par masse d'eau) complètent l'estimation de la qualité écologique des masses d'eau côtières demandée par la DCE et aident à évaluer l'efficacité des mesures correctives mises en place afin d'atteindre ou maintenir le bon état visé par cette directive.

Les données issues de TEMPO permettent de renseigner des descripteurs qualitatifs définis dans le cadre de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM, 2008/56/CE) pour évaluer le bon état écologique des eaux marines. Ainsi pour la sous-région Méditerranée occidentale certains paramètres acquis *via* TEMPO s'intègrent au sous-programme thématique « Etat écologique des habitats subtidaux côtiers de substrat meuble » du programme thématique de surveillance « Habitats benthiques et intégrité des fonds marins ».

Depuis 2014 un autre objectif a été ajouté au réseau TEMPO : caractériser les herbiers de *Posidonia oceanica* à la profondeur intermédiaire de - 15 mètres (profondeur représentative de l'herbier en Méditerranée (Gobert et al., 2009b)) selon les protocoles standardisés du PREI (Gobert et al., 2009a), du BiPo2 (Lopez y Royo et al., 2010) et de l'EBQI (Ecosystem-Based Quality Index) (Personnic et al., 2014a). Ces sites, localisés à -15 m, se situent dans l'alignement des sites TEMPO existants en limite inférieure de l'herbier.

III. Méthodologie

III.A. Localisation des sites

III.A.1. Suivis TEMPO antérieurs

Chaque site TEMPO est suivi à la fin du printemps (mai-juin) tous les trois ans avec un décalage d'un an d'une région à une autre. Les missions de terrain sont réalisées afin d'avoir au minimum un site par masse d'eau côtière.

Toutes les mesures sont ensuite analysées à la lumière des autres suivis (comparaison spatio-temporelle) et de la littérature disponible. Le choix de ces points respecte à la fois une couverture géographique homogène entre points le long du littoral et une répartition équitable, à la fois dans des zones sensibles, des zones intermédiaires et des zones de référence, selon une influence anthropique variable. La méthodologie suivie est affinée et améliorée au cours des suivis successifs en fonction de l'expérience acquise par les équipes de terrain et des avancées de la législation et de la recherche.

La première campagne de terrain a été menée en région Corse en **2011** sur 19 stations réparties entre 22 et 40 mètres de fond. En **2012**, ce réseau a été complété par 13 sites localisés en région Languedoc-Roussillon et à l'Ouest de la région Provence-Alpes-Côte-D'azur (PACA), répartis entre 5 et 33 mètres de profondeur. La mission TEMPO **2013** a permis de compléter le réseau en PACA par 21 stations situées entre 14 et 36 mètres de fond dans sa partie Est. En **2014** a été effectuée la seconde campagne en Corse sur 18 sites en limite inférieure et six sites localisés à -15 mètres (application du protocole du PREI). En 2015 la seconde campagne de terrain a été menée entre Cap Sicié (Toulon) et le Grand Travers (Carnon) sur 12 sites à la profondeur intermédiaire et 11 sites en limite inférieure. Les protocoles de l'EBQI et du BiPo2 ont été appliqués sur les 12 sites à la profondeur intermédiaire et celui du PREI sur six d'entre eux. En 2016, deux campagnes de terrain ont été menées sur 22 sites à la profondeur intermédiaire et en limite inférieure : (1) entre Cap Sicié (Toulon) et Cap Martin (frontière italienne) et (2) entre le Grand Travers (Carnon) et Paulilles (Banyuls). En 2017 a eu lieu la troisième campagne en région Corse, sur 13 sites localisés à la profondeur intermédiaire et 18 sites en limite inférieure. Elle a permis de compléter le réseau avec le suivi de 7 nouveaux sites en profondeur intermédiaire, cela permettant d'avoir une couverture homogène autour de la Corse. Enfin, la mission TEMPO de 2018 a été menée entre Banuyls et Cap Sicié (Toulon) sur 14 sites à la profondeur de -15m et 14 sites en limite inférieure.

III.A.2. Suivis TEMPO 2019

En 2019, la troisième campagne TEMPO a été menée à l'Est de la région Provence-Alpes-Côte-D'azur (PACA) entre Cap Carqueiranne (Toulon) et Pointe Veille Est (Roquebrune-Cap-Martin) **sur 20 sites à la profondeur intermédiaire de -15m et 19 sites en limite inférieure.**

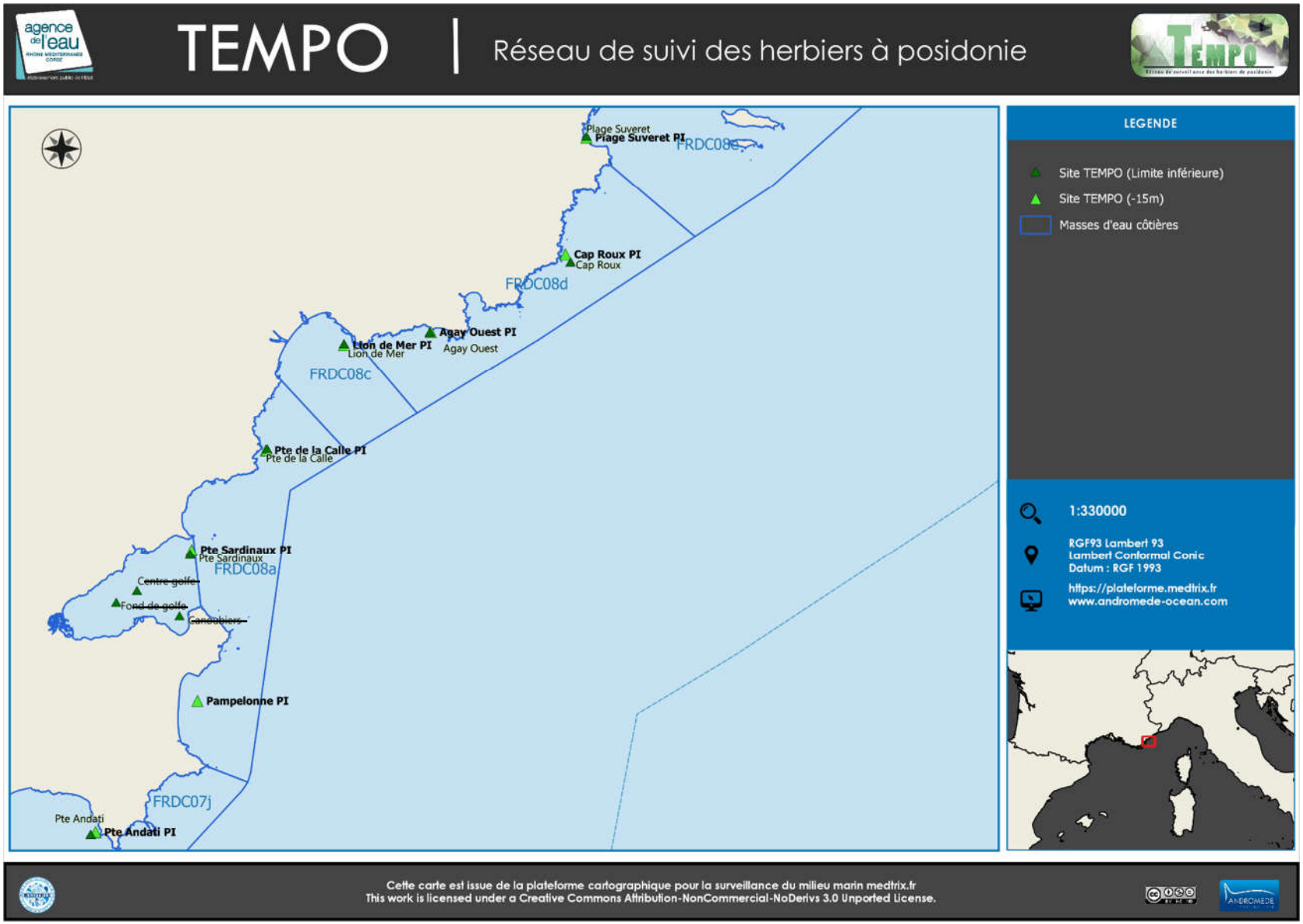
Voici la liste des différents 19 sites suivis en limite inférieure et à la profondeur intermédiaire : Juan, Cap Nice Est, Mer d'Eze, Pointe Rube, Pointe Veille Est, Cap Gros Nord, Pointe Bacon, Cap Roux, Agay Ouest, Lion de mer, Plage Suveret, Pointe de la Calle, Pointe Sardinaux, Pointe Andati, Fort Bregançon, Pointe Esquillette, Cap des Medes, Carqueiranne, Presqu'île de Giens. Le site Pampelonne a fait l'objet d'un suivi en profondeur intermédiaire uniquement.

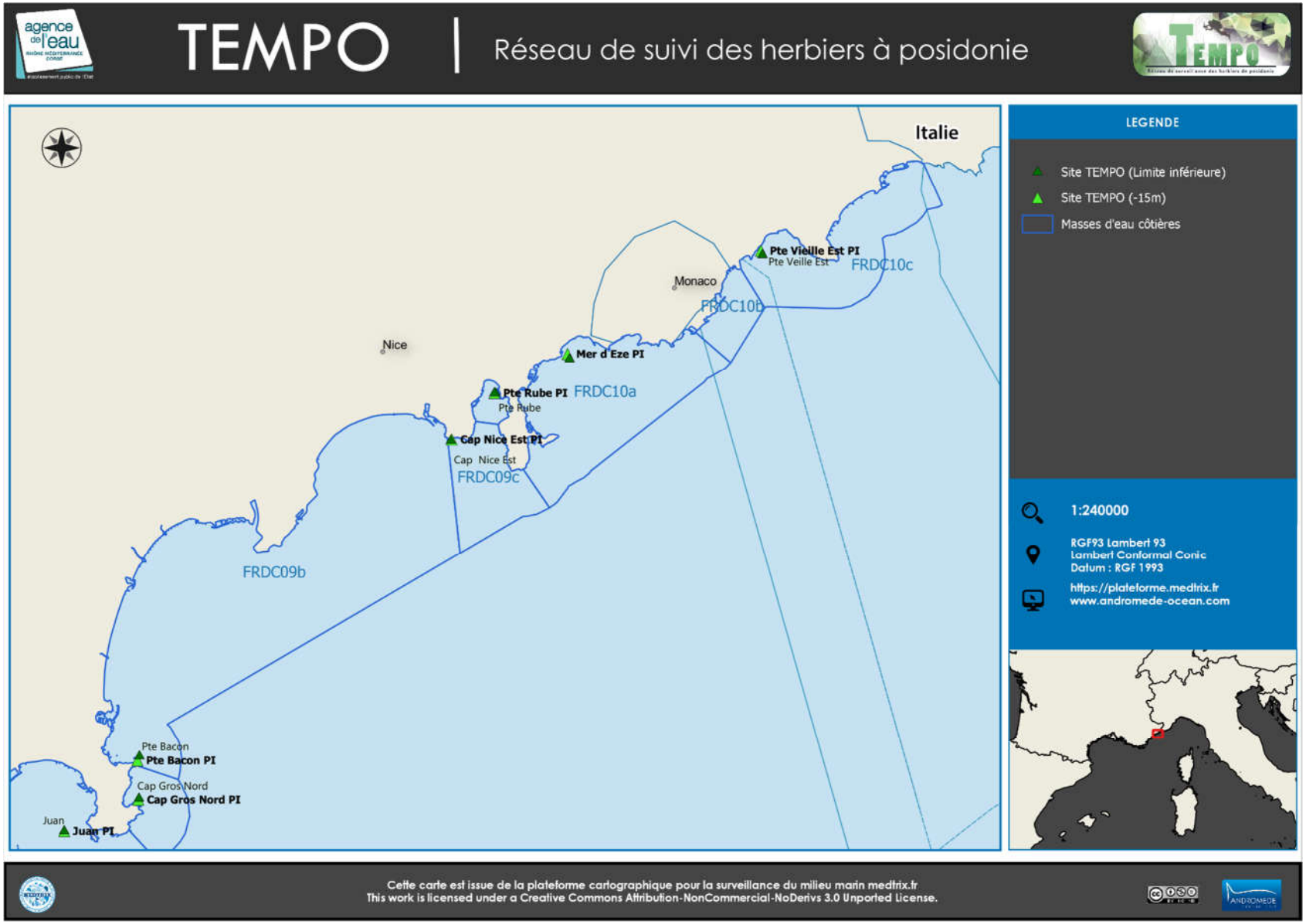
Les protocoles pour calculer l'EBQI et le BiPo2 ont été appliqués sur tous les sites à la profondeur intermédiaire et celui du PREI sur six d'entre eux (sites dits « DCE »). L'ensemble des sites du réseau TEMPO 2019 est localisé sur les cartes suivantes.

Les cartes suivantes présentent la localisation des sites du réseau TEMPO échantillonnés en limite inférieure et à -15 mètres. Les sites barrés correspondent à des sites anciennement suivis mais qui ne font pas partis du marché de surveillance.

TEMPO | Réseau de suivi des herbiers à posidonie

Cette carte est issue de la plateforme cartographique pour la surveillance du milieu marin medtrix.fr
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 Unported License.


TEMPO | Réseau de suivi des herbiers à posidonie
Plage Suveret
Plage Suveret PI
FRDC08e
Cap Roux PI
Cap Roux
FRDC08d
Agay Ouest PI
Agay Ouest
Lion de Mer PI
Lion de Mer
FRDC08c
Pte de la Calle PI
Pte de la Calle
Pte Sardinaux PI
Pte Sardinaux
FRDC08a
Centre golfe
Fond de golfe
Canoubiers
Pampelonne PI
FRDC07j
Pte Andati
Pte Andati PI
LEGENDE
Site TEMPO (Limite inférieure)
Site TEMPO (-15m)
Masses d'eau côtières
1:330000
RGF93 Lambert 93
Lambert Conformal Conic
Datum : RGF 1993
https://plateforme.medtrix.fr
www.andromede-ocean.com
Cette carte est issue de la plateforme cartographique pour la surveillance du milieu marin medtrix.fr
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 Unported License.


TEMPO | Réseau de suivi des herbiers à posidonie
Italie
Monaco
Nice
Pte Vieille Est PI
Pte Veille Est
FRDC10c
FRDC10b
Mer d'Eze PI
Pte Rube PI
Pte Rube
FRDC10a
Cap Nice Est PI
Cap Nice Est
FRDC09c
FRDC09b
Pte Bacon
Pte Bacon PI
Cap Gros Nord
Cap Gros Nord PI
Juan
Juan PI
LEGENDE
Site TEMPO (Limite inférieure)
Site TEMPO (-15m)
Masses d'eau côtières
1:240000
RGF93 Lambert 93
Lambert Conformal Conic
Datum : RGF 1993
https://plateforme.medtrix.fr
www.andromede-ocean.com
Cette carte est issue de la plateforme cartographique pour la surveillance du milieu marin medtrix.fr
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 Unported License.

III.B. Choix des indicateurs

Le suivi de l'état de santé des herbiers à *P. oceanica* se fait en plongée sous-marine. La plupart des paramètres sont relevés *in situ* et certaines mesures sont réalisées en laboratoire sur des faisceaux de Posidonie.

III.B.1. Limite inférieure de l'herbier

La méthode initiale choisie pour la surveillance de l'herbier à posidonie en **limite inférieure** prend en compte trois types de mesures : une **description générale du site**, une **cartographie de la limite inférieure de l'herbier à posidonie par télémétrie acoustique**, et des **mesures de vitalité** de l'herbier. Aucune de ces méthodes n'est destructive.

Sur chaque localité, les coordonnées GPS sont relevées à partir du bateau. Elles correspondent à la localisation des balises permanentes type « géomètre » ancrées dans le sol et marquant les angles du quadrat permanent de télémétrie. Le plongeur note alors la date d'acquisition des données, la température de l'eau, la visibilité, la nature du fond, et la profondeur. Il relève les pressions observées sur le site.

L'herbier est ensuite cartographié et son état de vitalité est estimé *via* la mesure de différents paramètres. Brièvement, la méthode appliquée en limite inférieure consiste en :

i) Une **cartographie par télémétrie acoustique** de la limite inférieure (limite d'extension la plus profonde) de l'herbier de posidonie ;

ii) Des **mesures de vitalité** (état de santé) de l'herbier de posidonie en limite inférieure :

- Type et profondeur de la limite inférieure
- Densité de faisceaux
- Déchaussement des rhizomes

iii) Des **relevés des pressions** observées :

- Perturbations physiques
- Perturbations biologiques
- Pollutions

Mesures de vitalité : déchaussement

Les rhizomes de Posidonie sont caractérisés par une croissance horizontale (rhizomes plagiotropes) et/ou verticale (rhizomes orthotropes). La croissance verticale est à l'origine de l'édification des mattes et permet à la plante de lutter contre l'enfouissement, lié à la sédimentation.

Figure 8 : Faisceaux de posidonie avec (a) rhizomes non déchaussés ; (b) rhizomes déchaussés.

Le déchaussement des rhizomes traduit généralement l'existence d'un déficit sédimentaire de l'herbier. L'observation 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 (Boudouresque et al., 2006; Charles F Boudouresque et al., 2007) :

- 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.

A chaque site, dix mesures (x3 réplicats) sont effectuées dans le secteur PI et en limite inférieure. Une échelle d'évaluation du déchaussement (faible, moyen, important) est proposée (voir tableau ci-dessous).

Tableau 1: Echelle d'évaluation du déchaussement en fonction des valeurs moyennes mesurées le long du balisage (d'après le RSP Charbonnel et al., 2000 et Boudouresque et al., 1980).

Déchaussement (valeurs seuils)	Interprétation
Inférieur à 5 cm	Déchaussement faible
5-15 cm	Déchaussement moyen
Supérieur à 15 cm	Déchaussement fort

Les méthodes pour la mesure de vitalité qui concerne la densité de faisceaux sont décrites dans le paragraphe **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**.

III.B.2. Profondeur intermédiaire

Trois indices sont appliqués à la profondeur intermédiaire : PREI (six sites par campagne), EBQI et BiPo2 (tous les sites). Le calcul des deux premiers indicateurs intègre des données recueillies en limite inférieure de l'herbier c'est pourquoi chaque site à -15m est situé dans l'alignement du site en limite correspondant

Selon le **protocole PREI** (Gobert et al., 2009a) deux secteurs caractéristiques de l'herbier sont suivis : la **limite inférieure (LI)** (site TEMPO existant) et la **profondeur intermédiaire à -15 mètres (PI).** Cinq paramètres (cf. « IV.5 Indice PREI ») sont mesurés pour chaque site (Gobert et al., 2009a). Afin d'évaluer l'état écologique des masses d'eau côtières, la DCE impose notamment le suivi des éléments de qualité biologiques « macrophytes » (algues macroscopiques et angiospermes) à travers l'indice PREI. **Les demandes de dérogation pour le prélèvement de faisceaux d'herbier de posidonie auprès des DREAL afin de calculer la surface foliaire et la charge épiphytaire sont effectuées par Andromède.**

L'indice EBQI (Ecosystem-Based Quality Index) permet d'évaluer de façon globale la qualité de l'herbier de posidonie et de son écosystème. Il se base sur un modèle de fonctionnement de l'écosystème qui prend en compte ses différents compartiments ou boîtes (= « box ») : posidonie, algues, herbivores, matière organique, petite faune, petits et grands prédateurs, oiseaux marins, et les interactions entre ces compartiments.

L'indice BiPo2 (Biotic Index using *Posidonia Oceanica)* (Lopez y Royo et al., 2010) permet aussi de déterminer le statut écologique de chaque site d'après la classification de la DCE en prenant en compte quatre paramètres (cf. « IV.4 Indice BiPo2 »).

III.C.La télémétrie acoustique

Basée sur un principe d'interférométrie acoustique 3D, la télémétrie acoustique permet le positionnement centimétrique d'objets situés à plusieurs dizaines de mètres d'une antenne immergée à chaque plongée.

Le positionnement acoustique est une méthode alternative au balisage classique (Charbonnel et al., 2000) qui permet de multiplier facilement le nombre de points cartographiés (300 points minimum au lieu d'une dizaine avec la méthode RSP), tout en évitant la pose de nombreuses balises pouvant endommager l'herbier ou être perdues (Descamp et al., 2011, 2005). De nombreuses limites inférieures d'herbiers ont d'ores et déjà été cartographiées selon cette méthode (Descamp et al., 2011, 2009; Deter et al., 2012, 2010). Des suivis temporels ont montré sa capacité à mettre en avant progressions ou régressions locales d'herbiers (Descamp et al., 2011; Deter et al., 2010).

Au sein du quadrat permanent, le plongeur réalise **un point tous les 30 à 50 cm pour cartographier très précisément la limite inférieure grâce à l'Aquamètre D100-NG dernière génération relié à une tablette étanche avec système Android.** Cette tablette permet de positionner les points et de les stocker en mémoire (la capacité mémoire du pointeur est supérieure à 1500 points). L'aquamètre est quant à lui constitué par un pointeur mobile et une canne standard qui confèrent à l'ensemble une longueur d'un mètre permettant un dégagement par rapport au fond, afin d'éviter les problèmes de réflexions et/ou masquages des ondes acoustiques. Grâce à ce nouveau système de télémétrie acoustique il est possible d'obtenir les coordonnées des points en repère normé et non plus en repère local.

Les données recueillies sont récupérées du pointeur sur ordinateur. Les données Excel sont ensuite importées sous un Système d'Information Géographique (SIG) au format shapefile. Chaque type de point relevé (herbier en tache, faisceau isolé, piquet, balise existante, *Pinna nobilis*, …) fait l'objet d'une couche shapefile spécifique. Le contour des herbiers en tache ou des limites d'herbiers est réalisé en joignant les points de proche en proche. Le logiciel

de SIG permet ensuite de calculer des surfaces et donc de suivre l'évolution de l'herbier en position et en surface.

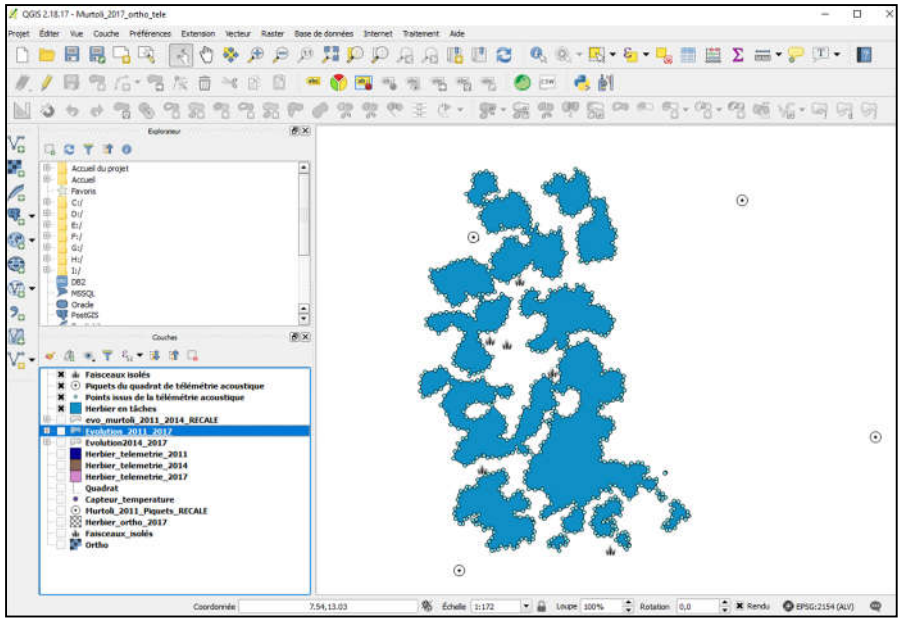


Figure 9: Exploitation des données de télémétrie acoustique sous le logiciel QGIS : délimitation de l'herbier cartographié en bleu et visualisation des piquets du quadrat en blanc.

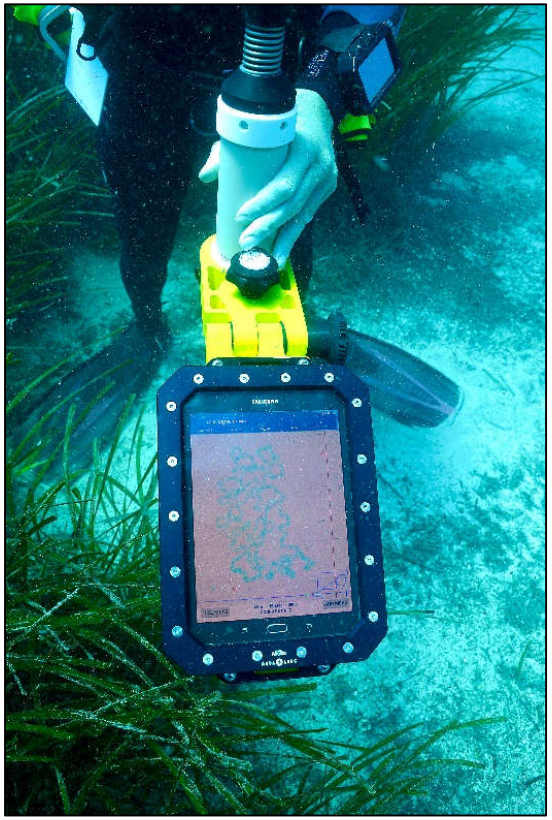


Figure 10: Plongeur cartographiant la limite inférieure de la posidonie à l'aide du pointeur de l'aquamètre.

III.D. Indice BiPo2 (profondeur intermédiaire et adapté à la limite inférieure)

Un autre indicateur (outre le PREI et l'EBQI – profondeur intermédiaire, cf paragraphes suivants) pour estimer la qualité des masses d'eau (à partir de mesures sur posidonies à – 15 mètres) est le **BiPo2 (Biotic Index using *Posidonia Oceanica)*** (Lopez y Royo et al., 2010).

L'EQR (Ecological Quality Ratio) est calculé en faisant la moyenne de quatre EQR' (un EQR' par paramètre mesuré). Il permet de déterminer le statut écologique de chaque site d'après la classification de la DCE.

Tableau 2 : Paramètres et valeurs de référence utilisées pour l'indice BiPo2. Densités et longueurs de feuilles sont mesurées à – 15 m. D'après Lopez Y Royo et al. 2010.

Class		RC	High	Good	Moderate	Poor	Bad[3]
Lower Limit Depth	Values (m)	38	> 31	31 – 25	25 – 19	< 19	n/a
	EQR'	1	((X – 31)/7) *0.225)+0.775	((X – 25)/6) *0.225)+0.55	((X – 19)/6) *0.225)+0.325	((X /19) *0.225)+0.1	0.05
Lower Limit Type	Values	n/a	progressive & erosive limits	sharp limits	sparse limits	Regressive limits	n/a
	Supporting parameters[1]		>70%cover or >70%plagio	<70% cover & <70% plagio	<15% cover, %plagio n/a	recent dead matte	n/a
	EQR'	1	0.89	0.66	0.44	0.21	0.05
Shoot Density	Values (shoots.m^2)	599	> 339	339 – 239	239 – 172	< 172	n/a
	EQR'	1	((X- 339)/260) *0.225)+0.775	((X-239)/100) *0.225)+0.55	((X- 172)/67) *0.225)+0.325	((X /172) *0.225)+0.1	0.05
Shoot length[2]	Values	955	>812	812 – 651	651 – 481	<481	n/a
	EQR'	1	((X- 812)/143) *0.225)+0.775	((X- 651)/161) *0.225)+0.55	((X- 481)/170) *0.225)+0.325	((X /170) *0.225)+0.1	0.05

(RC: reference conditions)
((1) % cover and % plagiotropic rhizomes (plagio) are used to support characterisation of lower limit types)
((2) in cases of sampling constraints or historical data, boundary values determined for the late summer can be adapted to early summer or spring, by normalising them against shoot length reference conditions. Reference conditions for shoot length are 890mm for spring (April-May), 996mm for early summer (June), and 1102mm for full summer (July)).
((3) Bad Status corresponds to a recorded recent die-off of the meadow (< 5 years)).

III.D.1. Profondeur intermédiaire

Le BiPo2 prend en compte :

- La **profondeur de limite inférieure** (en mètres) : une dizaine de mesures espacées de 1 à 5 mètres ;
- Le **type de limite inférieure** ;
- La **densité de faisceaux** (nombre de faisceaux/m²) à – 15 mètres : Au moins dix mesures espacées de 1 à 5 mètres dans un quadrat de 35 cm de côté minimum.
- **La longueur des feuilles** (en centimètres) à – 15 mètres : 20 mesures espacées de 1 à 5 m mètres.

Tableau 3 : Type de limite inférieure redéfinie et EQR associé pour le calcul du BIPO.

Type de limite	Description	EQR
Progressive (P)	Présence de rhizomes plagiotropes en avant de la limite	1,00
Franche - fort recouvrement (F+)	Limite franche avec un recouvrement > 25%	0,89
Franche - faible recouvrement (F-)	Limite franche avec un recouvrement < 25%	0,66
Clairsemée (C)	Recouvrement < 15% et densité < 100 faisceaux.m^{-2}	0,44
Régressive (R)	Présence de mattes mortes en avant de la limite	0,21

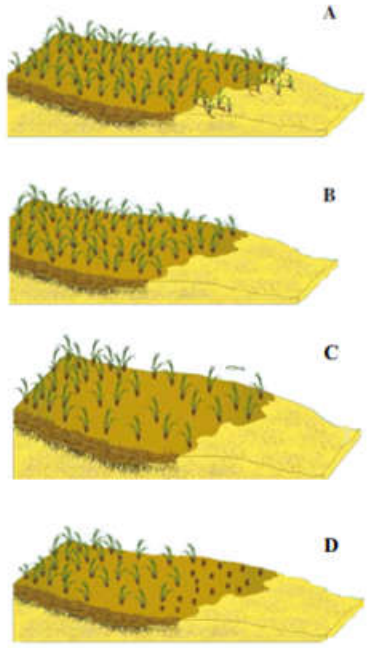
III.D.2. Limite inférieure

Pour les sites TEMPO situés en limite inférieure nous comparons nos données pour les profondeurs et les types de limite inférieure aux valeurs de référence du BiPo2 en calculant les EQR' correspondant. Même si le paramètre « densité de faisceaux » n'est alors pas mesuré à -15 mètres mais toujours en limite inférieure nous calculons un EQR' pour ce paramètre.

III.E. Indice PREI (profondeur intermédiaire)

III.E.1. Type et profondeur de la limite inférieure

La limite d'extension la plus profonde (limite inférieure) de l'herbier est relevée par les plongeurs à l'aide d'un profondimètre électronique. Le type de limite est répertorié selon la classification classique de Meinesz et Laurent (1978).



D'après Meinesz et Laurent (1978), une **limite progressive** est caractérisée par la présence de rhizomes plagiotropes disposés parallèlement dans le sens de la pente sans édification de matte (bon état de santé de l'herbier).

La **limite franche** est brusque, nette sans matte morte en aval de la limite (stabilité de l'écosystème).

La **limite clairsemée** est constituée par un semi herbier, dont la densité est inférieure à 100 faisc./m² et le recouvrement inférieure à 15%. Elle traduit en général un herbier en phase de démantèlement

La **limite régressive** présente une étendue de matte morte recouverte ou non par le sédiment en aval de la limite proprement dite. Quelques faisceaux de feuilles subsistent en aval de la limite actuelle (perturbation et régression de l'herbier).

Figure 11: Illustration des différentes typologies de limite inférieure d'herbier d'après Meinesz et Laurent (1978) (Limite progressive = A, franche = B, clairsemée = C et régressive = D).

III.E.2. Densité des faisceaux de posidonie

La densité varie en fonction de la profondeur et des conditions du milieu (lumière, type de substrat où l'herbier est implanté). Du fait de l'intensité lumineuse élevée près de la surface, un herbier présente des valeurs de densité très élevées dans des secteurs superficiels, alors qu'elles sont beaucoup plus faibles en profondeur (limite inférieure) ou dans des zones présentant une turbidité élevée (Rico-Raimondino and Pergent, 1995).

Une grille de lecture simplifiée intégrant la profondeur a été proposée (Pergent-Martini and Pergent, 2010) et classe l'herbier en quatre catégories, selon les valeurs de densité mesurées en fonction de la profondeur : excellent état, bon état, état normal, état médiocre et mauvais état (tableau suivant). Nous complétons également avec une autre grille d'interprétation (G. Pergent et al., 1995).

Dans le cadre du réseau TEMPO, la densité des faisceaux (nombre de faisceaux de feuilles vivantes par m²) est calculée dans **30 quadrats de 20 x 20 cm en limite inférieure** (Pergent-Martini et Pergent 1996, Charbonnel *et al.* 2000a, b). La densité de faisceaux est calculée dans **20 quadrats de 40 x 40 cm à la profondeur intermédiaire.** Ces quadrats sont jetés au hasard d'une hauteur de 1,5 m sans éviter les taches de sable.

Figure 12: Quadrat de comptage (40 x 40 cm) et plongeur en cours de comptage pour l'estimation de la densité de faisceaux de posidonie à -15 mètres.

Tableau 4 : Classification de l'état de l'herbier selon les densités (/ m²) de faisceaux observées et le niveau de profondeur (m) (Pergent-Martini and 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 5 : Classification de l'herbier en fonction de la profondeur (Prof. En mètres). DA = densité anormale, DSI = Densité sub-normale inférieure, DN = Densité normale et DSS = Densité sub-normale upérieure (d'après Pergent-Martini, 1994 et Pergent et al., 1995)

Prof	DA	DSI	DN	DSS	Prof	DA	DSI	DN	DSS
1	← 822	↔	934 ↔ 1158	→	21	← 48	↔	160 ↔ 384	→
2	← 646	↔	758 ↔ 982	→	22	← 37	↔	149 ↔ 373	→
3	← 543	↔	655 ↔ 879	→	23	← 25	↔	137 ↔ 361	→
4	← 470	↔	582 ↔ 806	→	24	← 14	↔	126 ↔ 350	→
5	← 413	↔	525 ↔ 749	→	25	← 4	↔	116 ↔ 340	→
6	← 367	↔	479 ↔ 703	→	26		↔	106 ↔ 330	→
7	← 327	↔	439 ↔ 663	→	27		↔	96 ↔ 320	→
8	← 294	↔	406 ↔ 630	→	28		↔	87 ↔ 311	→
9	← 264	↔	376 ↔ 600	→	29		↔	78 ↔ 302	→
10	← 237	↔	349 ↔ 573	→	30		↔	70 ↔ 294	→
11	← 213	↔	325 ↔ 549	→	31		↔	61 ↔ 285	→
12	← 191	↔	303 ↔ 527	→	32		↔	53 ↔ 277	→
13	← 170	↔	282 ↔ 506	→	33		↔	46 ↔ 270	→
14	← 151	↔	263 ↔ 487	→	34		↔	38 ↔ 262	→
15	← 134	↔	246 ↔ 470	→	35		↔	31 ↔ 255	→
16	← 117	↔	229 ↔ 453	→	36		↔	23 ↔ 247	→
17	← 102	↔	214 ↔ 438	→	37		↔	16 ↔ 240	→
18	← 88	↔	200 ↔ 424	→	38		↔	10 ↔ 234	→
19	← 74	↔	186 ↔ 410	→	39		↔	3 ↔ 227	→
20	← 61	↔	173 ↔ 397	→	40		↔	↔ 221	→

III.E.3. Surface foliaire

La surface foliaire (SF) est calculée sur 20 faisceaux orthotropes de posidonies prélevés à la profondeur intermédiaire.

Au laboratoire, les faisceaux sont détachés des rhizomes pour chacun des 20 faisceaux. Les feuilles sont dénombrées et classées en fonction de leur âge pour chaque faisceau :

- Feuille adulte dont la longueur est supérieure à 5 cm et qui présente une ligule (marque blanche en forme de demi-lune visible entre le limbe et la gaine) ;
- Feuille intermédiaire dont la longueur est supérieure à 5 cm ;
- Feuille juvénile dont la longueur est inférieure à 5 cm.

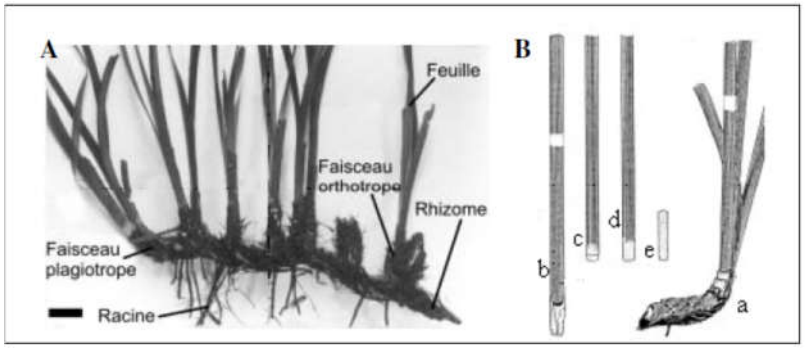


Figure 13: Illustration (A) de rhizome et faisceaux de posidonie d'après Boudouresque et Meinesz (1982) et (B) de différents types de feuilles : (a) faisceau entier, (b) et (c) feuilles adultes, (d) feuille intermédiaire et (e) feuille juvénile d'après Boudouresque (original).

Pour chacune d'elle on mesure ensuite au mm près la longueur totale (gaine incluse pour feuille adulte) et la largeur (mesurée à mi longueur). Sur la base de ces données biométriques, la surface foliaire de chaque faisceau, exprimée en cm^2.faisceau, est calculée à l'aide de la formule suivante (Pergent- Martini *et al.*, 1994) :

SF= (somme des longueurs des feuilles intermédiaires × moyenne des largeurs des feuilles intermédiaires) + (somme des longueurs des feuilles × moyenne des largeurs des feuilles adultes)

III.E.4. Charge épiphytaire

La charge épiphytaire des feuilles est calculée sur les 20 faisceaux orthotropes de posidonies prélevés à la profondeur intermédiaire (Dauby and Poulicek, 1995) puis analysés en laboratoire.

Après les mesures de biométrie pour la surface foliaire, chaque feuille est grattée sur les deux faces avec une lame de rasoir afin de retirer l'ensemble des épiphytes. Les feuilles et les épiphytes d'un même faisceau sont mis à sécher séparément à 70°C pendant 48h puis pesés au milligramme près.

Le ratio épiphytes/feuilles par faisceau est calculé de la manière suivante :

E/L= poids sec des épiphytes d'un faisceau / poids sec des feuilles du même faisceau

III.E.5. Qualité écologique

Le premier indicateur pour estimer la qualité des masses d'eau (à partir de mesures sur posidonies à – 15 mètres) est le **PREI (*Posidonia oceanica* Rapid Easy Index**) (Gobert et al., 2009a), reconnu comme index de référence dans l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement paru au journal officiel du 24 février 2010. Le protocole PREI sur les sites à -15 mètres permet de calculer un indice de qualité écologique EQR (Ecological Quality Ratio) basé sur les cinq paramètres définis dans la partie méthodologie ; il se calcule de la manière suivante : **EQR = (EQR'+0.11) / (1+0.1)**

Avec EQR'= (N densité + N surface foliaire + N (E/L) + N limite inférieure) / 3.5

- N densité = valeur mesurée – valeur de la classe rouge / valeur de référence – valeur de la classe rouge ;
- N surface foliaire= valeur mesurée – valeur de la classe rouge / valeur de référence – valeur de la classe rouge ;
- N (E/L) = [1 – (E/L)] * 0,5
- N limite inférieure = (valeur mesurée –valeur de la classe rouge) / (valeur de référence – valeur de la classe rouge) ;

A cette valeur mesurée sous l'eau on ajoute 3 si la limite est progressive, on soustrait 3 si la limite est régressive, on garde la valeur de profondeur mesurée sous l'eau si la limite est stable.

Tableau 6 : Valeurs de référence des paramètres pour chaque région (Gobert et al., 2009a) et Valeurs de la classe rouge des paramètres pour chaque région (Gobert, 2013).

Région	Valeurs limites	Profondeur	Densité	Surface foliaire
PACA	Référence	34	675	465
	Classe Rouge	12	0	0
CORSE	Référence	41	483	546
	Classe Rouge	17	0	0

III.F. Indice EBQI (profondeur intermédiaire)

L'EBQI permet d'évaluer de façon globale la qualité, la 'naturalité' de l'herbier de posidonie et de son écosystème. Il se base sur un modèle de fonctionnement de l'écosystème qui prend en compte ses différents compartiments ou boîtes (= « box ») : posidonie, algues, herbivores, matière organique, petite faune, petits et grands prédateurs, oiseaux marins, et les interactions entre ces compartiments (Personnic et al., 2014b).

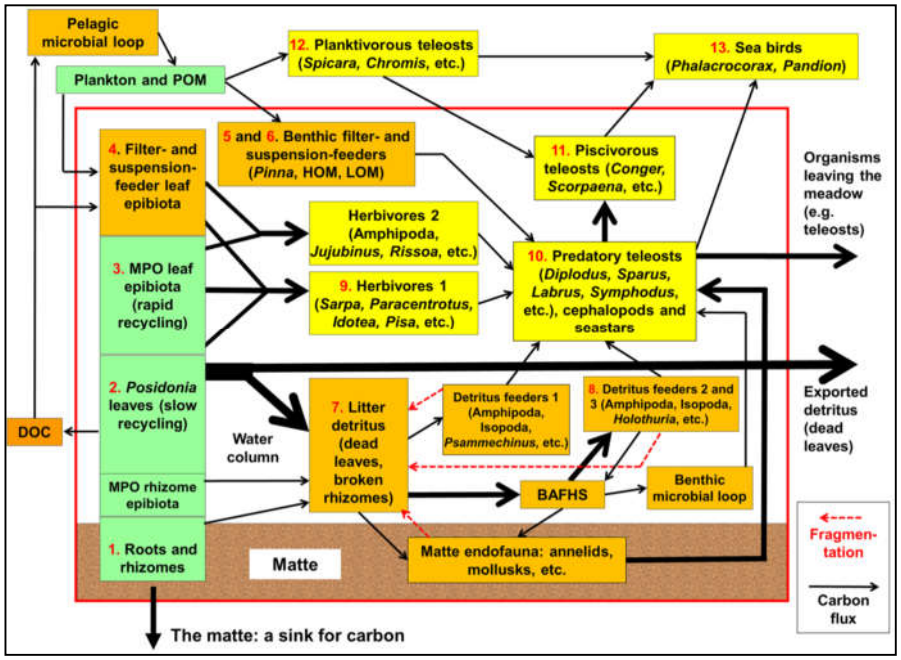


Figure 14 : Modèle de fonctionnement de l'écosystème de l'herbier de Posidonia oceanica *(Personnic et al., 2014b). Les producteurs primaires sont en vert. Les épibiontes benthiques suspensivores et filtreurs, les filtreurs benthiques, la litière détritique, les détritivores, la boucle microbienne benthique sont en orange. Les prédateurs (planctivores téléostéens, oiseaux, piscivores téléostéens, et prédacteurs téléostéens) sont en jaune. La largeur des flèches représente approximativement l'importance du flux de carbone. L'écosystème propre à* Posidonia oceanica *est inclus dans le rectangle rouge. MPO = organismes multicellulaires photosynthétiques, POM = matière organique particulaire de C.F. Boudouresque (non publié).*

Cette approche nouvelle – évaluer le fonctionnement de l'ensemble d'un écosystème, au lieu de se baser sur une ou quelques espèces – semble interessante mais sa mise en œuvre apparait jusqu'ici complexe.

L'indice EBQI est basé sur 13 compartiments fonctionnels (box) pour lesquels différents paramètres sont mesurés. Cette mesure permet d'attribuer un statut à chaque boîte, statut noté entre 0 (mauvais) et 4 (très bon), puis de calculer l'EBQI.

L'EBQI se calcule de la manière suivante

$$EBQI = \left[\sum_{i=1}^{13}(W_i \times S_i) / \sum_{i=1}^{13}(W_i \times S_{\max})\right] \times 10$$

Avec :

« Si » = statut de la boîte « i » (valeur comprise entre 0 et 4) ;

« Smax » = 4 ;

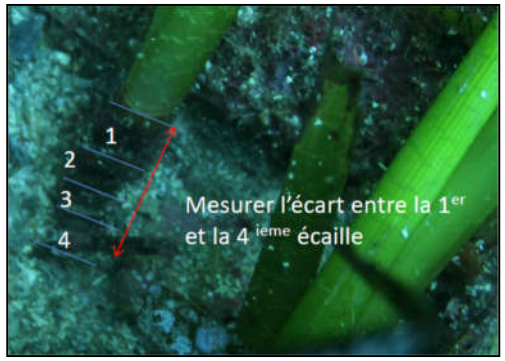
« Wi » = pondération de la boîte « i » (valeur entre 1 et 5) selon l'importance du paramètre (défini par les auteurs).

L'EBQI est noté entre 0 et 10 (10 représentant la meilleure note). La note de l'EBQI est accompagnée par un indice de confiance (IC) qui est proposé pour chaque boîte. Il est formé par 5 classes dont la note dépend de la qualité des données de terrain disponibles (anciennes / récentes, suivent / ne suivent pas les méthodes recommandées dans la publication, avis d'expert récent / ancien, etc.).

Nous décrivons ci-dessous la méthodologie pour relever les paramètres de chaque box.

III.F.1. Box 1 : Faisceaux et rhizomes de posidonie

Les rhizomes de posidonie sont caractérisés par une croissance horizontale (rhizomes plagiotropes) et/ou verticale (rhizomes orthotropes). La croissance verticale est à l'origine de l'édification des mattes qui permettent la séquestration de carbone (Boudouresque et al., 2012).



Un taux de croissance des rhizomes élevé, pouvant atteindre 7 cm par an, témoigne d'une accélération de croissance en réponse à un afflux trop important de sédiment (Boudouresque et al., 1984; Caye, 1980; Molinier and Picard, 1952). Cette surcharge de sédiment entraîne alors l'enfouissement des feuilles de posidonies, et potentiellement leur mort (Boudouresque et al., 1984). A l'inverse, un faible taux de croissance des rhizomes suggère un déficit de sédiments, laissant les rhizomes non protégés et donc plus vulnérables (Boudouresque et al., 2012). La mesure du taux de croissance des rhizomes constitue donc un indicateur de l'apport sédimentaire que reçoit l'écosystème.

Les données sont relevées sous l'eau à l'aide d'une règle graduée en inox. L'écart entre les écailles 1 et 4 (correspondant aux 8 dernières bases de feuilles mortes) est mesuré 2 fois (de part et d'autre) sur 30 faisceaux (Figure ci-contre. Source : Personnic, 2014 (comm. Pers.)).

La moyenne des mesures obtenues et calculée et multipliée par 1,5 pour tenir compte de la faible croissance les deux années suivantes (Personnic et al., 2014a).

III.F.2. Box 2 : Feuilles de posidonie

Mesure de densité de faisceaux (Box 2a) :

La densité de faisceaux varie en fonction de la profondeur et des conditions du milieu (lumière, type de substrat où l'herbier est implanté). Du fait de l'intensité lumineuse élevée près de la surface, un herbier présente des valeurs de densité très élevées dans des secteurs superficiels, alors qu'elles sont beaucoup plus faibles en profondeur ou dans des zones présentant une turbidité élevée (G. Pergent et al., 1995). La densité de faisceaux est aussi liée à la production primaire des feuilles de posidonie et nous donne une indication sur l'état de l'écosystème (Pergent-Martini et al., 1994).

La densité de faisceaux est estimée sous l'eau, à l'aide de quadrats de 40 x 40 cm (0,16 m²). Le comptage est répété 20 fois de manière aléatoire dans l'herbier (Pergent-Martini et al., 2005). La moyenne des mesures est ensuite établie est ramenée à une densité par mètre carré. Ces mesures sont aussi utilisées pour calculer les indices PREI et BiPo2.

Recouvrement (Box 2b) :

L'herbier de posidonie n'est pas toujours continu est peut comporter des taches de sable, de matte morte ou encore de la roche. Cette discontinuité réduit la superficie de l'herbier et doit donc être prise en compte.

Pour mesurer le taux de recouvrement, 30 photos verticales sont prises sous l'eau, aléatoirement au-dessus de l'herbier, sans repère particulier (Orfanidis et al., 2011). Les photos sont ensuite analysées à l'aide du logiciel Photoshop (Figure ci-contre). Un quadrillage de 100 carreaux est apposé à chaque photo. Le nombre de carrés sans posidonie est compté, ce qui donne une estimation du pourcentage de recouvrement de l'herbier.

La moyenne des indices de densité (Box 2a) et de recouvrement (Box 2b) est calculée pour obtenir l'indice global du compartiment « Feuilles de posidonie » (Box 2).

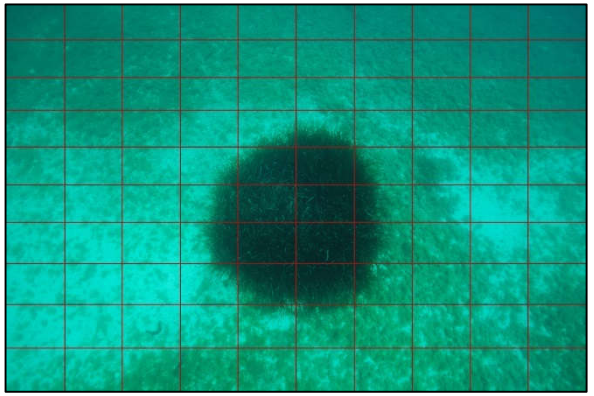


Figure 15 : Exemple de quadrillage apposé sur une photo pour calculer le recouvrement de l'herbier.

III.F.3. Box 3 et 4 : Epibiontes des feuilles

Les feuilles de posidonie, notamment les plus vieilles, sont colonisées par des épibiontes. Il s'agit à la fois d'organismes animaux et végétaux (producteurs primaires) tels que des bryozoaires, crustacés ou diatomées. Ces organismes constituent une des sources d'énergie de l'écosystème. Les épibiontes présents à la surface des feuilles constituent une source d'information sur la qualité de l'eau et plus particulièrement la concentration en nutriments (Mabrouk et al., 2013; Pergent-Martini et al., 2005).

La quantité d'épibiontes augmentant avec l'âge des feuilles (et donc avec une position plus externe de la feuille dans le faisceau), les deux plus vieilles feuilles de 30 faisceaux sont prélevées. Au laboratoire, chaque feuille est grattée sur les deux faces avec une lame de rasoir afin de retirer l'ensemble des épiphytes. La biomasse prélevée est mise à sécher à 70°C pendant 48h puis pesée au milligramme près.

III.F.4. Box 5 : Densité de *Pinna nobilis*

Les grandes nacres *Pinna nobilis* sont des bivalves endémiques de la mer Méditerranée. Ce mollusque filtre l'eau et se nourrit de plancton ou de particules mortes. Il héberge aussi de nombreux autres organismes épibiontes tels que des algues (*Acetabularia acetabulum*), des ascidies (*Halocynthia papillosa*), des huîtres plates (*Ostrea edulis*), et joue un rôle clé dans l'écosystème (Urra et al., 2013). Les grandes nacres sont dénombrées le long de 20 transects de 10 m de long et 1 m de large. Ces données sont ensuite ramenées à un nombre d'individus pour 100 m².

III.F.5. Box 6 : HOM et LOM

Les organismes marins se nourrissant de particules en suspension, autres que les *Pinna nobilis*, sont classés en deux groupes :

- HOM : indicateurs haut niveau en matière organique (S*abella spallanzanii*, *Phallusia mamillata*, *Phallusia fumigata*, Didemnidés).
- LOM : indicateurs faible niveau en matière organique (Bryozoaires, éponges, *Halocynthia papillosa*, *Antedon mediterranea*).

Ces organismes témoins du niveau de matière organique dans le système sont recensés directement sur le terrain. Les individus ou colonies supérieurs à 5 cm sont dénombrés dans 30 quadras de 1 m². La moyenne des indices HOM et LOM est calculée et donne l'indice global de la Box 6.

III.F.6. Box 8 : Holothuries

Les holothuries filtrent le sédiment et se nourrissent des détritus (matière organique) qu'ils y trouvent. Les différentes espèces d'holothuries (comme *H. polii* et *H. tubulosa*) ont été choisies pour représenter de manière plus générale le groupe d'organismes se nourrissant de détritus.

Cet animal, facile à identifier, est recensé dans 30 quadras de 1 m² placés aléatoirement dans l'herbier.

III.F.7. Box 9 : Herbivores

L'oursin *Paracentrotus lividus* et le poisson *Sarpa Salpa* sont deux herbivores importants dans l'herbier. Le premier est un herbivore benthique, pouvant brouter des algues comme des posidonies. Très vorace, il est parfois à l'origine de zones désertiques. Le second, la saupe, est l'herbivore emblématique de la Méditerranée, bien que seuls les adultes se nourrissent de végétaux (algues vertes, rouges ou posidonies).

Ces deux espèces sont considérées dans cette étude comme les représentants des macro-herbivores de l'écosystème.

Oursins (Box 9a) :

Les individus de *Paracentrotus lividus* sont comptés dans 30 quadrats de 1 m². Seuls les individus ayant un test supérieur à 3 cm de diamètre sont pris en compte (car les plus petits individus sont difficilement repérables, cachés dans l'herbier). Ces mesures sont faites à 5 m de profondeur, au droit du site à -15 m.

Saupes (Box 9b) :

L'impact de l'herbivore *Sarpa salpa* est quantifié *via* l'indice de broutage. Cet indice est calculé sur 30 faisceaux, pris aléatoirement dans l'herbier. Sur chaque faisceau, le plongeur estime le pourcentage de feuilles adultes et intermédiaires portant des cicatrices de broutage (Peirano et al., 2001).

La moyenne de l'indice de densité de *Paracentrotus lividus* (ind./m²) et de l'indice de broutage (% de feuilles) permet de calculer l'indice global du compartiment « Herbivores ».

III.F.8. Box 10, 11, 12 : Les Téléostéens et le SRDI

L'écosystème étudié prend aussi en compte les poissons vivants dans l'herbier. Les poissons herbivores (comme *Sarpa salpa*) sont exclus de ce compartiment car leur impact est déjà mesuré dans le compartiment « Herbivores » (Box 9).

Dans l'herbier évoluent des poissons aux régimes alimentaires et modes de vie différents. On distingue les **Téléostéens planctonivores** (Box 12), comme *Chromis chromis* ou *Spicara maena*, qui se nourrissent le jour en pleine eau et dorment la nuit dans l'herbier.

Ces poissons sont eux-mêmes la cible de **Téléostéens piscivores** (Box 11) présents dans l'herbier comme *Scorpaena scrofa* ou encore *Conger conger*. Ces poissons sont le plus souvent actifs de nuit.

La majorité des poissons rencontrés dans l'herbier a un régime alimentaire carnivore. Ils appartiennent au groupe des **Téléostéens prédateurs** (Box 10) et se nourrissent de mollusques, vers et invertébrés. C'est le cas par exemple de *Diplodus annularis*, *Coris julis*, de différentes espèces du genre *Symphodus*. On trouve dans ce compartiment des céphalopodes et des étoiles de mer comme *Echinaster sepositus*.

Ces différentes catégories de poissons sont à l'origine d'un déplacement du carbone organique des producteurs primaires vers des niveaux plus élevés dans la chaîne alimentaire.

Les comptages sont effectués de jour (photos ci-contre), entre 8h30 et 17h30. Le plongeur est muni d'une tablette référençant les différentes espèces. Il avance le long d'un transect de 50 m (défini à l'aide d'un décamètre déroulant) d'environ 5 m de large. Chaque poisson rencontré est identifié et calibré à l'aide d'une échelle simple : petit, moyen ou gros. 10 transects sont effectués sur chaque site, en essayant de couvrir la plus grande surface d'herbier possible.

Les poissons observés sont ensuite classés en trois catégories : carnivores, piscivores et planctonivores. La taille maximale de l'espèce est ensuite utilisée pour définir la taille de chaque classe : Gros = T_{max} ; Moyen = 2/3 T_{max} ; Petit = 1/3 T_{max}.

Le poids de chaque classe est déduit de la relation taille-poids : $W = a \times L^b$ (avec W le poids, L la taille, a et b des coefficients propres à chaque espèce). Les coefficients pour chaque espèce ont été fournis par Personnic (2015 ; comm. Pers.).

Le poids et l'abondance de chaque espèce donne alors une masse (en poids humide) pour chaque catégorie (Téléostéens carnivores, piscivores et planctonivores). Ces données sont ensuite converties en masse de poisson sur 100 m².

III.F.9. Box 9 à 12 : SRDI

Le *Specific Relative Diversity Index* (SRDI) est obtenu en calculant le nombre moyen d'espèces rencontrées par transect pour chaque site.

REMARQUE

Les compartiments « Litière » (Box 7), « Oiseaux marins » (Box 13) et Poissons (box 9 à 12) n'ont pas été mesurés.

III.G. Interprétation des EQR

L'interprétation des valeurs des EQR issues des **indices PREI ou BiPo2** est réalisée d'après la grille de diagnostic suivante.

Tableau 7 : Grille de diagnostic pour l'herbier à P. oceanica en fonction des valeurs de l'EQR (Ecological Quality Ratio) issues des indices PREI ou BiPo.

	Mauvais	Médiocre	Moyen	Bon	Très bon
EQR Posidonie	0 - 0,100<	0,100 - 0,324	0,325 - 0,549	> 0,550 - 0,774	0,775 - 1

L'interprétation des valeurs de **l'EBQI** est réalisée d'après la grille de diagnostic suivante.

Tableau 8 : Grille de diagnostic pour l'herbier à P. oceanica en fonction des valeurs de l'EBQI.

	Mauvais	Médiocre	Moyen	Bon	Très bon
EBQI	0 - 3,5<	3,5 - 4,5 <	4,5 -6 <	6 - 7,5 <	7,5

Un premier tableau regroupe pour chaque site TEMPO localisé **en limite inférieure (et pour chaque année suivie) :** l'EQR du site, l'EQR' Profondeur, l'EQR' Densité, l'EQR' Type de limite ainsi que les valeurs brutes de profondeur, de densité, de déchaussement et le type de limite.

Tableau 9: Tableau de synthèse disponible pour chaque site en limite inférieure.

REGION	Région
CODE_ME	Masse d'eau côtière
SITE	Nom du site
LONG_DMS	Longitude
LAT_DMS	Latitude
ANNEE	Année
Valeur_EQR_LI	EQR Site en limite inférieure
TYPE_LIM_LI	Type de limite inférieure *(**1**-Régressive ; **2**-Clairsemée ; **3**-Franche à faible recouvrement ; **4**-Franche à fort recouvrement & **5**-Progressive)*
EQR'_TYP_LIM	EQR' Type de limite inférieure
PROF_LI	Profondeur de la limite inférieure (m)
EQR'_PROF	EQR' Profondeur de la limite inférieure
DENSITE_LI	Densité de faisceaux en limite inférieure (faisceaux/m2)
EQR'_DENSITE	EQR' Densité de faisceaux en limite inférieure
DECH_LI	Déchaussement de l'herbier en limite inférieure (cm)
Contact	Contact pour accéder à la donnée
Auteur	Auteur de la donnée

*Un deuxième tableau regroupe pour chaque site TEMPO **(et pour chaque année suivie) :** les données à la **profondeur intermédiaire (PI)** ainsi que les données **en limite inférieure (LI)** :*

Tableau 10: Tableau de synthèse disponible pour chaque site à la profondeur intermédiaire.

REGION	Région
CODE_ME	Masse d'eau côtière
SITE	Nom du site
LONG_DMS	Longitude
LAT_DMS	Latitude
ANNEE	Année
Valeur_EQR_LI	Valeur de l'EQR en limite inférieure
Valeur_BiPo2_PI	Valeur du BiPo2 (PI)
Valeur_PREI_PI	Valeur du PREI (PI)
Valeur_EBQI_PI	Veleur de l'EBQI (PI)
IC_EBQI	Indice de confiance de l'indicateur EBQI
PROF_PI	Profondeur intermédiaire du site (m)
PROF_LI	Profondeur de la limite inférieure (m)
DENSITE_PI	Densité de faisceaux à la PI (faisceaux/m2)
DENSITE_LI	Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m2)
TYPE_LIM_LI	Type de limite inférieure
DECH_LI	Déchaussement de l'herbier en LI (cm)
LONG_FEUILLES_PI	Longueur des feuilles à la PI (mm)
SURFACE_FO_PI	Surface foliaire à la PI (cm²/faisceaux)
CHARGE_EPI	Charge épiphytaire à la PI
BOX_2b	Recouvrement à la PI (%)
BOX_3_4	Epibiontes à la PI (g_MS/f)
BOX_5	Pinna nobilis à la PI (ind/100m2)
BOX_6a	HOM à la PI (ind/m2)
BOX_6b	LOM à la PI (ind/m2)
BOX_8	Holothuries à la PI (ind/10m2)
BOX_9a	Oursins à la PI (ind/m2)
BOX_9b	Broutage à la PI (%_feuilles)
BOX_10	Téléostéens predateurs à la PI (kg WM/100m2)
BOX_11	Téléostéens piscivores à la PI (kg WM/100m2)
BOX_12	Téléostéens planctonivores à la PI (kg WM/100m2)
BOX_9_12	SRDI à la PI
BOX_13	Oiseauxà la PI
Contact	Contact pour accéder à la donnée
Auteur	Auteur de la donnée

Chacun de ces paramètres est associé à un curseur imagé replaçant la valeur observée dans le contexte national (valeurs minimale, maximale et moyenne observées en Méditerranée sur tous les sites TEMPO échantillonnés entre 2008 et 2019.

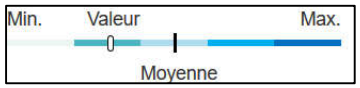


Figure 16 : Légende du curseur imagé associé à chaque paramètre détaillé. Comparaison aux valeurs minimale, moyenne et maximale calculées sur l'ensemble des stations d'une région. Chaque couleur correspond à un cinquième de l'étendue des valeurs observées pour le paramètre concerné.

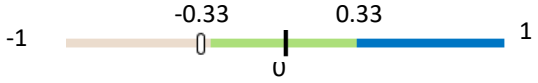
Remarque : Les valeurs minimales et moyenne du PREI et des compartiments Oiseaux et Poissons de l'EBQI ne sont pas à prendre en compte pour la comparaison (si pas évalué avec valeur = 0). En effet, ces données n'ont pas été sur tous les sites.

III.H. Indice d'évolution de l'herbier

Pour chaque site en limite inférieure une carte de l'évolution globale de l'herbier sur la période de trois ans a été réalisée à partir des levés en télémétrie acoustique. Un indice d'évolution (IE) de l'herbier a été calculé à partir de ces données pour chaque site de la manière suivante :

IE = (Surface de discordance positive – Surface de discordance négative) / (Surface de discordance positive + Surface de discordance négative)

Cet indice varie entre -1 (discordance négative) et 1 (discordance positive). Un curseur imagé associé à cet indice permet d'appréhender la dynamique évolutive de l'herbier sur le site.



Un tableau regroupe pour chaque site TEMPO localisé **en limite inférieure** l'indice d'évolution, le pourcentage de discordance positive, de discordance négative et de concordance entre les différentes périodes d'évolution.

Tableau 11 : Tableau de synthèse disponible pour chaque site en limite inférieure intégrant les données d'évolution au cours des suivis.

REGION	Région
CODE_ME	Masse d'eau côtière
SITE	Nom du site
LONG_DMS	Longitude
LAT_DMS	Latitude
Evolution	Période d'évolution
Pc_CP	% Discordance positive
Pc_CN	% Discordance négative
Pc_Stab	% Concordance
Ind_Evol	Indice d'évolution de l'herbier
Contact	Contact pour accéder à la donnée
Auteur	Auteur de la donnée

III.I. Relevés des perturbations observées sur les sites de terrain

Le choix des paramètres de perturbations relevés suit les préconisations du document de mise en cohérence des méthodes de suivis des herbiers de posidonies des sites Natura 2000 d'Occitanie (Blouet *et al.* 2011) et le guide méthodologique d'évaluation de l'état de conservation des habitats naturels marins Natura 2000 (Lepareur, 2011). Ces informations sont obtenues sur la base d'analyse bibliographique, de photographies aériennes et des observations sur le terrain.

Les perturbations physiques

- **Artificialisation du milieu**. La présence ou absence de structures artificialisées (endiguements, enrochements, bétonnages, épis, canalisations, passages de câbles, installations portuaires, etc.) est notée sur la base d'analyses bibliographiques, de photographies aériennes et d'observations sur le terrain.

- **Action anthropique sur les mattes.** Observation et recensement des blocs de matte arrachés, des traces et sillons dus à l'action des chaluts et des ancres, des trous, etc. Il s'agit de déterminer leur nombre sur le site et le pourcentage de surface détruite.

Les perturbations biologiques

La présence des **caulerpes envahissantes** (*Caulerpa taxifolia, Caulerpa cylindracea*) et des **rhodobiontes** est notée et la superficie couverte par ces espèces est estimée.

Les pollutions et nuisances

Les diverses sources de pollution observées (sur photographies aériennes et *in situ* par les plongeurs) à proximité des sites sont notées :

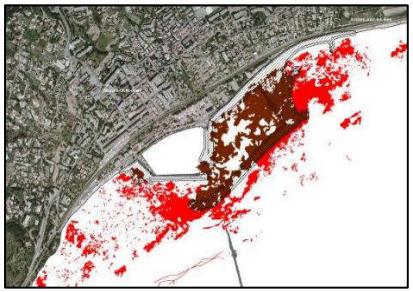
- Sources potentielles de nuisance proches : Les cours d'eau et leur exutoire, émissaires d'ouvrages épuratoires, ports, enrochements, rejets de dragages, etc. sont identifiés.

- Epaisseur, couleur, odeur de la **couche oxydée pour les sédiments vaseux.**

- Macrodéchets, filets et autres engins de pêche, mouillages perdus, corps morts sont évalués en volume et pour leur dangerosité.

- Traces d'hydrocarbures le cas échéant

Régressions (en rouge) de l'herbier (en vert) au niveau du port Camille Rayon depuis



Régressions de l'herbier liées directement à l'aménagement sur l'herbier du port Camille Rayon en 1989 (en marron).

Figure 17 : Perturbation sur un herbier de posidonie - Exemple de l'agrandissement du port de Golfe Juan (région PACA) à l'origine d'une régression de l'herbier de posidonie (Source : étude comparative de photographies aériennes de 1924 et 2011 (Andromède, 2011)).

III.J. Application de la photogrammétrie à la surveillance sous-marine

La photogrammétrie, anciennement définie comme la « science ou art d'obtenir des mesures fiables par des moyens photographiques » (American Society of Photogrammetry, 1965), permet aujourd'hui de reconstituer un objet en trois dimensions (3D) à partir de photographies deux dimensions (2D) prises sous différents angles (Fonstad et al., 2013; Remondino and El-Hakim, 2006; Rodrigues et al., 2004). L'évolution récente de cette technique, appelée « structure-from-motion » (Westoby et al., 2012), permet de s'affranchir de l'information de position et d'orientation des prises de vue. L'utilisateur n'a alors « plus qu'à » photographier l'objet sous tous ses angles et charger les photographies dans un logiciel dédié, ce qui simplifie l'acquisition dans un contexte sous-marin où les conditions rendent déjà compliquées de simples prises de vue (Bowens, 2009).

La reproduction fine en 3 dimensions (3D) de paysages sous-marins est ainsi possible. Le développement de la photogrammétrie appliquée au suivi d'écosystèmes benthiques permettra d'améliorer la qualité et la quantité de données collectées in situ, et d'ouvrir la voie au développement de nouveaux indicateurs écologiques. La collaboration entre Andromède Océanologie et l'Université de Montpellier (UMR MARBEC) a été récemment renforcée par la création d'un laboratoire commun (« LabCom » ; https://labcomintosea.edu.umontpellier.fr/), qui a pour principal objectif le développement de méthodes d'identification et de caractérisation automatisée et à très fine échelle par photogrammétrie 3D des biocénoses benthiques. Par ailleurs, une thèse CIFRE a débuté en juillet 2017 avec pour objectif de développer la méthode d'acquisition et la production d'indicateurs écologiques innovants, avec une valorisation des résultats par la publication d'articles scientifiques dans des revues internationales.

Bien que cette méthode ait connu un important développement récent pour des études terrestres, cette approche est encore peu répandue pour l'étude du milieu marin (Lavy et al., 2015). Les premières études de ce type ont utilisé la photogrammétrie pour la mesure de paramètres tels que la taille, la surface, le volume ou la croissance d'espèces benthiques, notamment de coraux (Bythell et al., 2001 ; Chong and Stratford, 2002; Courtney et al., 2007; Holmes, 2008; Holmes et al., 2008; Naumann et al., 2009; Veal et al., 2010).

Un projet de développement d'un protocole précis, optimisé et répétable d'acquisition photographique selon les différentes configurations possibles, et définition et développement d'indicateurs écologiques sur la base des modèles 3D reconstruits, est en cours.

Les acquisitions photographiques pour le développement du projet ont eu lieu tous les ans lors des campagnes de terrain des réseaux TEMPO / RECOR et ce depuis 2016 en PACA. Nous présentons dans ce rapport les données de photogrammétrie disponibles, acquises en 2019 sur les sites TEMPO afin d'illustrer ces derniers. Le suivi par photogrammétrie ne fait pas parti du marché de surveillance correspondant à ce présent rapport, les données sont néanmoins fournies ici à titre d'illustration des sites suivis.

IV. Résultats

En 2019, la campagne TEMPO a été menée à l'Est de la région Provence-Alpes-Côte-D'azur (**PACA)** entre Cap Carqueiranne (Toulon) et Pointe Veille Est (Roquebrune-Cap-Martin) **sur 20 sites à la profondeur intermédiaire de -15m et 19 sites en limite inférieure.**

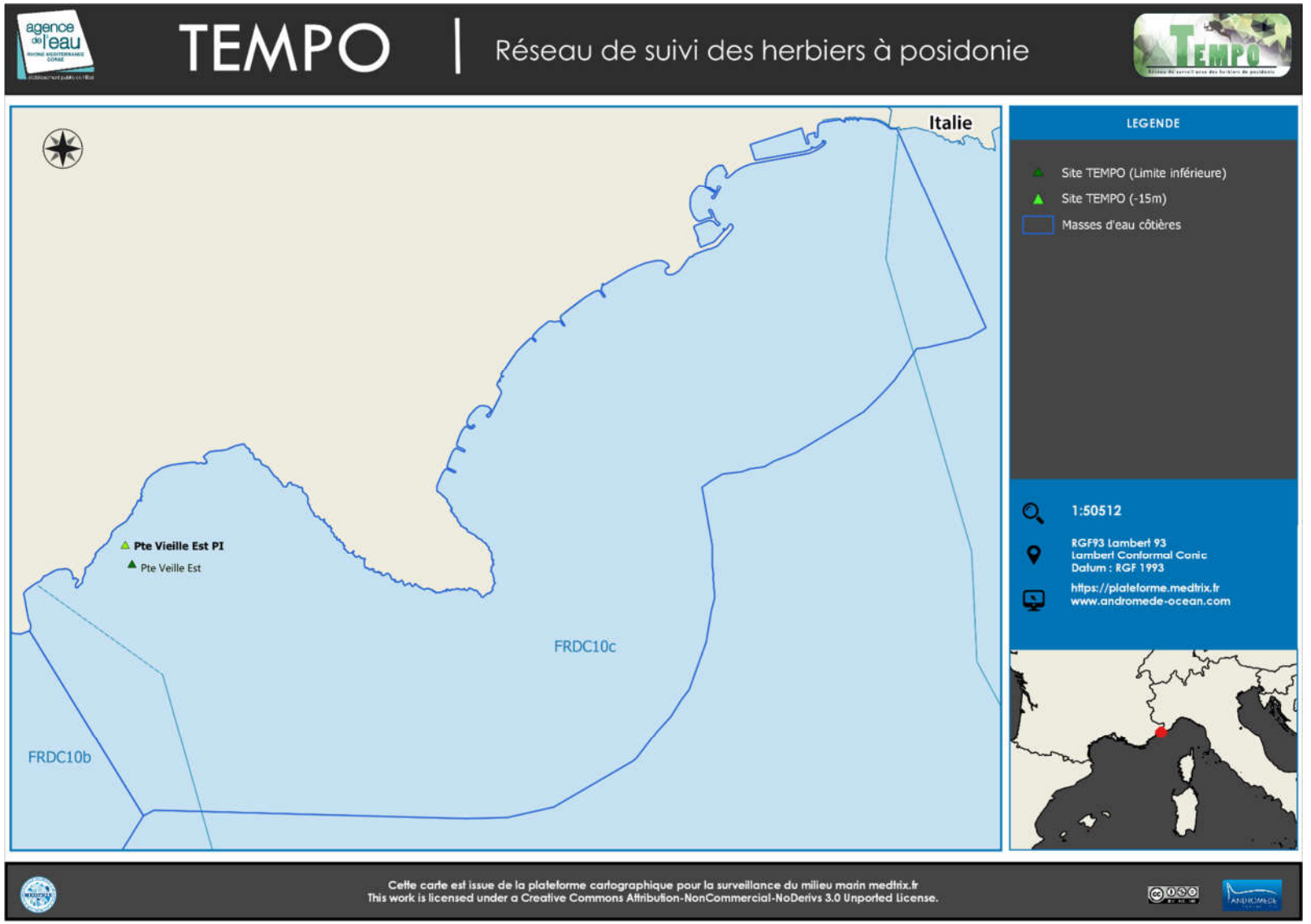
Ce présent rapport détaille une fiche par masse d'eau comprenant la description (1) du (des) site(s) TEMPO échantillonné(s) à la profondeur intermédiaire de – 15 mètres en 2016, 2019 puis (2) du (des) site(s) TEMPO échantillonné(s) en limite inférieure en 2013, 2016 et actualisés par les données 2019.

RESULTATS

Ce document présente les résultats de la campagne de terrain menée en 2019 et intègre les données de 2013 et 2016 pour les comparaisons entre sites en limite inférieure. Pour les stations à la profondeur intermédiaire sur lesquelles le PREI a été calculé (six stations) les données de 2016 sont présentées.

IV.A. Masse d'eau FRDC10c

La masse d'eau FRDC10c comprend le site TEMPO Pointe Veille Est échantillonné en 2013, 2016 et 2019.



IV.A.1.a. Pointe Veille Est (masse d'eau FRDC10c) – Limite inférieure

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	19				
Visibilité (m)	10				
Nature du fond	☐ Sable grossier	☑ Sable fin	☐ Matte morte	☐ Substrat rocheux	☐ Autres : ...
Remarques :	Sable fin envasé				
Perturbations biologiques	☐ Caulerpa cylindracea	☐ Caulerpa taxifolia	☐ Algues filamenteuses	☐ Womersleyella setacea	☐ Autres : ...
Remarques :					
Perturbations physiques	☐ Engins de pêche	☐ Traces de mouillage	☐ Structures artificielles	☐ Bloc de matte arraché	☐ Autres : ...
Remarques :	Récifs artificiels				
Pollutions	☐ Sédiments oxydés	☐ Macrodéchets	☐ Hydrocarbures	☐ Autres: ...	
Remarques :					
Espèces particulières					

Figure 18 : Illustrations du site Pointe Veille Est en limite inférieure (2016)

Figure 19 : : Récifs artificiels du site Pointe Veille Est (2016)

Le site « **Pointe Veille Est** » se situe dans la masse d'eau 'Monte Carlo-Frontière italienne' (FREC10c), à l'Est de la pointe du même nom, et à l'Ouest du Cap Martin dans la baie de Roquebrune.

L'herbier se développe sur un fond meuble sablo-vaseux à proximité des récifs artificiels de la Zone Marine Protégée de Roquebrune - Cap Martin.

b. *Capteur de Température*

Capteur de température	
Latitude :	43 45.084
Longitude :	7 27.019
Date de pose	12/06/2019
Heure de lancement	20h
N° capteur	20586641
Profondeur du capteur (m)	25m
N° de piquet du quadrat	4
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	à proximité des récifs artificiels

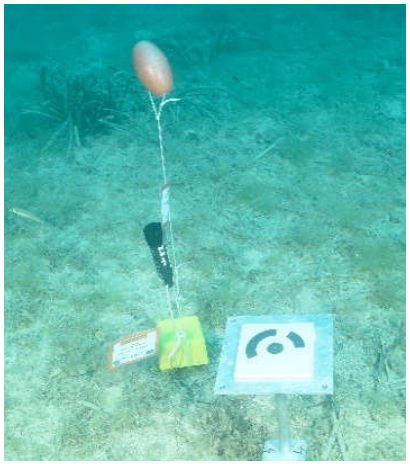


Figure 20 : Données et photo du capteur posé en 2019 en limite inférieure

d. *Mesures de vitalité et comparaison régionale*

Tableau 12: Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2019).

Région	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau cotière	FRDC10c	FRDC10c	FRDC10c	
Nom du site	Pointe Veille Est	Pointe Veille Est	Pointe Veille Est	
Année	2013	2016	2019	
Valeur EQR LI	0.53	0.6	0.58	0.26 – 0.5 – 0.69
Type de limite inférieure	3	3	3	1 – 2.61 – 5
EQR' Type de limite inférieure	0.66	0.66	0.66	0.21 – 0.57 – 1
Profondeur de la limite inférieure (m)	25	25	25	13 – 25.78 – 36
EQR' Profondeur de la limite inférieure	0.55	0.55	0.55	0.25 – 0.59 – 0.94
Densité de faisceaux (faisceaux/m²)	189	256	229	23 – 160.48 – 371
EQR' Densité de faisceaux en limite inférieure	0.38	0.59	0.52	0.13 – 0.34 – 0.8
Déchaussement de l'herbier (cm)	2	2.3	2.7	-1.6 – 2.09 – 10.5

La limite **inférieure franche en taches (à faible recouvrement) à tendance régressive se situe à 25 mètres de profondeur.** On observe la présence de matte morte mais très peu de faisceaux isolés.

La densité en 2019 varie de 125 à 375 faisceaux/m² pour une densité moyenne de **229±64.3 faisceaux /m²** (256±117 faisceaux /m² en 2016 ; 189±52,4 faisceaux /m² en 2013). L'herbier est donc en **bon état de 2013 à 2019** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent et al., 2008 et Pergent-Martini et al., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent et al., (1995) la densité est normale.

Le **déchaussement de l'herbier est faible pour les trois années de suivi (<5cm).**

L'EQR Site en 2013 (0,53), 2016 (0,6) et 2019 (0,58) présente des valeurs supérieures à la moyenne régionale PACA. Les variations des EQR sont liées à celles de la densité de faisceaux au cours des suivis. Le statut du site Pointe Veille Est conserve en 2019 un **« bon » état écologique**.

e. Perturbations observées

Nous n'avons pas relevé de perturbation particulière sur ce site.

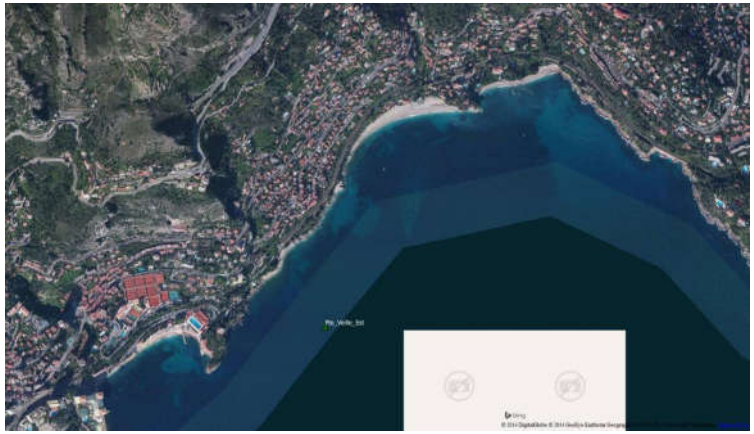


Figure 21 : Vue aérienne et emplacement du site (source : Bing, 2013).

f. Données historiques

Aucun herbier n'a été suivi dans cette masse d'eau par le RSP.

g. Cartographie des herbiers par télémétrie acoustique

Le quadrat de délimitation de l'herbier à Posidonie est composé de quatre piquets permanents ancrés dans le sable à 25 mètres de profondeur.

Le tableau suivant présente, pour chaque période suivie, les pourcentages de discordance positive, négative et de concordance au niveau de la surface comparable du quadrat ainsi que l'indice d'évolution et la surface comparée (m²). Les couleurs indiquées dans les tableaux correspondent à celles des curseurs imagés qui replacent la valeur observée dans le contexte de l'étude (valeurs minimale, maximale et moyenne).

Masse d'eau côtière	FRDC10c	FRDC10c	FRDC10c	Échelle de comparaison Méditerranée Légende
Nom du site	Pointe Veille Est	Pointe Veille Est	Pointe Veille Est	
Période d'évolution	2013-2016	2013-2019	2016-2019	
% Discordance positive	1.64	5.74	6.79	0 — 77.81 — 9.38
% Discordance négative	6.39	3.37	2.63	0 — 62.38 — 10.45
% Concordance	91.96	90.89	90.59	0 — 100 — 74.14
Indice d'évolution de l'herbier	-0.59	0.26	0.44	-1 — 0.87 — -0.15
Surface comparée (m²)	133.26	49.31	49.51	0 — 802.8 — 133.92

Au niveau de la surface comparable du quadrat pour la période 2016-2019, on observe sur ce site 6,79 % de discordance positive, 2,63 % de discordance négative et 90,59 % de concordance. L'indice d'évolution est de 0,44. On note que la surface comparée entre 2013-2019 et 2016-2019 est de 50m² environ alors qu'elle était de 137m² entre 2013 et 2016. La diminution de la surface comparée en 2019 est liée à la re délimitation du quadrat au niveau des piquets 1 et 2.

La dynamique évolutive de l'herbier analysée par télémétrie acoustique montre un **herbier stable, avec quelques zones de régression (période 2013-2016) et des zones de progression (observées sur la période postérieure à 2016).**

h. Cartographie des herbiers par photogrammétrie - Modèles 3D

La modélisation en 3D par photogrammétrie permet d'obtenir une vision d'ensemble du site (une image à un instant t), mais également une vision fine et précise si nécessaire à l'aide de zooms Les modèles 3D seront disponibles sur la plateforme MEDTRIX dans les projets « MODEL » et « TEMPO ».

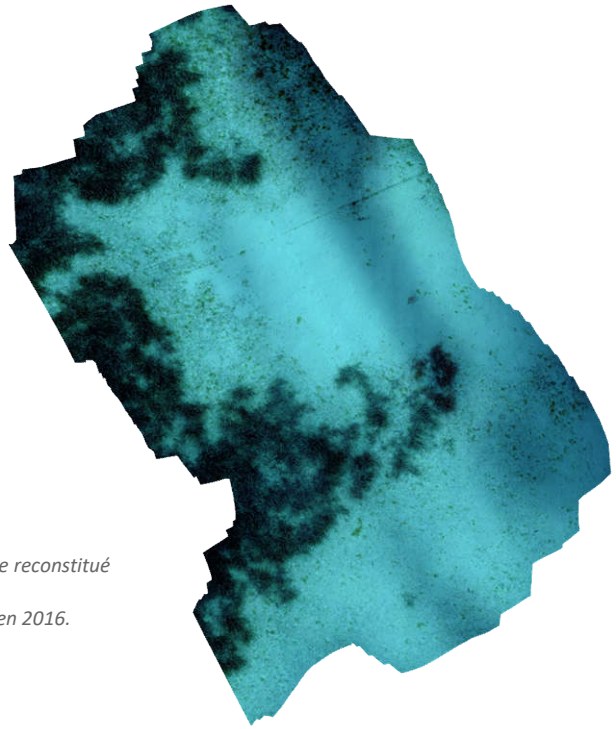


Figure 22 : Vue globale du site reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2016.

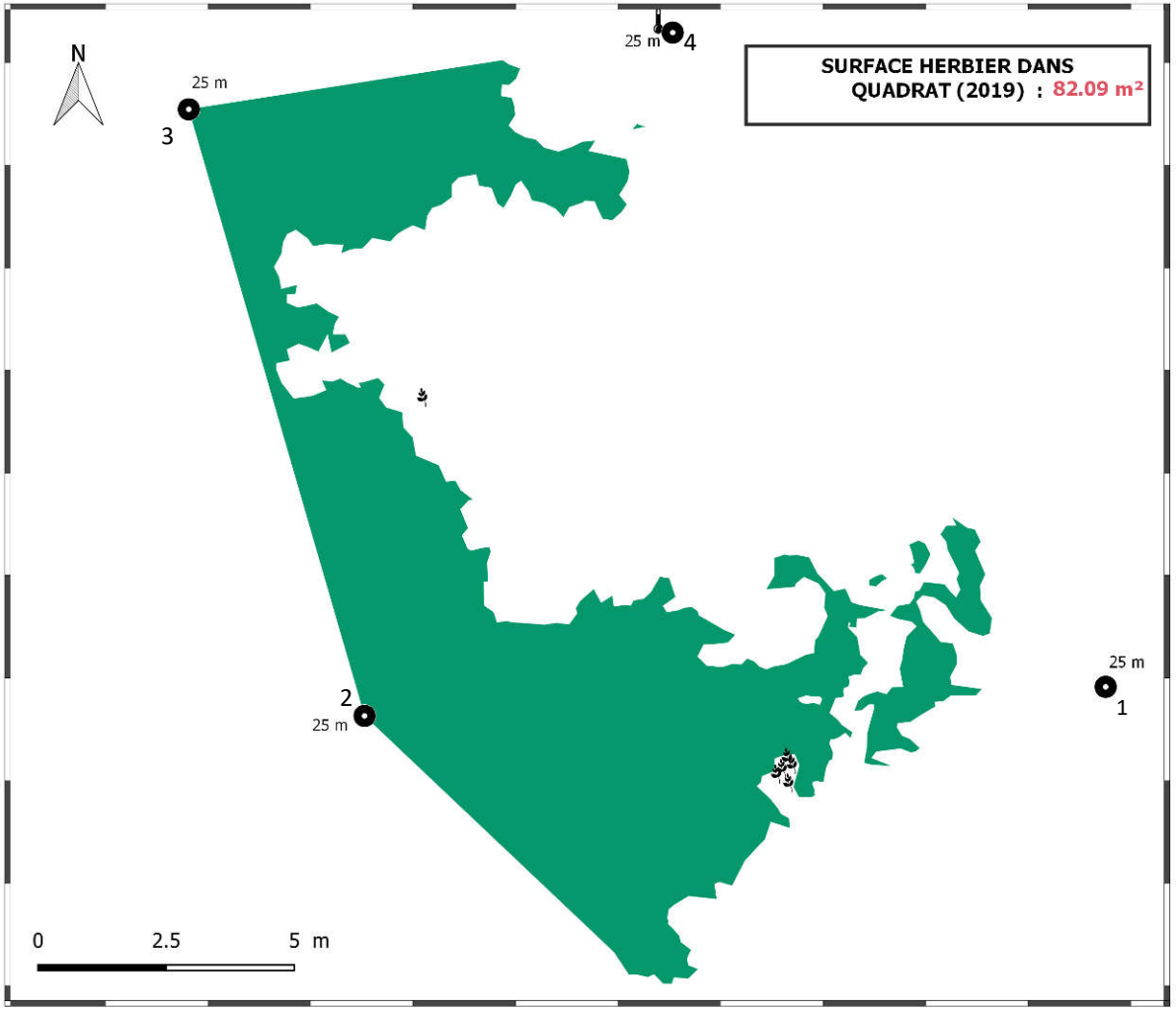
Le modèle 3D du site Pointe Veille Est en 2019 a été généré suite à l'acquisition de 1518 photographies prises sous l'eau pour une durée de 60 minutes.

Figure 23 : Vue globale du site reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2019.

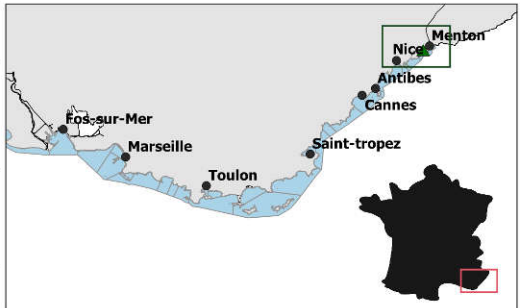
Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2019 réalisée par télémétrie acoustique ainsi que sa dynamique évolutive.

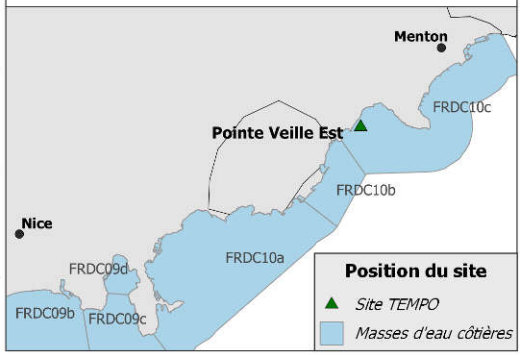
Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique. Suivi des masses d'eau côtières.

SITE > Pointe Veille Est < FREC10c - Monte Carlo - Frontière Italienne



SURFACE HERBIER DANS QUADRAT (2019) : 82.09 m²





LEGENDE

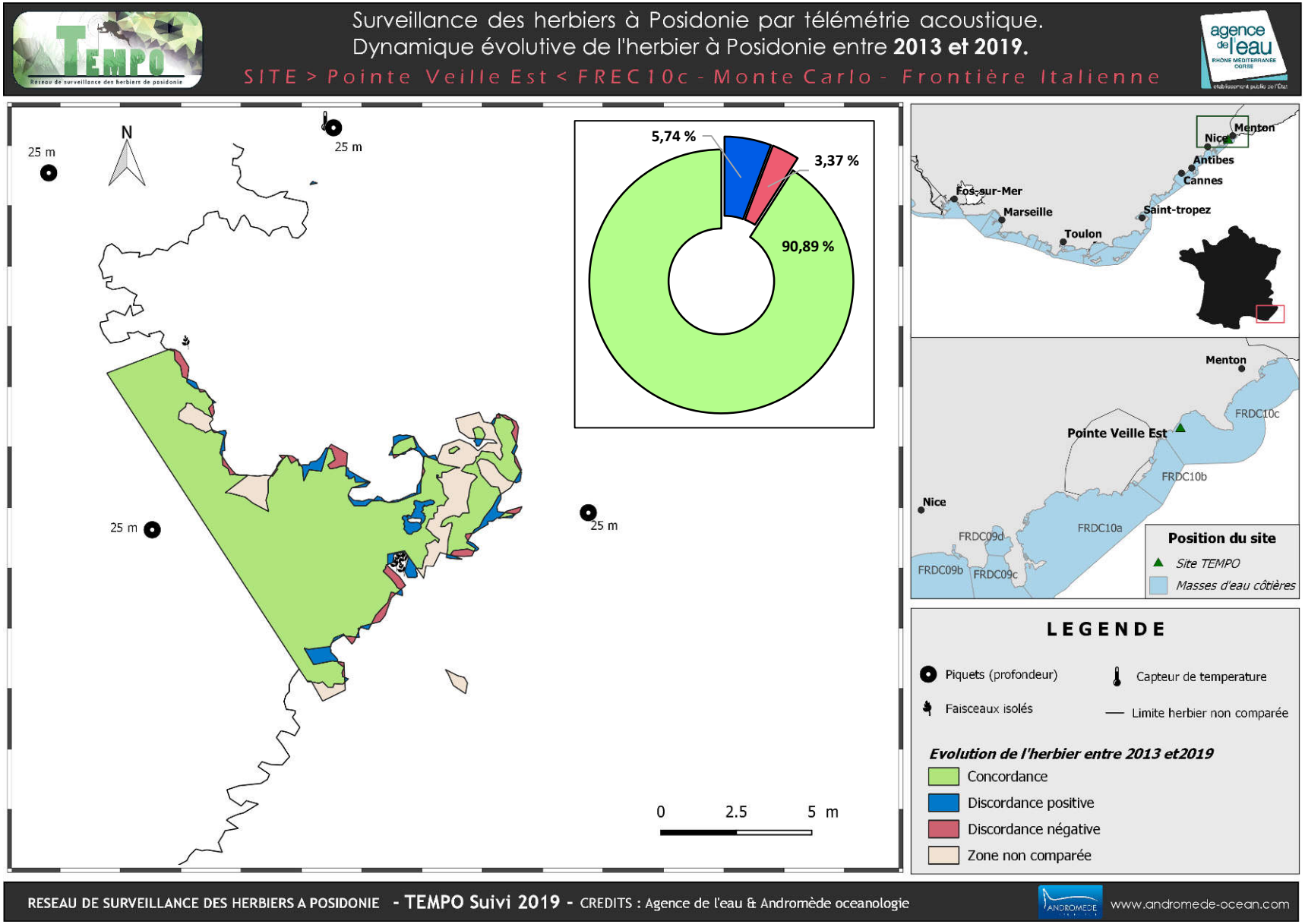
- Herbier à Posidonie
- Faisceaux isolés
- Piquets (profondeur)
- Capteur de température

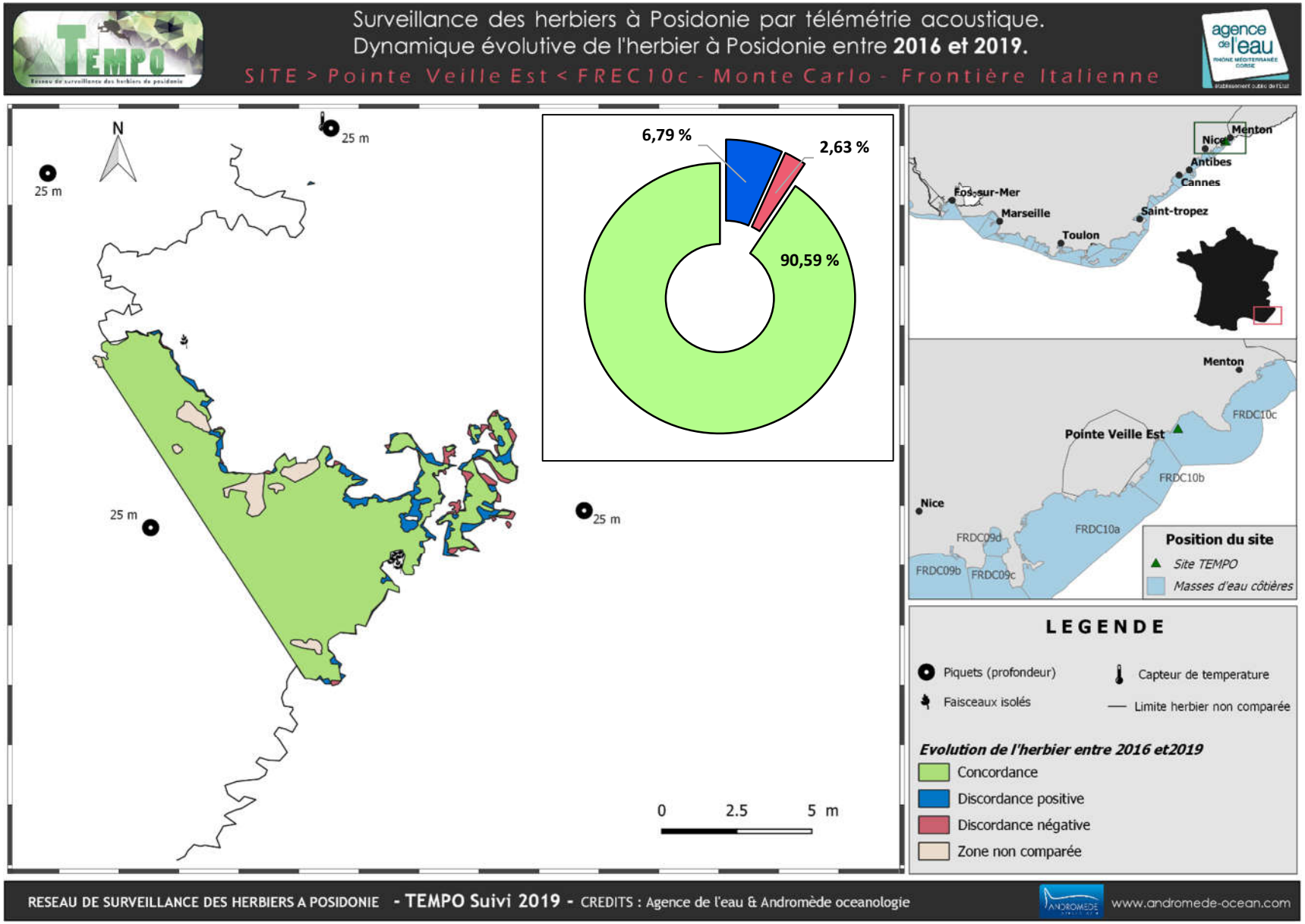
DONNEES DE VITALITE (2019)

	Densité* (m²)	Déchaussement (cm)
Moyenne	229,17	2,67
Ecart type	64,35	1,27

*Nombre de faisceaux par m²

RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - TEMPO Suivi 2019 - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie www.andromede-ocean.com


Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique.
Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre 2013 et 2019.
SITE > Pointe Veille Est < FREC10c - Monte Carlo - Frontière Italienne
N
25 m
25 m
25 m
25 m
5,74 %
3,37 %
90,89 %
0
2.5
5 m
Menton
Nice
Antibes
Cannes
Fos-sur-Mer
Marseille
Saint-tropez
Toulon
Pointe Veille Est
FRDC10c
FRDC10b
FRDC10a
FRDC09d
FRDC09b
FRDC09c
Position du site
Site TEMPO
Masses d'eau côtières
LEGENDE
Piquets (profondeur)
Capteur de temperature
Faisceaux isolés
Limite herbier non comparée
Evolution de l'herbier entre 2013 et2019
Concordance
Discordance positive
Discordance négative
Zone non comparée
RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - TEMPO Suivi 2019 - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie
www.andromede-ocean.com


Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique.
Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre 2016 et 2019.
SITE > Pointe Veille Est < FREC10c - Monte Carlo - Frontière Italienne
N
25 m
25 m
25 m
25 m
6,79 %
2,63 %
90,59 %
0
2.5
5 m
Menton
Nice
Antibes
Cannes
Fos-sur-Mer
Marseille
Saint-tropez
Toulon
Pointe Veille Est
FRDC10c
FRDC10b
FRDC10a
FRDC09d
FRDC09b
FRDC09c
Position du site
Site TEMPO
Masses d'eau côtières
LEGENDE
Piquets (profondeur)
Capteur de temperature
Faisceaux isolés
Limite herbier non comparée
Evolution de l'herbier entre 2016 et2019
Concordance
Discordance positive
Discordance négative
Zone non comparée
RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - TEMPO Suivi 2019 - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie
www.andromede-ocean.com

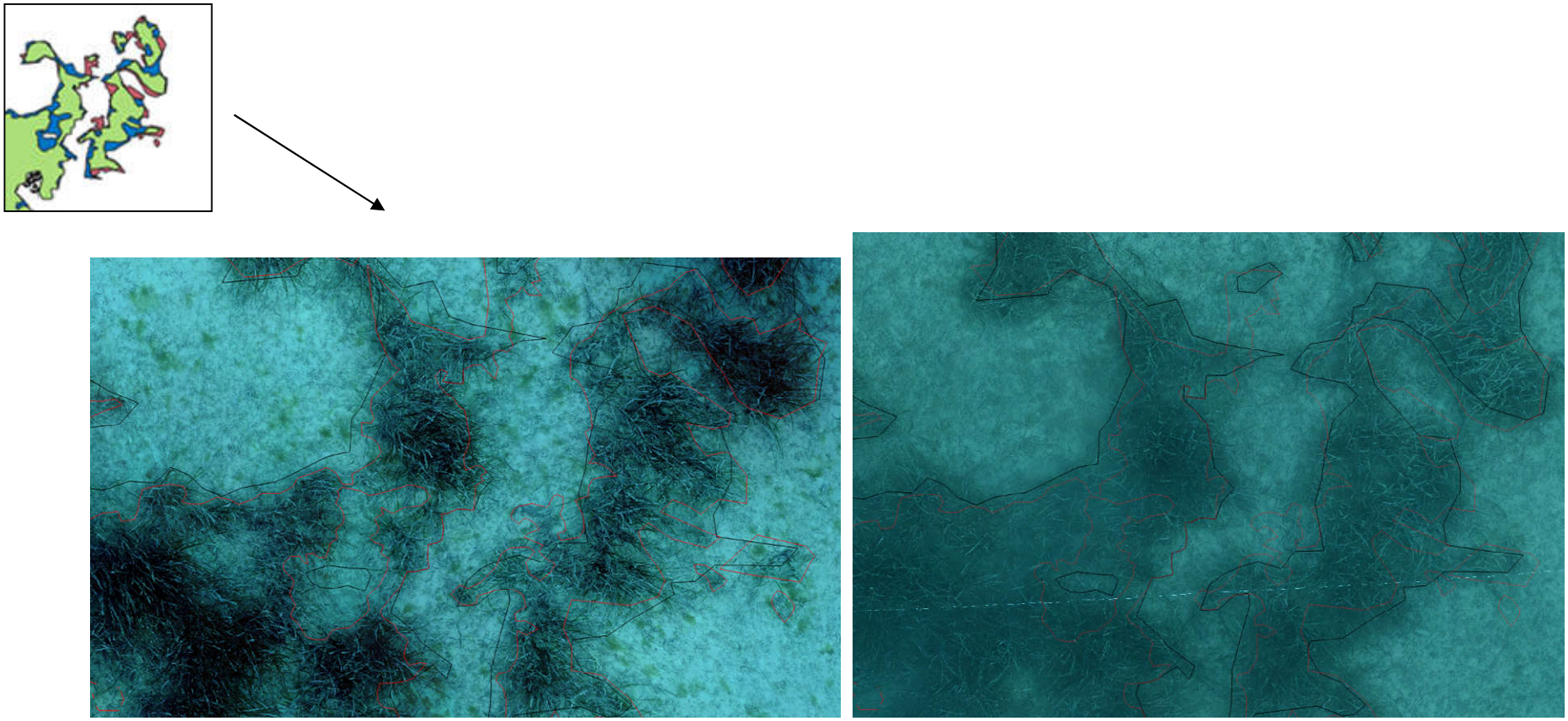


Figure 24 : Zoom sur le modèle 3D du site Pointe Veille Est en 2016 (à gauche) et 2019 (à droite) illustrant la progression de l'herbier entre ces deux suivis

I.A.1.a. Pointe Veille Est PI (masse d'eau FRDC10c) – Profondeur intermédiaire

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	20				
Visibilité (m)	15				
Nature du fond	☑ Sable grossier	☑ Sable fin	☐ Matte morte	☐ Substrat rocheux	☐ Autres : ...
Perturbations biologiques	☐ Caulerpa cylindracea	☐ Caulerpa taxifolia	☐ Algues filamenteuses	☐ Womersleyella setacea	☐ Autres : ...
Remarques					
Perturbations physiques	☐ Engins de pêche	☐ Traces de mouillage	☐ Structures artificielles	☐ Bloc de matte arraché	☐ Autres : ...
Pollutions	☐ Sédiments oxydés	☑ Macrodéchets	☐ Hydrocarbures	☐ Autres: ...	
Remarques	*Une bouteille en verre*				
Espèces particulières	*1 Nacre morte de 25cm dans les quadrats d'1m²*				

Figure 25: Illustrations du site Pointe Veille Est à la profondeur intermédiaire de -15m (2019)

b. Capteur de température

Capteur de température	
Latitude :	43 45.173
Longitude :	7 26.977
Date de pose	12/06/2019
Heure de lancement	20:00
N° capteur	20447015
Profondeur du capteur (m)	16,5
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Dans l'herbier sur un piquet

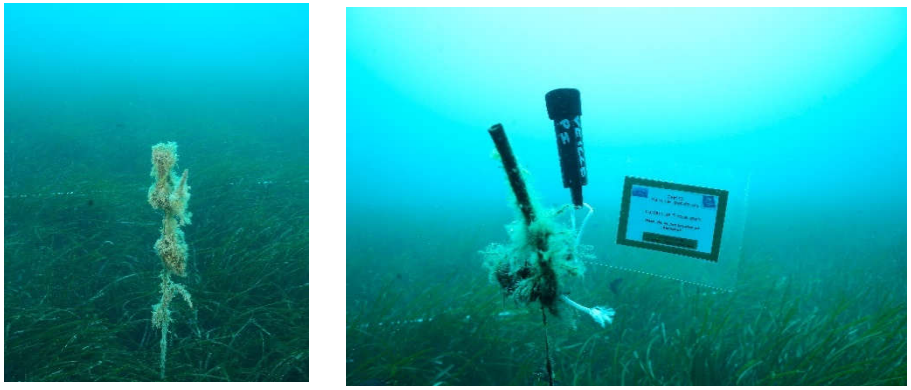


Figure 26: Illustrations du capteur de température posé en 2016 (à gauche) et 2019 (à droite) - à -15m.

c. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

Les indices **PREI, BiPo2 et EBQI** ont été calculés sur ce site en 2016 et 2019. Leurs valeurs sont indiquées dans le tableau suivant (carré rouge).

Tableau 13 : Paramètres et indicateurs mesurés à la profondeur intermédiaire comparés à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau cotière	FRDC10c	FRDC10c	
Nom du site	Pointe Vieille Est PI	Pointe Vieille Est PI	
Année	2016	2019	
Valeur EQR (LI)	0.6	0.58	0 0.69 0.48
Valeur BiPo (PI)	0.58	0.53	0.37 0.75 0.56
Valeur PREI (PI)	0.7	0.63	0 0.75 0.22
Valeur EBQI (PI)	3.89	5.56	2.43 6.81 4.59
Indice de confiance de l'indicateur EBQI	79.76	41.67	36.91 85.71 61.51
Profondeur intermédiaire du site (m)	15	15	13 17 15
Profondeur de la limite inférieure (m)	25	25	13 36 26.01
Densité de faisceaux à la PI (faisceaux/m2)	308	188	122 477 240.13
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m2)	256	229	0 347 144.48
Type de limite inférieure	3	3	1 5 2.65
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	2.3	2.7	-1.5 10.5 2.6
Longueur des feuilles à la PI (mm)	530	650	237 1080 572.58
Surface foliaire à la PI (cm²/faisceaux)	376	322	0 408 95.27
Charge épiphytaire à la PI	0.07	0.05	0 0.21 0.05
Recouvrement (%) à la PI	99.7	99.73	0 100 80.84
Epibiontes (g_MS/f) à la PI	0.14	0.03	0 0.3 0.09
Pinna nobilis (ind/100m2) à la PI	0.05	0	0 10 0.45
HOM (ind/m2) à la PI	0	0.03	0 5.13 0.49
LOM (ind/m2) à la PI	0	0.77	0 10.47 1.16
Holothuries (ind/10m2) à la PI	0	1	0 7.67 1.06
Oursins (ind/m2) à la PI	0	0	0 9.46 0.31
Broutage (%_feuilles) à la PI	15.2	12.72	0 85.94 22.66
Téléostéens predateurs (kg WM/100m2) à la PI	0.05	0	0 1.05 0.19
Téléostéens piscivores (kg WM/100m2) à la PI	0	0	0 2.38 0.04
Téléostéens planctonivores (kg WM/100m2) à la PI	0.31	0	0 9.57 0.47
SRDI (PI)	4.8	0	0 7.33 2.33
Oiseaux (PI)	0	0	0 0 0

La valeur du BiPo2 est proche de la moyenne régionale. Elle diminue au cours des suivis entrainant ainsi en 2019 un déclassement de l'état écologique de l'herbier. Le site est actuellement en « **moyen** » état écologique (bon état en 2016).

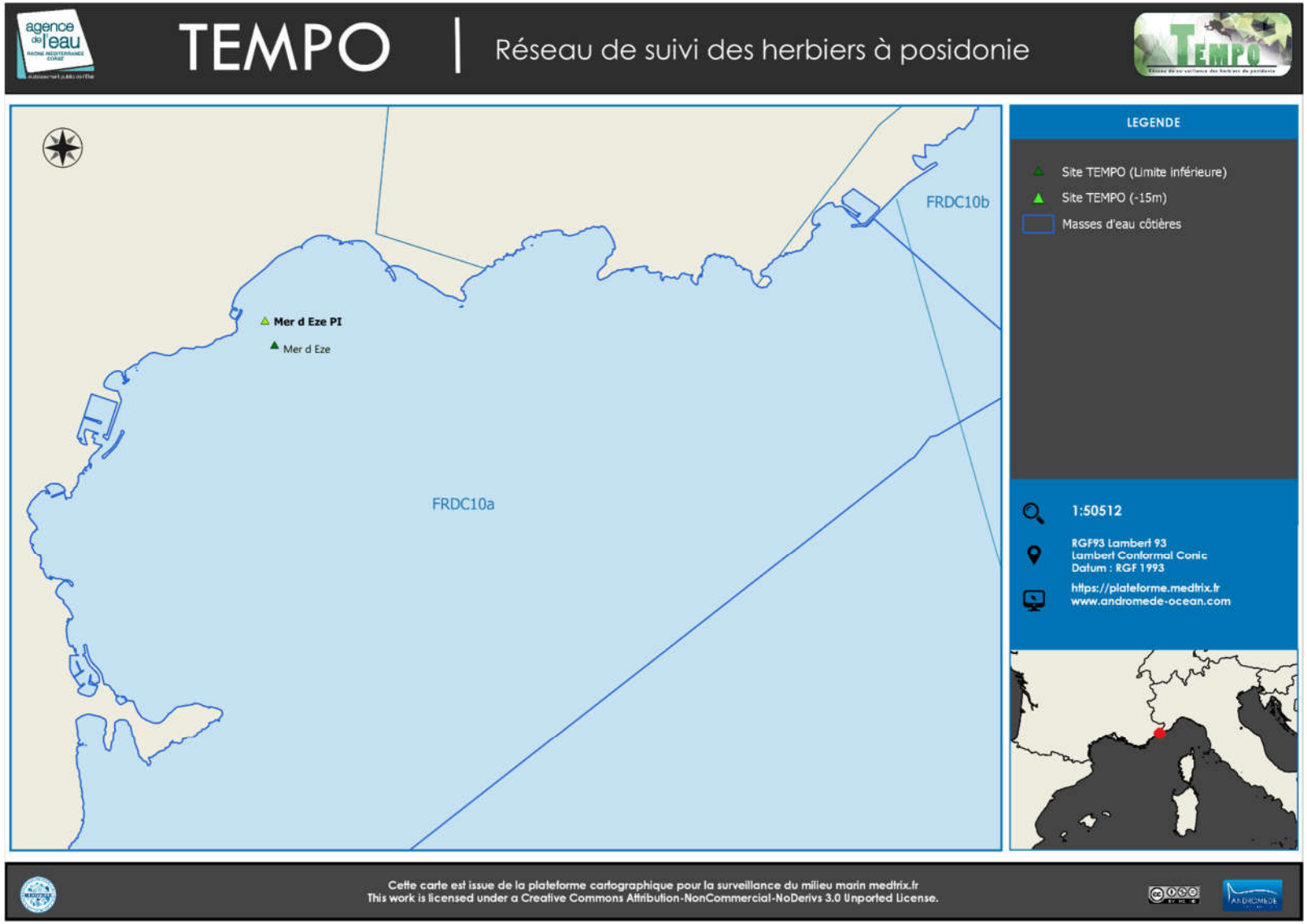
La valeur du PREI diminue au cours des suivis mais indique une stabilité de l'état écologique de l'herbier qui est **bon**.

La diminution de ces deux indices s'explique principalement par une baisse de la densité de faisceaux en 2019.

La valeur de l'EBQI augmente au cours des suivis et indique un état écologique **moyen** de l'herbier (médiocre en 2016). Même s'il y a une diminution des notes des box densité, épibiontes et *Pinna nobilis*, les box LOM et HOM voient leur note augmentée. De plus, par rapport au suivi de 2019, Il faut prendre en considération qu'en 2016 nous avions intégré le calcul des box Poissons - box 9 à 12- (d'où la diminution de l'indice de confiance de l'indice EBQI). Le choix a été fait de ne plus suivre dans l'indice EBQI les box Poissons, leur mauvaise calibration dans cet indice entrainant une dégradation des herbiers non en lien avec leur état. Le suivi des populations de poissons est réalisé séparément dans le cadre du réseau de surveillance **PISCIS** (https://plateforme.medtrix.fr/).

IV.B. Masse d'eau FRDC10a

La masse d'eau FRDC10a comprend le site TEMPO Mer d'Eze échantillonné en 2013, 2016 et 2019.



I.A.1.a. Mer d'Eze (masse d'eau FRDC10a) – Limite inférieure

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	16				
Visibilité (m)	15				
Nature du fond	☐ Sable grossier	☑ Sable fin	☑ Matte morte	☐ Substrat rocheux	☐ Autres : ...
Remarques :	Envasé				
Perturbations biologiques	☐ Caulerpa cylindracea	☐ Caulerpa taxifolia	☐ Algues filamenteuses	☐ Womersleyella setacea	☐ Autres : ...
Remarques :					
Perturbations physiques	☐ Engins de pêche	☑ Traces de mouillage	☑ Structures artificielles	☐ Bloc de matte arraché	☐ Autres : ...
Remarques :	site très endommagé par des impacts de mouillage, traces d'ancrage qui a retourné le balisage RSP, 2 piquets de télémétrie retrouvés, trace de la chaine				
Pollutions	☐ Sédiments oxydés	☐ Macrodéchets	☐ Hydrocarbures	☐ Autres: ...	
Remarques :					
Espèces particulières	GRANDES NACRES MORTES				

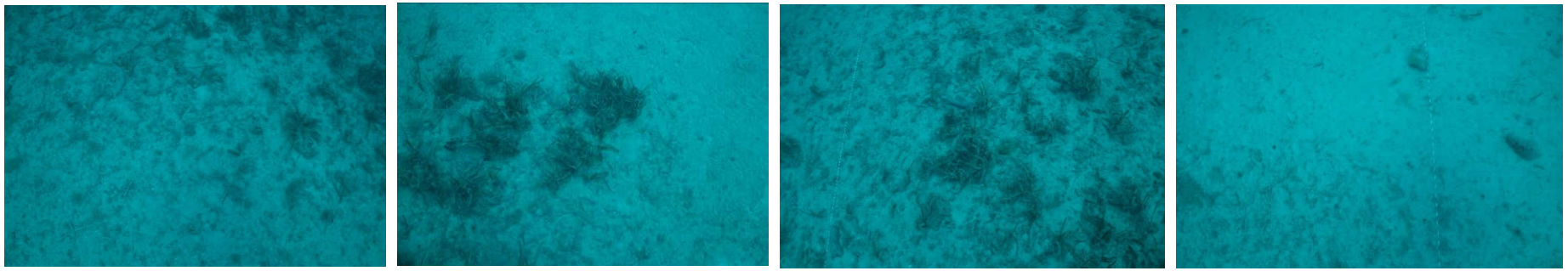


Figure 27 : Illustrations du site Mer d'Eze en limite inférieure (2019)

Le site « **Mer d'Eze** » se situe dans la masse d'eau 'Cap Ferrat - Cap d'Ail ' (FREC10a), au Nord du golfe de St Hospice face au Cap Roux. C'est la limite inférieure la plus profonde du département.

L'herbier se développe sur un fond meuble sablo-vaseux. On note la présence de matte morte sur l'ensemble du site.

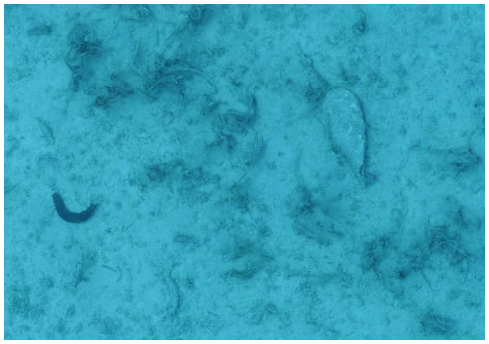


Figure 28 : Pinna nobilis morte (2016)

Des grandes nacres mortes (*Pinna nobilis)* sont observée à chaque suivi à proximité d'une des balises.

b. *Capteur de Température*

Capteur de température	
Latitude :	7 21.313
Longitude :	43 42.860
Date de pose	12/06/2019
Heure de lancement	20h
N° capteur	20586653
Profondeur du capteur (m)	28,00
N° de piquet du quadrat	1
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	BALISE DE GEOMETRE A COTE

c. *Mesures de vitalité et comparaison régionale*

La limite inférieure **régressive se situe à 30 mètres de profondeur.**

Tableau 14 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2019).

Région	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau cotière	FRDC10a	FRDC10a	FRDC10a	
Nom du site	Mer d Eze	Mer d Eze	Mer d Eze	
Année	2013	2016	2019	
Valeur EQR LI	0.39	0.38	0.45	0.26 – 0.5 – 0.69
Type de limite inférieure	1	1	1	1 – 2.61 – 5
EQR' Type de limite inférieure	0.21	0.21	0.21	0.21 – 0.57 – 1
Profondeur de la limite inférieure (m)	30	30	30	13 – 25.78 – 36
EQR' Profondeur de la limite inférieure	0.74	0.74	0.74	0.25 – 0.59 – 0.94
Densité de faisceaux (faisceaux/m²)	97	64	195	23 – 160.48 – 371
EQR' Densité de faisceaux en limite inférieure	0.23	0.18	0.4	0.13 – 0.34 – 0.8
Déchaussement de l'herbier (cm)	1.2	-1.5	0.8	-1.6 – 2.09 – 10.5

La densité en 2019 varie de 100 à 300 faisceaux/m² pour une **densité moyenne de 195±49.7 faisceaux /m²** (**64±43 faisceaux /m²** en 2016 & **97±48 faisceaux /m² en 2013)**. On observe une forte augmentation du nombre de faisceaux en 2019 - plus du triple de la densité mesurée en 2016. Cela s'explique par la méthode d'échantillonnage couplée aux caractéristiques du site. S'agissant d'un site fragile à tendance régressive, nous pouvons observer des zones avec des concentrations de faisceaux plus ou moins importantes. Ces caractéristiques du site conduisent à augmenter la variance des résultats dans l'échantillonnage. Il apparait opportun pour les prochaines années d'augmenter le nombre de réplicas afin de limiter cette variance.

Après un état normal en 2013, puis médiocre en 2016, l'herbier évolue vers un bon état écologique en 2019 compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent et al., 2008 et Pergent-Martini et al., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent et al., (1995) la densité est **normale en 2013 et 2019 et sub-normale inférieure en 2016.**

Le **déchaussement de l'herbier est faible pour les trois années de suivi (<5cm).**

L'EQR site en 2013 (0,39) et 2016 (0,38) et 2019 (0,45) est en-dessous de la moyenne régionale PACA. Les variations des EQR sont liées à celles de la densité de faisceaux au cours des suivis. Le statut du site conserve en 2019 un **état écologique « moyen »**.

d. Perturbations observées

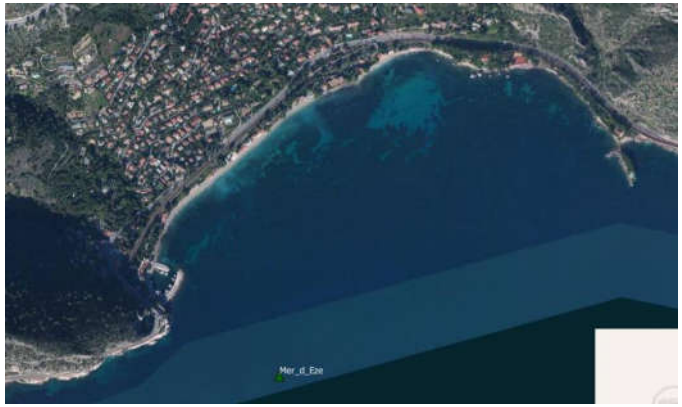


Figure 29 : Vue aérienne et emplacement du site (source : Bing, 2013).

Un morceau de canalisation est présent face à l'herbier de posidonie. Le site est très endommagé par des traces d'ancrage ou de chalutage.

e. Données historiques

Le site RSP « Eze » a été mis en place en 1995 et correspond au site TEMPO « Mer d'Eze ». La limite inférieure de l'herbier était située à une profondeur moyenne de -32,1 mètres mais les 12 balises ne sont plus en contact avec l'herbier. Jusqu'en 2002 le site RSP montrait une tendance à la régression avec, à partir de 2004, un herbier qui tend à se stabiliser. L'herbier présentait des feuilles recouvertes de vase, légèrement recouvertes d'organismes épiphytes, d'une taille comprise entre 0,3 et 0,4m.

f. Cartographie des herbiers par télémétrie acoustique

Le quadrat de délimitation de l'herbier à Posidonie est composé de quatre piquets permanents ancrés dans le sable et la matte morte à 30.6 mètres de profondeur.

Masse d'eau côtière	FRDC10a	FRDC10a	Échelle de comparaison Méditerranée Légende
Nom du site	Mer d Eze	Mer d Eze	
Période d'évolution	2013-2016	2016-2019	
% Discordance positive	0	0.45	0 — 77.81 — 9.38
% Discordance négative	12.02	15.9	0 — 62.38 — 10.48
% Concordance	87.98	83.65	0 — 99.94 — 74.11
Indice d'évolution de l'herbier	-1	-0.95	-1 — 0.87 — -0.16

Le tableau ci-dessus présente, pour chaque période suivie, les pourcentages de discordance positive, négative et de concordance au niveau de la surface comparable du quadrat ainsi que l'indice d'évolution et la surface comparée (m²). Les couleurs indiquées dans les

tableaux correspondent à celles des curseurs imagés qui replacent la valeur observée dans le contexte de l'étude (valeurs minimale, maximale et moyenne).

Au niveau de la surface comparable du quadrat pour la période 2016-2019, on observe sur ce site 0,45 % de discordance positive, 15,9 % de discordance négative et 83,65 % de concordance. L'indice d'évolution est de -0,95.

En 2019, le site était difficilement reconnaissable car fortement endommagé par des traces d'ancrage ou de chalutage qui ont retourné les balises RSP et deux des quatre piquets de télémétrie positionnés lors des suivis antérieurs. Ce site étant constitué par des faisceaux et petites taches isolés d'herbier, la dynamique évolutive est évaluée suivant l'évolution du linéaire de la limite inférieure et non des surfaces. Ainsi, 87,98 % du linéaire de la limite inférieure est stable (55,39 mètres) et 12,02 % du linéaire présente une discordance négative (7,57 mètres). La limite de l'herbier est assez stable depuis 2013, avec quelques taches et faisceaux isolés qui ont régressé entre 2016 et 2019. A proximité il est observé des traces d'ancrage ou de chalutage qui ont provoqué un arrachage de l'herbier sur une surface importante.

g. Cartographie des herbiers par photogrammétrie - Modèles 3D

La modélisation en 3D par photogrammétrie permet d'obtenir une vision d'ensemble du site (une image à un instant t), mais également une vision fine et précise si nécessaire à l'aide de zooms. Les modèles 3D seront bientôt disponibles sur la plateforme MEDTRIX dans les projets « MODEL » et « TEMPO ».

Le modèle 3D du site Mer d'Eze en 2019 a été généré suite à l'acquisition de 1341 photographies prises sous l'eau pour une durée de 60 minutes.

La zone modélisée en 2019 est difficile à reconnaitre car fortement endommagé par des traces d'ancrage ou de chalutage. A proximité il est observé des traces d'ancrage ou de chalutage qui ont provoqué un arrachage de l'herbier sur une surface importante.

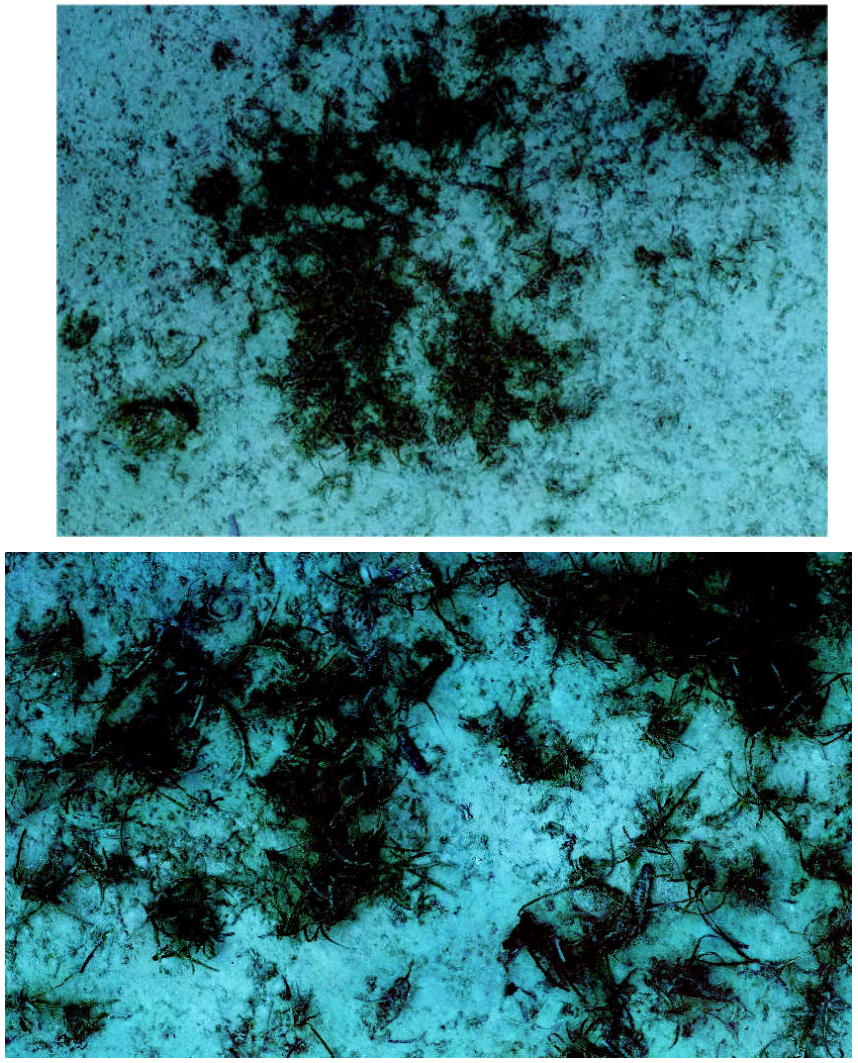


Figure 30 *:* Quelques zooms du modèle 3D du site Mer d'Eze illustrant taches d'herbier et faisceaux isolés (2019).

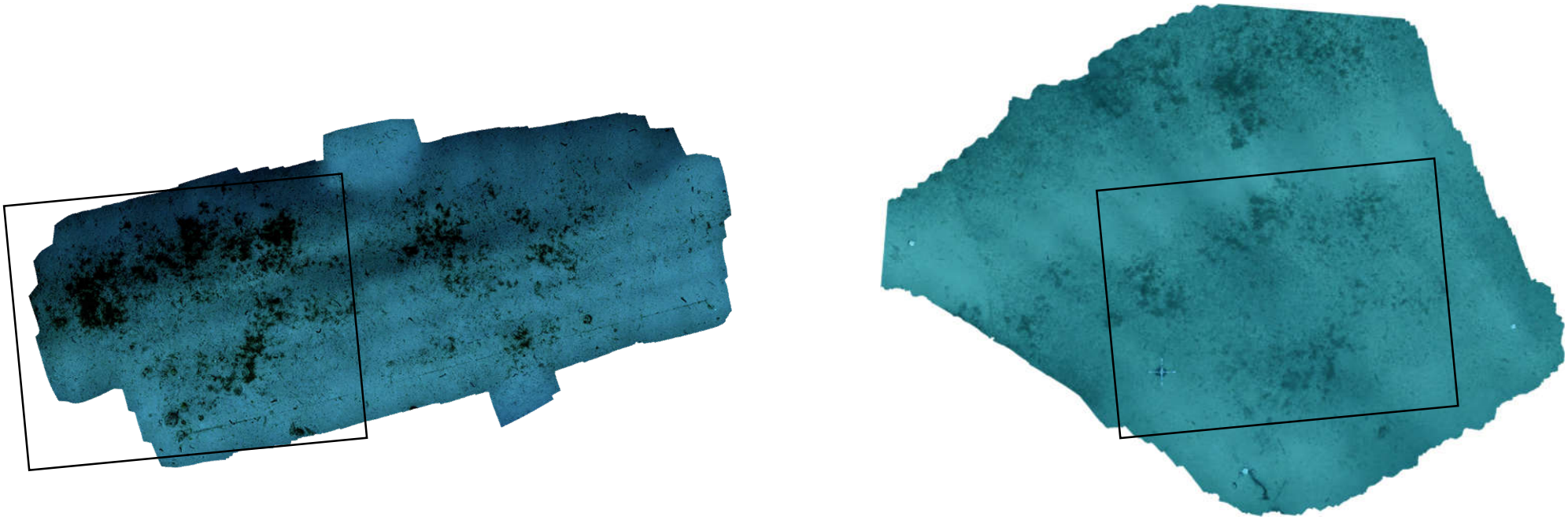
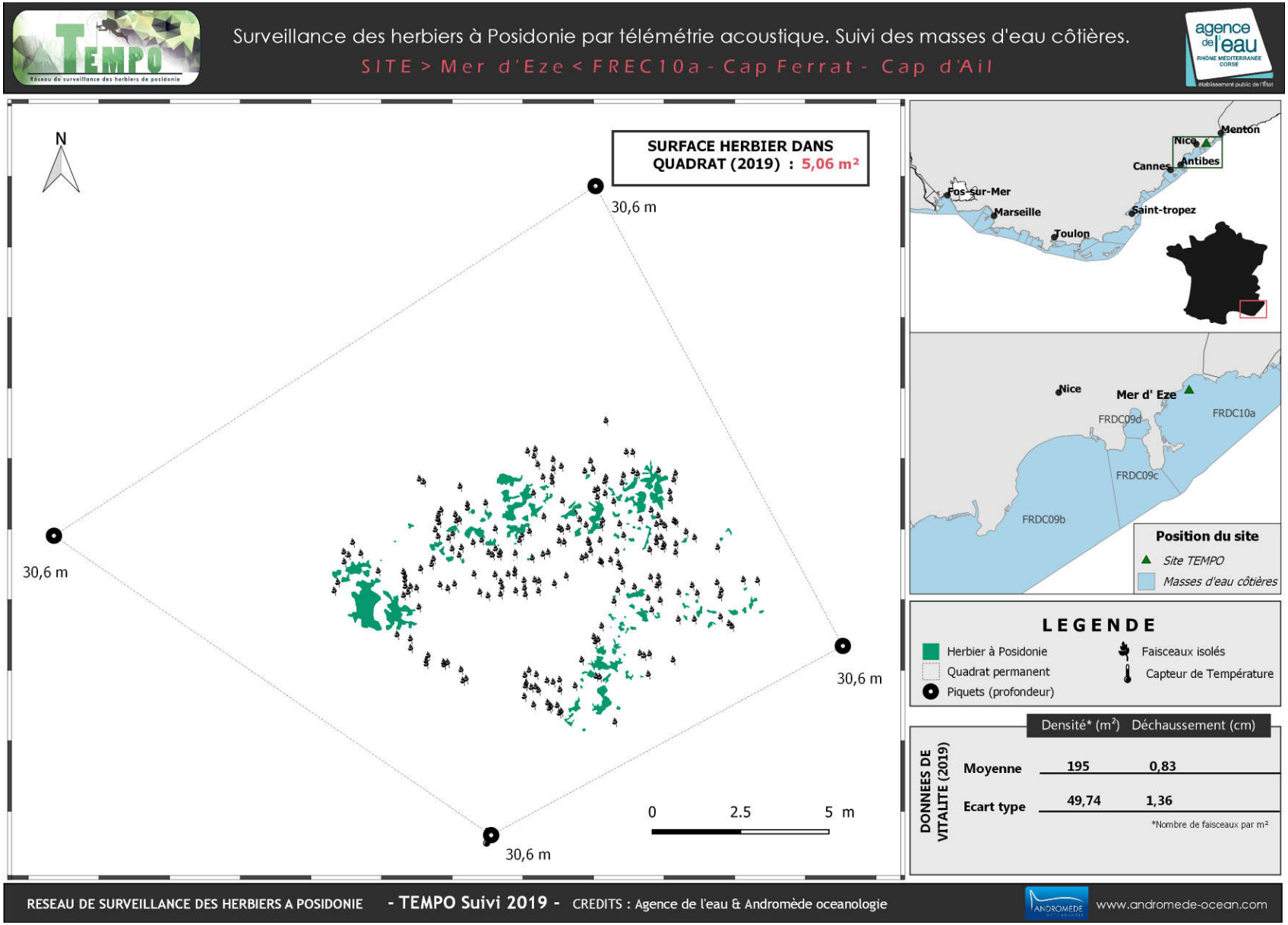


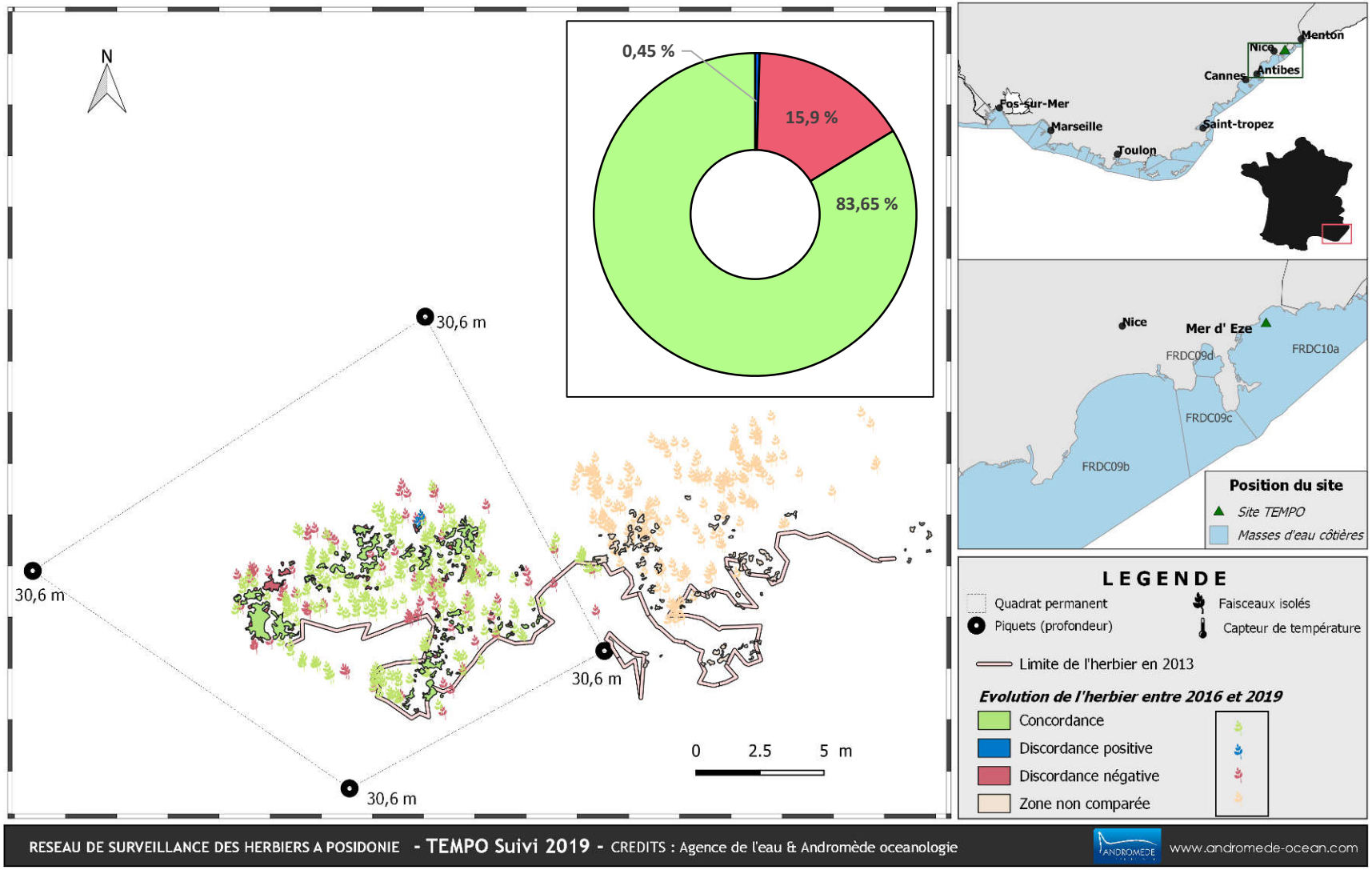
Figure 31 : Vue globale du site reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2016 (à gauche) et 2019 (à droite). Le carré noir indique la localisation du modèle réalisé en 2019. La zone modélisée commune entre 2016 et 2019 est indiquée sur chaque photogrammétrie par un carré. Le site est difficilement reconnaissable car fortement endommagé par des traces d'ancrage ou de chalutage qui ont retourné les balises RSP et deux des quatre piquets de télémétrie positionnés lors des suivis antérieurs.

Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2019 réalisée par télémétrie acoustique ainsi que sa dynamique évolutive.

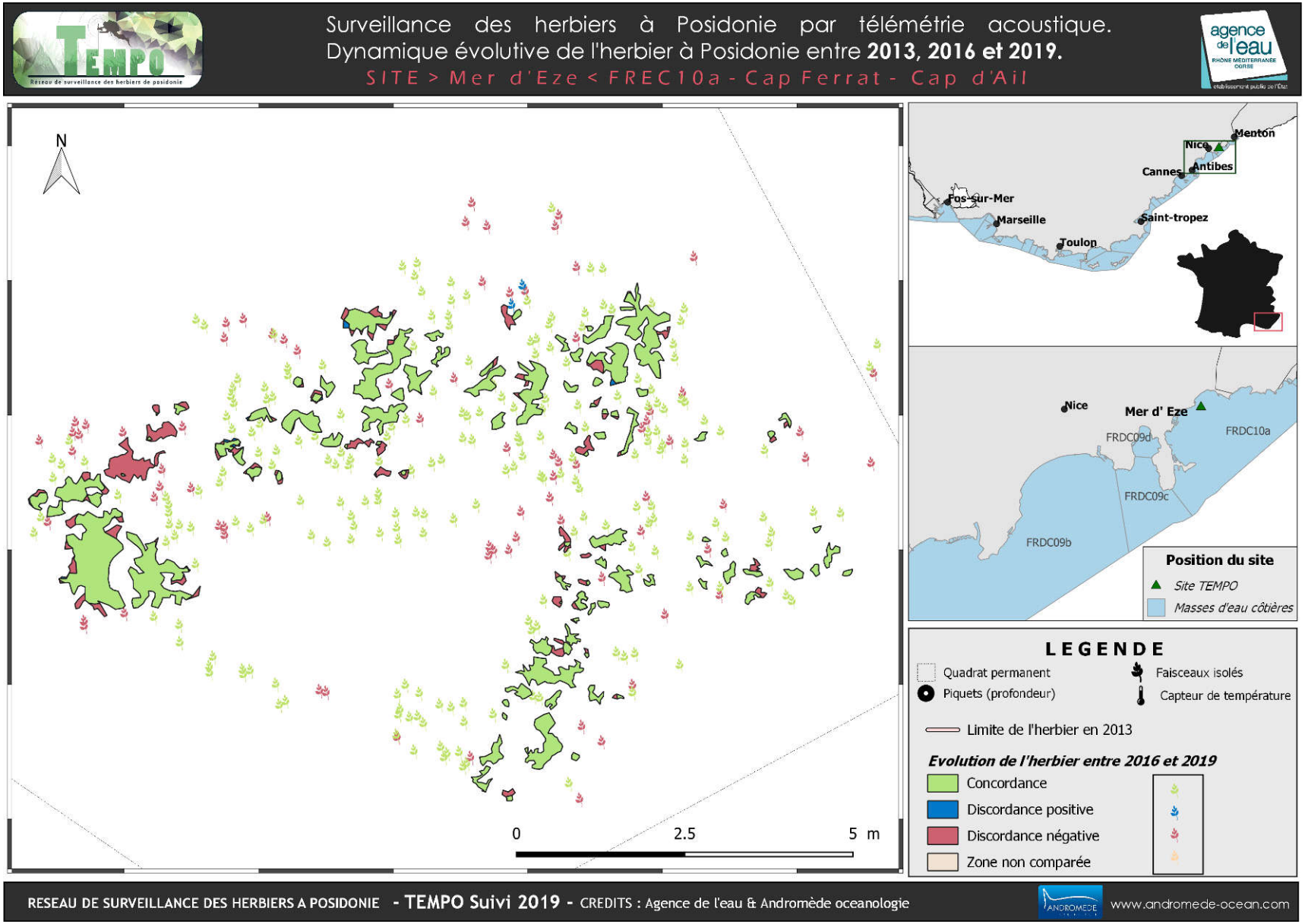

Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique. Suivi des masses d'eau côtières.
SITE > Mer d'Eze < FREC10a - Cap Ferrat - Cap d'Ail
N
SURFACE HERBIER DANS QUADRAT (2019) : 5,06 m²
30,6 m
30,6 m
30,6 m
30,6 m
0
2.5
5 m
Menton
Nice
Antibes
Cannes
Fos-sur-Mer
Marseille
Saint-tropez
Toulon
Nice
Mer d' Eze
FRDC09d
FRDC10a
FRDC09c
FRDC09b
Position du site
Site TEMPO
Masses d'eau côtières
LEGENDE
Herbier à Posidonie
Quadrat permanent
Piquets (profondeur)
Faisceaux isolés
Capteur de Température
Densité* (m²) Déchaussement (cm)
DONNEES DE VITALITE (2019)
Moyenne 195 0,83
Ecart type 49,74 1,36
*Nombre de faisceaux par m²
RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - TEMPO Suivi 2019 - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie
www.andromede-ocean.com

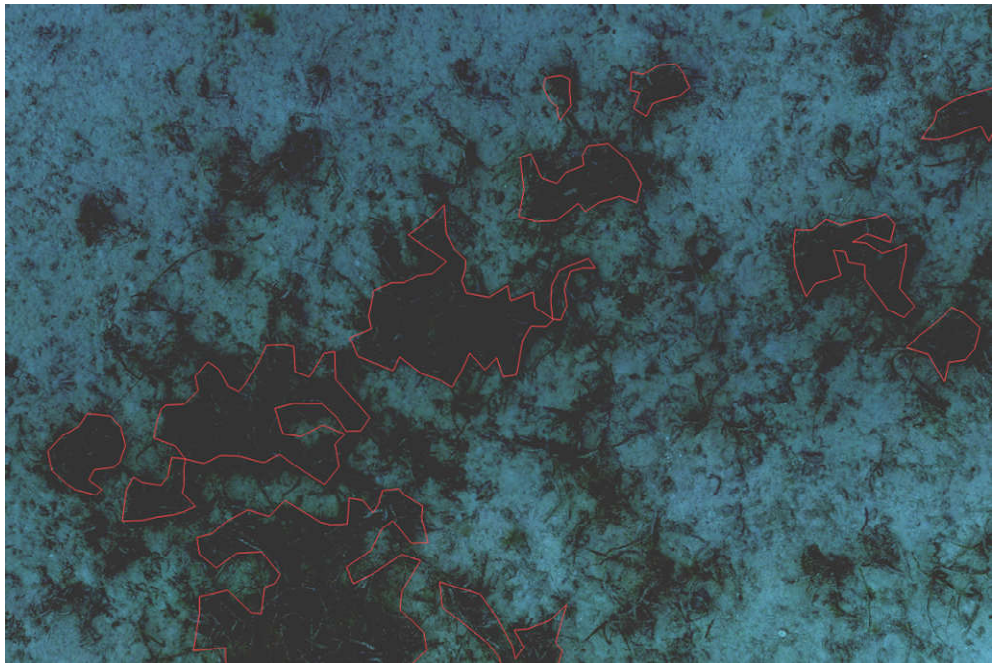
Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique.
Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre **2013, 2016 et 2019.**

SITE > Mer d'Eze < FREC10a - Cap Ferrat - Cap d'Ail



RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - **TEMPO Suivi 2019** - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie www.andromede-ocean.com


Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique.
Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre 2013, 2016 et 2019.
SITE > Mer d'Eze < FREC10a - Cap Ferrat - Cap d'Ail
N
0
2.5
5 m
Menton
Nice
Antibes
Cannes
Fos-sur-Mer
Marseille
Saint-tropez
Toulon
Nice
Mer d' Eze
FRDC09d
FRDC10a
FRDC09c
FRDC09b
Position du site
Site TEMPO
Masses d'eau côtières
LEGENDE
Quadrat permanent
Piquets (profondeur)
Faisceaux isolés
Capteur de température
Limite de l'herbier en 2013
Evolution de l'herbier entre 2016 et 2019
Concordance
Discordance positive
Discordance négative
Zone non comparée
RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - TEMPO Suivi 2019 - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie
www.andromede-ocean.com



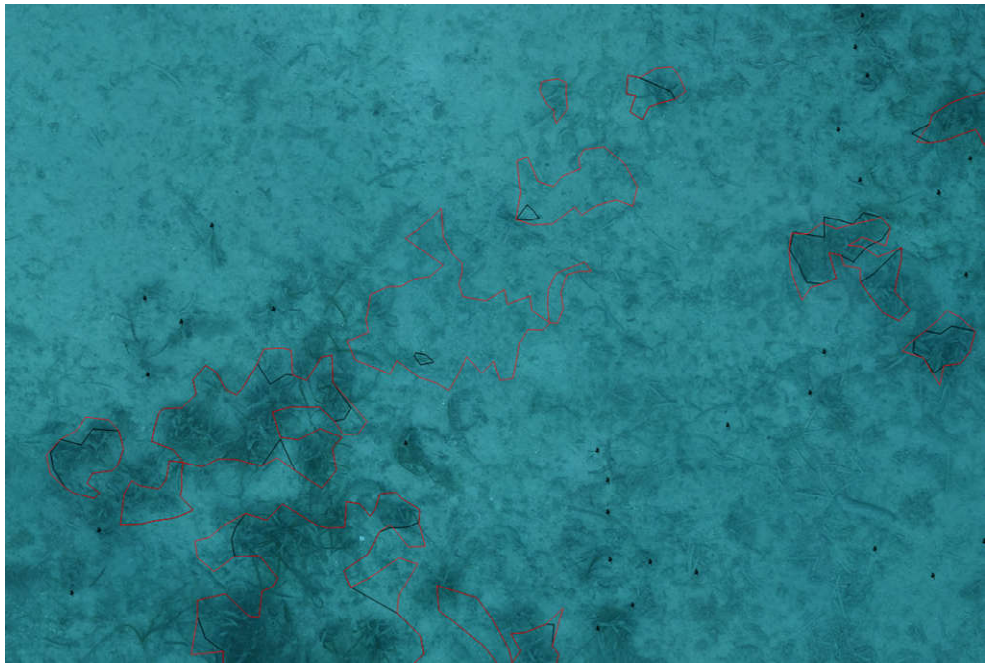


Figure 32 : Zoom sur le modèle 3D du site Mer d'Eze en 2016 (à gauche) et 2019 (à droite) illustrant la disparition de taches ainsi que la régression de l'herbier entre ces deux suivis (2019).

I.A.1.b. Mer d'Eze PI (masse d'eau FRDC10a) – Profondeur intermédiaire

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	20				
Visibilité (m)	25				
Nature du fond	☐ Sable grossier	☑ Sable fin	☐ Matte morte	☐ Substrat rocheux	☐ Autres : ...
Perturbations biologiques	☐ Caulerpa cylindracea	☐ Caulerpa taxifolia	☐ Algues filamenteuses	☐ Womersleyella setacea	☐ Autres : ...
Remarques					
Perturbations physiques	☐ Engins de pêche	☑ Traces de mouillage	☐ Structures artificielles	☐ Bloc de matte arraché	☐ Autres : ...
Pollutions	☐ Sédiments oxydés	☐ Macrodéchets	☐ Hydrocarbures	☐ Autres: ...	
Remarques					
Espèces particulières	1 NACRE MORTE 20CM				

Figure 33: Illustrations du site Mer d'Eze à la profondeur intermédiaire de -15m (2019)

b. Capteur de température

Capteur de température	
Latitude :	43 42.969
Longitude :	7 21.254
Date de pose	12/06/2019
Heure de lancement	20h00
N° capteur	20330672
Profondeur du capteur (m)	15
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Ancien capteur non retrouvé, présence de nombreuses traces de mouillage donc nouveau capteur en place au point gps dans l'herbier

Figure 34: Illustrations du capteur de température posé en 2019 à -15 m

c. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

Les indices BiPo2 et EBQI ont été calculés sur ce site en 2016 et 2019. Leurs valeurs sont indiquées dans le tableau suivant (carré rouge).

Tableau 15 : Paramètres et indicateurs mesurés à la profondeur intermédiaire comparés à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau cotière	FRDC10a	FRDC10a	
Nom du site	Mer d Eze PI	Mer d Eze PI	
Année	2016	2019	
Valeur EQR (LI)	0.38	0.45	0 – 0.48 – 0.69
Valeur BiPo (PI)	0.51	0.48	0.37 – 0.56 – 0.75
Valeur PREI (PI)	0	0	0 – 0.22 – 0.75
Valeur EBQI (PI)	3.37	4.81	2.43 – 4.59 – 6.81
Indice de confiance de l'indicateur EBQI	85.71	41.67	36.91 – 61.51 – 85.71
Profondeur intermédiaire du site (m)	15.5	15.5	13 – 15 – 17
Profondeur de la limite inférieure (m)	30	30	13 – 26.01 – 36
Densité de faisceaux à la PI (faisceaux/m2)	279	185	122 – 240.13 – 477
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m2)	64	195	0 – 144.48 – 347
Type de limite inférieure	1	1	1 – 2.65 – 5
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	-1.5	0.8	-1.5 – 2.6 – 10.5
Longueur des feuilles à la PI (mm)	569	680	237 – 572.58 – 1080

Surface foliaire à la PI (cm²/faisceaux)	0	0	0 – 95.27 – 408
Charge épiphytaire à la PI	0	0	0 – 0.05 – 0.21
Recouvrement (%) à la PI	99.83	95.67	0 – 80.84 – 100
Epibiontes (g_MS/f) à la PI	0.08	0.07	0 – 0.09 – 0.3
Pinna nobilis (ind/100m2) à la PI	0.2	0	0 – 0.45 – 10
HOM (ind/m2) à la PI	0.1	0.2	0 – 0.49 – 5.13
LOM (ind/m2) à la PI	0.03	1.03	0 – 1.16 – 10.47
Holothuries (ind/10m2) à la PI	0.66	0	0 – 1.06 – 7.67
Oursins (ind/m2) à la PI	0	0	0 – 0.31 – 9.46
Broutage (%_feuilles) à la PI	7.3	5.72	0 – 22.66 – 85.94
Téléostéens predateurs (kg WM/100m2) à la PI	0.04	0	0 – 0.19 – 1.05
Téléostéens piscivores (kg WM/100m2) à la PI	0	0	0 – 0.04 – 2.38
Téléostéens planctonivores (kg WM/100m2) à la PI	0.47	0	0 – 0.47 – 9.57
SRDI (PI)	3.9	0	0 – 2.33 – 7.33
Oiseaux (PI)	0	0	0 – 0

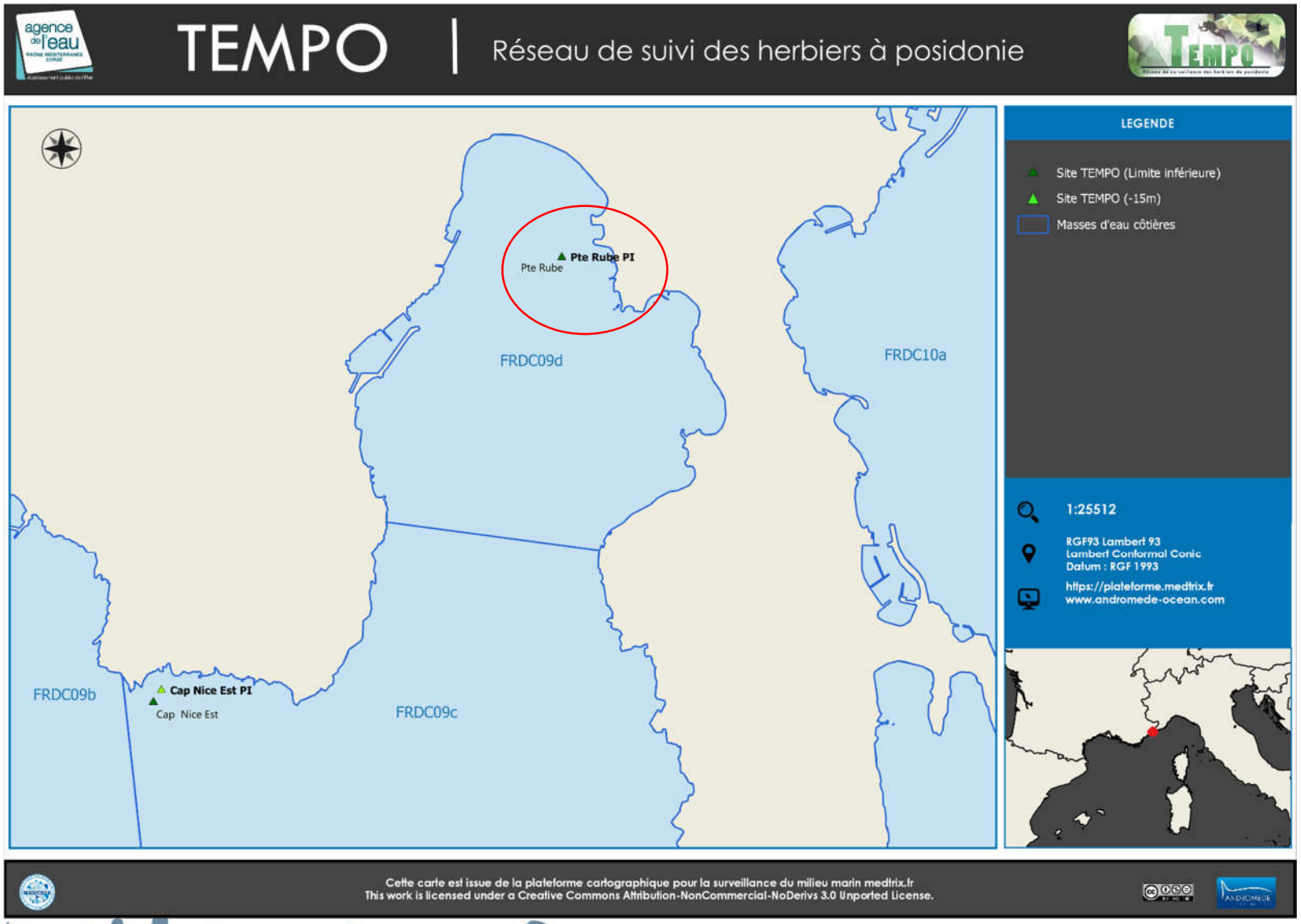
La valeur du BiPo2 est en-dessous de la moyenne régionale. Elle diminue légèrement au cours des suivis et indique **une stabilité de l'état écologique de l'herbier qui est moyen.** La diminution de la valeur de cet indice s'explique par une baisse de la densité de faisceaux en 2019.

La valeur de l'EBQI augmente au cours des suivis et indique **une amélioration de l'état écologique de l'herbier qui est moyen** (mauvais en 2016). Même s'il y a une diminution des notes des box densité, Holothuries et *Pinna nobilis*, les autres box sont stables. Par rapport au suivi de 2019, Il faut prendre en considération qu'en 2016 nous avions intégré le calcul des box Poissons - box 9 à 12- (d'où la diminution de l'indice de confiance de l'indice EBQI). Le choix a été fait de ne plus suivre dans l'indice EBQI les box Poissons, leur mauvaise calibration dans cet indice entrainant une dégradation des herbiers non en lien avec leur état. Le suivi des populations de poissons est réalisé séparément dans le cadre du réseau de surveillance **PISCIS** (https://plateforme.medtrix.fr/).

A la vue de ces éléments on peut considérer que l'état écologique du site à la profondeur intermédiaire est moyen, avec une tendance à se détériorer.

IV.A. Masse d'eau FRDC09d

La masse d'eau FRDC09d comprend le site TEMPO Pointe Rube échantillonné en 2013, 2016 puis 2019. Le site balisé en limite inférieure en 2013 n'avait pas été retrouvé en 2016 (site fortement soumis au mouillage, suspicion d'arrachage des balises), un nouveau site avait donc été mis en place.



I.A.1.b. Pointe Rube (masse d'eau FRDC09d) – Limite inférieure = Profondeur intermédiaire

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	20				
Visibilité (m)	10				
Nature du fond	☐ Sable grossier	☑ Sable fin	☑ Matte morte	☐ Substrat rocheux	☐ Autres : …
Remarques :					
Perturbations biologiques	☐ Caulerpa cylindracea	☑ Caulerpa taxifolia	☐ Algues filamenteuses	☐ Womersleyella setacea	☐ Autres : …
Remarques :	CAULERPA PARTOUT DANS LE SABLE ET DANS L'HERBIER				
Perturbations physiques	☐ Engins de pêche	☑ Traces de mouillage	☐ Structures artificielles	☐ Bloc de matte arraché	☐ Autres : …
Remarques :					
Pollutions	☐ Sédiments oxydés	☑ Macrodéchets	☐ Hydrocarbures	☐ Autres: …	
Remarques :					
Espèces particulières	2 GRANDES NACRES MORTES DE 20CM				

Figure 35 : Illustrations du site Pointe Rube en limite inférieure (2019)

Le site « **Pointe Rube** » est situé dans la masse d'eau 'Cap d'Antibes - Cap Ferrat' (FREC09d), dans la Rade de Villefranche.

Figure 36 : Pointe Rube vue de la mer

L'herbier se développe sur un fond meuble, de sable fin et de matte morte. Deux grandes nacres (*Pinna nobilis*) mortes ont été observées sur le site.

b. *Capteur de Température*

La zone étant soumise à une forte pression d'ancrage, aucun capteur de température n'a été mis en place.

c. *Mesures de vitalité et comparaison régionale*

La limite inférieure **franche en taches (à faible recouvrement) se situe à 15 mètres de profondeur.**

A -15 m, la densité en 2019 varie de 25 à 344 faisceaux/m² pour une **densité moyenne de 147±83.5 faisceaux /m²** (**149 ± 35,4 faisceaux /m²** en 2016). L'herbier est en **état médiocre en 2016 et 2019** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification (Pergent-Martini and Pergent, 2010) ; la densité est **sub-normal inférieure** (Pergent et al., 1995).

L'EQR Site est identique entre 2016 et 2019 (0,41), cette valeur est inférieure à la moyenne régionale PACA. L'EQR calculé en 2013 (0,44) sur l'ancien site (localisé à quelques dizaines de mètres de celui de 2016) était relativement proche de celui calculé en 2016 et 2019. Le site Pointe Rube conserve en 2019 un **état écologique « moyen »**.

Tableau 16 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2019).

Région	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau cotière	FRDC09d	FRDC09d	FRDC09d	
Nom du site	Pointe Rube	Pointe Rube	Pointe Rube	
Année	2013	2016	2019	
Valeur EQR LI	0.44	0.41	0.41	0.26 — 0.5 — 0.69
Type de limite inférieure	3	3	3	1 — 2.61 — 5
EQR' Type de limite inférieure	0.66	0.66	0.66	0.21 — 0.57 — 1
Profondeur de la limite inférieure (m)	15	15	15	13 — 25.78 — 36
EQR' Profondeur de la limite inférieure	0.28	0.28	0.28	0.25 — 0.59 — 0.94
Densité de faisceaux (faisceaux/m²)	192	149	147	23 — 160.48 — 371
EQR' Densité de faisceaux en limite inférieure	0.39	0.29	0.29	0.13 — 0.34 — 0.8
Déchaussement de l'herbier (cm)	6.8	0	0	-1.6 — 2.09 — 10.5

d. Perturbations observées

Figure 37 : Vue aérienne et emplacement du site (source : Bing, 2013).

De nombreuses traces de mouillage et plusieurs macrodéchets ont été observés sur le site en 2016 ainsi qu'en 2019. L'algue *Caulerpa taxifolia*, déjà présente en 2016 sur le site a de nouveau été observée en 2019 dans le sable et dans l'herbier.

e. Données historiques

Deux sites RSP sont localisés dans cette masse d'eau au droit du port de la Darse : « Villefranche Est » et « Villefranche Ouest ». Les balisages ont été mis en place en 1987. La limite inférieure se situe à une profondeur moyenne de -16 mètres. L'eau y est relativement turbide et le substrat vaso-sableux. En 2004, *Caulerpa taxifolia* occupait les espaces libres des balisages Ouest & Est parmi l'herbier discontinu. Les feuilles y étaient relativement longues (0,5 à 0,6m).

f. Cartographie des herbiers par télémétrie acoustique

Le quadrat de délimitation de l'herbier à Posidonie est composé de deux piquets permanents ancrés dans le sable et la matte morte à 15 et 16 mètres de profondeur.

Le tableau suivant présente, pour chaque période suivie, les pourcentages de discordance positive, négative et de concordance au niveau de la surface comparable du quadrat ainsi que l'indice d'évolution. Les couleurs indiquées dans les tableaux correspondent à celles des curseurs imagés qui replacent la valeur observée dans le contexte de l'étude (valeurs minimale, maximale et moyenne).

Masse d'eau côtière	FRDC09d	Échelle de comparaison Méditerranée Légende
Nom du site	Pointe Rube	
Période d'évolution	2016-2019	
% Discordance positive	0.8	0 / 77.81 / 0 / 9.38
% Discordance négative	18.32	0 / 62.38 / 0 / 10.48
% Concordance	80.88	0 / 99.94 / 0 / 74.11
Indice d'évolution de l'herbier	-0.92	-1 / 0.87 / 0 / -0.16
Surface comparée (m²)	51.2	0 / 802.8 / 0 / 133.36

Au niveau de la surface comparable du quadrat pour la période 2016-2019, on observe sur ce site 0,8 % de discordance positive, 18,32 % de discordance négative et 80,88 % de concordance. L'indice d'évolution est de -0,92.

La dynamique évolutive de l'herbier analysée par télémétrie acoustique montre un **herbier à tendance régressive depuis 2016,** à confirmer lors du prochain suivi.

g. Cartographie des herbiers par photogrammétrie - Modèles 3D

La modélisation en 3D par photogrammétrie permet d'obtenir une vision d'ensemble du site (une image à un instant t), mais également une vision fine et précise si nécessaire à l'aide de zooms. Les modèles 3D seront bientôt disponibles sur la plateforme MEDTRIX dans les projets « MODEL » et « TEMPO ».

Le modèle 3D du site Pointe Rube en 2019 a été généré suite à l'acquisition de 1945 photographies prises sous l'eau pour une durée de 60 minutes.

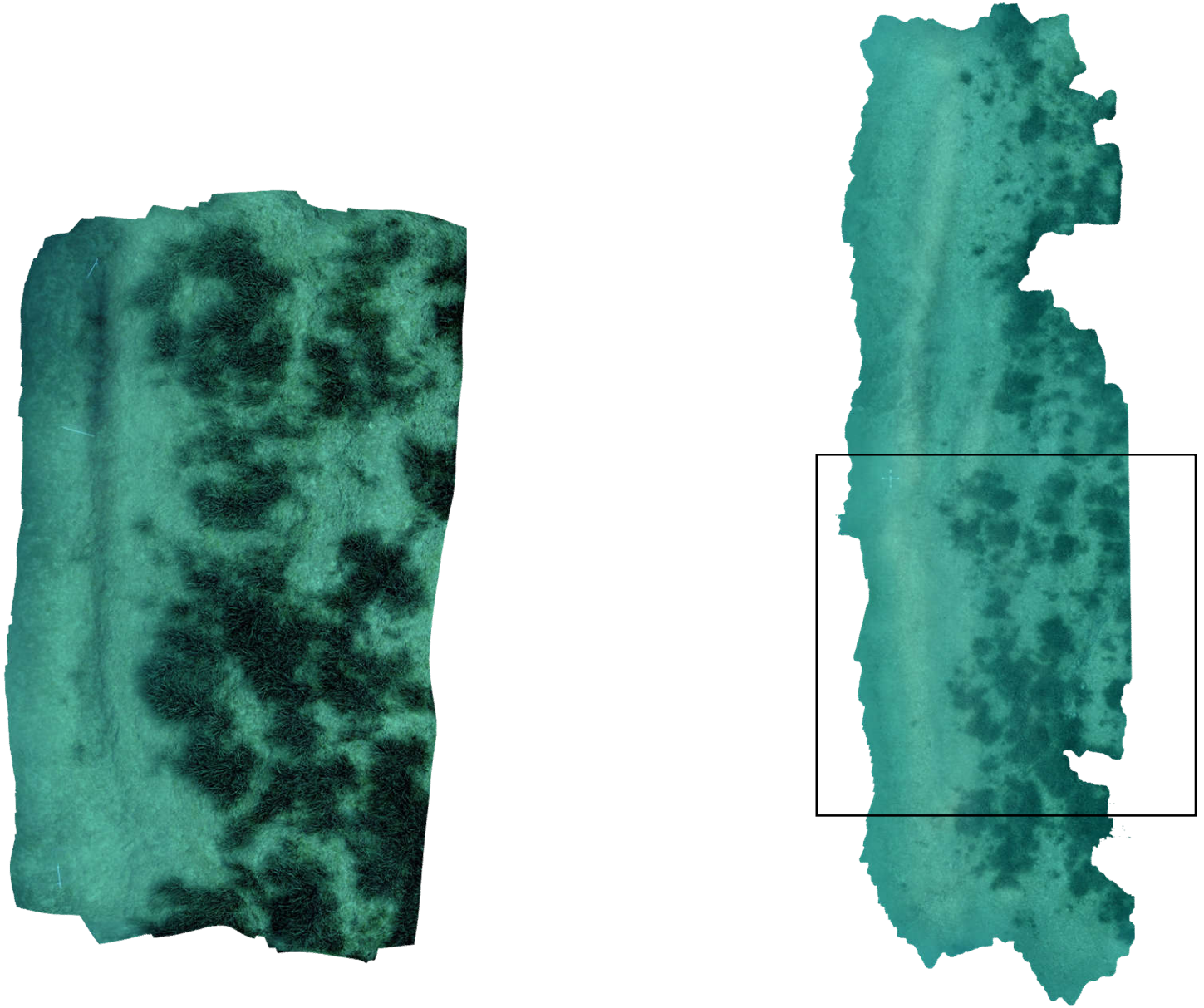
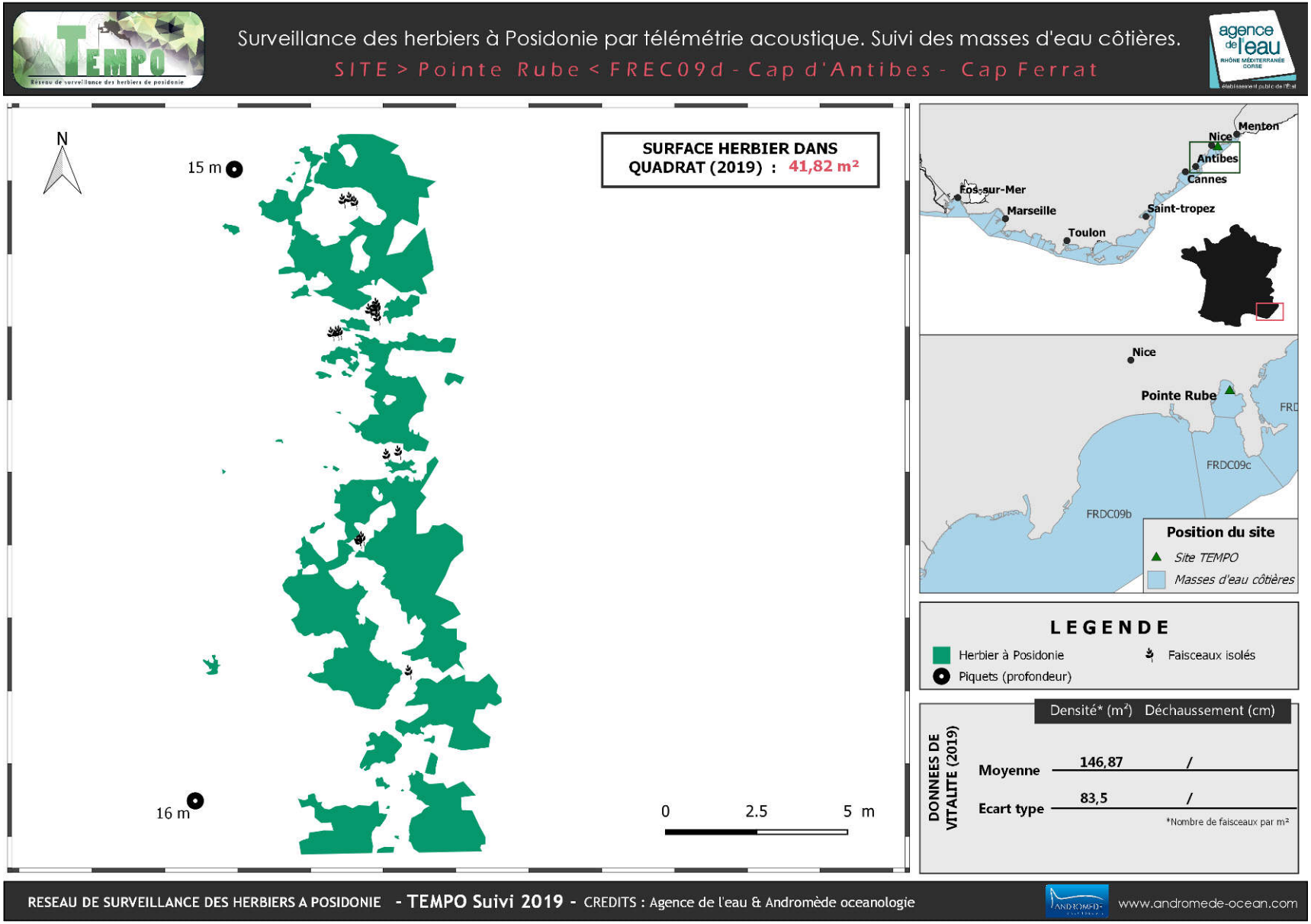


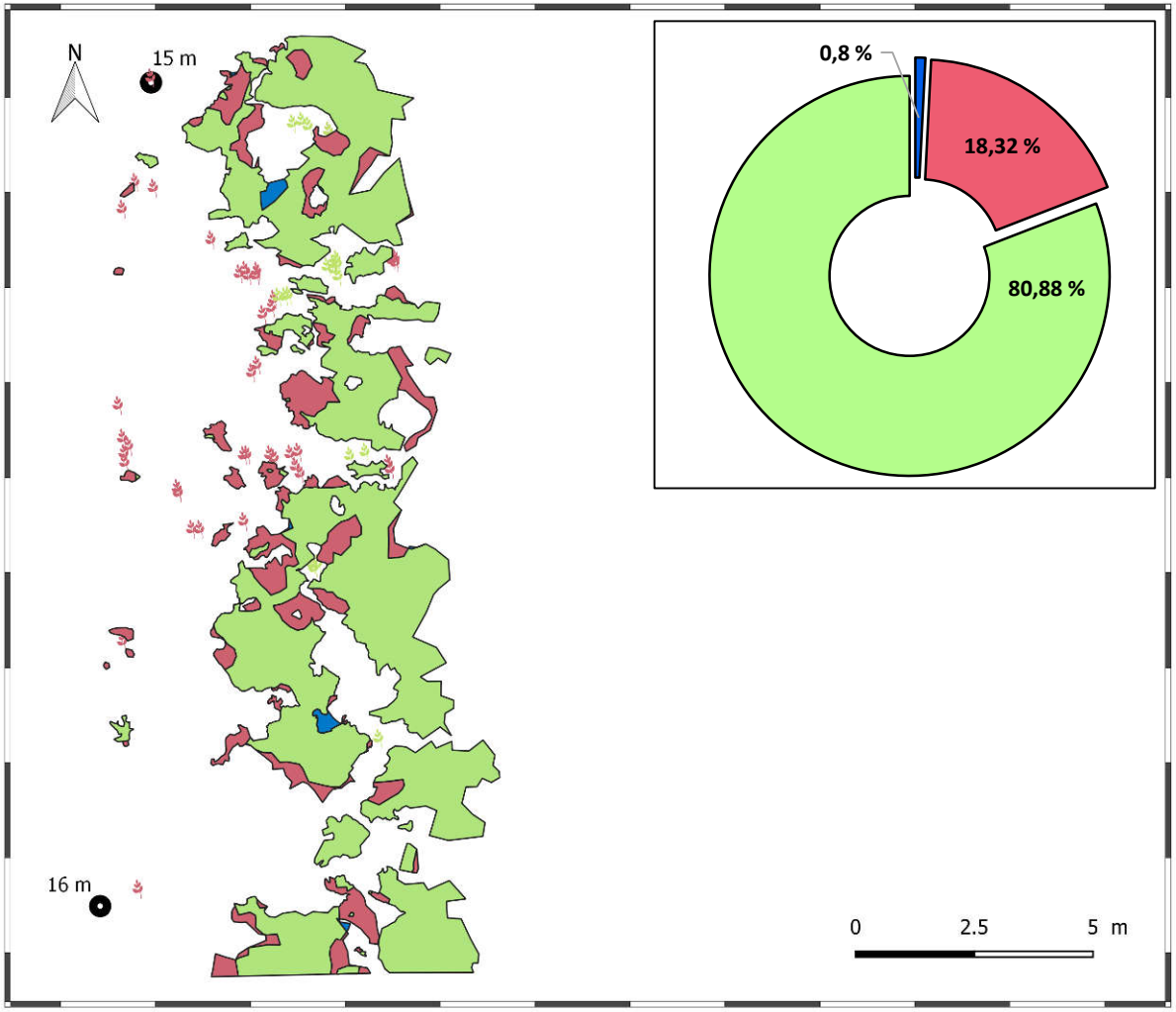
Figure 38: Vue globale du site reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2016 (à gauche) et 2019 (à droite). Le carré noir indique la localisation de la zone modélisée en 2016 (surface inférieure).

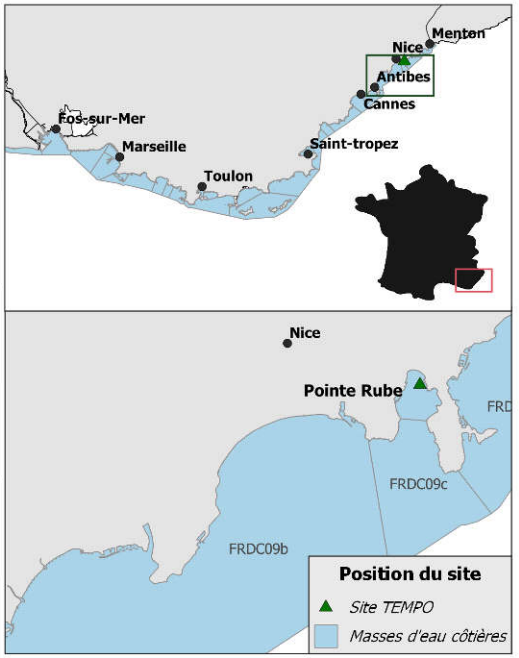
Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2019 réalisée par télémétrie acoustique ainsi que sa dynamique évolutive.


Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique. Suivi des masses d'eau côtières.
SITE > Pointe Rube < FREC09d - Cap d'Antibes - Cap Ferrat
N
15 m
16 m
SURFACE HERBIER DANS QUADRAT (2019) : 41,82 m²
0 2.5 5 m
Menton
Nice
Antibes
Cannes
Fos-sur-Mer
Marseille
Saint-tropez
Toulon
Nice
Pointe Rube
FRDC09c
FRDC09b
Position du site
Site TEMPO
Masses d'eau côtières
LEGENDE
Herbier à Posidonie
Faisceaux isolés
Piquets (profondeur)
DONNEES DE VITALITE (2019)
Densité* (m²) Déchaussement (cm)
Moyenne 146,87 /
Ecart type 83,5 /
*Nombre de faisceaux par m²
RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - TEMPO Suivi 2019 - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie
www.andromede-ocean.com

Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique.
Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre **2016 et 2019.**

SITE > Pointe Rube < FREC09d - Cap d'Antibes - Cap Ferrat





LEGENDE

Piquets (profondeur)

Faisceaux isolés

Evolution de l'herbier entre 2016 et 2019

Concordance

Discordance positive

Discordance négative

RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE **- TEMPO Suivi 2019 -** CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie www.andromede-ocean.com

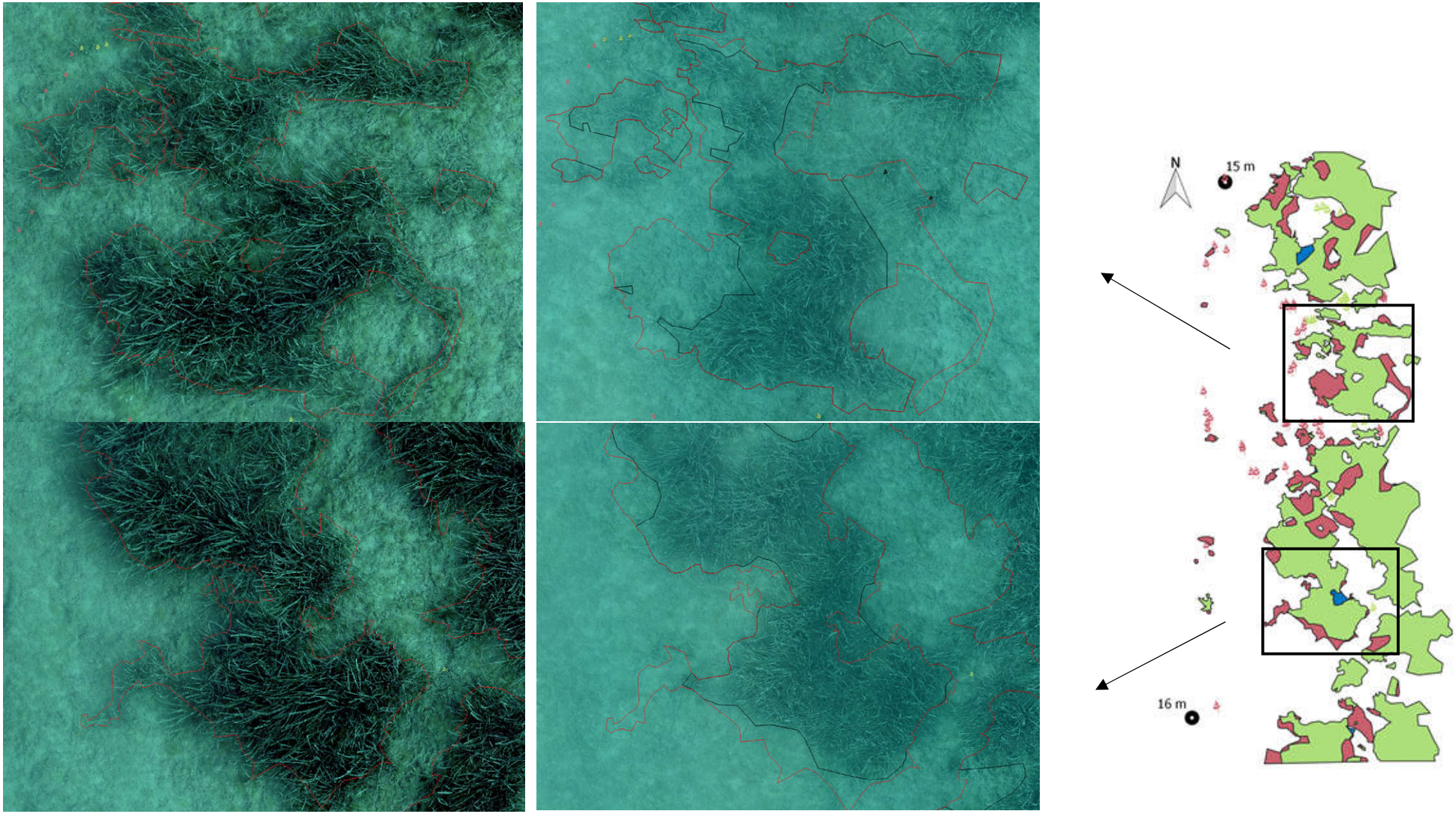


Figure 39 : Zoom sur le modèle 3D du site Pointe Rube en 2016 (à gauche) et 2019 (à droite) illustrant la disparition de taches ainsi que la régression de l'herbier entre ces deux suivis.

h. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

Les indices PREI, BiPo2 et EBQI ont été calculés sur ce site en 2016 et 2019. Leurs valeurs sont indiquées dans le tableau suivant (carré rouge).

La valeur du BiPo2 est en-dessous de la moyenne régionale. Elle est assez stable au cours des suivis et indique un état écologique de l'herbier qui est **moyen.**

La valeur du PREI augmente légèrement au cours des suivis mais indique une stabilité de l'état écologique de l'herbier qui est **moyen**.

La valeur de l'EBQI augmente au cours des suivis et indique **une amélioration de l'état écologique de l'herbier qui est bon** (mauvais en 2016). Plusieurs compartiments (recouvrement, épibiontes, HOM/LOM) ont des valeurs plus élevées en 2019 qu'en 2016. Cependant, par rapport au suivi de 2019, Il faut prendre en considération qu'en 2016 nous avions intégré le calcul des box Poissons - box 9 à 12- (d'où la diminution de l'indice de confiance de l'indice EBQI). Le choix a été fait de ne plus suivre dans l'indice EBQI les box Poissons, leur mauvaise calibration dans cet indice entrainant une dégradation des herbiers non en lien avec leur état. Le suivi des populations de poissons est réalisé séparément dans le cadre du réseau de surveillance **PISCIS** (https://plateforme.medtrix.fr/).

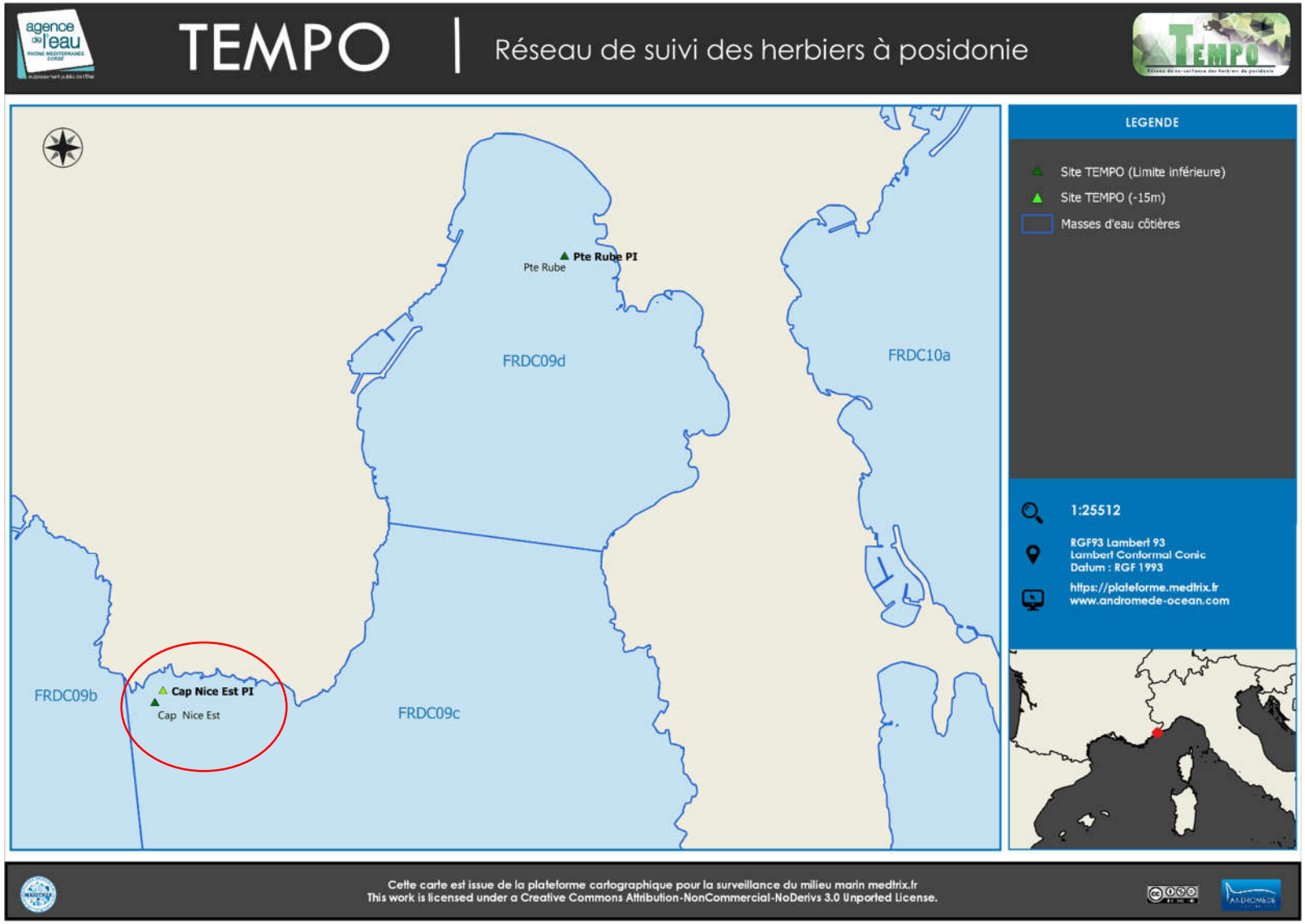
A la vue de ces éléments on peut considérer que l'état écologique du site à la profondeur intermédiaire est stable entre les deux suivis (légère amélioration), et qu'il est qualifié de moyen.

Tableau 17 : Paramètres et indicateurs mesurés à la profondeur intermédiaire comparés à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau cotière	FRDC09d	FRDC09d	
Nom du site	Pointe Rube PI	Pointe Rube PI	
Année	2016	2019	
Valeur EQR (LI)	0.41	0.41	0 – 0.48 – 0.69
Valeur BiPo (PI)	0.44	0.47	0.37 – 0.56 – 0.75
Valeur PREI (PI)	0.39	0.43	0 – 0.22 – 0.75
Valeur EBQI (PI)	3.09	6.69	2.43 – 4.59 – 6.81
Indice de confiance de l'indicateur EBQI	79.76	41.67	36.91 – 61.51 – 85.71
Profondeur intermédiaire du site (m)	15	15	13 – 15 – 17
Profondeur de la limite inférieure (m)	15	15	13 – 26.01 – 36
Densité de faisceaux à la PI (faisceaux/m2)	149	147	122 – 240.13 – 477
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m2)	149	147	0 – 144.48 – 347
Type de limite inférieure	3	3	1 – 2.65 – 5
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	0	0	-1.5 – 2.6 – 10.5
Longueur des feuilles à la PI (mm)	309	414	237 – 572.58 – 1080
Surface foliaire à la PI (cm²/faisceaux)	160	227	0 – 95.27 – 408
Charge épiphytaire à la PI	0.13	0.15	0 – 0.05 – 0.21
Recouvrement (%) à la PI	55.53	82.25	0 – 80.84 – 100
Epibiontes (g_MS/f) à la PI	0.09	0.12	0 – 0.09 – 0.3
Pinna nobilis (ind/100m2) à la PI	0.05	0.5	0 – 0.45 – 10
HOM (ind/m2) à la PI	0.4	0.07	0 – 0.49 – 5.13
LOM (ind/m2) à la PI	0.3	1.3	0 – 1.16 – 10.47
Holothuries (ind/10m2) à la PI	0.66	0.67	0 – 1.06 – 7.67
Oursins (ind/m2) à la PI	0	0	0 – 0.31 – 9.46
Broutage (%_feuilles) à la PI	11.5	14.34	0 – 22.66 – 85.94
Téléostéens predateurs (kg WM/100m2) à la PI	0.18	0	0 – 0.19 – 1.05
Téléostéens piscivores (kg WM/100m2) à la PI	0	0	0 – 0.04 – 2.38
Téléostéens planctonivores (kg WM/100m2) à la PI	0	0	0 – 0.47 – 9.57
SRDI (PI)	4.6	0	0 – 2.33 – 7.33
Oiseaux (PI)	0	0	0 – 0

IV.B. Masse d'eau FRDC09c

La masse d'eau FRDC09c comprend le site TEMPO Cap Nice Est échantillonné en 2013, 2016 et 2019.



I.A.1.a. Cap Nice Est (masse d'eau FRDC09c) – Limite inférieure

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	16				
Visibilité (m)	20				
Nature du fond	☐ Sable grossier	☑ Sable fin	☐ Matte morte	☑ Substrat rocheux	☐ Autres : …
Remarques :					
Perturbations biologiques	☐ Caulerpa cylindracea	☐ Caulerpa taxifolia	☐ Algues filamenteuses	☐ Womersleyella setacea	☐ Autres : …
Remarques :					
Perturbations physiques	☐ Engins de pêche	☐ Traces de mouillage	☐ Structures artificielles	☐ Bloc de matte arraché	☐ Autres : …
Remarques :					
Pollutions	☐ Sédiments oxydés	☐ Macrodéchets	☐ Hydrocarbures	☐ Autres: …	
Remarques :					
Espèces particulières					

Figure 40 : Illustrations du site Cap Nice Est en limite inférieure (2019)

Figure 41 : Cap Nice Est vu de la mer (2013).

Le site « **Cap Nice Est** » se situe dans la masse d'eau 'Port de commerce de Nice - Cap Ferrat' (FREC09c), face au cap du même nom, à l'Est du port de Nice.

L'herbier se développe sur substrat rocheux en pente.

b. *Capteur de Température*

Capteur de température	
Latitude :	7 17.799
Longitude :	43 41.108
Date de pose	12/06/2019
Heure de lancement	20h
N° capteur	20586628
Profondeur du capteur (m)	23,00
N° de piquet du quadrat	SUR UN PIQUET EN FER
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	ENTRE PIQUETS 1 ET 2

Figure 42 : Capteur posé en 2019 en limite inférieure

c. *Mesures de vitalité et comparaison régionale*

La limite inférieure **franche en tâches (à faible recouvrement)** se situe à **23 mètres de profondeur**.

Le **déchaussement de l'herbier est faible pour les trois années de suivi (<5cm).**

Tableau 18 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2019).

Région	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau cotière	FRDC09c	FRDC09c	FRDC09c	
Nom du site	Cap Nice Est	Cap Nice Est	Cap Nice Est	
Année	2013	2016	2019	
Valeur EQR LI	0.54	0.49	0.56	0.26 – 0.69 (0.5)
Type de limite inférieure	3	3	3	1 – 5 (2.61)
EQR' Type de limite inférieure	0.66	0.66	0.66	0.21 – 1 (0.57)
Profondeur de la limite inférieure (m)	24	24	24	13 – 36 (25.75)
EQR' Profondeur de la limite inférieure	0.51	0.51	0.51	0.25 – 0.94 (0.59)
Densité de faisceaux (faisceaux/m²)	205	160	226	23 – 371 (160.48)
EQR' Densité de faisceaux en limite inférieure	0.44	0.31	0.51	0.13 – 0.8 (0.34)
Déchaussement de l'herbier (cm)	1.2	2.6	2	-1.6 – 10.5 (2.09)

La densité en 2019 varie de 100 à 375 faisceaux/m² pour une **densité moyenne de 226±68.4 faisceaux /m² (160±55 faisceaux /m² en 2016 ;** 205±54 faisceaux /m² en 2013**)**. L'herbier est donc en **bon état en 2019 (médiocre en 2016 ; normal en 2013)** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al*., 2008 et Pergent-Martini *et al*., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al*., (1995) la densité est **normale** sur les deux années.

L'EQR site en 2013 (0,54), 2016 (0,49) et 2019 (0,55) présente des valeurs proches de la moyenne régionale PACA. Les variations des EQR sont liées à celles de la densité de faisceaux au cours des suivis**.** Sur les deux dernières années de suivi, l'EQR indiquait un **état moyen du site qui passe en bon état écologique en 2019** (mais proche de moyen)**.**

d. Perturbations observées

Le site se situe à l'Est du port de Nice où le trafic maritime est très important. Les macrodéchets (bouteilles en verre) observés en 2016 n'ont pas été retrouvés en 2019.

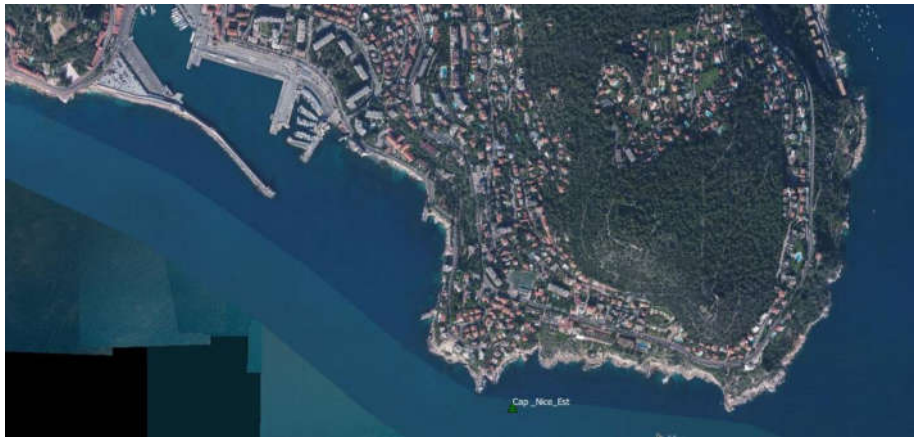


Figure 43 : Vue aérienne et emplacement du site (source : Bing, 2013)

e. Données historiques

Aucun herbier n'a été suivi dans cette masse d'eau par le RSP.

f. Cartographie des herbiers par télémétrie acoustique

Le quadrat de délimitation de l'herbier à Posidonie est composé de quatre piquets permanents ancrés dans le sable et la roche entre 23,3 et 25,7 mètres de profondeur.

L'herbier ayant une limite franche mais en taches, très morcelé, sur substrat rocheux, il est plus adapté de suivre l'évolution du linéaire de la limite inférieure et non des surfaces. **La limite inférieure de l'herbier est stable sur ce site.**

g. Cartographie des herbiers par photogrammétrie - Modèles 3D

La modélisation en 3D par photogrammétrie permet d'obtenir une vision d'ensemble du site (une image à un instant t), mais également une vision fine et précise si nécessaire à l'aide de zooms. Les modèles 3D seront bientôt disponibles sur la plateforme MEDTRIX dans les projets « MODEL » et « TEMPO ».

Le modèle 3D du site Cap Nice Est en 2019 a été généré suite à l'acquisition de 1578 photographies prises sous l'eau pour une durée de 60 minutes.

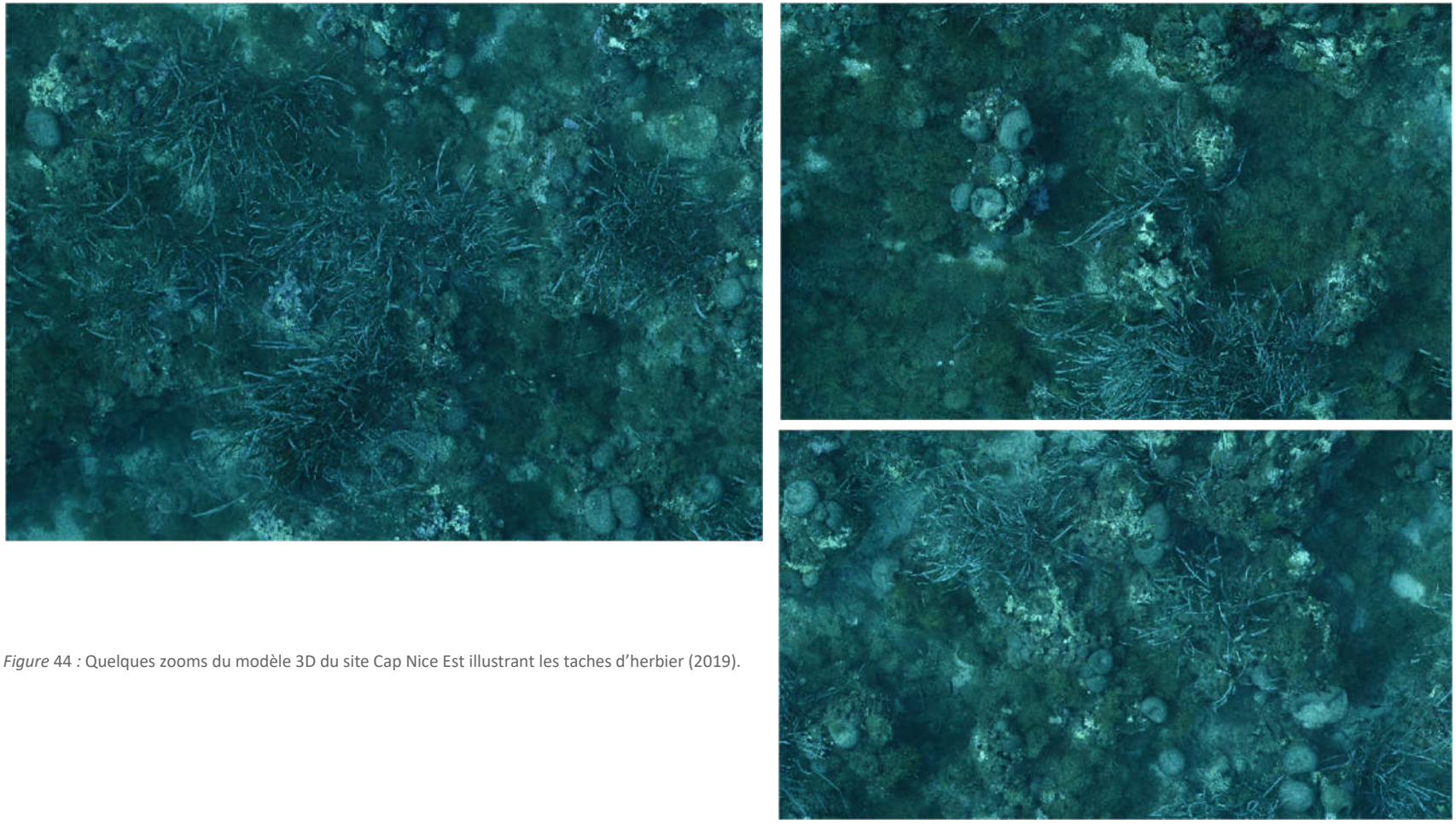


Figure 44 *:* Quelques zooms du modèle 3D du site Cap Nice Est illustrant les taches d'herbier (2019).

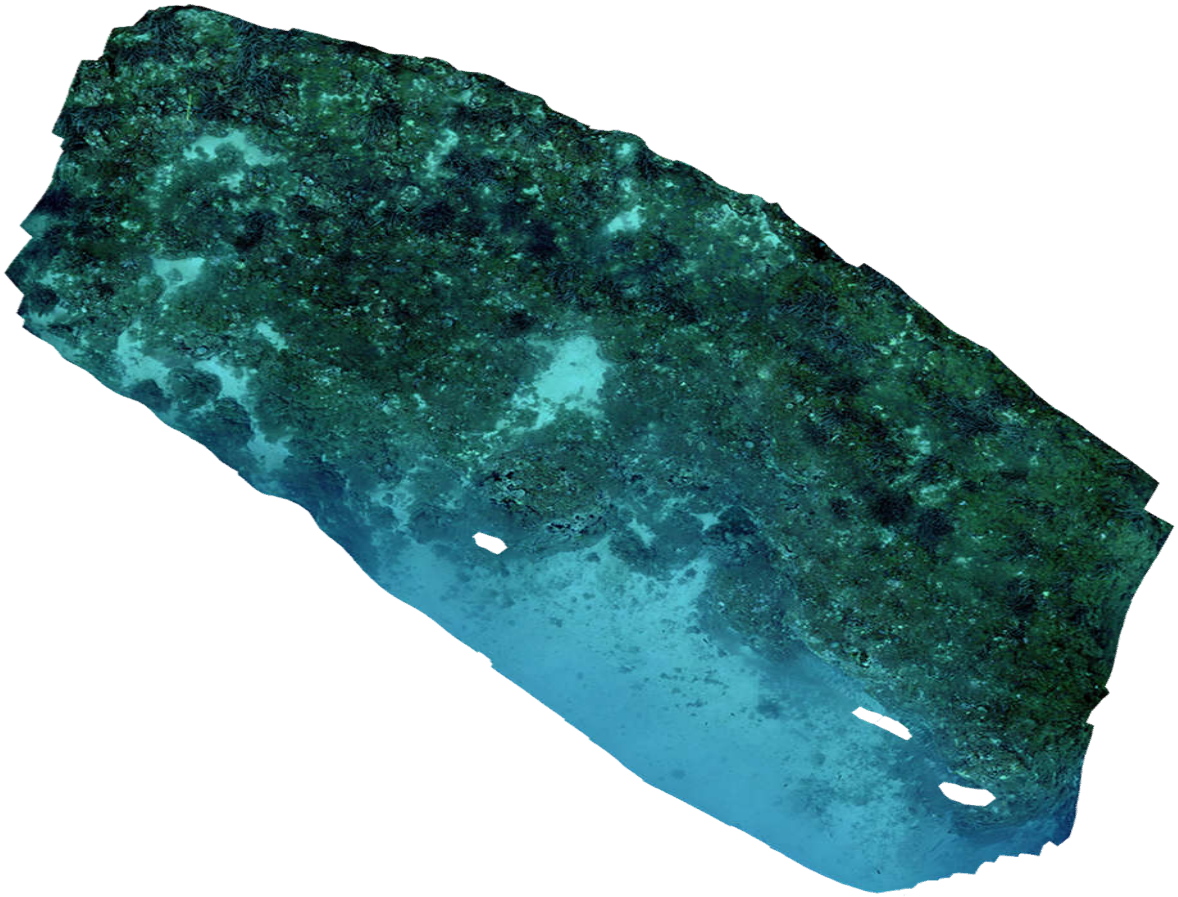
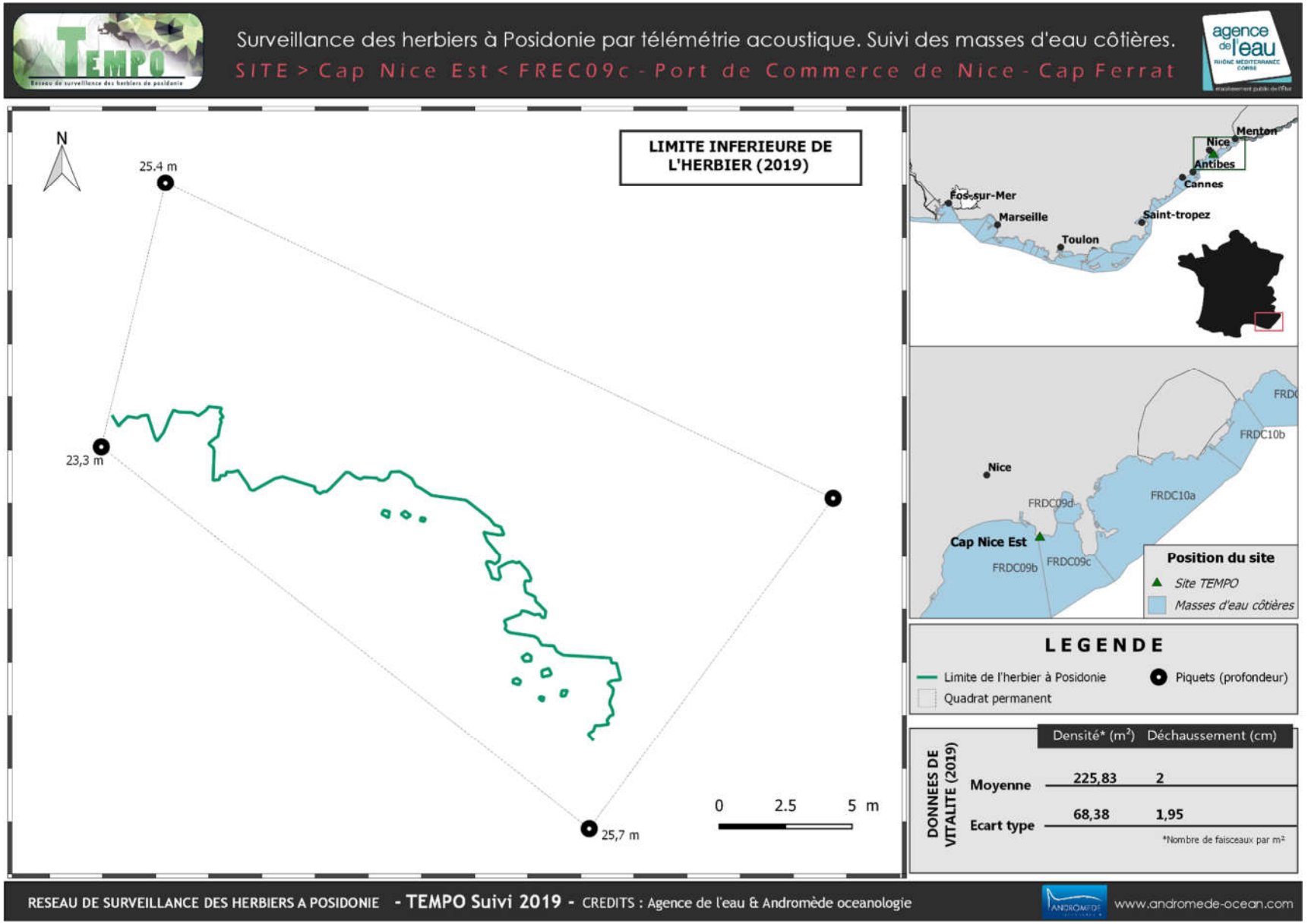
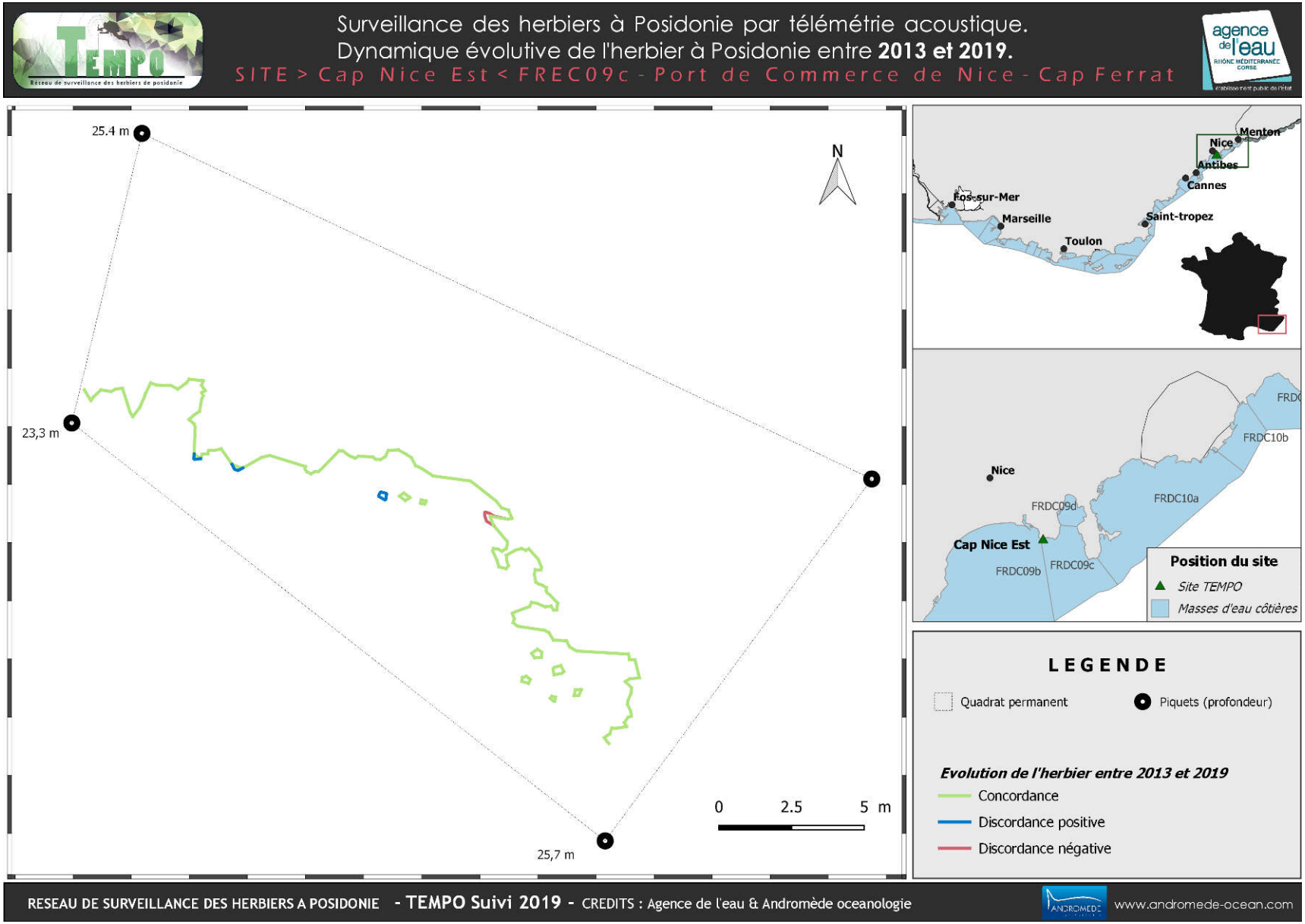
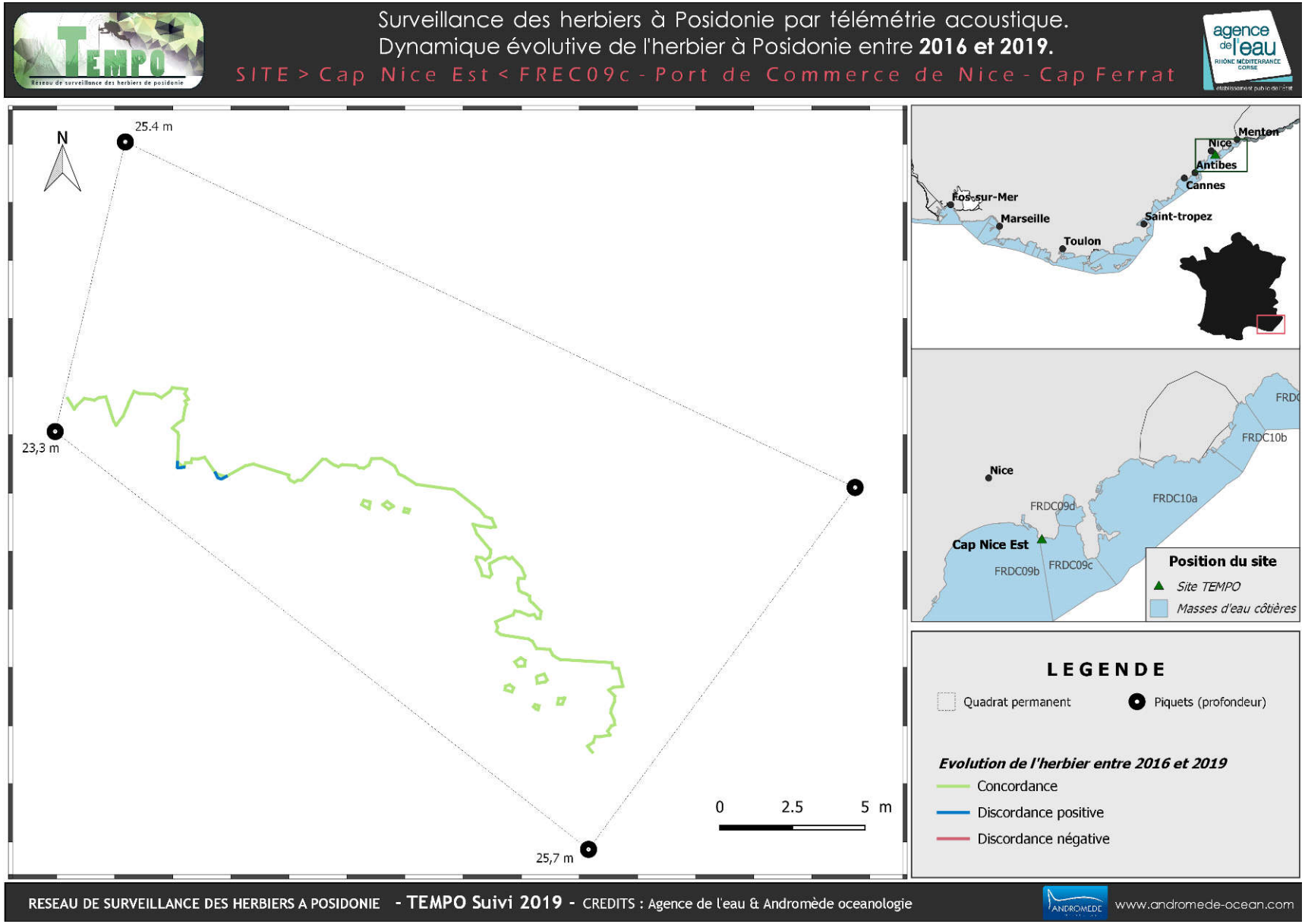


Figure 45 : Vue globale du site reconstitué en 3D par photogrammétrie

Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2019 réalisée par télémétrie acoustique ainsi que sa dynamique évolutive.


Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique. Suivi des masses d'eau côtières.
SITE > Cap Nice Est < FREC09c - Port de Commerce de Nice - Cap Ferrat
LIMITE INFERIEURE DE L'HERBIER (2019)
N
25.4 m
23,3 m
25,7 m
0 2.5 5 m
Menton
Nice
Antibes
Cannes
Fos-sur-Mer
Marseille
Toulon
Saint-tropez
FRDC10b
FRDC10a
FRDC09d
FRDC09c
FRDC09b
Cap Nice Est
Position du site
Site TEMPO
Masses d'eau côtières
LEGENDE
Limite de l'herbier à Posidonie
Piquets (profondeur)
Quadrat permanent
DONNEES DE VITALITE (2019)
Densité* (m²) Déchaussement (cm)
Moyenne 225,83 2
Ecart type 68,38 1,95
*Nombre de faisceaux par m²
RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - TEMPO Suivi 2019 - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie
www.andromede-ocean.com


Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique.
Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre 2013 et 2019.
SITE > Cap Nice Est < FREC09c - Port de Commerce de Nice - Cap Ferrat
25.4 m
23,3 m
25,7 m
N
0
2.5
5 m
Menton
Nice
Antibes
Cannes
Fos-sur-Mer
Marseille
Saint-tropez
Toulon
FRDC10b
FRDC10a
FRDC09d
FRDC09b
FRDC09c
Cap Nice Est
Position du site
Site TEMPO
Masses d'eau côtières
LEGENDE
Quadrat permanent
Piquets (profondeur)
Evolution de l'herbier entre 2013 et 2019
Concordance
Discordance positive
Discordance négative
RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - TEMPO Suivi 2019 - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie
www.andromede-ocean.com


Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique.
Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre 2016 et 2019.
SITE > Cap Nice Est < FREC09c - Port de Commerce de Nice - Cap Ferrat
N
25.4 m
23,3 m
25,7 m
0
2.5
5 m
Menton
Nice
Antibes
Cannes
Fos-sur-Mer
Marseille
Saint-tropez
Toulon
FRDC10b
FRDC10a
FRDC09d
Cap Nice Est
FRDC09b
FRDC09c
Position du site
Site TEMPO
Masses d'eau côtières
LEGENDE
Quadrat permanent
Piquets (profondeur)
Evolution de l'herbier entre 2016 et 2019
Concordance
Discordance positive
Discordance négative
RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - TEMPO Suivi 2019 - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie
www.andromede-ocean.com

I.A.1.c. Cap Nice Est PI (masse d'eau FRDC09c) – Profondeur intermédiaire

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	20				
Visibilité (m)	20				
Nature du fond	☐ Sable grossier	☐ Sable fin	☐ Matte morte	☑ Substrat rocheux	☐ Autres : ...
Perturbations biologiques	☐ Caulerpa cylindracea	☐ Caulerpa taxifolia	☐ Algues filamenteuses	☐ Womersleyella setacea	☐ Autres : ...
Remarques					
Perturbations physiques	☐ Engins de pêche	☐ Traces de mouillage	☐ Structures artificielles	☐ Bloc de matte arraché	☐ Autres : ...
Pollutions	☐ Sédiments oxydés	☐ Macrodéchets	☐ Hydrocarbures	☐ Autres: ...	
Remarques					
Espèces particulières	*1 GRANDE NACRE VIVANTE ET UNE GRANDE NACRE MORTE*				

Figure 46: Illustrations du site Cap Nice Est à la profondeur intermédiaire de -15m (2019)

b. Capteur de température

Capteur de température	
Latitude :	**43 41.135**
Longitude :	**7 17.825**
Date de pose	12/06/2019
Heure de lancement	20h00
N° capteur	20586605
Profondeur du capteur (m)	15
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	CAPTEUR DANS L'HERBIER SUR UN PIQUET

Figure 47: Illustrations du capteur de température posé en 2016 (à gauche) et 2019 (à droite) à -15m.

c. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

Les indices BiPo2 et EBQI ont été calculés sur ce site en 2016 *et 2019.* Leurs valeurs sont indiquées dans le tableau suivant (carré rouge).

Tableau 19 : Paramètres et indicateurs mesurés à la profondeur intermédiaire comparés à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau cotière	FRDC09c	FRDC09c	
Nom du site	Cap Nice Est PI	Cap Nice Est PI	
Année	2016	2019	
Valeur EQR (LI)	0.49	0.55	0 — 0.48 — 0.69
Valeur BiPo (PI)	0.54	0.47	0.37 — 0.56 — 0.75
Valeur PREI (PI)	0	0	0 — 0.22 — 0.75
Valeur EBQI (PI)	4.24	5.81	2.43 — 4.59 — 6.81
Indice de confiance de l'indicateur EBQI	84.9	41.67	36.91 — 61.51 — 85.71
Profondeur intermédiaire du site (m)	15	15	13 — 15 — 17
Profondeur de la limite inférieure (m)	24	23	13 — 26.01 — 36
Densité de faisceaux à la PI (faisceaux/m2)	205	177	122 — 240.13 — 477
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m2)	160	226	0 — 144.48 — 347
Type de limite inférieure	3	3	1 — 2.65 — 5
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	2.6	2	-1.5 — 2.6 — 10.5
Longueur des feuilles à la PI (mm)	346	550	237 — 572.58 — 1080

Surface foliaire à la PI (cm²/faisceaux)	0	0	0 — 95.27 — 408
Charge épiphytaire à la PI	0	0	0 — 0.05 — 0.21
Recouvrement (%) à la PI	99	97.6	0 — 80.84 — 100
Epibiontes (g_MS/f) à la PI	0.07	0.23	0 — 0.09 — 0.3
Pinna nobilis (ind/100m2) à la PI	0.2	0	0 — 0.45 — 10
HOM (ind/m2) à la PI	0.3	0.03	0 — 0.49 — 5.13
LOM (ind/m2) à la PI	0.07	0.63	0 — 1.16 — 10.47
Holothuries (ind/10m2) à la PI	0	0	0 — 1.06 — 7.67
Oursins (ind/m2) à la PI	0.3	0	0 — 0.31 — 9.46
Broutage (%_feuilles) à la PI	30.5	29.41	0 — 22.66 — 85.94
Téléostéens predateurs (kg WM/100m2) à la PI	0.68	0	0 — 0.19 — 1.05
Téléostéens piscivores (kg WM/100m2) à la PI	0	0	0 — 0.04 — 2.38
Téléostéens planctonivores (kg WM/100m2) à la PI	0.19	0	0 — 0.47 — 9.57
SRDI (PI)	4.9	0	0 — 2.33 — 7.33
Oiseaux (PI)	0	0	0 — 0 — 0

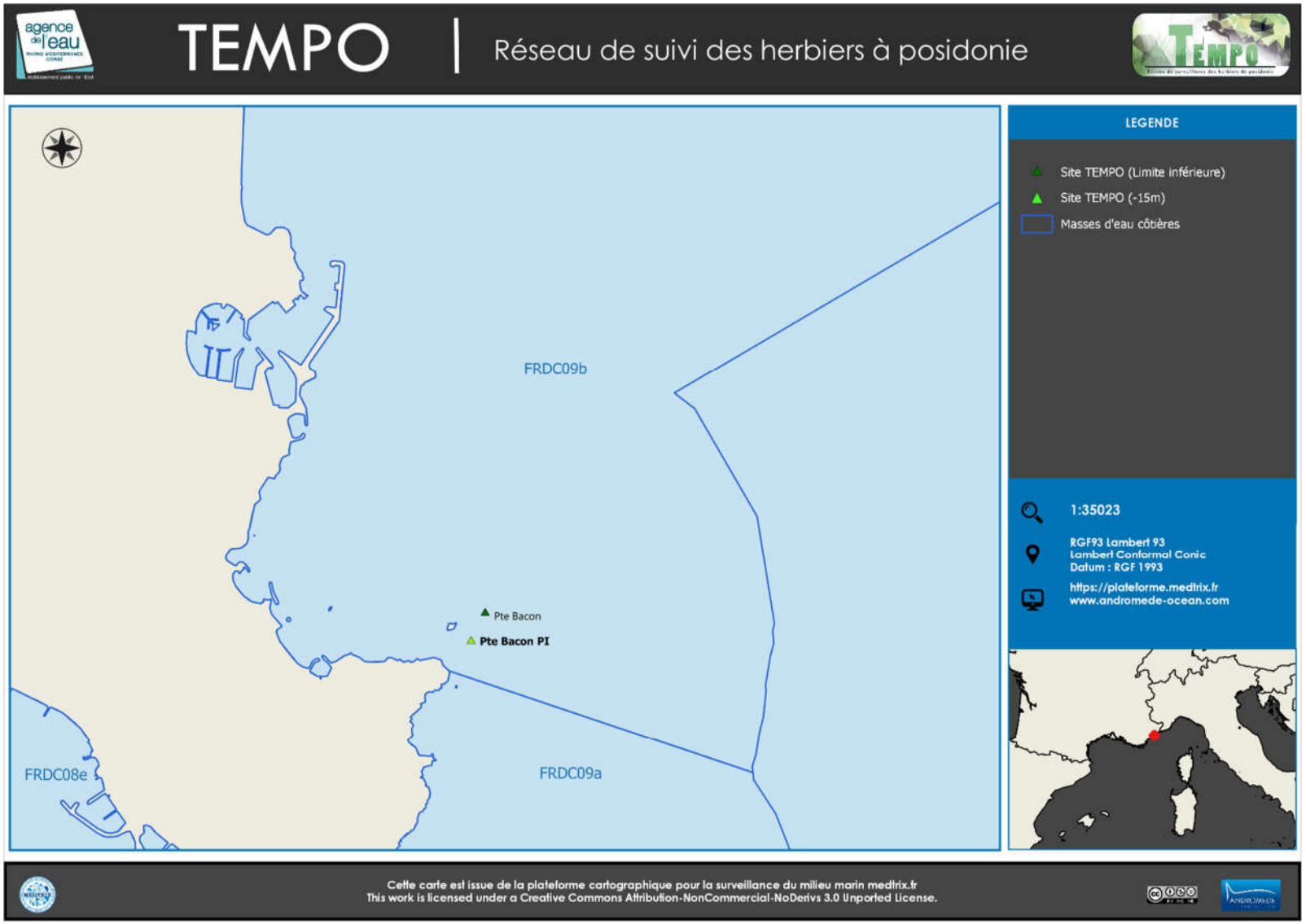
La valeur du BiPo2 est en-dessous de la moyenne régionale. Elle diminue au cours des suivis et indique **une stabilité de l'état écologique de l'herbier qui est moyen.** La diminution de la valeur de cet indice s'explique par une baisse de la densité de faisceaux en 2019.

La valeur de l'EBQI augmente au cours des suivis et indique **une amélioration de l'état écologique de l'herbier qui est moyen** (médiocre en 2016). On observe une stabilité dans les notes des différents compartiments entre les suivis. Par rapport au suivi de 2019, Il faut prendre en considération qu'en 2016 nous avions intégré le calcul des box Poissons - box 9 à 12- (d'où la diminution de l'indice de confiance de l'indice EBQI). Le choix a été fait de ne plus suivre dans l'indice EBQI les box Poissons, leur mauvaise calibration dans cet indice entrainant une dégradation des herbiers non en lien avec leur état. Le suivi des populations de poissons est réalisé séparément dans le cadre du réseau de surveillance **PISCIS** (https://plateforme.medtrix.fr/).

A la vue de ces éléments on peut considérer que l'état écologique du site à la profondeur intermédiaire est stable entre les deux suivis, et qu'il est qualifié de moyen.

IV.C. Masse d'eau FRDC09b

La masse d'eau FRDC09b comprend le site TEMPO Pointe Bacon échantillonné en 2013, 2016 et 2019.



I.A.1.c. Pointe Bacon (masse d'eau FRDC09b) – Limite inférieure

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	18				
Visibilité (m)	10				
Nature du fond	☐ Sable grossier	☐ Sable fin	☐ Matte morte	☑ Substrat rocheux	☐ Autres : …
Remarques :					
Perturbations biologiques	☑ Caulerpa cylindracea	☐ Caulerpa taxifolia	☐ Algues filamenteuses	☐ Womersleyella setacea	☐ Autres : …
Remarques :					
Perturbations physiques	☐ Engins de pêche	☐ Traces de mouillage	☐ Structures artificielles	☐ Bloc de matte arraché	☐ Autres : …
Remarques :					
Pollutions	☐ Sédiments oxydés	☐ Macrodéchets	☐ Hydrocarbures	☐ Autres: …	
Remarques :					
Espèces particulières					

Figure 48 : Vue générale du site Pointe bacon en limite inférieure (2019)

Le site « **Pointe Bacon** » est situé à l'Ouest de la masse d'eau 'Port Antibes - Port de commerce de Nice' (FREC09b), au Nord de la pointe du même nom, à l'Ouest de la baie des Anges.

L'herbier se développe sur un fond rocheux.

Figure 49 : Pointe Bacon vue de la mer (2013)

b. *Capteur de Température*

Capteur de température	
Latitude :	43 34.345
Longitude :	7 08.586
Date de pose	13/06/2019
Heure de lancement	20h
N° capteur	20586645
Profondeur du capteur (m)	19,00
N° de piquet du quadrat	1
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Sur le piquet n ° 1 dans le tombant en dessous de la lim inf à 19m

Figure 50 : Capteur posé en 2019 en limite inférieure

c. *Mesures de vitalité et comparaison régionale*

La limite inférieure **franche en tâches (à faible recouvrement)** se situe à **18 mètres de profondeur**.

Tableau 21 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2019).

Région	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau cotière	FRDC09b	FRDC09b	FRDC09b	
Nom du site	Pointe Bacon	Pointe Bacon	Pointe Bacon	
Année	2013	2016	2019	
Valeur EQR LI	0.46	0.48	0.46	0.26 – 0.5 – 0.69
Type de limite inférieure	3	3	3	1 – 2.61 – 5
EQR' Type de limite inférieure	0.66	0.66	0.66	0.21 – 0.57 – 1
Profondeur de la limite inférieure (m)	18	18.3	18.3	13 – 25.78 – 36
EQR' Profondeur de la limite inférieure	0.31	0.32	0.32	0.25 – 0.59 – 0.94
Densité de faisceaux (faisceaux/m²)	197	212	193	23 – 160.48 – 371
EQR' Densité de faisceaux en limite inférieure	0.41	0.46	0.39	0.13 – 0.34 – 0.8
Déchaussement de l'herbier (cm)	2	4.7	4.3	-1.6 – 2.09 – 10.5

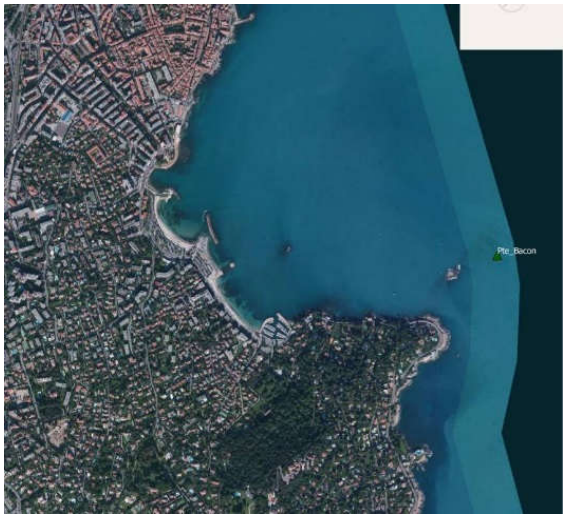
La densité en 2019 varie de 100 à 350 faisceaux/m² pour une **densité moyenne de 193±67.6 faisceaux /m² (212±67,6 faisceaux /m² en 2016 ;** 197±56,9 faisceaux /m² en 2013**).** L'herbier est donc en **état médiocre en 2019 (normal en 2016 ; médiocre en 2013)** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al*., 2008 et Pergent-Martini *et al*., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al*., (1995) la densité est sub-normale inférieure **en 2019 (normale** en 2016 et sub-normale inférieure en 2013).

Le **déchaussement de l'herbier est faible pour les trois années de suivi (<5 cm).**

L'EQR Site en 2013 (0,46), 2016 (0,48) et 2019 (0.46) présente des valeurs en dessous de la moyenne régionale PACA. Le statut du site Pointe Bacon conserve en 2019 un **état écologique « moyen »**.

d. Perturbations observées

Il se situe dans une zone sensible : turbidité du fleuve Var (entrainant un envasement du site notable en plongée sous-marine), courant liguro-provençal et proximité des rejets urbains.



Une corde de pêche abandonnée a été observée en 2013 et 2016. De nombreux *Codium bursa*, signe de perturbation du milieu, ont été rencontrés sur la roche durant ces mêmes années.

On note la présence de l'algue *Caulerpa cylindracea* sur le site en 2019.

Figure 51 : Vue aérienne et emplacement du site (source : Bing, 2013)

e. Données historiques

Aucun herbier n'a été suivi dans cette masse d'eau par le RSP.

f. Cartographie des herbiers par télémétrie acoustique

Le quadrat de délimitation de l'herbier à Posidonie est composé de quatre piquets permanents ancrés dans le sable et la roche entre 12,5 et 19 mètres de profondeur.

Le tableau suivant présente, pour chaque période suivie, les pourcentages de discordance positive, négative et de concordance au niveau de la surface comparable du quadrat ainsi que l'indice d'évolution. Les couleurs indiquées dans les tableaux correspondent à celles des curseurs imagés qui replacent la valeur observée dans le contexte de l'étude (valeurs minimale, maximale et moyenne).

Masse d'eau côtière	FRDC09b	FRDC09b	FRDC09b	Échelle de comparaison Méditerranée Légende
Nom du site	Pointe Bacon	Pointe Bacon	Pointe Bacon	
Période d'évolution	2013-2016	2013-2019	2016-2019	
% Discordance positive	1.68	6.8	4.58	0 — 77.81 — 9.38
% Discordance négative	1.8	1.27	1.53	0 — 62.38 — 10.48
% Concordance	96.52	91.93	93.89	0 — 99.94 — 74.11
Indice d'évolution de l'herbier	-0.03	0.69	0.5	-1 — 0.87 — -0.16
Surface comparée (m²)	84.5	70.99	71.37	0 — 802.8 — 133.36

Au niveau de la surface comparable du quadrat pour la période 2016-2019, on observe sur ce site 4,58 % de discordance positive, 1,53 % de discordance négative et 93,89 % de concordance. L'indice d'évolution est de -0,5. On note que la surface comparée entre 2013 et 2016 est un peu plus importante que celle reportée entre 2013-2019 et 2016-2019. La diminution de la surface comparée en 2019 est liée à la re délimitation du quadrat au niveau des piquets 2 et 3.

La dynamique évolutive de l'herbier analysée par télémétrie acoustique montre un herbier **à tendance stable entre 2013 et 2016 puis à tendance progressive à partir de 2016,** à confirmer lors du prochain suivi.

g. Cartographie des herbiers par photogrammétrie - Modèles 3D

La modélisation en 3D par photogrammétrie permet d'obtenir une vision d'ensemble du site (une image à un instant t), mais également une vision fine et précise si nécessaire à l'aide de zooms. Les modèles 3D seront bientôt disponibles sur la plateforme MEDTRIX dans les projets « MODEL » et « TEMPO ».

Le modèle 3D du site Mer d'Eze en 2019 a été généré suite à l'acquisition de 1221 photographies prises sous l'eau pour une durée de 60 minutes.

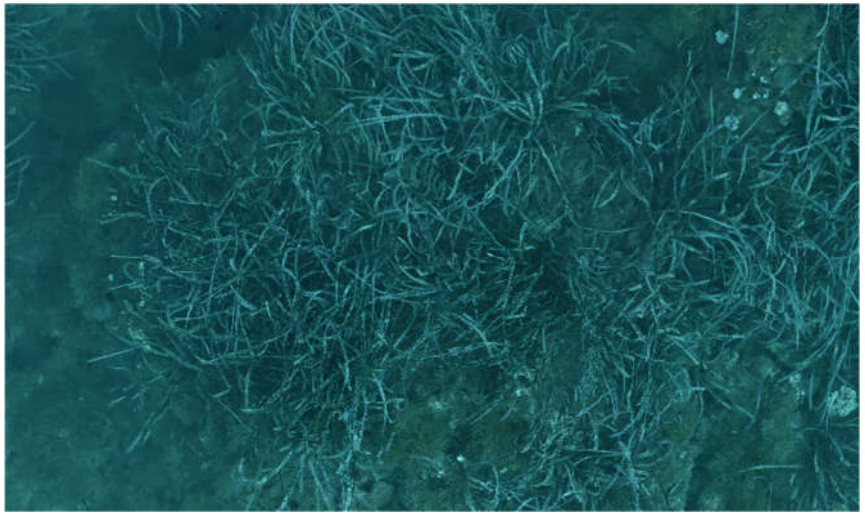


Figure 52° : Zoom du modèle 3D du site Pointe Bacon illustrant herbier continu et taches d'herbier (2019).

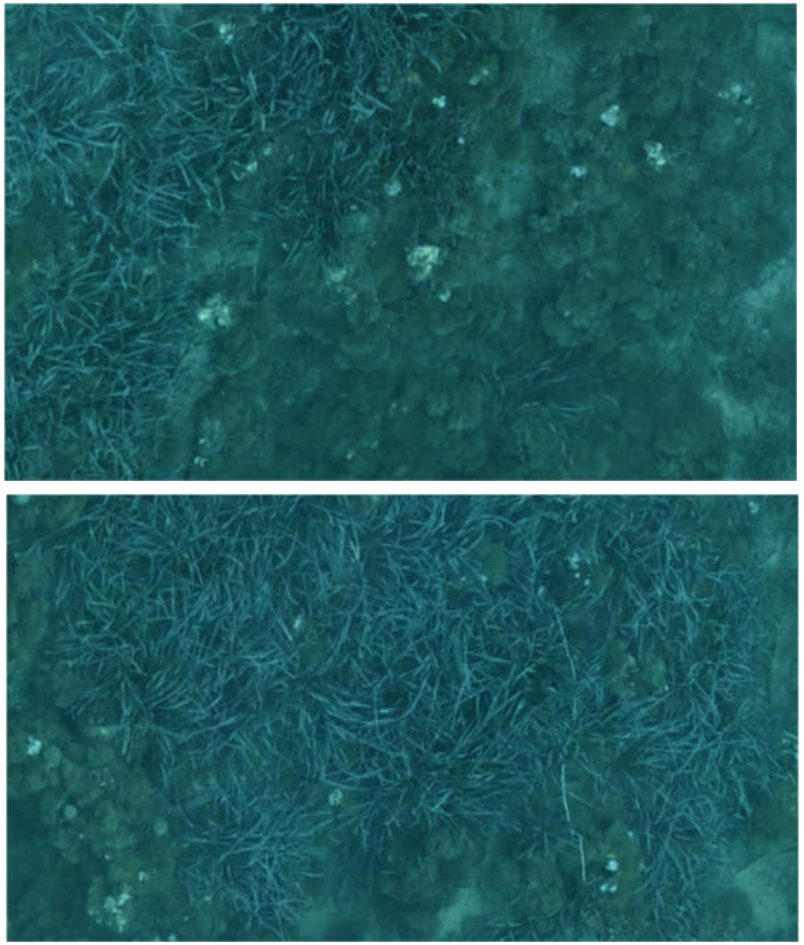


Figure 53° : Quelques zooms du modèle 3D du site Pointe Bacon illustrant herbier continu et taches d'herbier (2019).

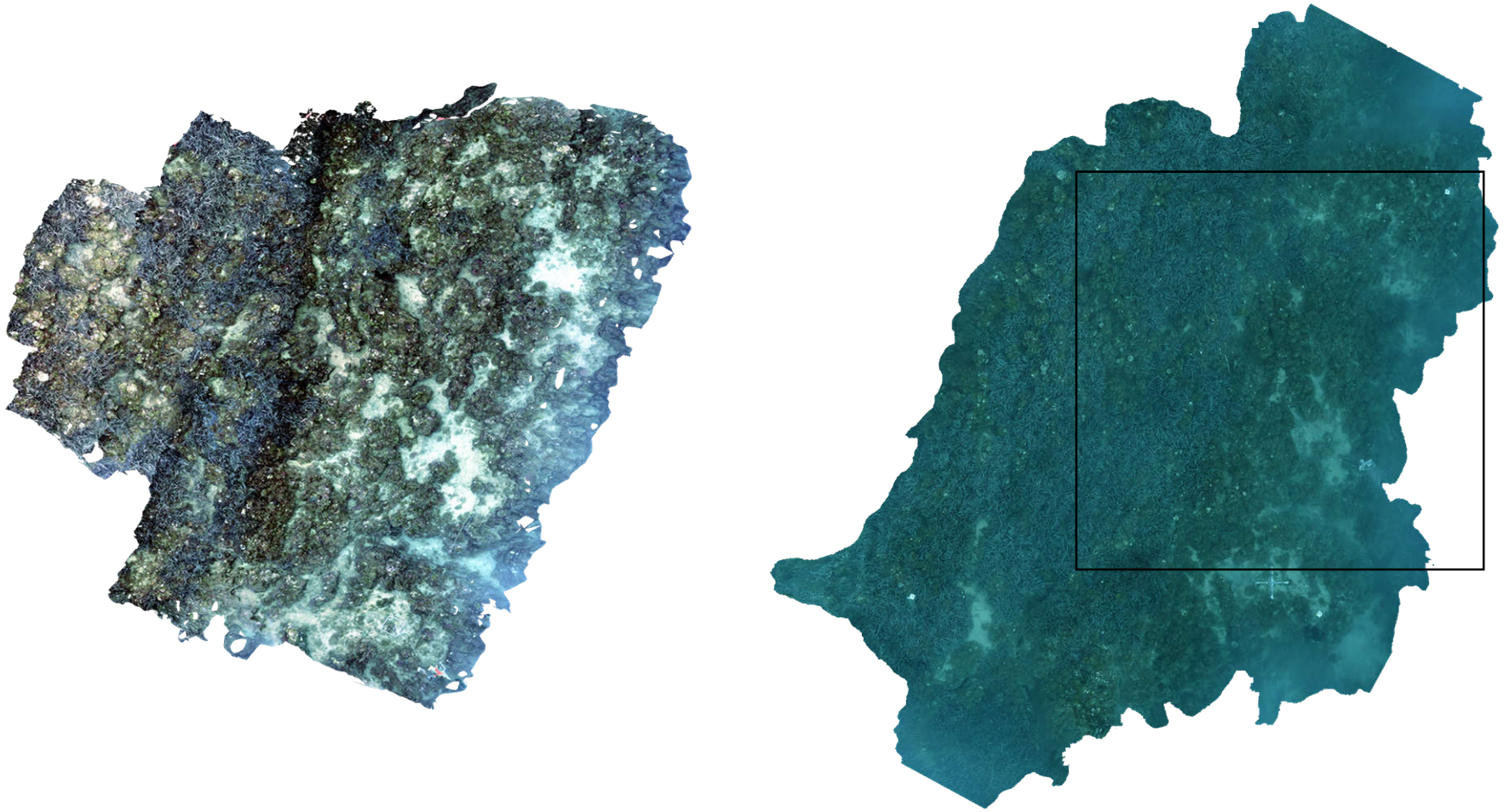
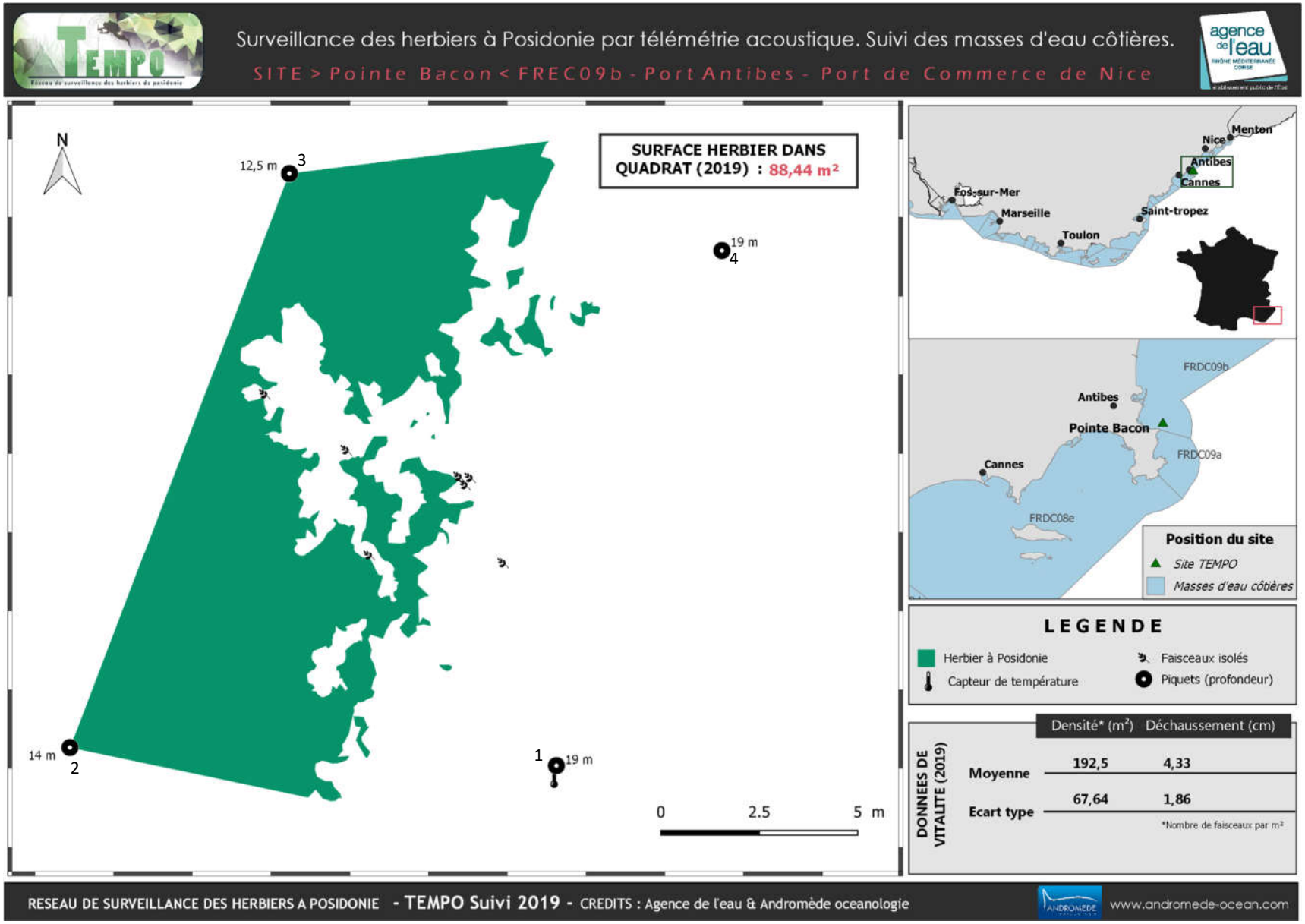


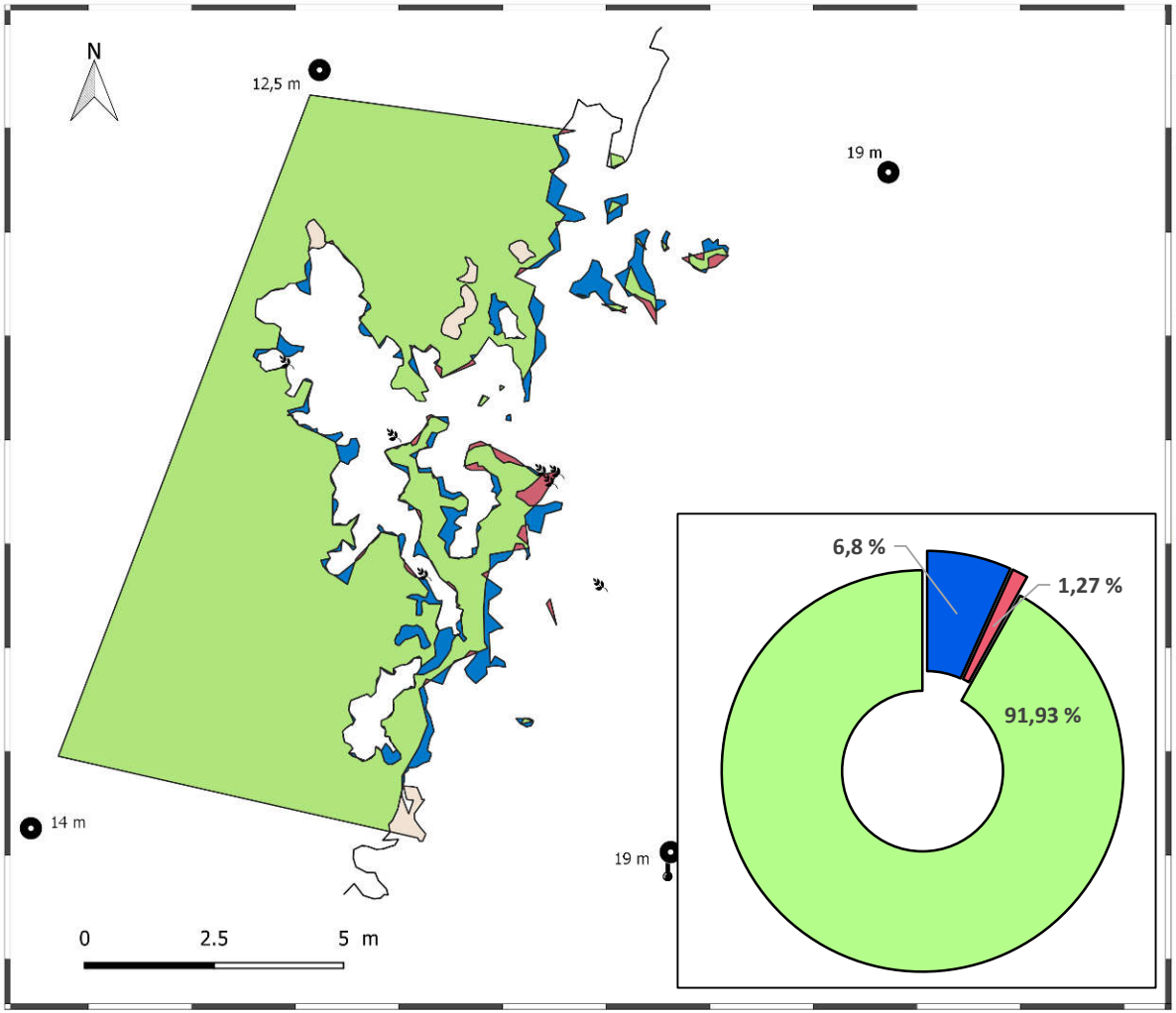
Figure 54 : Vue globale du site reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2016 (à gauche) et 2019 (à droite). Le carré noir indique la localisation de la zone modélisée en 2016.

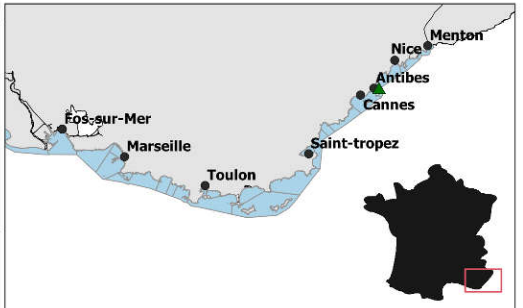
Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2019 réalisée par télémétrie acoustique ainsi que sa dynamique évolutive.

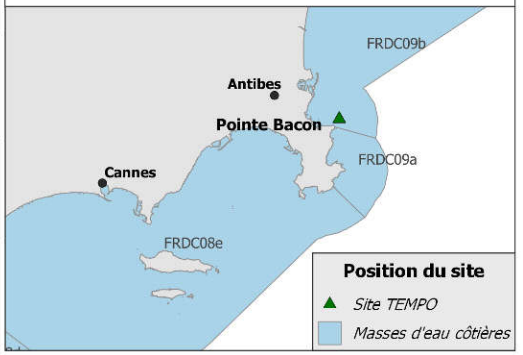

Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique. Suivi des masses d'eau côtières.
SITE > Pointe Bacon < FREC09b - Port Antibes - Port de Commerce de Nice
N
SURFACE HERBIER DANS QUADRAT (2019) : 88,44 m²
12,5 m
3
19 m
4
14 m
2
19 m
1
0
2.5
5 m
Menton
Nice
Antibes
Cannes
Fos-sur-Mer
Marseille
Saint-tropez
Toulon
FRDC09b
Antibes
Pointe Bacon
FRDC09a
Cannes
FRDC08e
Position du site
Site TEMPO
Masses d'eau côtières
LEGENDE
Herbier à Posidonie
Faisceaux isolés
Capteur de température
Piquets (profondeur)
DONNEES DE VITALITE (2019)
Densité* (m²)
Déchaussement (cm)
Moyenne
192,5
4,33
Ecart type
67,64
1,86
*Nombre de faisceaux par m²
RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - TEMPO Suivi 2019 - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie
www.andromede-ocean.com

Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique.
Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre **2013 et 2019.**

SITE > Pointe Bacon < FREC09b - Port Antibes - Port de Commerce de Nice







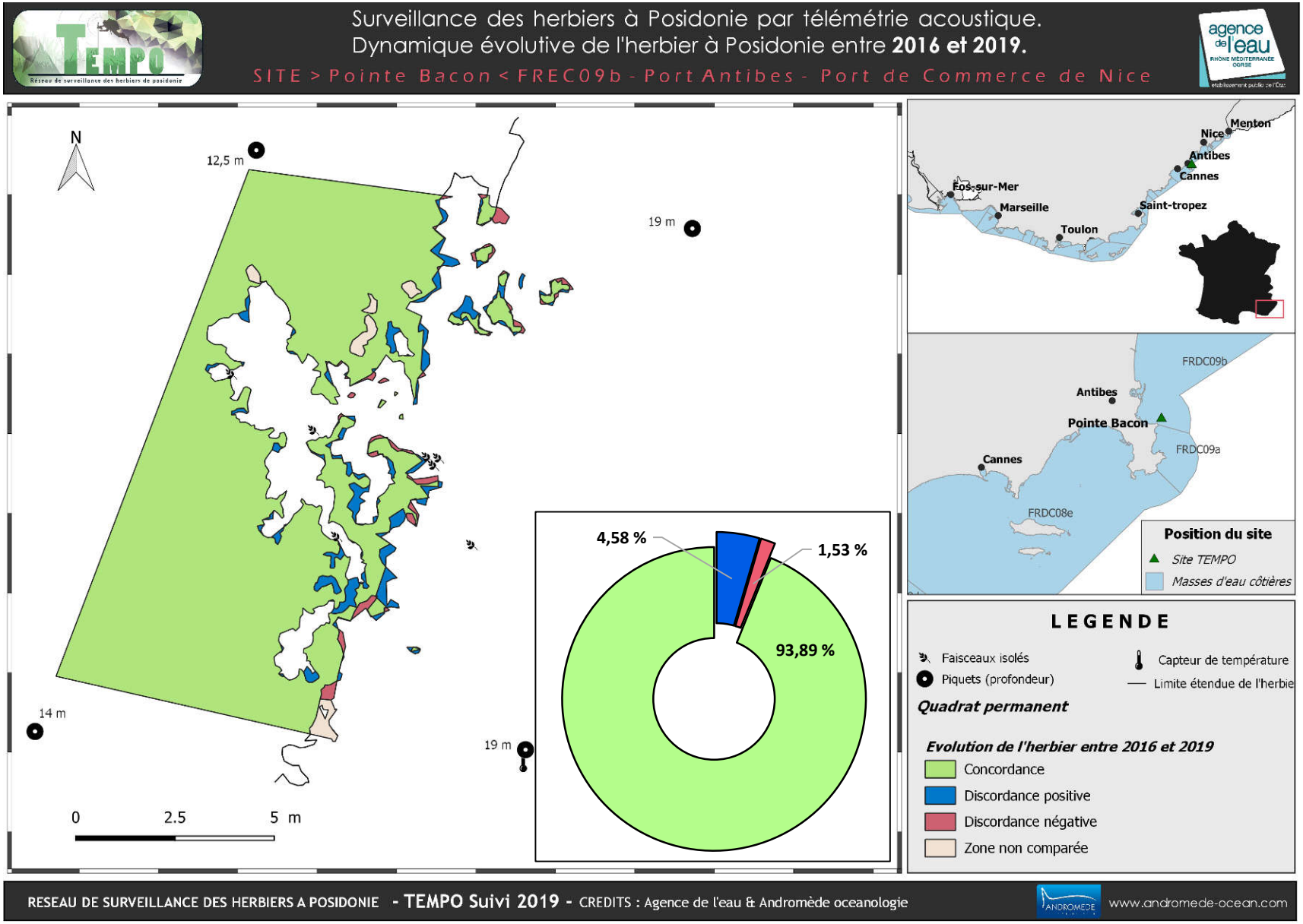
LEGENDE

- Faisceaux isolés
- Piquets (profondeur)
- Capteur de température
- Limite étendue de l'herbier

Evolution de l'herbier entre 2013 et 2019

- Concordance
- Discordance positive
- Discordance négative
- Zone non comparée

RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - **TEMPO Suivi 2019** - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie www.andromede-ocean.com


Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique.
Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre 2016 et 2019.
SITE > Pointe Bacon < FREC09b - Port Antibes - Port de Commerce de Nice
N
12,5 m
19 m
14 m
19 m
0
2.5
5 m
4,58 %
1,53 %
93,89 %
Menton
Nice
Antibes
Cannes
Fos-sur-Mer
Marseille
Saint-tropez
Toulon
FRDC09b
Antibes
Pointe Bacon
FRDC09a
Cannes
FRDC08e
Position du site
Site TEMPO
Masses d'eau côtières
LEGENDE
Faisceaux isolés
Piquets (profondeur)
Capteur de température
Limite étendue de l'herbie
Quadrat permanent
Evolution de l'herbier entre 2016 et 2019
Concordance
Discordance positive
Discordance négative
Zone non comparée
RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - TEMPO Suivi 2019 - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie
www.andromede-ocean.com

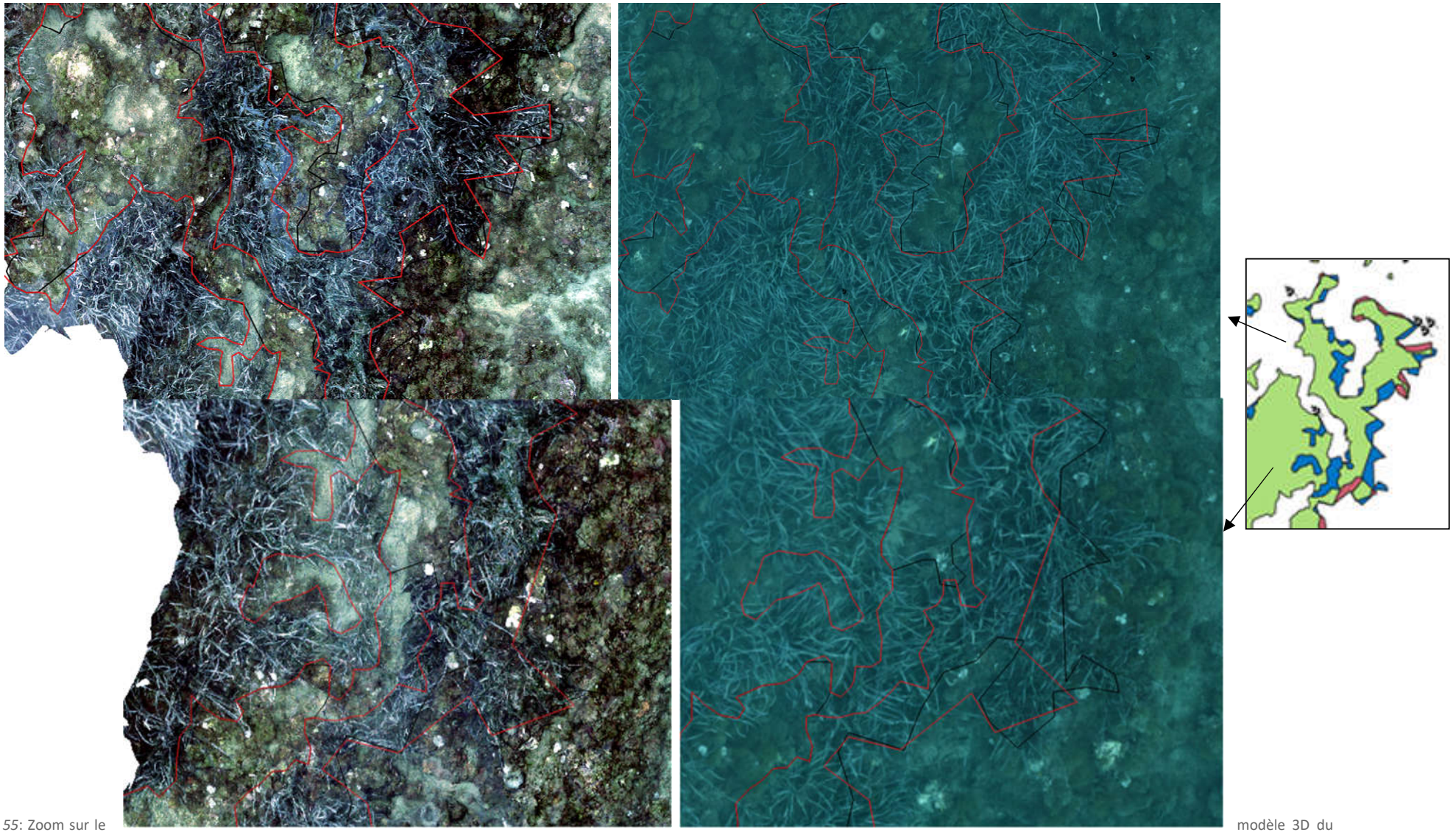


Figure 55: Zoom sur le modèle 3D du site Pointe Bacon en 2016 (à gauche) et 2019 (à droite) illustrant la progression de l'herbier entre ces deux suivis.

I.A.1.d. Pointe Bacon PI (masse d'eau FRDC09b) – Profondeur intermédiaire

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	19				
Visibilité (m)	10M AU FOND, 1M EN SURFACE				
Nature du fond	☐ Sable grossier	☑ Sable fin	☐ Matte morte	☑ Substrat rocheux	☐ Autres : ...
Perturbations biologiques	☐ Caulerpa cylindracea	☐ Caulerpa taxifolia	☐ Algues filamenteuses	☐ Womersleyella setacea	☐ Autres : ...
Remarques					
Perturbations physiques	☐ Engins de pêche	☐ Traces de mouillage	☐ Structures artificielles	☐ Bloc de matte arraché	☐ Autres : ...
Pollutions	☐ Sédiments oxydés	☐ Macrodéchets	☐ Hydrocarbures	☐ Autres: ...	
Remarques					
Espèces particulières	SEICHE. 2 NACRES MORTES DE 40 ET 50 CM HERBIER EPIPHYTE FEUILLES LONGUES DECHAUSSEMENT IMPORTANT				

Figure 56: Illustrations du site Pointe Bacon à la profondeur intermédiaire de -15 m (2019)

b. Capteur de température

Capteur de température	
Latitude :	43 34.257
Longitude :	7 08.526
Date de pose	13/06/2019
Heure de lancement	20:00
N° capteur	10767993
Profondeur du capteur (m)	14,5
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	En contrebas d'un massif dans l'herbier

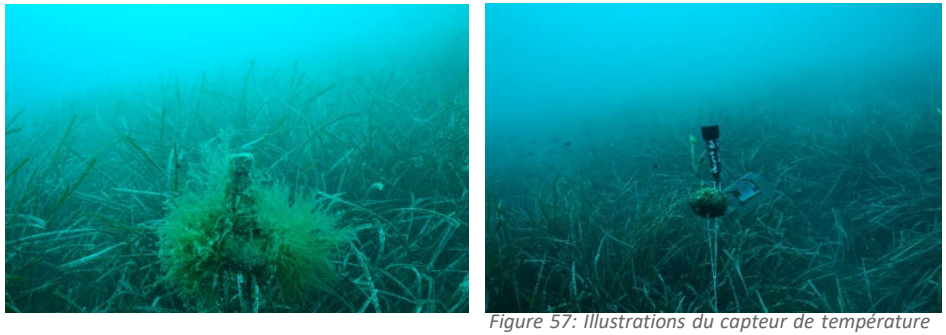


Figure 57: Illustrations du capteur de température posé en 2016 (à gauche) et 2019 (à droite) – à -15 m

c. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

Les indices BiPo2 et EBQI ont été calculés sur ce site en 2016 et 2019. Leurs valeurs sont indiquées dans le tableau suivant (carré rouge).

Tableau 22 : Paramètres et indicateurs mesurés à la profondeur intermédiaire comparés à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau cotière	FRDC09b	FRDC09b	
Nom du site	Pointe Bacon PI	Pointe Bacon PI	
Année	2016	2019	
Valeur EQR (LI)	0.48	0.46	0 – 0.48 – 0.69
Valeur BiPo (PI)	0.42	0.46	0.37 – 0.56 – 0.75
Valeur PREI (PI)	0	0	0 – 0.22 – 0.75
Valeur EBQI (PI)	3.33	4.5	2.43 – 4.59 – 6.81
Indice de confiance de l'indicateur EBQI	85.71	47.62	36.91 – 61.51 – 85.71
Profondeur intermédiaire du site (m)	15	15	13 – 15 – 17
Profondeur de la limite inférieure (m)	18.3	18.3	13 – 26.01 – 36
Densité de faisceaux à la PI (faisceaux/m2)	149	127	122 – 240.13 – 477
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m2)	212	193	0 – 144.48 – 347
Type de limite inférieure	3	3	1 – 2.65 – 5
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	4.7	4.3	-1.5 – 2.6 – 10.5
Longueur des feuilles à la PI (mm)	237	370	237 – 572.58 – 1080

Surface foliaire à la PI (cm²/faisceaux)	0	0	0 – 95.27 – 408
Charge épiphytaire à la PI	0	0	0 – 0.05 – 0.21
Recouvrement (%) à la PI	97	96.87	0 – 80.84 – 100
Epibiontes (g_MS/f) à la PI	0.07	0.09	0 – 0.09 – 0.3
Pinna nobilis (ind/100m2) à la PI	0.15	0	0 – 0.45 – 10
HOM (ind/m2) à la PI	0	0.03	0 – 0.49 – 5.13
LOM (ind/m2) à la PI	0.2	0.17	0 – 1.16 – 10.47
Holothuries (ind/10m2) à la PI	0	0	0 – 1.06 – 7.67
Oursins (ind/m2) à la PI	0.9	0.13	0 – 0.31 – 9.46
Broutage (%_feuilles) à la PI	0	7.45	0 – 22.66 – 85.94
Téléostéens predateurs (kg WM/100m2) à la PI	0.27	0	0 – 0.19 – 1.05
Téléostéens piscivores (kg WM/100m2) à la PI	0	0	0 – 0.04 – 2.38
Téléostéens planctonivores (kg WM/100m2) à la PI	0.06	0	0 – 0.47 – 9.57
SRDI (PI)	5.2	0	0 – 2.33 – 7.33
Oiseaux (PI)	0	0	0 – 0 – 0

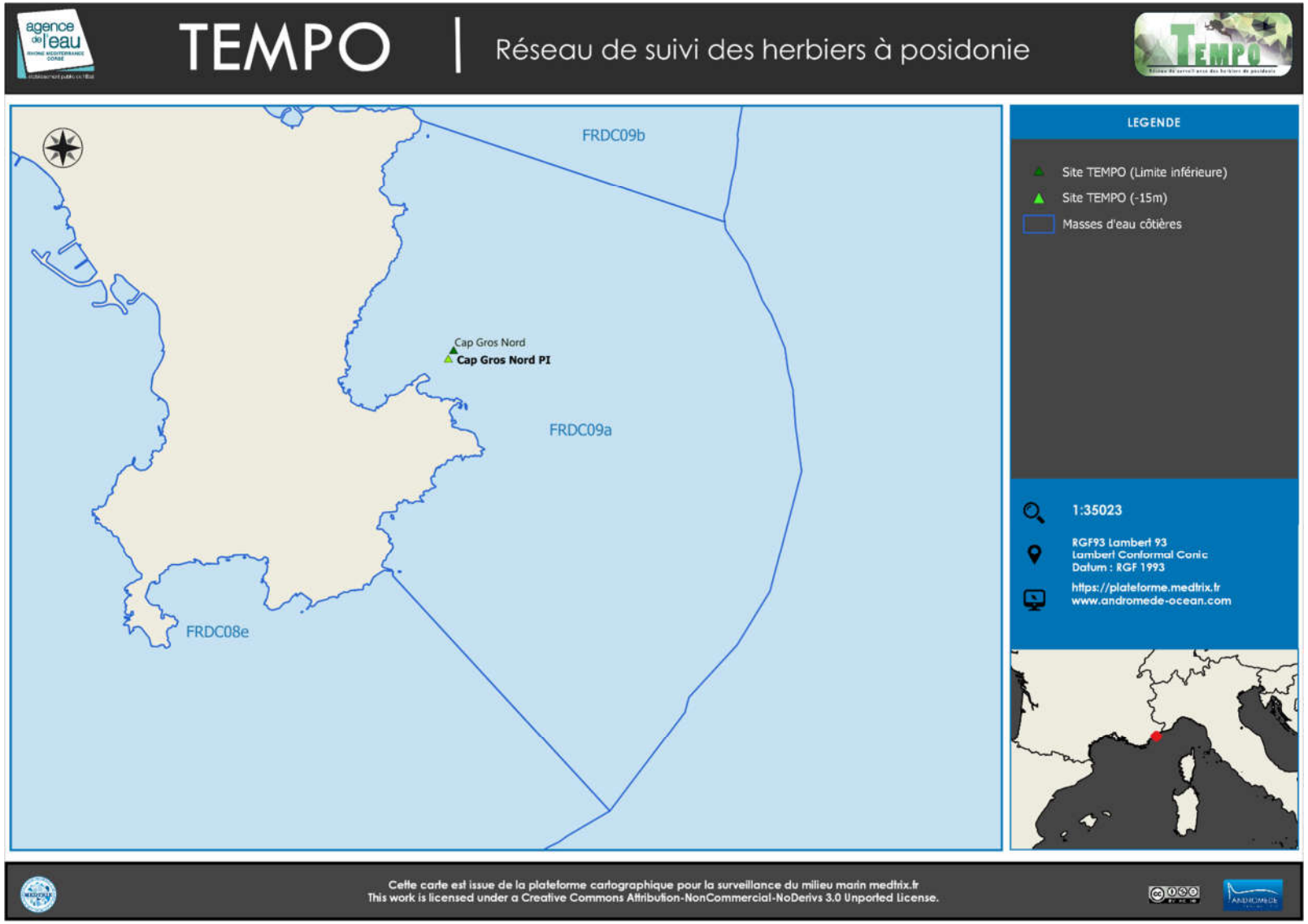
La valeur du BiPo2 est en-dessous de la moyenne régionale. Elle augmente légèrement au cours des suivis et indique **une stabilité de l'état écologique de l'herbier qui est moyen.** L'augmentation de la valeur de cet indice s'explique par une augmentation de la valeur des feuilles en 2019.

La valeur de l'EBQI augmente au cours des suivis et indique **une amélioration de l'état écologique de l'herbier qui est médiocre** (mauvais en 2016). Cependant la plupart des box conservent des notes équivalentes entre les deux suivis. Par rapport au suivi de 2019, Il faut prendre en considération qu'en 2016 nous avions intégré le calcul des box Poissons - box 9 à 12- (d'où la diminution de l'indice de confiance de l'indice EBQI). Le choix a été fait de ne plus suivre dans l'indice EBQI les box Poissons, leur mauvaise calibration dans cet indice entrainant une dégradation des herbiers non en lien avec leur état. Le suivi des populations de poissons est réalisé séparément dans le cadre du réseau de surveillance **PISCIS** (https://plateforme.medtrix.fr/).

A la vue de ces éléments on peut considérer que l'état écologique du site à la profondeur intermédiaire est stable entre les deux suivis, et qu'il est qualifié de médiocre / moyen (avec une légère tendance à une amélioration)**.**

IV.D. Masse d’eau FRDC09a

La masse d’eau FRDC09a comprend le site TEMPO Cap Gros Nord échantillonné en 2013, 2016 et 2019.



I.A.1.d. Cap Gros Nord (masse d'eau FRDC09a) – Limite inférieure

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	19				
Visibilité (m)	15				
Nature du fond	☐ Sable grossier	☑ Sable fin	☐ Matte morte	☐ Substrat rocheux	☐ Autres : …
Remarques :	Vaseux				
Perturbations biologiques	☐ Caulerpa cylindracea	☐ Caulerpa taxifolia	☐ Algues filamenteuses	☐ Womersleyella setacea	☐ Autres : …
Remarques :					
Perturbations physiques	☐ Engins de pêche	☑ Traces de mouillage	☐ Structures artificielles	☐ Bloc de matte arraché	☐ Autres : …
Remarques :	traces de mouillage dans l'herbier et dans le sable				
Pollutions	☐ Sédiments oxydés	☐ Macrodéchets	☐ Hydrocarbures	☐ Autres: …	
Remarques :					
Espèces particulières	4 NACRES MORTES				

Figure 58 : Illustrations du site Cap Gros Nord en limite inférieure (2019).

Le site « **Cap Gros Nord** » se situe dans la masse d'eau 'Cap d'Antibes - Sud port Antibes' (FREC09a), au Nord de la pointe du même nom, à l'Est du Cap d'Antibes.

Figure 59 : Cap Gros Nord vu de la mer (2013)

L'herbier se développe sur un fond meuble sablo-vaseux. Quatre grandes nacres (*Pinna nobilis*) mortes ont été observées sur le site.

b. Capteur de Température

Capteur de température	
Latitude :	43 33.442
Longitude :	7 08.573
Date de pose	13/06/2019
Heure de lancement	20h
N° capteur	20330375
Profondeur du capteur (m)	20,90
N° de piquet du quadrat	1
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	

Figure 60 : Capteur posé en 2019 en limite inférieure

c. Mesures de vitalité et comparaison régionale

Tableau *23* : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2019)

Région	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau cotière	FRDC09a	FRDC09a	FRDC09a	
Nom du site	Cap Gros Nord	Cap Gros Nord	Cap Gros Nord	
Année	2013	2016	2019	
Valeur EQR LI	0.54	0.52	0.55	0.26 – 0.69 (0.5)
Type de limite inférieure	4	4	4	1 – 5 (2.61)
EQR' Type de limite inférieure	0.89	0.89	0.89	0.21 – 1 (0.57)
Profondeur de la limite inférieure (m)	21.3	21.3	21.3	13 – 36 (25.78)
EQR' Profondeur de la limite inférieure	0.41	0.41	0.41	0.25 – 0.94 (0.59)
Densité de faisceaux (faisceaux/m²)	169	113	176	23 – 371 (160.48)
EQR' Densité de faisceaux en limite inférieure	0.32	0.25	0.34	0.13 – 0.8 (0.34)
Déchaussement de l'herbier (cm)	8.7	8	5.2	-1.6 – 10.5 (2.09)

La limite inférieure franche naturelle (à fort recouvrement) se situe à 21,3 mètres de profondeur.

La densité en 2019 varie de 75 à 325 faisceaux/m² pour une **densité moyenne de 176±55,9 faisceaux /m²** (169±62.2 faisceaux /m² en 2013 ; 113±31,6 faisceaux /m² en 2016). L'herbier est en **état normal en 2019 (médiocre en 2016 & normal en 2013)** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al*., 2008 et Pergent-Martini *et al*., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al*., (1995) la densité est normale en 2019 (sub-normale inférieure en 2016 & normale en 2013).

Le **déchaussement de l'herbier est moyen pour les trois années de suivi** (compris entre 5 et 10 cm).

L'EQR site en 2013 (0,54), 2016 (0,52) et 2019 (0,547) est légèrement au-dessus de la moyenne régionale PACA. Le statut du site Cap Gros Nord conserve en 2019 un **état écologique « moyen »**.

d. Perturbations observées

L'herbier était fortement épiphyté en 2016. Il se situe dans une zone sensible : turbidité du fleuve Var (entrainant un envasement du site notable en plongée sous-marine), courant liguro-provençal et proximité des rejets urbains. Des traces de mouillage ont été observées dans le sable et dans l'herbier en 2019.

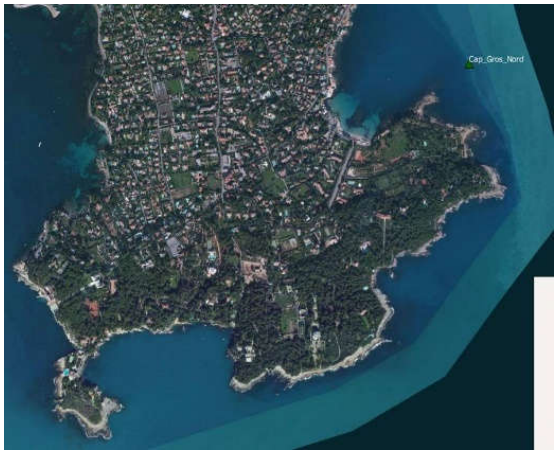


Figure 61 : Vue aérienne et emplacement du site (source : Bing, 2013)

e. Données historiques

Le site RSP « Antibes » a été mis en place en 1988. Le site TEMPO « Cap Gros Nord » est localisé sur ce site RSP. La limite inférieure de l'herbier était située à une profondeur moyenne de -21,3 mètres. Jusqu'en 2002 le site RSP montrait une limite stable. L'herbier présentait des feuilles recouvertes de vase, d'organismes épiphytes et d'algues mais étaient relativement longues (entre 0,60 et 0,80 m) pour une limite inférieure située en zone sensible.

f. Cartographie des herbiers par télémétrie acoustique

Le quadrat de délimitation de l'herbier à Posidonie est composé de quatre piquets permanents ancrés dans le sable entre 20 et 21,3 mètres de profondeur.

Masse d'eau côtière	FRDC09a	FRDC09a	FRDC09a	Échelle de comparaison Méditerranée Légende
Nom du site	Cap Gros Nord	Cap Gros Nord	Cap Gros Nord	
Période d'évolution	2013-2016	2013-2019	2016-2019	
% Discordance positive	2.35	6.74	3.9	0 — 9.38 — 77.81
% Discordance négative	3.39	2.34	1.13	0 — 10.48 — 62.38
% Concordance	94.26	90.91	94.98	0 — 74.11 — 99.94
Indice d'évolution de l'herbier	-0.18	0.48	0.55	-1 — -0.16 — 0.87
Surface comparée (m²)	110.55	94.77	161.67	0 — 133.36 — 802.8

Le tableau ci-dessus présente, pour chaque période suivie, les pourcentages de discordance positive, négative et de concordance au niveau de la surface comparable du quadrat ainsi que l'indice d'évolution. Les couleurs indiquées dans les tableaux correspondent à celles des curseurs imagés qui replacent la valeur observée dans le contexte de l'étude (valeurs minimale, maximale et moyenne).

Au niveau de la surface comparable du quadrat pour la période 2016-2019, on observe sur ce site 3,9 % de discordance positive, 1,13 % de discordance négative et 94,98 % de concordance. L'indice d'évolution est de 0,55. On note une différence au niveau des surfaces comparées entre les différentes années de suivi. En effet, la zone suivie a été étendue entre 2013 et 2016 et le quadrat a été redélimité par des piquets permanents.

La dynamique évolutive de l'herbier analysée par télémétrie acoustique montre un herbier **globalement stable entre 2013 et 2016 puis à tendance progressive à partir de 2016,** à confirmer lors du prochain suivi.

g. Cartographie des herbiers par photogrammétrie - Modèles 3D

La modélisation en 3D par photogrammétrie permet d'obtenir une vision d'ensemble du site (une image à un instant t), mais également une vision fine et précise si nécessaire à l'aide de zooms. Les modèles 3D seront bientôt disponibles sur la plateforme MEDTRIX dans les projets « MODEL » et « TEMPO ».

Le modèle 3D du site Cap Gros Nord en 2019 a été généré suite à l'acquisition de 1607 photographies prises sous l'eau pour une durée de 60 minutes.

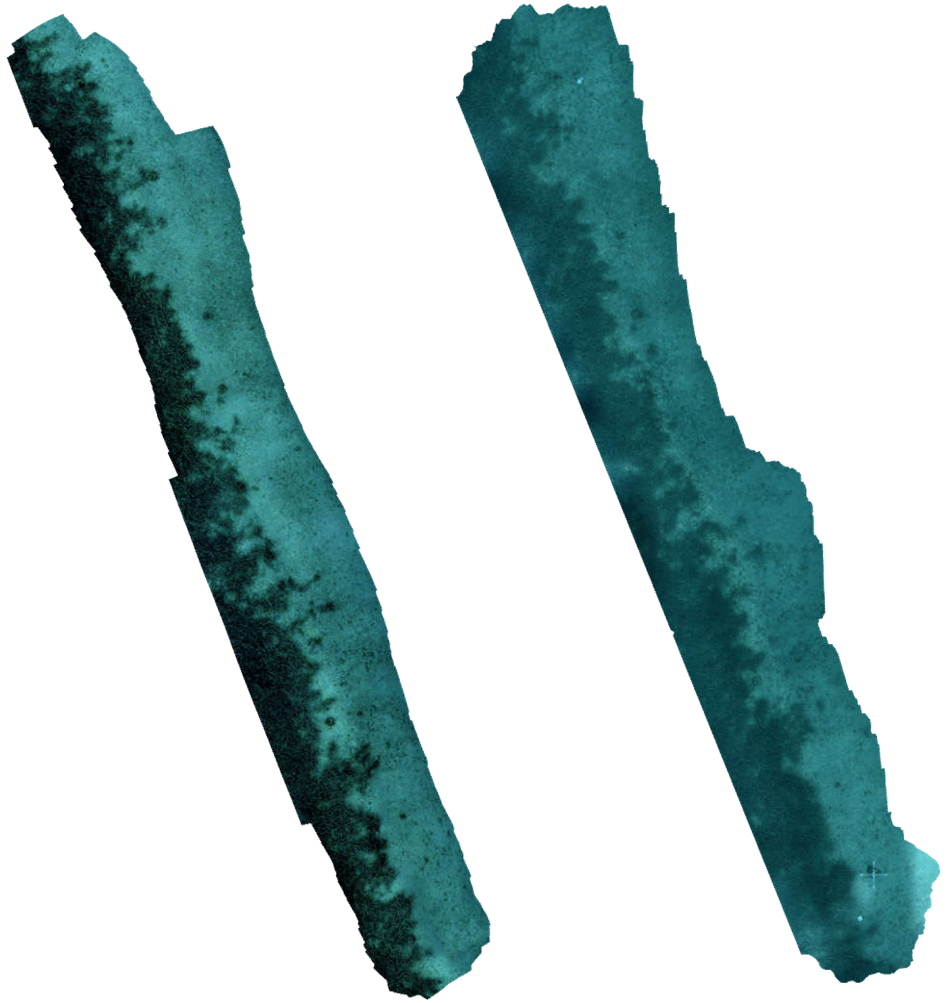
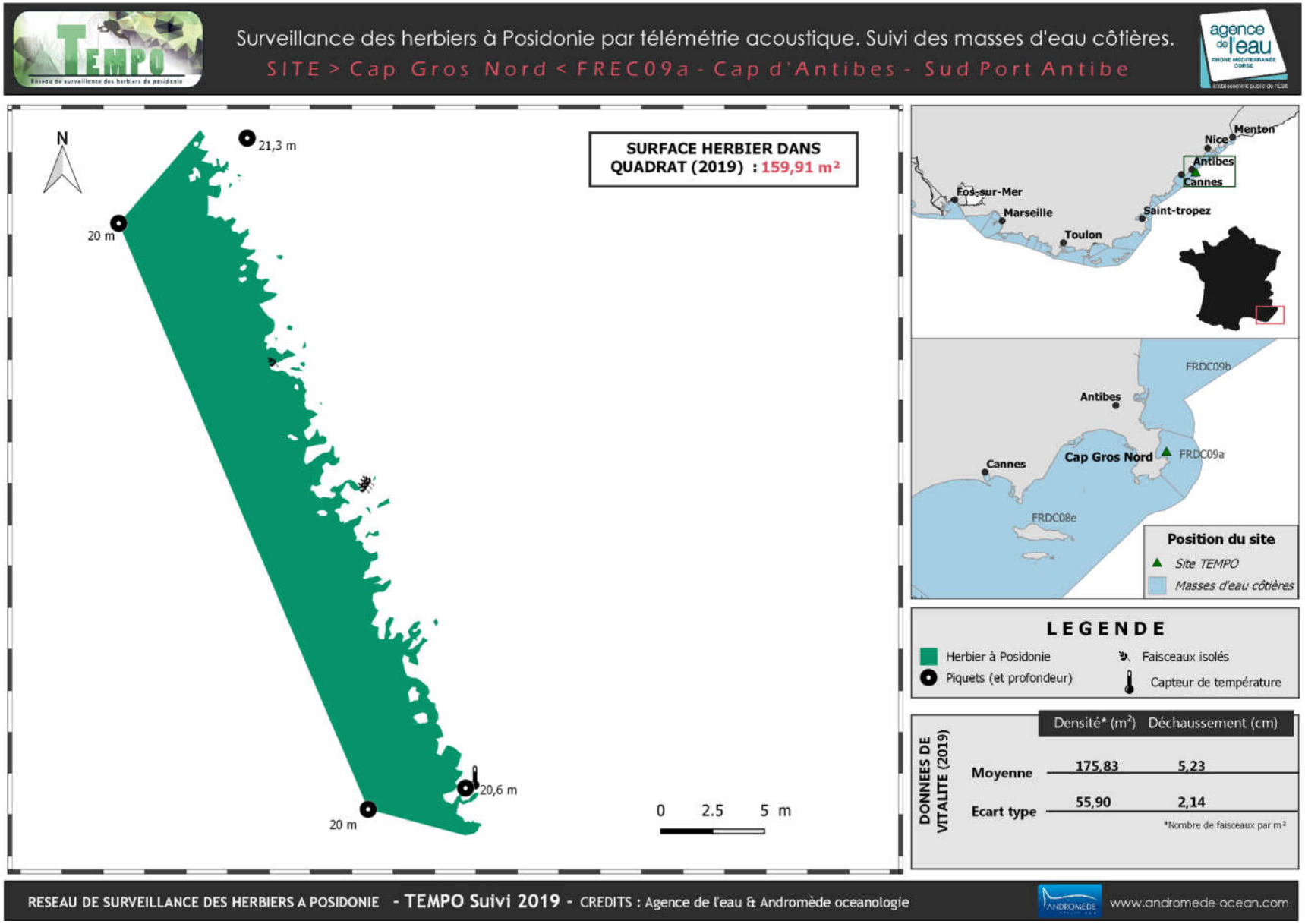
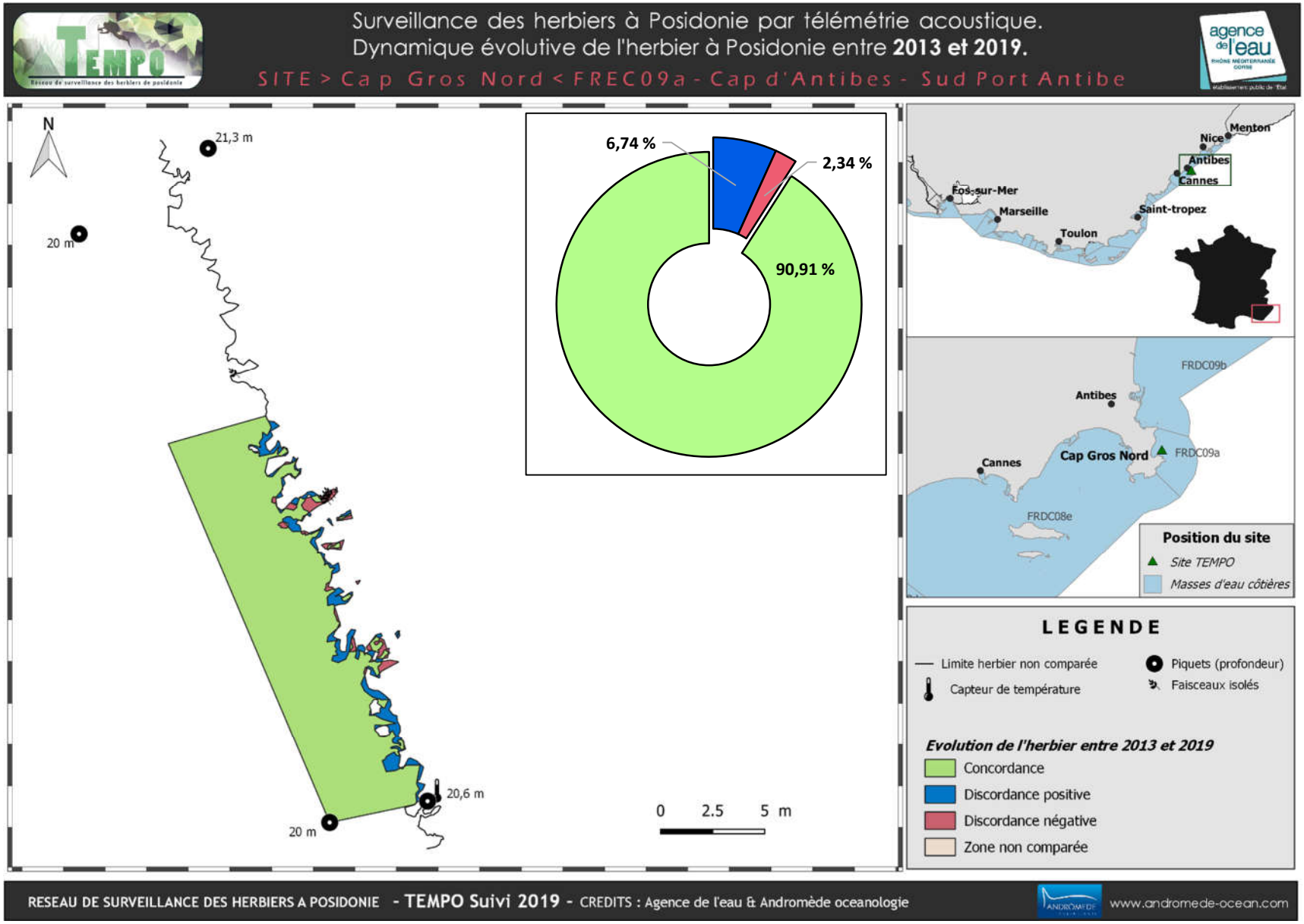
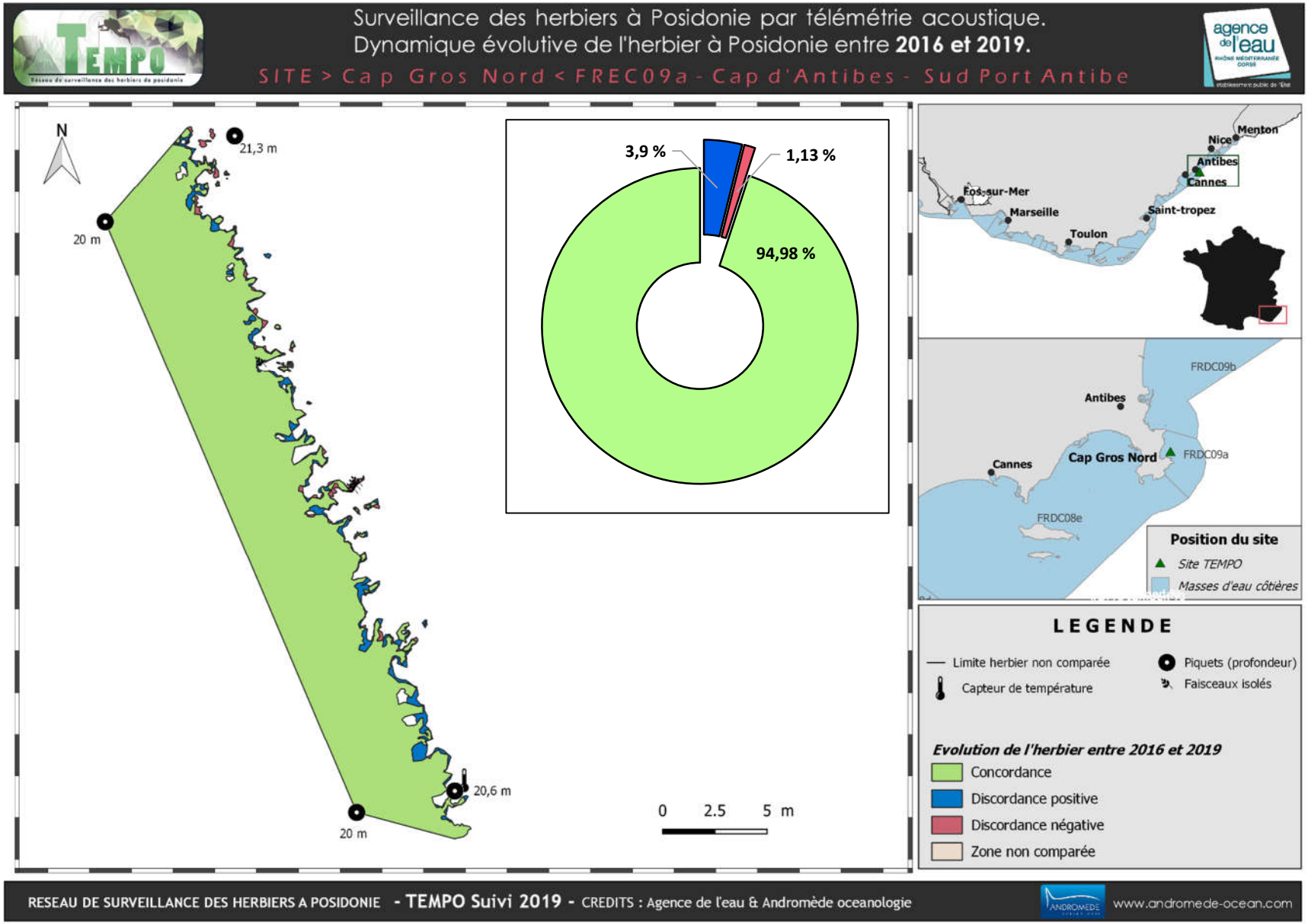


Figure 62 : Vue globale du site reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2016 (à gauche) et 2019 (à droite).

Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2019 réalisée par télémétrie acoustique ainsi que sa dynamique évolutive


Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique. Suivi des masses d'eau côtières.
SITE > Cap Gros Nord < FREC09a - Cap d'Antibes - Sud Port Antibe
SURFACE HERBIER DANS QUADRAT (2019) : 159,91 m²
N
21,3 m
20 m
20,6 m
20 m
0 2.5 5 m
Menton
Nice
Antibes
Cannes
Fos-sur-Mer
Marseille
Saint-tropez
Toulon
FRDC09b
Antibes
Cap Gros Nord
FRDC09a
Cannes
FRDC08e
Position du site
Site TEMPO
Masses d'eau côtières
LEGENDE
Herbier à Posidonie
Faisceaux isolés
Piquets (et profondeur)
Capteur de température
DONNEES DE VITALITE (2019)
Densité* (m²) Déchaussement (cm)
Moyenne 175,83 5,23
Ecart type 55,90 2,14
*Nombre de faisceaux par m²
RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - TEMPO Suivi 2019 - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie
www.andromede-ocean.com


Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique.
Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre 2013 et 2019.
SITE > Cap Gros Nord < FREC09a - Cap d'Antibes - Sud Port Antibe
N
21,3 m
20 m
20,6 m
20 m
0 2.5 5 m
6,74 %
2,34 %
90,91 %
Menton
Nice
Antibes
Cannes
Fos-sur-Mer
Marseille
Saint-tropez
Toulon
FRDC09b
Antibes
Cannes
Cap Gros Nord
FRDC09a
FRDC08e
Position du site
Site TEMPO
Masses d'eau côtières
LEGENDE
Limite herbier non comparée
Capteur de température
Piquets (profondeur)
Faisceaux isolés
Evolution de l'herbier entre 2013 et 2019
Concordance
Discordance positive
Discordance négative
Zone non comparée
RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - TEMPO Suivi 2019 - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie
www.andromede-ocean.com


Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique.
Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre 2016 et 2019.
SITE > Cap Gros Nord < FREC09a - Cap d'Antibes - Sud Port Antibe
N
21,3 m
20 m
20,6 m
20 m
0 2.5 5 m
3,9 %
1,13 %
94,98 %
Menton
Nice
Antibes
Cannes
Fos-sur-Mer
Marseille
Saint-tropez
Toulon
FRDC09b
Antibes
Cannes
Cap Gros Nord
FRDC09a
FRDC08e
Position du site
Site TEMPO
Masses d'eau côtières
LEGENDE
Limite herbier non comparée
Capteur de température
Piquets (profondeur)
Faisceaux isolés
Evolution de l'herbier entre 2016 et 2019
Concordance
Discordance positive
Discordance négative
Zone non comparée
RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - TEMPO Suivi 2019 - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie
www.andromede-ocean.com

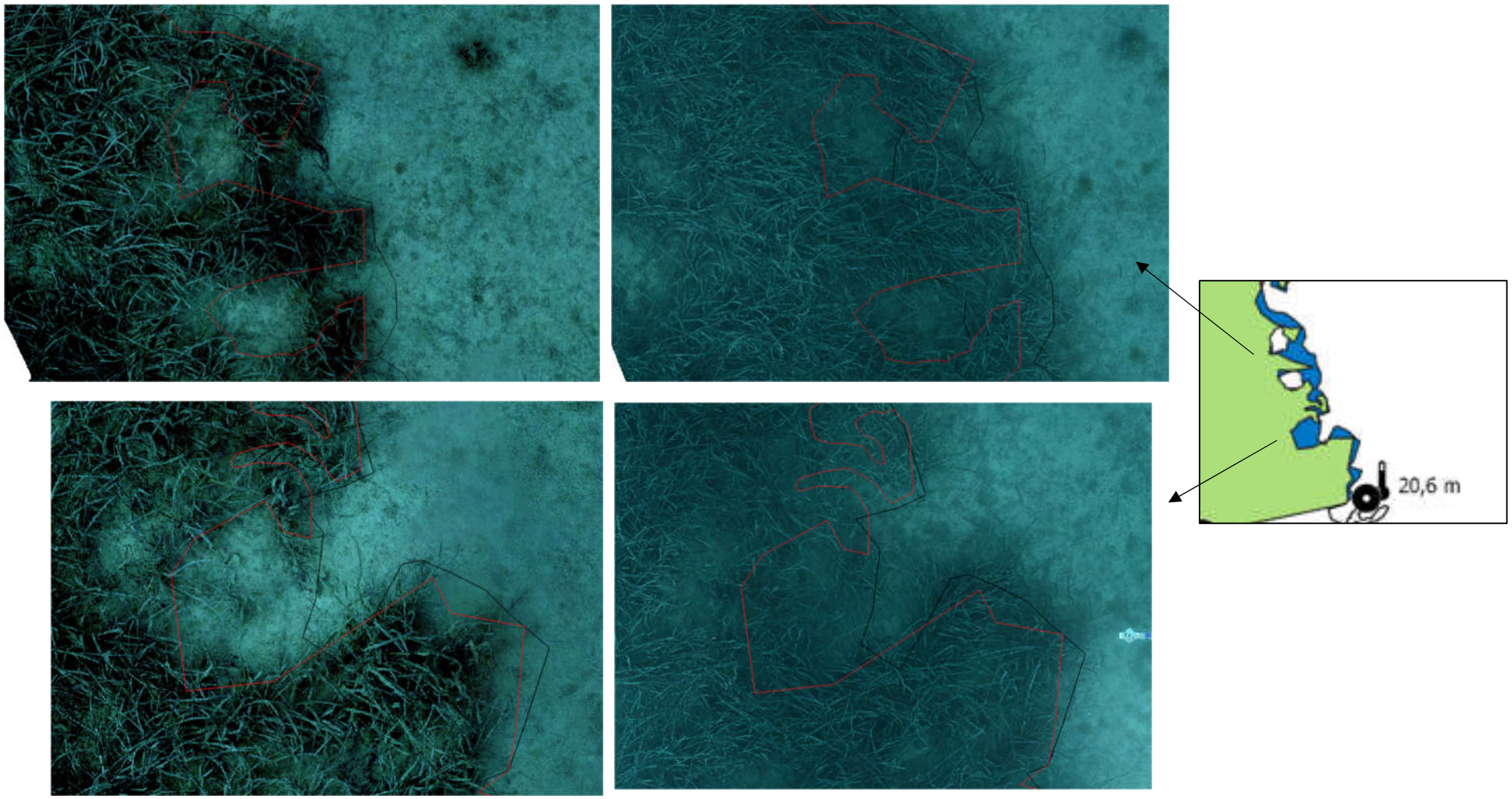


Figure 63 : Zoom sur le modèle 3D du site Cap Gros Nord en 2016 (à gauche) et 2019 (à droite) illustrant la progression de l'herbier entre ces deux suivis.

I.A.1.e. Cap Gros Nord PI (masse d'eau FRDC09a) – Profondeur intermédiaire

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	20				
Visibilité (m)	15				
Nature du fond	☑ Sable grossier	☐ Sable fin	☐ Matte morte	☐ Substrat rocheux	☐ Autres : …
Perturbations biologiques	☐ Caulerpa cylindracea	☐ Caulerpa taxifolia	☐ Algues filamenteuses	☐ Womersleyella setacea	☐ Autres : …
Remarques					
Perturbations physiques	☐ Engins de pêche	☐ Traces de mouillage	☐ Structures artificielles	☐ Bloc de matte arraché	☐ Autres : …
Pollutions	☐ Sédiments oxydés	☑ Macrodéchets	☐ Hydrocarbures	☐ Autres: …	
Remarques					
Espèces particulières	*Herbier déchaussé >15cm*				

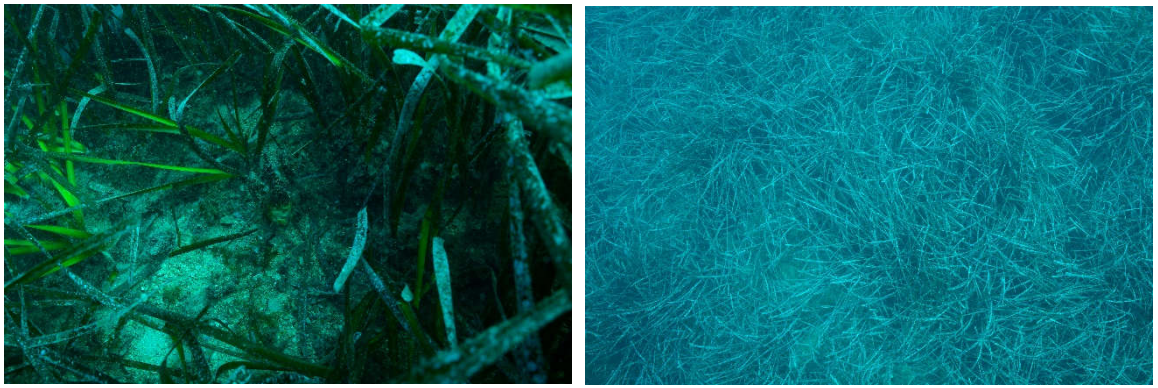


Figure 64: Illustrations du site Cap gros Nord PI (2019)

a. Capteur de température

Capteur de température	
Latitude :	43 33.415
Longitude :	7 08.550
Date de pose	13/06/2019
Heure de lancement	20:00
N° capteur	20330668
Profondeur du capteur (m)	15
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Dans l'herbier de plaine, flotteur qui dépasse 1m au-dessus de l'herbier

Figure 65: Illustrations du capteur de température posé en 2016 (à gauche) et 2019 (à droite) à -15 m

b. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

Les indices PREI, BiPo2 et EBQI ont été calculés sur ce site en 2016 et 2019. Leurs valeurs sont indiquées dans le tableau suivant (carré rouge).

Tableau 24 : Paramètres et indicateurs mesurés à la profondeur intermédiaire comparés à l'échelle régionale

Région	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau côtière	FRDC09a	FRDC09a	
Nom du site	Cap Gros Nord PI	Cap Gros Nord PI	
Année	2016	2019	
Valeur EQR (LI)	0.52	0.55	0 – 0.48 – 0.69
Valeur BiPo (PI)	0.57	0.64	0.37 – 0.56 – 0.75
Valeur PREI (PI)	0.52	0.54	0 – 0.22 – 0.75
Valeur EBQI (PI)	4.24	4.56	2.43 – 4.59 – 6.81
Indice de confiance de l'indicateur EBQI	85.71	47.62	36.91 – 61.51 – 85.71
Profondeur intermédiaire du site (m)	15	15	13 – 15 – 17
Profondeur de la limite inférieure (m)	21.3	21.3	13 – 26.01 – 36
Densité de faisceaux à la PI (faisceaux/m2)	154	186	122 – 240.13 – 477
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m2)	113	176	0 – 144.48 – 347
Type de limite inférieure	4	4	1 – 2.65 – 5
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	8	5.2	-1.5 – 2.6 – 10.5
Longueur des feuilles à la PI (mm)	491	875	237 – 572.58 – 1080

Surface foliaire à la PI (cm²/faisceaux)	268	256	0 – 95.27 – 408
Charge épiphytaire à la PI	0.21	0.15	0 – 0.05 – 0.21
Recouvrement (%) à la PI	99.1	98.98	0 – 80.84 – 100
Epibiontes (g_MS/f) à la PI	0.3	0.1	0 – 0.09 – 0.3
Pinna nobilis (ind/100m2) à la PI	0.07	0	0 – 0.45 – 10
HOM (ind/m2) à la PI	0	0.23	0 – 0.49 – 5.13
LOM (ind/m2) à la PI	0.03	0.63	0 – 1.16 – 10.47
Holothuries (ind/10m2) à la PI	0.3	0.33	0 – 1.06 – 7.67
Oursins (ind/m2) à la PI	0	0.1	0 – 0.31 – 9.46
Broutage (%_feuilles) à la PI	12.17	3.33	0 – 22.66 – 85.94
Téléostéens predateurs (kg WM/100m2) à la PI	0.26	0	0 – 0.19 – 1.05
Téléostéens piscivores (kg WM/100m2) à la PI	0	0	0 – 0.04 – 2.38
Téléostéens planctonivores (kg WM/100m2) à la PI	0.87	0	0 – 0.47 – 9.57
SRDI (PI)	4.4	0	0 – 2.33 – 7.33
Oiseaux (PI)	0	0	0 – 0

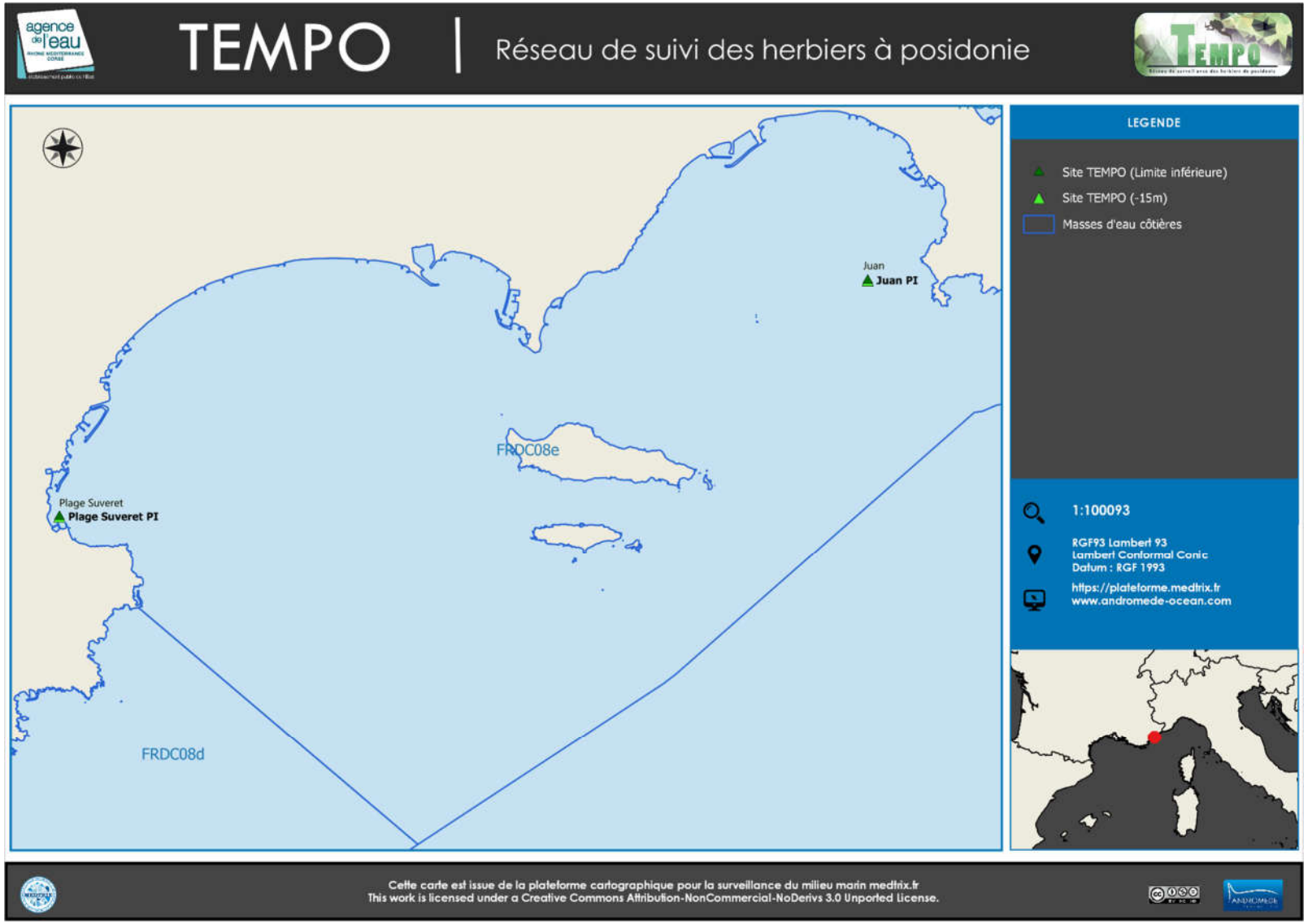
La valeur du BiPo2 est supérieure à la moyenne régionale. Elle augmente au cours des suivis (lié à la longueur des feuilles) et indique une stabilité de l'état écologique de l'herbier qui est **bon.**

La valeur du PREI augmente légèrement au cours des suivis mais indique une stabilité de l'état écologique de l'herbier qui est **moyen**.

La valeur de l'EBQI augmente légèrement au cours des suivis et indique un état écologique **moyen** de l'herbier (médiocre en 2016). Même s'il y a une diminution des notes des box densité, épibiontes, HOM, Broutage et *Pinna nobilis*, les box LOM et HOM voient leur note augmentée. De plus, par rapport au suivi de 2019, Il faut prendre en considération qu'en 2016 nous avions intégré le calcul des box Poissons - box 9 à 12- (d'où la diminution de l'indice de confiance de l'indice EBQI). Le choix a été fait de ne plus suivre dans l'indice EBQI les box Poissons, leur mauvaise calibration dans cet indice entrainant une dégradation des herbiers non en lien avec leur état. Le suivi des populations de poissons est réalisé séparément dans le cadre du réseau de surveillance **PISCIS** (https://plateforme.medtrix.fr/).

IV.E. Masse d'eau FRDC08e

La masse d'eau FRDC08e comprend les sites TEMPO Juan et Plage Suveret échantillonnés en 2013, 2016 et 2019. Le site Juan a également fait l'objet d'un suivi en 2008.



I.A.1.a. Juan (masse d'eau FRDC08e) – Limite inférieure

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	18				
Visibilité (m)	15				
Nature du fond	☑ Sable grossier	☐ Sable fin	☐ Matte morte	☐ Substrat rocheux	☐ Autres : …
Remarques :	Envasé				
Perturbations biologiques	☑ Caulerpa cylindracea	☐ Caulerpa taxifolia	☑ Algues filamenteuses	☐ Womersleyella setacea	☐ Autres : …
Remarques :					
Perturbations physiques	☐ Engins de pêche	☑ Traces de mouillage	☐ Structures artificielles	☐ Bloc de matte arraché	☐ Autres : …
Remarques :					
Pollutions	☐ Sédiments oxydés	☐ Macrodéchets	☐ Hydrocarbures	☐ Autres: …	
Remarques :					
Espèces particulières					

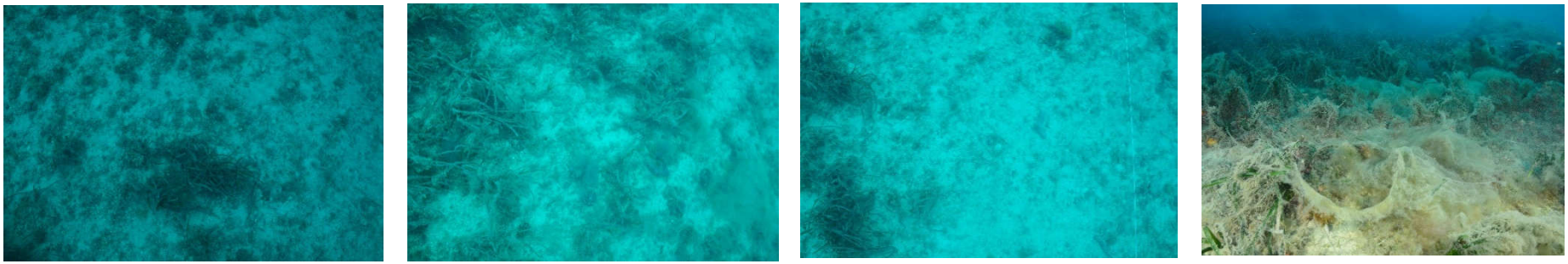


Figure 66 : Illustrations du site Juan en limite inférieure (2019)

Figure 67 : Golfe Juan vu de la mer (2013)

Le site « **Juan** » est présent dans la masse d'eau 'Pointe de la Galère - Cap d'Antibes' (FREC08e), à l'Est du golfe Juan.

L'herbier se développe sur un fond sablo-vaseux.

b. *Capteur de Température*

Capteur de température	
Latitude :	7 06.360
Longitude :	43 32.743
Date de pose	10/06/2019
Heure de lancement	20h
N° capteur	20586618
Profondeur du capteur (m)	28,00
N° de piquet du quadrat	1
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	

Figure 68 : Capteur posé en 2019 en limite inférieure

c. *Mesures de vitalité et comparaison régionale*

La limite inférieure **franche en tâches (à faible recouvrement)** se situe à **27,5 mètres de profondeur**. Prolongée d'une étendue de matte morte et de sable avec de nombreux faisceaux isolés, elle présente une dynamique régressive.

La densité en 2019 varie de 225 à 475 faisceaux/m² pour une **densité moyenne de 347±68,1 faisceaux /m²** (**184±52,2 faisceaux /m²** en 2016 ; **148±44,2** faisceaux /m² en 2013 et 145 faisceaux /m² en 2008). L'herbier est donc en **excellent état en 2019** (état bon en 2016 ; normal en 2013 et 2008) compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al*., 2008 et Pergent-Martini *et al*., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al*., (1995) la densité est sub-normale supérieure en 2019 (**normale** de 2008 à 2016).

Tableau 25 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2019).

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau cotière	FRDC08e	FRDC08e	FRDC08e	FRDC08e	
Nom du site	Juan	Juan	Juan	Juan	
Année	2008	2013	2016	2019	
Valeur EQR LI	0.39	0.39	0.56	0.69	0.26 — 0.5 — 0.69
Type de limite inférieure	1	1	3	3	1 — 2.61 — 5
EQR' Type de limite inférieure	0.21	0.21	0.66	0.66	0.21 — 0.57 — 1
Profondeur de la limite inférieure (m)	28	28	27.5	27.5	13 — 25.78 — 36
EQR' Profondeur de la limite inférieure	0.66	0.66	0.64	0.64	0.25 — 0.59 — 0.94
Densité de faisceaux (faisceaux/m²)	145	148	184	347	23 — 160.48 — 371
EQR' Densité de faisceaux en limite inférieure	0.29	0.29	0.37	0.78	0.13 — 0.34 — 0.8
Déchaussement de l'herbier (cm)	0	4.6	5.5	2.1	-1.6 — 2.09 — 10.5

Le **déchaussement de l'herbier est moyen à faible pour les différentes années de suivi** (<5cm pour 2013 et 2019 ; >5cm pour 2016).

L'EQR Site en 2016 (0,56) et 2019 (0,69) est au-dessus de la moyenne régionale PACA alors qu'en 2008 et 2013 l'EQR Site était en dessous de la moyenne régionale. Depuis 2013 on observe une augmentation de la valeur de l'EQR Site lié à une augmentation de la densité de faisceaux notamment. Le site Juan conserve en 2019 un **« bon » état écologique**.

d. Perturbations observées

Figure 69 : Vue aérienne et emplacement du site (source : Bing, 2013)

A proximité du site, des zones de dégradation très importantes ont été relevées dans l'herbier (traces liées au mouillage forain). *Caulerpa cylindracea* est de nouveau rencontrée en 2019 sur le sable parmi l'herbier. On note également la présence d'algues filamenteuses. Des macrodéchets (barre en fer, bouteilles en verre) ont été observés en 2016.

e. Données historiques

Le site RSP « Golfe Juan » est présent à 3 km à l'Ouest du site TEMPO « Juan ». Le balisage RSP est situé en limite inférieure de l'herbier de posidonie dans la zone Marine Protégée de Golfe Juan. Il a été mis en place en 1985 et le dernier suivi a été effectué en 2002. Le site montrait alors une tendance régressive (l'herbier en 2002 était à 2 mètres des balises).

f. Cartographie des herbiers par télémétrie acoustique

Ce site a été mis en place et suivi par télémétrie acoustique en 2008 (Descamp *et al.,* 2009).

Le tableau suivant présente, pour chaque période suivie, les pourcentages de discordance positive, négative et de concordance au niveau de la surface comparable du quadrat ainsi que l'indice d'évolution. Les couleurs indiquées dans les tableaux correspondent à celles des curseurs imagés qui replacent la valeur observée dans le contexte de l'étude (valeurs minimale, maximale et moyenne).

Masse d'eau côtière	FRDC08e	FRDC08e	FRDC08e	FRDC08e	FRDC08e	FRDC08e	Échelle de comparaison Méditerranée Légende
Nom du site	Juan	Juan	Juan	Juan	Juan	Juan	
Période d'évolution	2008-2013	2008-2016	2013-2016	2008-2019	2013-2019	2016-2019	
% Discordance positive	1.16	0.61	0.44	0.6	0.19	0.19	0 — 9.38 — 77.81
% Discordance négative	1.79	5.25	4.18	4.81	3.61	0.77	0 — 10.48 — 62.38
% Concordance	97.06	94.13	95.38	94.59	96.2	99.04	0 — 74.11 — 99.94
Indice d'évolution de l'herbier	-0.21	-0.79	-0.81	-0.78	-0.9	-0.61	-1 — -0.16 — 0.87
Surface comparée (m²)	207.2	191.26	188.77	176.58	174.29	170.06	0 — 133.36 — 802.8

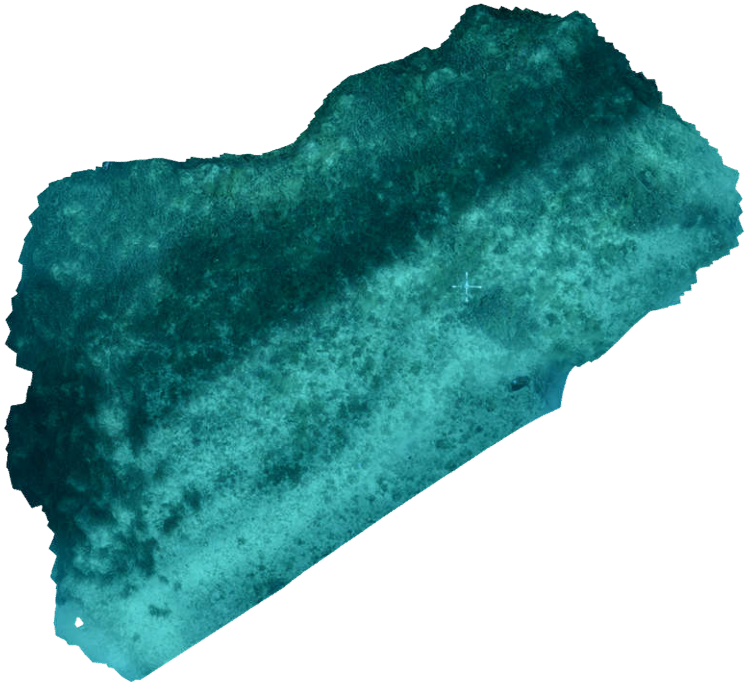
Au niveau de la surface comparable du quadrat pour la période 2016-2019, on observe sur ce site 0,19 % de discordance positive, 0,77 % de discordance négative et 99,04 % de concordance. L'indice d'évolution est de -0,61. On note une différence au niveau des surfaces comparées entre les différentes années de suivi. En effet, les cartographies de 2008 et 2013 ont été réalisées de la même manière – la délimitation de l'herbier prenait en compte l'ensemble des taches présentes. A partir de 2016 la délimitation de l'herbier a été réalisée de manière plus précise, où chaque tache formait un polygone unique. Une partie de la surface qui a donc pu être comparée lors des deux premiers suivis a été qualifié, à partir de 2016, de « non comparable » prenant ainsi en compte la différence de précision.

La dynamique évolutive de l'herbier analysée par télémétrie acoustique montre un herbier **à tendance stable (avec quelques zones de régression) entre 2008 et 2013 puis à tendance régressive à partir de 2013.**

g. Cartographie des herbiers par photogrammétrie - Modèles 3D

La modélisation en 3D par photogrammétrie permet d'obtenir une vision d'ensemble du site (une image à un instant t), mais également une vision fine et précise si nécessaire à l'aide de zooms. Les modèles 3D seront bientôt disponibles sur la plateforme MEDTRIX dans les projets « MODEL » et « TEMPO ».

Le modèle 3D du site Juan en 2019 a été généré suite à l'acquisition de 2225 photographies prises sous l'eau pour une durée de 60 minutes.



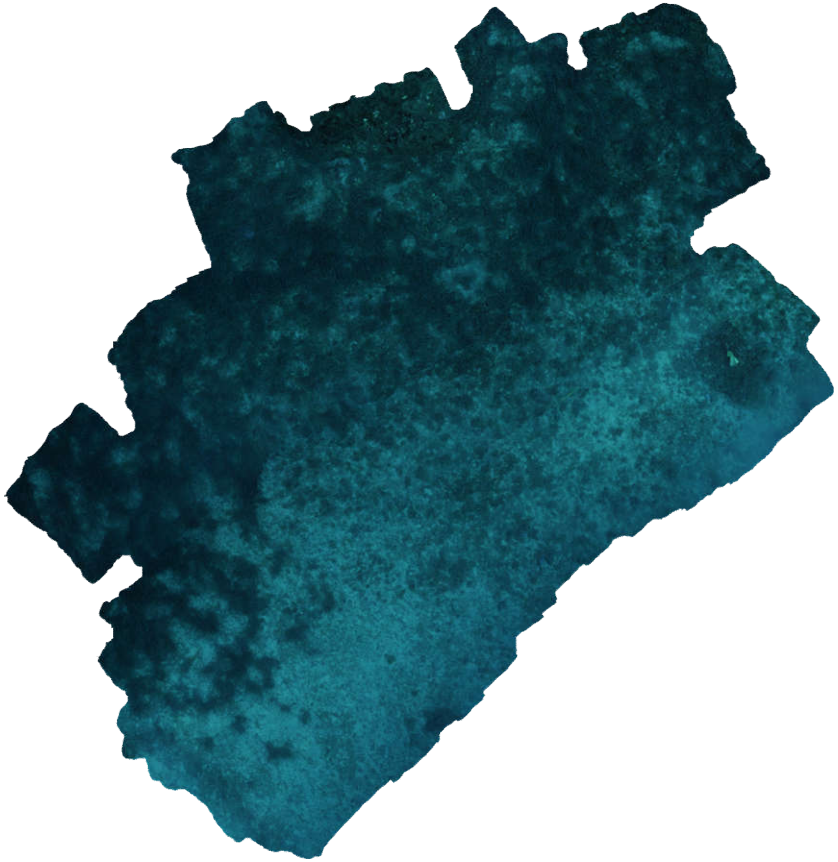
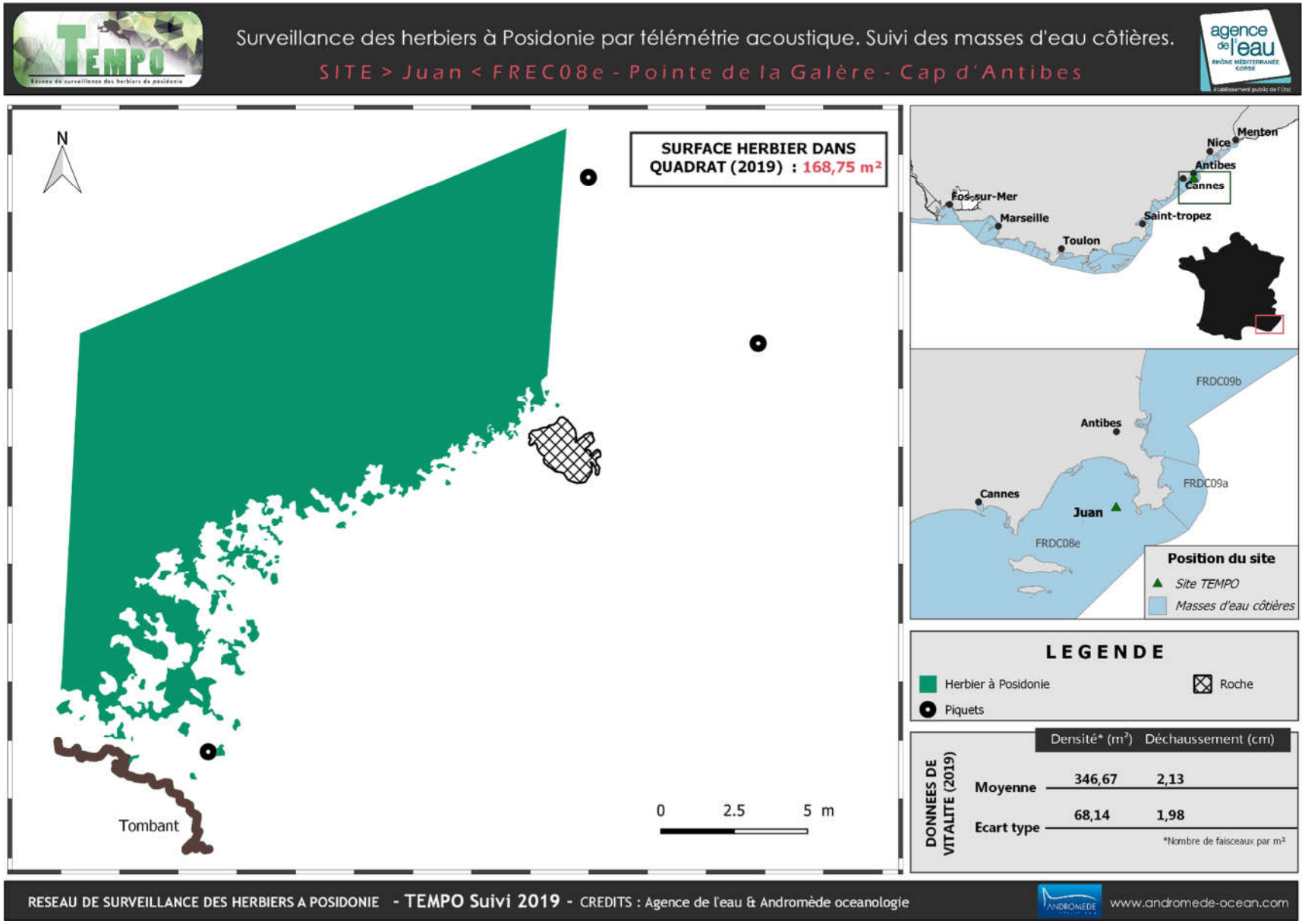


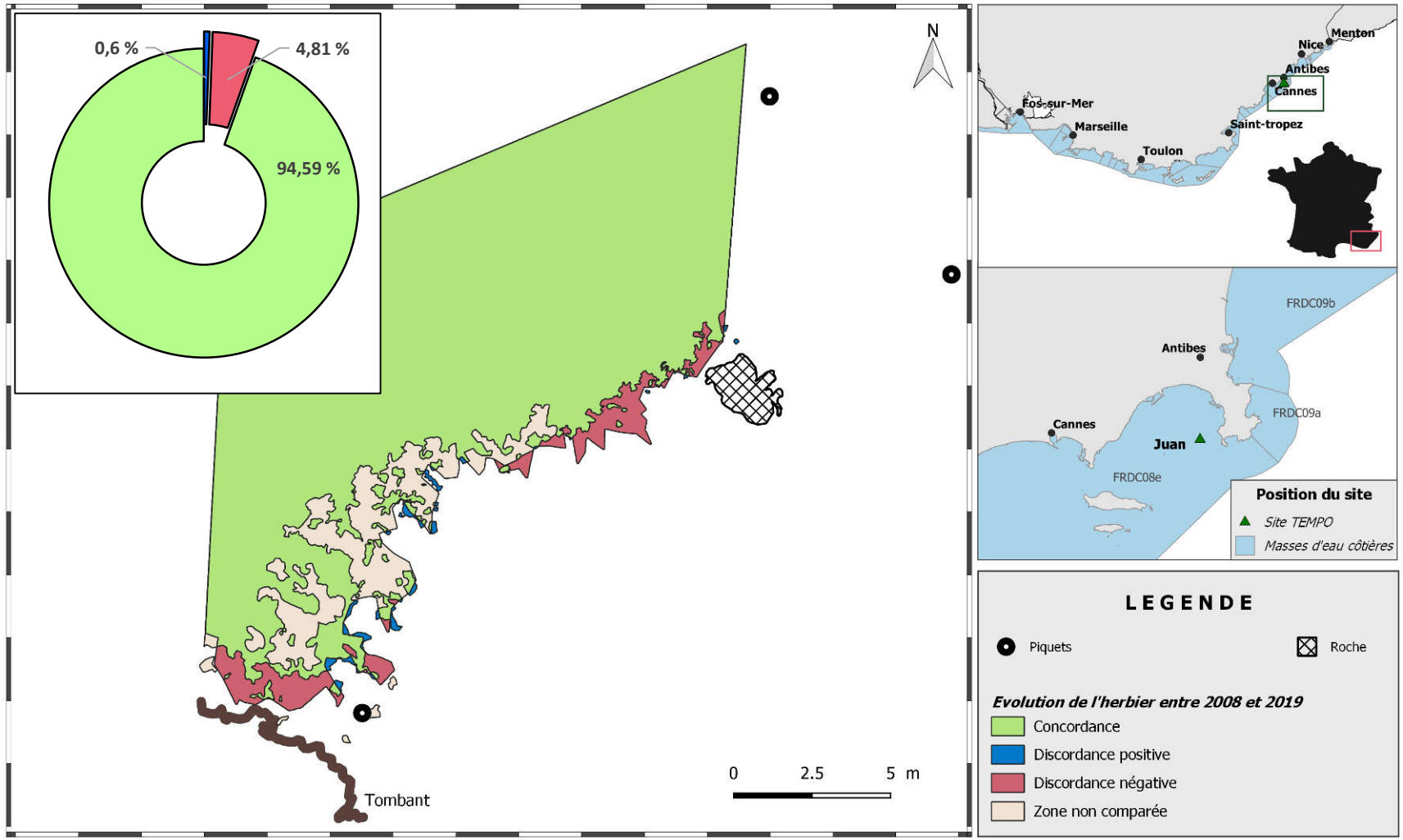
Figure 70 : Vue globale du site reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2016 (à gauche) et 2019 (à droite).

Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2019 réalisée par télémétrie acoustique ainsi que sa dynamique évolutive.

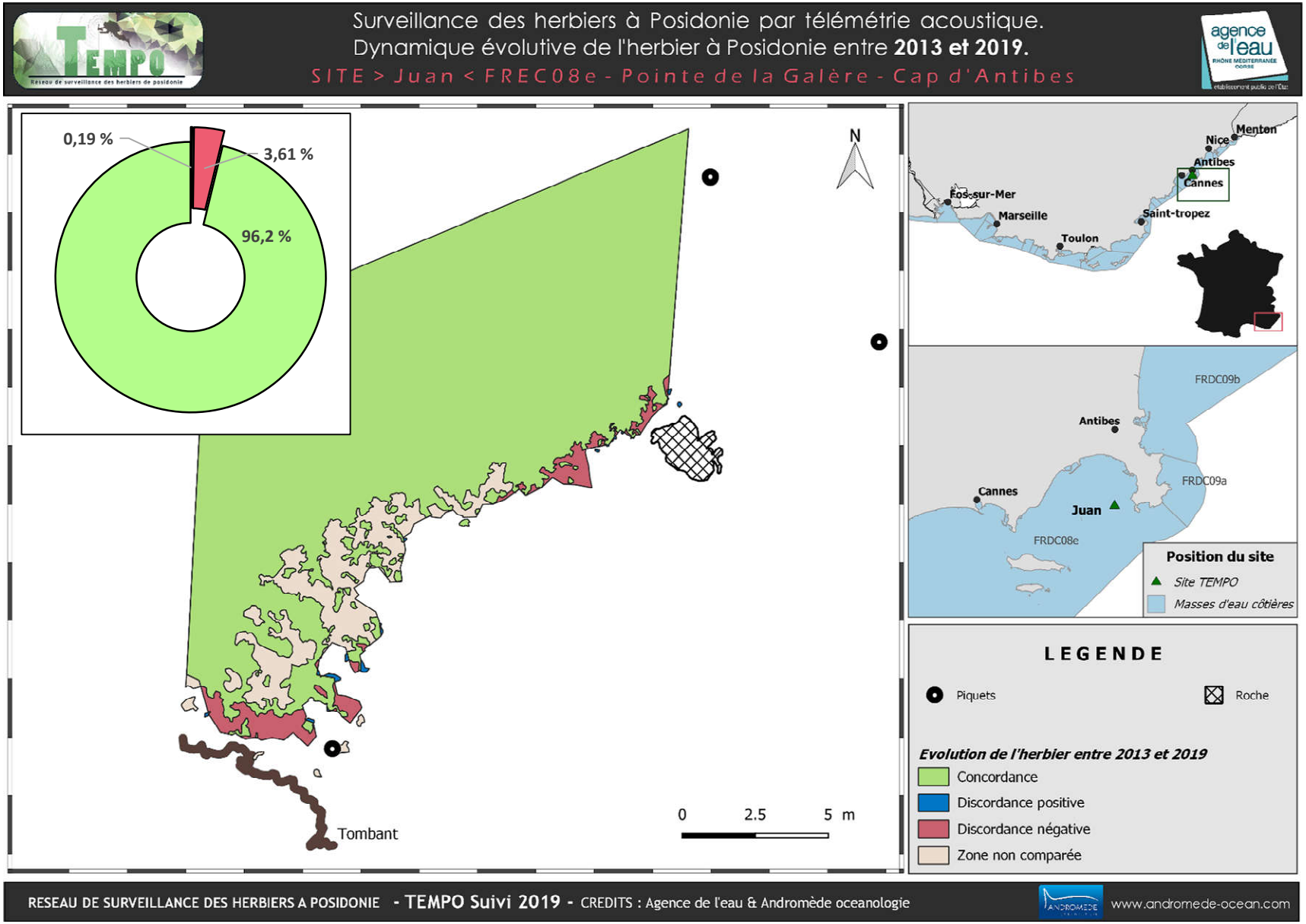

Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique. Suivi des masses d'eau côtières.
SITE > Juan < FREC08e - Pointe de la Galère - Cap d'Antibes
N
SURFACE HERBIER DANS QUADRAT (2019) : 168,75 m²
Tombant
0 2.5 5 m
Menton
Nice
Antibes
Cannes
Fos-sur-Mer
Marseille
Saint-tropez
Toulon
FRDC09b
FRDC09a
FRDC08e
Juan
Position du site
Site TEMPO
Masses d'eau côtières
LEGENDE
Herbier à Posidonie
Roche
Piquets
DONNEES DE VITALITE (2019)
Densité* (m²) Déchaussement (cm)
Moyenne 346,67 2,13
Ecart type 68,14 1,98
*Nombre de faisceaux par m²
RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - TEMPO Suivi 2019 - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie
www.andromede-ocean.com

Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique.
Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre **2008 et 2019.**

SITE > Juan < FREC08e - Pointe de la Galère - Cap d'Antibes

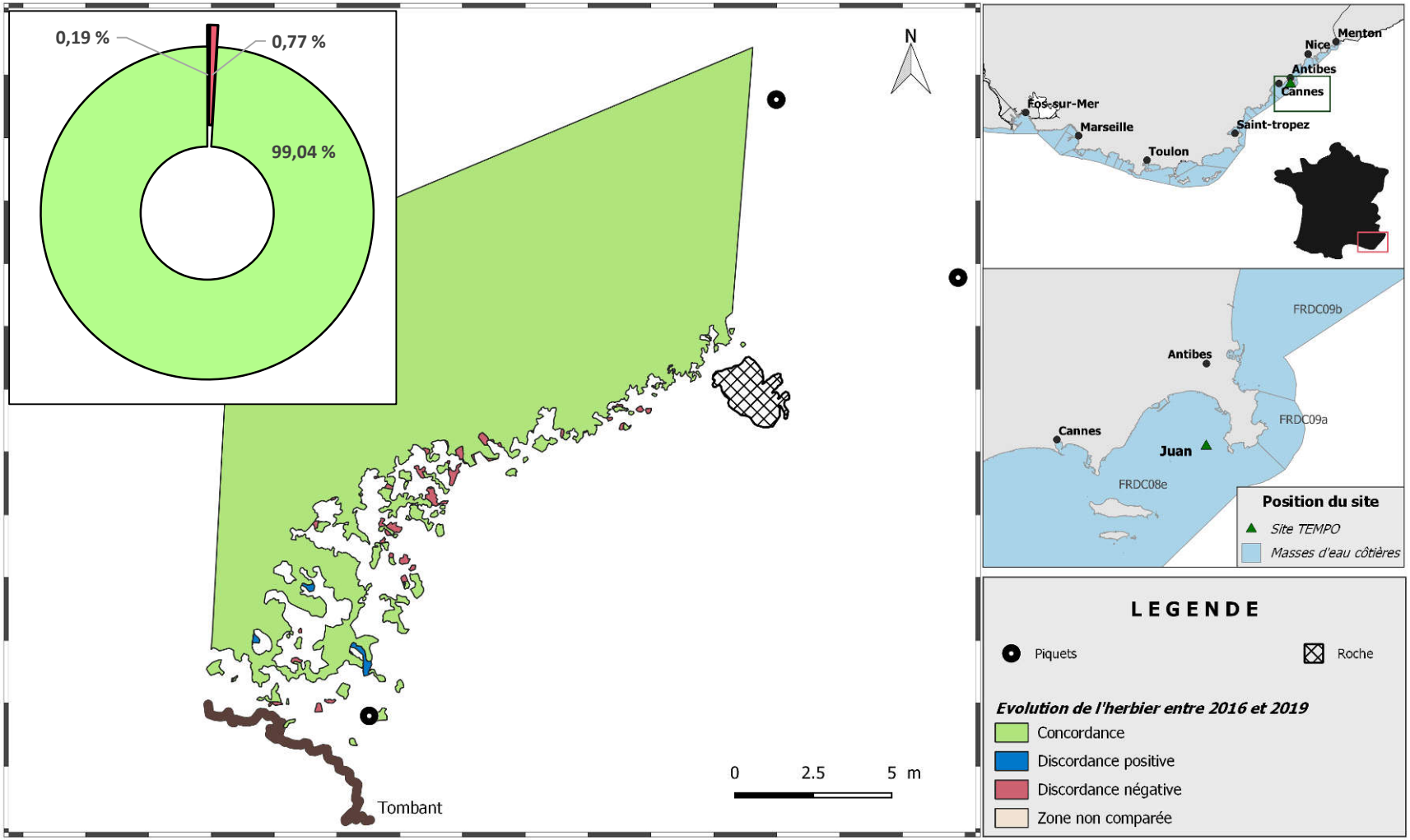


RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - **TEMPO Suivi 2019** - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie www.andromede-ocean.com


Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique.
Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre 2013 et 2019.
SITE > Juan < FREC08e - Pointe de la Galère - Cap d'Antibes
0,19 %
3,61 %
96,2 %
N
Tombant
0 2.5 5 m
Menton
Nice
Antibes
Cannes
Fos-sur-Mer
Marseille
Saint-tropez
Toulon
FRDC09b
FRDC09a
FRDC08e
Position du site
Site TEMPO
Masses d'eau côtières
LEGENDE
Piquets
Roche
Evolution de l'herbier entre 2013 et 2019
Concordance
Discordance positive
Discordance négative
Zone non comparée
RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - TEMPO Suivi 2019 - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie
www.andromede-ocean.com

Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique.
Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre **2016 et 2019.**

SITE > Juan < FREC08e - Pointe de la Galère - Cap d'Antibes



RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - **TEMPO Suivi 2019** - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie www.andromede-ocean.com

I.A.1.f. Juan PI (masse d'eau FRDC08e) – Profondeur intermédiaire

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	17				
Visibilité (m)	7M AU FOND				
Nature du fond	☑ Sable grossier	☐ Sable fin	☐ Matte morte	☐ Substrat rocheux	☐ Autres : ...
Perturbations biologiques	☐ Caulerpa cylindracea	☐ Caulerpa taxifolia	☐ Algues filamenteuses	☐ Womersleyella setacea	☐ Autres : ...
Remarques					
Perturbations physiques	☐ Engins de pêche	☑ Traces de mouillage	☐ Structures artificielles	☐ Bloc de matte arraché	☐ Autres : ...
Pollutions	☐ Sédiments oxydés	☑ Macrodéchets	☐ Hydrocarbures	☐ Autres: ...	
Remarques					
Espèces particulières					

Figure 71: Illustrations du site Juan à la profondeur intermédiaire de -15m (2019)

b. Capteur de température

Capteur de température	
Latitude :	43 32.743
Longitude :	7 06.360
Date de pose	14/06/2019
Heure de lancement	20:00
N° capteur	20447018
Profondeur du capteur (m)	15
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	

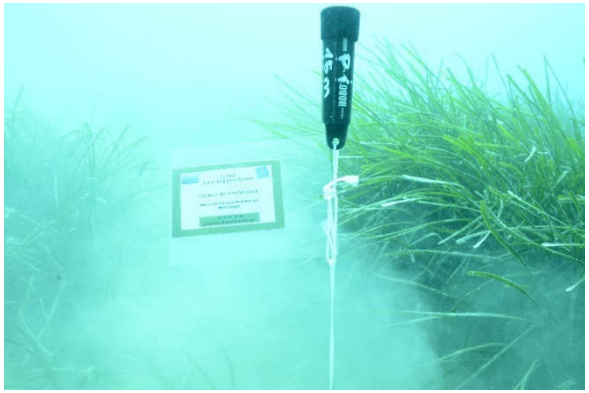


Figure 72: Illustration du capteur de température posé en 2019 à -15m.

c. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

Les indices BiPo2 et EBQI ont été calculés sur ce site en 2016 et 2019. Leurs valeurs sont indiquées dans le tableau suivant (carré rouge).

Tableau 26 : Paramètres et indicateurs mesurés à la profondeur intermédiaire comparés à l'échelle régionale

Région	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau cotière	FRDC08e	FRDC08e	
Nom du site	Juan PI	Juan PI	
Année	2016	2019	
Valeur EQR (LI)	0.56	0.69	0 – 0.48 – 0.69
Valeur BiPo (PI)	0.54	0.56	0.37 – 0.56 – 0.75
Valeur PREI (PI)	0	0	0 – 0.22 – 0.75
Valeur EBQI (PI)	2.92	4.56	2.43 – 4.59 – 6.81
Indice de confiance de l'indicateur EBQI	85.71	41.67	36.91 – 61.51 – 85.71
Profondeur intermédiaire du site (m)	15	15	13 – 15 – 17
Profondeur de la limite inférieure (m)	27.5	27.5	13 – 26.01 – 36
Densité de faisceaux à la PI (faisceaux/m2)	226	168	122 – 240.13 – 477
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m2)	184	347	0 – 144.48 – 347
Type de limite inférieure	3	3	1 – 2.65 – 5
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	5.5	2.1	-1.5 – 2.6 – 10.5
Longueur des feuilles à la PI (mm)	506	710	237 – 572.58 – 1080
Surface foliaire à la PI (cm²/faisceaux)	0	0	0 – 95.27 – 408
Surface foliaire à la PI (cm²/faisceaux)	0	0	0 – 95.27 – 408
Charge épiphytaire à la PI	0	0	0 – 0.05 – 0.21
Recouvrement (%) à la PI	68.59	80.4	0 – 80.84 – 100
Epibiontes (g_MS/f) à la PI	0.04	0.1	0 – 0.09 – 0.3
Pinna nobilis (ind/100m2) à la PI	0	0	0 – 0.45 – 10
HOM (ind/m2) à la PI	0.13	0.1	0 – 0.49 – 5.13
LOM (ind/m2) à la PI	0.03	0.07	0 – 1.16 – 10.47
Holothuries (ind/10m2) à la PI	1	0	0 – 1.06 – 7.67
Oursins (ind/m2) à la PI	0	0	0 – 0.31 – 9.46
Broutage (%_feuilles) à la PI	13	15	0 – 22.66 – 85.94
Téléostéens predateurs (kg WM/100m2) à la PI	0.59	0	0 – 0.19 – 1.05
Téléostéens piscivores (kg WM/100m2) à la PI	0	0	0 – 0.04 – 2.38
Téléostéens planctonivores (kg WM/100m2) à la PI	0.08	0	0 – 0.47 – 9.57
SRDI (PI)	3.7	0	0 – 2.33 – 7.33
Oiseaux (PI)	0	0	0 – 0

La valeur du BiPo2 est dans la moyenne régionale. Elle augmente très légèrement au cours des suivis et indique **une amélioration de l'état écologique de l'herbier qui est bon en 2019** (moyen en 2016) mais sur les deux suivis les valeurs sont en limite de changement de classe.

La valeur de l'EBQI augmente au cours des suivis et indique **une amélioration de l'état écologique de l'herbier qui est moyen** (mauvais en 2016). Par rapport au suivi de 2019, Il faut prendre en considération qu'en 2016 nous avions intégré le calcul des box Poissons - box 9 à 12- (d'où la diminution de l'indice de confiance de l'indice EBQI). Le choix a été fait de ne plus suivre dans l'indice EBQI les box Poissons, leur mauvaise calibration dans cet indice entrainant une dégradation des herbiers non en lien avec leur état. Le suivi des populations de poissons est réalisé séparément dans le cadre du réseau de surveillance **PISCIS** (https://plateforme.medtrix.fr/).

A la vue de ces éléments on peut considérer que l'état écologique du site à la profondeur intermédiaire est stable entre les deux suivis, et qu'il est qualifié de moyen.

I.A.1.b. Plage Suveret (masse d'eau FRDC08e) – Limite inférieure et Profondeur intermédiaire

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	20				
Visibilité (m)					
Nature du fond	☐ Sable grossier	☑ Sable fin	☑ Matte morte	☐ Substrat rocheux	☐ Autres : …
Remarques :					
Perturbations biologiques	☐ Caulerpa cylindracea	☐ Caulerpa taxifolia	☐ Algues filamenteuses	☐ Womersleyella setacea	☐ Autres : …
Remarques :					
Perturbations physiques	☐ Engins de pêche	☐ Traces de mouillage	☐ Structures artificielles	☐ Bloc de matte arraché	☑ Autres : …
Remarques :					
Pollutions	☐ Sédiments oxydés	☑ Macrodéchets	☐ Hydrocarbures	☐ Autres: …	
Remarques :					
Espèces particulières	Macrodéchets peu volumineux et non dangereux (pneu; cône de signalisation; petit bloc de béton)				

Figure 73 : Illustrations du site Plage Suveret en limite inférieure (2019)

Le site « **Plage Suveret** » est situé dans la masse d'eau 'Pointe de la Galère - Cap d'Antibes' (FREC08e), dans la partie Ouest du golfe de la Napoule.

Figure 74 : Site plage Suveret, face à Théoule sur mer (2013).

L'herbier se développe sur un fond de sable et de matte morte. De nombreuses *Alicia mirabilis* étaient présentes sur le site en 2013, elles n'ont pas été observées à nouveau sur l'herbier depuis.

b. *Capteur de Température*

Capteur de température	
Latitude :	43 30.630
Longitude :	6 56.387
Date de pose	15/06/2019
Heure de lancement	20h00
N° capteur	20586643
Profondeur du capteur (m)	13
N° de piquet du quadrat	Vis à sable au niveau du piquet 1
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	zone au niveau d'une sortie portuaire; herbier très envasé avec déchets (pneu, cône de signalisation, petit bloc de béton…)

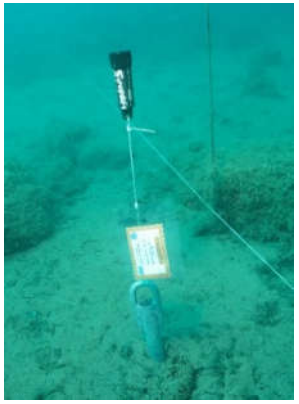


Figure 75 : Capteur posé en 2019 en limite inférieure

c. *Mesures de vitalité et comparaison régionale*

Tableau 27 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2019).

Région	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau cotière	FRDC08e	FRDC08e	FRDC08e	
Nom du site	Plage Suveret	Plage Suveret	Plage Suveret	
Année	2013	2016	2019	
Valeur EQR LI	0.41	0.41	0.39	0.26 – 0.5 – 0.69
Type de limite inférieure	3	3	3	1 – 2.61 – 5
EQR' Type de limite inférieure	0.66	0.66	0.66	0.21 – 0.57 – 1
Profondeur de la limite inférieure (m)	13	13	13	13 – 25.78 – 36
EQR' Profondeur de la limite inférieure	0.25	0.25	0.25	0.25 – 0.59 – 0.94
Densité de faisceaux (faisceaux/m²)	169	170	122	23 – 160.48 – 371
EQR' Densité de faisceaux en limite inférieure	0.32	0.32	0.26	0.13 – 0.34 – 0.8
Déchaussement de l'herbier (cm)	1.8	4.6	4.3	-1.6 – 2.09 – 10.5

La limite inférieure est peu profonde (située à 13 mètres de profondeur), **franche en tâches (faible recouvrement) à tendance régressive.** On observe la présence de matte morte et de faisceaux isolés.

La densité en 2019 varie de 50 à 187,5 faisceaux/m² pour une **densité moyenne de 122±38.28 faisceaux /m²** (170±40,1 faisceaux /m² en 2016 ;169±50,4 faisceaux /m² en 2013). L'herbier en 2019 est donc en **état mauvais** (état médiocre en 2013 et 2016) compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al*., 2008 et Pergent-Martini *et al*., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al*., (1995) la densité est **anormale** (sub-normale inférieure en 2013 et 2016).

Le **déchaussement de l'herbier est faible pour les différentes années de suivi** (<5 cm).

L'EQR Site en 2013 et 2016 (0.41) et 2019 (0.39) est en dessous de la moyenne régionale PACA. On observe en 2019 une diminution du nombre de faisceaux mesurés qui entraine une petite baisse de la valeur de l'EQR. Le statut du site Plage Suveret conserve en 2019 un **état écologique « moyen »**.

d. Perturbations observées

Le site se trouve dans une zone sensible : présence de plusieurs aménagements littoraux dont deux ports de part et d'autre du site TEMPO (Théoule sur Mer et port de la Rague) et embouchure de cours d'eau provoquant turbidité et envasement. Notons un herbier très épiphyté et la présence de macrodéchets (cône de signalisation, pneus et blocs de béton).

Figure 77 : Vue aérienne et emplacement du site (source : Bing, 2013)

e. Données historiques

Le site RSP « Théoule sur Mer » a été mis en place en 1995. Le balisage est situé à moins de 30 mètres du site TEMPO sur une profondeur moyenne de -13,1 mètres. En 2004, l'herbier semblait continuer sa régression avec une limite irrégulière présentant de nombreuses indentations. Son état était jugé mauvais même si une tendance à la stabilisation était relevée.

f. Cartographie des herbiers par télémétrie acoustique

Le quadrat de délimitation de l'herbier à Posidonie est composé de quatre piquets permanents ancrés dans le sable entre 12,4 mètres et 12,8 mètres de profondeur.

Le tableau suivant présente, pour chaque période suivie, les pourcentages de discordance positive, négative et de concordance au niveau de la surface comparable du quadrat ainsi que l'indice d'évolution. Les couleurs indiquées dans les tableaux correspondent à celles des curseurs imagés qui replacent la valeur observée dans le contexte de l'étude (valeurs minimale, maximale et moyenne).

Masse d'eau côtière	FRDC08e	FRDC08e	FRDC08e	Échelle de comparaison Méditerranée Légende
Nom du site	Plage Suveret	Plage Suveret	Plage Suveret	
Période d'évolution	2013-2016	2013-2019	2016-2019	
% Discordance positive	0.73	1.1	1.63	0 — 9.38 — 77.81
% Discordance négative	2.91	2.9	1.3	0 — 10.48 — 62.38
% Concordance	96.36	95.99	97.07	0 — 74.11 — 99.94
Indice d'évolution de l'herbier	-0.6	-0.45	0.11	-1 — -0.16 — 0.87
Surface comparée (m²)	144.25	136.69	133.67	0 — 133.36 — 802.8

Au niveau de la surface comparable du quadrat pour la période 2016-2019, on observe sur ce site 1,63 % de discordance positive, 1,3 % de discordance négative et 97,07 % de concordance. L'indice d'évolution est de 0,11. On note que la surface comparée entre 2013 et 2016 est légèrement plus importante que celle reportée entre 2013-2019 et 2016-2019. La diminution de la surface comparée en 2019 est liée à la re délimitation du quadrat au niveau des piquets 1 et 2.

La dynamique évolutive de l'herbier analysée par télémétrie acoustique montre un herbier **à tendance régressive entre 2013 et 2016 puis stable à partir de 2016,** à confirmer lors du prochain suivi.

g. *Cartographie des herbiers par photogrammétrie - Modèles 3D*

La modélisation en 3D par photogrammétrie permet d'obtenir une vision d'ensemble du site (une image à un instant t), mais également une vision fine et précise si nécessaire à l'aide de zooms. Les modèles 3D seront bientôt disponibles sur la plateforme MEDTRIX dans les projets « MODEL » et « TEMPO ».

Le modèle 3D du site Plage Suveret en 2019 a été généré suite à l'acquisition de 651 photographies prises sous l'eau.

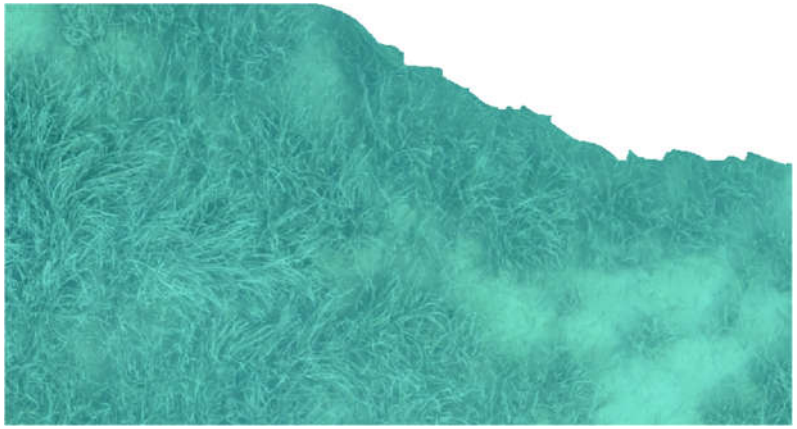


Figure 78 : Zoom du modèle 3D du site Plage Suveret illustrant l'herbier continu ainsi que les taches présentes.

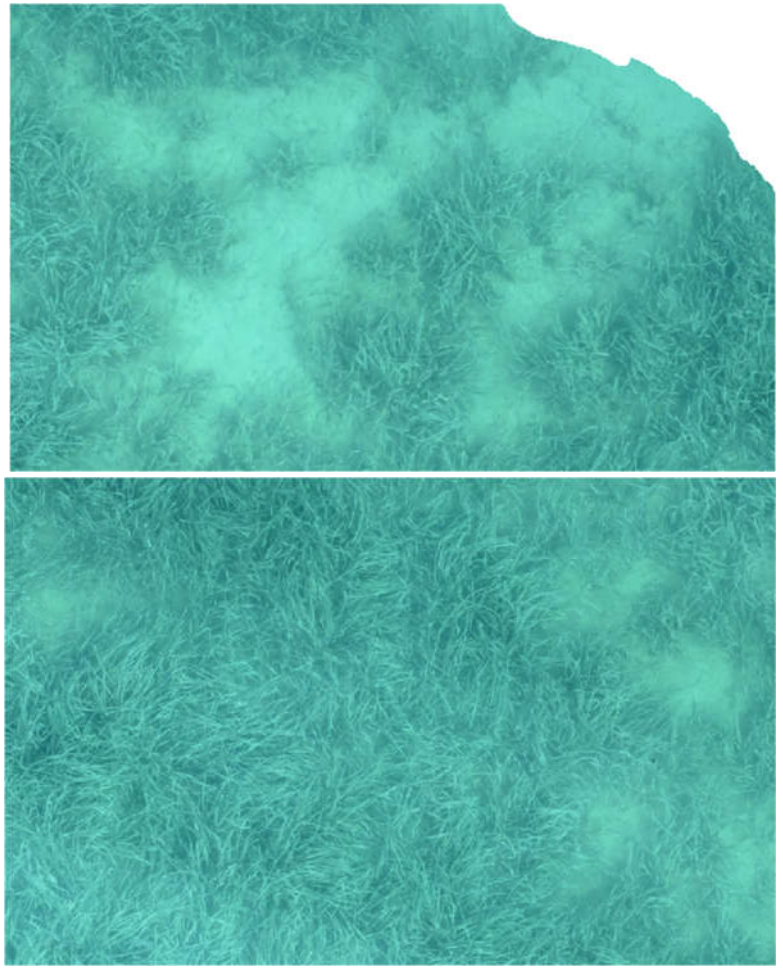


Figure 79 : Quelques zooms du modèle 3D du site Plage Suveret illustrant l'herbier continu ainsi que les taches présentes.

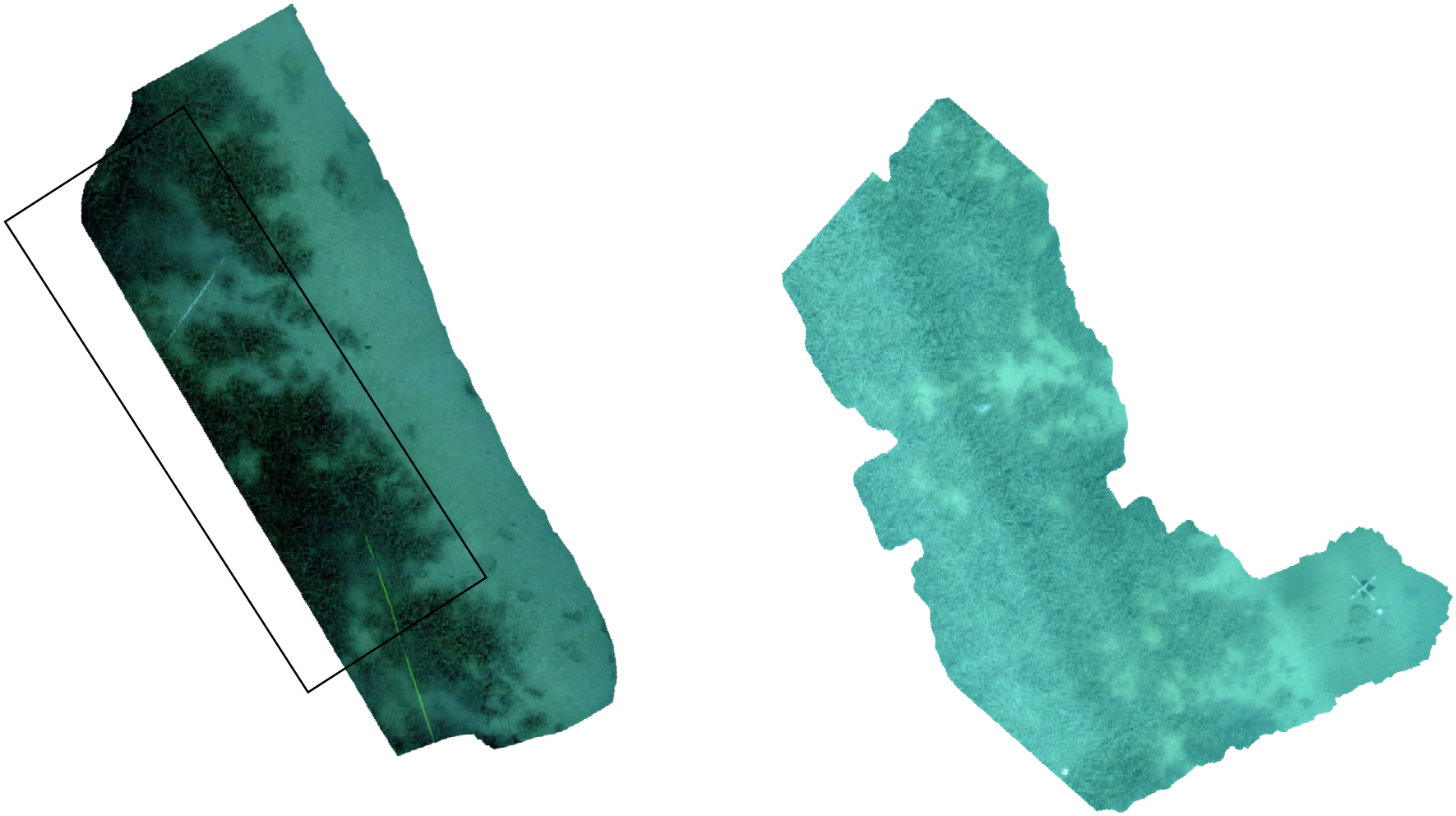
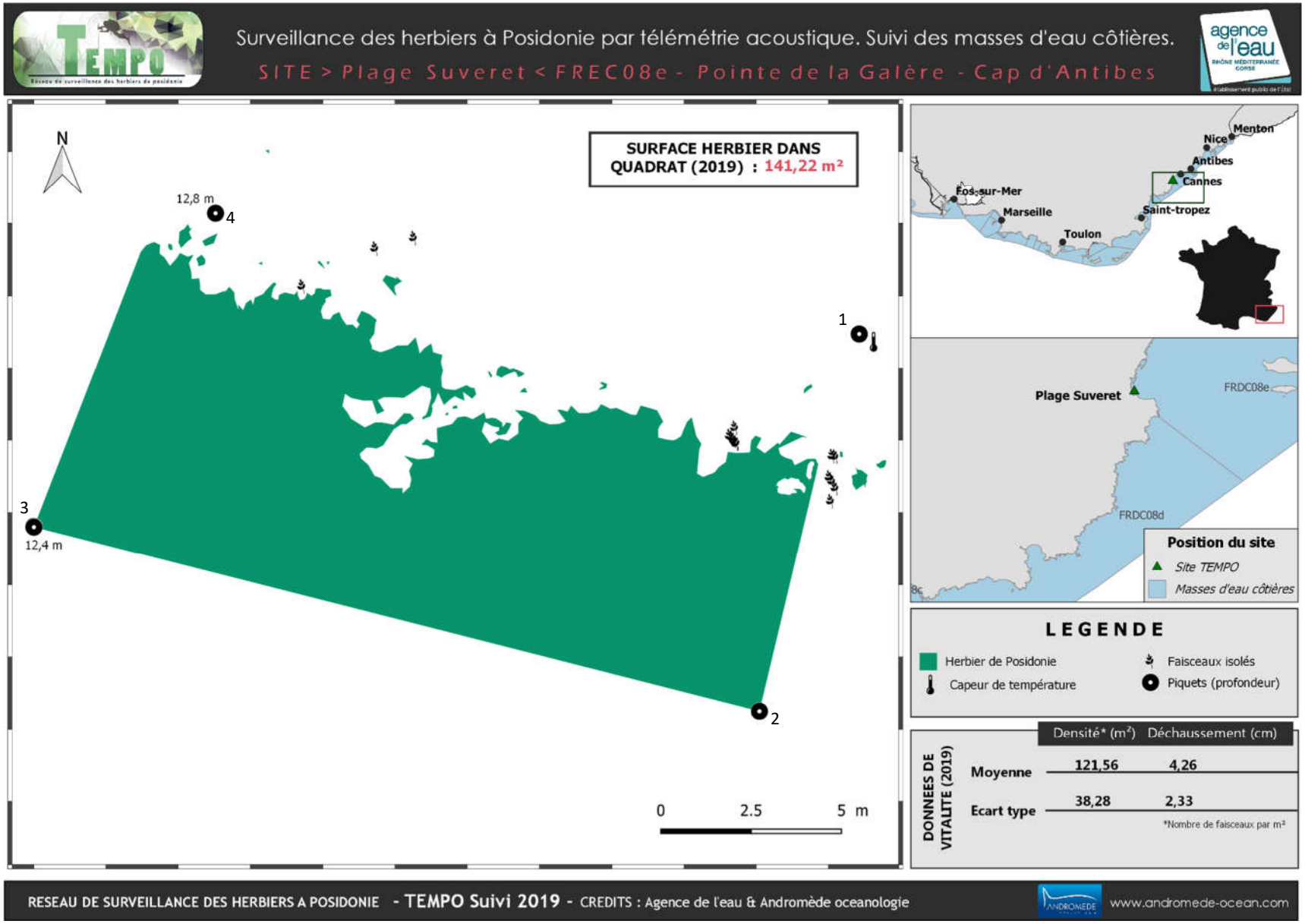
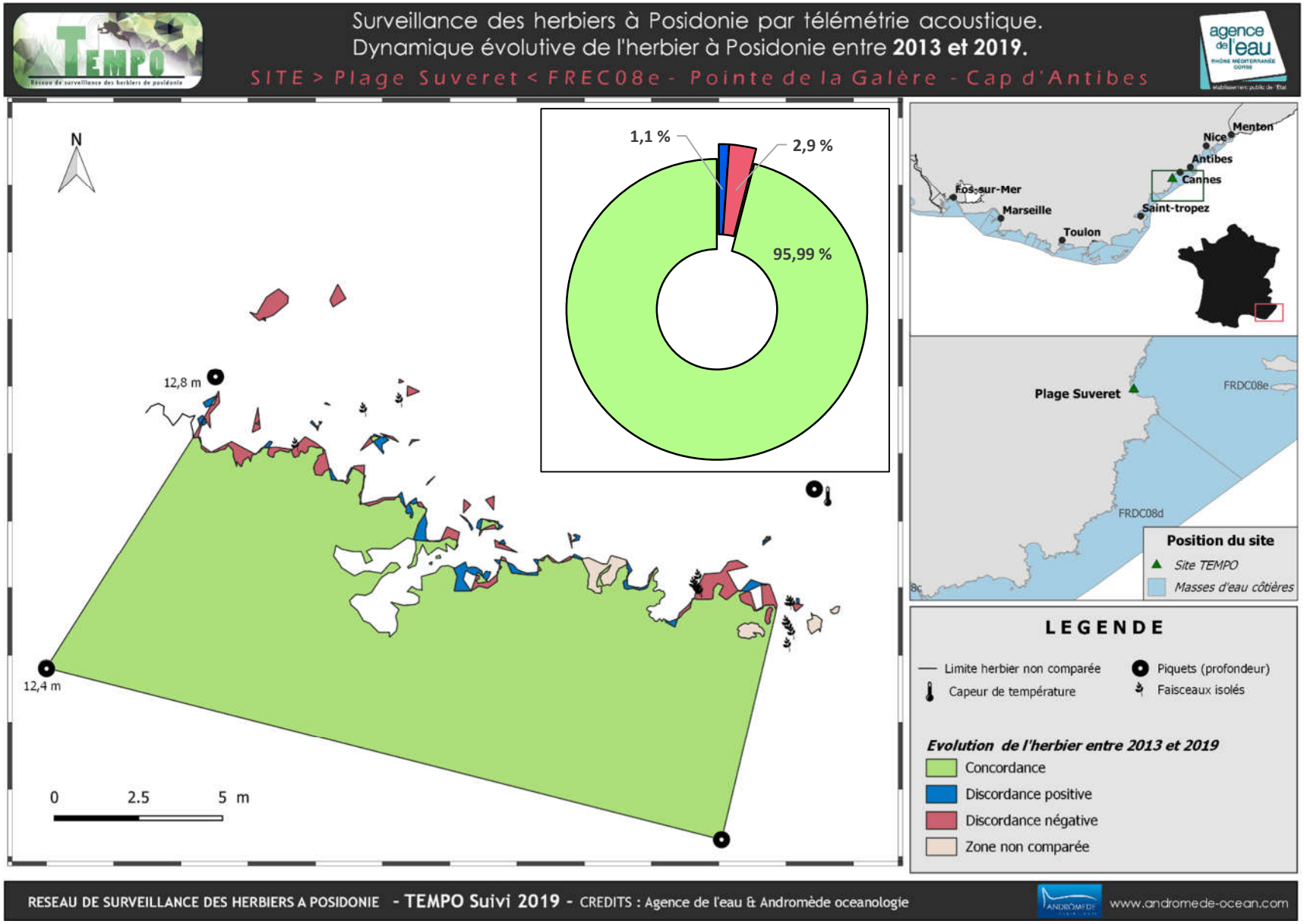
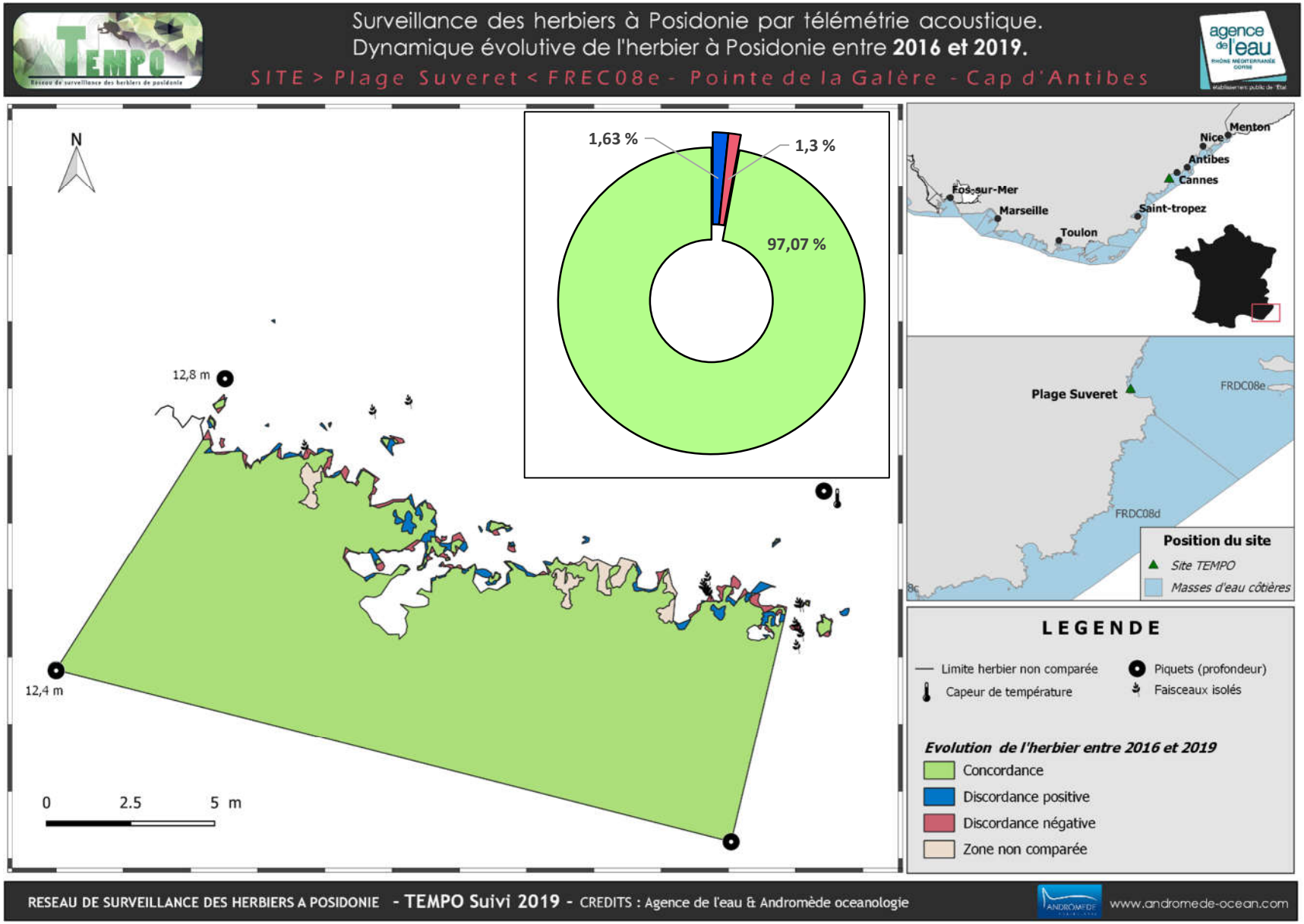


Figure 80 : Vue globale du site reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2016 (à gauche) et 2019 (à droite). Le rectangle noir indique la localisation du modèle en 2016.

En raison d'une mauvaise visibilité la reconstruction du modèle 2019 en photogrammétrie n'est pas complet. Cependant la télémétrie acoustique a permis de réaliser le suivi sur ce site. Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2019 réalisée par télémétrie acoustique ainsi que sa dynamique évolutive.


Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique. Suivi des masses d'eau côtières.
SITE > Plage Suveret < FREC08e - Pointe de la Galère - Cap d'Antibes
SURFACE HERBIER DANS QUADRAT (2019) : 141,22 m²
N
12,8 m
4
1
3
12,4 m
2
0
2.5
5 m
Menton
Nice
Antibes
Cannes
Fos-sur-Mer
Marseille
Saint-tropez
Toulon
Plage Suveret
FRDC08e
FRDC08d
Position du site
Site TEMPO
Masses d'eau côtières
LEGENDE
Herbier de Posidonie
Faisceaux isolés
Capeur de température
Piquets (profondeur)
DONNEES DE VITALITE (2019)
Densité* (m²)
Déchaussement (cm)
Moyenne
121,56
4,26
Ecart type
38,28
2,33
*Nombre de faisceaux par m²
RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - TEMPO Suivi 2019 - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie
www.andromede-ocean.com


Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique.
Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre 2013 et 2019.
SITE > Plage Suveret < FREC08e - Pointe de la Galère - Cap d'Antibes
N
12,8 m
12,4 m
0
2.5
5 m
1,1 %
2,9 %
95,99 %
Menton
Nice
Antibes
Cannes
Fos-sur-Mer
Marseille
Saint-tropez
Toulon
Plage Suveret
FRDC08e
FRDC08d
Position du site
Site TEMPO
Masses d'eau côtières
LEGENDE
Limite herbier non comparée
Piquets (profondeur)
Capeur de température
Faisceaux isolés
Evolution de l'herbier entre 2013 et 2019
Concordance
Discordance positive
Discordance négative
Zone non comparée
RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - TEMPO Suivi 2019 - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie
www.andromede-ocean.com


Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique.
Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre 2016 et 2019.
SITE > Plage Suveret < FREC08e - Pointe de la Galère - Cap d'Antibes
N
1,63 %
1,3 %
97,07 %
12,8 m
12,4 m
0
2.5
5 m
Menton
Nice
Antibes
Cannes
Fos-sur-Mer
Marseille
Saint-tropez
Toulon
Plage Suveret
FRDC08e
FRDC08d
Position du site
Site TEMPO
Masses d'eau côtières
LEGENDE
Limite herbier non comparée
Capeur de température
Piquets (profondeur)
Faisceaux isolés
Evolution de l'herbier entre 2016 et 2019
Concordance
Discordance positive
Discordance négative
Zone non comparée
RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - TEMPO Suivi 2019 - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie
www.andromede-ocean.com

h. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

Les indices BiPo2 et EBQI ont été calculés sur ce site en 2016 et 2019. Leurs valeurs sont indiquées dans le tableau suivant (carré rouge).

La valeur du BiPo2 est bien en-dessous de la moyenne régionale. Elle diminue légèrement au cours des suivis et indique **une stabilité de l'état écologique de l'herbier qui est moyen.** La diminution de la valeur de cet indice s'explique par une baisse de la densité de faisceaux en 2019.

La valeur de l'EBQI augmente au cours des suivis et indique un état écologique **moyen** de l'herbier (médiocre en 2016). Même s'il y a une diminution des notes des box densité, holothuries, les box LOM et Recouvrement voient leur note augmentée. De plus, par rapport au suivi de 2019, Il faut prendre en considération qu'en 2016 nous avions intégré le calcul des box Poissons - box 9 à 12- (d'où la diminution de l'indice de confiance de l'indice EBQI). Le choix a été fait de ne plus suivre dans l'indice EBQI les box Poissons, leur mauvaise calibration dans cet indice entrainant une dégradation des herbiers non en lien avec leur état. Le suivi des populations de poissons est réalisé séparément dans le cadre du réseau de surveillance **PISCIS** (https://plateforme.medtrix.fr/).

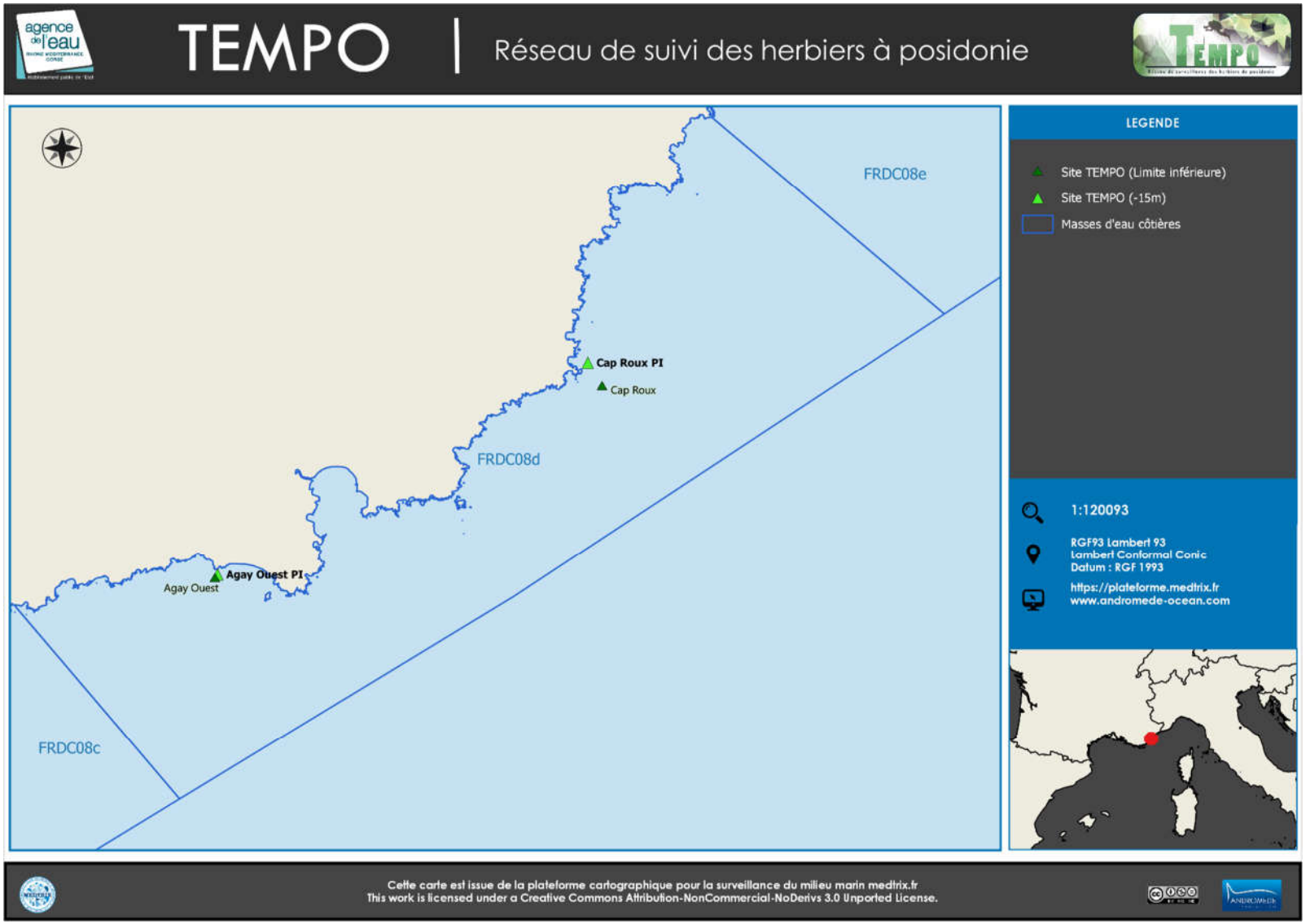
A la vue de ces éléments on peut considérer que l'état écologique du site à la profondeur intermédiaire est stable entre les deux suivis, et qu'il est qualifié de moyen

Tableau 28 : Paramètres et indicateurs mesurés à la profondeur intermédiaire comparés à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau cotière	FRDC08e	FRDC08e	
Nom du site	Plage Suveret PI	Plage Suveret PI	
Année	2016	2019	
Valeur EQR (LI)	0.41	0.39	0 – 0.48 – 0.69
Valeur BiPo (PI)	0.44	0.44	0.37 – 0.56 – 0.75
Valeur PREI (PI)	0	0	0 – 0.22 – 0.75
Valeur EBQI (PI)	4.17	5.75	2.43 – 4.59 – 6.81
Indice de confiance de l'indicateur EBQI	85.71	41.67	36.91 – 61.51 – 85.71
Profondeur intermédiaire du site (m)	13	13	13 – 15 – 17
Profondeur de la limite inférieure (m)	13	13	13 – 26.01 – 36
Densité de faisceaux à la PI (faisceaux/m2)	170	122	122 – 240.13 – 477
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m2)	170	122	0 – 144.48 – 347
Type de limite inférieure	3	3	1 – 2.65 – 5
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	4.6	4.3	-1.5 – 2.6 – 10.5
Longueur des feuilles à la PI (mm)	632	680	237 – 572.58 – 1080
Surface foliaire à la PI (cm²/faisceaux)	0	0	0 – 95.27 – 408
Charge épiphytaire à la PI	0	0	0 – 0.05 – 0.21
Recouvrement (%) à la PI	81.73	80.67	0 – 80.84 – 100
Epibiontes (g_MS/f) à la PI	0.11	0.15	0 – 0.09 – 0.3
Pinna nobilis (ind/100m2) à la PI	0	0	0 – 0.45 – 10
HOM (ind/m2) à la PI	0.03	0	0 – 0.49 – 5.13
LOM (ind/m2) à la PI	0	0.27	0 – 1.16 – 10.47
Holothuries (ind/10m2) à la PI	3.67	7.67	0 – 1.06 – 7.67
Oursins (ind/m2) à la PI	0.03	0	0 – 0.31 – 9.46
Broutage (%_feuilles) à la PI	9.9	21.42	0 – 22.66 – 85.94
Téléostéens predateurs (kg WM/100m2) à la PI	0.57	0	0 – 0.19 – 1.05
Téléostéens piscivores (kg WM/100m2) à la PI	0	0	0 – 0.04 – 2.38
Téléostéens planctonivores (kg WM/100m2) à la PI	0.22	0	0 – 0.47 – 9.57
SRDI (PI)	5.6	0	0 – 2.33 – 7.33
Oiseaux (PI)	0	0	0 – 0

IV.F.Masse d'eau FRDC08d

La masse d'eau FRDC08d comprend les sites TEMPO Cap Roux et Agay Ouest échantillonnés en 2013, 2016 et 2019. Le site Cap Roux a également fait l'objet d'un suivi en 2008.



I.A.1.a. Cap Roux (masse d'eau FRDC08d) – Limite inférieure

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	17				
Visibilité (m)	20				
Nature du fond	☑ Sable grossier	☐ Sable fin	☐ Matte morte	☐ Substrat rocheux	☐ Autres : ...
Remarques :	pas d'envasement, quelques rodolithes				
Perturbations biologiques	☑ Caulerpa cylindracea	☐ Caulerpa taxifolia	☐ Algues filamenteuses	☐ Womersleyella setacea	☐ Autres : ...
Remarques :	présente partout mais peu dense				
Perturbations physiques	☐ Engins de pêche	☐ Traces de mouillage	☐ Structures artificielles	☐ Bloc de matte arraché	☐ Autres : ...
Remarques :					
Pollutions	☐ Sédiments oxydés	☐ Macrodéchets	☐ Hydrocarbures	☐ Autres: ...	
Remarques :					
Espèces particulières	cystoseires, ascidies, cérianthes, sargasses				

Figure 81 : Illustrations du site Cap Roux en limite inférieure (2019)

Le site « **Cap Roux** » appartient à la masse d'eau 'Ouest Fréjus - Pointe de la Galère' (FRDC08d). Il a été mis en place en 2008 à l'Est du massif de l'Estérel.

L'herbier se développe sur un fond de sable grossier. Il est très morcelé.

De nombreuses *Pinna nobilis,* des bancs de mendoles *(Spicara smaris)* et des murènes *(Muraena helena)* avaient été rencontrées lors des précédents suivis. En 2019, d'autres espèces ont été relevées : ascidies, cérianthes, sargasses et cystoseires.

Figure 82 : Cap Roux vu de la mer (2013)

b. *Capteur de Température*

Capteur de température	
Latitude :	43 26.899
Longitude :	6 55.741
Date de pose	15/06/2019
Heure de lancement	20h
N° capteur	20447019
Profondeur du capteur (m)	30,00
N° de piquet du quadrat	4
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	plaine de sable grossier et herbier en patch; petit massif rocheux à côté du piquet 1

Figure 83 : Illustrations du capteur posé en 2019 en limite inférieure

c. *Mesures de vitalité et comparaison régionale*

Tableau 29 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2019).

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau cotière	FRDC08d	FRDC08d	FRDC08d	FRDC08d	
Nom du site	Cap Roux	Cap Roux	Cap Roux	Cap Roux	
Année	2008	2013	2016	2019	
Valeur EQR LI	0.64	0.58	0.53	0.53	0.26 – 0.69 (0.5)
Type de limite inférieure	3	3	3	3	1 – 5 (2.61)
EQR' Type de limite inférieure	0.66	0.66	0.66	0.66	0.21 – 1 (0.57)
Profondeur de la limite inférieure (m)	27.5	27.5	27.5	27.5	13 – 36 (25.75)
EQR' Profondeur de la limite inférieure	0.64	0.64	0.64	0.64	0.25 – 0.94 (0.59)
Densité de faisceaux (faisceaux/m²)	269	204	147	158	23 – 371 (160.48)
EQR' Densité de faisceaux en limite inférieure	0.62	0.43	0.29	0.28	0.13 – 0.8 (0.34)
Déchaussement de l'herbier (cm)	0	0.4	1	3.1	-1.6 – 10.5 (2.09)

La limite inférieure **franche en taches (à faible recouvrement)** se situe à **30 mètres de profondeur**.

La densité en 2019 varie de 50 à 375 faisceaux/m² pour une **densité moyenne de 158±87,7 faisceaux /m²** (147±64,4 faisceaux /m² pour 2016 ; 204±71,22 faisceaux /m² en 2013 & 269 faisceaux /m² en 2008). L'herbier est donc en bon état en 2019 (bon en 2016, très proche d'un bon état (excellent en 2008 et 2013) compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent et al., 2008 et Pergent-Martini et al., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent et al., (1995) la densité est normale pour toutes les années de suivi.

Le **déchaussement de l'herbier est faible pour les différentes années de suivi** (<5cm).

L'EQR Site en 2008 (0,64) et 2013 (0,58), en 2016 (0,53) et 2019 (0,56) est au-dessus de la moyenne régionale PACA. Malgré un déclassement en 2016 (EQR<0.055) lié à une diminution du nombre de faisceaux, le site Cap Roux retrouve en 2019 un **« bon » état écologique (même statut qu'en 2008 et 2013).**

d. Perturbations observées

L'herbier est situé dans une zone exempte de tout impact anthropique majeur, dans la zone du cantonnement de pêche. On note la présence de l'espèce invasive *Caulerpa cylindracea* dans tout l'herbier, observée dès 2008 et lors des suivis postérieurs.

Figure 84 : Vue aérienne et emplacement du site (source : Bing, 2013)

e. Données historiques

Aucun herbier n'a été suivi dans cette masse d'eau par le RSP. En revanche, ce site TEMPO est localisé au sein du site Natura 2000 FR9301628 de l'Estérel dans lequel l'herbier à posidonie est suivi pour évoluer son état de conservation.

f. Cartographie des herbiers par télémétrie acoustique

Le site a été suivi par télémétrie acoustique en 2008 (Descamp *et al.,* 2009).

Le quadrat de délimitation de l'herbier à Posidonie est composé de quatre piquets permanents ancrés dans le sable et la roche entre 27 et 29,2 mètres de profondeur.

Le tableau suivant présente, pour chaque période suivie, les pourcentages de discordance positive, négative et de concordance au niveau de la surface comparable du quadrat ainsi que l'indice d'évolution. Les couleurs indiquées dans les tableaux correspondent à celles des curseurs imagés qui replacent la valeur observée dans

Masse d'eau côtière	FRDC08d	FRDC08d	FRDC08d	FRDC08d	FRDC08d	FRDC08d	Échelle de comparaison Méditerranée Légende
Nom du site	Cap Roux	Cap Roux	Cap Roux	Cap Roux	Cap Roux	Cap Roux	
Période d'évolution	2013-2016	2008-2016	2008-2013	2008-2019	2013-2019	2016-2019	
% Discordance positive	26.32	54.85	24.3	56.76	29.21	2.98	0 — 9.38 — 77.81
% Discordance négative	5.06	6.77	11.54	5.8	4.28	0.59	0 — 10.48 — 62.38
% Concordance	68.62	38.38	64.17	37.44	66.52	96.43	0 — 74.11 — 99.94
Indice d'évolution de l'herbier	0.68	0.78	0.36	0.81	0.74	0.67	-1 — -0.16 — 0.87
Surface comparée (m²)	26.67	26.92	18.81	32.08	30.85	30.52	0 — 133.36 — 802.8

Au niveau de la surface comparable du quadrat pour la période 2016-2019, on observe sur ce site 2,98 % de discordance positive, 0,59 % de discordance négative et 96,43 % de concordance. L'indice d'évolution est de 0,67. On note une différence au niveau des surfaces comparées entre certaines années de suivi. En effet, la cartographie de 2013 n'a pas été réalisée de la même manière – la délimitation de l'herbier prenait en compte l'ensemble des taches présentes. En 2008, puis 2016, la délimitation de l'herbier a été réalisée de manière plus précise, où chaque tache formait un polygone unique. Il y avait donc une surface non comparable importante lors des deux premières années de suivi.

La dynamique évolutive de l'herbier analysée par télémétrie acoustique montre un herbier **à tendance progressive depuis 2008, qui semble se stabiliser en 2019.**

g. *Cartographie des herbiers par photogrammétrie - Modèles 3D*

La modélisation en 3D par photogrammétrie permet d'obtenir une vision d'ensemble du site (une image à un instant t), mais également une vision fine et précise si nécessaire à l'aide de zooms. Les modèles 3D seront bientôt disponibles sur la plateforme MEDTRIX dans les projets « MODEL » et « TEMPO ».

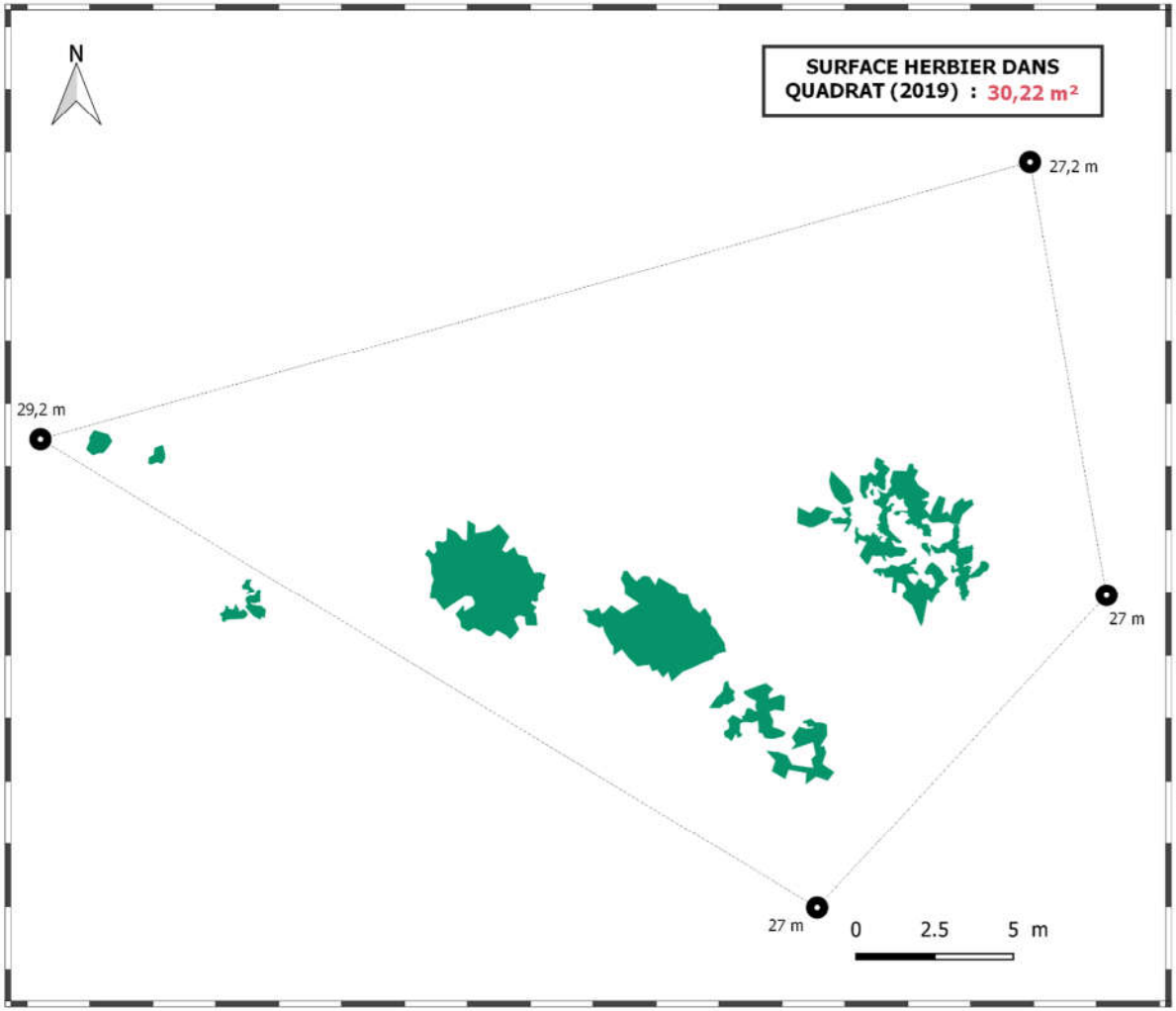
Le modèle 3D du site Cap Roux en 2019 a été généré suite à l'acquisition de 1483 photographies prises sous l'eau pour une durée de 45 minutes.

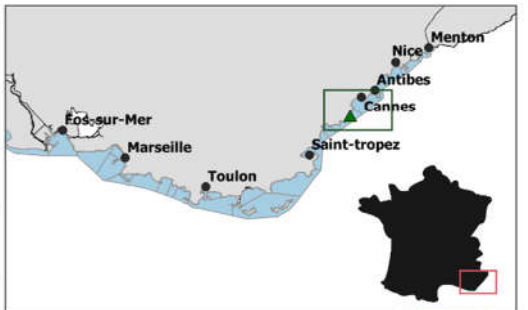
Figure 85 : Vue globale du site reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2016 (à gauche) et 2019 (à droite).

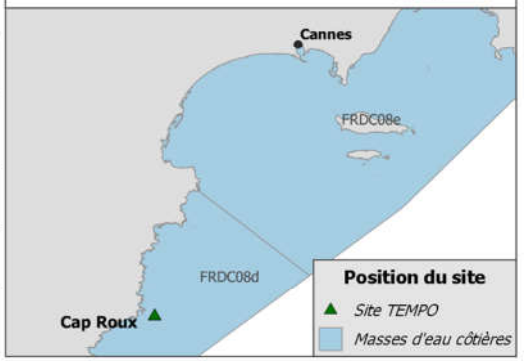
Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2019 réalisée par télémétrie acoustique ainsi que sa dynamique évolutive.

Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique. Suivi des masses d'eau côtières.

SITE > Cap Roux < FREC08d - Ouest Fréjus - Pointe de la Galère







LEGENDE

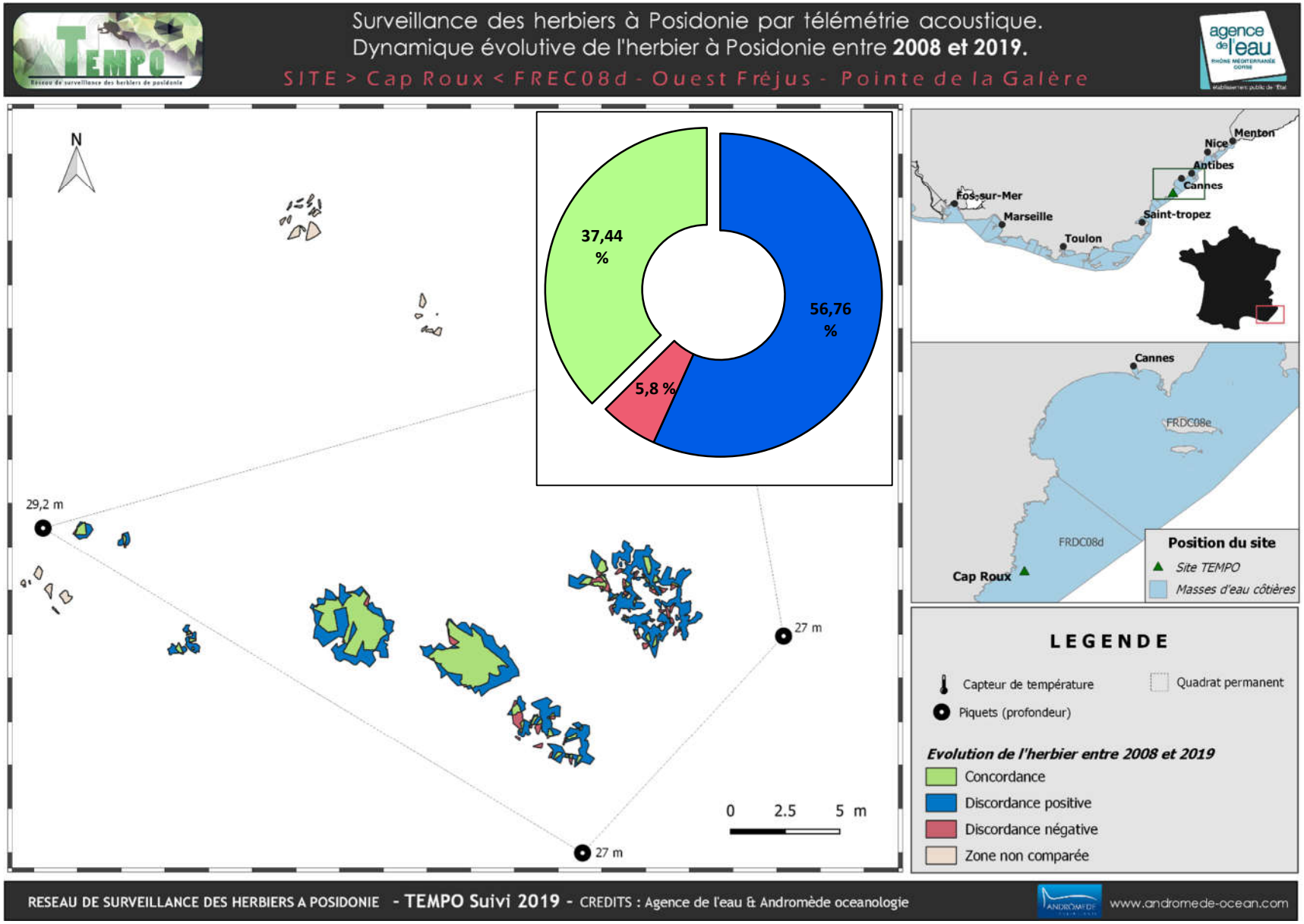
- Herbier à Posidonie
- Piquets (profondeur)
- Capteur de température
- Quadrat permanent

DONNEES DE VITALITE (2019)

	Densité* (m²)	Déchaussement (cm)
Moyenne	192,5	4,33
Ecart type	67,64	1,86

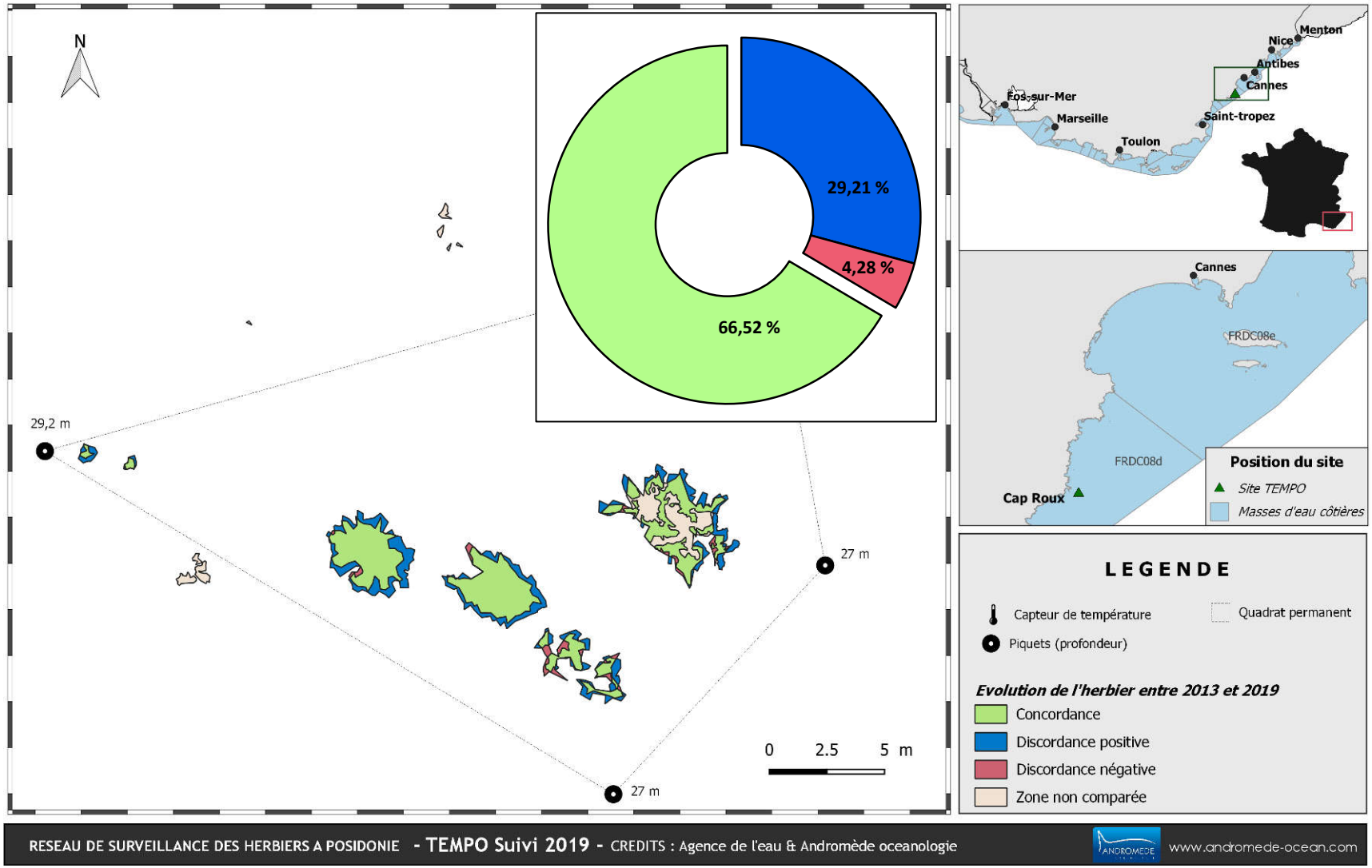
*Nombre de faisceaux par m²

RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - TEMPO Suivi 2019 - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie www.andromede-ocean.com

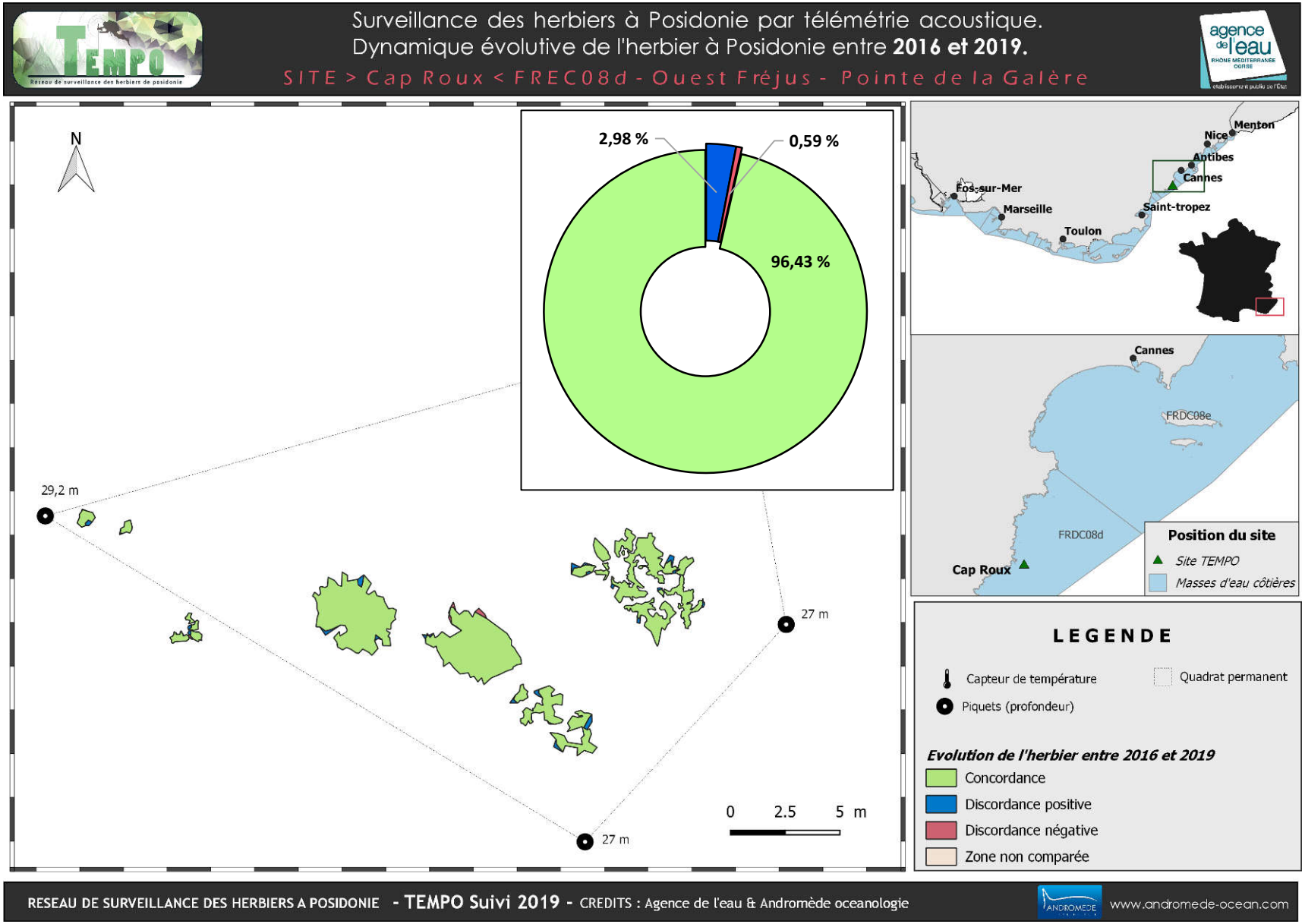

Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique.
Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre 2008 et 2019.
SITE > Cap Roux < FREC08d - Ouest Fréjus - Pointe de la Galère
N
37,44 %
56,76 %
5,8 %
29,2 m
27 m
27 m
0 2.5 5 m
Menton
Nice
Antibes
Cannes
Fos-sur-Mer
Marseille
Saint-tropez
Toulon
Cannes
FRDC08e
FRDC08d
Cap Roux
Position du site
Site TEMPO
Masses d'eau côtières
LEGENDE
Capteur de température
Quadrat permanent
Piquets (profondeur)
Evolution de l'herbier entre 2008 et 2019
Concordance
Discordance positive
Discordance négative
Zone non comparée
RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - TEMPO Suivi 2019 - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie
www.andromede-ocean.com

Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique.
Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre **2013 et 2019.**

SITE > Cap Roux < FREC08d - Ouest Fréjus - Pointe de la Galère



RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - **TEMPO Suivi 2019** - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie www.andromede-ocean.com


Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique.
Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre 2016 et 2019.
SITE > Cap Roux < FREC08d - Ouest Fréjus - Pointe de la Galère
N
2,98 %
0,59 %
96,43 %
29,2 m
27 m
27 m
0 2.5 5 m
Menton
Nice
Antibes
Cannes
Fos-sur-Mer
Marseille
Saint-tropez
Toulon
Cannes
FRDC08e
FRDC08d
Cap Roux
Position du site
Site TEMPO
Masses d'eau côtières
LEGENDE
Capteur de température
Quadrat permanent
Piquets (profondeur)
Evolution de l'herbier entre 2016 et 2019
Concordance
Discordance positive
Discordance négative
Zone non comparée
RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - TEMPO Suivi 2019 - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie
www.andromede-ocean.com

I.A.1.g. Cap Roux PI (masse d'eau FRDC08d) – Profondeur intermédiaire

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	19				
Visibilité (m)	15m				
Nature du fond	☑ Sable grossier	☐ Sable fin	☐ Matte morte	☐ Substrat rocheux	☐ Autres : ...
Perturbations biologiques	☐ Caulerpa cylindracea	☐ Caulerpa taxifolia	☐ Algues filamenteuses	☐ Womersleyella setacea	☐ Autres : ...
Remarques					
Perturbations physiques	☐ Engins de pêche	☐ Traces de mouillage	☐ Structures artificielles	☐ Bloc de matte arraché	☐ Autres : ...
Pollutions	☐ Sédiments oxydés	☐ Macrodéchets	☐ Hydrocarbures	☐ Autres: ...	
Remarques					
Espèces particulières					

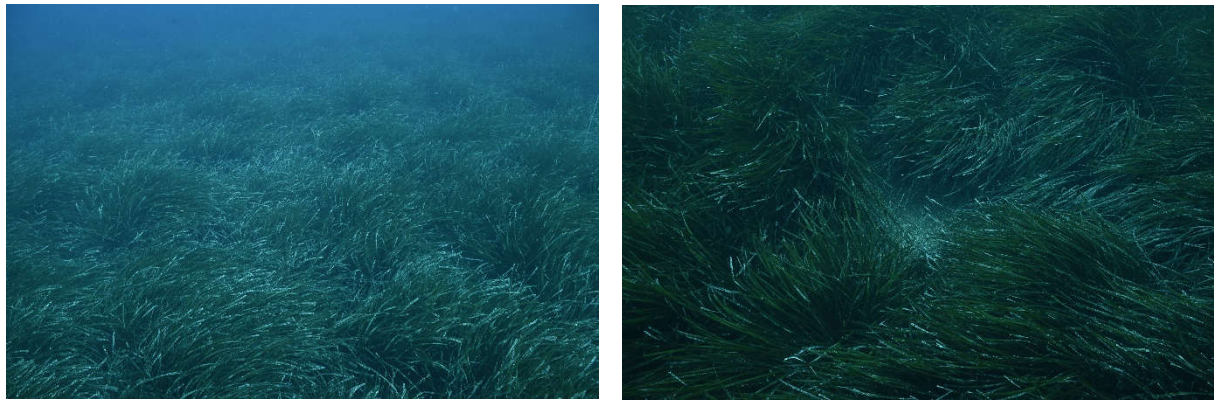


Figure 86: Illustrations du site Cap Roux à la profondeur intermédiaire de -15m (2019)

b. Capteur de température

Capteur de température	
Latitude :	43 27.167
Longitude :	6 55.530
Date de pose	15/06/2019
Heure de lancement	20h
N° capteur	20586609
Profondeur du capteur (m)	15m
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	prairie d'herbier très dense

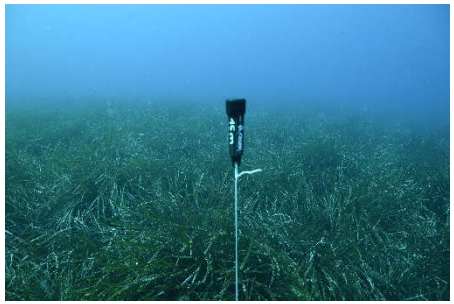


Figure 87: Illustration du capteur de température posé en 2016 (gauche) et 2019 (droite) à -15m

c. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

Les indices PREI, BiPo2 et EBQI ont été calculés sur ce site en 2016 et 2019. Leurs valeurs sont indiquées dans le tableau suivant (carré rouge).

Tableau 30 : Paramètres et indicateurs mesurés à la profondeur intermédiaire comparés à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau cotière	FRDC08d	FRDC08d	
Nom du site	Cap Roux PI	Cap Roux PI	
Année	2016	2019	
Valeur EQR (LI)	0.53	0.56	0 — 0.48 — 0.69
Valeur BiPo (PI)	0.66	0.7	0.37 — 0.56 — 0.75
Valeur PREI (PI)	0.75	0.66	0 — 0.22 — 0.75
Valeur EBQI (PI)	4.72	4.69	2.43 — 4.59 — 6.81
Indice de confiance de l'indicateur EBQI	85.71	41.67	36.91 — 61.51 — 85.71
Profondeur intermédiaire du site (m)	15	15	13 — 15 — 17
Profondeur de la limite inférieure (m)	27.5	30	13 — 26.01 — 36
Densité de faisceaux à la PI (faisceaux/m2)	328	196	122 — 240.13 — 477
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m2)	147	158	0 — 144.48 — 347
Type de limite inférieure	3	3	1 — 2.65 — 5
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	1	3.1	-1.5 — 2.6 — 10.5
Longueur des feuilles à la PI (mm)	676	1080	237 — 572.58 — 1080

Surface foliaire à la PI (cm²/faisceaux)	408	285	0 — 95.27 — 408
Charge épiphytaire à la PI	0.12	0.14	0 — 0.05 — 0.21
Recouvrement (%) à la PI	93	99.45	0 — 80.84 — 100
Epibiontes (g_MS/f) à la PI	0.25	0.06	0 — 0.09 — 0.3
Pinna nobilis (ind/100m2) à la PI	0.25	0	0 — 0.45 — 10
HOM (ind/m2) à la PI	1.06	0.27	0 — 0.49 — 5.13
LOM (ind/m2) à la PI	0.33	0.57	0 — 1.16 — 10.47
Holothuries (ind/10m2) à la PI	0	0	0 — 1.06 — 7.67
Oursins (ind/m2) à la PI	0.13	0	0 — 0.31 — 9.46
Broutage (%_feuilles) à la PI	11.4	14.72	0 — 22.66 — 85.94
Téléostéens predateurs (kg WM/100m2) à la PI	0.48	0	0 — 0.19 — 1.05
Téléostéens piscivores (kg WM/100m2) à la PI	0	0	0 — 0.04 — 2.38
Téléostéens planctonivores (kg WM/100m2) à la PI	0.11	0	0 — 0.47 — 9.57
SRDI (PI)	5.3	0	0 — 2.33 — 7.33
Oiseaux (PI)	0	0	0 — 0 — 0

La valeur du BiPo2 est supérieure de la moyenne régionale. Elle augmente au cours des suivis et indique un état écologique de l'herbier qui est **bon.**

La valeur du PREI diminue au cours des suivis mais indique une stabilité de l'état écologique de l'herbier qui est **bon**.

La valeur de l'EBQI est stable au cours des suivis et indique un état écologique **moyen** de l'herbier. Cependant, par rapport au suivi de 2019, Il faut prendre en considération qu'en 2016 nous avions intégré le calcul des box Poissons - box 9 à 12- (d'où la diminution de l'indice de confiance de l'indice EBQI). Le choix a été fait de ne plus suivre dans l'indice EBQI les box Poissons, leur mauvaise calibration dans cet indice entrainant une dégradation des herbiers non en lien avec leur état. Le suivi des populations de poissons est réalisé séparément dans le cadre du réseau de surveillance **PISCIS** (https://plateforme.medtrix.fr/).

A la vue de ces éléments on peut considérer que l'état écologique du site à la profondeur intermédiaire est stable entre les deux suivis, et qu'il est qualifié de moyen à bon.

I.A.1.b. Agay Ouest (masse d'eau FRDC08d) – Limite inférieure

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	18				
Visibilité (m)	20				
Nature du fond	☐ Sable grossier	☐ Sable fin	☑ Matte morte	☐ Substrat rocheux	☐ Autres : …
Remarques :					
Perturbations biologiques	☑ Caulerpa cylindracea	☐ Caulerpa taxifolia	☐ Algues filamenteuses	☐ Womersleyella setacea	☐ Autres : …
Remarques :					
Perturbations physiques	☐ Engins de pêche	☐ Traces de mouillage	☐ Structures artificielles	☐ Bloc de matte arraché	☐ Autres : …
Remarques :					
Pollutions	☐ Sédiments oxydés	☐ Macrodéchets	☐ Hydrocarbures	☐ Autres: …	
Remarques :					
Espèces particulières					

Figure 88 : Illustrations du site Agay Ouest en limite inférieure (2019)

Figure 89: Agay vue de la mer

Le site « **Agay Ouest** » est localisé dans la masse d'eau 'Ouest Frejus - Pointe de la Galère' (FREC08d), au large de la pointe de Pierre Blave, à l'Ouest de la rade d'Agay.

L'herbier se développe sur un fond meuble, de sable et de matte morte.

b. *Capteur de Température*

Capteur de température	
Latitude :	43 24 833
Longitude :	006 50 007
Date de pose	16/06/2019
Heure de lancement	20h
N° capteur	20586639
Profondeur du capteur (m)	24
N° de piquet du quadrat	1
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	

Figure 90 : Illustrations du capteur posé en 2019 en limite inférieure

c. *Mesures de vitalité et comparaison régionale*

Tableau 31 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2019).

Région	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau cotière	FRDC08d	FRDC08d	FRDC08d	
Nom du site	Agay Ouest	Agay Ouest	Agay Ouest	
Année	2013	2016	2019	
Valeur EQR LI	0.63	0.65	0.61	0.26 — 0.5 — 0.69
Type de limite inférieure	4	4	4	1 — 2.61 — 5
EQR' Type de limite inférieure	0.89	0.89	0.89	0.21 — 0.57 — 1
Profondeur de la limite inférieure (m)	24	24	24	13 — 25.78 — 36
EQR' Profondeur de la limite inférieure	0.51	0.51	0.51	0.25 — 0.59 — 0.94
Densité de faisceaux (faisceaux/m²)	223	245	204	23 — 160.48 — 371
EQR' Densité de faisceaux en limite inférieure	0.5	0.56	0.43	0.13 — 0.34 — 0.8
Déchaussement de l'herbier (cm)	4.9	6.3	3	-1.6 — 2.09 — 10.5

La limite inférieure **franche naturelle (à fort recouvrement)** se situe à **24 mètres de profondeur**.

La densité en 2019 varie de 125 à 325 faisceaux/m² pour une **densité moyenne de 204±53,4 faisceaux /m²** (245±55,5 faisceaux /m² en 2016 ; 223±76,4 faisceaux /m² en 2013). L'herbier est donc en état normal en 2019 (bon état en 2013 et 2016) compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al.*, 2008 et Pergent-Martini *et al.*, 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al.*, (1995) la densité est **normale.**

Le déchaussement de l'herbier est **moyen** à faible pour les différentes années de suivi **(<5cm pour 2013 et 2019 ; >5cm pour 2016**).

L'EQR site en 2013 (0,63) et 2016 (0,65), en 2019 (0,61) est bien au-dessus de la moyenne régionale PACA, et plutôt proche de la valeur maximale (EQR=0,69). Le statut du site Agay conserve en 2019 un **« bon » état écologique**.

h. Perturbations observées

On note la présence de l'espèce invasive *Caulerpa cylindracea* sur ce site.

Figure 91 : Vue aérienne et emplacement du site (source : Bing, 2013)

i. Données historiques

Aucun herbier n'a été suivi dans cette masse d'eau par le RSP. En revanche, ce site TEMPO est localisé au sein du site Natura 2000 FR9301628 de l'Estérel dans lequel l'herbier à posidonie est suivi pour évaluer son état de conservation.

j. Cartographie des herbiers par télémétrie acoustique

Le quadrat de délimitation de l'herbier à Posidonie est composé de quatre piquets permanents ancrés dans le sable entre 24,5 et 25,8 mètres de profondeur.

Le tableau suivant présente, pour chaque période suivie, les pourcentages de discordance positive, négative et de concordance au niveau de la surface comparable du quadrat ainsi que l'indice d'évolution. Les couleurs indiquées dans les tableaux correspondent à celles des curseurs imagés qui replacent la valeur observée dans le contexte de l'étude (valeurs minimale, maximale et moyenne).

Masse d'eau côtière	FRDC08d	FRDC08d	FRDC08d	Échelle de comparaison Méditerranée Légende
Nom du site	Agay Ouest	Agay Ouest	Agay Ouest	
Période d'évolution	2013-2016	2013-2019	2016-2019	
% Discordance positive	4	4.82	0.9	0 — 77.81 — 9.38
% Discordance négative	0.65	0.68	0.63	0 — 62.38 — 10.48
% Concordance	95.35	94.49	98.47	0 — 99.94 — 74.11
Indice d'évolution de l'herbier	0.72	0.75	0.17	-1 — 0.87 — 0 — -0.16
Surface comparée (m²)	146.83	162.71	164.15	0 — 802.8 — 133.36

Au niveau de la surface comparable du quadrat pour la période 2016-2019, on observe sur ce site 0,9 % de discordance positive, 0,63 % de discordance négative et 98,47 % de concordance. L'indice d'évolution est de 0,17. On note que la surface comparée entre 2013-2019 et 2016-2019 est plus importante que celle reportée entre 2013 et 2016. L'augmentation de la surface comparée en 2019 est liée à la re délimitation du quadrat au niveau des piquets 1 et 2 – et 3 et 4.

La dynamique évolutive de l'herbier analysée par télémétrie acoustique montre un herbier **avec une forte tendance progressive entre 2013 et 2016 puis stable à partir de 2016,** à confirmer lors du prochain suivi.

k. Cartographie des herbiers par photogrammétrie - Modèles 3D

La modélisation en 3D par photogrammétrie permet d'obtenir une vision d'ensemble du site (une image à un instant t), mais également une vision fine et précise si nécessaire à l'aide de zooms. Les modèles 3D seront bientôt disponibles sur la plateforme MEDTRIX dans les projets « MODEL » et « TEMPO ».

Le modèle 3D du site Agay Ouest en 2019 a été généré suite à l'acquisition de 2221 photographies prises sous l'eau pour une durée de 45 minutes.

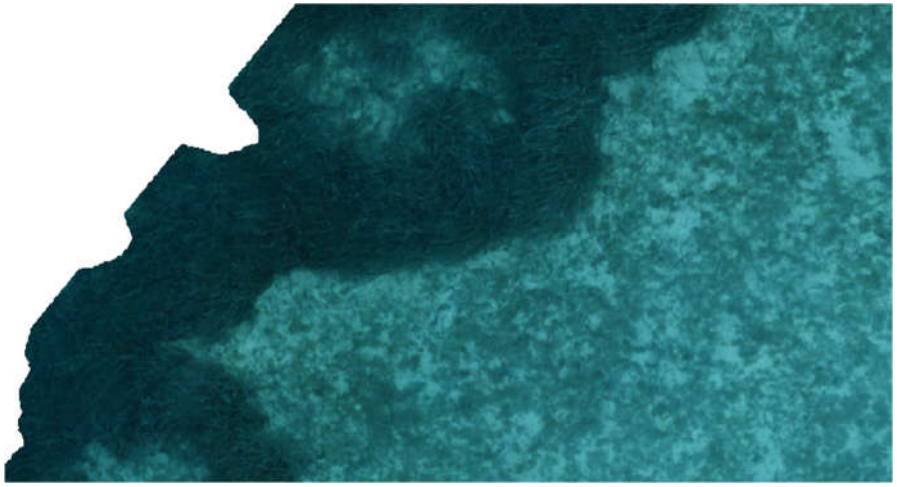


Figure 92: Zoom du modèle 3D du site Agay Ouest illustrant l'herbier continu ainsi que les taches présentes (2019).

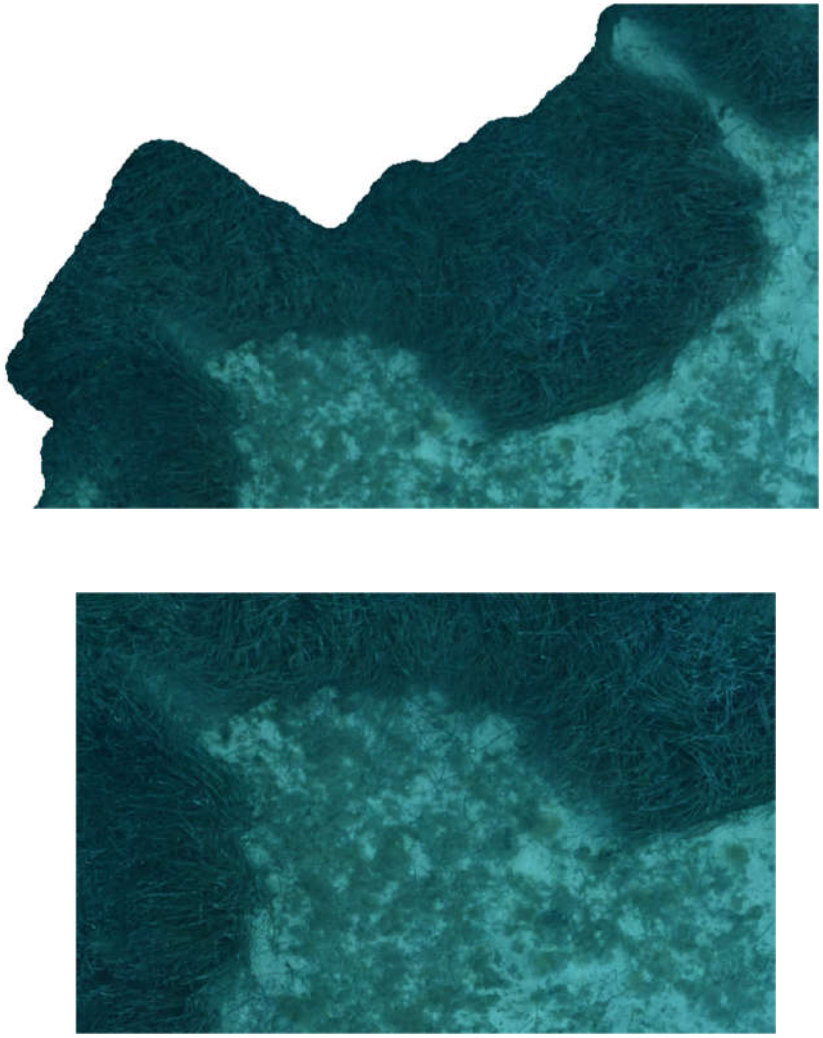


Figure 93: Quelques zooms du modèle 3D du site Agay Ouest illustrant l'herbier continu ainsi que les taches présentes (2019).

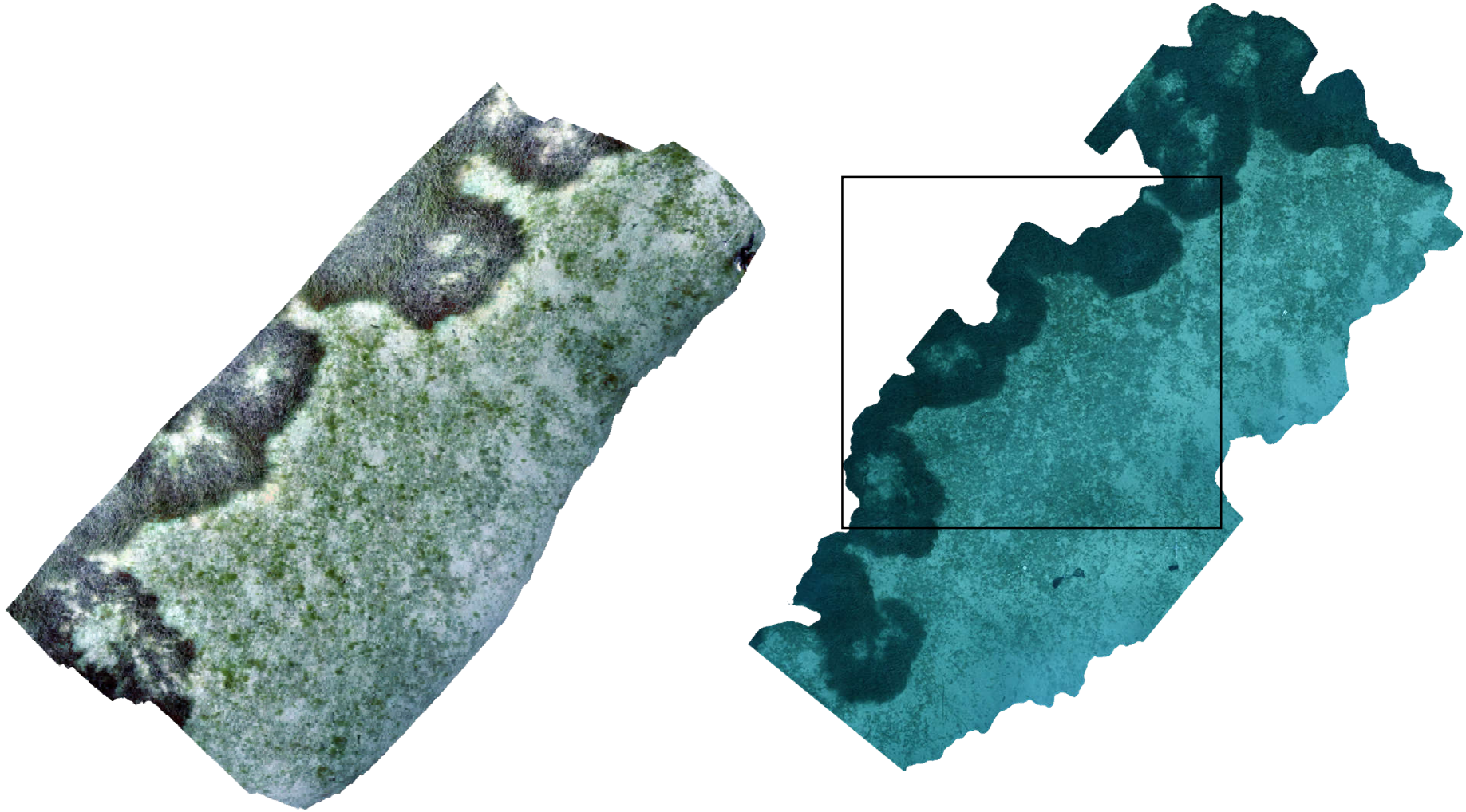
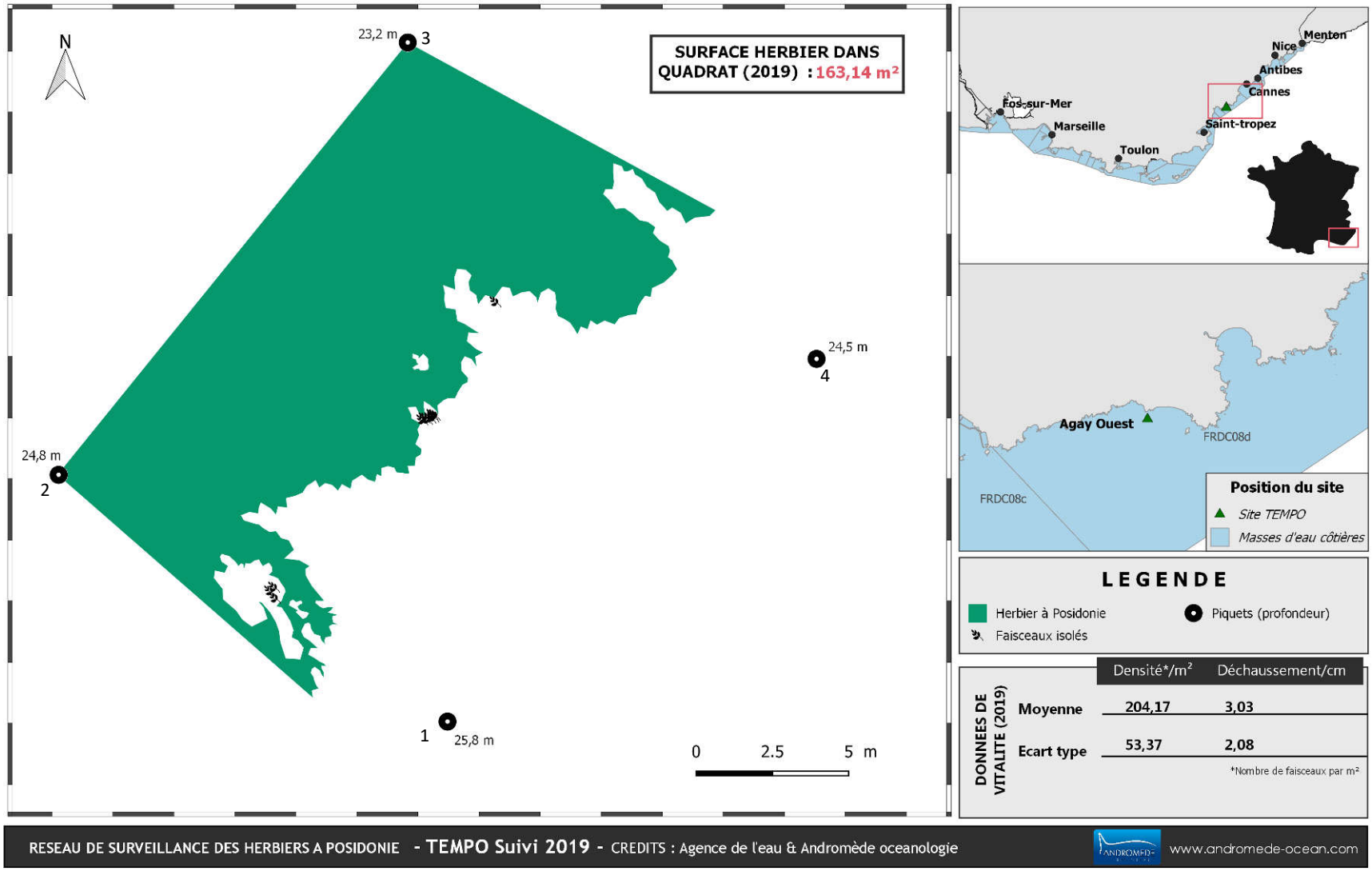


Figure 94 : Vue globale du site reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2016 (à gauche) et 2019 (à droite). Le carré noir indique la localisation de la zone modélisée en 2016.

Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2019 réalisée par télémétrie acoustique ainsi que sa dynamique évolutive.

Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique. Suivi des masses d'eau côtières.

SITE > Agay Ouest < FREC08d - Ouest Fréjus - Pointe de la Galère

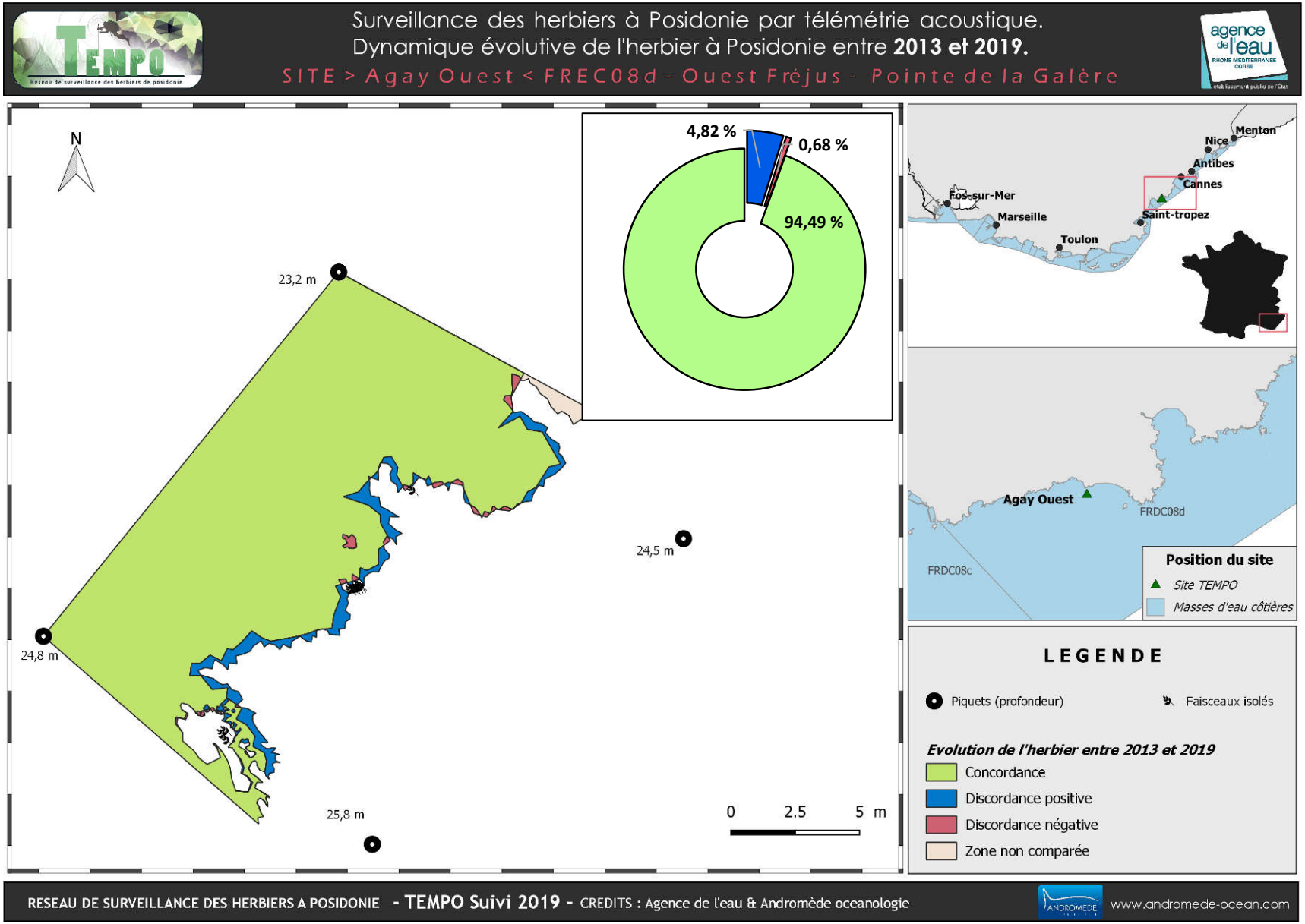


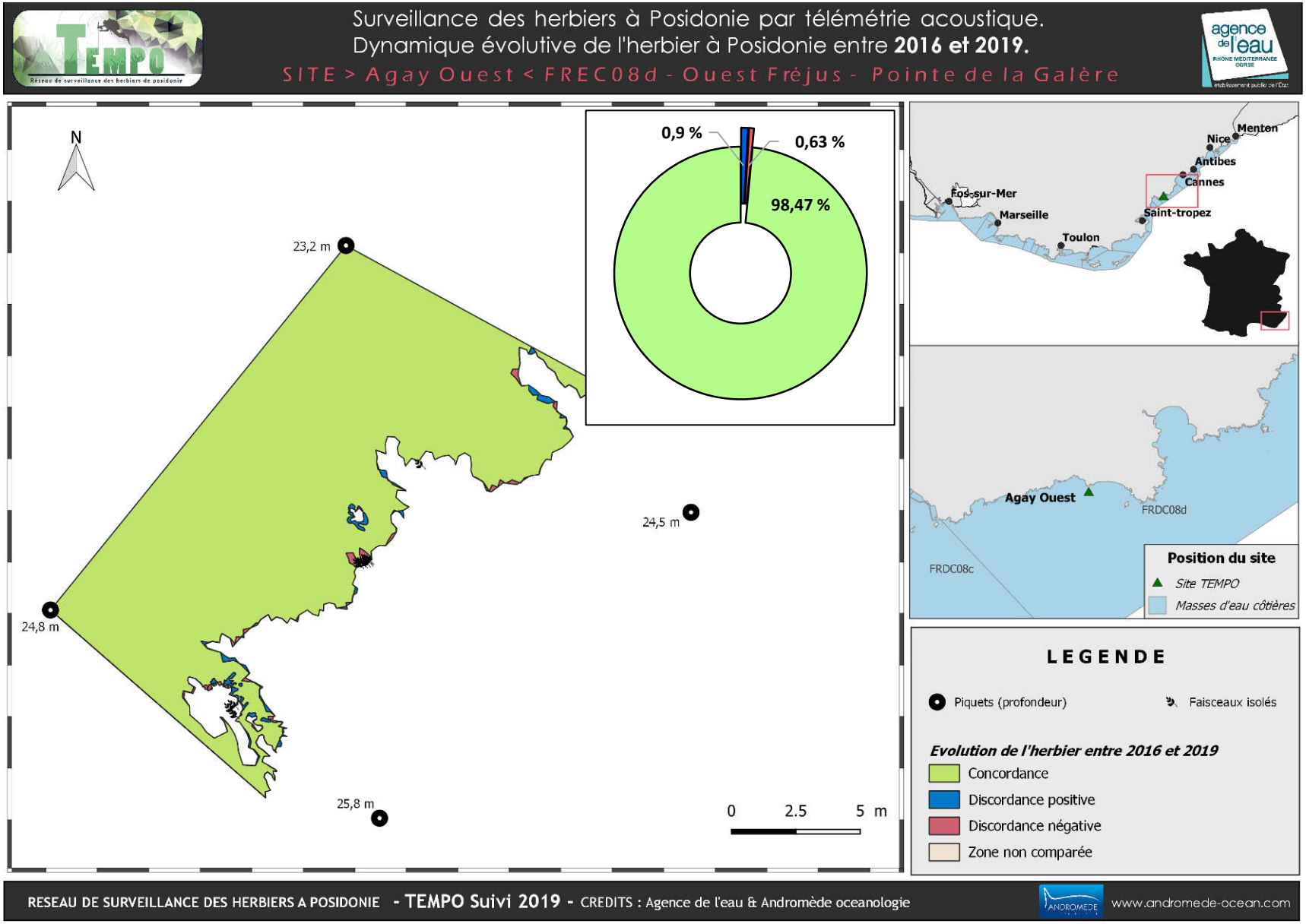
DONNEES DE VITALITE (2019)

	Densité*/m²	Déchaussement/cm
Moyenne	204,17	3,03
Ecart type	53,37	2,08

*Nombre de faisceaux par m²

RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - TEMPO Suivi 2019 - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie www.andromede-ocean.com


Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique.
Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre 2013 et 2019.
SITE > Agay Ouest < FREC08d - Ouest Fréjus - Pointe de la Galère
N
23,2 m
24,5 m
24,8 m
25,8 m
0 2.5 5 m
4,82 %
0,68 %
94,49 %
Menton
Nice
Antibes
Cannes
Fos-sur-Mer
Marseille
Toulon
Saint-tropez
Agay Ouest
FRDC08d
FRDC08c
Position du site
Site TEMPO
Masses d'eau côtières
LEGENDE
Piquets (profondeur)
Faisceaux isolés
Evolution de l'herbier entre 2013 et 2019
Concordance
Discordance positive
Discordance négative
Zone non comparée
RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - TEMPO Suivi 2019 - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie
www.andromede-ocean.com


Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique.
Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre 2016 et 2019.
SITE > Agay Ouest < FREC08d - Ouest Fréjus - Pointe de la Galère
N
23,2 m
24,5 m
24,8 m
25,8 m
0 2.5 5 m
0,9 %
0,63 %
98,47 %
Menton
Nice
Antibes
Cannes
Saint-tropez
Fos-sur-Mer
Marseille
Toulon
Agay Ouest
FRDC08d
FRDC08c
Position du site
Site TEMPO
Masses d'eau côtières
LEGENDE
Piquets (profondeur)
Faisceaux isolés
Evolution de l'herbier entre 2016 et 2019
Concordance
Discordance positive
Discordance négative
Zone non comparée
RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - TEMPO Suivi 2019 - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie
www.andromede-ocean.com

I.A.1.a. Agay Ouest PI (masse d'eau FRDC08d) – Profondeur intermédiaire

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	20				
Visibilité (m)	12				
Nature du fond	☑ Sable grossier	☐ Sable fin	☑ Matte morte	☐ Substrat rocheux	☐ Autres : ...
Perturbations biologiques	☐ Caulerpa cylindracea	☐ Caulerpa taxifolia	☐ Algues filamenteuses	☐ Womersleyella setacea	☐ Autres : ...
Remarques					
Perturbations physiques	☐ Engins de pêche	☐ Traces de mouillage	☐ Structures artificielles	☐ Bloc de matte arraché	☐ Autres : ...
Pollutions	☐ Sédiments oxydés	☐ Macrodéchets	☐ Hydrocarbures	☐ Autres: ...	
Remarques					
Espèces particulières	seiche				

Figure 95: Illustrations du site Agay Ouest à la profondeur intermédiaire de-15m (2019)

d. Capteur de température

Capteur de température	
Latitude :	43 24.880
Longitude :	6 50.047
Date de pose	16/06/2019
Heure de lancement	20h00
N° capteur	20330391
Profondeur du capteur (m)	15 m
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	en plein herbier sur une petite tache de sable

Figure 96: Illustration du capteur de température posé en 2019 à -15m

e. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

Les indices BiPo2 et EBQI ont été calculés sur ce site en 2016 et 2019.

Tableau 32 : Paramètres et indicateurs mesurés à la profondeur intermédiaire comparés à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau cotière	FRDC08d	FRDC08d	
Nom du site	Agay Ouest PI	Agay Ouest PI	
Année	2016	2019	
Valeur EQR (LI)	0.65	0.61	0 — 0.48 — 0.69
Valeur BiPo (PI)	0.56	0.64	0.37 — 0.56 — 0.75
Valeur PREI (PI)	0	0	0 — 0.22 — 0.75
Valeur EBQI (PI)	3.4	3.75	2.43 — 4.59 — 6.81
Indice de confiance de l'indicateur EBQI	85.71	47.62	36.91 — 61.51 — 85.71
Profondeur intermédiaire du site (m)	15	15	13 — 15 — 17
Profondeur de la limite inférieure (m)	24	24	13 — 26.01 — 36
Densité de faisceaux à la PI (faisceaux/m2)	219	129	122 — 240.13 — 477
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m2)	245	204	0 — 144.48 — 347
Type de limite inférieure	4	4	1 — 2.65 — 5
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	6.3	3	-1.5 — 2.6 — 10.5
Longueur des feuilles à la PI (mm)	489	880	237 — 572.58 — 1080
Surface foliaire à la PI (cm²/faisceaux)	0	0	0 — 95.27 — 408
Charge épiphytaire à la PI	0	0	0 — 0.05 — 0.21
Recouvrement (%) à la PI	95.4	99.98	0 — 80.84 — 100
Epibiontes (g_MS/f) à la PI	0.05	0.06	0 — 0.09 — 0.3
Pinna nobilis (ind/100m2) à la PI	0.2	0	0 — 0.45 — 10
HOM (ind/m2) à la PI	0.23	0.47	0 — 0.49 — 5.13
LOM (ind/m2) à la PI	1.7	0.87	0 — 1.16 — 10.47
Holothuries (ind/10m2) à la PI	2	0	0 — 1.06 — 7.67
Oursins (ind/m2) à la PI	0	0	0 — 0.31 — 9.46
Broutage (%_feuilles) à la PI	16.7	15.61	0 — 22.66 — 85.94
Téléostéens predateurs (kg WM/100m2) à la PI	0.18	0	0 — 0.19 — 1.05
Téléostéens piscivores (kg WM/100m2) à la PI	0	0	0 — 0.04 — 2.38
Téléostéens planctonivores (kg WM/100m2) à la PI	0.28	0	0 — 0.47 — 9.57
SRDI (PI)	6.1	0	0 — 2.33 — 7.33
Oiseaux (PI)	0	0	0 — 0 — 0

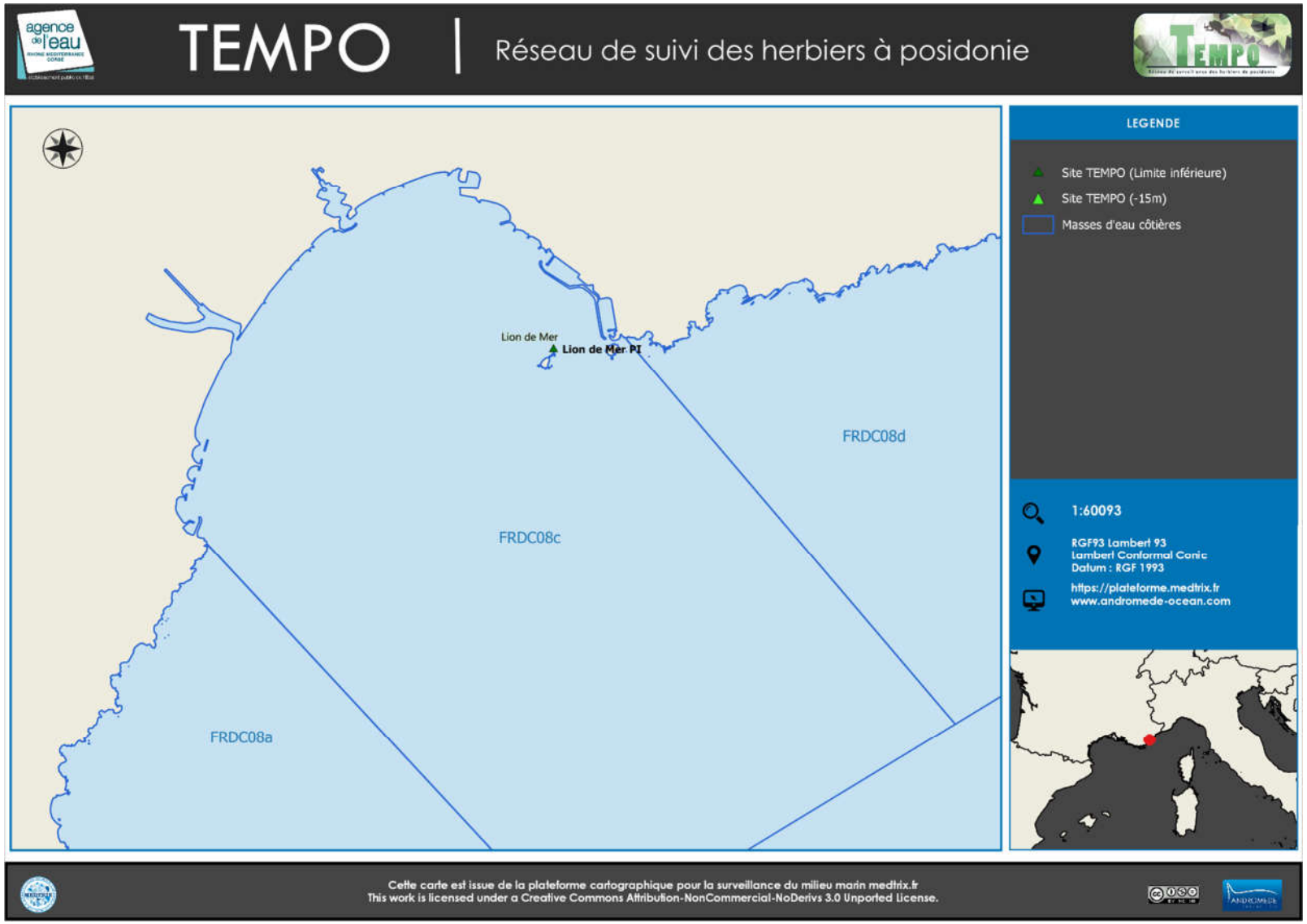
La valeur du BiPo2 est en-dessous de la moyenne régionale. Elle augmente au cours des suivis et indique **une stabilité de l'état écologique de l'herbier qui est bon.** L'augmentation de la valeur de cet indice s'explique par une augmentation de la longueur des feuilles en 2019.

La valeur de l'EBQI augmente légèrement au cours des suivis et indique un état écologique **médiocre** de l'herbier (mauvais en 2016). Même s'il y a une diminution des notes des box densité, LOM, Holothuries et *Pinna nobilis*, la box Oursin voit leur note augmentée. Par rapport au suivi de 2019, Il faut prendre en considération qu'en 2016 nous avions intégré le calcul des box Poissons - box 9 à 12- (d'où la diminution de l'indice de confiance de l'indice EBQI). Le choix a été fait de ne plus suivre dans l'indice EBQI les box Poissons, leur mauvaise calibration dans cet indice entrainant une dégradation des herbiers non en lien avec leur état. Le suivi des populations de poissons est réalisé séparément dans le cadre du réseau de surveillance **PISCIS** (https://plateforme.medtrix.fr/).

A la vue de ces éléments on peut considérer que l'état écologique du site à la profondeur intermédiaire est assez stable. Son état est qualifié de médiocre à bon selon les indices considérés.

IV.G. Masse d’eau FRDC08c

La masse d’eau FRDC08c comprend le site TEMPO Lion de mer échantillonné en 2013, 2016 et 2019.



I.A.1.b. Lion de mer (masse d'eau FRDC08c) – Limite inférieure et Profondeur intermédiaire

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	19				
Visibilité (m)	12				
Nature du fond	☑ Sable grossier	☐ Sable fin	☑ Matte morte	☑ Substrat rocheux	☐ Autres : …
Remarques :					
Perturbations biologiques	☐ Caulerpa cylindracea	☐ Caulerpa taxifolia	☑ Algues filamenteuses	☐ Womersleyella setacea	☐ Autres : …
Remarques :	algues filamenteuses plutôt en limite sup; 80-90% de recouvrement				
Perturbations physiques	☐ Engins de pêche	☐ Traces de mouillage	☐ Structures artificielles	☐ Bloc de matte arraché	☐ Autres : …
Remarques :					
Pollutions	☐ Sédiments oxydés	☐ Macrodéchets	☐ Hydrocarbures	☐ Autres: …	
Remarques :					
Espèces particulières					

Figure 97 :: Illustrations du site Lion de mer en limite inférieure (2019)

Le site « **Lion de mer** » se situe dans la masse d'eau 'Frejus - Saint Raphaël - Ouest Sainte Maxime' (FREC08c), face au port de Saint Raphaël.

Le fond est constitué de substrat meuble (sable et matte morte de posidonie) et rocheux. La limite inférieure est peu profonde (environ -15 mètres). Jusqu'à -14 mètres la limite est assez franche (sur fond de matte morte) puis des taches plus isolées sont rencontrées jusqu'à 16 mètres de fond.

Figure 98 : Site Lion de mer (2013).

b. Capteur de Température

Capteur de température	
Latitude :	43 24.489
Longitude :	6 46.507
Date de pose	16/06/2019
Heure de lancement	20h00
N° capteur	20586649
Profondeur du capteur (m)	15
N° de piquet du quadrat	/
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Anciens marquages arrachés; ancien capteur non retrouvé; pose du nouveau capteur sur la cornière inox plantée dans la roche; à l'ouest du site en lim inf.

Figure 99 : Illustrations du capteur posé en 2019 en limite inférieure

c. Mesures de vitalité et comparaison régionale

Tableau 33 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2019).

Région	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau cotière	FRDC08c	FRDC08c	FRDC08c	
Nom du site	Lion de Mer	Lion de Mer	Lion de Mer	
Année	2013	2016	2019	
Valeur EQR LI	0.35	0.31	0.26	0.26 – 0.69 – 0.5
Type de limite inférieure	1	1	1	1 – 5 – 2.61
EQR' Type de limite inférieure	0.21	0.21	0.21	0.21 – 1 – 0.57
Profondeur de la limite inférieure (m)	15	15	15	13 – 36 – 25.78
EQR' Profondeur de la limite inférieure	0.28	0.28	0.28	0.25 – 0.94 – 0.59
Densité de faisceaux (faisceaux/m²)	246	203	156	23 – 371 – 160.48
EQR' Densité de faisceaux en limite inférieure	0.57	0.43	0.3	0.13 – 0.8 – 0.34
Déchaussement de l'herbier (cm)	7.6	6.7	5.3	-1.6 – 10.5 – 2.09

La limite inférieure **régressive** se situe à **15 mètres de profondeur**.

La densité en 2019 varie de 87,5 à 306,25 faisceaux/m² pour une **densité moyenne de 156±62,2 faisceaux /m²** (**203±54,2 faisceaux /m² en 2016** ; **246±78,9** faisceaux /m² en 2013). L'herbier est donc en **état médiocre pour les trois années de suivi** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al*., 2008 et Pergent-Martini *et al*., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al*., (1995) la densité est **sub-normale inférieure** en 2019 et 2016 (densité normale en 2013).

Le **déchaussement de l'herbier est moyen pour les trois années de suivi** (>5cm). La valeur diminue en 2019.

L'EQR Site en 2013 (0,35), 2016 (0,31) et 2019 (0,26) est bien en dessous de la moyenne régionale PACA et diminue au cours des suivis. Le statut du site Lion de mer conserve en 2019 un **état écologique « médiocre »** (déclassement depuis 2013, le site était auparavant en moyen état écologique).

d. Perturbations observées

Figure 100 : Vue aérienne et emplacement du site (source : Bing, 2013)

L'eau est turbide et le site est localisé à proximité du port de St Raphaël. En 2016 des algues filamenteuses étaient présentes sur l'ensemble du site. On note toujours leur présence en 2019, surtout en limite supérieure de l'herbier, avec un recouvrement de 80-90%.

e. Données historiques

Aucun herbier n'a été suivi dans cette masse d'eau par le RSP.

f. Cartographie des herbiers par télémétrie acoustique

Le quadrat de délimitation de l'herbier à Posidonie est composé de quatre piquets permanents ancrés dans le sable et la roche entre 11,8 et 16 mètres de profondeur.

Le tableau suivant présente, pour chaque période suivie, les pourcentages de discordance positive, négative et de concordance au niveau de la surface comparable du quadrat ainsi que l'indice d'évolution. Les couleurs indiquées dans les tableaux correspondent à celles des curseurs imagés qui replacent la valeur observée dans le contexte de l'étude (valeurs minimale, maximale et moyenne).

Masse d'eau côtière	FRDC08c	FRDC08c	FRDC08c	Échelle de comparaison Méditerranée Légende
Nom du site	Lion de mer	Lion de mer	Lion de mer	
Période d'évolution	2013-2016	2013-2019	2016-2019	
% Discordance positive	2.51	2.42	1.09	0 — 9.38 — 77.81
% Discordance négative	1.18	1.16	0.68	0 — 10.45 — 62.38
% Concordance	96.31	96.42	98.24	0 — 74.14 — 100
Indice d'évolution de l'herbier	0.36	0.35	0.23	-1 — -0.15 — 0.87
Surface comparée (m²)	197.85	198.13	205.78	0 — 133.92 — 802.8

Au niveau de la surface comparable du quadrat pour la période 2016-2019, on observe sur ce site 1,09 % de discordance positive, 0,68 % de discordance négative et 98,24 % de concordance. L'indice d'évolution est de 0,23. La dynamique évolutive de l'herbier analysée par télémétrie acoustique montre un herbier **à tendance stable (avec quelques zones de progression) depuis 2013.**

g. Cartographie des herbiers par photogrammétrie - Modèles 3D

La modélisation en 3D par photogrammétrie permet d'obtenir une vision d'ensemble du site (une image à un instant t), mais également une vision fine et précise si nécessaire à l'aide de zooms. Les modèles 3D seront bientôt disponibles sur la plateforme MEDTRIX dans les projets « MODEL » et « TEMPO ».

Le modèle 3D du site Lion de mer en 2019 a été généré suite à l'acquisition de 1824 photographies prises sous l'eau pour une durée de 21 minutes.

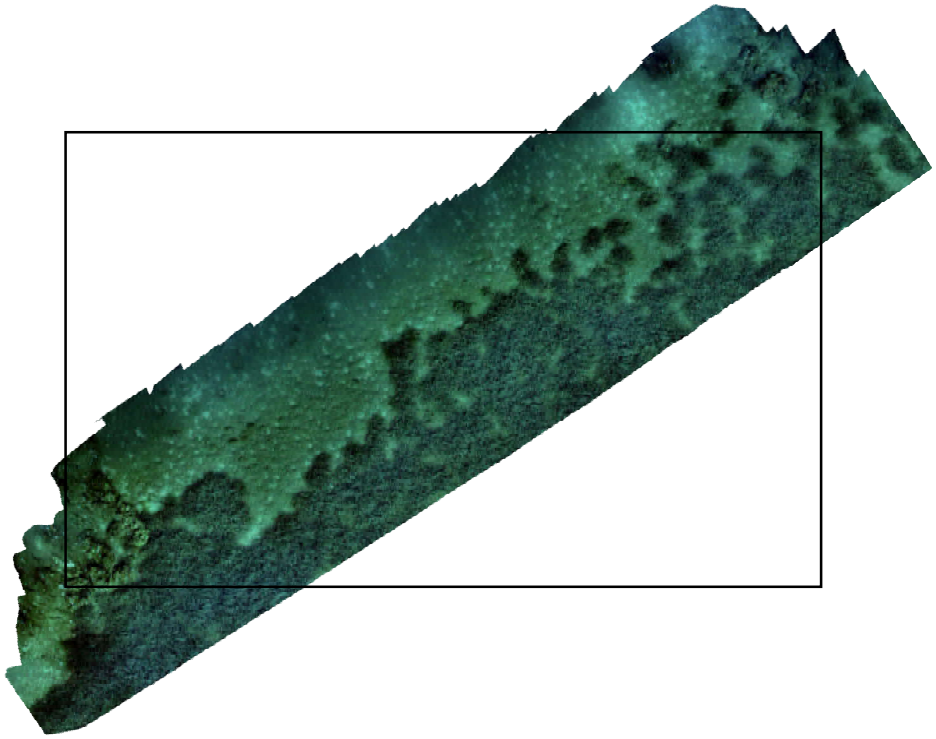
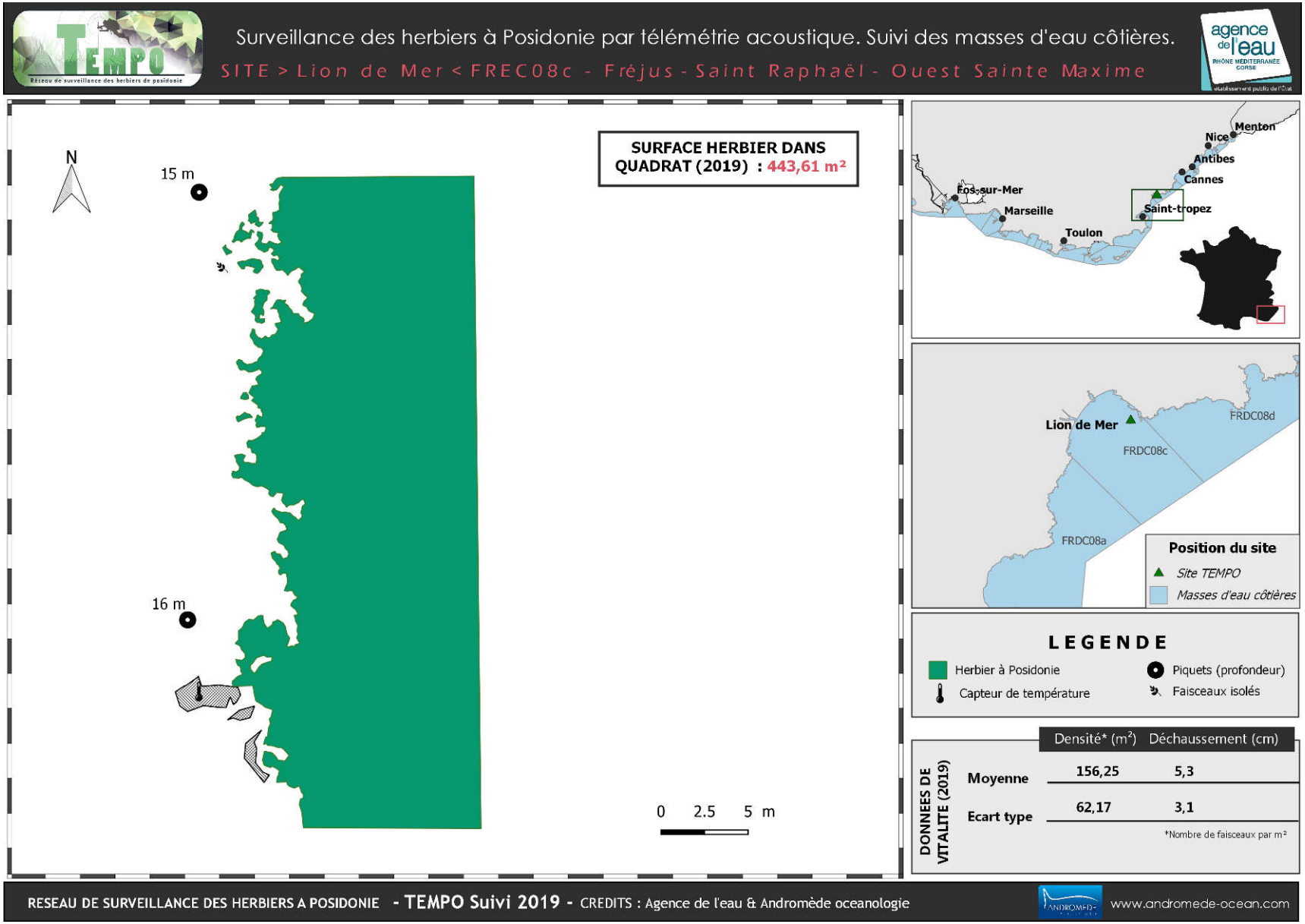
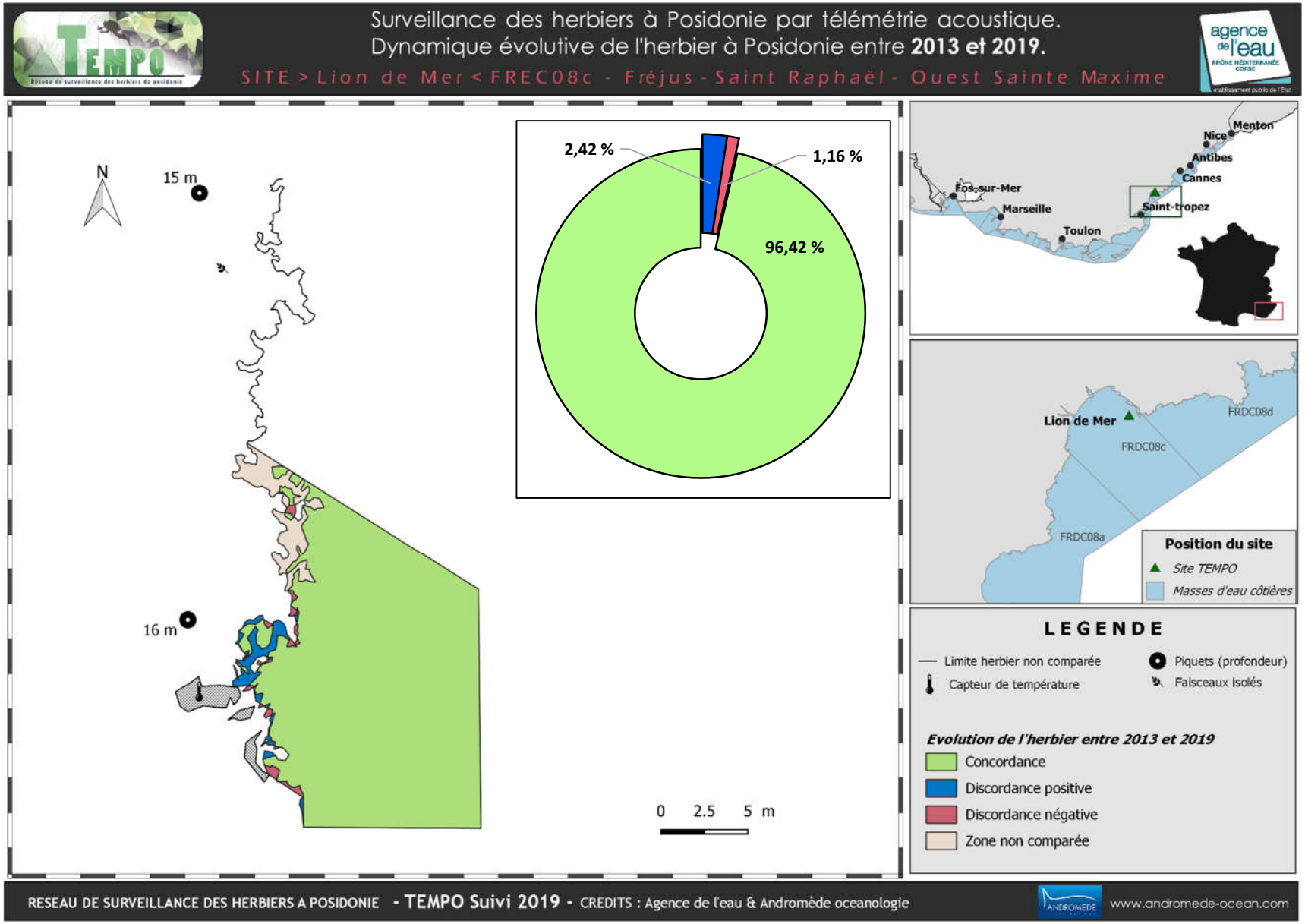
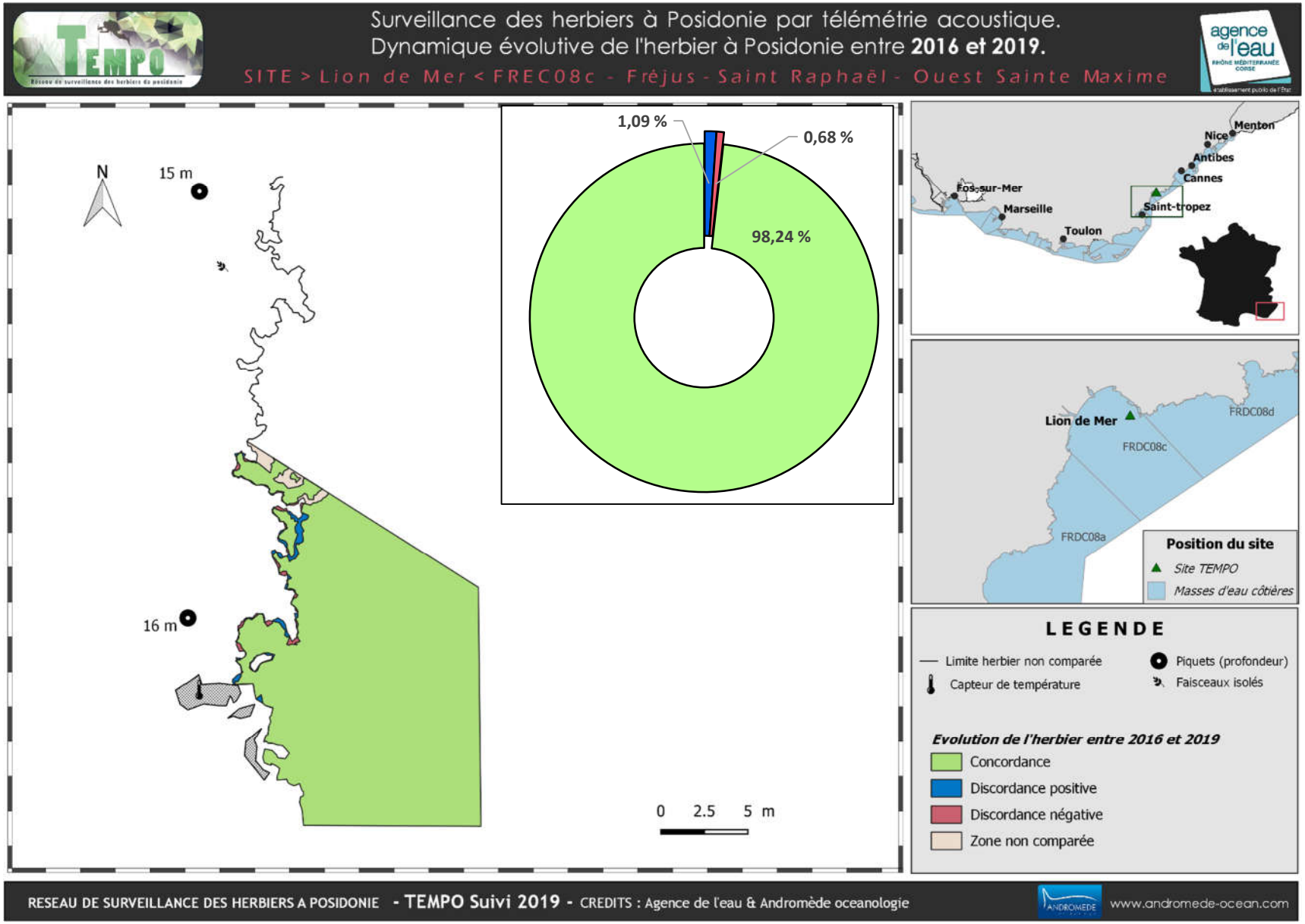


Figure 101 : Vue globale du site reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2016 (à gauche) et 2019 (à droite). Le rectangle noir indique la localisation de la zone modélisée en 2019.

Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2019 réalisée par télémétrie acoustique ainsi que sa dynamique évolutive.


Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique. Suivi des masses d'eau côtières.
SITE > Lion de Mer < FREC08c - Fréjus - Saint Raphaël - Ouest Sainte Maxime
SURFACE HERBIER DANS QUADRAT (2019) : 443,61 m²
N
15 m
16 m
0 2.5 5 m
Menton
Nice
Antibes
Cannes
Fos-sur-Mer
Marseille
Saint-tropez
Toulon
Lion de Mer
FRDC08d
FRDC08c
FRDC08a
Position du site
Site TEMPO
Masses d'eau côtières
LEGENDE
Herbier à Posidonie
Piquets (profondeur)
Capteur de température
Faisceaux isolés
DONNEES DE VITALITE (2019)
Densité* (m²)
Déchaussement (cm)
Moyenne 156,25 5,3
Ecart type 62,17 3,1
*Nombre de faisceaux par m²
RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - TEMPO Suivi 2019 - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie
www.andromede-ocean.com


Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique.
Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre 2013 et 2019.
SITE > Lion de Mer < FREC08c - Fréjus - Saint Raphaël - Ouest Sainte Maxime
N
15 m
16 m
0 2.5 5 m
2,42 %
1,16 %
96,42 %
Menton
Nice
Antibes
Cannes
Fos-sur-Mer
Marseille
Saint-tropez
Toulon
Lion de Mer
FRDC08d
FRDC08c
FRDC08a
Position du site
Site TEMPO
Masses d'eau côtières
LEGENDE
Limite herbier non comparée
Capteur de température
Piquets (profondeur)
Faisceaux isolés
Evolution de l'herbier entre 2013 et 2019
Concordance
Discordance positive
Discordance négative
Zone non comparée
RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - TEMPO Suivi 2019 - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie
www.andromede-ocean.com


Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique.
Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre 2016 et 2019.
SITE > Lion de Mer < FREC08c - Fréjus - Saint Raphaël - Ouest Sainte Maxime
agence de l'eau
RHÔNE MÉDITERRANÉE CORSE
N
15 m
16 m
0 2.5 5 m
1,09 %
0,68 %
98,24 %
Menton
Nice
Antibes
Cannes
Fos-sur-Mer
Marseille
Saint-tropez
Toulon
Lion de Mer
FRDC08d
FRDC08c
FRDC08a
Position du site
Site TEMPO
Masses d'eau côtières
LEGENDE
Limite herbier non comparée
Capteur de température
Piquets (profondeur)
Faisceaux isolés
Evolution de l'herbier entre 2016 et 2019
Concordance
Discordance positive
Discordance négative
Zone non comparée
RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - TEMPO Suivi 2019 - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie
ANDROMEDE
www.andromede-ocean.com

b. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

Les indices BiPo2 et EBQI ont été calculés sur ce site en 2016 et 2019.

Région	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau cotière	FRDC08c	FRDC08c	
Nom du site	Lion de Mer PI	Lion de Mer PI	
Année	2016	2019	
Valeur EQR (LI)	0.31	0.26	0 – 0.48 – 0.69
Valeur BiPo (PI)	0.37	0.38	0.37 – 0.56 – 0.75
Valeur PREI (PI)	0	0	0 – 0.22 – 0.75
Valeur EBQI (PI)	3.82	6.44	2.43 – 4.59 – 6.81
Indice de confiance de l'indicateur EBQI	85.71	41.67	36.91 – 61.51 – 85.71
Profondeur intermédiaire du site (m)	15	15	13 – 15 – 17
Profondeur de la limite inférieure (m)	15	15	13 – 26.01 – 36
Densité de faisceaux à la PI (faisceaux/m2)	203	156	122 – 240.13 – 477
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m2)	203	156	0 – 144.48 – 347
Type de limite inférieure	1	1	1 – 2.65 – 5
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	6.7	5.3	-1.5 – 2.6 – 10.5
Longueur des feuilles à la PI (mm)	655	780	237 – 572.58 – 1080
Surface foliaire à la PI (cm²/faisceaux)	0	0	0 – 95.27 – 408
Charge épiphytaire à la PI	0	0	0 – 0.05 – 0.21
Recouvrement (%) à la PI	66.47	99.82	0 – 80.84 – 100
Epibiontes (g_MS/f) à la PI	0.24	0.16	0 – 0.09 – 0.3
Pinna nobilis (ind/100m2) à la PI	0.1	0	0 – 0.45 – 10
HOM (ind/m2) à la PI	0	0.5	0 – 0.49 – 5.13
LOM (ind/m2) à la PI	0.56	3.03	0 – 1.16 – 10.47
Holothuries (ind/10m2) à la PI	1	0	0 – 1.06 – 7.67
Oursins (ind/m2) à la PI	0.37	0	0 – 0.31 – 9.46
Broutage (%_feuilles) à la PI	0.67	32.67	0 – 22.66 – 85.94
Téléostéens predateurs (kg WM/100m2) à la PI	0.05	0	0 – 0.19 – 1.05
Téléostéens piscivores (kg WM/100m2) à la PI	0	0	0 – 0.04 – 2.38
Téléostéens planctonivores (kg WM/100m2) à la PI	1.11	0	0 – 0.47 – 9.57
SRDI (PI)	3.8	0	0 – 2.33 – 7.33
Oiseaux (PI)	0	0	0 – 0

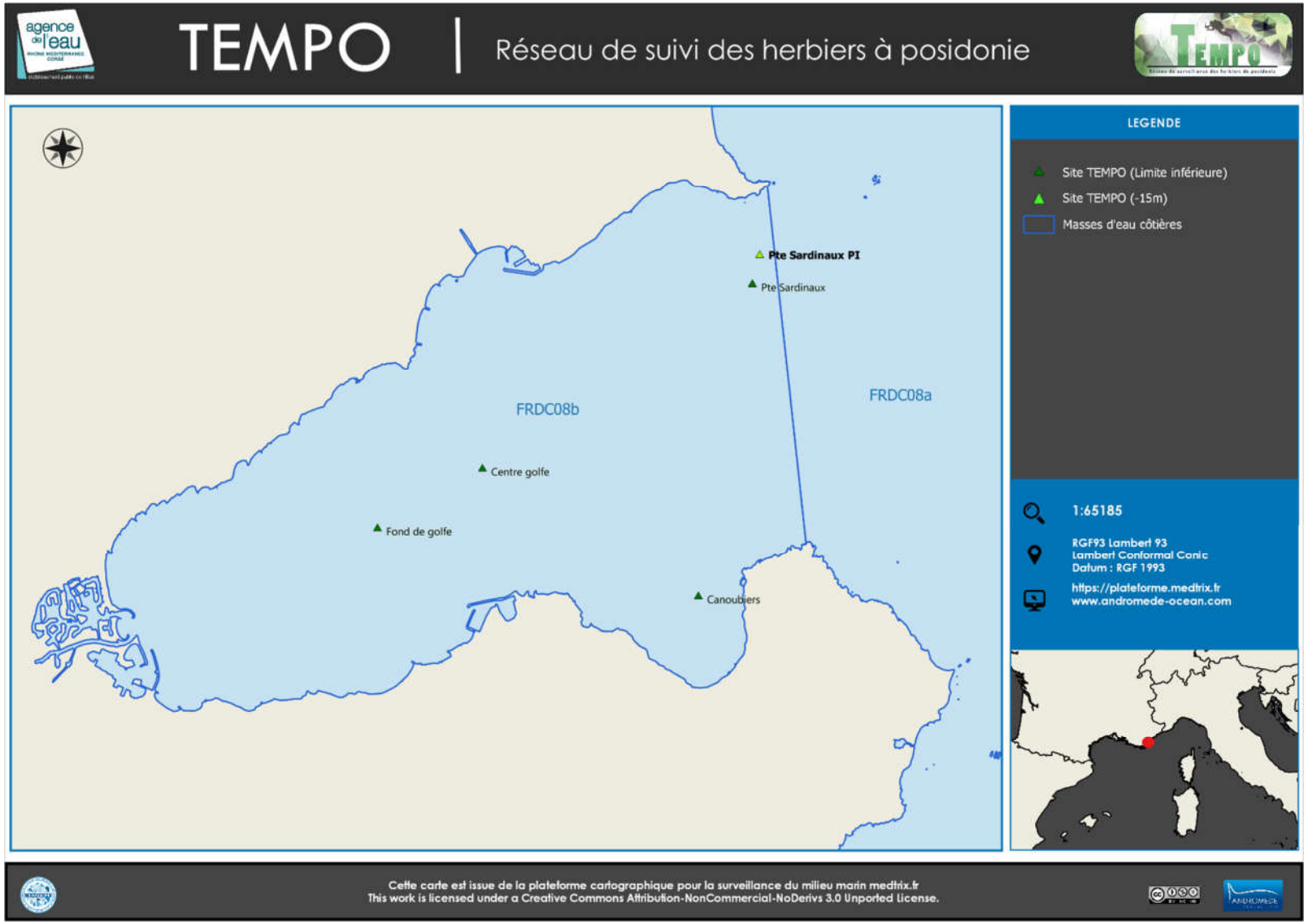
Tableau 34 : Paramètres et indicateurs mesurés à la profondeur intermédiaire comparés à l'échelle régionale.

La valeur du BiPo2 est bien en-dessous de la moyenne régionale. Elle indique une stabilité de l'état écologique de l'herbier qui est moyen.

La valeur de l'EBQI augmente au cours des suivis et indique un état écologique **bon** de l'herbier (médiocre en 2016). Même s'il y a une diminution des notes des box *Pinna nobilis*, Holothuries, les box Recouvrement et LOM voient leur note augmentée. Par rapport au suivi de 2019, Il faut prendre en considération qu'en 2016 nous avions intégré le calcul des box Poissons - box 9 à 12- (d'où la diminution de l'indice de confiance de l'indice EBQI). Le choix a été fait de ne plus suivre dans l'indice EBQI les box Poissons, leur mauvaise calibration dans cet indice entrainant une dégradation des herbiers non en lien avec leur état. Le suivi des populations de poissons est réalisé séparément dans le cadre du réseau de surveillance **PISCIS** (https://plateforme.medtrix.fr/).

IV.H. Masse d'eau FRDC08b

La masse d'eau FRDC08b comprend le site TEMPO Pointe Sardinaux échantillonné en 2013, 2016 et 2019. Les trois autres sites TEMPO présents dans le golfe de Saint Tropez ne sont pas suivis dans le cadre du réseau de surveillance TEMPO mais pour la Communauté de communes du golfe de Saint Tropez.



I.A.1.e. Pointe Sardinaux (masse d'eau FRDC08b – Limite inférieure)

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	18				
Visibilité (m)	15				
Nature du fond	☐ Sable grossier	☑ Sable fin	☐ Matte morte	☐ Substrat rocheux	☐ Autres : ...
Remarques :	Envasé				
Perturbations biologiques	☐ Caulerpa cylindracea	☐ Caulerpa taxifolia	☑ Algues filamenteuses	☐ Womersleyella setacea	☐ Autres : ...
Remarques :					
Perturbations physiques	☐ Engins de pêche	☑ Traces de mouillage	☐ Structures artificielles	☐ Bloc de matte arraché	☐ Autres : ...
Remarques :					
Pollutions	☐ Sédiments oxydés	☐ Macrodéchets	☐ Hydrocarbures	☐ Autres: ...	
Remarques :					
Espèces particulières	Grandes nacres mortes 70cm				

Figure 102 : Illustrations du site Pointe sardinaux en limite inférieure (2019)

Le site « **Pointe Sardinaux** » est présent dans la masse d'eau 'Golfe de Saint Tropez' (FREC08b), à l'entrée Nord du golfe de St Tropez.

Figure 103 : Site de la pointe Sardinaux, au Nord du golfe de St Tropez (2013).

L'herbier se développe sur un fond sablo-vaseux. Une grande nacre vivante avait été observée à proximité d'un des piquets permanents en 2013 ; en 2016, puis 2019 elle était morte (couchée).

b. Capteur de Température

Capteur de température	
Latitude :	43 18.246
Longitude :	6 40.236
Date de pose	17/06/2019
Heure de lancement	20h
N° capteur	20330383
Profondeur du capteur (m)	29.6
N° de piquet du quadrat	1
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Ancien capteur sur piquet n°4

Figure 104 : Illustrations du capteur posé en 2016 (à gauche) et 2019 (à droite) en limite inférieure

Tableau 35 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2019).

Région	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau cotière	FRDC08b	FRDC08b	FRDC08b	
Nom du site	Pointe Sardinaux	Pointe Sardinaux	Pointe Sardinaux	
Année	2013	2016	2019	
Valeur EQR LI	0.63	0.62	0.61	0.26 — 0.5 — 0.69
Type de limite inférieure	4	4	4	1 — 2.61 — 5
EQR' Type de limite inférieure	0.89	0.89	0.89	0.21 — 0.57 — 1
Profondeur de la limite inférieure (m)	28.4	28.4	28.4	13 — 25.75 — 36
EQR' Profondeur de la limite inférieure	0.68	0.68	0.68	0.25 — 0.59 — 0.94
Densité de faisceaux (faisceaux/m²)	158	137	123	23 — 160.48 — 371
EQR' Densité de faisceaux en limite inférieure	0.31	0.28	0.26	0.13 — 0.34 — 0.8
Déchaussement de l'herbier (cm)	6.2	2.6	2.9	-1.6 — 2.09 — 10.5

La limite inférieure **franche naturelle (à fort recouvrement)** se situe à **29 mètres de profondeur**.

La densité en 2019 varie de 0 à 200 faisceaux/m² pour une **densité moyenne de 123±47,5 faisceaux /m² (137±43,9 faisceaux /m² en 2016 ; 158±37,8** faisceaux /m² en 2013 L'herbier est donc en **état normal en 2013, 2016 et 2019** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al*., 2008 et Pergent-Martini *et al*., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al*., (1995) la densité est **normale** pour les différentes années de suivi.

Le **déchaussement de l'herbier est faible** (<5cm) **en 2016 et 2019** (déchaussement moyen en 2013 avec une valeur de 6.22cm).

L'EQR Site en 2013 (0,63), 2016 (0,62) et 2019 (0.62) est bien au-dessus de la moyenne régionale PACA, proche de la valeur maximale. Avec une valeur d'EQR très proche **sur les trois années de suivi, le site Pointe Sardinaux conserve un « Bon » état écologique.**

d. Perturbations observées

Le site est présent dans une zone relativement préservée. A noter la présence d'une ligne de pêche abandonnée vue lors de la plongée en 2013 et absente en 2016 et 2019. Des traces de mouillage ont été observées lors du denier suivi, en 2019.

Figure 105 : Vue aérienne et emplacement du site (source : Bing, 2013)

e. Données historiques

Le site RSP « Grimaud » est présent dans la même masse d'eau, au fond du golfe de St Tropez au Nord-Ouest de port Grimaud. Le balisage RSP est situé en limite inférieure de l'herbier de posidonie, localisée à une profondeur moyenne de -21,3 mètres. Il a été mis en place en 1989 et le dernier suivi a été effectué en 2003. Le site montrait alors une tendance progressive.

f. Cartographie des herbiers par télémétrie acoustique

Le quadrat de délimitation de l'herbier à Posidonie est composé de quatre piquets permanents ancrés dans le sable et la roche entre 26.4 et 29.6 mètres de profondeur.

Masse d'eau côtière	FRDC08b	FRDC08b	FRDC08b	Échelle de comparaison Méditerranée Légende
Nom du site	Pointe Sardinaux	Pointe Sardinaux	Pointe Sardinaux	
Période d'évolution	2013-2016	2013-2019	2016-2019	
% Discordance positive	0.82	2.48	2.17	0 — 9.38 — 77.81
% Discordance négative	1.04	2.62	2.33	0 — 10.48 — 62.38
% Concordance	98.14	94.9	95.5	0 — 74.11 — 99.94
Indice d'évolution de l'herbier	-0.12	-0.03	-0.04	-1 — -0.16 — 0.87
Surface comparée (m²)	103.83	101.48	101.31	0 — 133.36 — 802.8

Le tableau précédent présente, pour chaque période suivie, les pourcentages de discordance positive, négative et de concordance au niveau de la surface comparable du quadrat ainsi que l'indice d'évolution. Les couleurs indiquées dans les tableaux correspondent à celles des curseurs imagés qui replacent la valeur observée dans le contexte de l'étude (valeurs minimale, maximale et moyenne).

Au niveau de la surface comparable du quadrat pour la période 2016-2019, on observe sur ce site 2,17 % de discordance positive, 2,33 % de discordance négative et 95,5 % de concordance. L'indice d'évolution est de -0,04.

La dynamique évolutive de l'herbier analysée par télémétrie acoustique montre un herbier **à tendance stable (avec quelques zones de régression) depuis 2013.**

g. Cartographie des herbiers par photogrammétrie - Modèles 3D

La modélisation en 3D par photogrammétrie permet d'obtenir une vision d'ensemble du site (une image à un instant t), mais également une vision fine et précise si nécessaire à l'aide de zooms. Les modèles 3D seront bientôt disponibles sur la plateforme MEDTRIX dans les projets « MODEL » et « TEMPO ».

Le modèle 3D du site Pointe Sardinaux en 2019 a été généré suite à l'acquisition de 423 photographies prises sous l'eau pour une durée de 60 minutes.

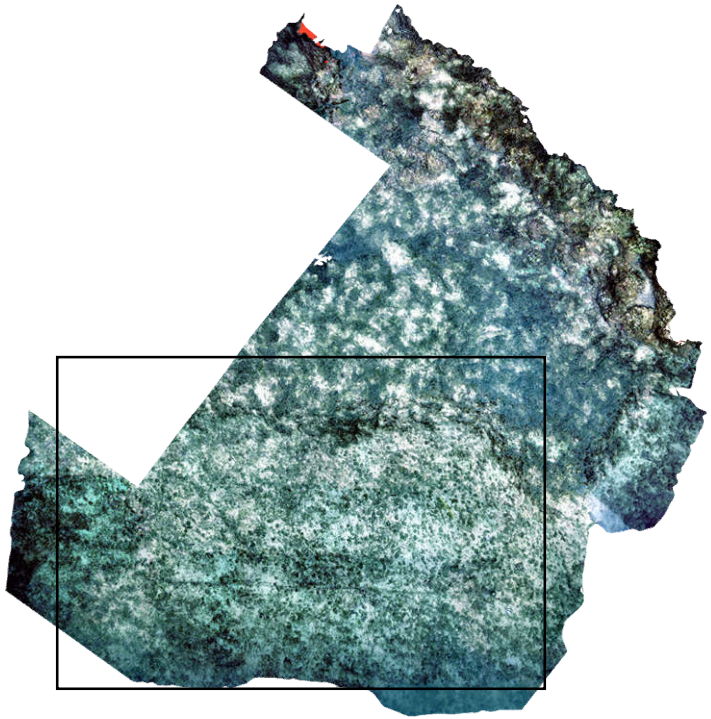
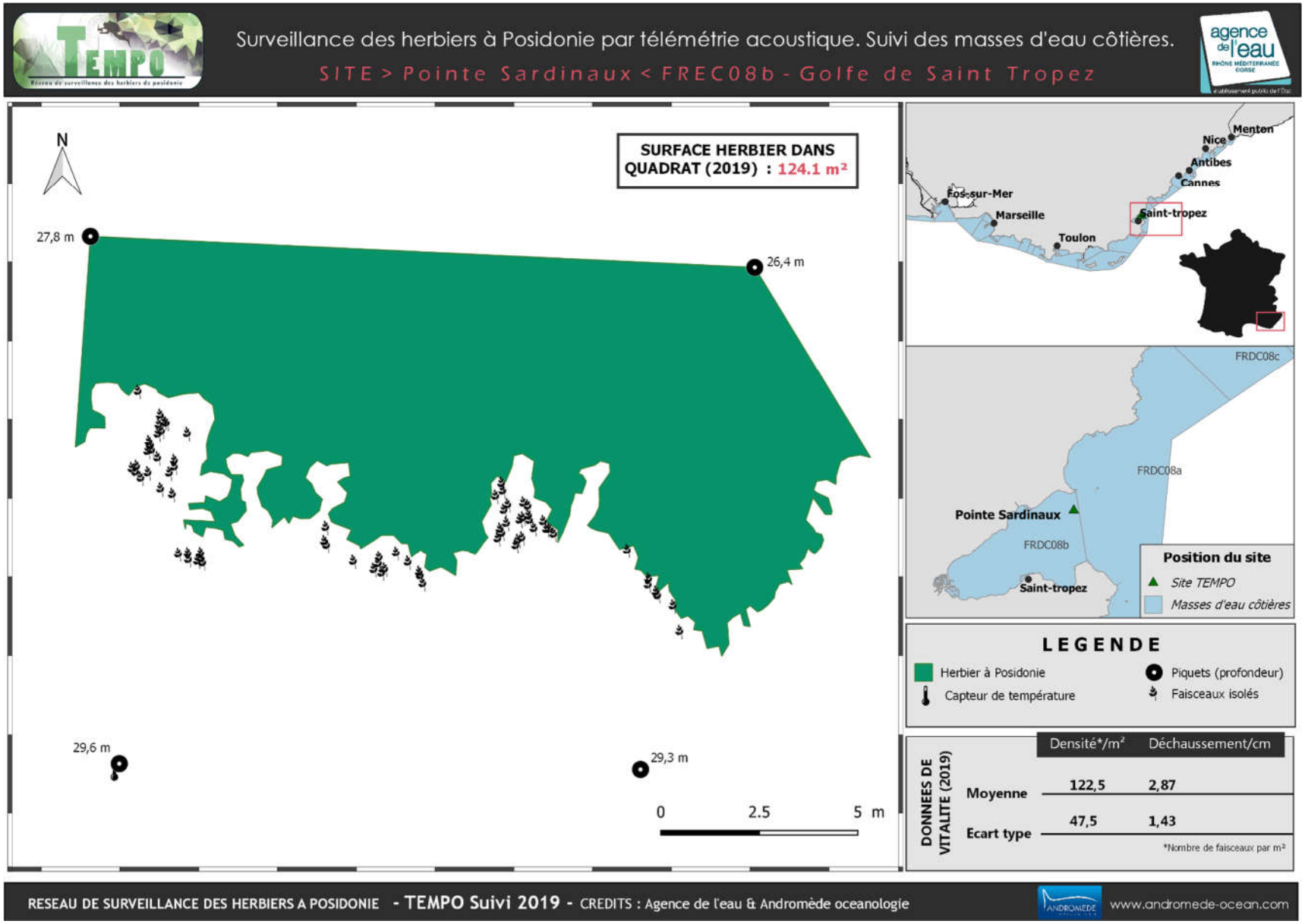
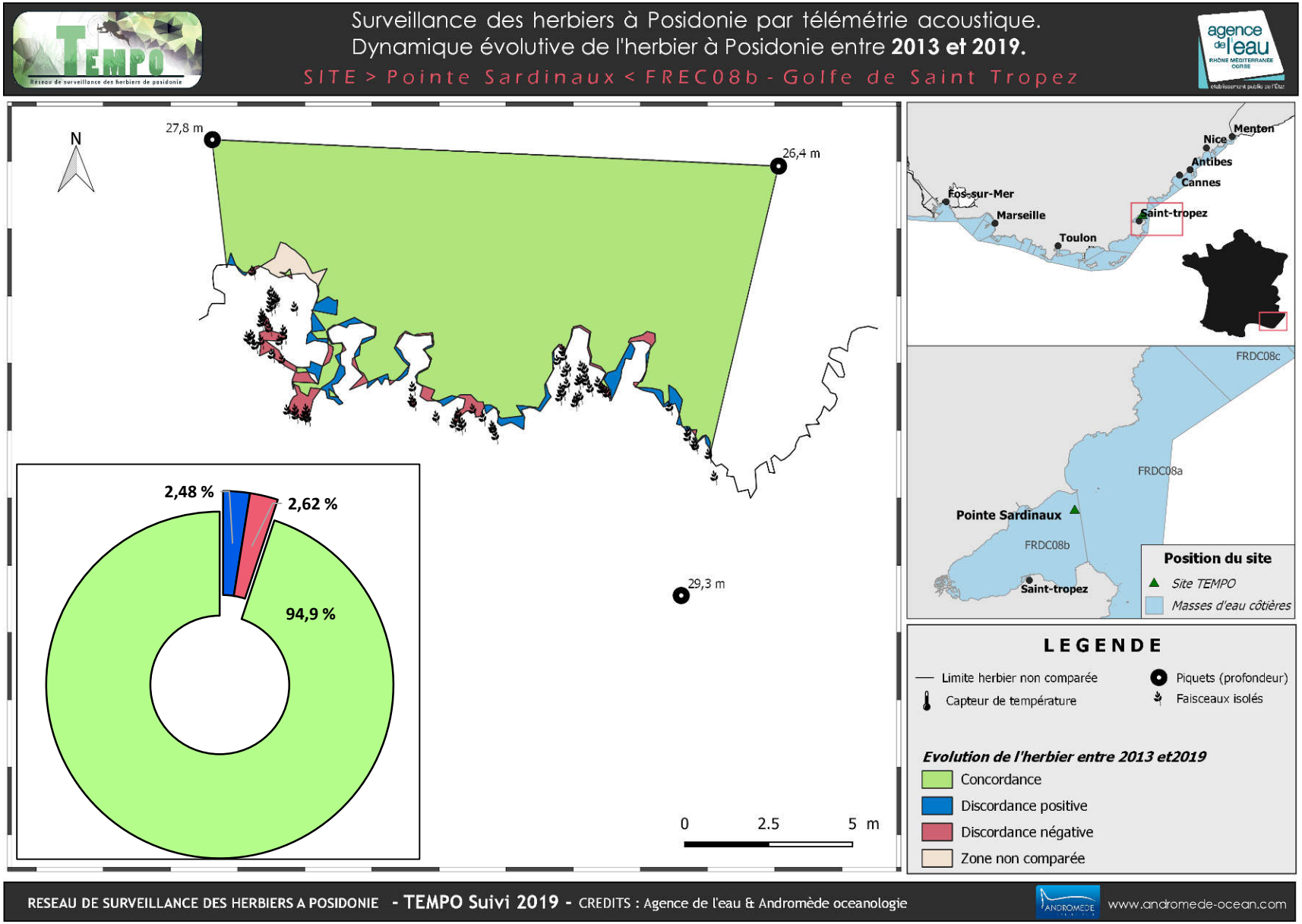


Figure 106 : Vue globale du site reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2016 (à gauche) et 2019 (à droite). Le rectangle noir indique la localisation de la zone modélisée en 2019.

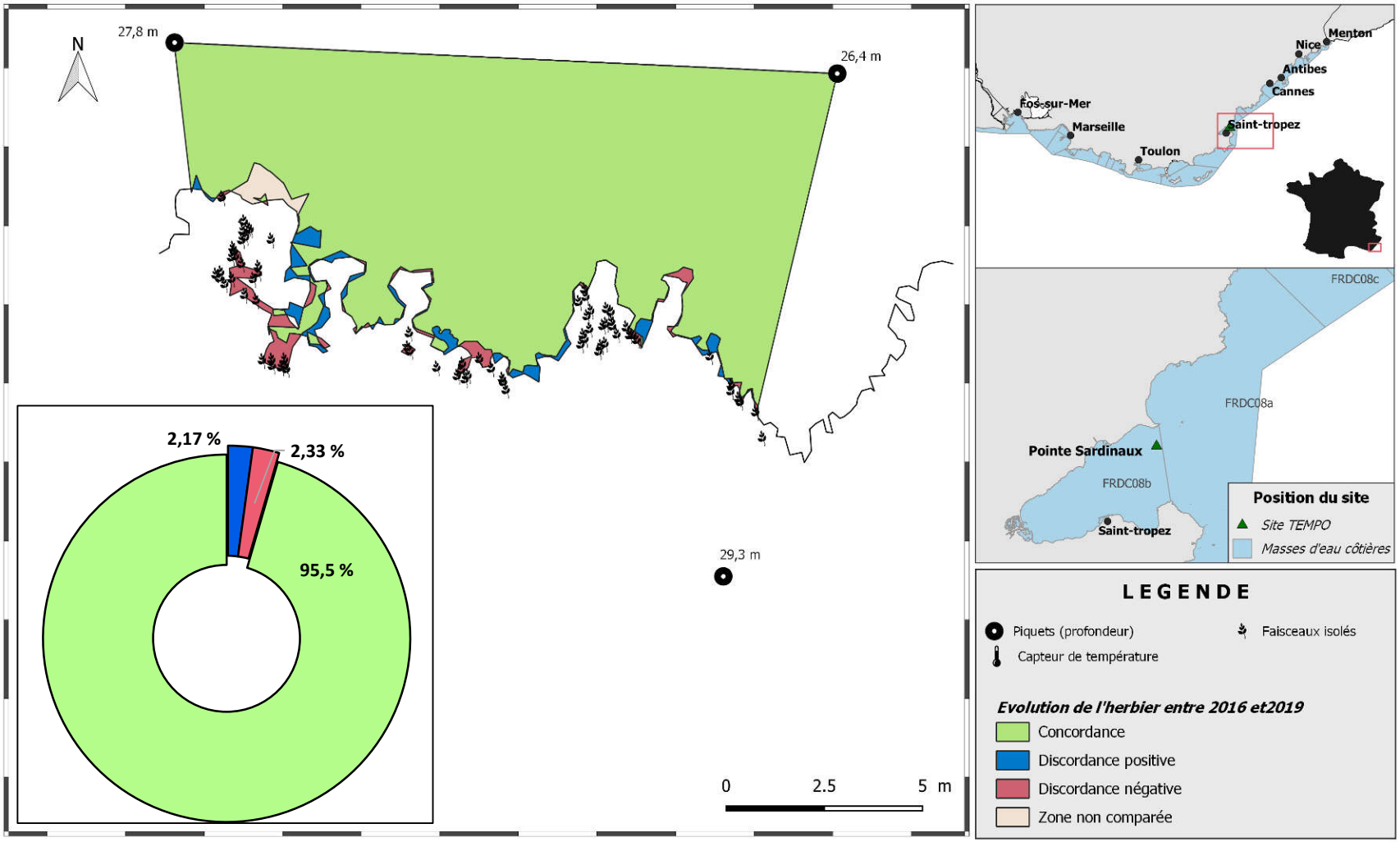
Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2019 réalisée par télémétrie acoustique ainsi que sa dynamique évolutive.


Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique. Suivi des masses d'eau côtières.
SITE > Pointe Sardinaux < FREC08b - Golfe de Saint Tropez
N
SURFACE HERBIER DANS QUADRAT (2019) : 124.1 m²
27,8 m
26,4 m
29,6 m
29,3 m
0
2.5
5 m
Menton
Nice
Antibes
Cannes
Fos-sur-Mer
Marseille
Saint-tropez
Toulon
FRDC08c
FRDC08a
Pointe Sardinaux
FRDC08b
Saint-tropez
Position du site
Site TEMPO
Masses d'eau côtières
LEGENDE
Herbier à Posidonie
Capteur de température
Piquets (profondeur)
Faisceaux isolés
DONNEES DE VITALITE (2019)
Densité*/m²
Déchaussement/cm
Moyenne
122,5
2,87
Ecart type
47,5
1,43
*Nombre de faisceaux par m²
RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - TEMPO Suivi 2019 - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie
www.andromede-ocean.com


Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique.
Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre 2013 et 2019.
SITE > Pointe Sardinaux < FREC08b - Golfe de Saint Tropez
N
27,8 m
26,4 m
29,3 m
2,48 %
2,62 %
94,9 %
0
2.5
5 m
Menton
Nice
Antibes
Cannes
Fos-sur-Mer
Marseille
Saint-tropez
Toulon
FRDC08c
FRDC08a
FRDC08b
Pointe Sardinaux
Saint-tropez
Position du site
Site TEMPO
Masses d'eau côtières
LEGENDE
Limite herbier non comparée
Capteur de température
Piquets (profondeur)
Faisceaux isolés
Evolution de l'herbier entre 2013 et2019
Concordance
Discordance positive
Discordance négative
Zone non comparée
RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - TEMPO Suivi 2019 - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie
www.andromede-ocean.com

Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique.
Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre **2016 et 2019.**

SITE > Pointe Sardinaux < FREC08b - Golfe de Saint Tropez



RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - **TEMPO Suivi 2019** - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie www.andromede-ocean.com

I.A.1.h. Pointe Sardinaux PI (masse d'eau FRDC08b) – Profondeur intermédiaire

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	20				
Visibilité (m)	15				
Nature du fond	☑ Sable grossier	☐ Sable fin	☐ Matte morte	☑ Substrat rocheux	☐ Autres : ...
Perturbations biologiques	☐ Caulerpa cylindracea	☐ Caulerpa taxifolia	☐ Algues filamenteuses	☐ Womersleyella setacea	☐ Autres : ...
Remarques					
Perturbations physiques	☐ Engins de pêche	☐ Traces de mouillage	☐ Structures artificielles	☐ Bloc de matte arraché	☐ Autres : ...
Pollutions	☐ Sédiments oxydés	☐ Macrodéchets	☐ Hydrocarbures	☐ Autres: ...	
Remarques					
Espèces particulières	*2 Pinna mortes (30 cm, mérou, nombreux poissons, bel herbier sur roche, nombreuses rascasses*				

Figure 107: Illustrations du site Pointe sardinaux à la profondeur intermédiaire de-15m (2019)

b. Capteur de température

Capteur de température	
Latitude :	43 18.416
Longitude :	6 40.295
Date de pose	17/06/2019
Heure de lancement	8h
N° capteur	10710139
Profondeur du capteur (m)	16m
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Sur sable dans un creux à 16,5m au sein de l'herbier sur roche

Figure 108: Illustration du capteur de température posé 2019 - site Pointe sardinaux

c. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

Les indices BiPo2 et EBQI ont été calculés sur ce site en 2016 et 2019. Leurs valeurs sont indiquées dans le tableau suivant (carré rouge).

Tableau 36 : Paramètres et indicateurs mesurés à la profondeur intermédiaire comparés à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau cotière	FRDC08b	FRDC08b	
Nom du site	Pointe Sardinaux PI	Pointe Sardinaux PI	
Année	2016	2019	
Valeur EQR (LI)	0.62	0.62	0 — 0.48 — 0.69
Valeur BiPo (PI)	0.67	0.61	0.37 — 0.56 — 0.75
Valeur PREI (PI)	0	0	0 — 0.22 — 0.75
Valeur EBQI (PI)	4.76	4.63	2.43 — 4.59 — 6.81
Indice de confiance de l'indicateur EBQI	85.71	41.67	36.91 — 61.51 — 85.71
Profondeur intermédiaire du site (m)	15	15	13 — 15 — 17
Profondeur de la limite inférieure (m)	28.4	29	13 — 26.01 — 36
Densité de faisceaux à la PI (faisceaux/m2)	258	173	122 — 240.13 — 477
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m2)	137	123	0 — 144.48 — 347
Type de limite inférieure	4	4	1 — 2.65 — 5
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	2.6	2.9	-1.5 — 2.6 — 10.5
Longueur des feuilles à la PI (mm)	644	627	237 — 572.58 — 1080
Surface foliaire à la PI (cm²/faisceaux)	0	0	0 — 95.27 — 408
Charge épiphytaire à la PI	0	0	0 — 0.05 — 0.21
Recouvrement (%) à la PI	23.73	56.63	0 — 80.84 — 100
Epibiontes (g_MS/f) à la PI	0.15	0.09	0 — 0.09 — 0.3
Pinna nobilis (ind/100m2) à la PI	0.3	0	0 — 0.45 — 10
HOM (ind/m2) à la PI	0.46	0.13	0 — 0.49 — 5.13
LOM (ind/m2) à la PI	2.3	2.2	0 — 1.16 — 10.47
Holothuries (ind/10m2) à la PI	1	1.33	0 — 1.06 — 7.67
Oursins (ind/m2) à la PI	0	0	0 — 0.31 — 9.46
Broutage (%_feuilles) à la PI	34.17	43.33	0 — 22.66 — 85.94
Téléostéens predateurs (kg WM/100m2) à la PI	0.69	0	0 — 0.19 — 1.05
Téléostéens piscivores (kg WM/100m2) à la PI	0	0	0 — 0.04 — 2.38
Téléostéens planctonivores (kg WM/100m2) à la PI	0.31	0	0 — 0.47 — 9.57
SRDI (PI)	7.33	0	0 — 2.33 — 7.33
Oiseaux (PI)	0	0	0 — 0 — 0

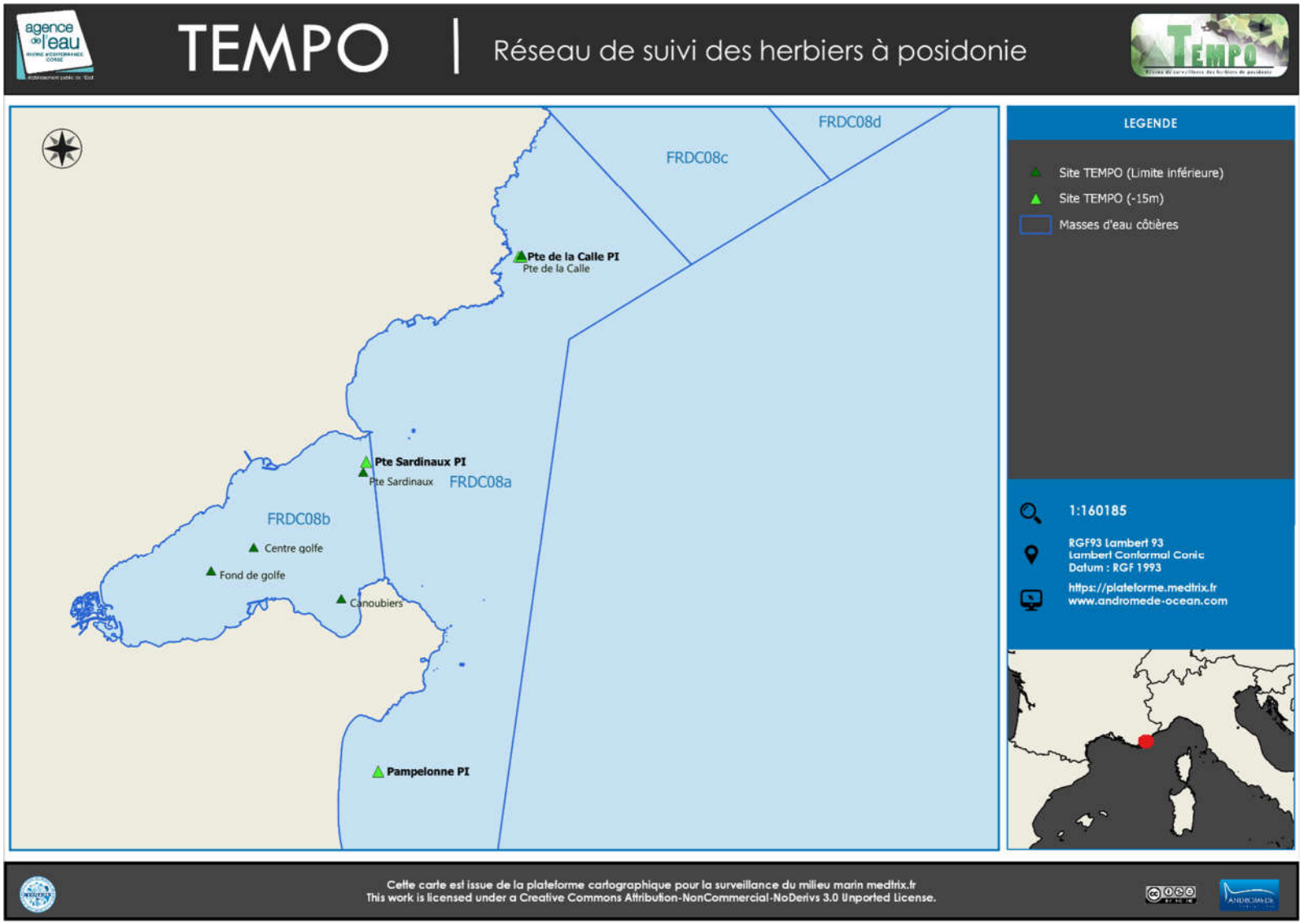
La valeur du BiPo2 est au-dessus de la moyenne régionale. Elle indique **une stabilité de l'état écologique de l'herbier qui est bon.**

La valeur de l'EBQI indique une stabilité de l'état écologique qui est **moyen**. Même s'il y a une diminution des notes des box densité, épibiontes et *Pinna nobilis*, la box Recouvrement voit sa note augmentée. De plus, par rapport au suivi de 2019, Il faut prendre en considération qu'en 2016 nous avions intégré le calcul des box Poissons - box 9 à 12- (d'où la diminution de l'indice de confiance de l'indice EBQI). Le choix a été fait de ne plus suivre dans l'indice EBQI les box Poissons, leur mauvaise calibration dans cet indice entrainant une dégradation des herbiers non en lien avec leur état. Le suivi des populations de poissons est réalisé séparément dans le cadre du réseau de surveillance **PISCIS** (https://plateforme.medtrix.fr/).

A la vue de ces éléments on peut considérer que l'état écologique du site à la profondeur intermédiaire est stable entre les deux suivis, et qu'il est qualifié de moyen à bon selon les indices considérés.

IV.I. Masse d’eau FRDC08a

La masse d’eau FRDC08a comprend les sites TEMPO Pointe de la Calle et Pampelonne échantillonnés en 2013, 2016 et 2019. Le site Pampelonne est uniquement suivi à la profondeur intermédiaire de - 15 mètres



I.A.1.f. Pointe de la Calle (masse d'eau FRDC08a) – Limite inférieure

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	18				
Visibilité (m)	13				
Nature du fond	☐ Sable grossier	☐ Sable fin	☑ Matte morte	☐ Substrat rocheux	☐ Autres : …
Remarques :	Tombant de matte				
Perturbations biologiques	☐ Caulerpa cylindracea	☐ Caulerpa taxifolia	☑ Algues filamenteuses	☐ Womersleyella setacea	☐ Autres : …
Remarques :					
Perturbations physiques	☐ Engins de pêche	☑ Traces de mouillage	☑ Structures artificielles	☐ Bloc de matte arraché	☐ Autres : …
Remarques :	Corps morts bouées de 300m abiment herbier				
Pollutions	☐ Sédiments oxydés	☐ Macrodéchets	☐ Hydrocarbures	☐ Autres: …	
Remarques :					
Espèces particulières					

Figure 109 : Illustrations du site Pointe de la Calle en limite inférieure (2019

Le site « **Pointe de la Calle** » est présent dans la partie Nord de la masse d'eau 'Pointe des Issambres - Ouest Frejus' (FREC08a). Le golfe de Fréjus est délimité de part et d'autre par le massif des Maures au Sud et par le massif de l'Estérel au Nord.

L'herbier se développe sur un fond de matte morte et de détritique côtier.

Figure 110 : Pointe de la Calle, au large de Fréjus (2013).

b. *Capteur de Température*

Capteur de température	
Latitude :	43 21.370
Longitude :	6 43.371
Date de pose	17/06/2019
Heure de lancement	20h
N° capteur	20330382
Profondeur du capteur (m)	24,00
N° de piquet du quadrat	4
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Fixé avec vis à sable

Figure 111 : Illustrations du capteur posé en 2019 en limite inférieure

c. *Mesures de vitalité et comparaison régionale*

Tableau 37 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2019).

Région	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau cotière	FRDC08a	FRDC08a	FRDC08a	
Nom du site	Pointe de la Calle	Pointe de la Calle	Pointe de la Calle	
Année	2013	2016	2019	
Valeur EQR LI	0.43	0.4	0.32	0.26 – 0.69 (0.5)
Type de limite inférieure	2	2	1	1 – 5 (2.61)
EQR' Type de limite inférieure	0.44	0.44	0.21	0.21 – 1 (0.57)
Profondeur de la limite inférieure (m)	24	24	24	13 – 36 (25.78)
EQR' Profondeur de la limite inférieure	0.51	0.51	0.51	0.25 – 0.94 (0.59)
Densité de faisceaux (faisceaux/m²)	177	113	108	23 – 371 (160.48)
EQR' Densité de faisceaux en limite inférieure	0.34	0.25	0.24	0.13 – 0.8 (0.34)
Déchaussement de l'herbier (cm)	4.4	6.5	3.9	-1.6 – 10.5 (2.09)

La limite inférieure **régressive** se situe à **24 mètres de profondeur** (anciennement clairsemée en 2013 et 2016).

La densité en 2019 varie de 50 à 200 faisceaux/m² pour une **densité moyenne de 108±33,6 faisceaux /m² (113±49,9 faisceaux /m²** en 2016 ; **177±48,8** faisceaux /m² en 2013). L'herbier est donc en **état médiocre en 2019 et 2016 (normal en 2013)** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al.*, 2008 et Pergent-Martini *et al.*, 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al.*, (1995) la densité est **sub-normale inférieure** pour ces deux années (normal en 2013).

Le **déchaussement de l'herbier est faible (<5 cm) en 2019 et 2013** (déchaussement moyen en 2016 avec une valeur de 6.5cm).

L'EQR Site en 2013 (0,43), 2016 (0,4) et 2019 (0.32) est en-dessous de la moyenne régionale PACA. Le site Pointe de la Calle **est déclassé d'un « moyen » état à un état écologique « médiocre » en 2019.**

d. Perturbations observées

On trouve de part et d'autre de la pointe de la Calle deux ports : Tonic et Ferrol. On note une forte turbidité sur ce site.

Des algues filamenteuses ont été observées sur le site, ainsi que des traces de mouillage**. A -25 mètres de fond, à proximité immédiate du site suivi, les bouées du balisage de la zone de navigation des 300 mètres sont situées dans l'herbier, arrachant les faisceaux et entrainant la formation de mattes mortes**.

Figure 112 : Vue aérienne et emplacement du site (source : Bing, 2013)

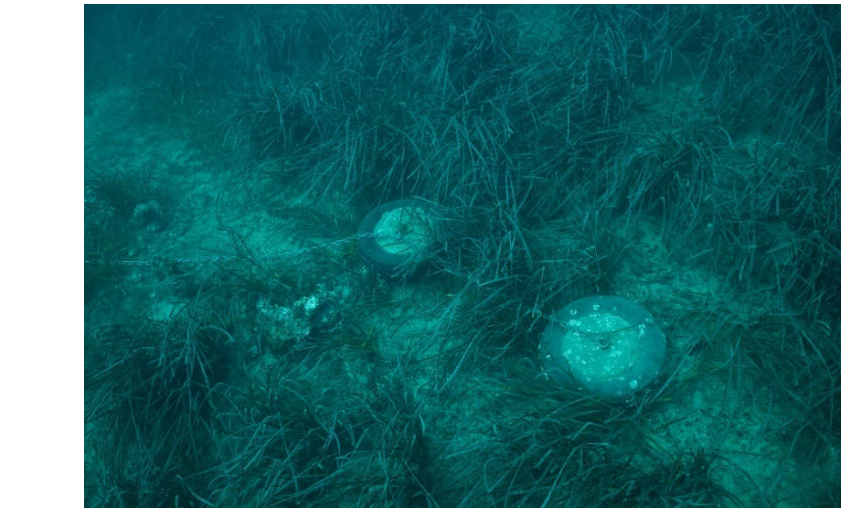


Figure 113 : Observation de bouées de balisage de la zone de navigation des 300 mètres dans l'herbier à Posidonie.

e. Données historiques

Le site RSP « Aygulf » est présent à 3,5 km au Nord-Est du site TEMPO « Pte de la Calle », au large de la Pointe de St Aygulf (extrémité Nord de la masse d'eau). Le balisage est situé à une profondeur moyenne de -17,7 mètres. Il a été mis en place en 1985 et le dernier suivi a été effectué en 2004. Les observations ont confirmé la poursuite de la régression de l'herbier sur la limite inférieure jusqu'en 2001 (retrait de l'herbier de 0,90 à 2,50 mètres des balises). La régression chronique sur ce site était liée à une augmentation durable de la turbidité. L'année 2004 a montré une stabilisation générale de l'herbier sur la limite inférieure de Saint Aygulf.

f. Cartographie des herbiers par télémétrie acoustique

Le quadrat de délimitation de l'herbier à Posidonie est composé de quatre piquets permanents ancrés dans la matte morte et la roche entre 22,7 et 24,7 mètres de profondeur.

Le tableau suivant présente, pour chaque période suivie, les pourcentages de discordance positive, négative et de concordance au niveau de la surface comparable du quadrat ainsi que l'indice d'évolution. Les couleurs indiquées dans les tableaux correspondent à celles des curseurs imagés qui replacent la valeur observée dans le contexte de l'étude (valeurs minimale, maximale et moyenne).

Au niveau de la surface comparable du quadrat pour la période 2016-2019, on observe sur ce site 2,63 % de discordance positive, 21,05 % de discordance négative et 76,32 % de concordance. L'indice d'évolution est de -0,78.

La dynamique évolutive de l'herbier analysée par télémétrie acoustique montre un herbier **à tendance stable (avec quelques zones de régression) entre 2013 et 2016 puis à tendance très régressive à partir de 2016,** à confirmer lors du prochain suivi.

Masse d'eau côtière	FRDC08a	FRDC08a	FRDC08a	Échelle de comparaison Méditerranée Légende
Nom du site	Pointe de la Calle	Pointe de la Calle	Pointe de la Calle	
Période d'évolution	2013-2016	2013-2019	2016-2019	
% Discordance positive	6.5	3.78	2.63	0 — 77.81 — 9.38
% Discordance négative	7.1	25.26	21.05	0 — 62.38 — 10.48
% Concordance	86.4	70.96	76.32	0 — 99.94 — 74.11
Indice d'évolution de l'herbier	-0.04	-0.74	-0.78	-1 — 0.87 — -0.16
Surface comparée (m²)	64.19	67.98	65.13	0 — 802.8 — 133.36

g. Cartographie des herbiers par photogrammétrie - Modèles 3D

La modélisation en 3D par photogrammétrie permet d'obtenir une vision d'ensemble du site (une image à un instant t), mais également une vision fine et précise si nécessaire à l'aide de zooms. Les modèles 3D seront bientôt disponibles sur la plateforme MEDTRIX dans les projets « MODEL » et « TEMPO ».

Le modèle 3D du site Pointe de la Calle en 2019 a été généré suite à l'acquisition de 1546 photographies prises sous l'eau pour une durée de 60 minutes.

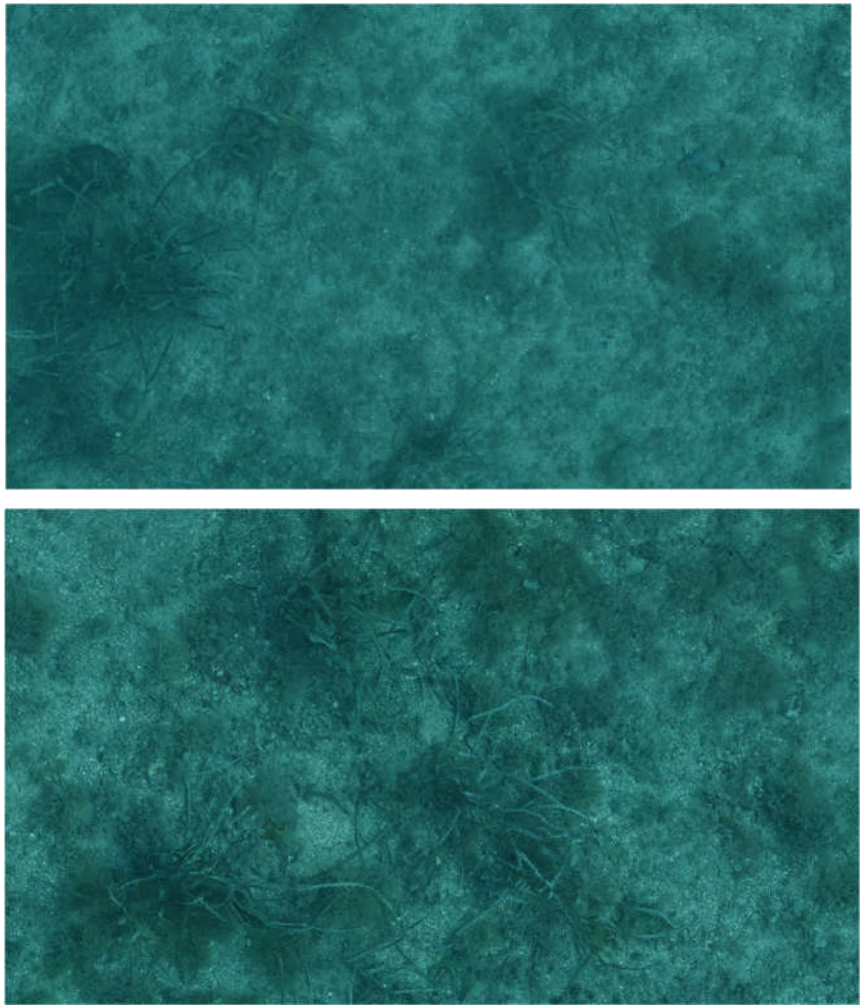


Figure 114 : Quelques zooms du modèle 3D du site Pointe de la Calle illustrant taches d'herbier et faisceaux isolés

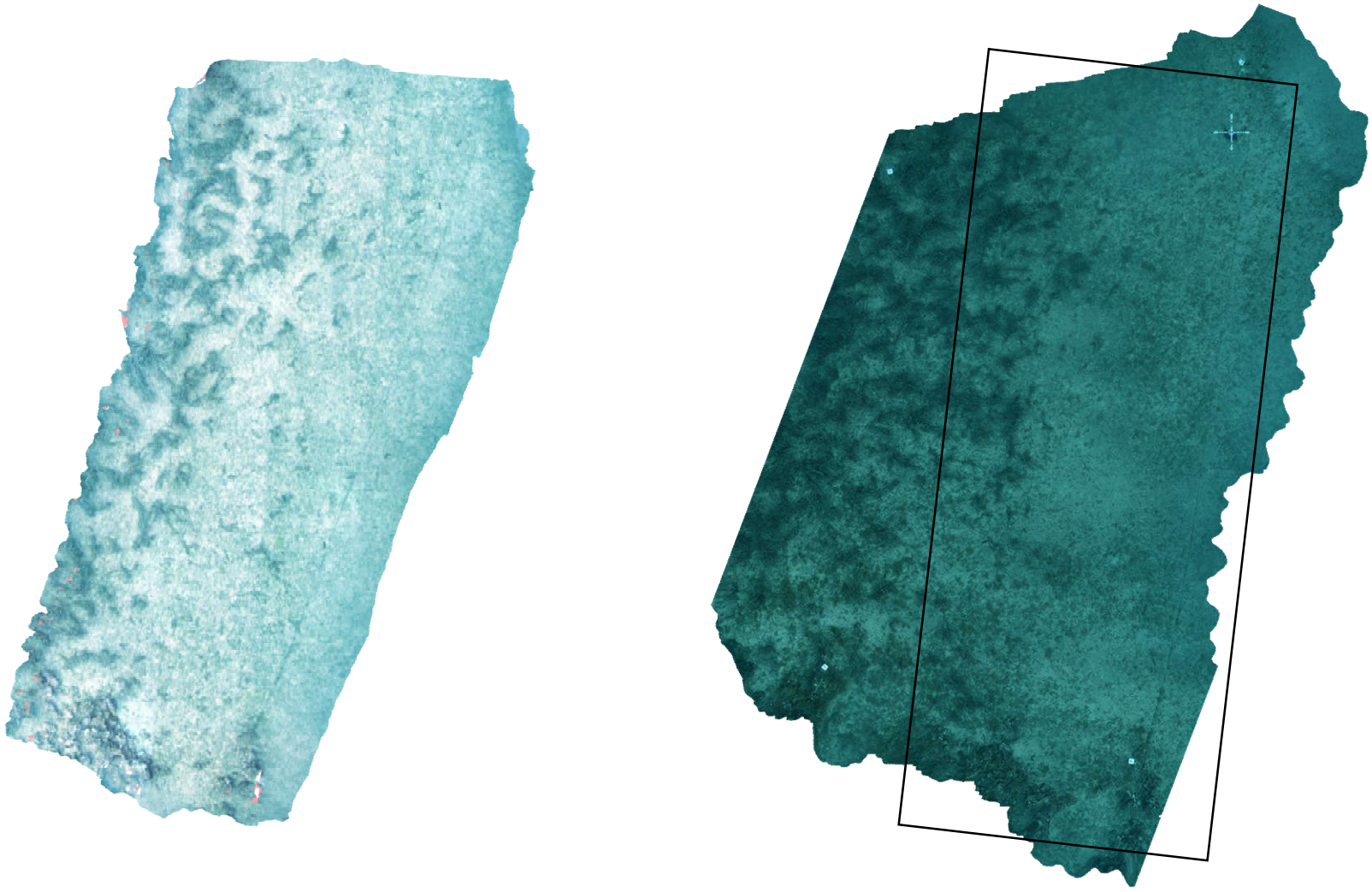
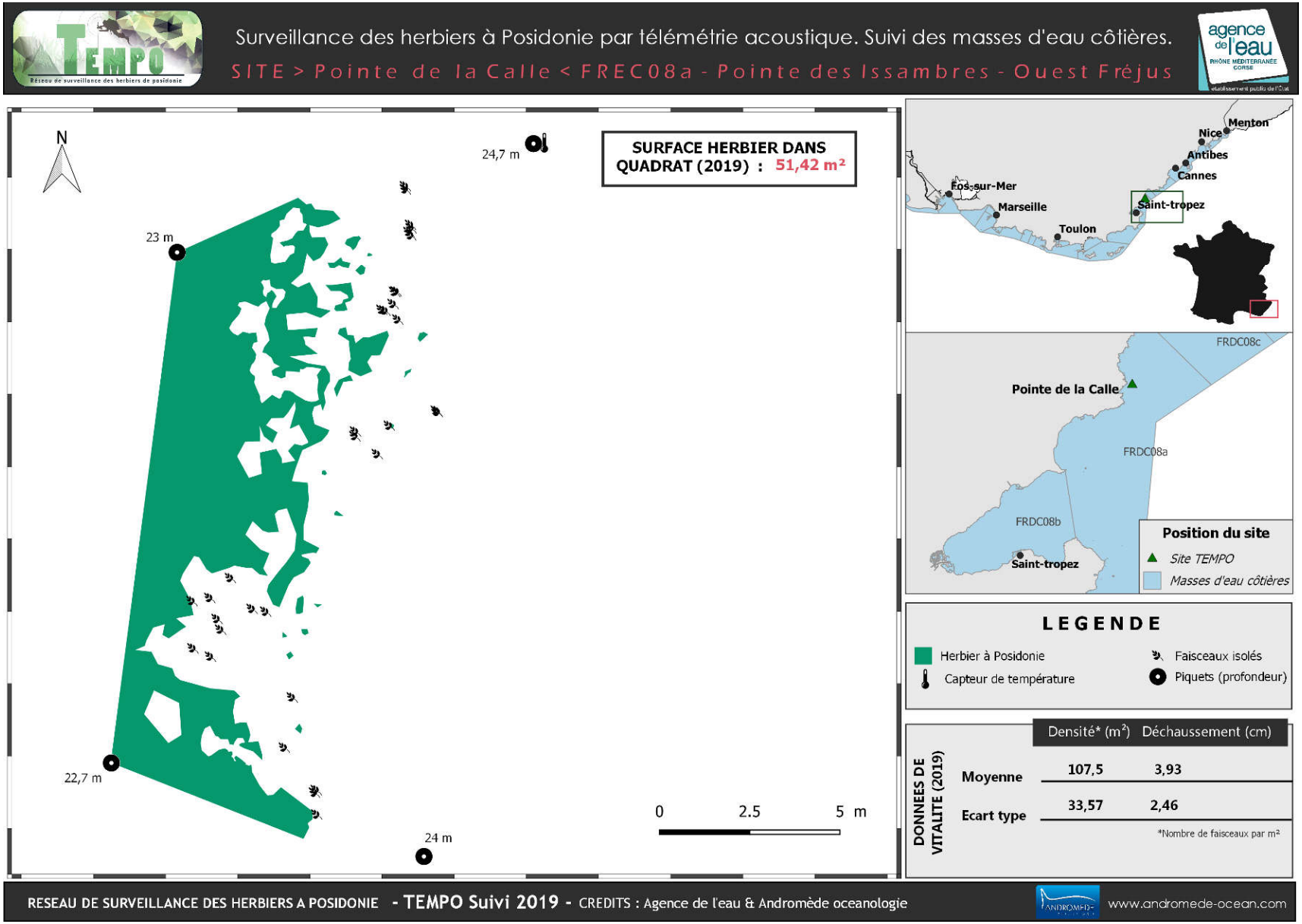
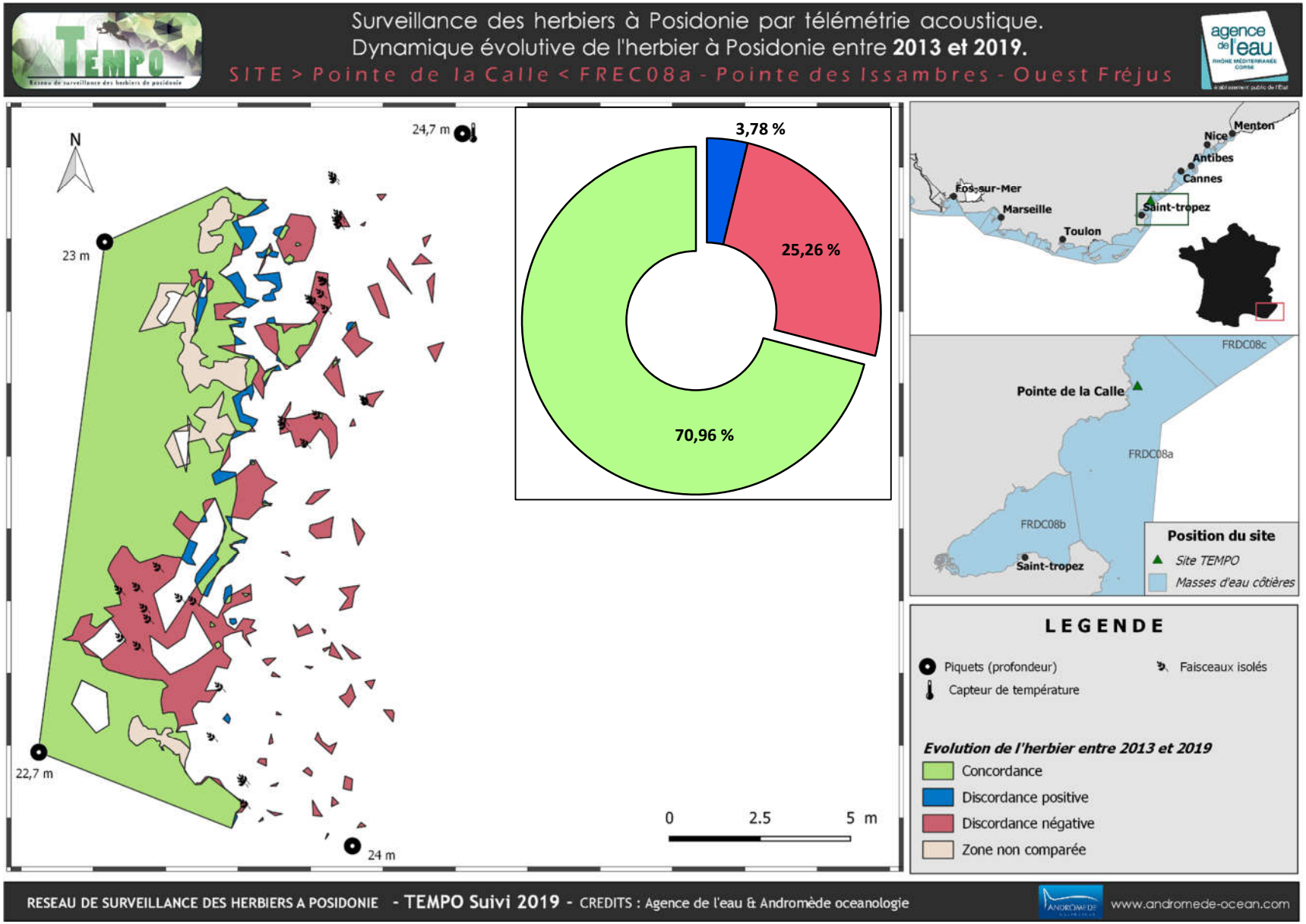
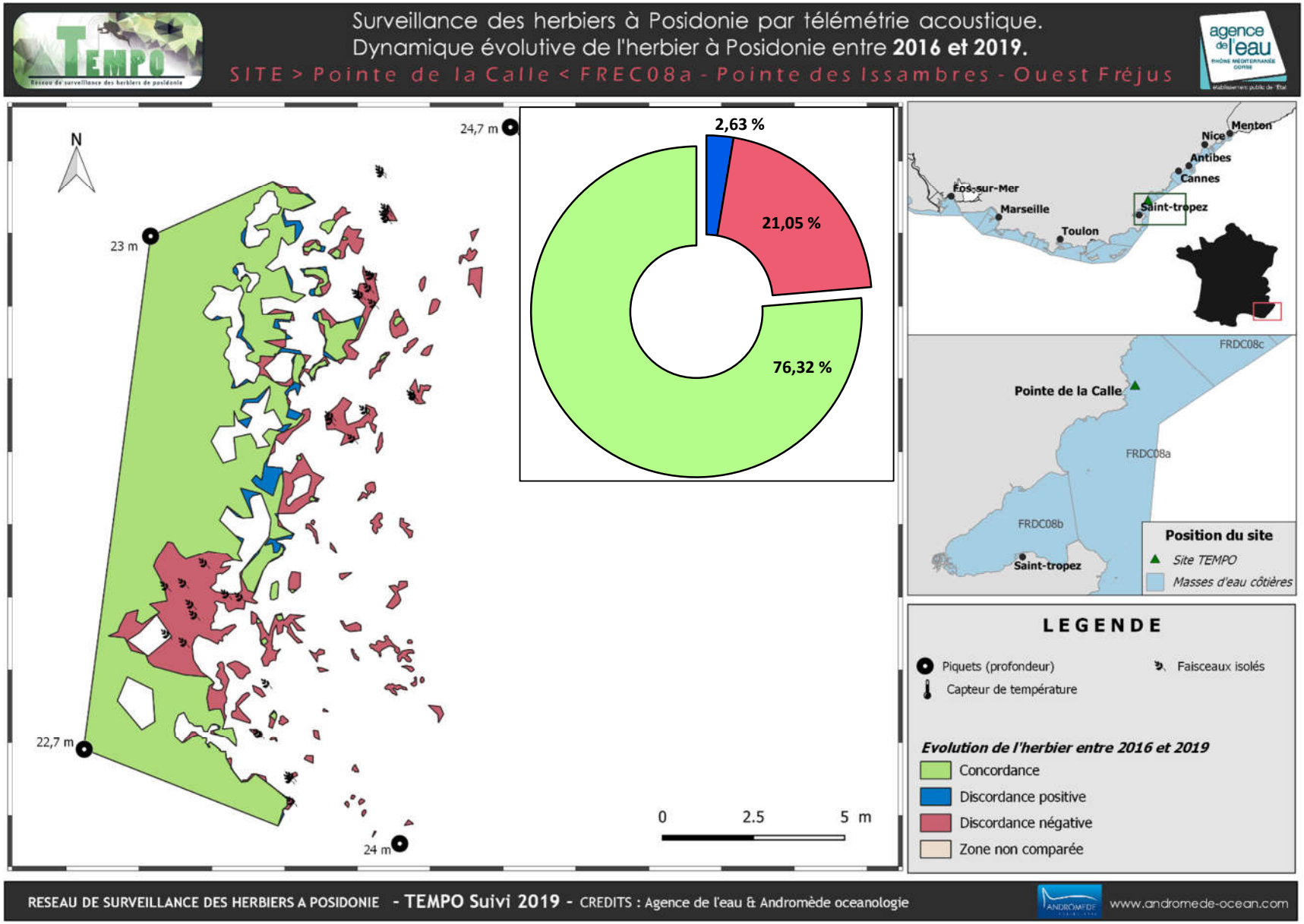


Figure 115 : Vue globale du site reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2016 (à gauche) et 2019 (à droite). Le rectangle noir indique la localisation de la zone modélisée en 2019.

Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2019 réalisée par télémétrie acoustique ainsi que sa dynamique évolutive.


Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique. Suivi des masses d'eau côtières.
SITE > Pointe de la Calle < FREC08a - Pointe des Issambres - Ouest Fréjus
N
24,7 m
23 m
22,7 m
24 m
0
2.5
5 m
SURFACE HERBIER DANS QUADRAT (2019) : 51,42 m²
Menton
Nice
Antibes
Cannes
Fos-sur-Mer
Marseille
Saint-tropez
Toulon
FRDC08c
Pointe de la Calle
FRDC08a
FRDC08b
Saint-tropez
Position du site
Site TEMPO
Masses d'eau côtières
LEGENDE
Herbier à Posidonie
Faisceaux isolés
Capteur de température
Piquets (profondeur)
DONNEES DE VITALITE (2019)
Densité* (m²)
Déchaussement (cm)
Moyenne
107,5
3,93
Ecart type
33,57
2,46
*Nombre de faisceaux par m²
RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - TEMPO Suivi 2019 - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie
www.andromede-ocean.com


Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique.
Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre 2013 et 2019.
SITE > Pointe de la Calle < FREC08a - Pointe des Issambres - Ouest Fréjus
N
24,7 m
23 m
22,7 m
24 m
0
2.5
5 m
3,78 %
25,26 %
70,96 %
Menton
Nice
Antibes
Cannes
Fos-sur-Mer
Marseille
Toulon
Saint-tropez
FRDC08c
Pointe de la Calle
FRDC08a
FRDC08b
Saint-tropez
Position du site
Site TEMPO
Masses d'eau côtières
LEGENDE
Piquets (profondeur)
Capteur de température
Faisceaux isolés
Evolution de l'herbier entre 2013 et 2019
Concordance
Discordance positive
Discordance négative
Zone non comparée
RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - TEMPO Suivi 2019 - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie
www.andromede-ocean.com


Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique.
Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre 2016 et 2019.
SITE > Pointe de la Calle < FREC08a - Pointe des Issambres - Ouest Fréjus
agence de l'eau
N
24,7 m
23 m
22,7 m
24 m
0
2.5
5 m
2,63 %
21,05 %
76,32 %
Nice
Menton
Antibes
Cannes
Fos-sur-Mer
Marseille
Toulon
Saint-tropez
FRDC08c
Pointe de la Calle
FRDC08a
FRDC08b
Saint-tropez
Position du site
Site TEMPO
Masses d'eau côtières
LEGENDE
Piquets (profondeur)
Faisceaux isolés
Capteur de température
Evolution de l'herbier entre 2016 et 2019
Concordance
Discordance positive
Discordance négative
Zone non comparée
RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - TEMPO Suivi 2019 - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie
www.andromede-ocean.com

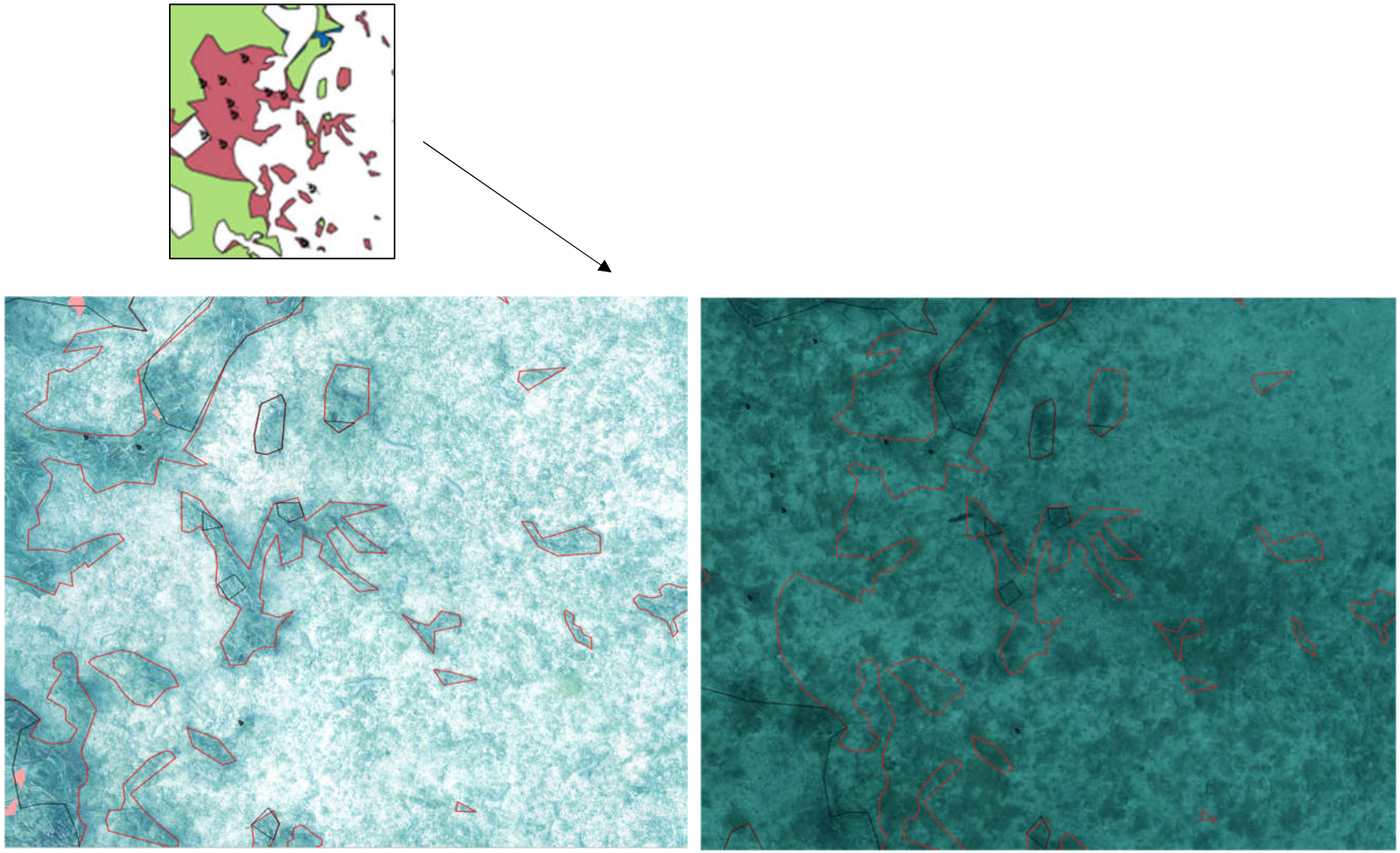


Figure 116: Zoom sur le modèle 3D du site Pointe de la Calle en 2016 (à gauche) et 2019 (à droite) illustrant la forte régression de l'herbier entre ces deux suivis.

I.A.1.i. Pointe de la Calle PI (masse d'eau FRDC08a) – Profondeur intermédiaire

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	20				
Visibilité (m)	10 m				
Nature du fond	☑ Sable grossier	☐ Sable fin	☐ Matte morte	☑ Substrat rocheux	☐ Autres : ...
Perturbations biologiques	☐ Caulerpa cylindracea	☐ Caulerpa taxifolia	☐ Algues filamenteuses	☐ Womersleyella setacea	☐ Autres : ...
Remarques					
Perturbations physiques	☐ Engins de pêche	☐ Traces de mouillage	☐ Structures artificielles	☐ Bloc de matte arraché	☐ Autres : ...
Pollutions	☐ Sédiments oxydés	☐ Macrodéchets	☐ Hydrocarbures	☐ Autres: ...	
Remarques					
Espèces particulières	*1 Pinna vivante (30 cm)*				

a.

Figure 117: Illustrations du site Pointe de la Calle à la profondeur intermédiaire de -15m (2019)

b. Capteur de température

Capteur de température	
Latitude :	43 21.370
Longitude :	6 43.371
Date de pose	16/06/2019
Heure de lancement	8h
N° capteur	20586613
Profondeur du capteur (m)	16m
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Herbier morcelé

Figure 118: Illustration du capteur de température posé en 2019 à -15m

c. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

Les indices BiPo2 et EBQI ont été calculés sur ce site en 2016 et 2019. Leurs valeurs sont indiquées dans le tableau suivant (carré rouge).

Tableau 38 : Paramètres et indicateurs mesurés à la profondeur intermédiaire comparés à l'échelle régionale

Région	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau cotière	FRDC08a	FRDC08a	
Nom du site	Pointe de la Calle PI	Pointe de la Calle PI	
Année	2016	2019	
Valeur EQR (LI)	0.4	0.32	0 – 0.48 – 0.69
Valeur BiPo (PI)	0.45	0.43	0.37 – 0.56 – 0.75
Valeur PREI (PI)	0	0	0 – 0.22 – 0.75
Valeur EBQI (PI)	3.58	6.81	2.43 – 4.59 – 6.81
Indice de confiance de l'indicateur EBQI	84.52	47.62	36.91 – 61.51 – 85.71
Profondeur intermédiaire du site (m)	15	17	13 – 15 – 17
Profondeur de la limite inférieure (m)	24	24	13 – 26.01 – 36
Densité de faisceaux à la PI (faisceaux/m2)	218	129	122 – 240.13 – 477
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m2)	113	108	0 – 144.48 – 347
Type de limite inférieure	2	1	1 – 2.65 – 5
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	6.5	3.9	-1.5 – 2.6 – 10.5
Longueur des feuilles à la PI (mm)	509	771	237 – 572.58 – 1080
Surface foliaire à la PI (cm²/faisceaux)	0	0	0 – 95.27 – 408
Charge épiphytaire à la PI	0	0	0 – 0.05 – 0.21
Recouvrement (%) à la PI	71.83	87.72	0 – 80.84 – 100
Epibiontes (g_MS/f) à la PI	0.09	0.1	0 – 0.09 – 0.3
Pinna nobilis (ind/100m2) à la PI	0	10	0 – 0.45 – 10
HOM (ind/m2) à la PI	1.05	0.17	0 – 0.49 – 5.13
LOM (ind/m2) à la PI	0.25	3.07	0 – 1.16 – 10.47
Holothuries (ind/10m2) à la PI	0	0	0 – 1.06 – 7.67
Oursins (ind/m2) à la PI	0.3	0.9	0 – 0.31 – 9.46
Broutage (%_feuilles) à la PI	4	36.17	0 – 22.66 – 85.94
Téléostéens predateurs (kg WM/100m2) à la PI	0.39	0	0 – 0.19 – 1.05
Téléostéens piscivores (kg WM/100m2) à la PI	0.3	0	0 – 0.04 – 2.38
Téléostéens planctonivores (kg WM/100m2) à la PI	0.32	0	0 – 0.47 – 9.57
SRDI (PI)	6.8	0	0 – 2.33 – 7.33
Oiseaux (PI)	0	0	0 – 0

La valeur du BiPo2 est en-dessous de la moyenne régionale. Elle indique **une stabilité de l'état écologique de l'herbier qui est moyen.**

La valeur de l'EBQI augmente au cours des suivis et indique un état écologique **bon** de l'herbier (médiocre en 2016). Il y a une diminution de la note de la box densité, par contre la majorité des notes des autres box augmentent (recouvrement, épibiontes, HOM et LOM et *Pinna nobilis*). De plus, par rapport au suivi de 2019, Il faut prendre en considération qu'en 2016 nous avions intégré le calcul des box Poissons - box 9 à 12- (d'où la diminution de l'indice de confiance de l'indice EBQI). Le choix a été fait de ne plus suivre dans l'indice EBQI les box Poissons, leur mauvaise calibration dans cet indice entrainant une dégradation des herbiers non en lien avec leur état. Le suivi des populations de poissons est réalisé séparément dans le cadre du réseau de surveillance **PISCIS** (https://plateforme.medtrix.fr/).

I.A.1.j. Pampelonne PI (masse d'eau FRDC08a) – Profondeur intermédiaire

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	20				
Visibilité (m)	30				
Nature du fond	☑ Sable grossier	☐ Sable fin	☐ Matte morte	☑ Substrat rocheux	☐ Autres : ...
Perturbations biologiques	☐ Caulerpa cylindracea	☐ Caulerpa taxifolia	☐ Algues filamenteuses	☐ Womersleyella setacea	☐ Autres : ...
Remarques					
Perturbations physiques	☐ Engins de pêche	☐ Traces de mouillage	☐ Structures artificielles	☐ Bloc de matte arraché	☐ Autres : ...
Pollutions	☐ Sédiments oxydés	☐ Macrodéchets	☐ Hydrocarbures	☐ Autres: ...	
Remarques					
Espèces particulières	LABRE MERLE, DEUX PINNA MORTES 5CM 30CM, BEL HERBIER SUR ROCHE AVEC INTERMATTES DE SABLE GROSSIER; BRYOZOAIRES ENCROUTANTS ET ERIGES, NOMBREUX POISSONS				

Figure 119: Illustrations du site Pampelonne à la profondeur intermédiaire de-15m (2019)

b. Capteur de température

Capteur de température	
Latitude :	43 13.943
Longitude :	6 40.533
Date de pose	18/06/2019
Heure de lancement	8h
N° capteur	20586606
Profondeur du capteur (m)	14.9
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Dans tache de 4m² de sable grossier de forme allongée, vis à sable en fer au milieu

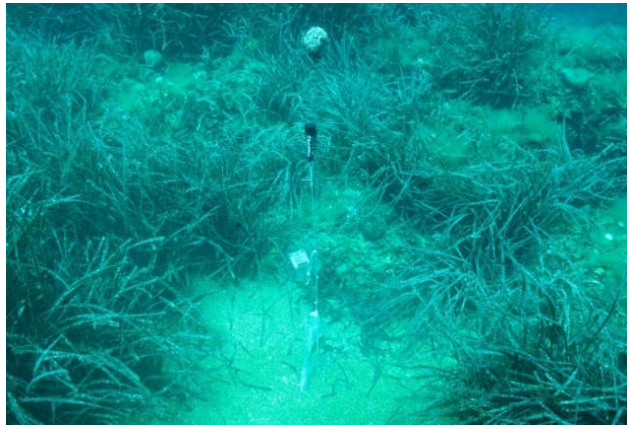


Figure 120: Illustration du capteur de température posé en 2019 à -15m

c. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

Les indices PREI, BiPo2 et EBQI ont été calculés sur ce site en 2016 et 2019.

Tableau 39 : Paramètres et indicateurs mesurés à la profondeur intermédiaire comparés à l'échelle régionale

Région	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau cotière	FRDC08a	FRDC08a	
Nom du site	Pampelonne PI	Pampelonne PI	
Année	2016	2019	
Valeur EQR (LI)	0	0	0 – 0.48 – 0.69
Valeur BiPo (PI)	0.75	0.66	0.37 – 0.56 – 0.75
Valeur PREI (PI)	0.71	0.69	0 – 0.22 – 0.75
Valeur EBQI (PI)	3.92	5.13	2.43 – 4.59 – 6.81
Indice de confiance de l'indicateur EBQI	74.26	41.67	36.91 – 61.51 – 85.71
Profondeur intermédiaire du site (m)	15	15	13 – 15 – 17
Profondeur de la limite inférieure (m)	34	34.6	13 – 26.01 – 36
Densité de faisceaux à la PI (faisceaux/m2)	325	279	122 – 240.13 – 477
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m2)	0	0	0 – 144.48 – 347
Type de limite inférieure	3	2	1 – 2.65 – 5
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	0	0	-1.5 – 2.6 – 10.5
Longueur des feuilles à la PI (mm)	463	433	237 – 572.58 – 1080

Surface foliaire à la PI (cm²/faisceaux)	191	175	0 – 95.27 – 408
Charge épiphytaire à la PI	0.12	0.13	0 – 0.05 – 0.21
Recouvrement (%) à la PI	72.9	81.98	0 – 80.84 – 100
Epibiontes (g_MS/f) à la PI	0.12	0.06	0 – 0.09 – 0.3
Pinna nobilis (ind/100m2) à la PI	0.55	0	0 – 0.45 – 10
HOM (ind/m2) à la PI	0.1	0.3	0 – 0.49 – 5.13
LOM (ind/m2) à la PI	0.45	4	0 – 1.16 – 10.47
Holothuries (ind/10m2) à la PI	1.5	0	0 – 1.06 – 7.67
Oursins (ind/m2) à la PI	0	0	0 – 0.31 – 9.46
Broutage (%_feuilles) à la PI	0	6.22	0 – 22.66 – 85.94
Téléostéens predateurs (kg WM/100m2) à la PI	0.34	0	0 – 0.19 – 1.05
Téléostéens piscivores (kg WM/100m2) à la PI	0	0	0 – 0.04 – 2.38
Téléostéens planctonivores (kg WM/100m2) à la PI	0.18	0	0 – 0.47 – 9.57
SRDI (PI)	4.7	0	0 – 2.33 – 7.33
Oiseaux (PI)	0	0	0 – 0

La valeur du BiPo2 est inférieure à la moyenne régionale. Elle diminue au cours des suivis et indique une stabilité de l'état écologique de l'herbier qui est **bon.**

La valeur du PREI diminue légèrement au cours des suivis mais indique une stabilité de l'état écologique de l'herbier qui est **bon**.

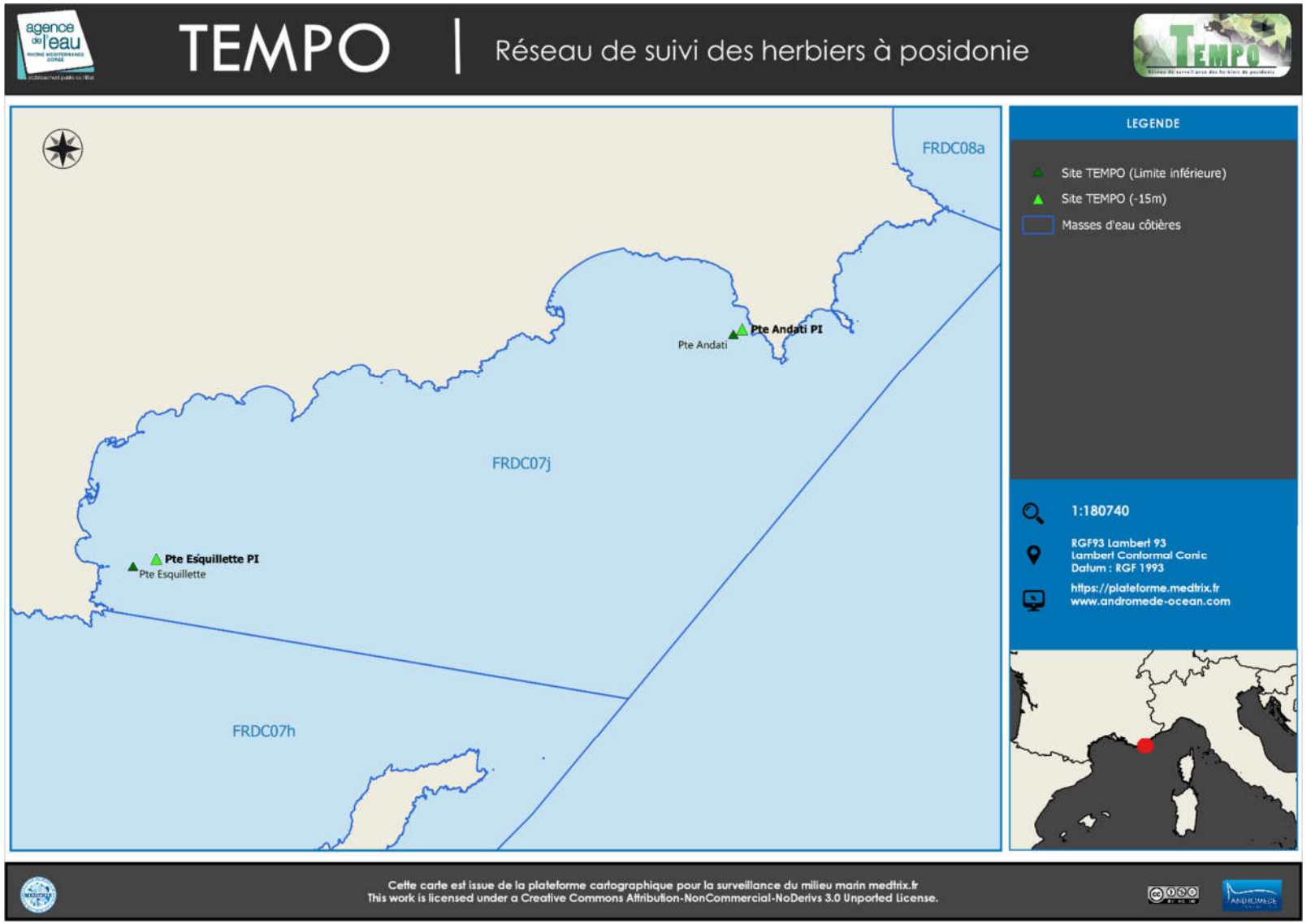
La faible diminution de ces deux indices s'explique par une baisse de la densité de faisceaux en 2019.

La valeur de l'EBQI augmente au cours des suivis et indique un état écologique **moyen** de l'herbier (médiocre en 2016). Même s'il y a une diminution des notes des box épibiontes, Holothuries et *Pinna nobilis*, les box Recouvrement, LOM voient leur note augmentée. De plus, par rapport au suivi de 2019, Il faut prendre en considération qu'en 2016 nous avions intégré le calcul des box Poissons - box 9 à 12- (d'où la diminution de l'indice de confiance de l'indice EBQI). Le choix a été fait de ne plus suivre dans l'indice EBQI les box Poissons, leur mauvaise calibration dans cet indice entrainant une dégradation des herbiers non en lien avec leur état. Le suivi des populations de poissons est réalisé séparément dans le cadre du réseau de surveillance **PISCIS** (https://plateforme.medtrix.fr/).

A la vue de ces éléments on peut considérer que l'état écologique du site à la profondeur intermédiaire est globalement stable entre les deux suivis, et qu'il est qualifié de moyen / bon (selon les indices considérés).

IV.J. Masse d'eau FRDC07j

La masse d'eau FRDC07j comprend les sites TEMPO Pointe Andati et Pointe Esquillette échantillonnés en 2013, 2016 et 2019.



I.A.1.c. Pointe Andati (masse d'eau FRDC07j) – Limite inférieure

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	16				
Visibilité (m)	15				
Nature du fond	☐ Sable grossier	☑ Sable fin	☑ Matte morte	☐ Substrat rocheux	☐ Autres : …
Remarques :					
Perturbations biologiques	☑ Caulerpa cylindracea	☐ Caulerpa taxifolia	☑ Algues filamenteuses	☐ Womersleyella setacea	☐ Autres : …
Remarques :	CAULERPE PRESENTE SUR LE SUBSTRAT MEUBLE ET DANS L HERBIER. ALGUES FILAMENTEUSES SUR L'ENSEMBLE DU SITE				
Perturbations physiques	☐ Engins de pêche	☐ Traces de mouillage	☑ Structures artificielles	☐ Bloc de matte arraché	☐ Autres : …
Remarques :					
Pollutions	☐ Sédiments oxydés	☐ Macrodéchets	☐ Hydrocarbures	☐ Autres: …	
Remarques :					
Espèces particulières					

a.

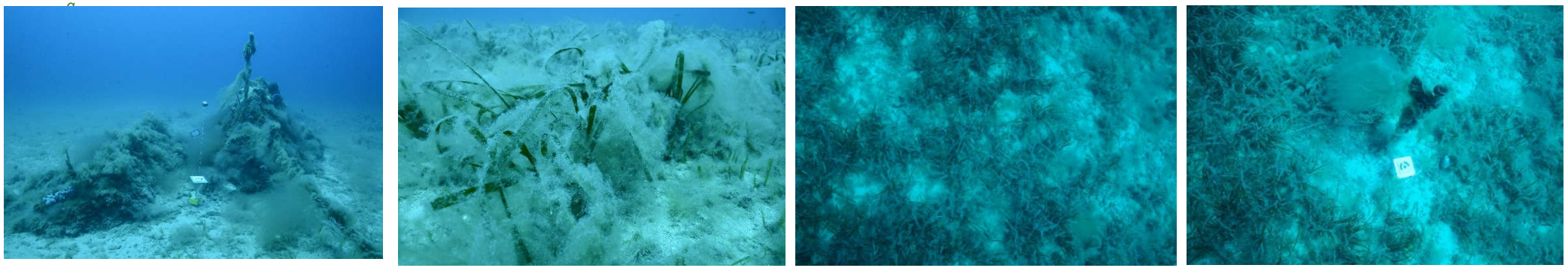


Figure 121 : Illustration du site Pointe Andati en limite inférieure (2019)

Figure 122 : Pointe d'Andati vu de la mer (2013).

Le site « **Pointe Andati** » est situé dans la masse d'eau 'Cap Benat - Pointe des Issambres' (FREC07j), à l'Est de la baie de Cavalaire, entre les pointes du Brouis et Andati.

L'herbier se développe sur un fond meuble (sable fin et matte morte).

b. *Capteur de Température*

Capteur de température	
Latitude :	43 09.934
Longitude :	6 36.184
Date de pose	18/06/2019
Heure de lancement	20h
N° capteur	20330675
Profondeur du capteur (m)	34,00
N° de piquet du quadrat	4
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	

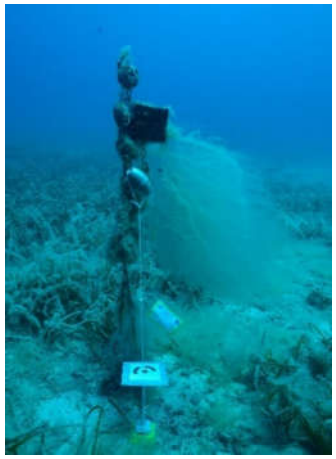


Figure 123 : Illustrations du capteur posé en 2016- (à gauche) et 2019 (à droite) en limite inférieure

c. *Mesures de vitalité et comparaison régionale*

Tableau 40 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2019).

Région	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau cotière	FRDC07j	FRDC07j	FRDC07j	
Nom du site	Pointe Andati	Pointe Andati	Pointe Andati	
Année	2013	2016	2019	
Valeur EQR LI	0.52	0.5	0.52	0.26 — 0.5 — 0.69
Type de limite inférieure	2	2	2	1 — 2.61 — 5
EQR' Type de limite inférieure	0.44	0.44	0.44	0.21 — 0.57 — 1
Profondeur de la limite inférieure (m)	34	34	34	13 — 25.78 — 36
EQR' Profondeur de la limite inférieure	0.87	0.87	0.87	0.25 — 0.59 — 0.94
Densité de faisceaux (faisceaux/m²)	120	75	113	23 — 160.48 — 371
EQR' Densité de faisceaux en limite inférieure	0.26	0.2	0.25	0.13 — 0.34 — 0.8
Déchaussement de l'herbier (cm)	1.6	3.3	0.1	-1.6 — 2.09 — 10.5

La limite inférieure **clairsemée naturelle** se situe à **34 mètres de profondeur**.

La densité en 2019 varie de 25 à 175 faisceaux/m² pour une **densité moyenne de 113±33.3 faisceaux /m²** (**75±30,1 faisceaux /m² en 2016 ; 120±35,3** faisceaux /m² en 2013). L'herbier est donc en bon **état en 2019 (normal en 2016 et bon en 2013)** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al*., 2008 et Pergent-Martini *et al*., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al*., (1995) la densité est **normale** de 2013 à 2019.

Le **déchaussement de l'herbier est faible pour les trois années de suivi** (<5cm).

L'EQR Site en 2013 (0,52), 2016 (0,5) et 2019 (0.52) est proche de la moyenne régionale PACA. Le statut du site Pointe Andati conserve en 2019 un **état écologique « moyen ».**

d. Perturbations observées

Caulerpa cylindracea est toujours présente sur le substrat meuble et dans l'herbier. Celui-ci présente des rhizomes très fragiles. On note la présente d'algues filamenteuse sur l'ensemble du site, rendant difficile la mise en œuvre de la télémétrie acoustique.

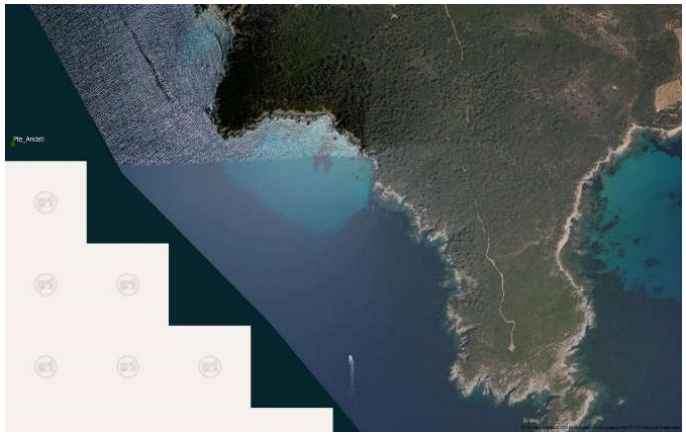


Figure 124 : Vue aérienne et emplacement du site (source : Bing, 2013)

e. Données historiques

Le site RSP « Cavalaire » est présent à 1 km au Nord-Ouest du site TEMPO « Pointe Andati », au large de la Pointe du Brouis. Le balisage RSP est situé à -35,7 mètres le long de la limite inférieure de l'herbier de posidonie de type régressif. Il a été mis en place en 1988 et le dernier suivi a été effectué en 2003. Le site montrait alors une importante régression de l'herbier, avec une forte diminution des densités. Ce site TEMPO est présent dans le site Natura 2000 de la Corniche varoise.

f. Cartographie des herbiers par télémétrie acoustique

Le quadrat de délimitation de l'herbier à Posidonie est composé de quatre piquets permanents ancrés dans le sable et la roche entre 32,7 et 34,3 mètres de profondeur.

Masse d'eau côtière	FRDC07j	Échelle de comparaison Méditerranée Légende
Nom du site	Pointe Andati	
Période d'évolution	2016-2019	
% Discordance positive	0	0 — 77.81 ; 0 — 9.38
% Discordance négative	0	0 — 62.38 ; 0 — 10.45
% Concordance	100	0 — 100 ; 0 — 74.14
Indice d'évolution de l'herbier	0	-1 — 0.87 ; 0 — -0.15
Surface comparée (m²)	15.95	0 — 802.8 ; 0 — 133.92

Le tableau ci-dessus présente, pour chaque période suivie, les pourcentages de discordance positive, négative et de concordance au niveau de la surface comparable du quadrat ainsi que l'indice d'évolution. Les couleurs indiquées dans les tableaux correspondent à celles des

curseurs imagés qui replacent la valeur observée dans le contexte de l'étude (valeurs minimale, maximale et moyenne).

Au niveau de la surface comparable du quadrat pour la période 2016-2019, on observe sur ce site 0 % de discordance positive et négative et 100 % de concordance. L'indice d'évolution est donc de 0. La dynamique évolutive de l'herbier analysée par télémétrie acoustique montre un herbier **à tendance stable entre 2016 et 2019 .**

La présence d'algues filamenteuses recouvrant quasiment 100 % de l'herbier en 2019 a fortement gêné la mise en œuvre de la télémétrie acoustique sous l'eau et le suivi de l'herbier. La cartographie réalisée en 2019 sur ce site est donc donnée à titre indicatif tout comme la carte d'évolution.

Cartographie des herbiers par photogrammétrie - Modèles 3D

La modélisation en 3D par photogrammétrie permet d'obtenir une vision d'ensemble du site (une image à un instant t), mais également une vision fine et précise si nécessaire à l'aide de zooms. Les modèles 3D seront bientôt disponibles sur la plateforme MEDTRIX dans les projets « MODEL » et « TEMPO ».

Le modèle 3D du site Pointe Andati en 2019 a été généré suite à l'acquisition de 850 photographies prises sous l'eau pour une durée de 40 minutes.

Les algues filamenteuses présentes en 2019, sont visibles sur le modèle 3D.

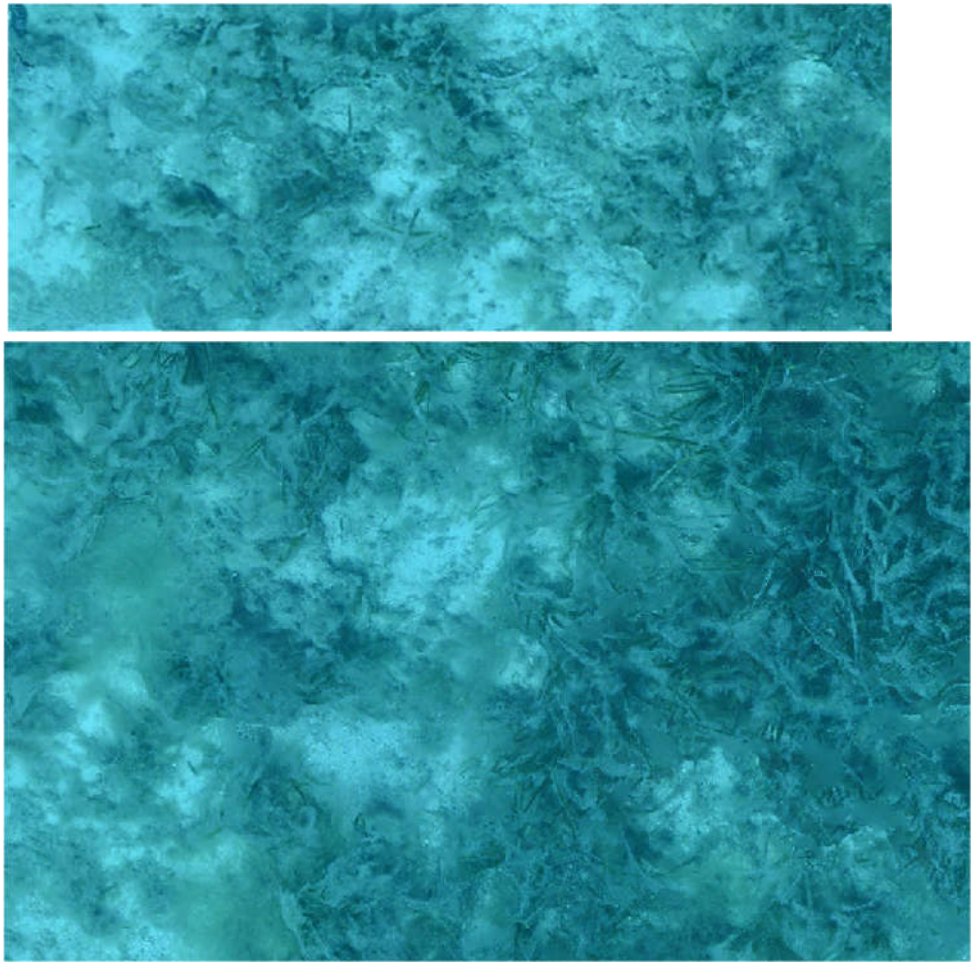


Figure 125° : Quelques zooms du modèle 3D du site Pointe Andati illustrant l'herbier recouvert par les algues filamenteuses

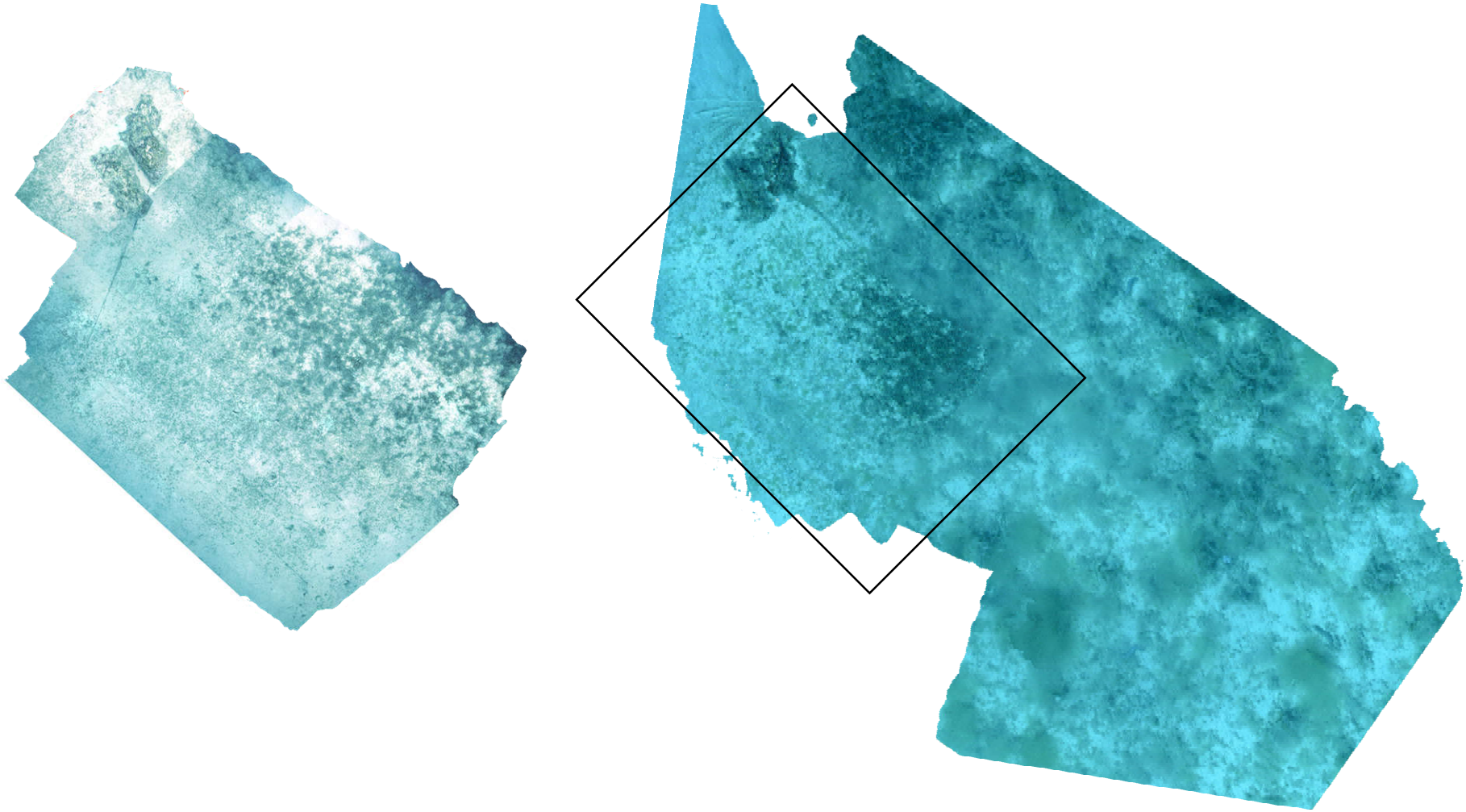
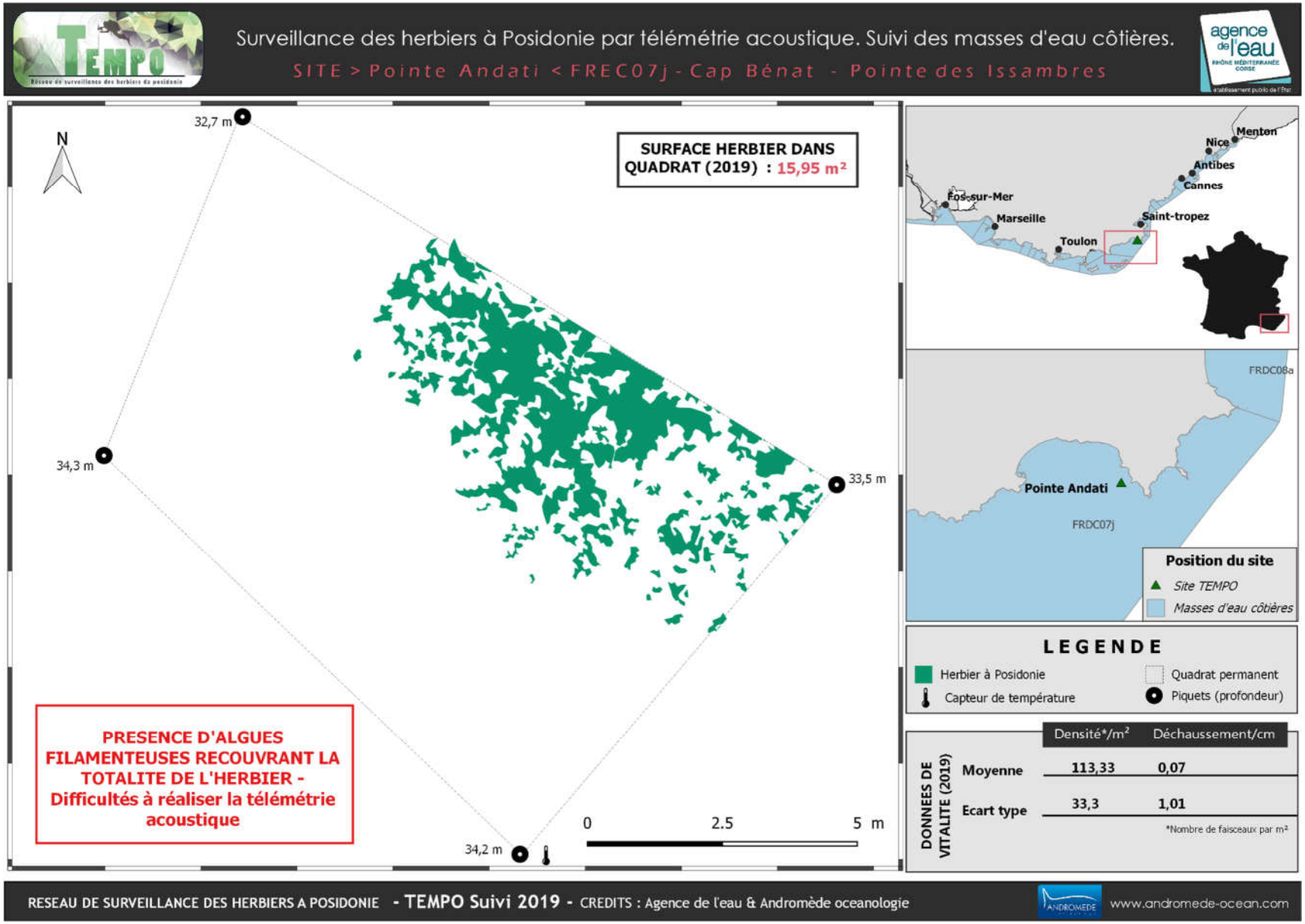
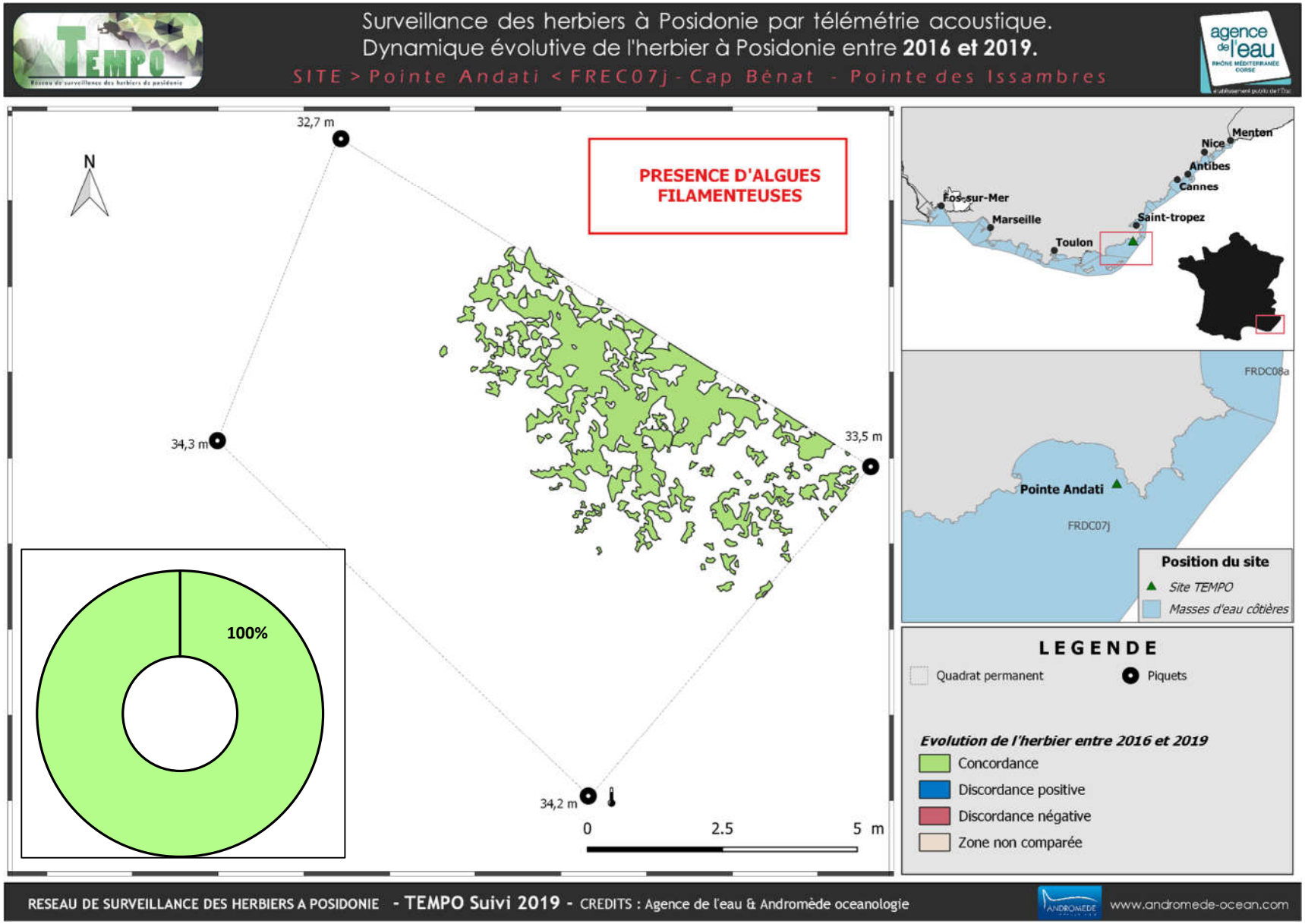


Figure 126 : Vue globale du site reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2016 (à gauche) et 2019 (à droite). On note la présente d'algues filamenteuse sur l'ensemble du site en 2019, visibles sur le modèle 3D. Le rectangle noir indique la localisation de la zone modélisée en 2016.

Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2019 réalisée par télémétrie acoustique ainsi que sa dynamique évolutive.


Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique. Suivi des masses d'eau côtières.
SITE > Pointe Andati < FREC07j - Cap Bénat - Pointe des Issambres
N
32,7 m
34,3 m
33,5 m
34,2 m
SURFACE HERBIER DANS QUADRAT (2019) : 15,95 m²
PRESENCE D'ALGUES FILAMENTEUSES RECOUVRANT LA TOTALITE DE L'HERBIER - Difficultés à réaliser la télémétrie acoustique
0
2.5
5 m
Menton
Nice
Antibes
Cannes
Fos-sur-Mer
Marseille
Saint-tropez
Toulon
FRDC08a
Pointe Andati
FRDC07j
Position du site
Site TEMPO
Masses d'eau côtières
LEGENDE
Herbier à Posidonie
Quadrat permanent
Capteur de température
Piquets (profondeur)
DONNEES DE VITALITE (2019)
Densité*/m²
Déchaussement/cm
Moyenne
113,33
0,07
Ecart type
33,3
1,01
*Nombre de faisceaux par m²
RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - TEMPO Suivi 2019 - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie
www.andromede-ocean.com


Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique.
Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre 2016 et 2019.
SITE > Pointe Andati < FREC07j - Cap Bénat - Pointe des Issambres
PRESENCE D'ALGUES FILAMENTEUSES
32,7 m
34,3 m
33,5 m
34,2 m
N
0
2.5
5 m
100%
Menton
Nice
Antibes
Cannes
Fos-sur-Mer
Marseille
Saint-tropez
Toulon
FRDC08a
Pointe Andati
FRDC07j
Position du site
Site TEMPO
Masses d'eau côtières
LEGENDE
Quadrat permanent
Piquets
Evolution de l'herbier entre 2016 et 2019
Concordance
Discordance positive
Discordance négative
Zone non comparée
RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - TEMPO Suivi 2019 - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie
www.andromede-ocean.com

I.A.1.k. Pointe Andati (masse d'eau FRDC07j) – Profondeur intermédiaire

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	20				
Visibilité (m)	15				
Nature du fond	☑ Sable grossier	☐ Sable fin	☐ Matte morte	☑ Substrat rocheux	☐ Autres : ...
Perturbations biologiques	☐ Caulerpa cylindracea	☐ Caulerpa taxifolia	☐ Algues filamenteuses	☐ Womersleyella setacea	☐ Autres : ...
Remarques					
Perturbations physiques	☐ Engins de pêche	☐ Traces de mouillage	☐ Structures artificielles	☐ Bloc de matte arraché	☐ Autres : ...
Pollutions	☐ Sédiments oxydés	☐ Macrodéchets	☐ Hydrocarbures	☐ Autres: ...	
Remarques					
Espèces particulières	BEL HERBIER AVEC LONGUES FEUILLES : FORT RECOUVREMENT MAIS DENSITE VARIABLE. DAUPHIN QUI RESTE TOUTE LA PLONGEE. DIDEMNIDAE.PLUSIEURS FAISCEAUX CASSES. 1 NACRE MORTE 40CM				

a.

Figure 127: Illustrations du site Pointe Andati à la profondeur intermédiaire de-15m (2019)

b. Capteur de température

Capteur de température	
Latitude :	43 10.039
Longitude :	6 36.381
Date de pose	18/06/2019
Heure de lancement	8h
N° capteur	20586617
Profondeur du capteur (m)	14
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	DANS TACHE DE SABLE

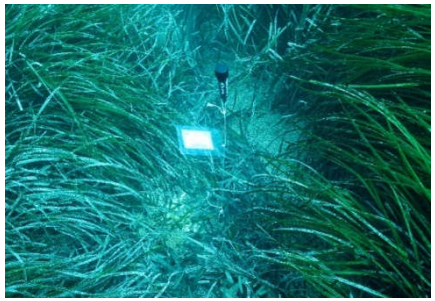


Figure 128: Illustration du capteur de température posé en 2016 (à gauche) et 2019 (à droite) à -15m

c. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

Les indices BiPo2 et EBQI ont été calculés sur ce site en 2016 et 2019. Leurs valeurs sont indiquées dans le tableau suivant (carré rouge).

Tableau 41 : Paramètres et indicateurs mesurés à la profondeur intermédiaire comparés à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau cotière	FRDC07j	FRDC07j	
Nom du site	Pointe Andati PI	Pointe Andati PI	
Année	2016	2019	
Valeur EQR (LI)	0.5	0.52	0 – 0.48 – 0.69
Valeur BiPo (PI)	0.63	0.61	0.37 – 0.56 – 0.75
Valeur PREI (PI)	0	0	0 – 0.22 – 0.75
Valeur EBQI (PI)	3.72	4.94	2.43 – 4.59 – 6.81
Indice de confiance de l'indicateur EBQI	75.45	47.62	36.91 – 61.51 – 85.71
Profondeur intermédiaire du site (m)	15	14	13 – 15 – 17
Profondeur de la limite inférieure (m)	34	34	13 – 26.01 – 36
Densité de faisceaux à la PI (faisceaux/m2)	340	211	122 – 240.13 – 477
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m2)	75	113	0 – 144.48 – 347
Type de limite inférieure	2	2	1 – 2.65 – 5
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	3.3	0.1	-1.5 – 2.6 – 10.5
Longueur des feuilles à la PI (mm)	542	736	237 – 572.58 – 1080

Surface foliaire à la PI (cm²/faisceaux)	0	0	0 – 95.27 – 408
Charge épiphytaire à la PI	0	0	0 – 0.05 – 0.21
Recouvrement (%) à la PI	99	98.77	0 – 80.84 – 100
Epibiontes (g_MS/f) à la PI	0.04	0.07	0 – 0.09 – 0.3
Pinna nobilis (ind/100m2) à la PI	0.15	0	0 – 0.45 – 10
HOM (ind/m2) à la PI	0.05	0.07	0 – 0.49 – 5.13
LOM (ind/m2) à la PI	0.1	3.7	0 – 1.16 – 10.47
Holothuries (ind/10m2) à la PI	0	0	0 – 1.06 – 7.67
Oursins (ind/m2) à la PI	0.1	0	0 – 0.31 – 9.46
Broutage (%_feuilles) à la PI	10.33	24.33	0 – 22.66 – 85.94
Téléostéens predateurs (kg WM/100m2) à la PI	0.18	0	0 – 0.19 – 1.05
Téléostéens piscivores (kg WM/100m2) à la PI	0.02	0	0 – 0.04 – 2.38
Téléostéens planctonivores (kg WM/100m2) à la PI	1.38	0	0 – 0.47 – 9.57
SRDI (PI)	6.3	0	0 – 2.33 – 7.33
Oiseaux (PI)	0	0	0 – 0 – 0

La valeur du BiPo2 est en-dessous de la moyenne régionale. Elle diminue légèrement au cours des suivis et indique **une stabilité de l'état écologique de l'herbier qui est bon.** La diminution de la valeur de cet indice s'explique par une baisse de la densité de faisceaux en 2019.

La valeur de l'EBQI augmente au cours des suivis et indique un état écologique **moyen** de l'herbier (médiocre en 2016). La majorité des box obtiennent une note similaire entre les deux suivis. De plus, par rapport au suivi de 2019, Il faut prendre en considération qu'en 2016 nous avions intégré le calcul des box Poissons - box 9 à 12- (d'où la diminution de l'indice de confiance de l'indice EBQI). Le choix a été fait de ne plus suivre dans l'indice EBQI les box Poissons, leur mauvaise calibration dans cet indice entrainant une dégradation des herbiers non en lien avec leur état. Le suivi des populations de poissons est réalisé séparément dans le cadre du réseau de surveillance **PISCIS** (https://plateforme.medtrix.fr/).

A la vue de ces éléments on peut considérer que l'état écologique du site à la profondeur intermédiaire est stable entre les deux suivis, et qu'il est qualifié de moyen / bon (selon les indices considérés).

I.A.1.d. Pointe Esquillette (masse d'eau FRDC07j) – Limite inférieure

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	18				
Visibilité (m)	15				
Nature du fond	☐ Sable grossier	☐ Sable fin	☑ Matte morte	☐ Substrat rocheux	☐ Autres : …
Remarques :	Envasé				
Perturbations biologiques	☑ Caulerpa cylindracea	☐ Caulerpa taxifolia	☑ Algues filamenteuses	☐ Womersleyella setacea	☐ Autres : …
Remarques :					
Perturbations physiques	☐ Engins de pêche	☑ Traces de mouillage	☐ Structures artificielles	☐ Bloc de matte arraché	☐ Autres : …
Remarques :					
Pollutions	☐ Sédiments oxydés	☑ Macrodéchets	☐ Hydrocarbures	☐ Autres: …	
Remarques :	engins de pêche				
Espèces particulières	nombreuses grandes nacres mortes, spirographes				

Figure 129 : Illustrations du site Pointe Esquillette en limite inférieure (2019)

Le site « **Pointe de l'Esquillette** » est situé dans la masse d'eau 'Cap Benat - Pointe des Issambres' (FREC07j), dans la partie Ouest de la baie de Bormes les

Capteur de température	
Latitude :	43 06.145
Longitude :	6 22.799
Date de pose	19/06/2019
Heure de lancement	20h
N° capteur	20586632
Profondeur du capteur (m)	36.7
N° de piquet du quadrat	1
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	ROCHE

apteur posé en 2019 en limite inférieure

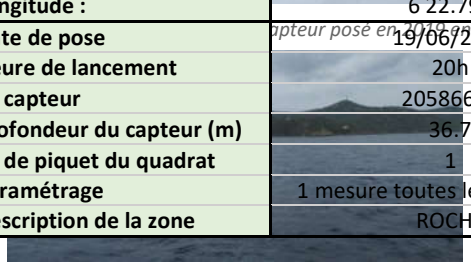


Figure 130 : Site de la pointe de l'Esquillette au large de Bormes (2013).

L'herbier se présente sous forme de groupes de faisceaux isolés sur un fond de matte morte

Six grandes nacres (*Pinna nobilis*), de petite taille, ont été vues sur ce site en 2013. En 2016 nous avons retrouvé les six nacres, une d'entre elles était morte. En 2019, une nouvelle *Pinna nobilis* a été aperçue sur le site ainsi que des spirographes.

Figure 131 : Pinna nobilis *(2019)*

b. *Capteur de Température*

c. *Mesures de vitalité et comparaison régionale*

La limite inférieure **régressive** se situe à **36 mètres de profondeur** (limite clairsemée naturelle en 2013 et 2016).

Tableau 42 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2019).

Région	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau cotière	FRDC07j	FRDC07j	FRDC07j	
Nom du site	Pointe Esquillette	Pointe Esquillette	Pointe Esquillette	
Année	2013	2016	2019	
Valeur EQR LI	0.52	0.51	0.43	0.26 — 0.5 — 0.69
Type de limite inférieure	2	2	1	1 — 2.61 — 5
EQR' Type de limite inférieure	0.44	0.44	0.21	0.21 — 0.57 — 1
Profondeur de la limite inférieure (m)	36	36	36	13 — 25.78 — 36
EQR' Profondeur de la limite inférieure	0.94	0.94	0.94	0.25 — 0.59 — 0.94
Densité de faisceaux (faisceaux/m²)	50	30	25	23 — 160.48 — 371
EQR' Densité de faisceaux en limite inférieure	0.17	0.14	0.13	0.13 — 0.34 — 0.8
Déchaussement de l'herbier (cm)	0	0	0	-1.6 — 2.09 — 10.5

La densité moyenne en 2019 est **de 25 faisceaux /m²** (**30±20 faisceaux /m² en 2016** ; **50±19,9** faisceaux /m ² en 2013). L'herbier est donc en **état médiocre pour l'ensemble des années de suivi** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al*., 2008 et Pergent-Martini *et al*., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al*., (1995) la densité est **normale** (toute année confondue également)

L'EQR Site en 2013 (0,52) et 2016 (0,51) est juste au-dessus de moyenne régionale PACA. La valeur de l'EQR Site en 2019 (0.43) diminue puisque la limite inférieure est classée en limite régressive. L**e site Pointe Esquillette conserve cependant un état écologique « moyen ».**

d. Perturbations observées

Dans cette rade on note une pratique du chalutage et des mouvements sédimentaires importants. Des macrodéchets (engins de pêche) ainsi que des traces de mouillages ont été observés. L'espèce invasive *Caulerpa cylindracea* est dense sur le site. L'eau est assez turbide. On note également la présense d'algues filamenteuses dans l'herbier.

Figure 133 : Vue aérienne et emplacement du site (source : Bing, 2013).

e. Données historiques

Le site RSP « Bormes » correspond au site TEMPO « Pointe de l'Esquillette ». Le balisage RSP était situé en limite inférieure de l'herbier de posidonie à une profondeur moyenne de -37,5 mètres. C'est la limite la plus profonde de toutes celles du département du Var. L'ancien balisage de 1986 est situé en bordure d'un petit tombant de matte morte (photo ci-dessous). L'herbier est très dispersé et a bien régressé sur ce site. Ce site TEMPO est présent dans le site Natura 2000 de la Corniche varoise.

f. Cartographie des herbiers par télémétrie acoustique

Le quadrat de délimitation de l'herbier à Posidonie est composé de quatre piquets permanents ancrés dans le sable et la roche entre 35,4 et 36,1 mètres de profondeur.

S'agissant uniquement de faisceaux isolés, la surface de l'herbier ne peut être calculée et ainsi comparée sur ce site. La dynamique évolutive de ces faisceaux à tout de même révélé une forte régression entre 2013 et 2016, puis la disparition de quelques faisceaux isolés seulement entre 2016 et 2019. **Même si le nombre de faisceaux isolés semble se stabiliser depuis 2016 il est difficile de donner une vraie tendance évolutive à l'herbier car la cartographie de faisceaux isolés est difficile à mettre en œuvre (dépendante de la visibilité notamment).**

g. Cartographie des herbiers par photogrammétrie - Modèles 3D

La modélisation en 3D par photogrammétrie permet d'obtenir une vision d'ensemble du site (une image à un instant t), mais également une vision fine et précise si nécessaire à l'aide de zooms. Les modèles 3D seront bientôt disponibles sur la plateforme MEDTRIX dans les projets « MODEL » et « TEMPO ».

Le modèle 3D du site Pointe Esquillette en 2019 a été généré suite à l'acquisition de 1376 photographies prises sous l'eau pour une durée de 45 minutes.

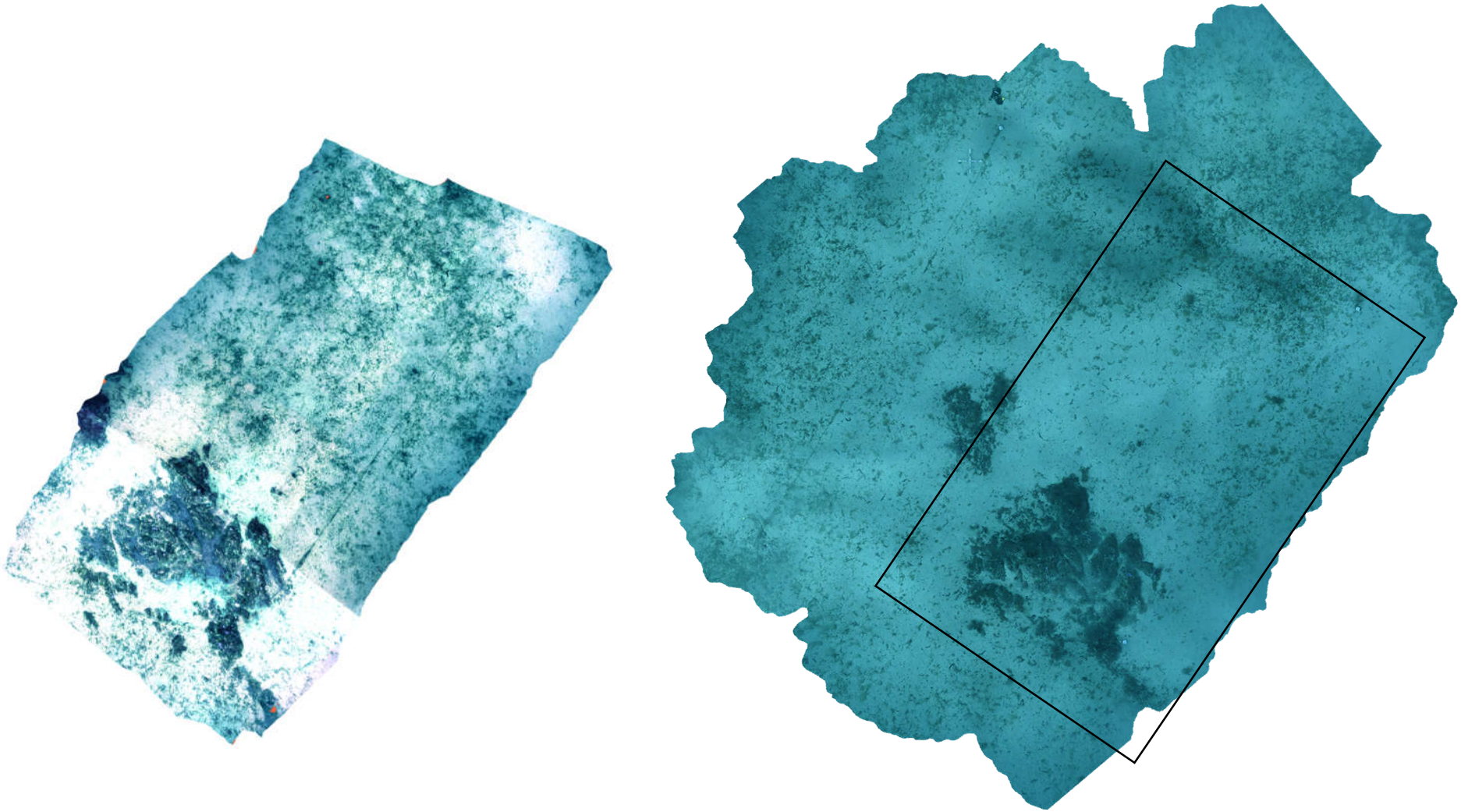
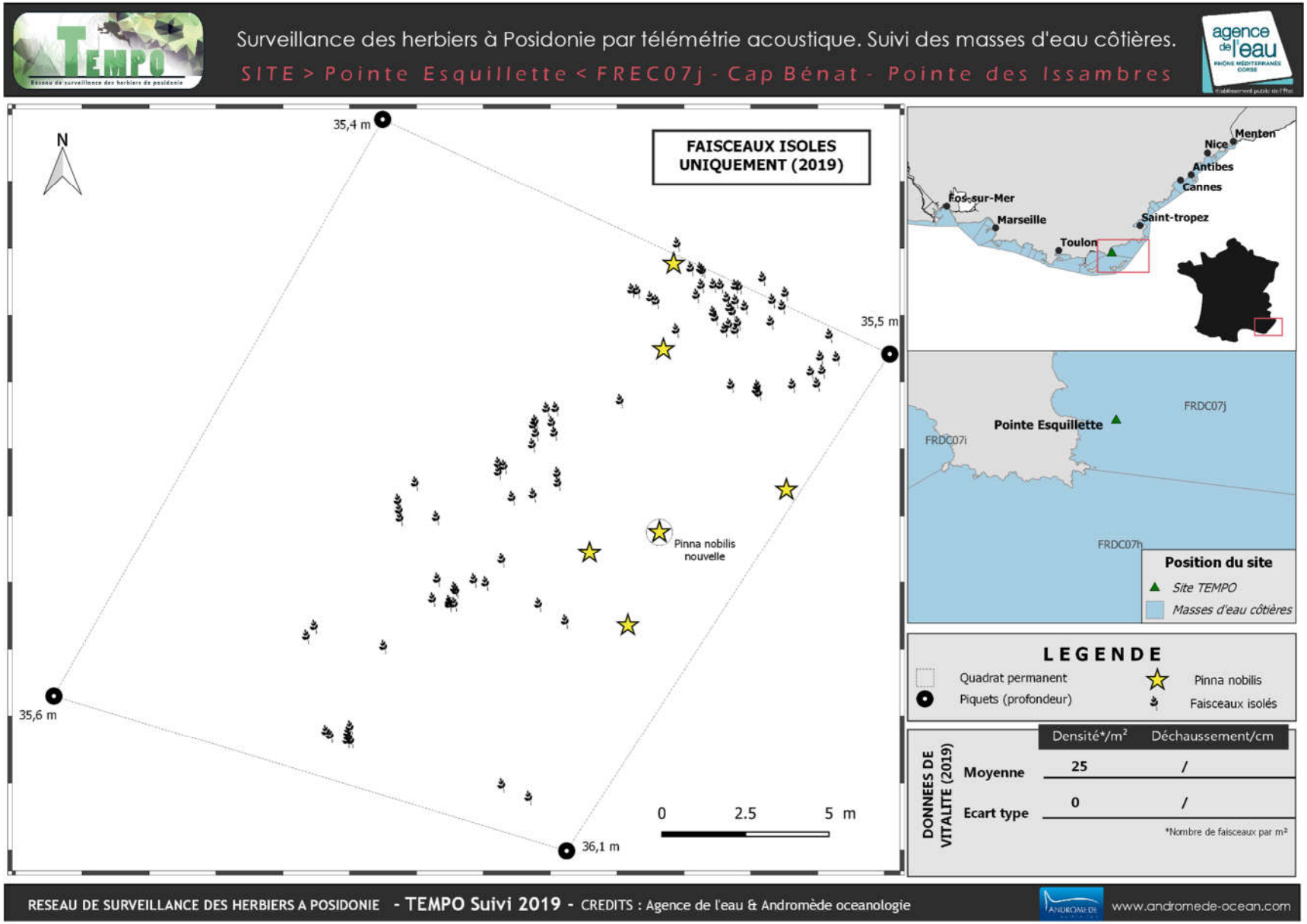
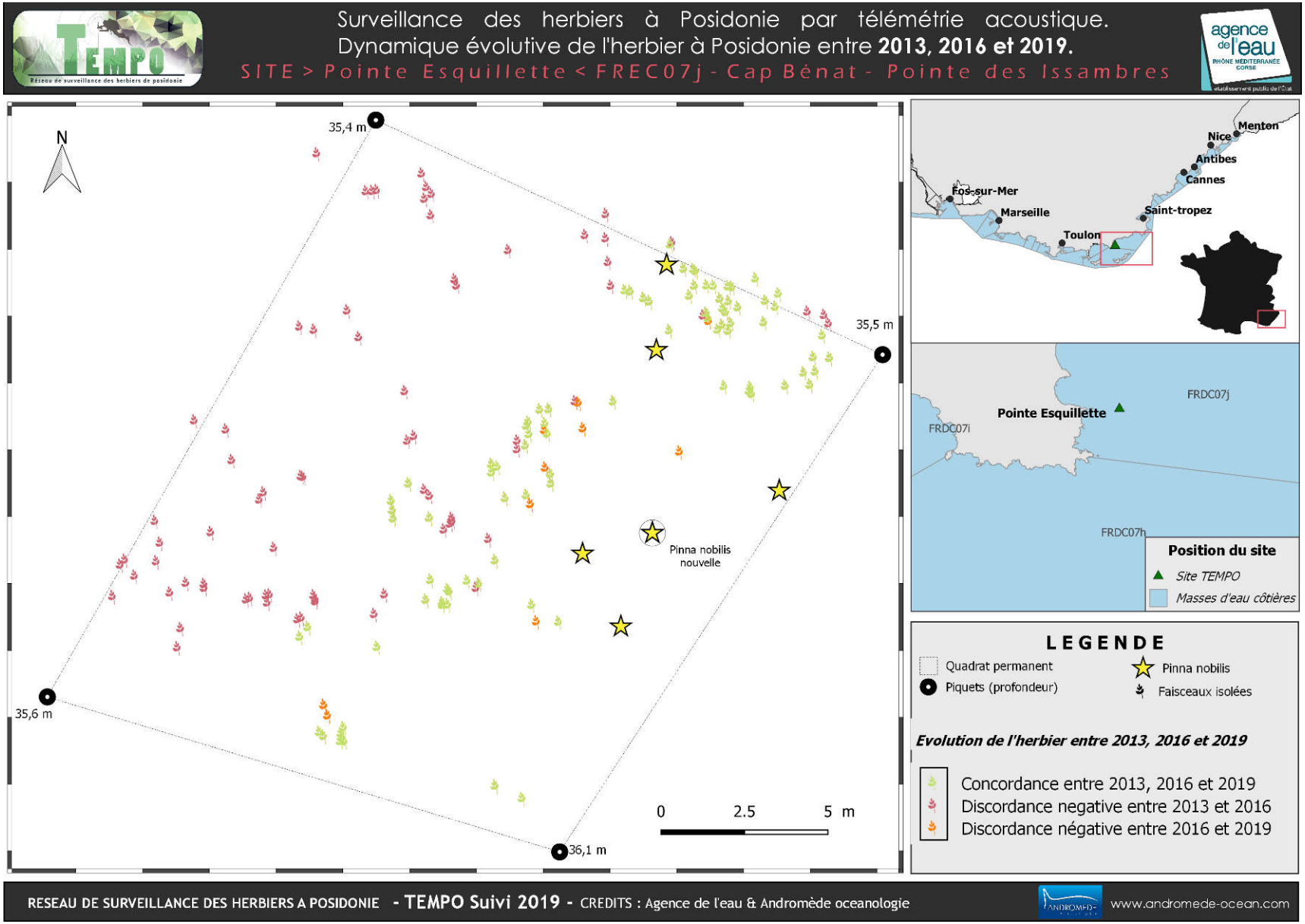


Figure 134 : Vue globale du site reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2016 (à gauche) et 2019 (à droite). Le rectangle noir indique la localisation de la zone modélisée.

Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2019 réalisée par télémétrie acoustique ainsi que sa dynamique évolutive.


Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique. Suivi des masses d'eau côtières.
SITE > Pointe Esquillette < FREC07j - Cap Bénat - Pointe des Issambres
agence de l'eau
RHÔNE MÉDITERRANÉE CORSE
N
35,4 m
35,5 m
35,6 m
36,1 m
FAISCEAUX ISOLES UNIQUEMENT (2019)
Pinna nobilis nouvelle
0
2.5
5 m
Menton
Nice
Antibes
Cannes
Fos-sur-Mer
Marseille
Saint-tropez
Toulon
FRDC07j
Pointe Esquillette
FRDC07i
FRDC07h
Position du site
Site TEMPO
Masses d'eau côtières
LEGENDE
Quadrat permanent
Piquets (profondeur)
Pinna nobilis
Faisceaux isolés
DONNEES DE VITALITE (2019)
Densité*/m²
Déchaussement/cm
Moyenne
25
/
Ecart type
0
/
*Nombre de faisceaux par m²
RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - TEMPO Suivi 2019 - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie
www.andromede-ocean.com


Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique.
Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre 2013, 2016 et 2019.
SITE > Pointe Esquillette < FREC07j - Cap Bénat - Pointe des Issambres
N
35,4 m
35,5 m
35,6 m
36,1 m
Pinna nobilis nouvelle
0 2.5 5 m
Menton
Nice
Antibes
Cannes
Fos-sur-Mer
Marseille
Saint-tropez
Toulon
FRDC07j
Pointe Esquillette
FRDC07i
FRDC07h
Position du site
Site TEMPO
Masses d'eau côtières
LEGENDE
Quadrat permanent
Piquets (profondeur)
Pinna nobilis
Faisceaux isolées
Evolution de l'herbier entre 2013, 2016 et 2019
Concordance entre 2013, 2016 et 2019
Discordance negative entre 2013 et 2016
Discordance négative entre 2016 et 2019
RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - TEMPO Suivi 2019 - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie
www.andromede-ocean.com

I.A.1.l. Pointe Equillette (masse d'eau FRDC07j – Profondeur intermédiaire

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	20				
Visibilité (m)	15				
Nature du fond	☐ Sable grossier	☐ Sable fin	☐ Matte morte	☑ Substrat rocheux	☐ Autres : ...
Perturbations biologiques	☑ Caulerpa cylindracea	☐ Caulerpa taxifolia	☐ Algues filamenteuses	☐ Womersleyella setacea	☐ Autres : ...
Remarques	PONCTUELLE				
Perturbations physiques	☐ Engins de pêche	☐ Traces de mouillage	☐ Structures artificielles	☐ Bloc de matte arraché	☐ Autres : ...
Pollutions	☐ Sédiments oxydés	☑ Macrodéchets	☐ Hydrocarbures	☐ Autres: ...	
Remarques	ANCIEN MAT COUCHE DANS HERBIER				
Espèces particulières	DEUX NACRES MORTES. MONOPLEX PARTHENOPEUS				

Figure 135: Illustrations du site Pointe Esquillette à -15m (2019). Quelques nacres vivantes ont été observées parmi les individus morts.

c. *Capteur de température*

Capteur de température	
Latitude :	43 06.287
Longitude :	6 23.319
Date de pose	19/06/2019
Heure de lancement	8h
N° capteur	20586632
Profondeur du capteur (m)	15
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	CAPTEUR SUR VIS A SABLE DANS UNE TACHE DE SABLE COQUILLER

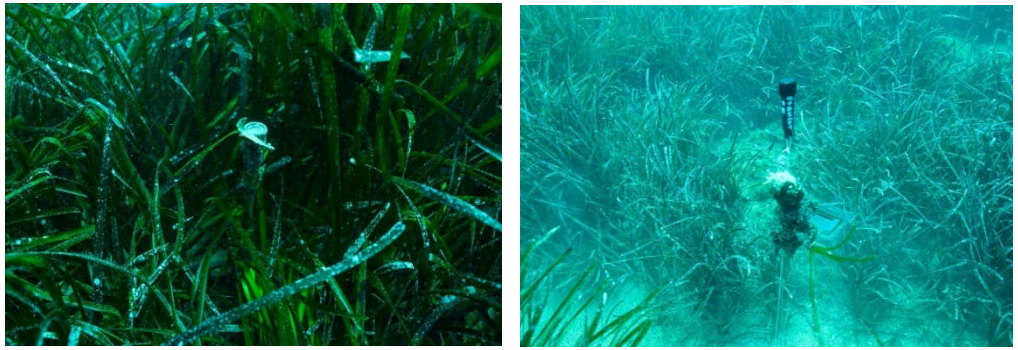


Figure 136: Illustrations du capteur de température posé en 2016 (à gauche) et 2019 (à droite) à -15m

d. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

Les indices BiPo2 et EBQI ont été calculés sur ce site en 2016 et 2019. Leurs valeurs sont indiquées dans le tableau suivant (carré rouge).

Tableau 43 : Paramètres et indicateurs mesurés à la profondeur intermédiaire comparés

Région	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau cotière	FRDC07j	FRDC07j	
Nom du site	Pointe Esquillette PI	Pointe Esquillette PI	
Année	2016	2019	
Valeur EQR (LI)	0.51	0.43	0 – 0.48 – 0.69
Valeur BiPo (PI)	0.68	0.57	0.37 – 0.56 – 0.75
Valeur PREI (PI)	0	0	0 – 0.22 – 0.75
Valeur EBQI (PI)	4.8	5.25	2.43 – 4.59 – 6.81
Indice de confiance de l'indicateur EBQI	44	42	36.91 – 61.51 – 85.71
Profondeur intermédiaire du site (m)	15	15	13 – 15 – 17
Profondeur de la limite inférieure (m)	36	36	13 – 26.01 – 36
Densité de faisceaux à la PI (faisceaux/m2)	365	314	122 – 240.13 – 477
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m2)	30	25	0 – 144.48 – 347
Type de limite inférieure	2	1	1 – 2.65 – 5
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	0	0	-1.5 – 2.6 – 10.5
Longueur des feuilles à la PI (mm)	630	546	237 – 572.58 – 1080

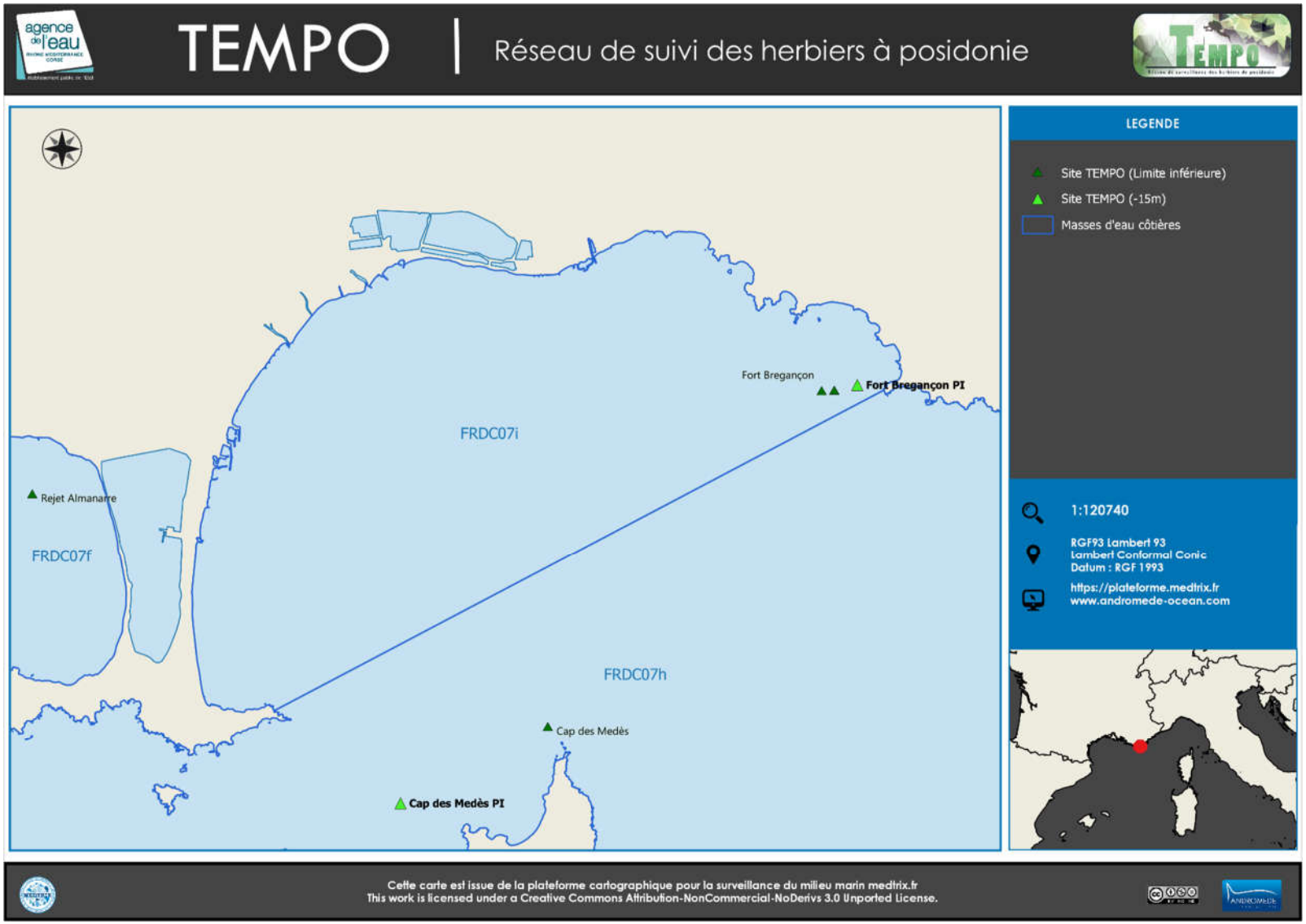
Surface foliaire à la PI (cm²/faisceaux)	0	0	0 – 95.27 – 408
Charge épiphytaire à la PI	0	0	0 – 0.05 – 0.21
Recouvrement (%) à la PI	84.97	90.5	0 – 80.84 – 100
Epibiontes (g_MS/f) à la PI	0	0.05	0 – 0.09 – 0.3
Pinna nobilis (ind/100m2) à la PI	1.28	0.5	0 – 0.45 – 10
HOM (ind/m2) à la PI	0.5	0.27	0 – 0.49 – 5.13
LOM (ind/m2) à la PI	0.6	2.13	0 – 1.16 – 10.47
Holothuries (ind/10m2) à la PI	2.5	0.33	0 – 1.06 – 7.67
Oursins (ind/m2) à la PI	0.63	0.07	0 – 0.31 – 9.46
Broutage (%_feuilles) à la PI	5.17	8	0 – 22.66 – 85.94
Téléostéens predateurs (kg WM/100m2) à la PI	0.27	0	0 – 0.19 – 1.05
Téléostéens piscivores (kg WM/100m2) à la PI	0	0	0 – 0.04 – 2.38
Téléostéens planctonivores (kg WM/100m2) à la PI	0.83	0	0 – 0.47 – 9.57
SRDI (PI)	5	0	0 – 2.33 – 7.33
Oiseaux (PI)	0	0	0 – 0

La valeur du BiPo2 est supérieure à la moyenne régionale. Elle diminue au cours des suivis (lié à la densité de faisceaux et du type de limite) mais indique toujours une stabilité de l'état écologique de l'herbier qui est **bon.**

La valeur de l'EBQI augmente légèrement au cours des suivis mais indique toujours un état écologique **moyen** de l'herbier. Même s'il y a une diminution des notes des box densité, *Pinna nobilis*, holothuries et oursins, la box LOM voit sa note augmentée. Par rapport au suivi de 2019, Il faut prendre en considération qu'en 2016 nous avions intégré le calcul des box Poissons - box 9 à 12- (d'où la diminution de l'indice de confiance de l'indice EBQI). Le choix a été fait de ne plus suivre dans l'indice EBQI les box Poissons, leur mauvaise calibration dans cet indice entrainant une dégradation des herbiers non en lien avec leur état. Le suivi des populations de poissons est réalisé séparément dans le cadre du réseau de surveillance **PISCIS** (https://plateforme.medtrix.fr/).

IV.K. Masse d’eau FRDC07i

La masse d’eau FRDC07i comprend le site TEMPO Fort Brégançon échantillonné en 2013, 2016 et 2019.



I.A.1.g. Fort Brégançon (masse d'eau FRDC07i – Limite inférieure)

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	21				
Visibilité (m)	/				
Nature du fond	☐ Sable grossier	☐ Sable fin	☑ Matte morte	☐ Substrat rocheux	☐ Autres : …
Remarques :	ENVASEE				
Perturbations biologiques	☑ Caulerpa cylindracea	☐ Caulerpa taxifolia	☐ Algues filamenteuses	☐ Womersleyella setacea	☐ Autres : …
Remarques :	CAULERPE COUVRE L'ENSEMBLE DU SUBSTRAT				
Perturbations physiques	☐ Engins de pêche	☑ Traces de mouillage	☐ Structures artificielles	☐ Bloc de matte arraché	☐ Autres : …
Remarques :	TRACES DE CHALUTAGE NOMBREUSES				
Pollutions	☐ Sédiments oxydés	☑ Macrodéchets	☐ Hydrocarbures	☐ Autres: …	
Remarques :	BOUTEILLES CANNETTES PLASTIQUES				
Espèces particulières	QUELQUES NACRES MORTES				

Figure 137 : Illustrations du site Fort Brégançon en limite inférieure (2019)

Le site « Fort Brégançon » se situe dans la masse d'eau 'Cap de l'Esterel - Cap de Brégançon' (FREC07i), à l'Est de la Rade d'Hyères.

L'herbier se présente sous forme de groupes de faisceaux isolés sur un fond de matte morte, plutôt sablo-vaseux. L'ancien site n'a pas été retrouvé probablement suite aux actions d'ancrage ou de chalutage. Un nouveau balisage a été mis en place en 2019.

Plusieurs grandes nacres (*Pinna nobilis*) mortes ont été observées sur le site.

b. *Capteur de Température*

Capteur de température	
Latitude :	43 05,523
Longitude :	6 18,334
Date de pose	19/06/2019
Heure de lancement	20h
N° capteur	20330394
Profondeur du capteur (m)	30.5
N° de piquet du quadrat	1
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	

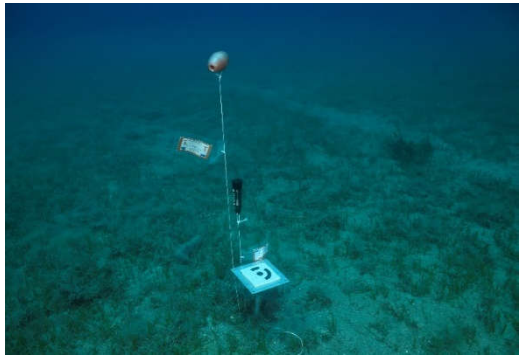


Figure 138 : Illustration du capteur posé en 2019 en limite inférieure

c. *Mesures de vitalité et comparaison régionale*

Tableau 44 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2019).

Région	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau cotière	FRDC07i	FRDC07i	FRDC07i	
Nom du site	Fort Bregançon	Fort Bregançon	Fort Bregançon ?	
Année	2013	2016	2019	
Valeur EQR LI	0.37	0.34	0.32	0.26 – 0.69 (0.5)
Type de limite inférieure	1	1	1	1 – 5 (2.61)
EQR' TYPE DE LIMITE	0.21	0.21	0.21	0.21 – 1 (0.57)
Profondeur de la limite inférieure (m)	27	27	27	13 – 36 (25.78)
EQR' PROFONDEUR	0.63	0.63	0.63	0.25 – 0.94 (0.59)
Densité de faisceaux (faisceaux/m²)	121	55	23.33	23.33 – 371 (160.43)
EQR' DENSITE	0.26	0.17	0.13	0.13 – 0.8 (0.34)
Déchaussement de l'herbier (cm)	1	-0.7	-0.67	-1.55 – 10.5 (2.09)

La limite inférieure **régressive** se situe à **27 mètres de profondeur**

La densité en 2019 varie de 0 à 75 faisceaux/m² pour une **densité moyenne de 23±25,4 faisceaux /m² (55±23,1 faisceaux /m²** en 2016 ; **121±46,4** faisceaux /m² en 2013). L'herbier est donc en mauvais état en 2019 (**état médiocre en 2016 & normal en 2013)** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al.*, 2008 et Pergent-Martini *et al.*, 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al.*, (1995) la densité est **sub-normale inférieure** en 2019 et 2016 (normal en 2013).

Le **déchaussement de l'herbier est faible** (<5cm) **pour les différentes années de suivi.**

L'EQR Site en 2013 (0,37), 2016 (0,34) et 2019 (0,32) est bien en-dessous de la moyenne régionale PACA. Le statut du site Fort Brégançon est déclassé en 2019 en **état écologique « médiocre »**. Cela est lié à la forte diminution de la densité de faisceaux dans l'herbier.

d. Perturbations observées

L'espèce invasive *Caulerpa cylindracea* recouvre l'ensemble du substrat (recouvrement du substrat à 90%). Des macrodéchets (bouteilles canettes plastiques) ainsi que de nombreuses traces de mouillage et de chalutage ont été observés.

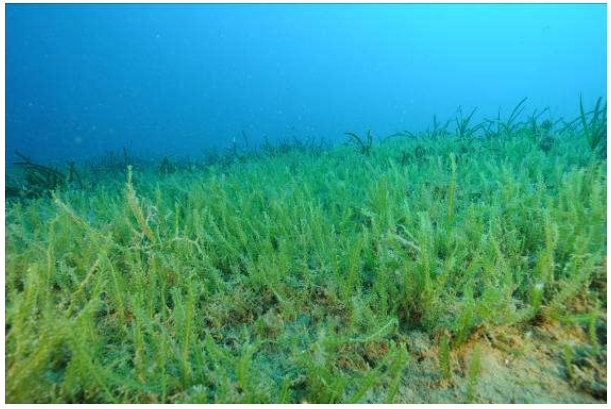


Figure 139 : Fort Brégançon (2013). Matte morte recouverte de Caulerpa cylindracea.

Figure 140 : Vue aérienne et emplacement du site (source : Bing, 2013).

e. Données historiques

Aucun site n'a été suivi par le RSP dans cette masse d'eau. Ce site TEMPO est présent dans le site Natura 2000 de la Rade d'Hyères.

f. Cartographie des herbiers par télémétrie acoustique

Le quadrat de délimitation de l'herbier à Posidonie est composé de quatre piquets permanents ancrés dans la matte morte et la roche entre 29,4 et 30,5 mètres de profondeur.

Site en régression suites aux actions d'ancrage ou de chalutage. Un nouveau site a été balisé en 2019, il est constitué par quelques faisceaux isolés difficiles à cartographier.

g. Cartographie des herbiers par photogrammétrie - Modèles 3D

La modélisation en 3D par photogrammétrie permet d'obtenir une vision d'ensemble du site (une image à un instant t), mais également une vision fine et précise si nécessaire à l'aide de zooms. Les modèles 3D seront bientôt disponibles sur la plateforme MEDTRIX dans les projets « MODEL » et « TEMPO ».

Le modèle 3D du site Fort Brégançon en 2019 a été généré suite à l'acquisition de 644 photographies prises sous l'eau pendant une durée de 30 minutes.

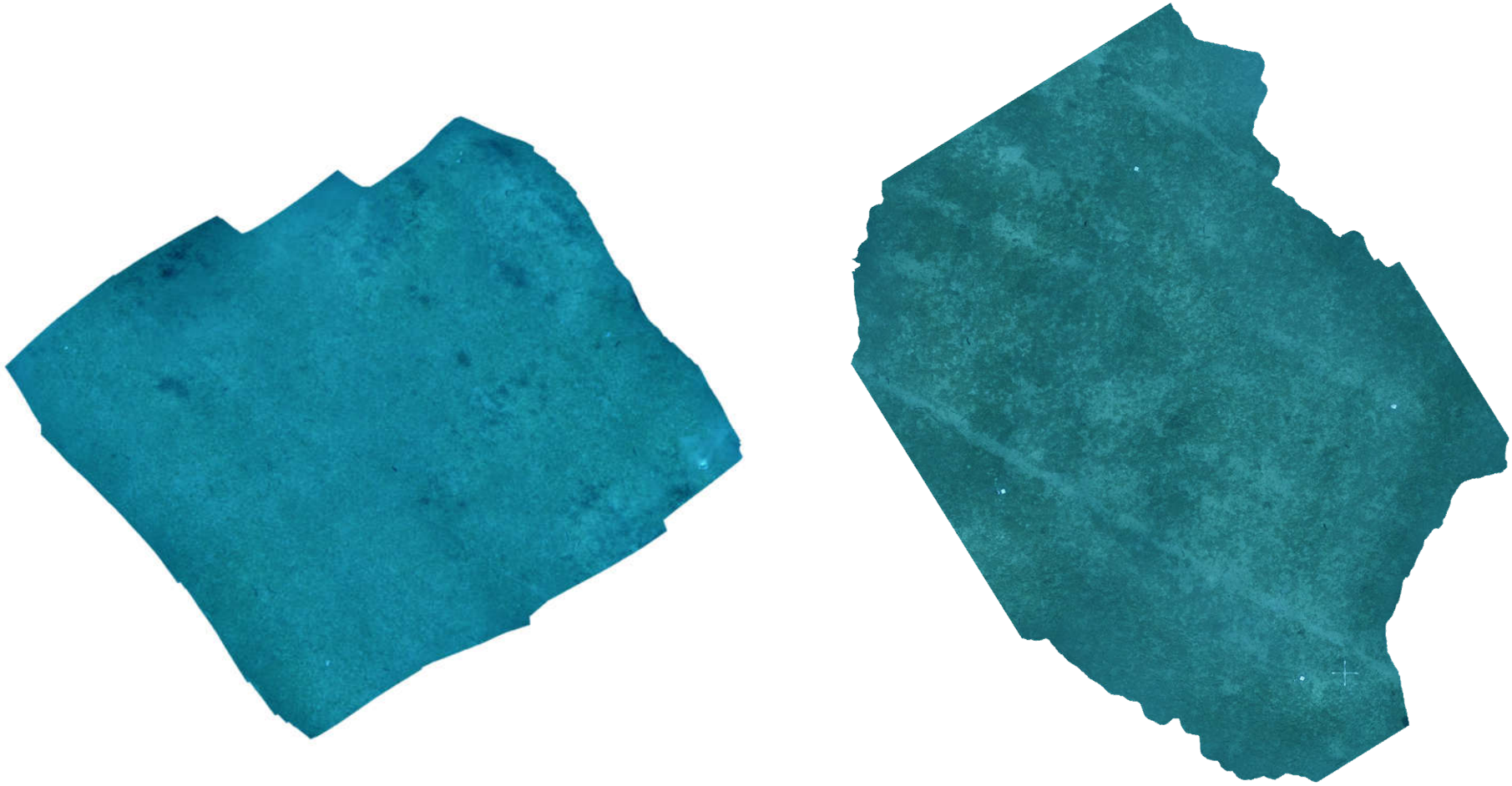


Figure 141 : Vue globale du site reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2016 (à gauche) et 2019 (à droite).

.

I.A.1.m. Fort Brégançon (masse d'eau FRDC07i) – Profondeur intermédiaire

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	20				
Visibilité (m)	15				
Nature du fond	☐ Sable grossier	☐ Sable fin	☑ Matte morte	☐ Substrat rocheux	☐ Autres : …
Perturbations biologiques	☑ Caulerpa cylindracea	☐ Caulerpa taxifolia	☐ Algues filamenteuses	☐ Womersleyella setacea	☐ Autres : …
Remarques	quelques caulerpes sur la matte				
Perturbations physiques	☐ Engins de pêche	☐ Traces de mouillage	☐ Structures artificielles	☐ Bloc de matte arraché	☐ Autres : …
Pollutions	☐ Sédiments oxydés	☐ Macrodéchets	☐ Hydrocarbures	☐ Autres: …	
Remarques					
Espèces particulières	TRANCHEES, HERBIER EN COLLINE, MATTE DESTRUCTUREE, Nombreux bryozoaires encroutants, peyssonnelia nombreux, deux nacres mortes de 50 et 70 cm, ascidies cysodites très nombreuses dans l'herbier				

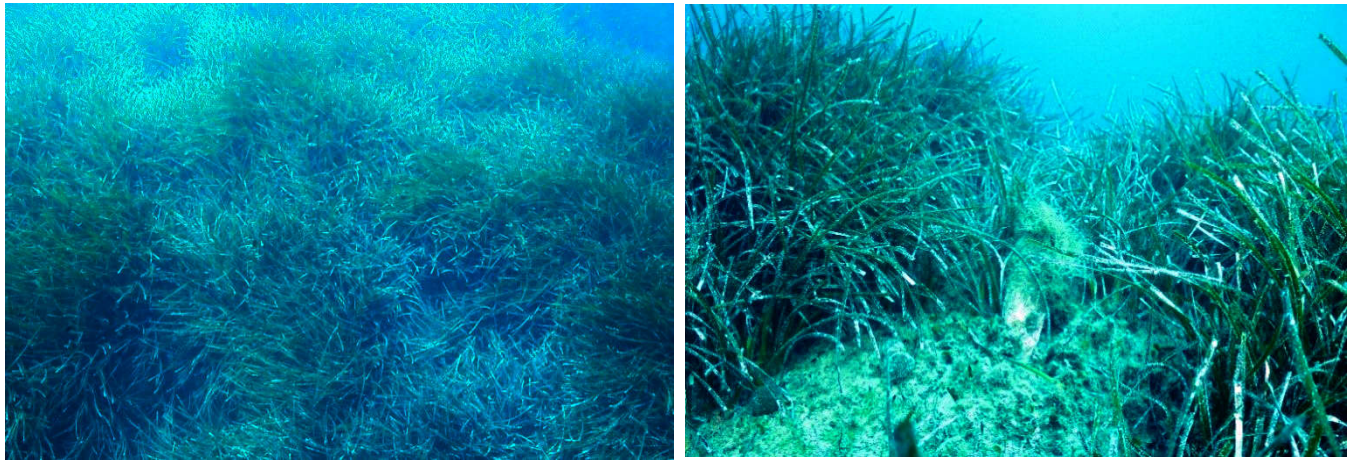


Figure 142: Illustrations du site Fort Brégançon à la profondeur intermédiaire de -15m (2019)

b. Capteur de température

Capteur de température	
Latitude :	43 05.599
Longitude :	6 18.865
Date de pose	19/06/2019
Heure de lancement	8h
N° capteur	20586650
Profondeur du capteur (m)	16,7
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Capteur dans une vallée sur du sable grossier coquillé entre deux tombants de matte

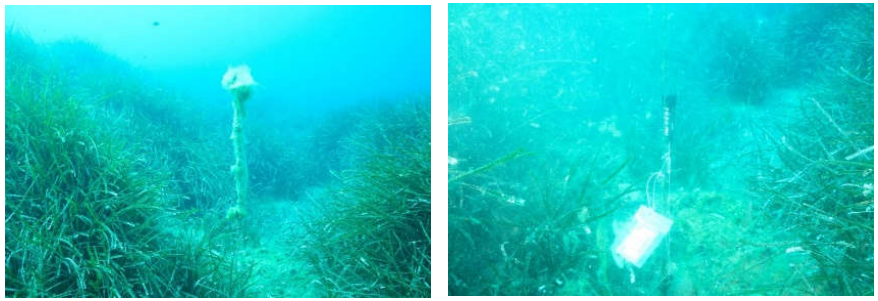


Figure 143: Illustration du capteur de température posé en 2016 (à gauche) et 2019 (à droite) à -15m

c. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

Les indices BiPo2 et EBQI ont été calculés sur ce site en 2016 et 2019. Leurs valeurs sont indiquées dans le tableau suivant (carré rouge).

Tableau 45 : Paramètres et indicateurs mesurés à la profondeur intermédiaire comparés à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau cotière	FRDC07i	FRDC07i	
Nom du site	Fort Bregançon PI	Fort Bregançon PI	
Année	2016	2019	
Valeur EQR (LI)	0.34	0.32	0 – 0.48 – 0.69
Valeur BiPo (PI)	0.53	0.49	0.37 – 0.56 – 0.75
Valeur PREI (PI)	0	0	0 – 0.22 – 0.75
Valeur EBQI (PI)	2.81	3.31	2.43 – 4.59 – 6.81
Indice de confiance de l'indicateur EBQI	75.45	47.62	36.91 – 61.51 – 85.71
Profondeur intermédiaire du site (m)	15	15	13 – 15 – 17
Profondeur de la limite inférieure (m)	27	27	13 – 26.01 – 36
Densité de faisceaux à la PI (faisceaux/m2)	382	205	122 – 240.13 – 477
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m2)	55	23	0 – 144.48 – 347
Type de limite inférieure	1	1	1 – 2.65 – 5
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	-0.7	-0.7	-1.5 – 2.6 – 10.5
Longueur des feuilles à la PI (mm)	266	456	237 – 572.58 – 1080
Surface foliaire à la PI (cm²/faisceaux)	0	0	0 – 95.27 – 408
Charge épiphytaire à la PI	0	0	0 – 0.05 – 0.21
Recouvrement (%) à la PI	94.1	93.97	0 – 80.84 – 100
Epibiontes (g_MS/f) à la PI	0.03	0.09	0 – 0.09 – 0.3
Pinna nobilis (ind/100m2) à la PI	0.2	0	0 – 0.45 – 10
HOM (ind/m2) à la PI	0.9	3.5	0 – 0.49 – 5.13
LOM (ind/m2) à la PI	0.55	2.2	0 – 1.16 – 10.47
Holothuries (ind/10m2) à la PI	0	0	0 – 1.06 – 7.67
Oursins (ind/m2) à la PI	0	0	0 – 0.31 – 9.46
Broutage (%_feuilles) à la PI	3	2.61	0 – 22.66 – 85.94
Téléostéens predateurs (kg WM/100m2) à la PI	0.28	0	0 – 0.19 – 1.05
Téléostéens piscivores (kg WM/100m2) à la PI	0	0	0 – 0.04 – 2.38
Téléostéens planctonivores (kg WM/100m2) à la PI	1.56	0	0 – 0.47 – 9.57
SRDI (PI)	5.1	0	0 – 2.33 – 7.33
Oiseaux (PI)	0	0	0 – 0 – 0

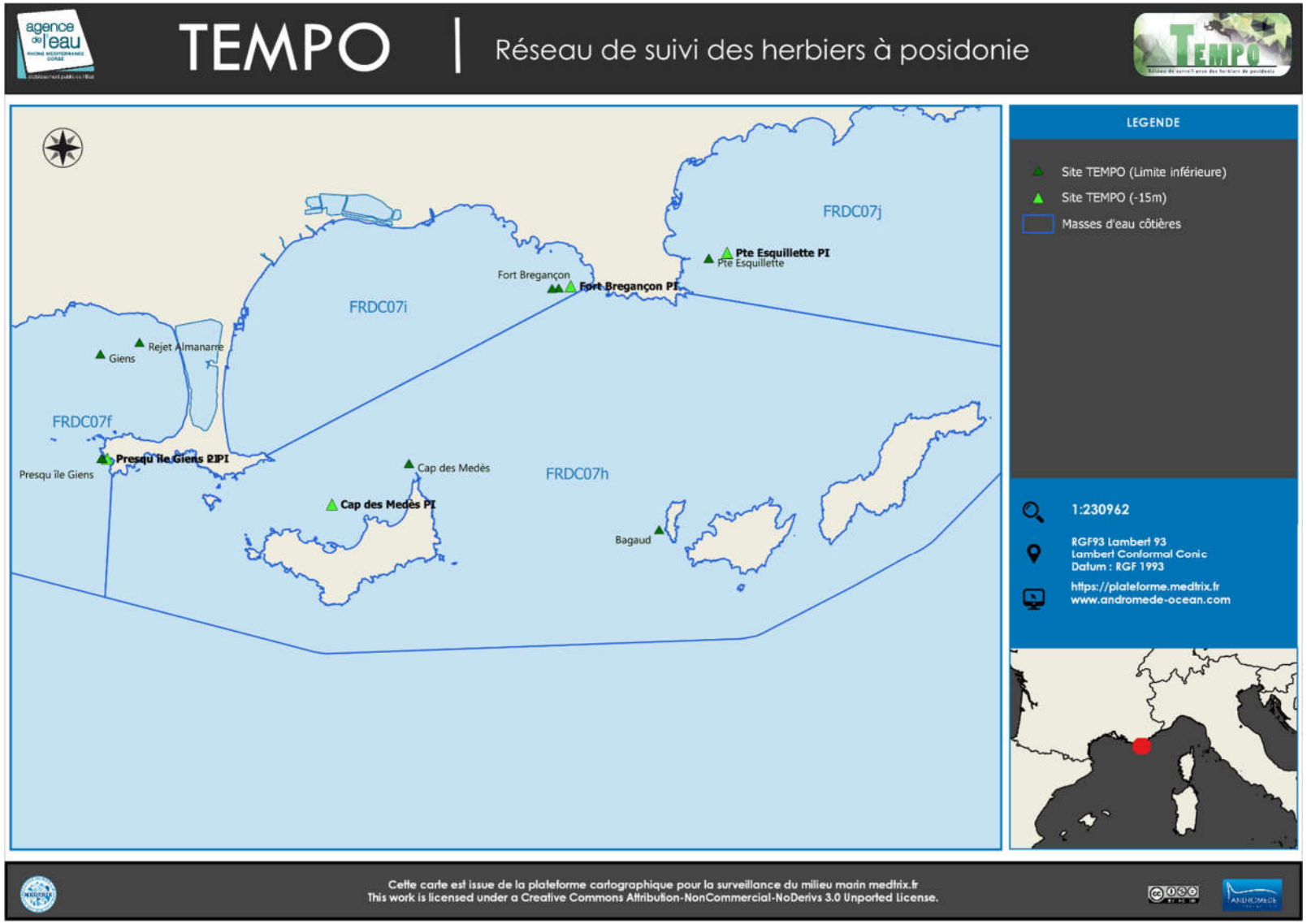
La valeur du BiPo2 est en-dessous de la moyenne régionale. Elle diminue légèrement au cours des suivis et indique **une stabilité de l'état écologique de l'herbier qui est moyen.** La diminution de la valeur de cet indice s'explique par une baisse de la densité de faisceaux en 2019.

La valeur de l'EBQI augmente au cours des suivis et indique un état écologique stable qualifié de **mauvais** de l'herbier. Il y a une diminution des notes des box densité, HOM et *Pinna nobilis*. Par rapport au suivi de 2019, Il faut prendre en considération qu'en 2016 nous avions intégré le calcul des box Poissons - box 9 à 12- (d'où la diminution de l'indice de confiance de l'indice EBQI). Le choix a été fait de ne plus suivre dans l'indice EBQI les box Poissons, leur mauvaise calibration dans cet indice entrainant une dégradation des herbiers non en lien avec leur état. Le suivi des populations de poissons est réalisé séparément dans le cadre du réseau de surveillance **PISCIS** (https://plateforme.medtrix.fr/).

A la vue de ces éléments on peut considérer que l'état écologique du site à la profondeur intermédiaire montre une tendance à une détérioration. Il est qualifié de moyen / mauvais (selon les indices considérés).

IV.L. Masse d'eau FRDC07h

La masse d'eau FRDC07h comprend le site TEMPO Cap des Mèdes échantillonné en 2013 et 2019 et Bagaud échantillonné en 2013 uniquement – il ne fait plus partie de la campagne. Une station à -15 mètres a cependant été ajoutée en 2016 pour le site Cap des Medès.



I.A.1.h. Cap des Médès (masse d'eau FRDC07h) – Limite inférieure

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	16				
Visibilité (m)	15				
Nature du fond	☑ Sable grossier	☐ Sable fin	☐ Matte morte	☐ Substrat rocheux	☐ Autres : ...
Remarques :					
Perturbations biologiques	☑ Caulerpa cylindracea	☐ Caulerpa taxifolia	☐ Algues filamenteuses	☐ Womersleyella setacea	☐ Autres : ...
Remarques :	CAULERPE PEU DENSE MAIS RECOUVREMENT IMPORTANT				
Perturbations physiques	☐ Engins de pêche	☐ Traces de mouillage	☐ Structures artificielles	☐ Bloc de matte arraché	☐ Autres : ...
Remarques :					
Pollutions	☐ Sédiments oxydés	☐ Macrodéchets	☐ Hydrocarbures	☐ Autres: ...	
Remarques :					
Espèces particulières					

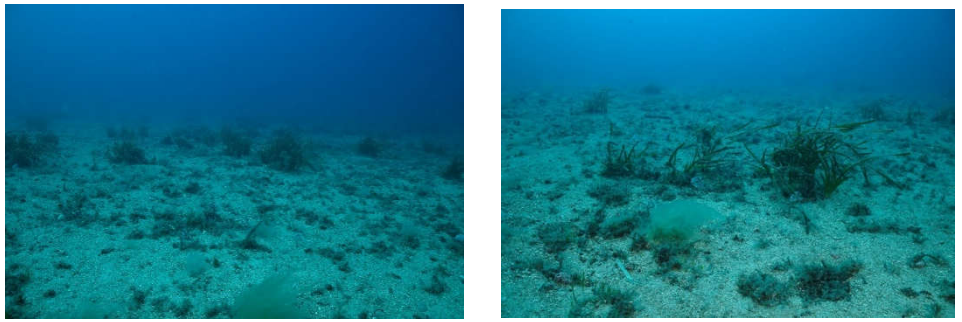


Figure 144 : Illustrations du site Cap des mèdes en limite inférieure (2019)

Le site « **Cap des Médès** » est situé dans la masse d'eau 'Iles du Soleil' (FREC07h), au Nord-Est de l'île de Porquerolles.

L'herbier se développe sur un fond meuble (sable grossier).

Le site n'avait pas pu être cartographié en 2016 car non prévu dans le marché de surveillance cette année-là.

Figure 145 : Site Cap des Mèdes vu de la mer, au Nord-Est de Porquerolles (2013).

b. Capteur de Température

Capteur de température	
Latitude :	43 01.871
Longitude :	6 14.257
Date de pose	20/06/2019
Heure de lancement	20h
N° capteur	20330408
Profondeur du capteur (m)	28,00
N° de piquet du quadrat	1
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	CAPTEUR SUR PIQUET 1 AVEC BALISE FENO, PROCHE D'UN PETIT ROCHER

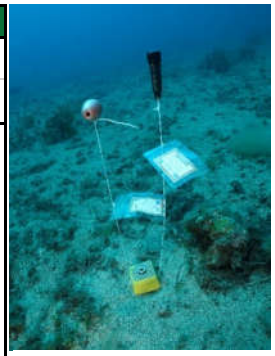


Figure 146 : Illustration du capteur posé en 2019 en limite inférieure

c. Mesures de vitalité et comparaison régionale

La limite inférieure clairsemée naturelle à tendance régressive se situe à 29,7 mètres de profondeur.

Le **déchaussement de l'herbier est faible** (<5 cm) en 2019 et 2013.

Tableau 46 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2019).

Région	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau cotière	FRDC07h	FRDC07h	
Nom du site	Cap des Medès	Cap des Medès	
Année	2013	2019	
Valeur EQR LI	0.48	0.45	0.26 – 0.69 (0.5)
Type de limite inférieure	2	2	1 – 5 (2.61)
EQR' Type de limite inférieure	0.44	0.44	0.21 – 1 (0.57)
Profondeur de la limite inférieure (m)	29	29	13 – 36 (25.75)
EQR' Profondeur de la limite inférieure	0.7	0.7	0.25 – 0.94 (0.59)
Densité de faisceaux (faisceaux/m²)	156	83	23 – 371 (160.48)
EQR' Densité de faisceaux en limite inférieure	0.3	0.21	0.13 – 0.8 (0.34)
Déchaussement de l'herbier (cm)	-0.4	-1.2	-1.6 – 10.5 (2.09)

La densité en 2019 varie de 25 à 125 faisceaux/m² pour une densité moyenne de 83±29,5 faisceaux /m² (156±119.5 faisceaux /m² en 2013). L'herbier est donc en état **médiocre en 2019** (normal en 2013) compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent et al., 2008 et Pergent-Martini et al., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent et al., (1995) la densité est normale de 2013 à 2019. L'EQR Site en 2013 (0,48) et 2019 (0,46) est en-dessous de la moyenne régionale PACA. Le statut du site Cap des Médès conserve en 2019 un **état écologique « moyen »**.

d. Perturbations observées

Présence de l'espèce invasive *Caulerpa cylindracea* sur ce site : faible densité mais recouvrement important.

Figure 147 : Vue aérienne et emplacement du site (source : Bing, 2013)

e. Données historiques

Aucun herbier n'a été suivi dans cette masse d'eau par le RSP. Ce site TEMPO est présent dans le site Natura 2000 de la Rade d'Hyères.

f. Cartographie des herbiers par télémétrie acoustique

Une seule balise (positionnée en 2013 – pas de suivi en 2016) a été retrouvée sur ce site constitué de faisceaux isolés dont l'évolution n'a pu être mesurée.

g. Cartographie des herbiers par photogrammétrie - Modèles 3D

La modélisation en 3D par photogrammétrie permet d'obtenir une vision d'ensemble du site (une image à un instant t), mais également une vision fine et précise si nécessaire à l'aide de zooms. Les modèles 3D seront bientôt disponibles sur la plateforme MEDTRIX dans les projets « MODEL » et « TEMPO ».

Le modèle 3D du site Cap des Médès en 2019 a été généré suite à l'acquisition de 846 photographies prises sous l'eau pour une durée de 40 minutes.

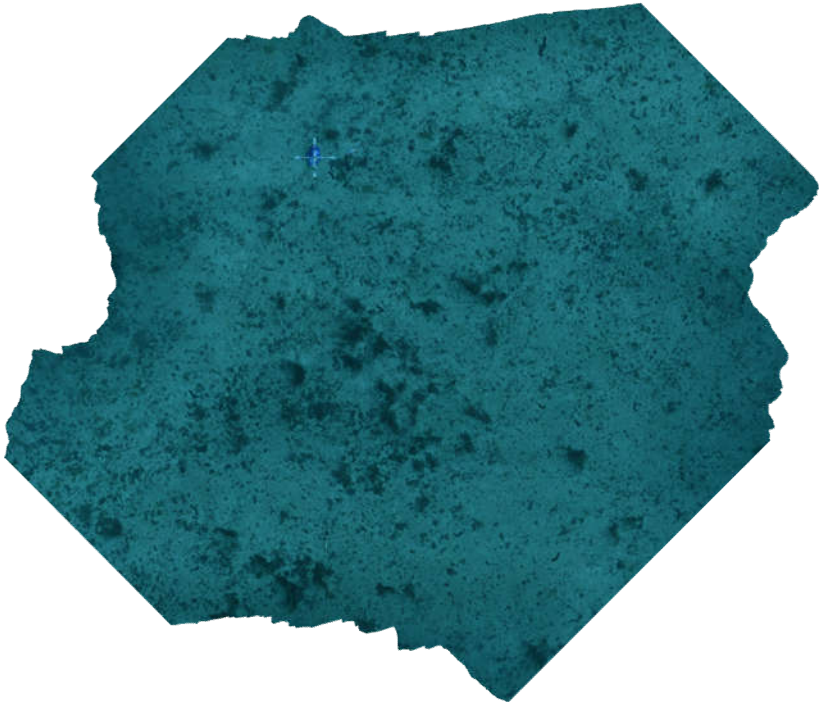
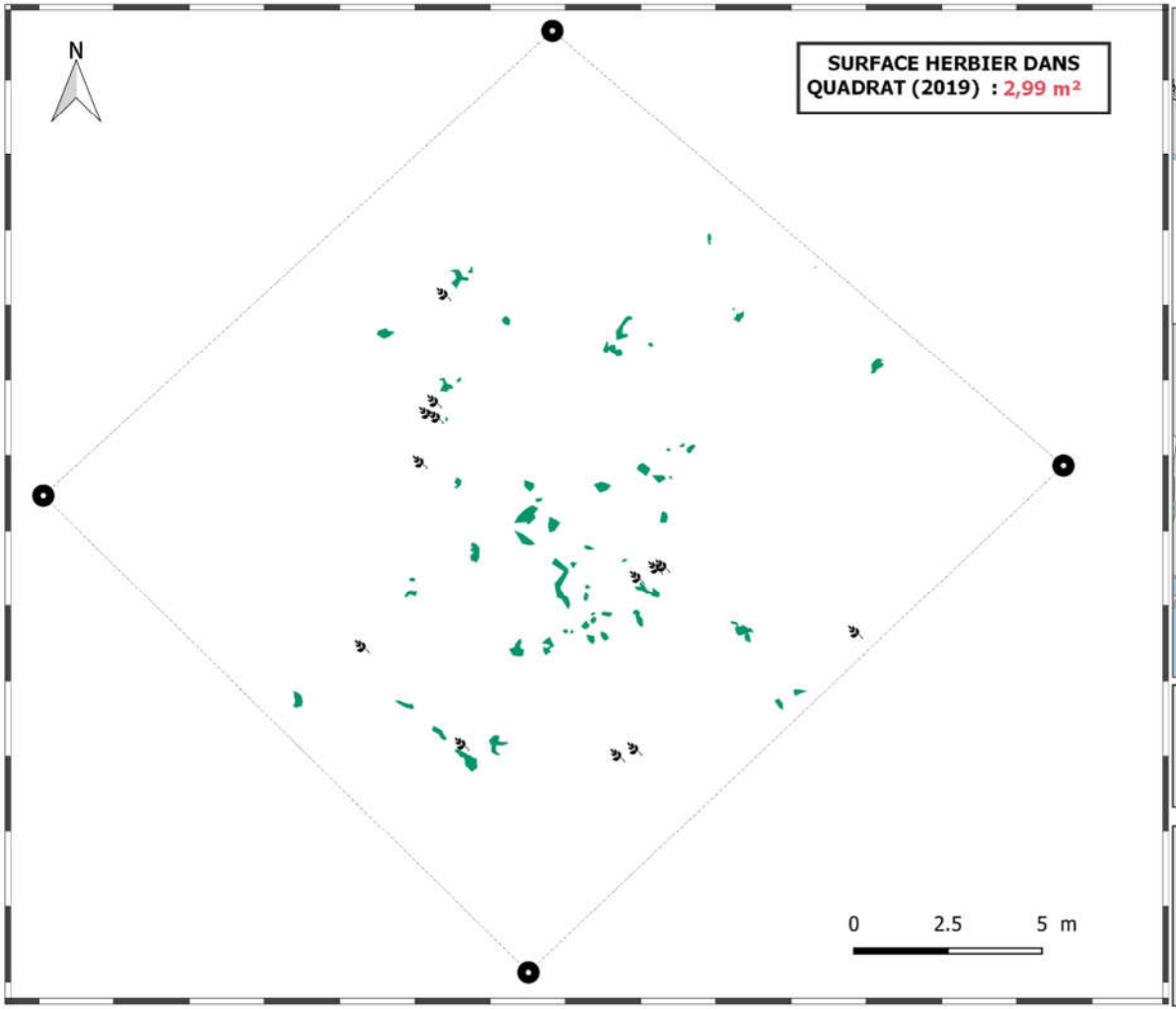


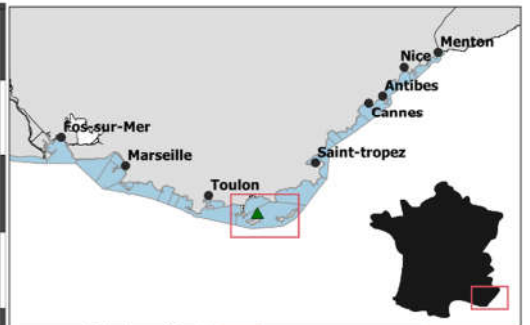
Figure 148 : Vue globale du site reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2019

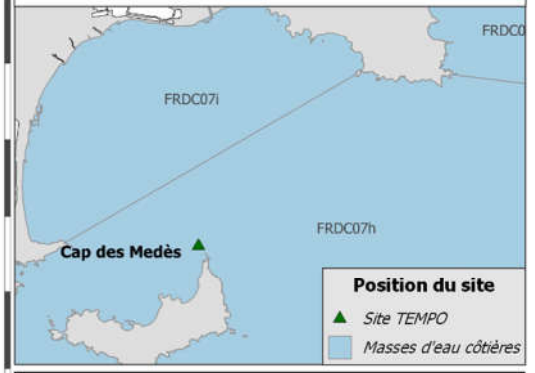
Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2019 réalisée par télémétrie acoustique ainsi que sa dynamique évolutive.

Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique. Suivi des masses d'eau côtières.

SITE > Cap des Medès < FREC07h - Îles du Soleil







LEGENDE

- Herbier à Posidonie
- Quadrat permanent
- Piquets
- Faisceaux isolés

DONNEES DE VITALITE (2019)

	Densité*/m²	Déchaussement/cm
Moyenne	82,5	-1,17
Ecart type	29,47	0,7

*Nombre de faisceaux par m²

RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - TEMPO Suivi 2019 - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie www.andromede-ocean.com

I.A.1.n. Cap des Médès (masse d'eau FRDC07h) – Profondeur intermédiaire

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	19				
Visibilité (m)	15				
Nature du fond	☐ Sable grossier	☐ Sable fin	☑ Matte morte	☐ Substrat rocheux	☐ Autres : ...
Perturbations biologiques	☑ Caulerpa cylindracea	☐ Caulerpa taxifolia	☐ Algues filamenteuses	☐ Womersleyella setacea	☐ Autres : ...
Remarques	*quelques brins de caulerpe sur la matte morte*				
Perturbations physiques	☐ Engins de pêche	☐ Traces de mouillage	☐ Structures artificielles	☐ Bloc de matte arraché	☐ Autres : ...
Pollutions	☐ Sédiments oxydés	☐ Macrodéchets	☐ Hydrocarbures	☐ Autres: ...	
Remarques					
Espèces particulières	*BEAUCOUP DE LITIERE, NOMBREUSES PEYSSONNELIA SP. 1 GRANDE NACRE MORTE 40 CM*				

a.

Figure 149: Illustrations du site Cap des Médès à la profondeur intermédiaire de -15m (2019)

b. Capteur de température

Capteur de température	
Latitude :	6 12.064
Longitude :	43 01.047
Date de pose	20/06/2019
Heure de lancement	8h
N° capteur	20586644
Profondeur du capteur (m)	15.8
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	DANS GRANDE TACHE DE MATTE MORTE AU MILIEU D'UN HERBIER DE PLAINE

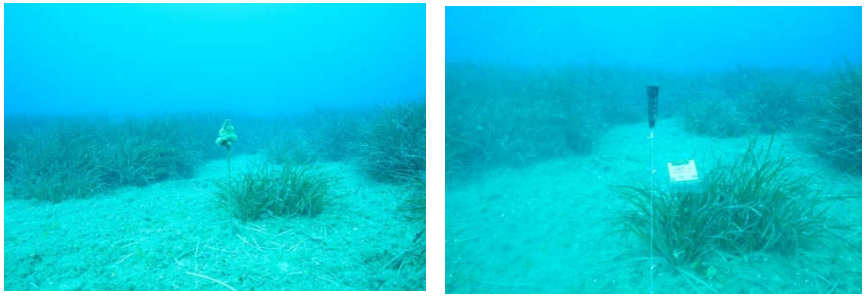


Figure 150: Illustrations du capteur de température posé en 2016 (à gauche) et 2019 (à droite) à -15m

c. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

Les indices BiPo2 et EBQI ont été calculés sur ce site en 2016 et 2019. Leurs valeurs sont indiquées dans le tableau suivant (carré rouge).

Tableau 47 : Paramètres et indicateurs mesurés à la profondeur intermédiaire comparés à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau cotière	FRDC07h	FRDC07h	
Nom du site	Cap des Medès PI	Cap des Medès PI	
Année	2016	2019	
Valeur EQR (LI)	0	0.46	0 – 0.48 – 0.69
Valeur BiPo (PI)	0.61	0.59	0.37 – 0.56 – 0.75
Valeur PREI (PI)	0	0	0 – 0.22 – 0.75
Valeur EBQI (PI)	4.86	5.13	2.43 – 4.59 – 6.81
Indice de confiance de l'indicateur EBQI	74.26	41.67	36.91 – 61.51 – 85.71
Profondeur intermédiaire du site (m)	15	15	13 – 15 – 17
Profondeur de la limite inférieure (m)	29	29.7	13 – 26.01 – 36
Densité de faisceaux à la PI (faisceaux/m2)	476	313	122 – 240.13 – 477
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m2)	0	83	0 – 144.48 – 347
Type de limite inférieure	2	2	1 – 2.65 – 5
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	0	-1.2	-1.5 – 2.6 – 10.5
Longueur des feuilles à la PI (mm)	533	596	237 – 572.58 – 1080
Surface foliaire à la PI (cm²/faisceaux)	0	0	0 – 95.27 – 408
Charge épiphytaire à la PI	0	0	0 – 0.05 – 0.21
Recouvrement (%) à la PI	100	94.42	0 – 80.84 – 100
Epibiontes (g_MS/f) à la PI	0.04	0.05	0 – 0.09 – 0.3
Pinna nobilis (ind/100m2) à la PI	0	0	0 – 0.45 – 10
HOM (ind/m2) à la PI	1.8	0.83	0 – 0.49 – 5.13
LOM (ind/m2) à la PI	0.3	1.1	0 – 1.16 – 10.47
Holothuries (ind/10m2) à la PI	1.25	0	0 – 1.06 – 7.67
Oursins (ind/m2) à la PI	0.07	0	0 – 0.31 – 9.46
Broutage (%_feuilles) à la PI	8.83	11.06	0 – 22.66 – 85.94
Téléostéens predateurs (kg WM/100m2) à la PI	0.08	0	0 – 0.19 – 1.05
Téléostéens piscivores (kg WM/100m2) à la PI	2.38	0	0 – 0.04 – 2.38
Téléostéens planctonivores (kg WM/100m2) à la PI	0.94	0	0 – 0.47 – 9.57
SRDI (PI)	3.1	0	0 – 2.33 – 7.33
Oiseaux (PI)	0	0	0 – 0 – 0

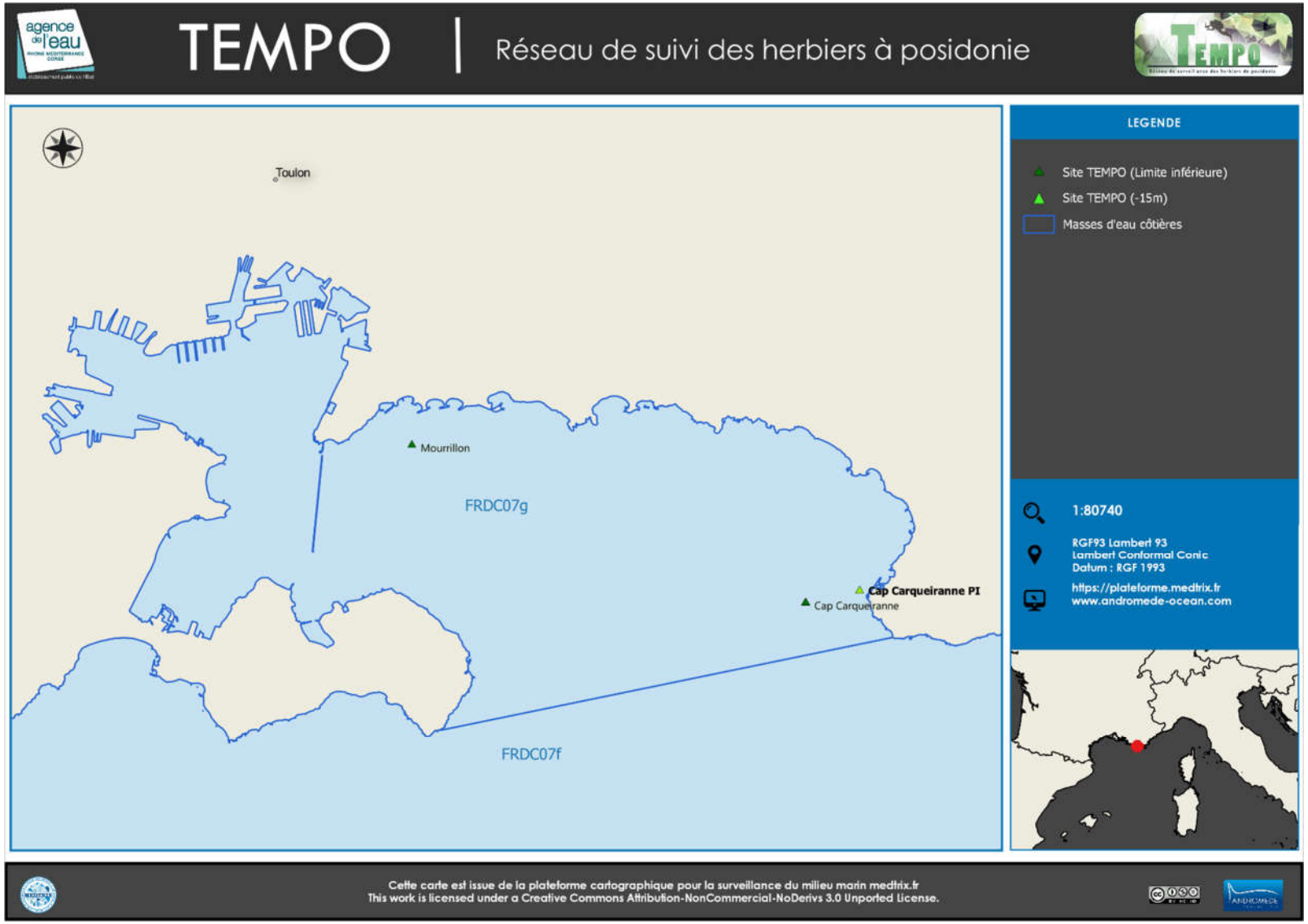
La valeur du BiPo2 est en-dessous de la moyenne régionale. Elle diminue très légèrement au cours des suivis et indique une stabilité de l'état écologique de l'herbier qui est bon. La diminution de la valeur de cet indice s'explique par une baisse de la densité de faisceaux en 2019.

La valeur de l'EBQI augmente un peu au cours des suivis et indique un état écologique **moyen** de l'herbier qui est stable). On observe une diminution des notes des box densité, Holothuries mais les box LOM et HOM voient leur note augmentée. Les compartiments Poissons (box 9 à 12) et Oursins n'ont pas été pris en compte en 2019. Il faut prendre en considération qu'en 2016 nous avions intégré le calcul des box Poissons - box 9 à 12- (d'où la diminution de l'indice de confiance de l'indice EBQI). Le choix a été fait de ne plus suivre dans l'indice EBQI les box Poissons, leur mauvaise calibration dans cet indice entrainant une dégradation des herbiers non en lien avec leur état. Le suivi des populations de poissons est réalisé séparément dans le cadre du réseau de surveillance **PISCIS** (https://plateforme.medtrix.fr/).

A la vue de ces éléments on peut considérer que l'état écologique du site à la profondeur intermédiaire est stable entre les deux suivis, et qu'il est qualifié de moyen / bon (selon les indices considérés).

IV.M. Masse d’eau FRDC07g

La masse d’eau FRDC07g comprend le site TEMPO Cap Carqueiranne échantillonné en 2013, 2016 et 2019.



I.A.1.e. Cap Carqueiranne (masse d'eau FRDC07g) – Limite inférieure

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	18				
Visibilité (m)	15				
Nature du fond	☑ Sable grossier	☐ Sable fin	☑ Matte morte	☐ Substrat rocheux	☐ Autres : …
Remarques :					
Perturbations biologiques	☑ Caulerpa cylindracea	☐ Caulerpa taxifolia	☑ Algues filamenteuses	☐ Womersleyella setacea	☐ Autres : …
Remarques :	ALGUES FILAMENTEUSES RECOUVRANT L HERBIER A 100% AINSI QUE LE SUBSTRAT AUTOUR. PRESENCE DE CAULERPE SUR TOUT LE SITE				
Perturbations physiques	☐ Engins de pêche	☐ Traces de mouillage	☐ Structures artificielles	☐ Bloc de matte arraché	☐ Autres : …
Remarques :					
Pollutions	☐ Sédiments oxydés	☐ Macrodéchets	☐ Hydrocarbures	☐ Autres: …	
Remarques :					
Espèces particulières	GRANDES NACRES MORTES				

Figure 151 : Illustrations du site Cap Carqueiranne en limite inférieure (2019) ; L'herbier est recouvert d'algues filamenteuses.

Figure 152 : Site de Cap Carqueiranne vu de la mer (2013)

Le site du « **Cap Carqueiranne »** est situé dans la masse d'eau 'Cap Cepet - Cap de Carqueiranne' FREC07g, à l'Ouest du cap Carqueiranne à l'entrée de la grande rade de Toulon.

L'herbier se développe sur un fond meuble (sable grossier) avec présence de roche et de matte morte.

Plusieurs grandes nacres (*Pinna nobilis*) mortes ont été observées.

b. *Capteur de Température*

Capteur de température	
Latitude :	43 04.970
Longitude :	6 00.405
Date de pose	20/06/2019
Heure de lancement	20h
N° capteur	20330681
Profondeur du capteur (m)	29.7
N° de piquet du quadrat	4
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	SUR UNE VIS A SABLE

Figure 153 : Capteur de température positionné en 2019 en limite inférieure.

c. *Mesures de vitalité et comparaison régionale*

La limite inférieure franche avec taches (faible recouvrement) se situe à 29 mètres de profondeur.

Tableau 48 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2019).

Région	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau cotière	FRDC07g	FRDC07g	FRDC07g	
Nom du site	Cap Carqueiranne	Cap Carqueiranne	Cap Carqueiranne	
Année	2013	2016	2019	
Valeur EQR LI	0.53	0.55	0.58	0.26 – 0.5 – 0.69
Type de limite inférieure	3	3	3	1 – 2.61 – 5
EQR' Type de limite inférieure	0.66	0.66	0.66	0.21 – 0.57 – 1
Profondeur de la limite inférieure (m)	29	29	29	13 – 25.78 – 36
EQR' Profondeur de la limite inférieure	0.7	0.7	0.7	0.25 – 0.59 – 0.94
Densité de faisceaux (faisceaux/m²)	107	154	187	23 – 160.48 – 371
EQR' Densité de faisceaux en limite inférieure	0.24	0.3	0.37	0.13 – 0.34 – 0.8
Déchaussement de l'herbier (cm)	-1.4	1.9	2.8	-1.6 – 2.09 – 10.5

La densité en 2019 varie de 125 à 225 faisceaux/m² pour une **densité moyenne de 187±32,6 faisceaux /m²** (**154±53 faisceaux /m² en 2016** ; **107±27,5** faisceaux /m² en 2013).). L'herbier est donc en bon état (bon état en 2016 et **normal 2013)** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al*, 2008 et Pergent-Martini *et al*., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al*., (1995) la densité est **normale** de 2013 à 2019.

Le **déchaussement de l'herbier est faible pour les trois années de suivi** (<5cm).

L'EQR Site en 2013 (0,53), 2016 (0,55) et 2019 (0,58) est supérieur à la moyenne régionale PACA et augmente au cours des suivis. Le statut du site Pointe Carqueiranne conserve en 2019 un **« bon » état écologique** (état moyen en 2013).

d. Perturbations observées

Les perturbations anthropiques terrestres sont présentes à proximité de ce site, proche de la grande rade de Toulon (aménagements littoraux principalement). *Caulerpa cylindracea* a été de nouveau observée sur le site en 2019. On note également la présence d'algues filamenteuses recouvrant 100% de l'herbier et le substrat autour en 2019, rendant difficile la mise en œuvre de la télémétrie acoustique et le suivi de l'herbier.

Figure 154 : Vue aérienne et emplacement du site (source : Bing, 2013).

e. Données historiques

Aucun herbier n'a été balisé dans cette masse d'eau par le RSP. Dans le cadre du contrat de baie de Toulon (Andromède océanologie, 2009) deux herbiers ont été suivis par télémétrie acoustique en 2009 dans cette masse d'eau. Le premier est situé à l'Ouest du cap Carqueiranne ; l'herbier à une limite inférieure régressive, à -30 mètres. Le recouvrement est d'environ 70%, la densité normale et le déchaussement fort. Le second, situé face aux plages du Mourillon, présente également une limite inférieure régressive à -17,1 mètres et une densité sub-normale inférieure.

f. Cartographie des herbiers par télémétrie acoustique

Le quadrat de délimitation de l'herbier à Posidonie est composé de quatre piquets permanents ancrés dans le sable entre 28,4 et 29,7 mètres de profondeur.

La présence d'algues filamenteuses recouvrant quasiment 100 % de l'herbier en 2019 a fortement gêné la mise en œuvre de la télémétrie acoustique sous l'eau (difficulté à voir l'herbier). La cartographie réalisée en 2019 sur ce site est donc donnée à titre indicatif tout comme les cartes d'évolution.

g. Cartographie des herbiers par photogrammétrie - Modèles 3D

La modélisation en 3D par photogrammétrie permet d'obtenir une vision d'ensemble du site (une image à un instant t), mais également une vision fine et précise si nécessaire à l'aide de zooms. Les modèles 3D seront bientôt disponibles sur la plateforme MEDTRIX dans les projets « MODEL » et « TEMPO ».

Le modèle 3D du site Cap Carqueiranne en 2019 a été généré suite à l'acquisition de 850 photographies prises sous l'eau pour une durée de 45 minutes.

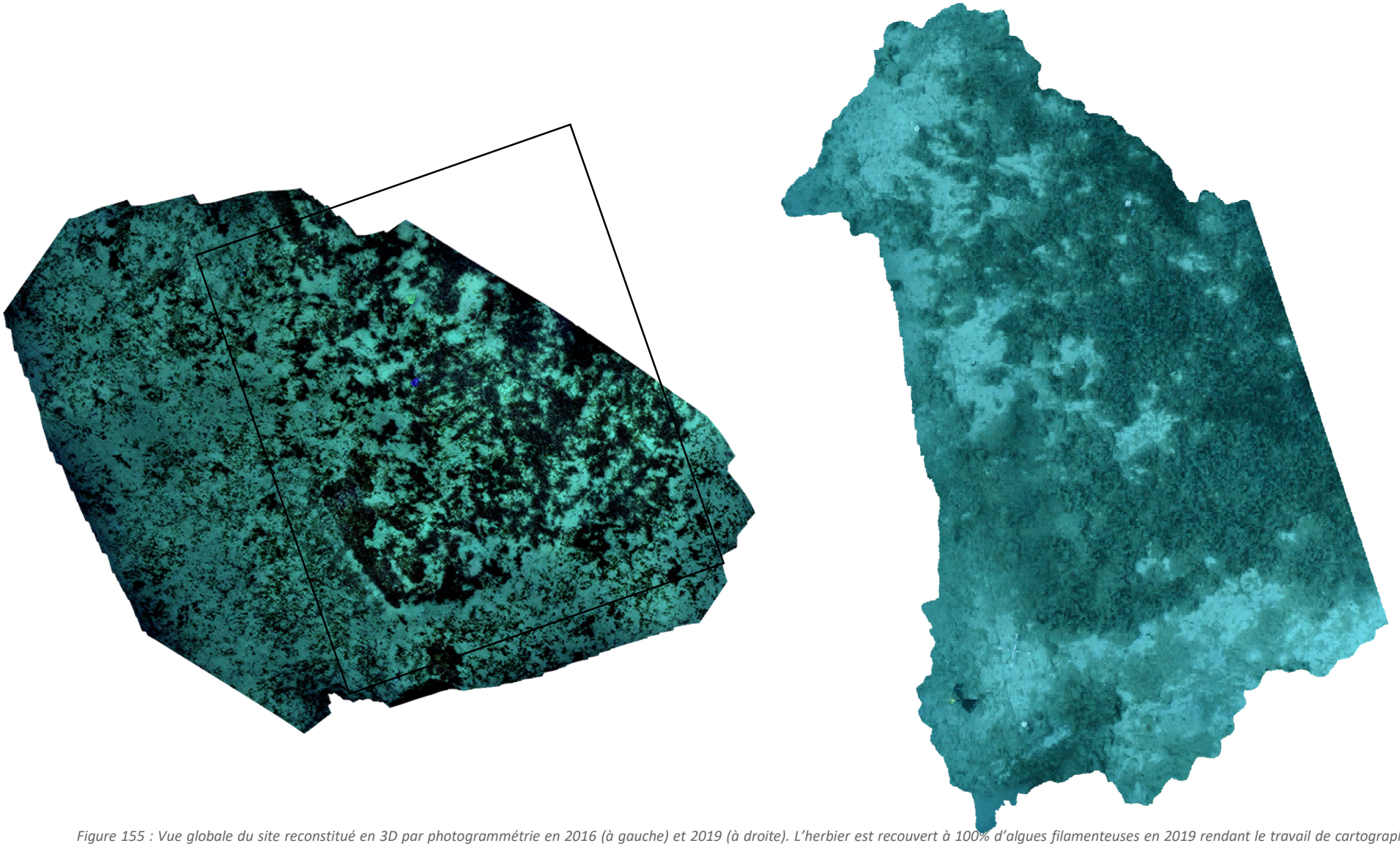
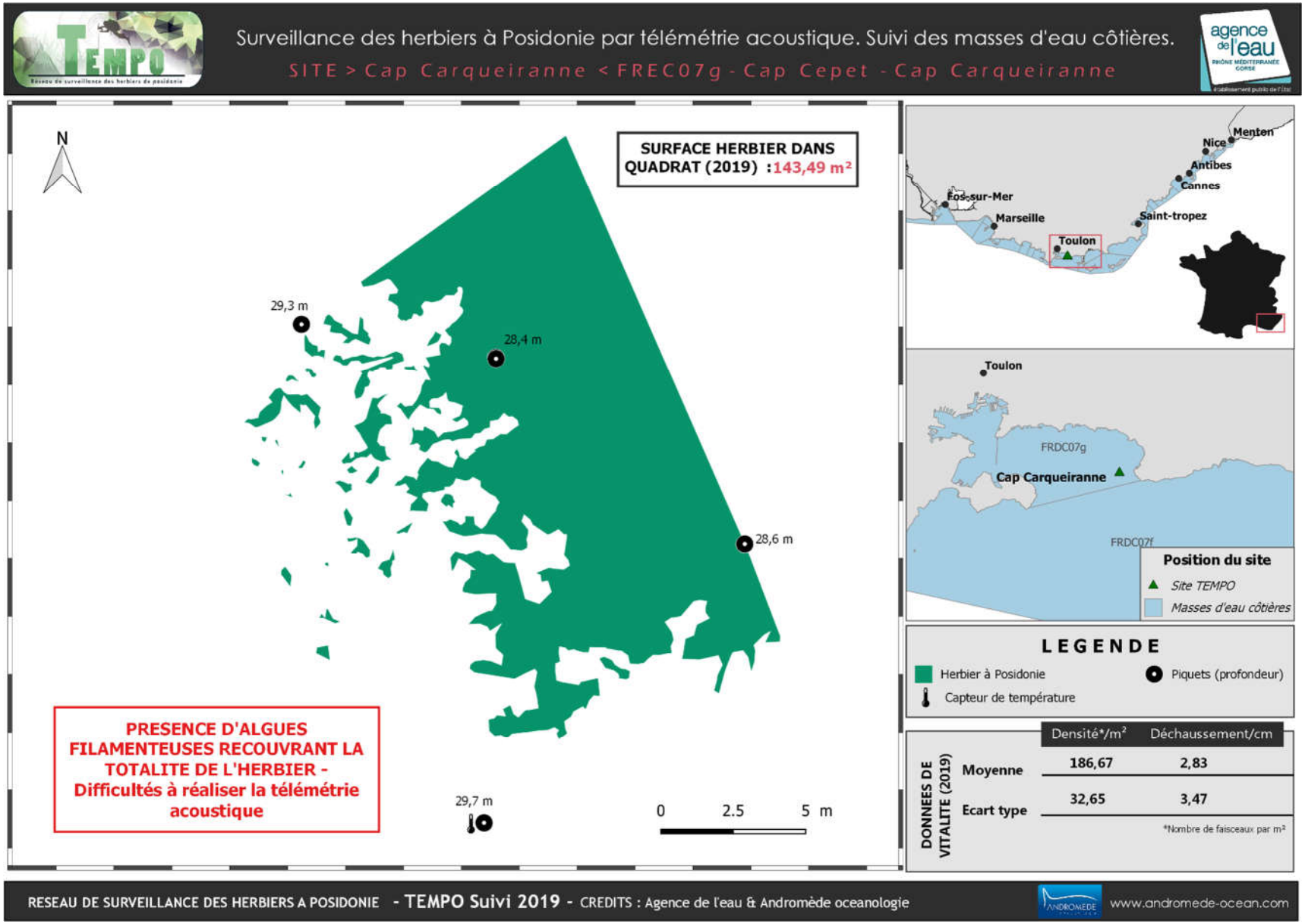
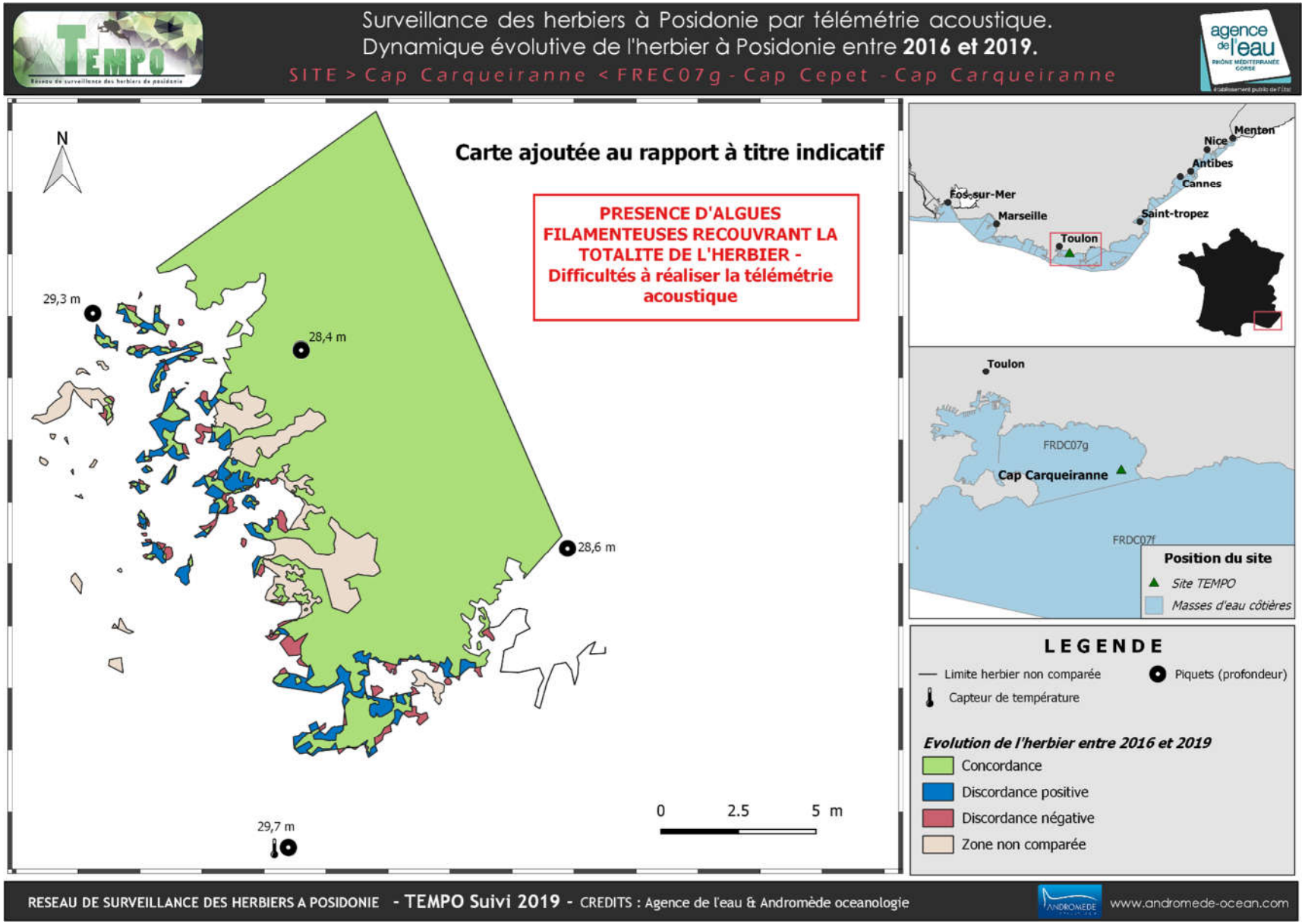


Figure 155 : Vue globale du site reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2016 (à gauche) et 2019 (à droite). L'herbier est recouvert à 100% d'algues filamenteuses en 2019 rendant le travail de cartographie très difficile. Le rectangle noir indique la localisation de la zone modélisée en 2019.

Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2019 réalisée par télémétrie acoustique ainsi que sa dynamique évolutive.


Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique. Suivi des masses d'eau côtières.
SITE > Cap Carqueiranne < FREC07g - Cap Cepet - Cap Carqueiranne
N
SURFACE HERBIER DANS QUADRAT (2019) :143,49 m²
29,3 m
28,4 m
28,6 m
29,7 m
0 2.5 5 m
PRESENCE D'ALGUES FILAMENTEUSES RECOUVRANT LA TOTALITE DE L'HERBIER - Difficultés à réaliser la télémétrie acoustique
Menton
Nice
Antibes
Cannes
Fos-sur-Mer
Marseille
Saint-tropez
Toulon
Toulon
FRDC07g
Cap Carqueiranne
FRDC07f
Position du site
Site TEMPO
Masses d'eau côtières
LEGENDE
Herbier à Posidonie
Piquets (profondeur)
Capteur de température
DONNEES DE VITALITE (2019)
Densité*/m²
Déchaussement/cm
Moyenne
186,67
2,83
Ecart type
32,65
3,47
*Nombre de faisceaux par m²
RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - TEMPO Suivi 2019 - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie
www.andromede-ocean.com


Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique.
Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre 2016 et 2019.
SITE > Cap Carqueiranne < FREC07g - Cap Cepet - Cap Carqueiranne
Carte ajoutée au rapport à titre indicatif
PRESENCE D'ALGUES FILAMENTEUSES RECOUVRANT LA TOTALITE DE L'HERBIER - Difficultés à réaliser la télémétrie acoustique
N
29,3 m
28,4 m
28,6 m
29,7 m
0 2.5 5 m
Menton
Nice
Antibes
Cannes
Fos-sur-Mer
Marseille
Saint-tropez
Toulon
FRDC07g
Cap Carqueiranne
FRDC07f
Position du site
Site TEMPO
Masses d'eau côtières
LEGENDE
Limite herbier non comparée
Piquets (profondeur)
Capteur de température
Evolution de l'herbier entre 2016 et 2019
Concordance
Discordance positive
Discordance négative
Zone non comparée
RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - TEMPO Suivi 2019 - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie
www.andromede-ocean.com

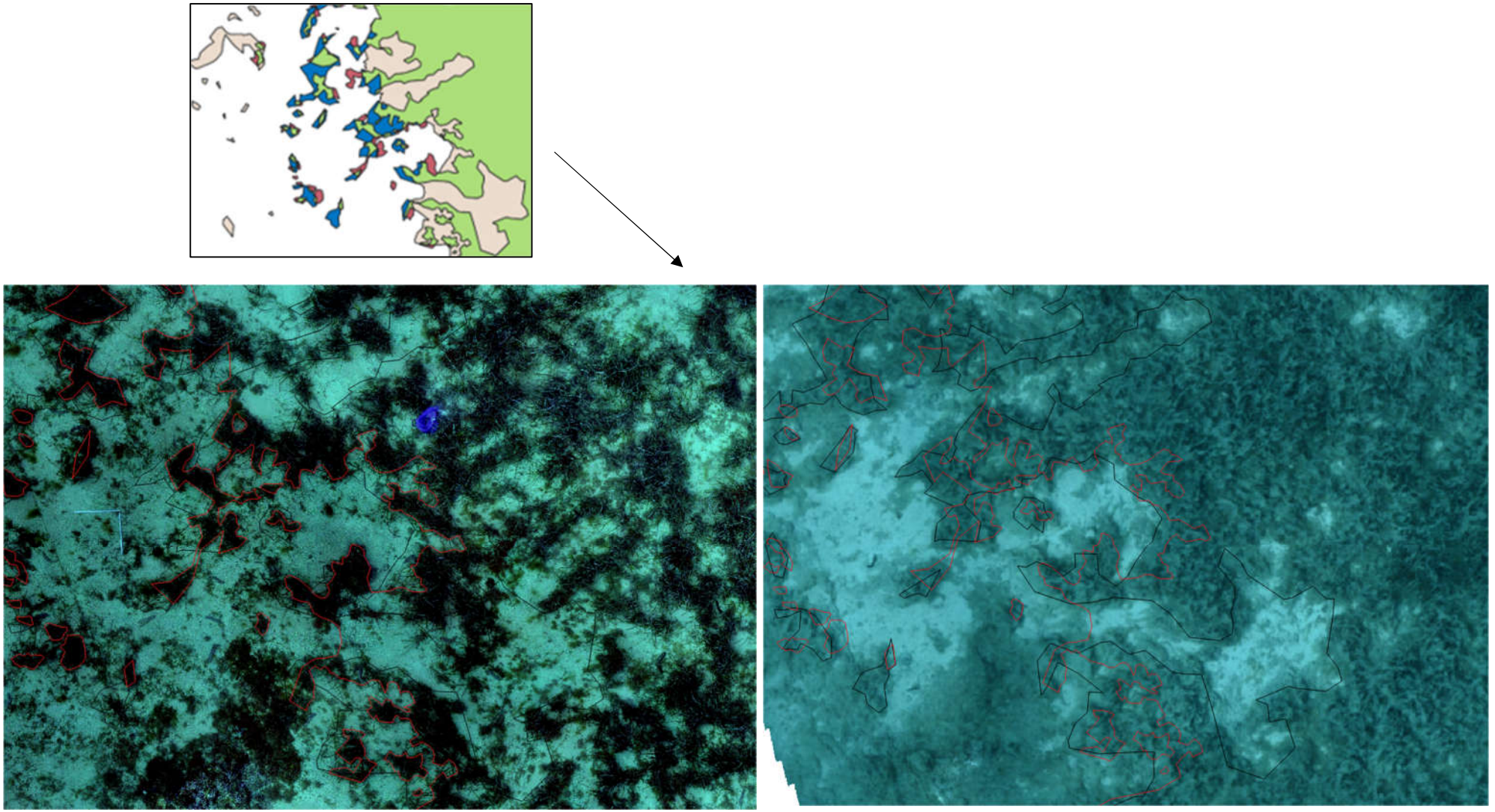


Figure 156: Zoom sur le modèle 3D du site Cap Carqueiranne en 2016 (à gauche) et 2019 (à droite) illustrant la forte régression de l'herbier entre ces deux suivis.

I.A.1.o. Cap Carqueiranne PI (masse d'eau FRDC07g) – Profondeur intermédiaire

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	18				
Visibilité (m)	8				
Nature du fond	☑ Sable grossier	☐ Sable fin	☑ Matte morte	☐ Substrat rocheux	☐ Autres : ...
Perturbations biologiques	☐ Caulerpa cylindracea	☐ Caulerpa taxifolia	☐ Algues filamenteuses	☐ Womersleyella setacea	☐ Autres : ...
Remarques					
Perturbations physiques	☐ Engins de pêche	☐ Traces de mouillage	☐ Structures artificielles	☐ Bloc de matte arraché	☐ Autres : ...
Pollutions	☐ Sédiments oxydés	☐ Macrodéchets	☐ Hydrocarbures	☐ Autres: ...	
Remarques					
Espèces particulières					

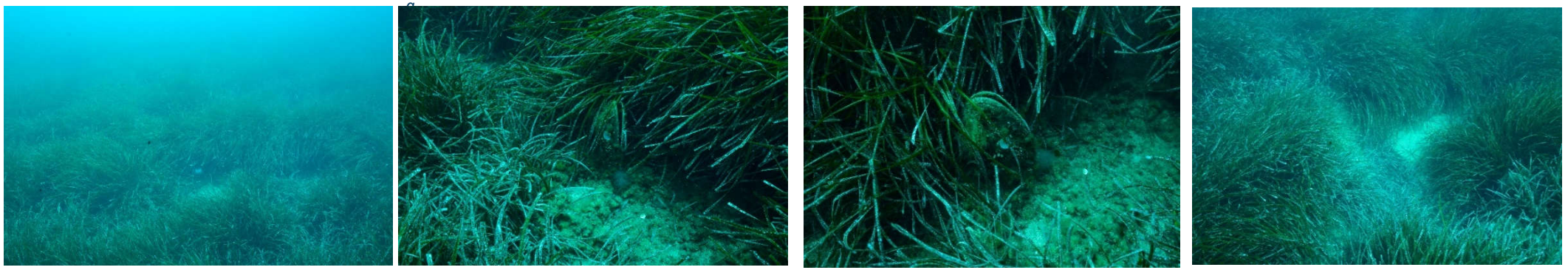


Figure 157: Illustrations du site Cap Carqueiranne à la profondeur intermédiaire de -15m PI.

b. Capteur de température

Capteur de température	
Latitude :	43 05.056
Longitude :	6 00.942
Date de pose	20/06/2019
Heure de lancement	8h
N° capteur	20447013
Profondeur du capteur (m)	15.7
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	SUR VIS A SABLE DANS PETITE TACHE DE SABLE PARMI UN HERBIER DE PLAINE

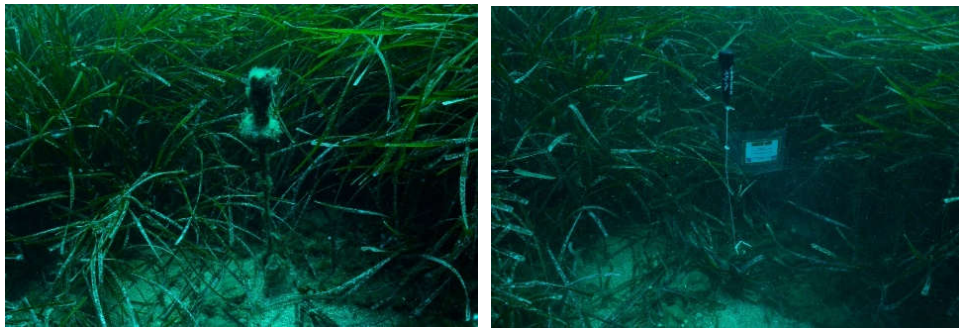


Figure 158: Illustrations du capteur de température posé en 2016 (à gauche) et 2019 (à droite)à -15m

c. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

Les indices PREI, BiPo2 et EBQI ont été calculés sur ce site en 2016 et 2019. Leurs valeurs sont indiquées dans le tableau suivant (carré rouge).

Tableau 49 : Paramètres et indicateurs mesurés à la profondeur intermédiaire comparés à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau côtière	FRDC07g	FRDC07g	
Nom du site	Cap Carqueiranne PI	Cap Carqueiranne PI	
Année	2016	2019	
Valeur EQR (LI)	0.55	0.58	0 – 0.48 – 0.69
Valeur BiPo (PI)	0.65	0.67	0.37 – 0.56 – 0.75
Valeur PREI (PI)	0.71	0.69	0 – 0.22 – 0.75
Valeur EBQI (PI)	4.1	4.19	2.43 – 4.59 – 6.81
Indice de confiance de l'indicateur EBQI	71.73	47.62	36.91 – 61.51 – 85.71
Profondeur intermédiaire du site (m)	16	16	13 – 15 – 17
Profondeur de la limite inférieure (m)	29	29	13 – 26.01 – 36
Densité de faisceaux à la PI (faisceaux/m2)	296	231	122 – 240.13 – 477
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m2)	154	187	0 – 144.48 – 347
Type de limite inférieure	3	3	1 – 2.65 – 5
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	1.9	2.8	-1.5 – 2.6 – 10.5
Longueur des feuilles à la PI (mm)	650	815	237 – 572.58 – 1080

Surface foliaire à la PI (cm²/faisceaux)	318	329	0 – 95.27 – 408
Charge épiphytaire à la PI	0.08	0.17	0 – 0.05 – 0.21
Recouvrement (%) à la PI	97.7	98.65	0 – 80.84 – 100
Epibiontes (g_MS/f) à la PI	0.11	0.09	0 – 0.09 – 0.3
Pinna nobilis (ind/100m2) à la PI	0.05	0	0 – 0.45 – 10
HOM (ind/m2) à la PI	0.3	0.1	0 – 0.49 – 5.13
LOM (ind/m2) à la PI	0.35	1.1	0 – 1.16 – 10.47
Holothuries (ind/10m2) à la PI	0	0	0 – 1.06 – 7.67
Oursins (ind/m2) à la PI	0.92	0.07	0 – 0.31 – 9.46
Broutage (%_feuilles) à la PI	5.24	8	0 – 22.66 – 85.94
Téléostéens predateurs (kg WM/100m2) à la PI	0.13	0	0 – 0.19 – 1.05
Téléostéens piscivores (kg WM/100m2) à la PI	0	0	0 – 0.04 – 2.38
Téléostéens planctonivores (kg WM/100m2) à la PI	1.02	0	0 – 0.47 – 9.57
SRDI (PI)	4.8	0	0 – 2.33 – 7.33
Oiseaux (PI)	0	0	0 – 0

La valeur du BiPo2 est supérieure à la moyenne régionale. Elle est stable et indique un état écologique de l'herbier qui est **bon.**

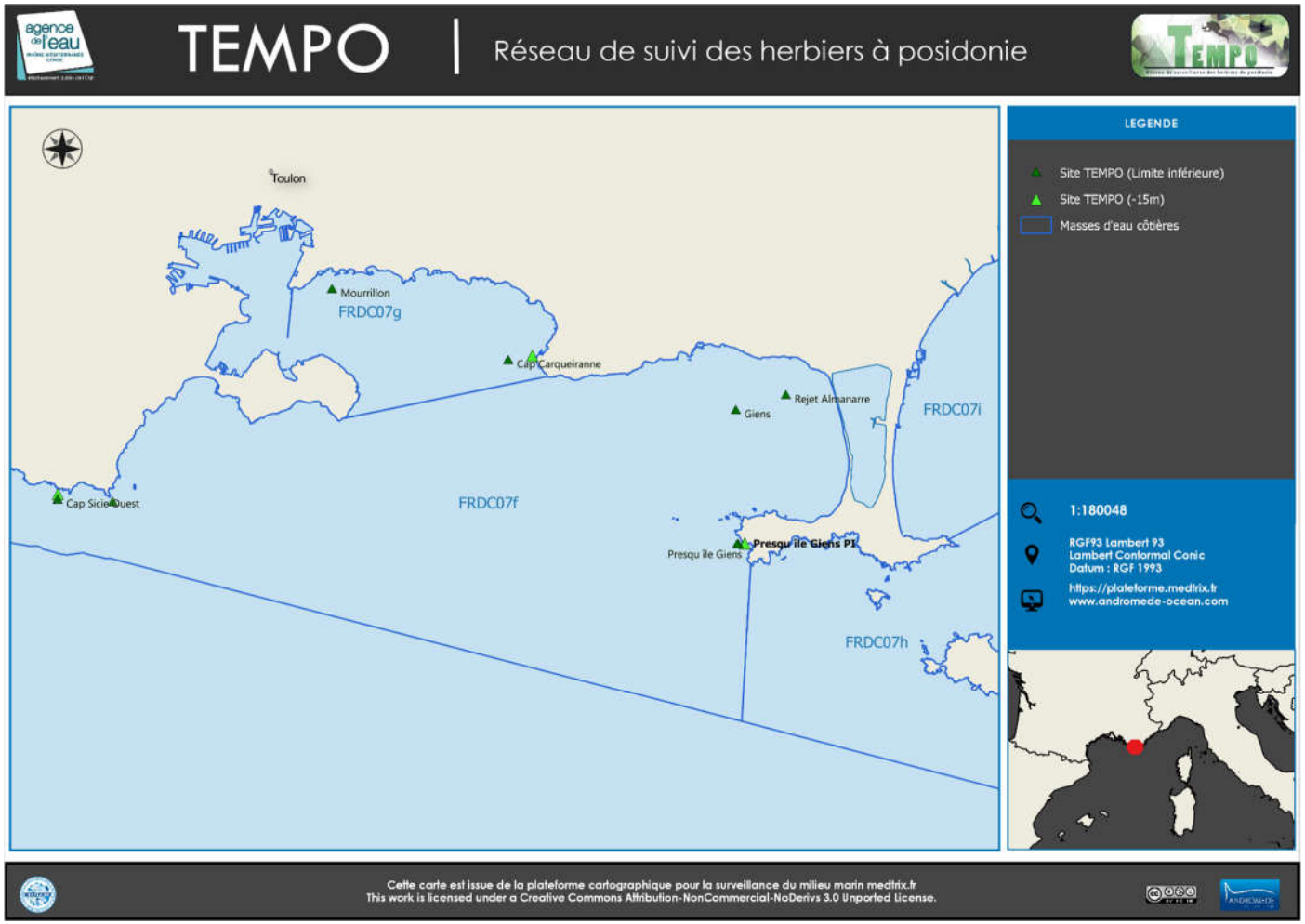
La valeur du PREI est stable et indique un état écologique de l'herbier qui est **bon.**

La valeur de l'EBQI est stable au cours des suivis et indique un état écologique **médiocre** de l'herbier. Il y a une diminution des notes des box densité, épibiontes, Oursins et *Pinna nobilis*. Par rapport au suivi de 2019, Il faut prendre en considération qu'en 2016 nous avions intégré le calcul des box Poissons - box 9 à 12- (d'où la diminution de l'indice de confiance de l'indice EBQI). Le choix a été fait de ne plus suivre dans l'indice EBQI les box Poissons, leur mauvaise calibration dans cet indice entrainant une dégradation des herbiers non en lien avec leur état. Le suivi des populations de poissons est réalisé séparément dans le cadre du réseau de surveillance **PISCIS** (https://plateforme.medtrix.fr/).

A la vue de ces éléments on peut considérer que l'état écologique du site à la profondeur intermédiaire est stable entre les deux suivis, et qu'il est qualifié de médiocre/ bon (selon l'indice considéré).

IV.N. Masse d'eau FRDC07f

La masse d'eau FRDC07f comprend le site Cap Sicié Ouest » échantillonné en 2008, 2013 et 2015 et 2018 (traité dans le rapport de l'année précédente[1]) et « Presqu'île Giens » échantillonné en 2013, 2016 et 2019.



[1] Andromède océanologie. 2018. Surveillance biologique dans la partie Est de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur – Analyse des données 2019 – TEMPO, réseau de suivi des herbiers de posidonie. Contrat Andromède Océanologie / Agence de l'eau.

I.A.1.f. Presqu'île de Giens (masse d'eau FRDC07f) – Limite inférieure

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	17				
Visibilité (m)	15				
Nature du fond	☑ Sable grossier	☑ Sable fin	☐ Matte morte	☑ Substrat rocheux	☐ Autres : …
Remarques :					
Perturbations biologiques	☐ Caulerpa cylindracea	☐ Caulerpa taxifolia	☐ Algues filamenteuses	☐ Womersleyella setacea	☐ Autres : …
Remarques :					
Perturbations physiques	☐ Engins de pêche	☐ Traces de mouillage	☐ Structures artificielles	☐ Bloc de matte arraché	☐ Autres : …
Remarques :					
Pollutions	☐ Sédiments oxydés	☐ Macrodéchets	☐ Hydrocarbures	☐ Autres: …	
Remarques :					
Espèces particulières					

Figure 159 : Illustrations du site Presqu'île de Giens en limite inférieure (2019)

Le site « **Presqu'île de Giens** » se situe dans la masse d'eau 'Pointe du Gaou - Pointe Escampobariou' (FREC07f), à l'Ouest de la presqu'île.

L'herbier se développe sur un substrat sableux (grossier et coquillier) au pied d'un massif de coralligène. On note la présence de matte morte.

La zone suivie a été étendue en 2019 vers l'Ouest du site car elle présente une limite progressive qu'il nous a semblé important de suivre par la suite.

Figure 160 : Site à l'Ouest de la presqu'ile de Giens (2013).

b. *Capteur de Température*

Capteur de température	
Latitude :	43 01.974
Longitude :	6 05.497
Date de pose	20/06/2019
Heure de lancement	20h
N° capteur	10768001
Profondeur du capteur (m)	32,00
N° de piquet du quadrat	1
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	PIQUET DANS LA ROCHE

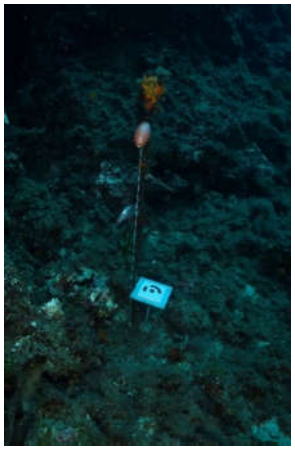


Figure 161 : Capteur de température positionné en limite inférieure en 2019.

c. *Mesures de vitalité et comparaison régionale*

La limite inférieure **franche avec taches (faible recouvrement)** se situe à **32,4 mètres de profondeur**.

Tableau 50 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2019).

Région	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau cotière	FRDC07f	FRDC07f	FRDC07f	
Nom du site	Presqu île Giens	Presqu île Giens	Presqu île Giens	
Année	2013	2016	2019	
Valeur EQR LI	0.6	0.6	0.6	0.26 — 0.5 — 0.69
Type de limite inférieure	3	3	3	1 — 2.61 — 5
EQR' Type de limite inférieure	0.66	0.66	0.66	0.21 — 0.57 — 1
Profondeur de la limite inférieure (m)	32.4	32.4	32.4	13 — 25.78 — 36
EQR' Profondeur de la limite inférieure	0.82	0.82	0.82	0.25 — 0.59 — 0.94
Densité de faisceaux (faisceaux/m²)	171	171	167	23 — 160.48 — 371
EQR' Densité de faisceaux en limite inférieure	0.32	0.32	0.32	0.13 — 0.34 — 0.8
Déchaussement de l'herbier (cm)	5.2	10.5	5.3	-1.6 — 2.09 — 10.5

La densité en 2019 varie de 75 à 250 faisceaux/m² pour une **densité moyenne de 167±48,4 faisceaux /m²** (**170,6±44,5 faisceaux /m² en 2016 ; 171±47** faisceaux /m² en 2013). L'herbier est donc en **bon état normal en 2019, 2016 et 2013** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al*., 2008 et Pergent-Martini *et al*., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al*., (1995) la densité est **normale** de 2013 à 2019.

Le **déchaussement de l'herbier est moyen pour 2013 et 2019, fort pour 2016** (>10 cm).

L'EQR Site (0,6) est le même pour 2013, 2016 et 2019. Il est supérieur à la moyenne régionale PACA, il est proche de la valeur maximale. Le statut du site Presqu'île de Giens conserve en 2019 un **« bon » état écologique**.

d. Perturbations observées

Cette zone est soumise à une pression de pêche importante (chalutage notamment) ainsi qu'à l'hydrodynamisme et des mouvements sédimentaires importants. Un filet de pêche abandonné a été observé lors de la plongée en 2013 mais pas les suivis postérieurs.

Figure 162 : Vue aérienne et emplacement du site (source : Bing, 2013).

e. Données historiques

Le site RSP « Giens » est présent à 1,5 km au Nord-Ouest du site TEMPO « Presqu'île de Giens », à 750 au Nord de l'îlot de la Ratonnière. Le balisage RSP est situé à une profondeur moyenne de -32 mètres en limite inférieure de l'herbier de posidonie. Il a été mis en place en 1993 et le dernier suivi a été effectué en 2004. L'herbier, avec ses densités normales et son recouvrement faible, est très fragile. La régression dont il avait fait l'objet pendant de nombreuses années ralentissait en 2004 avec une tendance à la stabilisation.

f. Cartographie des herbiers par télémétrie acoustique

Le quadrat de délimitation de l'herbier à Posidonie est composé de quatre piquets permanents ancrés dans le sable et la roche entre 30,1et 32,4 mètres de profondeur.

Le tableau ci-dessous présente, pour chaque période suivie, les pourcentages de discordance positive, négative et de concordance au niveau de la surface comparable du quadrat ainsi que l'indice d'évolution. Les couleurs indiquées dans les tableaux

Masse d'eau côtière	FRDC07f	FRDC07f	FRDC07f	Échelle de comparaison Méditerranée Légende
Nom du site	Presqu'ile Giens	Presqu'ile Giens	Presqu'ile Giens	
Période d'évolution	2013-2016	2013-2019	2016-2019	
% Discordance positive	3.18	4.54	6.81	0 — 9.38 — 77.81
% Discordance négative	3.1	3.9	3.7	0 — 10.48 — 62.38
% Concordance	93.71	91.55	89.5	0 — 74.11 — 99.94
Indice d'évolution de l'herbier	0.01	0.08	0.3	-1 — -0.16 — 0.87
Surface comparée (m²)	99.56	107.4	107.39	0 — 133.36 — 802.8

correspondent à celles des curseurs imagés qui replacent la valeur observée dans le contexte de l'étude (valeur minimale, maximale et moyenne).

Au niveau de la surface comparable du quadrat pour la période 2016-2019, on observe sur ce site 6,81 % de discordance positive, 3,7 % de discordance négative et 89,5 % de concordance. L'indice d'évolution est de 0,3. On note que la surface comparée entre 2013-2019 et 2016-2019 est un peu plus importante que celle reportée entre 2013 et 2016. L'augmentation de la surface comparée en 2019 est liée à la re délimitation du quadrat au niveau des piquets 1 et 2.

La dynamique évolutive de l'herbier analysée par télémétrie acoustique montre un herbier **stable depuis 2013, avec une tendance progressive. En 2019, la zone a été étendue vers l'ouest car l'herbier présente une limite progressive avec nombreux rhizomes plagiotropes.**

g. Cartographie des herbiers par photogrammétrie - Modèles 3D

La modélisation en 3D par photogrammétrie permet d'obtenir une vision d'ensemble du site (une image à un instant t), mais également une vision fine et précise si nécessaire à l'aide de zooms. Les modèles 3D seront bientôt disponibles sur la plateforme MEDTRIX dans les projets « MODEL » et « TEMPO ».

Le modèle 3D du site Presqu'île de Giens en 2019 a été généré suite à l'acquisition de 2946 photographies prises sous l'eau pour une durée de 51 minutes. La zone suivie a été étendue vers l'ouest du site en 2019 (cf cartes 2019).

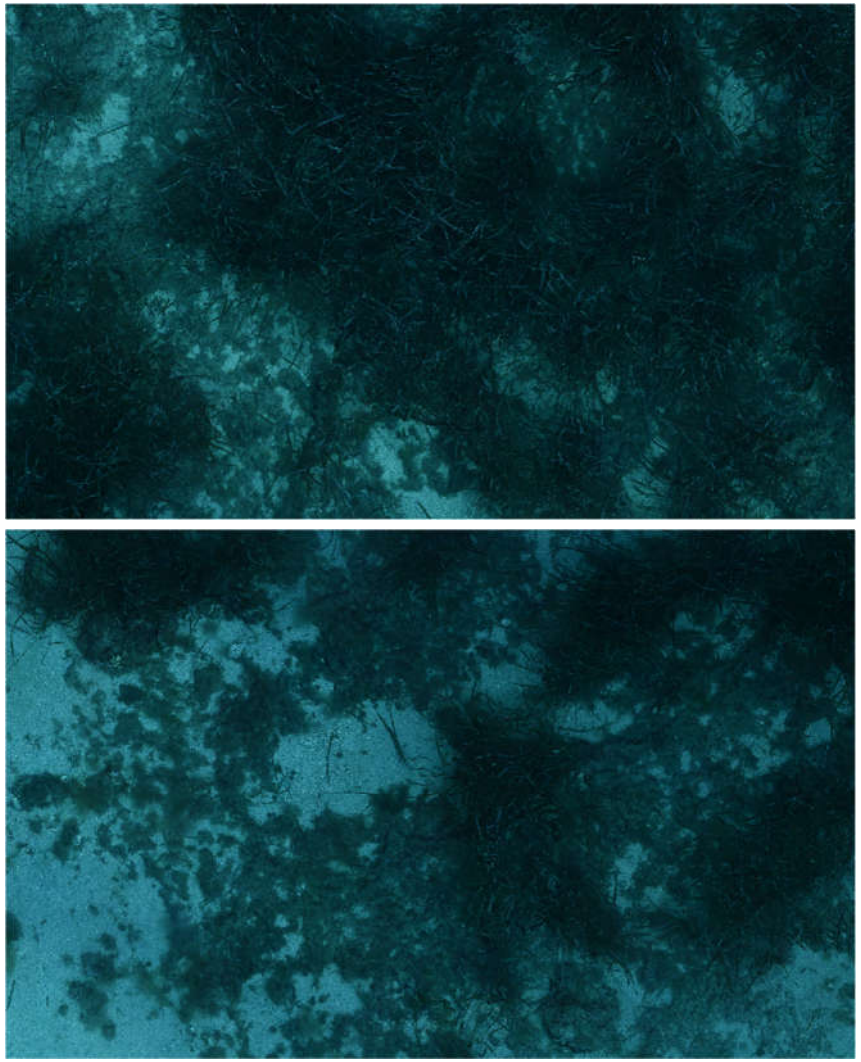


Figure 163 : Quelques zooms du modèle 3D du site Presqu'île de Giens illustrant l'herbier, les taches et la matte morte (2019).

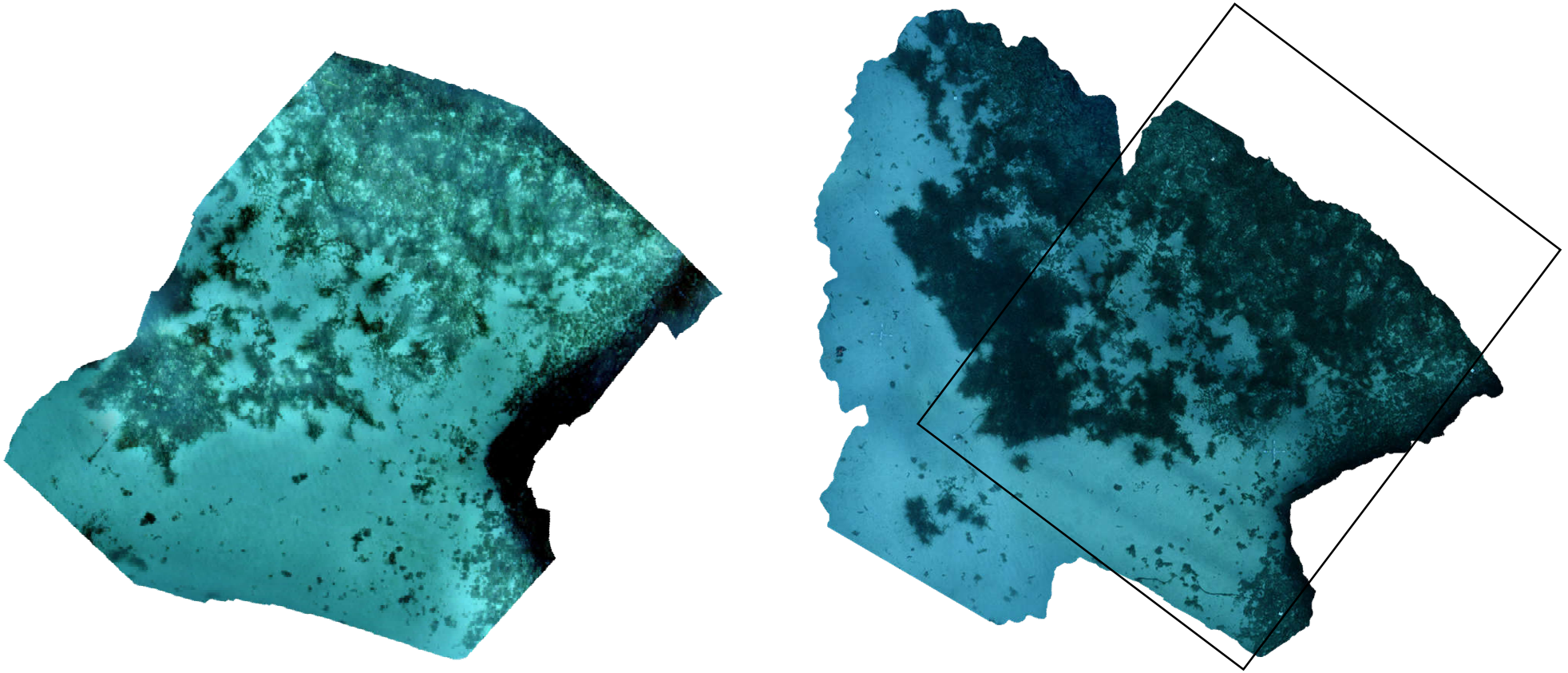
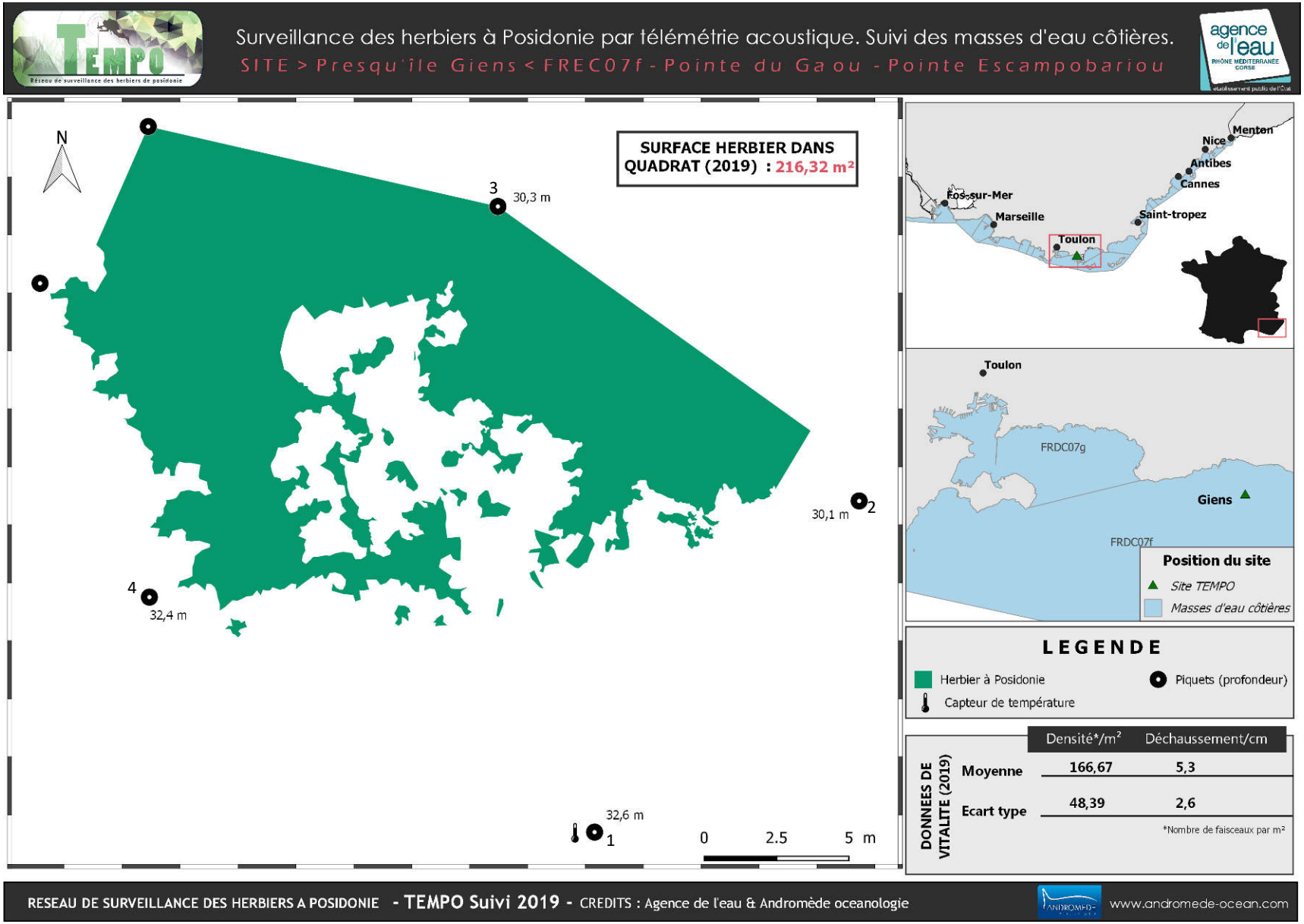
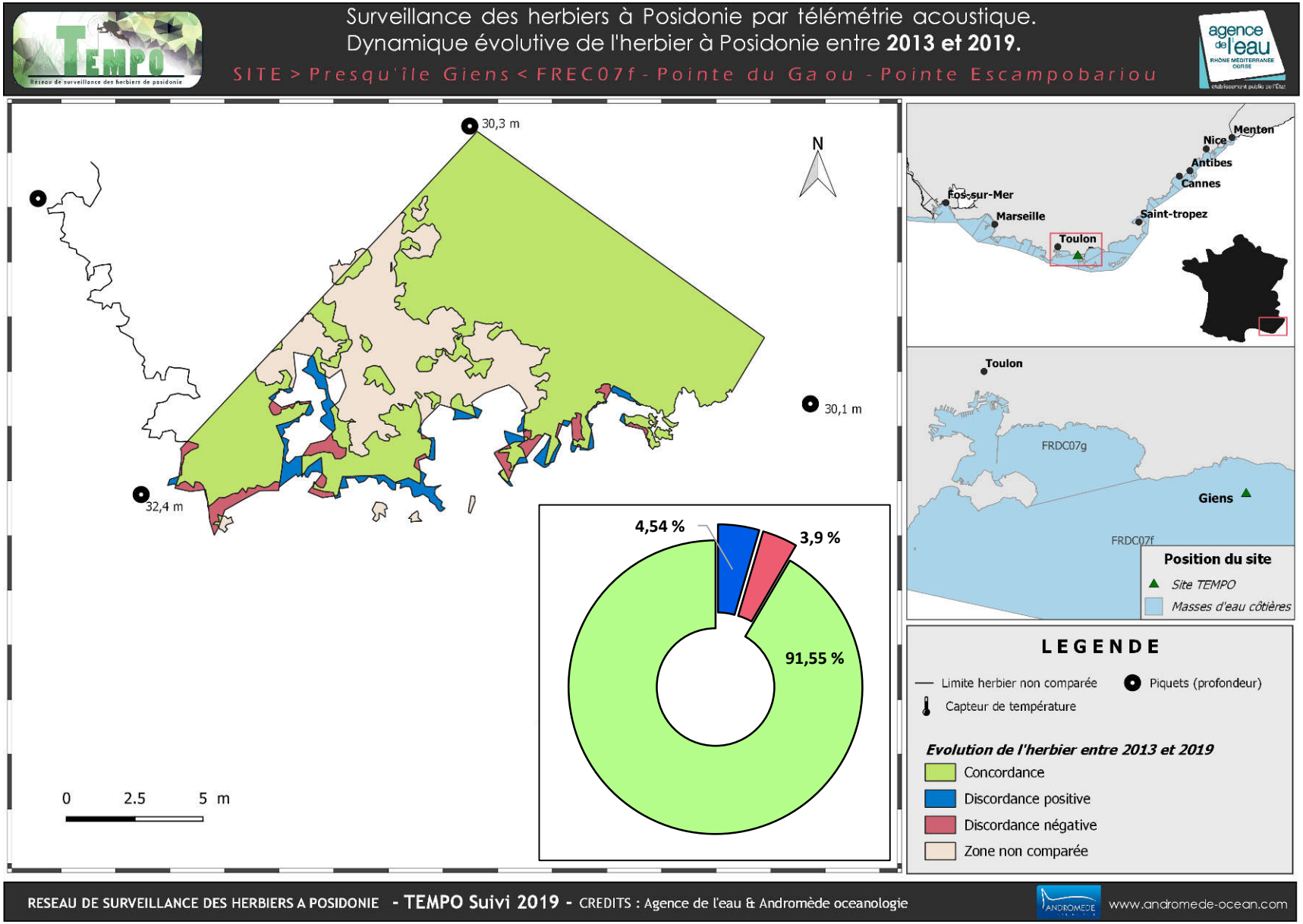
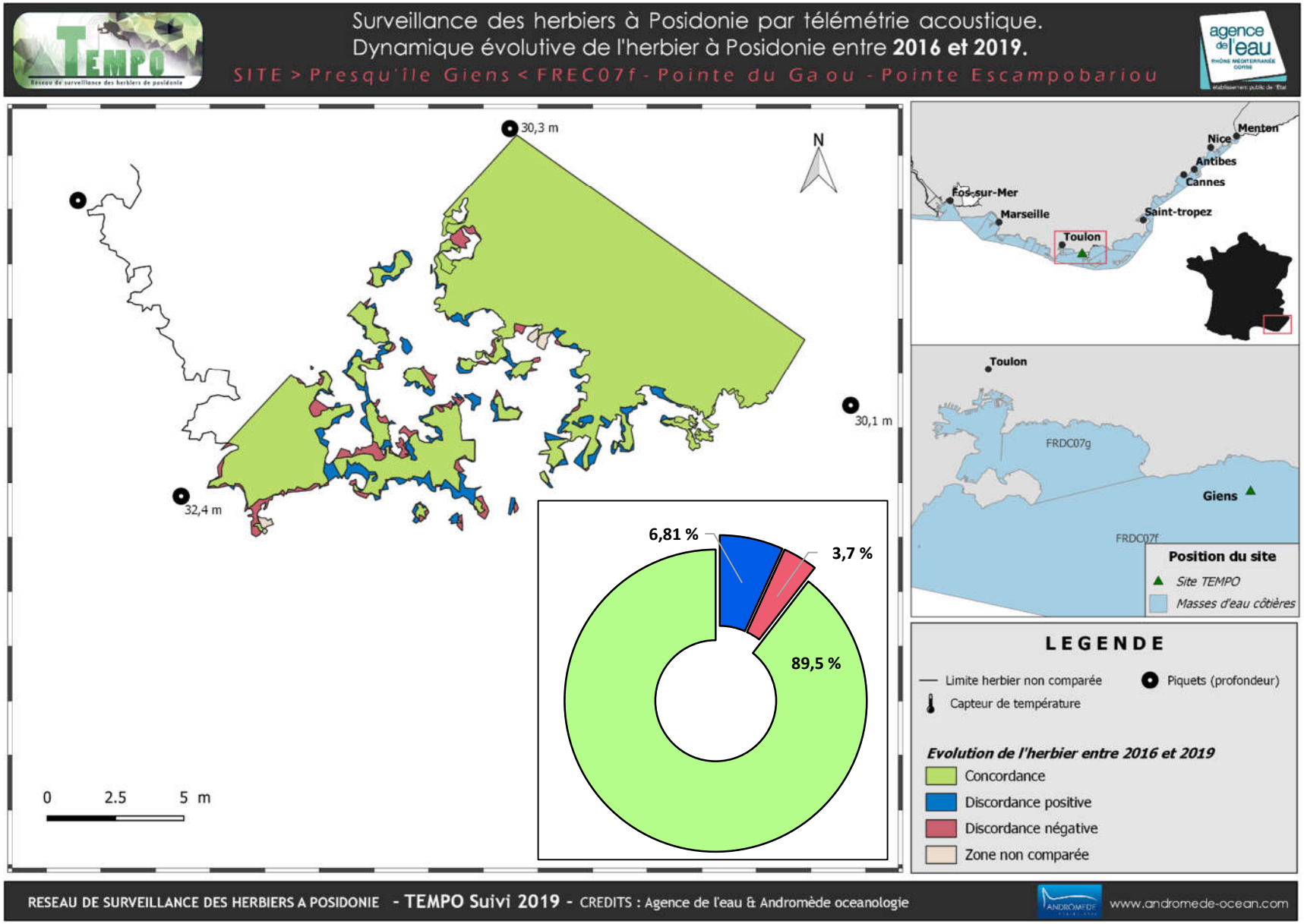


Figure 164 : Vue globale du site reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2016 (à gauche) et 2019 (à droite). Le carré noir indique la zone modélisée en 2016.

Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2019 réalisée par télémétrie acoustique ainsi que sa dynamique évolutive.


Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique. Suivi des masses d'eau côtières.
SITE > Presqu'île Giens < FREC07f - Pointe du Gaou - Pointe Escampobariou
SURFACE HERBIER DANS QUADRAT (2019) : 216,32 m²
N
3
30,3 m
30,1 m
2
4
32,4 m
32,6 m
1
0
2.5
5 m
Menton
Nice
Antibes
Cannes
Fos-sur-Mer
Marseille
Saint-tropez
Toulon
Toulon
FRDC07g
Giens
FRDC07f
Position du site
Site TEMPO
Masses d'eau côtières
LEGENDE
Herbier à Posidonie
Piquets (profondeur)
Capteur de température
DONNEES DE VITALITE (2019)
Densité*/m²
Déchaussement/cm
Moyenne
166,67
5,3
Ecart type
48,39
2,6
*Nombre de faisceaux par m²
RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - TEMPO Suivi 2019 - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie
www.andromede-ocean.com


Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique.
Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre 2013 et 2019.
SITE > Presqu'île Giens < FREC07f - Pointe du Gaou - Pointe Escampobariou
30,3 m
30,1 m
32,4 m
N
0 2.5 5 m
4,54 %
3,9 %
91,55 %
Menton
Nice
Antibes
Cannes
Fos-sur-Mer
Marseille
Saint-tropez
Toulon
FRDC07g
Giens
FRDC07f
Position du site
Site TEMPO
Masses d'eau côtières
LEGENDE
Limite herbier non comparée
Piquets (profondeur)
Capteur de température
Evolution de l'herbier entre 2013 et 2019
Concordance
Discordance positive
Discordance négative
Zone non comparée
RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - TEMPO Suivi 2019 - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie
www.andromede-ocean.com


Surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique.
Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre 2016 et 2019.
SITE > Presqu'île Giens < FREC07f - Pointe du Gaou - Pointe Escampobariou
30,3 m
30,1 m
32,4 m
N
0 2.5 5 m
6,81 %
3,7 %
89,5 %
Menton
Nice
Antibes
Cannes
Fos-sur-Mer
Marseille
Saint-tropez
Toulon
FRDC07g
Giens
FRDC07f
Position du site
Site TEMPO
Masses d'eau côtières
LEGENDE
Limite herbier non comparée
Piquets (profondeur)
Capteur de température
Evolution de l'herbier entre 2016 et 2019
Concordance
Discordance positive
Discordance négative
Zone non comparée
RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS A POSIDONIE - TEMPO Suivi 2019 - CREDITS : Agence de l'eau & Andromède oceanologie
www.andromede-ocean.com

I.A.1.p. Presqu'île de Giens PI (masse d'eau FRDC07f) – Profondeur intermédiaire

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	17				
Visibilité (m)	20				
Nature du fond	☑ Sable grossier	☐ Sable fin	☐ Matte morte	☑ Substrat rocheux	☐ Autres : …
Perturbations biologiques	☐ Caulerpa cylindracea	☐ Caulerpa taxifolia	☐ Algues filamenteuses	☐ Womersleyella setacea	☐ Autres : …
Remarques					
Perturbations physiques	☐ Engins de pêche	☐ Traces de mouillage	☐ Structures artificielles	☐ Bloc de matte arraché	☐ Autres : …
Pollutions	☐ Sédiments oxydés	☐ Macrodéchets	☐ Hydrocarbures	☐ Autres: …	
Remarques					
Espèces particulières	BEL HERBIER SUR ROCHE PAS DECHAUSSE (PARFOIS ENFOUI SOUS SEDIMENTS) SOUS FORME DE GRANDES TACHES A 17M QUI SE DENSIFIENT JUSQU A 15M A L APLOMB DE LA FALAISE. LES TACHES D HERBIER SE TROUVENT EN LIMITE D UNE VASTE ZONE DE SABLE GROSSIER A RIPPLE MARK. HERBIER PEU EPIPHYTE QUI SEMBLE EN BONNE SANTE. PEU D ESPECES ASSOCIEES A PART DES POISSONS COMME MURENES SARS CASTAGNOLES LABRES ET UNE SEICHE. ALGUES PAVONINA PAVONICA DS HERBIER. UNE GORGONE BLANCHE. FORT COURANT.				

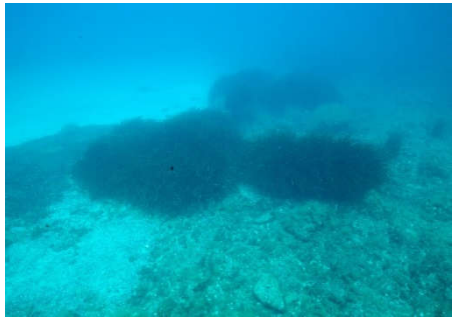


Figure 165: Illustrations du site Giens à la profondeur intermédiaire de -15m

b. Capteur de température

Capteur de température	
Latitude :	43 01.998
Longitude :	6 05.669
Date de pose	20/06/2019
Heure de lancement	8h
N° capteur	20586648
Profondeur du capteur (m)	17
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	ANCIEN CAPTEUR NON RETROUVE. POSE D'UNE VIS A SABLE DANS PETITE TACHE DE SABLE A 17M PROCHE DES TACHES D HERBIER

Figure 166: Illustration du capteur de température posé en 2019 à -15m.

c. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

Les indices BiPo2 et EBQI ont été calculés sur ce site en 2016 et 2019. Leurs valeurs sont indiquées dans le tableau suivant (carré rouge).

Tableau 51 : Paramètres et indicateurs mesurés à la profondeur intermédiaire comparés à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau cotière	FRDC07f	FRDC07f	
Nom du site	Presqu île Giens PI	Presqu île Giens PI	
Année	2016	2019	
Valeur EQR (LI)	0.6	0.6	0 – 0.48 – 0.69
Valeur BiPo (PI)	0.7	0.66	0.37 – 0.56 – 0.75
Valeur PREI (PI)	0	0	0 – 0.22 – 0.75
Valeur EBQI (PI)	4.24	6.39	2.43 – 4.59 – 6.81
Indice de confiance de l'indicateur EBQI	76.19	36.91	36.91 – 61.51 – 85.71
Profondeur intermédiaire du site (m)	15	17	13 – 15 – 17
Profondeur de la limite inférieure (m)	32.4	32.4	13 – 26.01 – 36
Densité de faisceaux à la PI (faisceaux/m2)	477	274	122 – 240.13 – 477
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m2)	171	167	0 – 144.48 – 347
Type de limite inférieure	3	3	1 – 2.65 – 5
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	10.5	5.3	-1.5 – 2.6 – 10.5
Longueur des feuilles à la PI (mm)	568	633	237 – 572.58 – 1080
Surface foliaire à la PI (cm²/faisceaux)	0	0	0 – 95.27 – 408
Charge épiphytaire à la PI	0	0	0 – 0.05 – 0.21
Recouvrement (%) à la PI	97.23	89.12	0 – 80.84 – 100
Epibiontes (g_MS/f) à la PI	0.11	0.07	0 – 0.09 – 0.3
Pinna nobilis (ind/100m2) à la PI	0	0	0 – 0.45 – 10
HOM (ind/m2) à la PI	0	0.3	0 – 0.49 – 5.13
LOM (ind/m2) à la PI	1.3	0.33	0 – 1.16 – 10.47
Holothuries (ind/10m2) à la PI	0	1.67	0 – 1.06 – 7.67
Oursins (ind/m2) à la PI	1.8	0	0 – 0.31 – 9.46
Broutage (%_feuilles) à la PI	9.67	26.06	0 – 22.66 – 85.94
Téléostéens predateurs (kg WM/100m2) à la PI	0.26	0	0 – 0.19 – 1.05
Téléostéens piscivores (kg WM/100m2) à la PI	0.03	0	0 – 0.04 – 2.38
Téléostéens planctonivores (kg WM/100m2) à la PI	0.05	0	0 – 0.47 – 9.57
SRDI (PI)	4.7	0	0 – 2.33 – 7.33
Oiseaux (PI)	0	0	0 – 0 – 0

La valeur du BiPo2 est au-dessus de la moyenne régionale. Elle diminue légèrement au cours des suivis et indique **une stabilité de l'état écologique de l'herbier qui est bon.** La diminution de la valeur de cet indice s'explique par une baisse de la densité de faisceaux en 2019.

La valeur de l'EBQI augmente au cours des suivis et indique un état écologique **bon** de l'herbier (médiocre en 2016). Même s'il y a une diminution des notes des box densité, épibiontes, LOM et HOM, la box Holothuries voit sa note augmentée. De plus, par rapport au suivi de 2019, Il faut prendre en considération qu'en 2016 nous avions intégré le calcul des box Poissons - box 9 à 12- (d'où la diminution de l'indice de confiance de l'indice EBQI). Le choix a été fait de ne plus suivre dans l'indice EBQI les box Poissons, leur mauvaise calibration dans cet indice entrainant une dégradation des herbiers non en lien avec leur état. Le suivi des populations de poissons est réalisé séparément dans le cadre du réseau de surveillance **PISCIS** (https://plateforme.medtrix.fr/).

A la vue de ces éléments on peut considérer que l'état écologique du site à la profondeur intermédiaire est stable entre les deux suivis, et qu'il est qualifié de bon.

V. Synthèse

V.A. Difficultés rencontrées et points remarquables

Les anciens capteurs de température posés en 2016 (réseau CALOR) ont été récupérés sur les sites à la profondeur intermédiaire et en limite inférieure d'herbier. Les données sont actuellement en cours d'analyse et seront présentées dans le rapport CALOR en 2020. De nouveaux capteurs ont été posés aux mêmes emplacements en 2019. **Trois capteurs n'ont pas été retrouvés en 2019 sur les sites Mer d'Eze PI et Presqu'île de Giens PI (à la profondeur intermédiaire**) et **Lion de mer (Profondeur intermédiaire / limite inférieure).**

Plusieurs éléments qui impactent l'herbier suivi ou les alentours du site TEMPO ont été relevées en 2019 :

- Nombreuses **traces de mouillage** (Mer d'Eze, Juan, Cap Gros Nord, Pointe Rube, Fort Brégançon).
- **Corps morts** des bouées de balisage de la zone des 300 mètres (Pointe de la Calle).
- **Algues filamenteuses** (Pointe Andati, Cap Carqueiranne). La présence d'algues filamenteuses recouvrant la quasi-totalité de l'herbier a gêné la mise en œuvre de la télémétrie acoustique sous l'eau (difficulté pour le plongeur à voir la limite de l'herbier). La cartographie réalisée en 2019 sur ces sites est donc donnée à titre indicatif mais les comparaisons avec les données antérieures ne sont pas certaines.

Quatre sites sont difficiles à cartographier et seront compliqués à suivre avec précision **car constitués en majorité par des faisceaux isolés** : Mer d'Eze, Pointe Esquillette, Fort Brégançon, Cap des Médès.

Sur deux sites en limite inférieure (Pointe Bacon, Cap Gros Nord) **les feuilles d'herbier étaient très longues**. Certaines zones d'herbier suivies sur ces sites semblaient être en progression mais cette tendance est à prendre avec précaution car elle peut être liée à la longueur des feuilles.

Sur les sites à la profondeur intermédiaire, nous remarquons que la plupart des sites ont des **longueurs de feuilles plus élevées** par rapport à 2016 (17 sites sur 20).

V.B. Site à la profondeur intermédiaire de -15m

Nous présentons ci-après des tableaux et cartes de synthèse avec :

Dans le premier tableau, l'ensemble des paramètres et l'indice de qualité écologique EQR des **sites six TEMPO échantillonnés à la profondeur intermédiaire (en 2016 et 2019) et suivis selon le protocole PREI**. On trouve aussi le détail de tous les paramètres nécessaires au calcul de l'EQR : densité de faisceaux, surface foliaire et charge épiphytaire mesurés à la profondeur intermédiaire (-15 mètres), et celles des paramètres de profondeur et type de limite inférieure associés ;

Dans le second tableau, le **classement des sites selon l'indice BiPo2** pour tous les sites TEMPO échantillonnés à la profondeur intermédiaire en 2016 puis en 2019.

Dans le troisième tableau, le classement des sites selon l'indice EBQI pour tous les sites TEMPO échantillonnés à la profondeur intermédiaire en 2016 (sites en PACA) puis en 2019. On trouve aussi le détail de tous les paramètres mesurés pour chacun des compartiments fonctionnels (box).

Globalement l'état écologique des sites à -15 mètres est qualifié de **moyen / bon** (selon les indices considérés) avec un **état stable sur neuf sites** : Cap Carqueiranne PI, Cap des Médès PI, Pointe Equillette PI, Pointe Andati PI, Pampelonne PI, Pointe de la Calle PI, Pointe Sardinaux PI, Lion de mer PI, Cap Roux PI.

Six sites ont un état plutôt moyen et stable : Agay PI, Plage Suveret PI, Juan PI, Pointe Bacon PI, Cap Nice Est PI, Pointe Rube.

Trois sites ont un état qui se détériore : Pointe Veille Est, Mer d'Eze PI, Fort Brégançon et un **site montre un état écologique qui semble s'améliorer** (Cap Gros Nord PI).

INDICE PREI

D'après le tableau suivant, on constate que le statut de l'ensemble des sites d'après son EQR (PREI) n'a pas changé entre 2016 et 2019 : Les sites **Cap Roux, Pointe Vieille Est, Cap Carqueiranne, et Pampelonne conservent** un **« bon » état écologique** ; Par contre pour tous ces sites on observe une diminution de la valeur de l'EQR entre les deux années liée notamment à une baisse de la densité de faisceaux. Les sites **Cap Gros Nord et Pointe Rube quant à eux conservent** un **« moyen » état écologique**. Pour tous ces sites on observe une

légère augmentation de la valeur de l'EQR entre les deux années, liée à une surface foliaire plus importante (Pointe Rube) ou à une augmentation de la densité (Cap Gros Nord PI).

INDICE BiPo2

D'après le tableau suivant, on constate que le statut de la plupart des sites n'a pas changé entre 2016 et 2019 :

- les sites **Pointe Sardinaux, Agay Ouest, Cap Roux, Cap Gros Nord ; Cap des Médès, Cap Carqueiranne, Pampelonne, Pointe Andati, Pointe Esquillette et Presqu'île d Giens** conservent un **« bon » état écologique** ;

- les sites **Pointe de la Calle, Lion de Mer, Plage Suveret, Pointe Bacon, Cap Nice Est, Pointe Rube, Mer d'Eze et Fort Bregançon** quant à eux conservent un **« moyen » état écologique.**

Deux sites seulement ont vu leur statut changé : il s'agît du site **Juan** qui passe d'un **« moyen » état** en 2016 à un **« bon » état écologique** en 2019 (sur les deux suivis les valeurs sont en limite de changement de classe) et du site **Pointe Veille Est** qui passe d'un **« bon » état en 2016** à un **« moyen » état écologique en 2019** (densité de faisceaux plus faible).

En 2019 on constate que :

- la plupart des sites ont des **longueurs de feuilles plus élevées** par rapport à 2016 (17 sites sur 20)

- **tous les sites** ont des **densités de faisceaux plus faibles** par rapport à 2016.

INDICE EBQI

D'après la valeur de l'EBQI, sept sites sont en état moyen, trois sites en état bon et deux sites en état médiocre. En comparant ces données à 2016, nous constatons que **le statut des sites** (sauf Cap Roux PI) **s'améliore entre 2016 et 2019**.

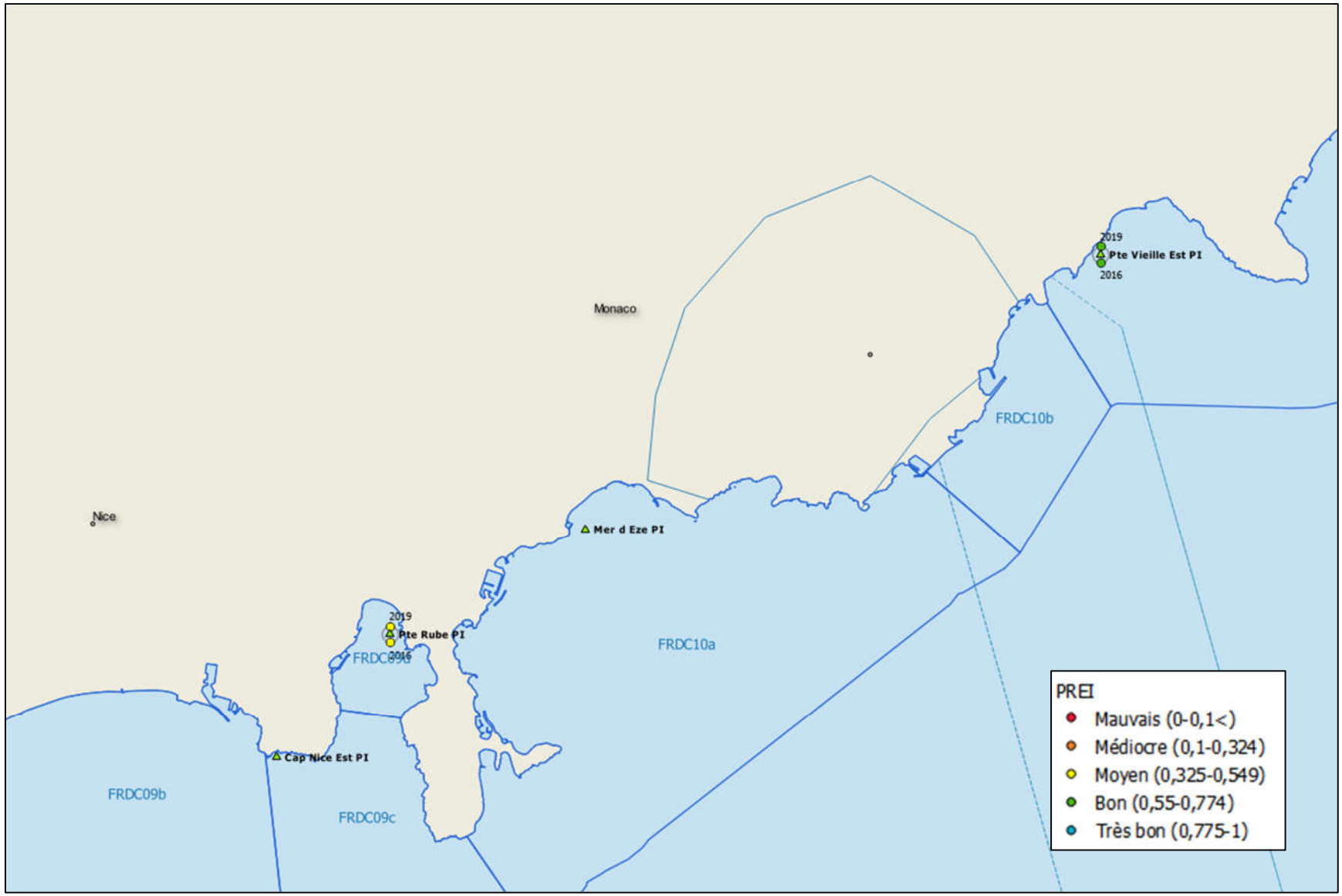
Par rapport au suivi de 2019 Il faut prendre en considération qu'en 2016 nous avions intégré le calcul des box poissons (d'où la diminution de l'indice de confiance de l'indice EBQI). Le choix a été fait de ne plus suivre dans l'indice EBQI les box poissons, leur mauvaise calibration dans cet indice entrainant une dégradation des herbiers non en lien avec leur état. Le suivi des populations de poissons est réalisé séparément dans le cadre du réseau de surveillance **PISCIS** (https://plateforme.medtrix.fr/)

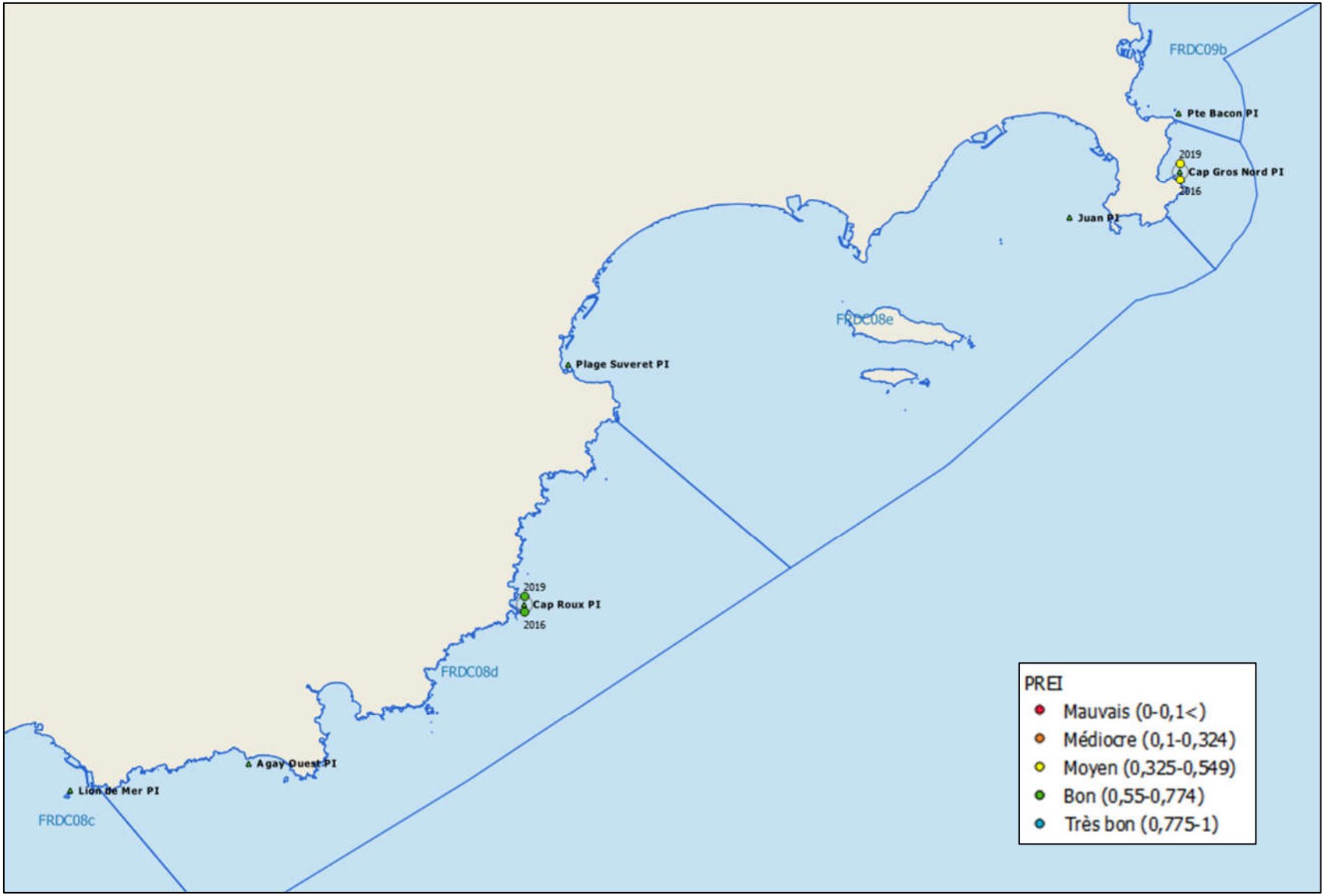
.

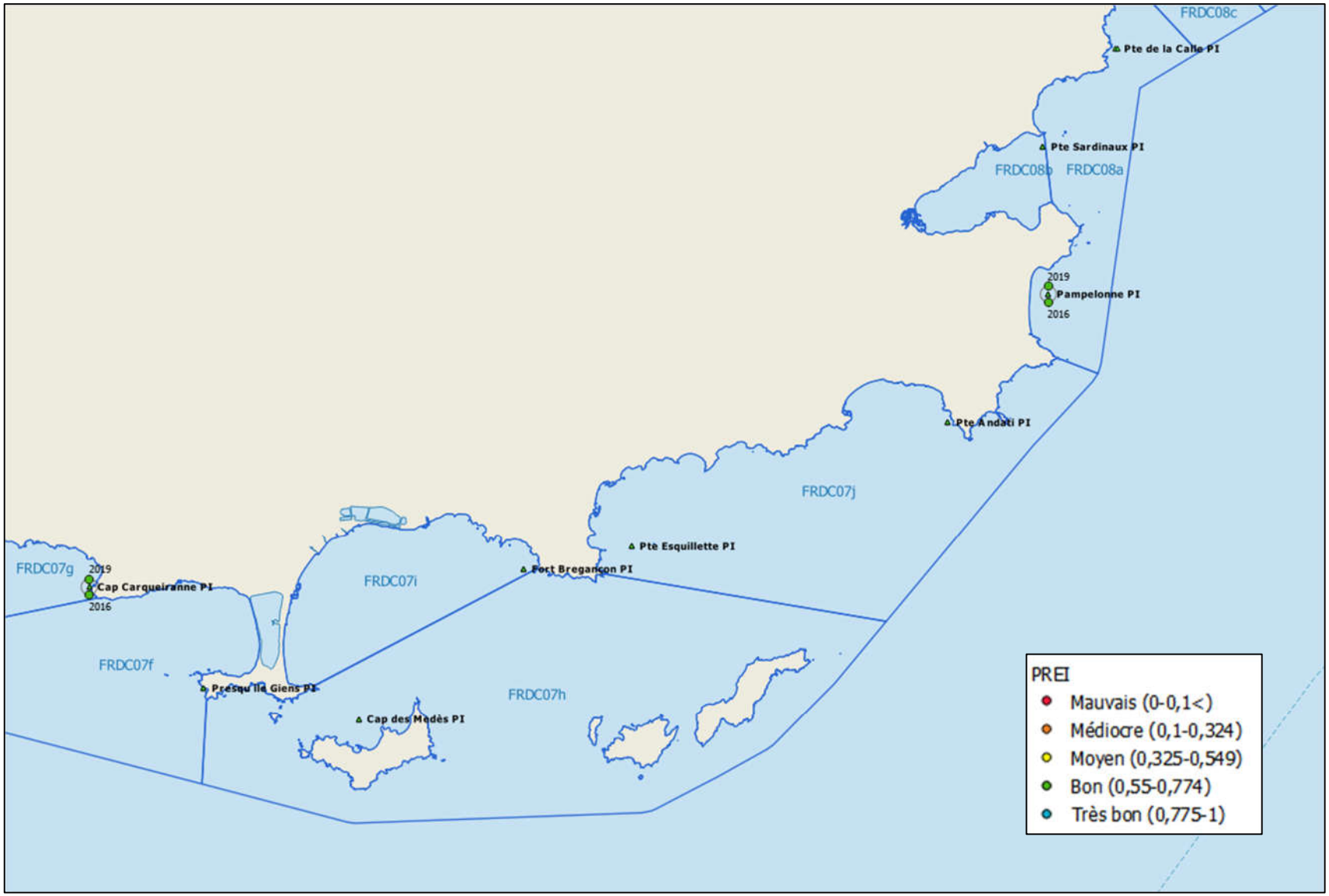
INDICE PREI

Tableau 52: Valeurs brutes des paramètres de densité, surface foliaire et charge épiphytaire mesurés à la profondeur intermédiaire (-15 mètres), des paramètres de profondeur et type de limite inférieure associés et l'EQR global de ces sites TEMPO échantillonnés en 2016 / 2019 et suivis selon le protocole PREI.

SITE	ANNEE	Profondeur intermédiaire (-15m)						Limite inférieure			EQR (PREI)	Classe
		Densité (faisceaux/m²)	N_DENS	Surface foliaire (cm²/faisceaux)	N_SF	Charge épiphytaire (g/g)	N_EL	Prof. (m)	Type de limite	N_LIM_INF		
Cap_Roux PI	2016	328	0,49	408	0,88	0,12	0,43	27,5	Franche	0,70	**0,750**	Bon
Cap_Roux PI	2019	196	0,29	285	0,61	0,14	0,43	27,5	Franche	0,70	**0,629**	Bon
Cap_Gros_Nord PI	2016	154	0,22	268	0,58	0,21	0,39	21,3	Franche	0,42	**0,518**	Moyen
Cap_Gros_Nord PI	2019	186	0,28	256	0,55	0,15	0,43	21,3	Franche	0,42	**0,535**	Moyen
Pointe_Rube PI	2016	149	0,22	160	0,34	0,13	0,43	15,0	Franche	0,14	**0,394**	Moyen
Pointe_Rube PI	2019	147	0,22	227	0,49	0,15	0,43	15,0	Franche	0,14	**0,429**	Moyen
Pointe_Veille_Est PI	2016	308	0,46	376	0,81	0,07	0,46	25,0	Franche	0,59	**0,702**	Bon
Pointe_Veille_Est PI	2019	188	0,28	322	0,69	0,05	0,48	25,0	Franche	0,46	**0,629**	Bon
Cap Carqueiranne PI	2016	296	0,44	318	0,69	0,08	0,46	29,0	Franche	0,77	**0,712**	Bon
Cap Carqueiranne PI	2019	231	0,34	339	0,73	0,17	0,42	29,0	Franche	0,77	**0,687**	Bon
Pampelonne PI	2016	325	0,48	191	0,41	0,12	0,43	34,0	Franche	1,00	**0,705**	Bon
Pampelonne PI	2019	279	0,41	175	0,38	0,13	0,44	34,6	Clairsemée	1,03	**0,685**	Bon


Monaco
Nice
2019
Pte Vieille Est PI
2016
Mer d Eze PI
2019
Pte Rube PI
2016
Cap Nice Est PI
FRDC10b
FRDC10a
FRDC09b
FRDC09c
PREI
Mauvais (0-0,1<)
Médiocre (0,1-0,324)
Moyen (0,325-0,549)
Bon (0,55-0,774)
Très bon (0,775-1)

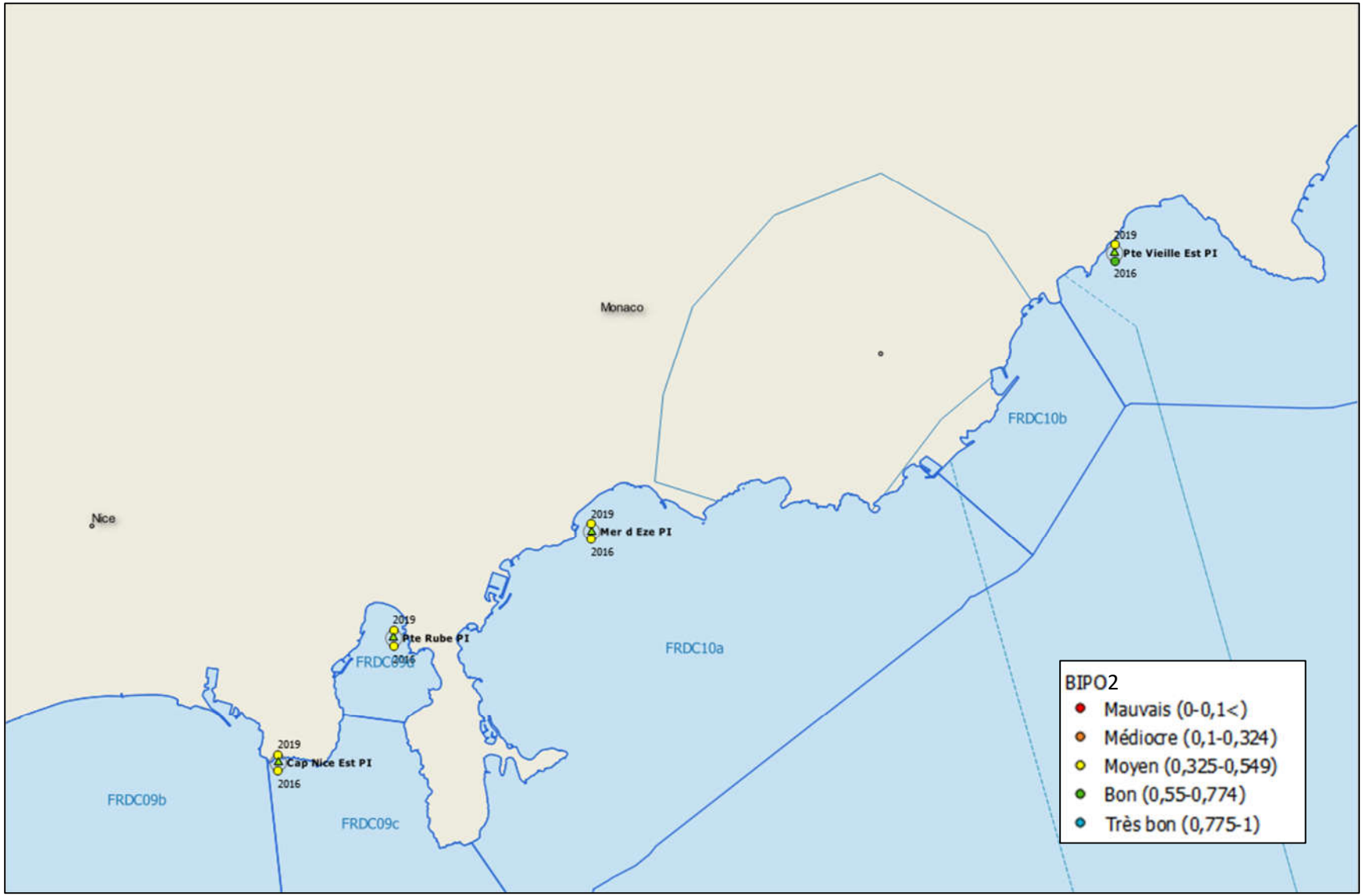

FRDC09b
Pte Bacon PI
2019
Cap Gros Nord PI
2016
Juan PI
FRDC08e
Plage Suveret PI
2019
Cap Roux PI
2016
FRDC08d
Agay Ouest PI
Lion de Mer PI
FRDC08c
PREI
Mauvais (0-0,1<)
Médiocre (0,1-0,324)
Moyen (0,325-0,549)
Bon (0,55-0,774)
Très bon (0,775-1)

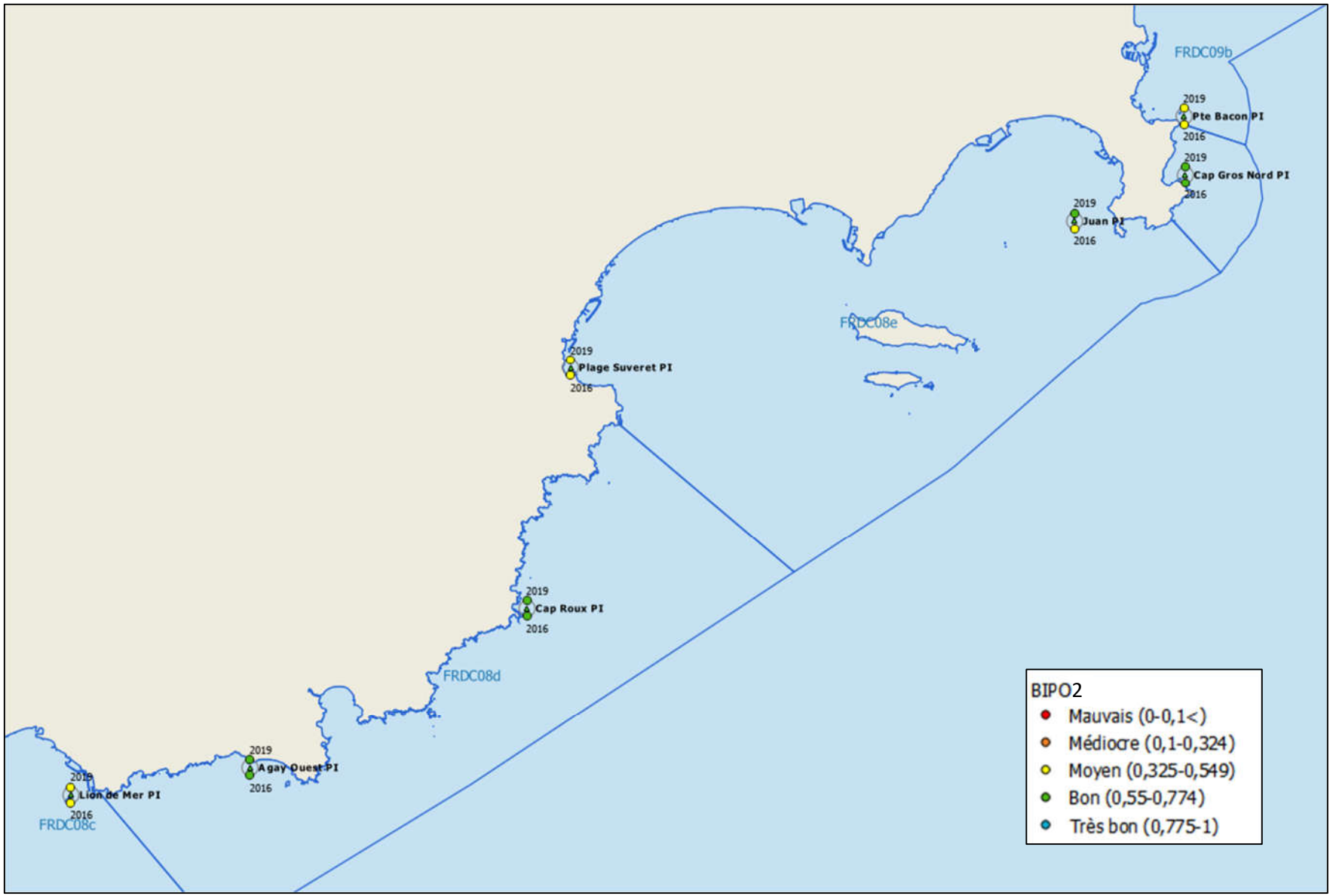

FRDC08c
Pte de la Calle PI
Pte Sardinaux PI
FRDC08b
FRDC08a
2019
Pampelonne PI
2016
Pte Andati PI
FRDC07j
Pte Esquillette PI
Fort Bregançon PI
FRDC07g
2019
Cap Carqueiranne PI
2016
FRDC07i
FRDC07f
Presqu'île Giens PI
Cap des Mèdes PI
FRDC07h
PREI
Mauvais (0-0,1<)
Médiocre (0,1-0,324)
Moyen (0,325-0,549)
Bon (0,55-0,774)
Très bon (0,775-1)

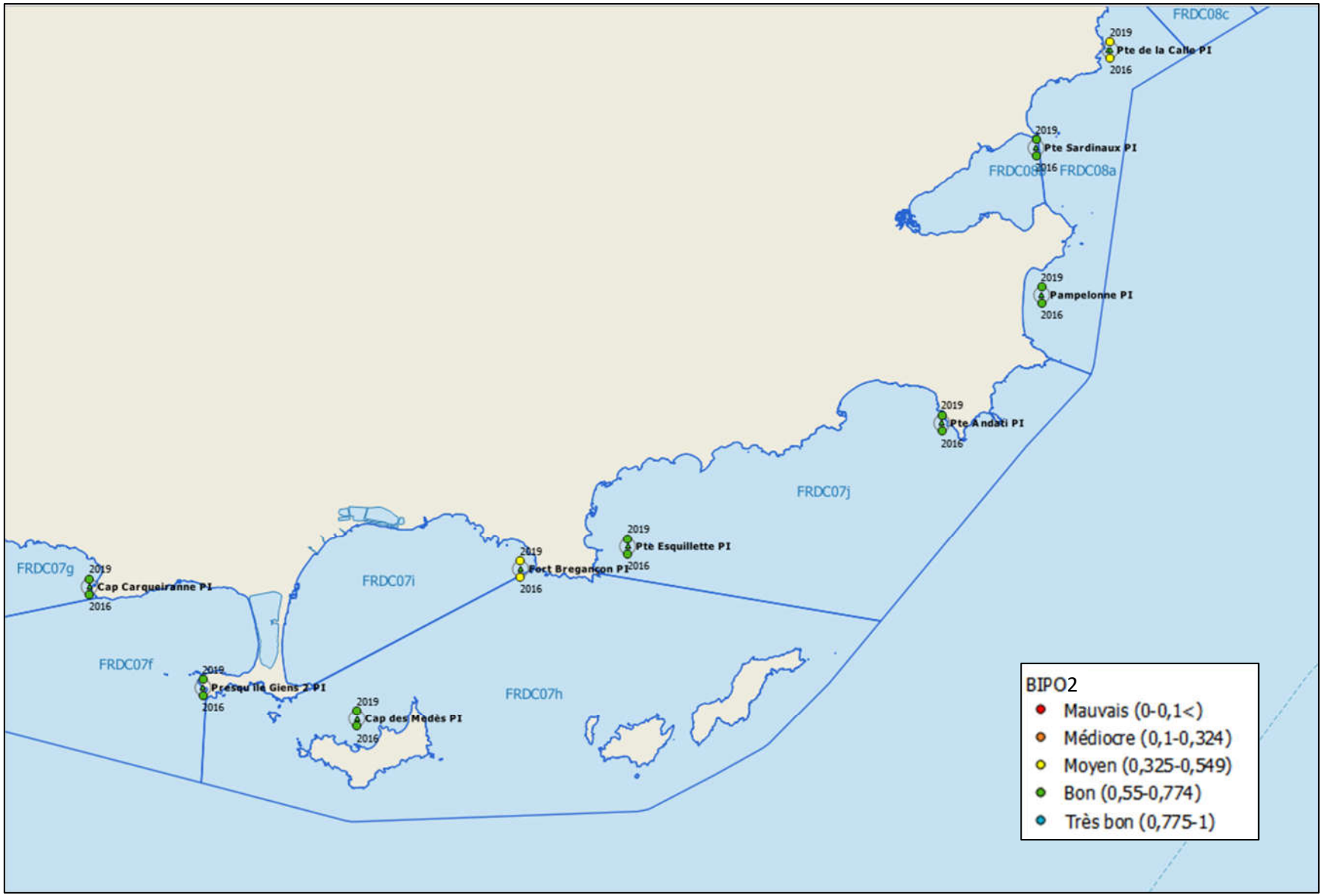
INDICE BiPo2

Tableau 53 : Valeurs des paramètres de profondeur de la limite et type de limite de limite inférieure, densité, longueur des feuilles mesurés à la profondeur intermédiaire (-15 mètres), et l'EQR global de ces sites TEMPO échantillonnés en 2019 et suivis selon le protocole BiPo2.

SITE	ANNEE	Profondeur intermédiaire (-15m)				Limite inférieure				Valeur (BiPo2)	Classe
		Densité (faisceaux/m²)	DENS_EQR'	Longueur des feuilles (mm)	LONG_F_EQR'	Prof. (m)	PROF_EQR'	Type de limite	TYP_EQR'		
Pointe_Sardinaux PI	2016	258	0,58	644	0,54	28,4	0,68	F+	0,89	0,673	Bon
Pointe_Sardinaux PI	2019	173	0,33	627	0,52	28,4	0,68	F+	0,89	0,605	Bon
Pointe_de_la_Calle PI	2016	218	0,48	509	0,36	24,0	0,51	C	0,44	0,448	Moyen
Pointe_de_la_Calle PI	2019	129	0,27	771	0,72	24,0	0,51	R	0,21	0,427	Moyen
Lion_de_Mer PI	2016	203	0,43	655	0,56	15,0	0,28	R	0,21	0,370	Moyen
Lion_de_Mer PI	2019	156	0,30	780	0,72	15,0	0,28	R	0,21	0,379	Moyen
Agay_Ouest PI	2016	219	0,48	489	0,34	24,0	0,51	F+	0,89	0,555	Bon
Agay_Ouest PI	2019	129	0,27	880	0,89	24,0	0,51	F+	0,89	0,640	Bon
Cap_Roux PI	2016	328	0,75	676	0,58	27,5	0,64	F-	0,66	0,658	Bon
Cap_Roux PI	2019	196	0,41	1080	1,00	27,5	0,64	F-	0,66	0,677	Bon
Plage_Suveret PI	2016	170	0,32	632	0,52	13,0	0,25	F-	0,66	0,438	Moyen
Plage_Suveret PI	2019	122	0,26	680	0,59	13,0	0,25	F-	0,66	0,441	Moyen
Juan PI	2016	226	0,51	506	0,36	27,5	0,64	F-	0,66	0,543	Moyen
Juan PI	2019	168	0,32	710	0,63	27,5	0,64	F-	0,66	0,564	Bon
Cap_Gros_Nord PI	2016	284	0,65	491	0,34	21,3	0,41	F+	0,89	0,573	Bon
Cap_Gros_Nord PI	2019	186	0,37	875	0,87	21,3	0,41	F+	0,89	0,637	Bon
Pointe_Bacon PI	2016	149	0,29	237	0,41	18,3	0,32	F-	0,66	0,420	Moyen
Pointe_Bacon PI	2019	127	0,27	370	0,58	18,3	0,32	F-	0,66	0,458	Moyen
Cap_Nice_Est PI	2016	205	0,44	346	0,56	24,0	0,51	F-	0,66	0,543	Moyen
Cap_Nice_Est PI	2019	177	0,34	550	0,42	24,0	0,51	F-	0,66	0,482	Moyen
Pointe_Rube PI	2016	149	0,29	309	0,51	15,0	0,28	F-	0,66	0,435	Moyen
Pointe_Rube PI	2019	147	0,29	414	0,65	15,0	0,28	F-	0,66	0,470	Moyen
Mer_d_Eze PI	2016	279	0,64	569	0,44	30,0	0,74	R	0,21	0,508	Moyen
Mer_d_Eze PI	2019	185	0,37	680	0,59	30,0	0,74	R	0,21	0,476	Moyen
Pointe_Veille_Est PI	2016	308	0,71	530	0,39	25,0	0,55	F-	0,66	0,578	Bon
Pointe_Veille_Est PI	2019	188	0,38	650	0,55	25,0	0,55	F-	0,66	0,533	Moyen
Cap_des_Medès PI	2016	476	0,89	533	0,39	29,0	0,70	C	0,44	0,605	Bon
Cap_des_Medès PI	2019	313	0,72	596	0,48	29,0	0,70	C	0,44	0,584	Bon
Cap Carqueiranne PI	2016	296	0,68	650	0,55	29,0	0,70	F-	0,66	0,648	Bon
Cap Carqueiranne PI	2019	231	0,52	815	0,78	29,0	0,70	F-	0,66	0,666	Bon
Fort_Bregançon PI	2016	382	0,81	266	0,45	27,0	0,63	R	0,21	0,525	Moyen
Fort_Bregançon PI	2019	205	0,44	456	0,70	27,0	0,63	R	0,21	0,494	Moyen
Pampelonne PI	2016	325	0,74	463	0,71	34,0	0,87	F-	0,66	0,745	Bon
Pampelonne PI	2019	279	0,64	433	0,67	34,6	0,89	C	0,44	0,660	Bon
Pointe_Andati PI	2016	340	0,78	542	0,41	34,0	0,87	C	0,44	0,625	Bon
Pointe_Andati PI	2019	211	0,46	736	0,67	34,0	0,87	C	0,44	0,609	Bon
Pointe_Esquillette PI	2016	365	0,80	630	0,52	36,0	0,94	C	0,44	0,675	Bon
Pointe_Esquillette PI	2019	314	0,72	546	0,41	36,0	0,94	R	0,21	0,569	Bon
Presqu_île_Giens PI	2016	477	0,89	568	0,44	32,4	0,82	F-	0,66	0,703	Bon
Presqu_île_Giens PI	2019	274	0,63	633	0,53	32,4	0,82	F-	0,66	0,659	Bon


Monaco
Nice
FRDC10b
FRDC10a
FRDC09b
FRDC09c
2019
Pte Vieille Est PI
2016
2019
Mer d Eze PI
2016
2019
Pte Rube PI
2016
2019
Cap Nice Est PI
2016
BIPO2
Mauvais (0-0,1<)
Médiocre (0,1-0,324)
Moyen (0,325-0,549)
Bon (0,55-0,774)
Très bon (0,775-1)

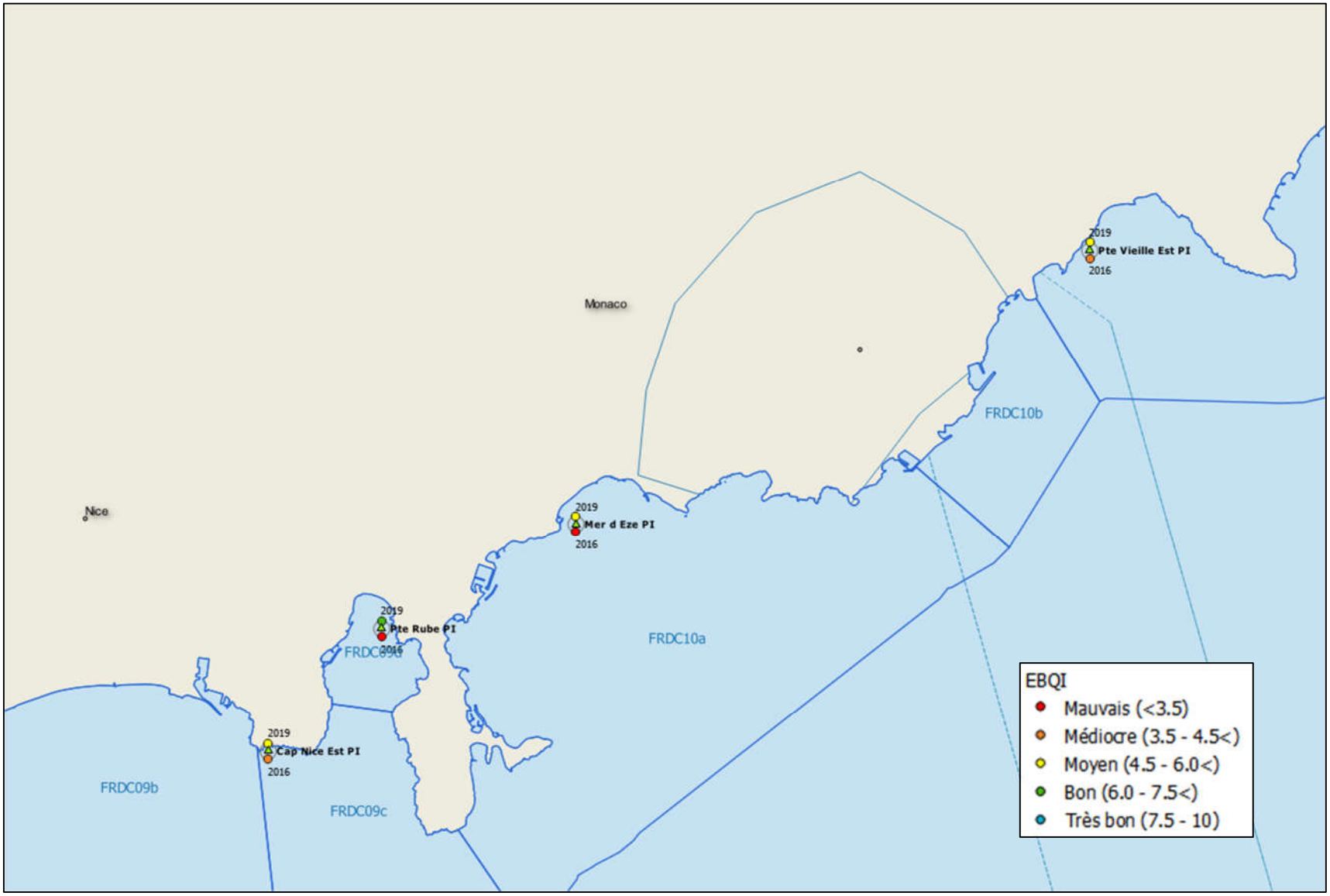

FRDC09b
2019
Pte Bacon PI
2016
2019
Cap Gros Nord PI
2016
2019
Juan PI
2016
FRDC08e
2019
Plage Suveret PI
2016
2019
Cap Roux PI
2016
FRDC08d
2019
Agay Ouest PI
2016
2019
Lion de Mer PI
2016
FRDC08c
BIPO2
Mauvais (0-0,1<)
Médiocre (0,1-0,324)
Moyen (0,325-0,549)
Bon (0,55-0,774)
Très bon (0,775-1)

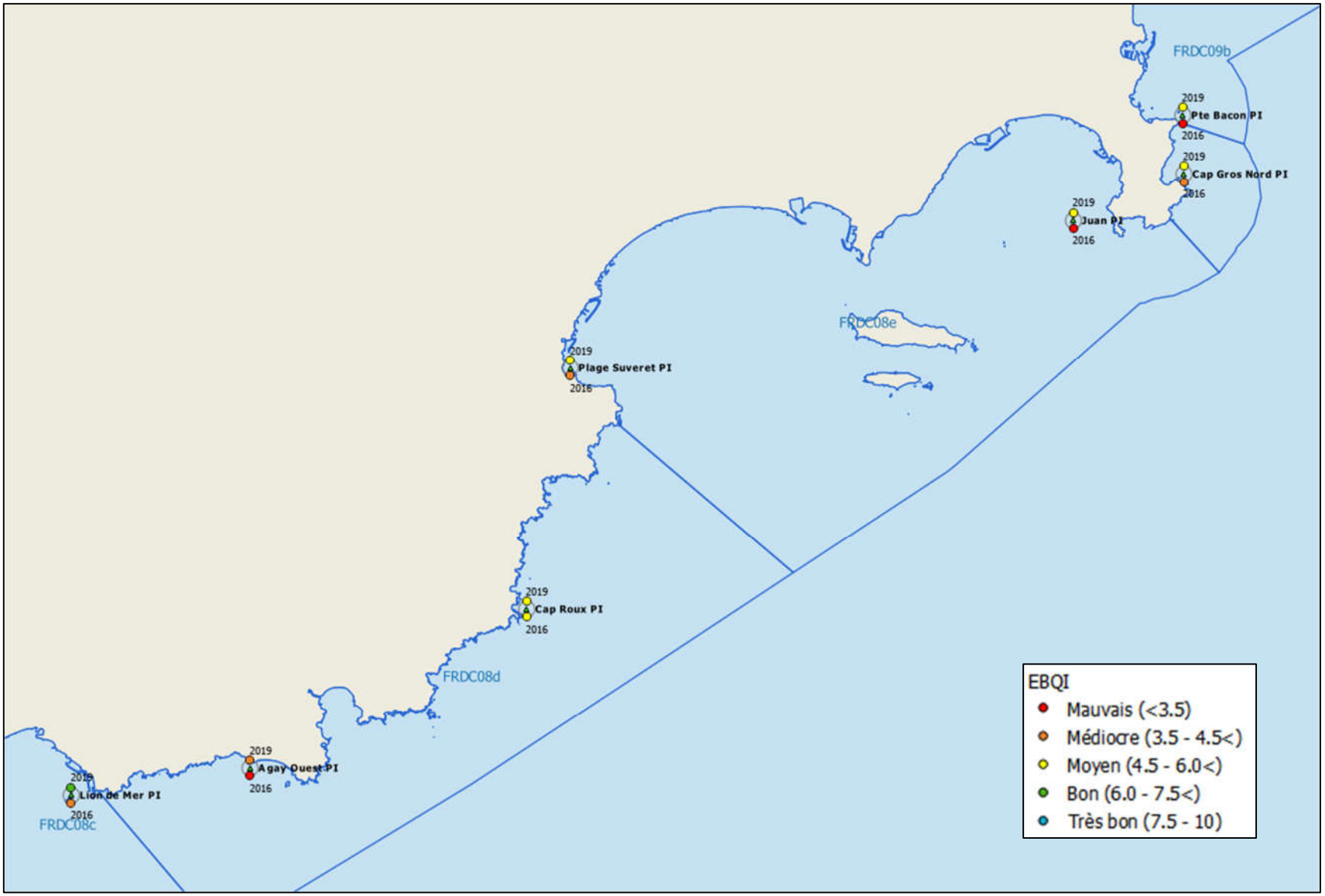

FRDC08c
2019
Pte de la Calle PI
2016
2019
Pte Sardinaux PI
2016
FRDC08b
FRDC08a
2019
Pampelonne PI
2016
2019
Pte Andati PI
2016
FRDC07j
2019
Pte Esquillette PI
2016
2019
Port Bregancon PI
2016
FRDC07i
FRDC07g
2019
Cap Carqueiranne PI
2016
FRDC07f
2019
Presqu'ile Giens 2 PI
2016
2019
Cap des Medes PI
2016
FRDC07h
BIPO2
Mauvais (0-0,1<)
Médiocre (0,1-0,324)
Moyen (0,325-0,549)
Bon (0,55-0,774)
Très bon (0,775-1)

INDICE EBQI

Tableau 54: Valeurs des compartiments fonctionnels (box), de l'indice de confiance, de l'EBQI et de sa classe associée de tous les sites TEMPO échantillonnés en 2016 et 2019 à la profondeur intermédiaire (-15 mètres) et suivis selon le protocole EBQI.

SITE	ANNEE	Densité de faisceaux (faisceaux/m2)	Recouvrement (%)	Epibiontes (g_MS/f)	Pinna nobilis (ind/100m2)	HOM (ind/m2)	LOM (ind/m2)	Holothuries (ind/10m2)	Oursins (ind/m2)	Broutage (%_feuilles)	Téléostéens predateurs (kg WM/100m2)	Téléostéens piscivores (kg WM/100m2)	Téléostéens planctonivores (kg WM/100m2)	SRDI	EBQI	Classe_EBQ	IC_EBQI
Pointe_Sardinaux PI	2016	**258**	**23,73**	**0,15**	**0,30**	**0,46**	**2,30**	**1,00**	**0,00**	**34,17**	0,69	0,00	0,31	7,33	**4,760**	Moyen	85,71
Pointe_Sardinaux PI	2019	173	56,63	0,09	0,00	0,13	2,20	1,33	0,00	43,33	NA	NA	NA	NA	**4,625**	Moyen	41,67
Pointe_de_la_Calle PI	2016	**218**	**71,83**	**0,09**	**0,00**	**1,05**	**0,25**	**0,00**	**0,30**	**4,00**	0,39	0,30	0,32	6,80	**3,580**	Médiocre	84,52
Pointe_de_la_Calle PI	2019	129	87,72	0,10	10,00	0,17	3,07	0,00	0,90	36,17	NA	NA	NA	NA	**6,812**	Bon	47,62
Lion_de_Mer PI	2016	**203**	**66,47**	**0,24**	**0,10**	**0,00**	**0,56**	**1,00**	**0,37**	**0,67**	0,05	0,00	1,11	3,80	**3,820**	Médiocre	85,71
Lion_de_Mer PI	2019	156	99,82	0,16	0,00	0,50	3,03	0,00	NA	32,67	NA	NA	NA	NA	**6,438**	Bon	41,67
Agay_Ouest PI	2016	**219**	**95,40**	**0,05**	**0,20**	**0,23**	**1,70**	**2,00**	**0,00**	**16,70**	0,18	0,00	0,28	6,10	**3,400**	Mauvais	85,71
Agay_Ouest PI	2019	129	99,98	0,06	0,00	0,47	0,87	0,00	0,00	15,61	NA	NA	NA	NA	**3,750**	Médiocre	47,62
Cap_Roux PI	2016	**328**	**93,00**	**0,25**	**0,25**	**1,06**	**0,33**	**0,00**	**0,13**	**11,40**	0,48	0,00	0,11	5,30	**4,720**	Moyen	85,71
Cap_Roux PI	2019	196	99,45	0,06	0,00	0,27	0,57	0,00	NA	14,72	NA	NA	NA	NA	**4,688**	Moyen	41,67
Plage_Suveret PI	2016	**170**	**81,73**	**0,11**	**0,00**	**0,03**	**0,00**	**3,67**	**0,03**	**9,90**	0,57	0,00	0,22	5,60	**4,170**	Médiocre	85,71
Plage_Suveret PI	2019	122	88,62	0,15	0,00	0,00	0,27	7,67	NA	21,42	NA	NA	NA	NA	**5,750**	Moyen	41,67
Juan PI	2016	**226**	**68,59**	**0,04**	**0,00**	**0,13**	**0,03**	**1,00**	**0,00**	**13,00**	0,59	0,00	0,08	3,70	**2,920**	Mauvais	85,71
Juan PI	2019	168	80,40	0,10	0,00	0,10	0,07	0,00	NA	15,00	NA	NA	NA	NA	**4,562**	Moyen	41,67
Cap_Gros_Nord PI	2016	**284**	**99,10**	**0,30**	**0,07**	**0,00**	**0,03**	**0,30**	**0,00**	**12,17**	0,26	0,00	0,87	4,40	**4,240**	Médiocre	85,71
Cap_Gros_Nord PI	2019	186	98,98	0,10	0,00	0,23	0,63	0,33	0,10	3,33	NA	NA	NA	NA	**4,562**	Moyen	47,62
Pointe_Bacon PI	2016	**149**	**97,00**	**0,07**	**0,15**	**0,00**	**0,20**	**0,00**	**0,90**	**0,00**	0,27	0,00	0,06	5,20	**3,330**	Mauvais	85,71
Pointe_Bacon PI	2019	127	96,87	0,09	0,00	0,03	0,17	0,00	0,13	7,45	NA	NA	NA	NA	**4,500**	Médiocre	47,62
Cap_Nice_Est PI	2016	**205**	**99,00**	**0,07**	**0,20**	**0,30**	**0,07**	**0,00**	**0,30**	**30,50**	0,68	0,00	0,19	4,90	**4,240**	Médiocre	84,90
Cap_Nice_Est PI	2019	177	97,60	0,23	0,00	0,03	0,63	0,00	NA	29,41	NA	NA	NA	NA	**5,812**	Moyen	41,67
Pointe_Rube PI	2016	**149**	**55,53**	**0,09**	**0,05**	**0,40**	**0,30**	**0,66**	**NA**	**11,50**	0,18	0,00	0,00	4,60	**3,090**	Mauvais	79,76
Pointe_Rube PI	2019	147	82,25	0,12	0,50	0,07	1,30	0,67	NA	14,34	NA	NA	NA	NA	**6,688**	Bon	41,67
Mer_d_Eze PI	2016	**279**	**99,83**	**0,08**	**0,20**	**0,10**	**0,03**	**0,66**	**0,00**	**7,30**	0,04	0,00	0,47	3,90	**3,370**	Mauvais	85,71
Mer_d_Eze PI	2019	185	95,67	0,07	0,00	0,20	1,03	0,00	NA	5,72	NA	NA	NA	NA	**4,812**	Moyen	41,67


Monaco
Nice
2019
Pte Vieille Est PI
2016
2019
Mer d Eze PI
2016
2019
Pte Rube PI
2016
2019
Cap Nice Est PI
2016
FRDC10b
FRDC10a
FRDC09a
FRDC09b
FRDC09c
EBQI
Mauvais (<3.5)
Médiocre (3.5 - 4.5<)
Moyen (4.5 - 6.0<)
Bon (6.0 - 7.5<)
Très bon (7.5 - 10)


FRDC09b
2019
Pte Bacon PI
2016
2019
Cap Gros Nord PI
2016
2019
Juan PI
2016
FRDC08e
2019
Plage Suveret PI
2016
2019
Cap Roux PI
2016
FRDC08d
2019
Agay Ouest PI
2016
2019
Lion de Mer PI
2016
FRDC08c
EBQI
Mauvais (<3.5)
Médiocre (3.5 - 4.5<)
Moyen (4.5 - 6.0<)
Bon (6.0 - 7.5<)
Très bon (7.5 - 10)

FRDC08c
2019
Pte de la Calle PI
2016
2019
Pte Sardinaux PI
2016
FRDC08b
FRDC08a
2019
Pampelonne PI
2016
2019
Pte Andati PI
2016
FRDC07j
2019
Pte Esquillette PI
2016
2019
Port Bregancon PI
2016
FRDC07g
2019
Cap Carqueiranne PI
2016
FRDC07i
FRDC07f
2019
Presqu'île Giens 2 PI
2016
2019
Cap des Medès PI
2016
FRDC07h
EBQI
Mauvais (<3.5)
Médiocre (3.5 - 4.5<)
Moyen (4.5 - 6.0<)
Bon (6.0 - 7.5<)
Très bon (7.5 - 10)

V.C. V.C. Sites en limite inférieure

Nous synthétisons ci-dessous pour chaque site les tendances évolutives et points remarquables :

Pointe Veille Est : La limite de l'herbier est stable, avec quelques zones de régression (période 2013-2016) et des zones de progression (observées sur la période postérieure à 2016).

Mer d'Eze : En 2019, le site était difficilement reconnaissable car fortement endommagé par des traces d'ancrage ou de chalutage qui ont retourné les balises RSP et deux des quatre piquets de télémétrie positionnés lors des suivis antérieurs. Ce site étant constitué par des faisceaux et petites taches isolés d'herbier, la dynamique évolutive est évaluée suivant l'évolution du linéaire de la limite inférieure et non des surfaces. Nous constatons que la limite de l'herbier est assez stable depuis 2013, avec quelques taches et faisceaux isolés qui ont régressé entre 2016 et 2019. A proximité il est observé des traces d'ancrage ou de chalutage qui ont provoqué un arrachage de l'herbier sur une surface importante.

Pointe Rube : Herbier en régression.

Cap Nice Est : Herbier stable

Pointe Bacon : Herbier stable à tendance progressive

Cap Gros Nord : Herbier stable à tendance progressive.

Juan : Herbier en régression

Plage Suveret : Herbier stable.

Cap Roux : Herbier stable à tendance progressive.

Agay : Herbier stable à tendance progressive.

Lion de mer : Herbier stable à tendance progressive.

Pointe Sardinaux : Herbier stable

Pointe de la Calle : Herbier en régression. A -25 mètres de fond, à proximité immédiate du site suivi, les bouées du balisage de la zone de navigation des 300 mètres sont situées dans l'herbier, arrachant les faisceaux et entrainant la formation de mattes mortes.

Pointe Andati : Herbier qui semble stable mais à confirmer au prochain suivi car nombreuses algues filamenteuses rendant difficile la mise en œuvre de la télémétrie acoustique et le suivi de l'herbier.

Pointe Esquillette : Herbier à tendance régressive. Faisceaux isolés difficiles à cartographier et à suivre dans le temps.

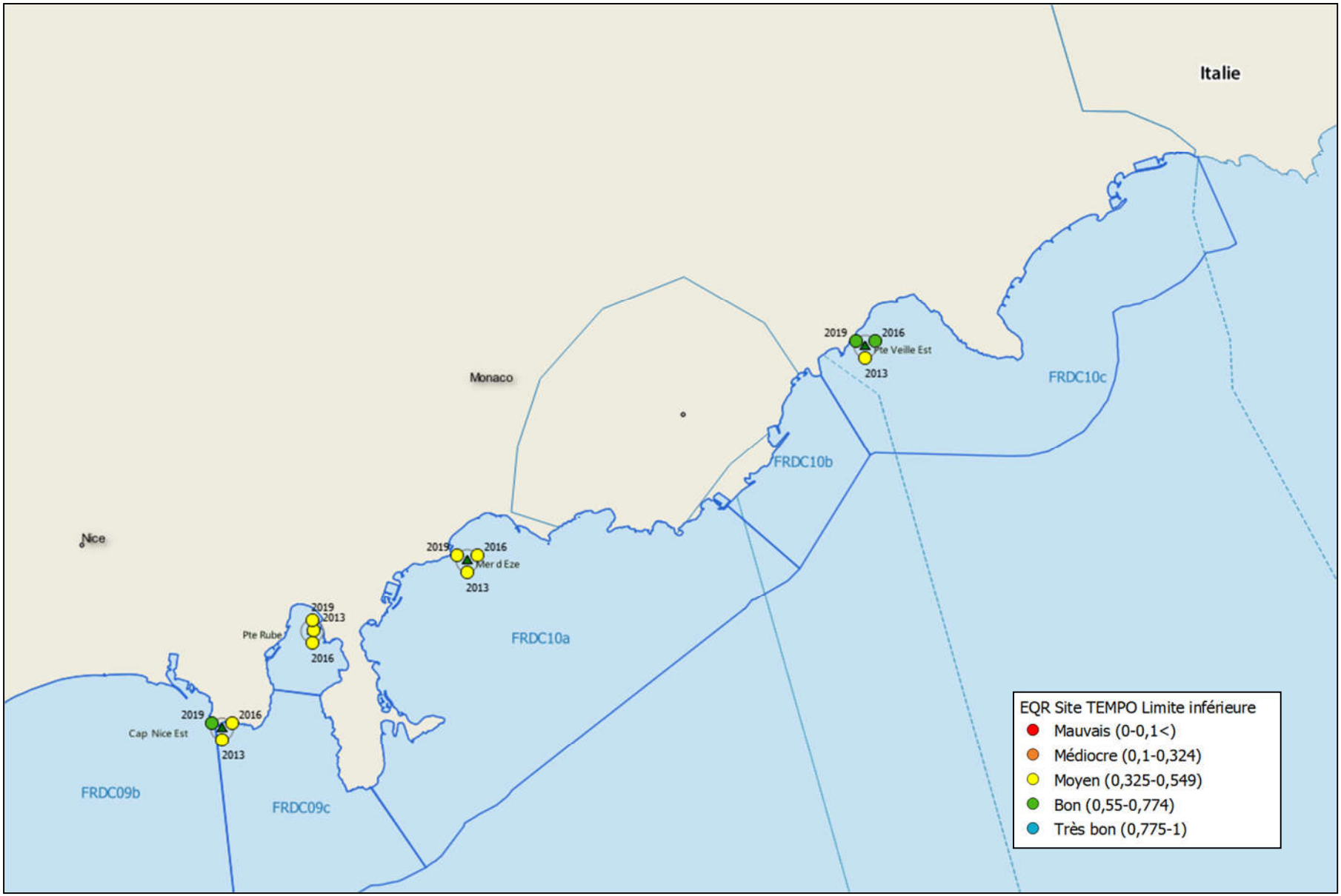
Fort Brégançon : Site en régression suites aux actions d'ancrage ou de chalutage. Un nouveau site a été balisé il est constitué par quelques faisceaux isolés difficiles à cartographier.

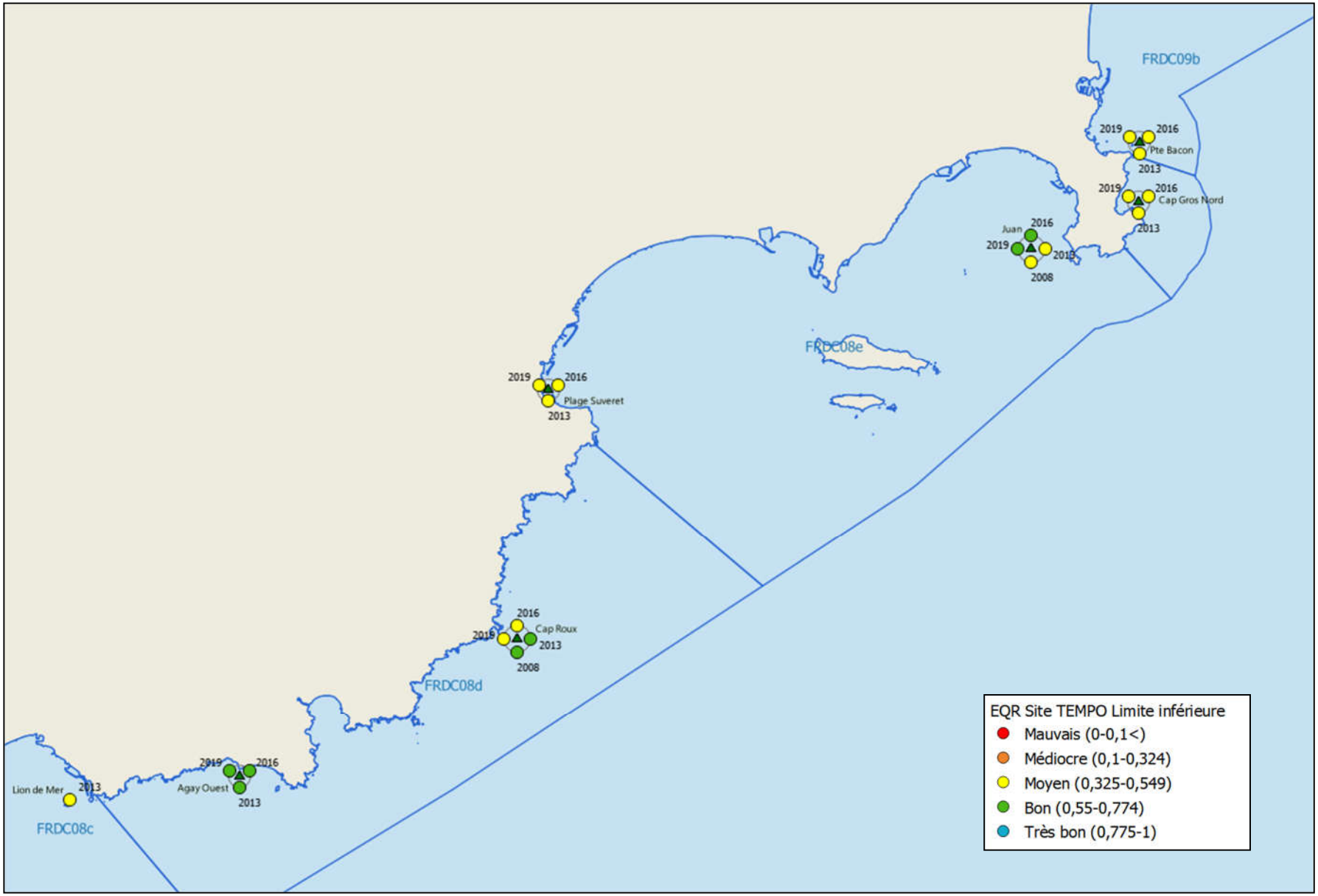
Cap des Médès : Une seule balise (positionnée en 2013 – pas de suivi en 2016) a été retrouvée sur ce site constitué de faisceaux isolés dont l'évolution n'a pu être mesurée.

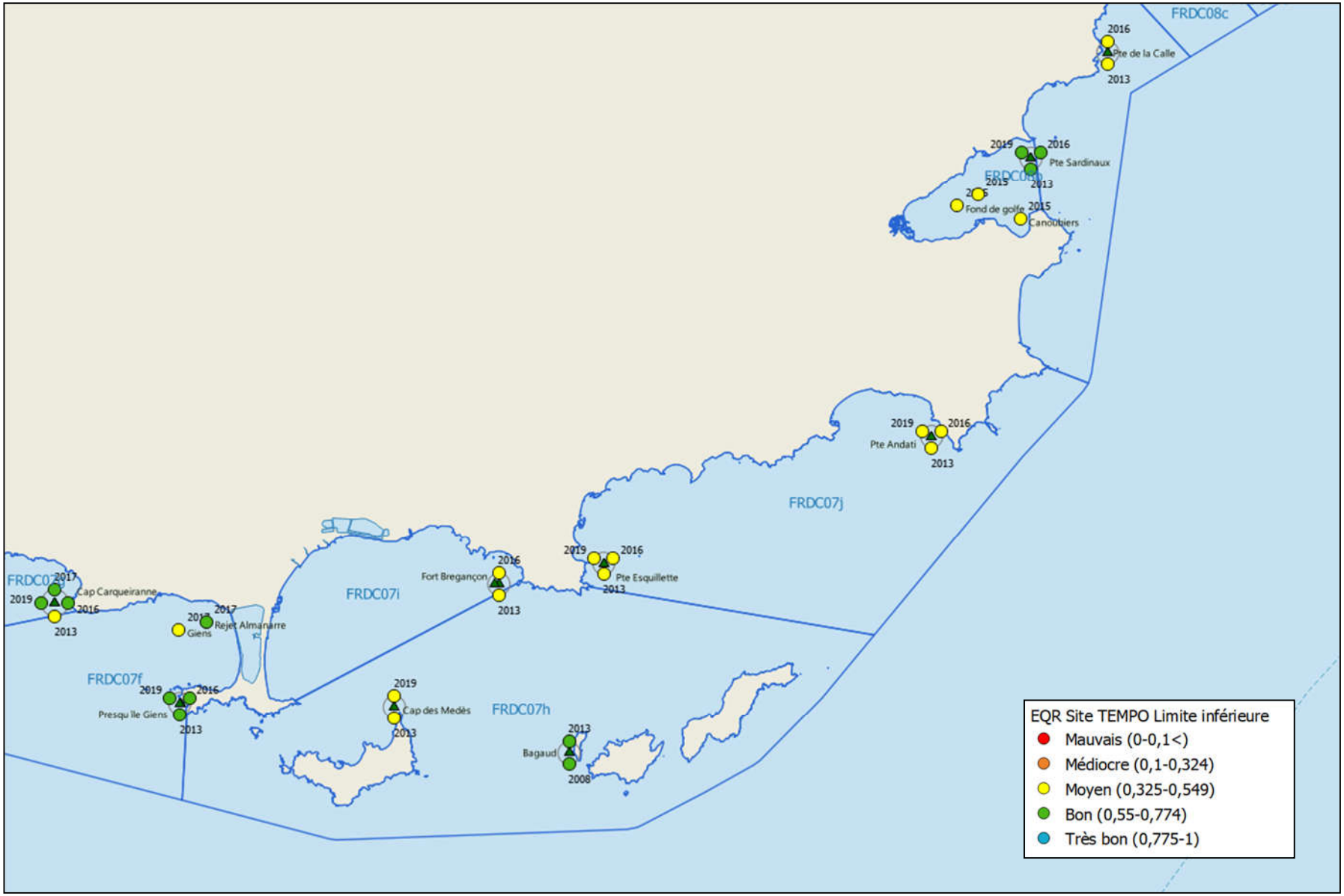
Cap Carqueiranne : Présence de nombreuses algues filamenteuses rendant difficile la mise en œuvre de la télémétrie acoustique et le suivi de l'herbier.

Presqu'île Giens : Herbier stable avec une tendance progressive. En 2019, la zone a été étendue vers l'ouest car l'herbier présente une limite progressive avec nombreux rhizomes plagiotropes.

Les cartes ci-contre montrent la localisation et le statut écologique des sites TEMPO échantillonnés en limite inférieure en 2013, 2016 et 2019 d'après l'EQR Site.


Italie
Monaco
Nice
FRDC10c
FRDC10b
FRDC10a
FRDC09c
FRDC09b
2019
2016
Pte Veille Est
2013
2019
2016
Mer d Eze
2013
2019
2013
Pte Rube
2016
2019
2016
Cap Nice Est
2013
EQR Site TEMPO Limite inférieure
Mauvais (0-0,1<)
Médiocre (0,1-0,324)
Moyen (0,325-0,549)
Bon (0,55-0,774)
Très bon (0,775-1)


FRDC09b
2019
2016
Pte Bacon
2013
2019
2016
Cap Gros Nord
2013
Juan
2016
2019
2018
2008
FRDC08e
2019
2016
Plage Suveret
2013
2016
2018
Cap Roux
2013
2008
FRDC08d
2019
2016
Agay Ouest
2013
Lion de Mer
2013
FRDC08c
EQR Site TEMPO Limite inférieure
Mauvais (0-0,1<)
Médiocre (0,1-0,324)
Moyen (0,325-0,549)
Bon (0,55-0,774)
Très bon (0,775-1)


FRDC08c
2016
Pte de la Calle
2013
2019
2016
Pte Sardinaux
2013
FRDC07k
2015
Fond de golfe
2015
Canoubiers
2019
2016
Pte Andati
2013
FRDC07j
2019
2016
Pte Esquillette
2013
Fort Bregançon
2016
2013
FRDC07i
FRDC07g
2017
2019
2016
2013
Cap Carqueiranne
2017
Giens
Rejet Almanarre
FRDC07f
2019
2016
Presqu'île Giens
2013
2019
Cap des Medès
2013
FRDC07h
2013
Bagaud
2008
EQR Site TEMPO Limite inférieure
Mauvais (0-0,1<)
Médiocre (0,1-0,324)
Moyen (0,325-0,549)
Bon (0,55-0,774)
Très bon (0,775-1)

Le tableau de synthèse suivant présente pour chaque site TEMPO échantillonné en limite inférieure en 2019 et lors des suivis précédents les valeurs des différents paramètres et EQR'.

Tableau 55: (a) Indices et paramètres mesurées sur chaque site TEMPO échantillonné en 2013 / 2016 / 2019 en limite inférieure

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA
Masse d'eau cotière	FRDC08d	FRDC08d	FRDC08d	FRDC09c	FRDC09c	FRDC09c	FRDC07g	FRDC07g	FRDC07g	FRDC07h	FRDC07h	FRDC09a	FRDC09a	FRDC09a
Nom du site	Agay Ouest	Agay Ouest	Agay Ouest	Cap Nice Est	Cap Nice Est	Cap Nice Est	Cap Carqueiranne	Cap Carqueiranne	Cap Carqueiranne	Cap des Medès	Cap des Medès	Cap Gros Nord	Cap Gros Nord	Cap Gros Nord
Année	2013	2016	2019	2013	2016	2019	2013	2016	2019	2013	2019	2013	2016	2019
Valeur EQR LI	0.63	0.65	0.61	0.54	0.49	0.55	0.53	0.55	0.58	0.48	0.46	0.54	0.52	0.55
Type de limite inférieure	4	4	4	3	3	3	3	3	3	2	2	4	4	4
EQR' Type de limite inférieure	0.89	0.89	0.89	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.44	0.44	0.89	0.89	0.89
Profondeur de la limite inférieure (m)	24	24	24	24	24	23	29	29	29	29	29.7	21.3	21.3	21.3
EQR' Profondeur de la limite inférieure	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.48	0.7	0.7	0.7	0.7	0.73	0.41	0.41	0.41
Densité de faisceaux (faisceaux/m²)	223	245	204	205	160	226	107	154	187	156	83	169	113	176
EQR' Densité de faisceaux en limite inférieure	0.5	0.56	0.43	0.44	0.31	0.51	0.24	0.3	0.37	0.3	0.21	0.32	0.25	0.34
Déchaussement de l'herbier (cm)	4.9	6.3	3	1.2	2.6	2	-1.4	1.9	2.8	-0.4	-1.2	8.7	8	5.2

Tableau 56: (b) : Indices et paramètres mesurées sur chaque site TEMPO échantillonné en 2019 2013 / 2016 / 2019 en limite inférieure

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA
Masse d'eau cotière	FRDC07j	FRDC07j	FRDC07j	FRDC09b	FRDC09b	FRDC09b	FRDC08a	FRDC08a	FRDC08a	FRDC07j	FRDC07j	FRDC07j	FRDC09d	FRDC09d	FRDC09d
Nom du site	Pointe Andati	Pointe Andati	Pointe Andati	Pointe Bacon	Pointe Bacon	Pointe Bacon	Pointe de la Calle	Pointe de la Calle	Pointe de la Calle	Pointe Esquillette	Pointe Esquillette	Pointe Esquillette	Pointe Rube	Pointe Rube	Pointe Rube
Année	2013	2016	2019	2013	2016	2019	2013	2016	2019	2013	2016	2019	2013	2016	2019
Valeur EQR LI	0.52	0.5	0.52	0.46	0.48	0.46	0.43	0.4	0.32	0.52	0.51	0.43	0.44	0.41	0.41
Type de limite inférieure	2	2	2	3	3	3	2	2	1	2	2	1	3	3	3
EQR' Type de limite inférieure	0.44	0.44	0.44	0.66	0.66	0.66	0.44	0.44	0.21	0.44	0.44	0.21	0.66	0.66	0.66
Profondeur de la limite inférieure (m)	34	34	34	18	18.3	18.3	24	24	24	36	36	36	15	15	15
EQR' Profondeur de la limite inférieure	0.87	0.87	0.87	0.31	0.32	0.32	0.51	0.51	0.51	0.94	0.94	0.94	0.28	0.28	0.28
Densité de faisceaux (faisceaux/m²)	120	75	113	197	212	193	177	113	108	50	30	25	192	149	147
EQR' Densité de faisceaux en limite inférieure	0.26	0.2	0.25	0.41	0.46	0.39	0.34	0.25	0.24	0.17	0.14	0.13	0.39	0.29	0.29
Déchaussement de l'herbier (cm)	1.6	3.3	0.1	2	4.7	4.3	4.4	6.5	3.9	0	0	0	6.8	0	0

Tableau 57: (c) : Indices et paramètres mesurées sur chaque site TEMPO échantillonné en 2019 2013 / 2016 / 2019 en limite inférieure

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA
Masse d'eau cotière	FRDC08d	FRDC08d	FRDC08d	FRDC08d	FRDC08e	FRDC08e	FRDC08e	FRDC08e	FRDC08b	FRDC08b	FRDC08b	FRDC10c	FRDC10c	FRDC10c
Nom du site	Cap Roux	Cap Roux	Cap Roux	Cap Roux	Juan	Juan	Juan	Juan	Pointe Sardinaux	Pointe Sardinaux	Pointe Sardinaux	Pointe Veille Est	Pointe Veille Est	Pointe Veille Est
Année	2008	2013	2016	2019	2008	2013	2016	2019	2013	2016	2019	2013	2016	2019
Valeur EQR LI	0.64	0.58	0.53	0.56	0.39	0.39	0.56	0.69	0.63	0.62	0.62	0.53	0.6	0.58
Type de limite inférieure	3	3	3	3	1	1	3	3	4	4	4	3	3	3
EQR' Type de limite inférieure	0.66	0.66	0.66	0.66	0.21	0.21	0.66	0.66	0.89	0.89	0.89	0.66	0.66	0.66
Profondeur de la limite inférieure (m)	27.5	27.5	27.5	30	28	28	27.5	27.5	28.4	28.4	29	25	25	25
EQR' Profondeur de la limite inférieure	0.64	0.64	0.64	0.74	0.66	0.66	0.64	0.64	0.68	0.68	0.7	0.55	0.55	0.55
Densité de faisceaux (faisceaux/m²)	269	204	147	158	145	148	184	347	158	137	123	189	256	229
EQR' Densité de faisceaux en limite inférieure	0.62	0.43	0.29	0.28	0.29	0.29	0.37	0.78	0.31	0.28	0.26	0.38	0.59	0.52
Déchaussement de l'herbier (cm)	0	0.4	1	3.1	0	4.6	5.5	2.1	6.2	2.6	2.9	2	2.3	2.7

Tableau 58: (d) : Indices et paramètres mesurées sur chaque site TEMPO échantillonné en 2013 / 2016 / 2019 en limite inféri

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA
Masse d'eau cotière	FRDC07i	FRDC07i	FRDC07i	FRDC08c	FRDC08c	FRDC08c	FRDC10a	FRDC10a	FRDC10a	FRDC08e	FRDC08e	FRDC08e	FRDC07f	FRDC07f	FRDC07f
Nom du site	Fort Bregançon	Fort Bregançon	Fort Bregançon 2	Lion de Mer	Lion de Mer	Lion de Mer	Mer d Eze	Mer d Eze	Mer d Eze	Plage Suveret	Plage Suveret	Plage Suveret	Presqu île Giens	Presqu île Giens	Presqu île Giens
Année	2013	2016	2019	2013	2016	2019	2013	2016	2019	2013	2016	2019	2013	2016	2019
Valeur EQR LI	0.37	0.34	0.32	0.35	0.31	0.26	0.39	0.38	0.45	0.41	0.41	0.39	0.6	0.6	0.6
Type de limite inférieure	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3
EQR' Type de limite inférieure	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
Profondeur de la limite inférieure (m)	27	27	27	15	15	15	30	30	30	13	13	13	32.4	32.4	32.4
EQR' Profondeur de la limite inférieure	0.63	0.63	0.63	0.28	0.28	0.28	0.74	0.74	0.74	0.25	0.25	0.25	0.82	0.82	0.82
Densité de faisceaux (faisceaux/m²)	121	55	23	246	203	156	97	64	195	169	170	122	171	171	167
EQR' Densité de faisceaux en limite inférieure	0.26	0.17	0.13	0.57	0.43	0.3	0.23	0.18	0.4	0.32	0.32	0.26	0.32	0.32	0.32
Déchaussement de l'herbier (cm)	1	-0.7	-0.7	7.6	6.7	5.3	1.2	-1.5	0.8	1.8	4.6	4.3	5.2	10.5	5.3

Tableau 59 : (a) : Pourcentages de concordance positive, de concordance négative et de stabilité de l'herbier, Indice d'involution et surface comparée (m²) pour chaque site selon la période d'évolution - données 2008 à 2019.

Masse d'eau côtière	FRDC10c	FRDC10c	FRDC10c	FRDC10a	FRDC10a	FRDC09b	FRDC09b	FRDC09b	FRDC08e	FRDC08e	FRDC08e	FRDC08e	FRDC08e	FRDC08e	Échelle de comparaison Méditerranée Légende
Nom du site	Pointe Veille Est	Pointe Veille Est	Pointe Veille Est	Mer d Eze	Mer d Eze	Pointe Bacon	Pointe Bacon	Pointe Bacon	Juan	Juan	Juan	Juan	Juan	Juan	
Période d'évolution	2013-2016	2013-2019	2016-2019	2013-2016	2016-2019	2013-2016	2013-2019	2016-2019	2008-2013	2008-2016	2013-2016	2008-2019	2013-2019	2016-2019	
% Discordance positive	1.64	5.74	6.79	0	0.45	1.68	6.8	4.58	1.16	0.61	0.44	0.6	0.19	0.19	0 — 9.38 — 77.81
% Discordance négative	6.39	3.37	2.63	12.02	15.9	1.8	1.27	1.53	1.79	5.25	4.18	4.81	3.61	0.77	0 — 10.45 — 62.38
% Concordance	91.96	90.89	90.59	87.98	83.65	96.52	91.93	93.89	97.06	94.13	95.38	94.59	96.2	99.04	0 — 74.14 — 100
Indice d'évolution de l'herbier	-0.59	0.26	0.44	-1	-0.95	-0.03	0.69	0.5	-0.21	-0.79	-0.81	-0.78	-0.9	-0.61	-1 — -0.15 — 0.87
Surface comparée (m²)	133.26	49.31	49.51	62.96	6.04	84.5	70.99	71.37	207.2	191.26	188.77	176.58	174.29	170.06	0 — 133.92 — 802.8

Tableau 60 : (b) : Pourcentages de concordance positive, de concordance négative et de stabilité de l'herbier, Indice d'involution et surface comparée (m²) pour chaque site selon la période d'évolution - données 2008 à 2019.

Masse d'eau côtière	FRDC08a	FRDC08a	FRDC08a	FRDC08d	FRDC08d	FRDC08d	FRDC08d	FRDC08d	FRDC08d	FRDC09a	FRDC09a	FRDC09a	FRDC08e	FRDC08e	FRDC08e	Échelle de comparaison Méditerranée Légende
Nom du site	Pointe de la Calle	Pointe de la Calle	Pointe de la Calle	Cap Roux	Cap Roux	Cap Roux	Cap Roux	Cap Roux	Cap Roux	Cap Gros Nord	Cap Gros Nord	Cap Gros Nord	Plage Suveret	Plage Suveret	Plage Suveret	
Période d'évolution	2013-2016	2013-2019	2016-2019	2013-2016	2008-2016	2008-2013	2008-2019	2013-2019	2016-2019	2013-2016	2013-2019	2016-2019	2013-2016	2013-2019	2016-2019	
% Discordance positive	6.5	3.78	2.63	26.32	54.85	24.3	56.76	29.21	2.98	2.35	6.74	3.9	0.73	1.1	1.63	0 — 77.81 — 9.38
% Discordance négative	7.1	25.26	21.05	5.06	6.77	11.54	5.8	4.28	0.59	3.39	2.34	1.13	2.91	2.9	1.3	0 — 62.38 — 10.48
% Concordance	86.4	70.96	76.32	68.62	38.38	64.17	37.44	66.52	96.43	94.26	90.91	94.98	96.36	95.99	97.07	0 — 99.94 — 74.11
Indice d'évolution de l'herbier	-0.04	-0.74	-0.78	0.68	0.78	0.36	0.81	0.74	0.67	-0.18	0.48	0.55	-0.6	-0.45	0.11	-1 — 0.87 — -0.16
Surface comparée (m²)	64.19	67.98	65.13	26.67	26.92	18.81	32.08	30.85	30.52	110.55	94.77	161.67	144.25	136.69	133.67	0 — 802.8 — 133.36

Tableau 61 : (c) : Pourcentages de concordance positive, de concordance négative et de stabilité de l'herbier, Indice d'involution et surface comparée (m²) pour chaque site selon la période d'évolution - données 2008 à 2019.

Masse d'eau côtière	FRDC08d	FRDC08d	FRDC08d	FRDC07f	FRDC07f	FRDC07f	FRDC08c	FRDC08c	FRDC08c	FRDC08b	FRDC08b	FRDC08b	FRDC09d	FRDC07j	Échelle de comparaison Méditerranée Légende
Nom du site	Agay Ouest	Agay Ouest	Agay Ouest	Presqu'ile Giens	Presqu'ile Giens	Presqu'ile Giens	Lion de mer	Lion de mer	Lion de mer	Pointe Sardinaux	Pointe Sardinaux	Pointe Sardinaux	Pointe Rube	Pointe Andati	
Période d'évolution	2013-2016	2013-2019	2016-2019	2013-2016	2013-2019	2016-2019	2013-2016	2013-2019	2016-2019	2013-2016	2013-2019	2016-2019	2016-2019	2016-2019	
% Discordance positive	4	4.82	0.9	3.18	4.54	6.81	2.51	2.42	1.09	0.82	2.48	2.17	0.8	0	0 — 77.81 — 9.38
% Discordance négative	0.65	0.68	0.63	3.1	3.9	3.7	1.18	1.16	0.68	1.04	2.62	2.33	18.32	0	0 — 62.38 — 10.45
% Concordance	95.35	94.49	98.47	93.71	91.55	89.5	96.31	96.42	98.24	98.14	94.9	95.5	80.88	100	0 — 100 — 74.14
Indice d'évolution de l'herbier	0.72	0.75	0.17	0.01	0.08	0.3	0.36	0.35	0.23	-0.12	-0.03	-0.04	-0.92	0	-1 — 0.87 — -0.15
Surface comparée (m²)	146.83	162.71	164.15	99.56	107.4	107.39	197.85	198.13	205.78	103.83	101.48	101.31	51.2	15.95	0 — 802.8 — 133.92

I. Annexe : Fichiers de bancarisation

Notice descriptive des fichiers de bancarisation – lot1

Deux fichiers Excel de bancarisation des données sont fournis avec ce rapport 2019 : un pour les données des sites à la profondeur intermédiaire de -15m et un pour les sites localisés en limite inférieure. La description de chaque champ est présentée dans les tables suivantes, elle est aussi ajoutée dans un onglet « infos » de chaque fichier Excel.

- **Lot1_15m_2019.xlsx**

Onglet « BIPO 2019 »

Onglet BIPO 2019	
REGION	Nom de la région
NOM_ME	Nom de la masse d'eau
CODE_ME	Code de la masse d'eau
SITE	Nom du site
LONG_DMS	Longitude (degré minute décimale)
LAT_DMS	Latitude (degré minute décimale)
PROF	Profondeur intermédiaire du site (m)
ANNEE	Année de suivi
Valeur_BiPo2	Valeur du BiPo2
Classe_BiPo2	Classe du BiPo2
PROF_LI	Profondeur de la limite inférieure (m)
PROF_EQR'	EQR' Profondeur (LI)
TYPE_LI	Type de limite inférieure
TYP_EQR'	EQR' Type de limite (LI)
DENSITE	Densité de faisceaux (faisceaux/m2)
DENS_EQR'	EQR' Densité (PI)
LONG_FEUILLES	Longueur des feuilles (mm)
LONG_F_EQR'	EQR' longueur des feuilles (PI)
AUTEUR	Auteur de la table

Onglet « PREI 2019 »

Onglet PREI 2019	
REGION	Nom de la région
NOM_ME	Nom de la masse d'eau
CODE_ME	Code de la masse d'eau
SITE	Nom du site
LONG_DMS	Longitude (degré minute décimale)
LAT_DMS	Latitude (degré minute décimale)
PROF	Profondeur intermédiaire du site (m)
ANNEE	Année de suivi
EQR_PREI	Valeur du PREI
Classe_PREI	Classe du PREI
DENS_M2	Densité de faisceaux (faisceaux/m2)
N_DENS	N densité (PI)
SURF_FOLIA	Surface foliaire (cm^2/faisceau)
N_SF	N Surface foliaire (PI)
CHARGE_EPI	Charge épiphytaire
N_EL	N Charge épiphytaire
PROF_LIM	Profondeur de la limite inférieure (m)
TYP_LIMITE	Type de limite inférieure
N_LIM_INF	N Limite inférieure (LI)
AUTEUR	Auteur de la table

Onglet « EBQI 2019 »

Onglet EBQI 2019	
REGION	Nom de la région
NOM_ME	Nom de la masse d'eau
CODE_ME	Code de la masse d'eau
SITE	Nom du site
LONG_DMS	Longitude (degré minute décimale)
LAT_DMS	Latitude (degré minute décimale)
PROF	Profondeur intermédiaire du site (m)
ANNEE	Année de suivi
EBQI	Valeur de l'Indice EBQI
Classe_EBQI	Classe de l'EBQI
IC_EBQI	Indice de confiance EBQI
box_2a	Nom de la box
Unite_2a	Unité de la box
VAL_2a	Valeur de la box
NOTE_2a	Note de la box
CI_2a	Indice de confiance de la box
box_2b	BOX Recouvrement (%)
Unite_2b	Unité de la box
VAL_2b	Valeur de la box
NOTE_2b	Note de la box
CI_2b	Indice de confiance de la box
box_3_4	BOX Epibiontes (g_MS/f)
Unite_3_4	Unité de la box
VAL_3_4	Valeur de la box
NOTE_3_4	Note de la box
CI_3_4	Indice de confiance de la box
box_5	BOX *Pinna nobilis* (ind/100m2)
Unite_5	Unité de la box
VAL_5	Valeur de la box
NOTE_5	Note de la box
CI_5	Indice de confiance de la box
box_6a	BOX HOM (ind/m2)
Unite_6a	Unité de la box
VAL_6a	Valeur de la box
NOTE_6a	Note de la box
CI_6a	Indice de confiance de la box
box_6b	BOX LOM (ind/m2)
Unite_6b	Unité de la box
VAL_6b	Valeur de la box
NOTE_6b	Note de la box
CI_6b	Indice de confiance de la box
box_8	BOX Holothuries (ind/10m2)

Unite_8	Unité de la box	
VAL_8	Valeur de la box	
NOTE_8	Note de la box	
CI_8	Indice de confiance de la box	
box_9a	BOX Oursins (ind/m2)	
Unite_9a	Unité de la box	
VAL_9a	Valeur de la box	
NOTE_9a	Note de la box	
CI_9a	Indice de confiance de la box	
box_9b	BOX Broutage (%_feuilles)	
Unite_9b	Unité de la box	
VAL_9b	Valeur de la box	
NOTE_9b	Note de la box	
CI_9b	Indice de confiance de la box	
box_10	BOX Téléostéens prédateurs (kg WM/100m2)	Compartiments non étudiés en 2019
Unite_10	Unité de la box	
VAL_10	Valeur de la box	
NOTE_10	Note de la box	
CI_10	Indice de confiance de la box	
box_11	BOX Téléostéens piscivores (kg WM/100m2)	
Unite_11	Unité de la box	
VAL_11	Valeur de la box	
NOTE_11	Note de la box	
CI_11	Indice de confiance de la box	
box_12	BOX Téléostéens planctonivores (kg WM/100m2)	
Unite_12	Unité de la box	
VAL_12	Valeur de la box	
NOTE_12	Note de la box	
CI_12	Indice de confiance de la box	
box_9_12	BOX SRDI	
VAL_9_12	Valeur de la box	
NOTE_9_12	Note de la box	
CI_9_12	Indice de confiance de la box	
box_13	BOX Oiseaux	
VAL_13	Valeur de la box	
NOTE_13	Note de la box	
CI_13	Indice de confiance de la box	
AUTEUR	Auteur de la table	

➢ Lot1_LimiteInférieure_2019.xlsx

REGION	Nom de la région
NOM_ME	Nom de la masse d'eau
CODE_ME	Code de la masse d'eau
SITE	Nom du site
LONG_DMS	Longitude (degré minute décimale)
LAT_DMS	Latitude (degré minute décimale)
ANNEE	Année de suivi
EQR_SITE	EQR Site
CLASSE_SITE	Classe du site
DATE	Date du terrain
TYP_LIMITE	Type de limite inférieure
TYP_EQR'_	EQR' Type de limite inférieure
CLASSE_TYP	Classe Type de limite
PROF_LIM	Profondeur de la limite inférieure (m)
PROF_EQR'	EQR' Profondeur de la limite inférieure
CLASSE_PROF	Classe Profondeur
DENS_M2	Densité de faisceaux en limite inférieure (faisceaux/m2)
DENS_M2_ECARTYPE	Ecartype des valeurs de densité de faisceaux
DENS_EQR'	EQR' Densité (limite inférieure)
STAT_DENS	Statut de la densité
PROF_DENS	Profondeur moyenne des données de densités
DECH	Déchaussement moyen (cm)
DECH_ECARTYPE	Ecartype des valeurs de déchaussement
AUTEUR	Auteur de la table

Contact

7, place Cassan – Carnon Plage
34 130 Mauguio - France
Tél. : 04.67.66.32.48 - contact@andromede-ocean.com

www.andromede-ocean.com